

INFORMACIJE

MIDEM

2^o 1989

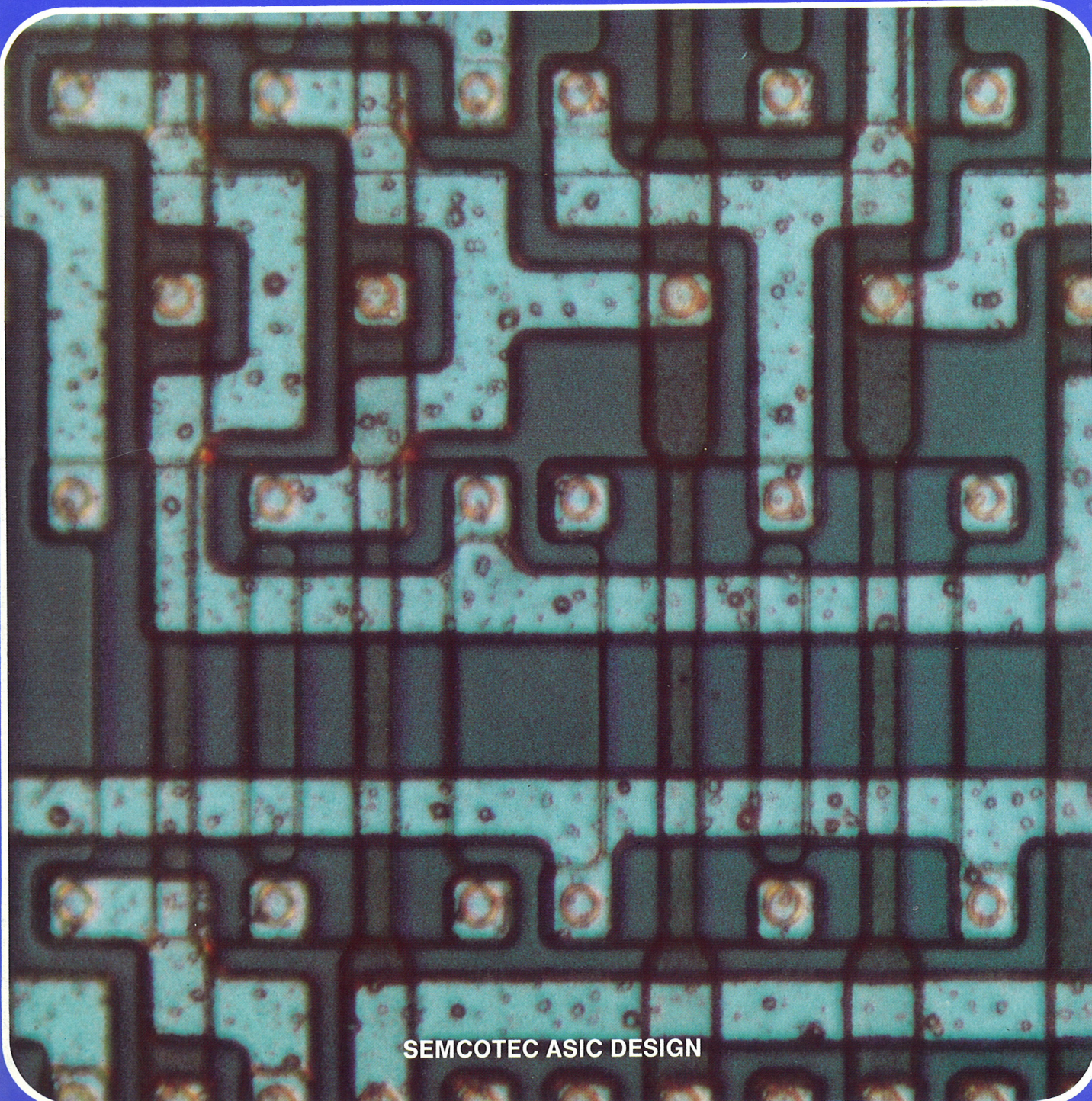
Strokovno društvo za mikroelektroniko
elektronske sestavne dele in materiale

Časopis za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale

Časopis za mikroelektroniku, elektronske sestavne dijelove i materijale

Journal of Microelectronics, Electronic Components and Materials

INFORMACIJE MIDEM, LETNIK 19, ŠT. 2 (50), LJUBLJANA, JUNIJ 1989



SEMCOTEC ASIC DESIGN

INFORMACIJE MIDEM, LETNIK 19, ŠT. 2 (50), LJUBLJANA, JUNIJ 1989

INFORMACIJE MIDEM, GODINA 19, BR. 2 (50), LJUBLJANA, JUN 1989

INFORMACIJE MIDEM, VOLUME 19, NO. 2 (50), LJUBLJANA, JUNE 1989

Izdaja trimesečno (marec, junij, september, december) Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale — MIDEM.

Izdaje tromesečno (mart, jun, septembar, decembar) Stručno društvo za mikroelektroniku, elektronske sestavne dijelove i materijale — MIDEM.

Published quarterly (march, june, september, december) by Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials — MIDEM.

Glavni in odgovorni urednik
Glavni i odgovorni urednik
Editor-in-Chief

Iztok Šorli, dipl. ing.,
Iskra Mikroelektronika, Ljubljana

Tehnični urednik
Executive Editor

Janko Colnar, Ljubljana

Uredniški odbor
Redakcioni odbor
Editorial Board

mag. Rudi Babič, dipl. ing., Tehniška fakulteta Maribor
Dr. Rudi Ročak, dipl. ing., Iskra Mikroelektronika, Ljubljana
mag. Milan Slokan, dipl. ing., MIDEM, Ljubljana
Pavle Tepina, dipl. ing., MIDEM, Ljubljana
Miroslav Turina, dipl. ing., Rade Končar, Zagreb
Jože Jekovec, dipl. ing., Iskra ZORIN, Ljubljana

Časopisni svet
Izdavački svet
Publishing Council

Prof. dr. Leo Budin, dipl. ing., Elektrotehniški fakultet, Zagreb
Prof. dr. Dimitrije Čajkovski, dipl. ing., PMF, Sarajevo
Prof. dr. Georgij Dimirovski, dipl. ing., Elektrotehniški fakultet, Skopje
Prof. dr. Jože Furlan, dipl. ing., Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana
Franc Jan, dipl. ing., Iskra-HIPOT, Šentjernej
Prof. dr. Drago Kolar, dipl. ing., Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana
Ratko Krčmar, dipl. ing., Rudi Čajevec, Banja Luka
Prof. dr. Ninoslav Stojadinović, dipl. ing., Elektronski fakultet, Niš
Prof. dr. Dimitrije Tjapkin, dipl. ing., Elektrotehniški fakultet, Beograd

Naslov uredništva
Adresa redakcije
Headquarters

Uredništvo Informacije MIDEM
Elektrotehniška zveza Slovenije
Titova 50, 61000 Ljubljana, Jugoslavija
tel.: (061) 316-886

Letna naročnina za delovne organizacije znaša 400.000 din., za zasebne naročnike 200.000 din., cena posamezne številke je 60.000 din.

Člani in sponzorji MIDEM prejema Informacije MIDEM brezplačno.

Godišnja pretplata za radne organizacije iznosi 400.000 din., za privatne naročnike 200.000 din., cijena pojedinog broja je 60.000 din.

Članovi i sponzori MIDEM primaju Informacije MIDEM besplatno.

Annual Subscription Rate is US\$ 40 for companies and US\$ 20 for individuals, separate issue is US\$ 6.

MIDEM members and Society sponsors receive Informacije MIDEM for free.

Znanstveni svet za tehnične vede I pri RSS je podal pozitivno mnenje o časopisu kot znanstveno strokovni reviji za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale. Izdajo revije sofinancirajo RSS in sponzorji društva.

Po mnenju Republiškega komiteja za informiranje št. 23 z dne 27. 9. 1988 je publikacija oproščena plačila davka od prometa proizvodov.

Mišljenjem Republičkog komiteta za informiranje br. 23 od 27. 9. 1988 publikacija je oslobođena plaćanja poreza na promet.

Oblikovanje besedila in tisk
Oblikovanje stavka i tisak
Printed by

BIRO M, Ljubljana

Tisk ovojnice
Tisak omota
Front page printed by

KOČEVSKI TISK, Kočevje

Naklada
Tiraž
Circulation

1000 izvodov
1000 primjeraka
1000 pcs

VSEBINA		CONTENT
R. Ročak: Projekt študentskih čipov - med fikcijo in realnostjo	62	R. Ročak: Multichip project for students - Fiction or Reality
ZNANSTVENO STROKOVNI PRISPEVKI		PROFESSIONAL SCIENTIFIC PAPERS
C. Misiano, E. Simonetti: R.F. naprševanje optičnih tankih plasti	63	C. Misiano, E. Simonetti: R.F. Sputtered Optical Thin Films
O. Milošević, D. Vasović, D. Poleti, Lj. Karanović, V. Petrović, D. Uskoković: Razvoj kristalnih faza i nelinearnih osobina u varistorskoj keramici dobijenoj metodama koprecipitacije i uparavanja rastvora i suspenzije	68	O. Milošević, D. Vasović, D. Poleti, Lj. Karanović, V. Petrović, D. Uskoković: Development of Crystal Phases and Nonlinear Properties in Varistor Ceramics Prepared by Methods of Coprecipitation and Evaporation of Suspensions and Solutions
A. Žnidaršič, A. Železnikar, M. Limpel: Visokoremanentni Sr-heksaferiti za motorske aplikacije	75	A. Žnidaršič, A. Železnikar, M. Limpel: High remanence Sr-Hexaferrites for Motor Applications
S. Beseničar: Trajni magneti Sm (Co,Fe,Cu,Zr) _{7,5}	80	S. Beseničar: Permanent Magnets Sm (Co,Fe,Cu,Zr) _{7,5}
S.Smedley: Nadomeščanje bipolarnih vezij iz serije 74 s HCMOS vezji	83	S.Smedley: Second-Sourcing of 74 Series Bipolar Logic
M.Colnarič, M.Gerkeš, J.Gyorkos, P.Kokol, K.Rizman, I. Rozman, B. Vukelič, A.Zorman, V.Žumer: Industrijski mikroračunalniški krmilnik	87	M.Colnarič, M.Gerkeš, J.Györkös, P.Kokol, K.Rizman, I. Rozman, B. Vukelič, A.Zorman, V.Žumer: Industrial Microcomputer Controller
A.Grumb, Ž.Frišković: Hladilni stolp zaprtega tipa	90	A.Grumb, Ž.Frišković: Air-Cooled Watercooler
MATERIALI		MATERIALS
B.Reimann: Plini za elektronsko industrijo	92	B.Reimann: Gases For The Electronics Industry
ŠOLANJE ZA MIKROELEKTRONIKO		SCHOOLING FOR MICROELECTRONICS
M.R.Haskard: Sistem logičnih mrež za realizacijo projektov za izobraževalne namene	94	M.R. Haskard: Multi-project Gate Array System for Educational Purposes
PRIKAZI DOGODKOV, DEJAVNOSTI ČLANOV MIDEM IN DRUGIH INSTITUCIJ		REPRESENT OF EVENTS, ACTIVITIES OF MIDEM MEMBERS AND OTHER INSTITUTIONS
I.Šorli: Podsticanje tehnološkega razvoja	98	I.Šorli: Animation of Technological Development
P.Tepina: Raziskovalni program PORS za leti 1988 in 1989	102	P.Tepina: PORS Research Program for years 1988 and 1989
Termični matrični registrator Gould TA 2000	105	Thermal Array Recorder, Gould TA 2000
KONFERENCE, POSVETOVANJA, SEMINARJI, POROČILA		CONFERENCES, COLLOQUYMS, SEMINARS, REPORTS
N.Stojadinović, D. Župac: MIEL 89	108	N.Stojadinović, D.Župac: MIEL 89
T. Švedek: Druga madžarska konferencija o integriranim sklopovima projektiranim prema narudžbi korisnika	109	T. Švedek: The Second Hungarian Custom Circuit Conference-CCC'89
M.Hrovat: 7. evropska konferenca o hibridni mikroelektroniki	110	M.Hrovat: 7th European Hybrid Microelectronics Conference
H.Murčehajić: SEMICON/EUROPA 1989	111	H.Murčehajić: SEMICON/EUROPA 1989
D. Uvodić: Vtisi iz Hannoverskega industrijskega sejma 1989	112	D. Uvodić: Impressions from Hannover
PREDSTAVLJAMO DO Z NASLOVNICE		REPRESENT OF COMPANY FROM FRONT PAGE
T. Athanas: Semcotec	113	T. Athanas: Semcotec
ČLANI MIDEM		MIDEM MEMBERS
R. Ročak: In Memoriam Adi Petil	114	R. Ročak: Adi Peitl In Memoriam
Novi člani, izstopili so	114	New Members
VESTI, OBVESTILA		NEWS, INFORMATIONS
M. Turina: Svjetsko tržište elektronike	115	M.Turina: World Electronics Market
Seminar o površinski montaži elektronskih elementov	118	Seminar on Surface Mounting of Electronic Components
Koledar prireditev	119	Calendar of Events
Slika na naslovnici: Povečan delček SEMCOTEC 3 mikronska logična mreža s 1500 ekvivalentnimi vrati		Front page: A magnified view of a small part of SEMCOTEC's 3 micron 1500 gate array

Projekt študentskih čipov - med fikcijo in realnostjo

Velikokrat že so na raznih mestih različni strokovnjaki ugotavljali, da je eden izmed glavnih problemov jugoslovanske mikroelektronike njena uporaba. Zaradi neznanja, pomanjkanja novih programov in idej je razvoj elektronike v Jugoslaviji usmerjen na kopiranje, oz. še veliko bolj na enostaven licenčni prenos in uporabo v proizvodnji.

Vedno znova ugotavljamo, da primanjkuje strokovnjakov, načrtovalcev mikroelektronskih vezij, ki bi lahko dali toliko potreben impulz izdelavi in uporabi mikroelektronskih vezij po naročilu. Namesto, da bi imeli vedno več načrtovalcev, izgubljam še tiste, ki so se izšolali v zadnjem desetletju.

V Iskri-Mikroelektroniki smo ta problem najbolj čutili, zato sem leta 1987, ob plenarnem zasedanju na konferenci ETAN na Bledu ponudil brezplačno procesiranje rezin v tovarni za študentski multičip projekt. Predlog je na žalost naletel na gluha ušesa, čeprav prav v Ljubljani razpolagamo z enim izmed najbolj opremljenih in za načrtovanje kvalificiranih univerzitetnih laboratorijev za mikroelektroniko, ki je v stanju izdelati tudi vsa potrebna orodja.

Menim, da noben elektronik z diplomo ne bi smel zapustiti elektrotehnične fakultete, če pred tem ni načrtal in izmeril kakšnega lastnega pa čeprav enostavnega mikroelektronskega vezja. Verjetno bi to vsak študent z veseljem tudi storil, če bi se mu ponudila potrebna priložnost.

V okviru zasebne informacije sem izvedel, da je takšen predlagani projekt realiziral Elektronski fakultet v Nišu v sodelovanju z Elektronsko industrijo Niš, vendar rezultati niso objavljeni.

V razmislek vsem, ki so zadolženi pri nas za šolanje elektronskih, posebej pa mikroelektronskih kadrov: morda je potrebno le nekaj več izobraževalnih akcij namesto aktivnosti v poslovno-industrijsko-projektnih sferah!

Ta uvodnik sem namenil hkrati tudi kot komentar k v tej številki objavljenem članku M.R.Haskarda iz South Australian School of Electronic Engineering. Članek „Multi-Project Gate Array System for Educational Purposes“ prenašamo iz časopisa Journal of Semicustom ICs (Elsevier) s prijaznim dovoljenjem urednika časopisa prof. Stanleya Hursta, našega znanca s posvetovanja MIEL 88.

Predsednik Društva MIDEM
dr. Rudi Ročak



R.F. SPUTTERED OPTICAL THIN FILMS

Vabljeni predavanja, SD-88, Nova Gorica

C. Misiano, E. Simonetti

Key Words: Optical Thin Films, Dielectric Thin Films, Thin Film Deposition, RF Sputtering

ABSTRACT: After a general review of the technology, three applications will be presented:

1. Co-sputtering of optical thin films
2. Sputtering of oxides for I.R. applications
3. Thickness trimming of optical films by sputtering

We have investigated the Co-sputtering of two dielectric materials with refractive indices as widely different as possible with the aim of obtaining both homogeneous films with any intermediate refractive index and inhomogeneous films with predetermined profiles.

The results obtained by co-sputtering $\text{CeO}_2\text{-SiO}_2$ and $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ are presented. The availability of sputtered films of SiO_2 , TiO_2 , CeO_2 and Y_2O_3 for I.R. applications, allows to get coatings more resistant and more stable to the environmental stresses. The results obtained are presented together with the characterizations of films with special care to the refractive index, absorption and laser damage thresholds under cw and pulsed laser radiation ($1.06\text{ }\mu\text{m}$ and $10.6\text{ }\mu\text{m}$). Finally, an original process allowing the thickness adjustment of any optical film (either by trimming or thickening) by the sputtering technique is presented. The results obtained with this process are discussed.

R.F. NAPRŠEVANJE OPTIČNIH TANKIH PLASTI

Ključne besede: optične tanke plasti dielektrične tanke plasti, nanašanje tankih plasti, RF naprševanje

POVZETEK: Po splošnem pregledu tehnologije bomo predstavili tri konkretne uporabe le-te:

1. Sočasno naprševanje optičnih tankih plasti
2. Naprševanje oksidov za uporabo v IR območju
3. Spreminjanje debeline optičnih filmov z naprševanjem in odprševanjem

Proučevali smo sočasno naprševanje dveh dielektričnih materialov s kolikor se le da različnimi lomnima količnikoma. Namen je bil izdelati, bodisi homogene filme s katerokoli vmesno vrednostjo lomnega količnika, bodisi nehomogene filme z vnaprej določenim profilom lomnega količnika.

Predstavljamo rezultate dosežene, s sočasnim naprševanjem $\text{CeO}_2\text{-SiO}_2$ in TiO_2 materialov. Možnost uporabe napršanih filmov SiO_2 , TiO_2 , CeO_2 in Y_2O_3 v IR območju omogoča izdelavo pokritij, ki so bolj stabilna in odporna na vplive okolja. Predstavljamo dosežene rezultate hkrati s karakterizacijo filmov; le-ta obsega meritve lomnega količnika, absorpcije in praga poškodb pri obsevanju s CW in pulсно lasersko svetlobo ($1.06\text{ }\mu\text{m}$ in $10.6\text{ }\mu\text{m}$). Na koncu predstavljamo izvirno tehniko nastavitve debeline katerekoli optične plasti (bodisi tanjšanje oz. debelenje) z naprševanjem. Komentiramo rezultate, dosežene s takim postopkom.

1. INTRODUCTION

The increasing demand in the field of thin film optical treatments, which has developed during last few years, has made necessary the need to realize structures with ever increasing complexity and with high level of performance both from the optical point of view as well as resistance to the environmental conditions and use. The use of sputtering technologies, in the R.F. diode as well as R.F. magnetron configurations, for the realization of optical films, has enabled in these last few years to widen the spectrum of materials which can be easily used (with particular regards to refractory oxides) and to obtain films which are more compact and adherent. This paper describes three new applications of sputtering to the realization technologies of optical thin films.

- (1) The realization of optical films with predetermined refractive index with continuity between the extreme values of 1.45 and 2.4 by means of co-sputtering.
- (2) The use of sputtered oxide films having a high refractive index in mid-I.R. ($5\text{-}12\text{ }\mu\text{m}$)

- (3) Trimming the thicknesses of the optical films by means of sputteretch and sputter deposition in cases where the film thickness was different to the projected value.

2. EXPERIMENTAL

This work has been carried out on a sputtering system equipped with three targets 8" in diameter, one of which is of the magnetron type, and a 3 KW (13.5 Mhz) R.F. generator. The water cooled substrate holder consists of a circular rotating (0-10 turns/minute) electrode beneath the targets and acts as an anode during the deposition, with possibility of etch-sputtering and bias-sputtering. The matching network enables simultaneous sputtering from two or three targets by dividing the power received from the generator. The system is also supplied with a radiant heater for heating the substrates. The vacuum system consists of 500 l/sec turbo-molecular pump with the necessary backing rotary pump. The dynamic control of the optical thickness of the deposited films is carried out by a photometer.

This device enables two types of measurements, the first approach enables observation of the reflectance variations directly on the sample in motion during the film growth at a wavelength which is suitably chosen, and the second in which the deposition cycle is interrupted, but not the vacuum cycle, the reflectance is measured at different wavelengths on the stationary sample.

3. CO - SPUTTERED OPTICAL FILMS

One of the problems most commonly encountered in the design of new optical structures resides in the limited choice of refractive indices available, especially when the mechanical characteristics and resistance to treatment by laser radiation are particularly stringent. In the past this limitation was overcome by attempting to realize optical film obtained by mixing two or more materials by means of co-evaporation technique with thermal sources.

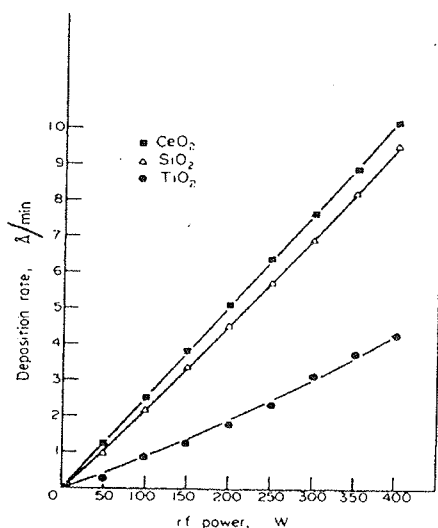


Figure 1: Sputtering rate as a function of the rf power at the cathode for TiO₂, CeO₂ and SiO₂

This method however requires a complex apparatus for the control of the evaporation rates of the individual sources and does not offer sufficient reproducibility nor can it be adapted to industrial processes. In the solution proposed by us the substrate to be treated is placed on

a circular rotating anode, beneath two targets which emit simultaneously. Actually it is not strictly a proper co-deposition since the substrates are alternatively exposed to the two sources. Since the thickness of the single layer is of the order of $\text{\AA}$, the mixture obtained acts as perfectly homogeneous (ref.3). The pairs of materials experimented by us are CeO₂ + SiO₂ and TiO₂ + SiO₂. As the sputtering atmosphere mixtures of Ar and O₂ have been used as well as pure Ar, at a total pressure equal to 5 to 10×10^{-3} torr. The deposition rate of the single material was simply adjusted by controlling the power supplied to the targets and the related selfpolarization voltages.

As an example we show in fig 1 the calibration curves for TiO₂, CeO₂ and SiO₂.

Homogeneous films

In the case of homogeneous films with predetermined refractive index, our attention was focused on the repeatability attainable under realistic working conditions. We felt this was the real test for the usefulness of the proposed technology. Because of the dispersion of all materials in question (particularly TiO₂ and CeO₂) the refractive index must be determined always at the same wavelength λ , in our case generally 5500 $\text{\AA}$. Films with a targeted optical thickness equal to $\lambda/4$ were deposited on Corning microsheets 0211, BK7 and sapphire. Both refractive index and actual optical thickness were determined by measuring the transmittance of the samples before and after deposition as a function of the wavelength.

Shown in Figure 2a and b is the refractive index of the mixtures SiO₂-TiO₂ and SiO₂-CeO₂ as a function of the volume percentage of SiO₂. Marked with the shaded area is the scattering of results obtained for the refractive index. It is apparent from Figure 2 that the scattering of values is higher for mixtures SiO₂-CeO₂ than for mixtures SiO₂-TiO₂. This is likely to be due to the strong dependence of the refractive index of CeO₂ films on the substrate temperature. Although thickness monitors were actually used in this experiment, it was found that the same reproducibility could be obtained for the refractive

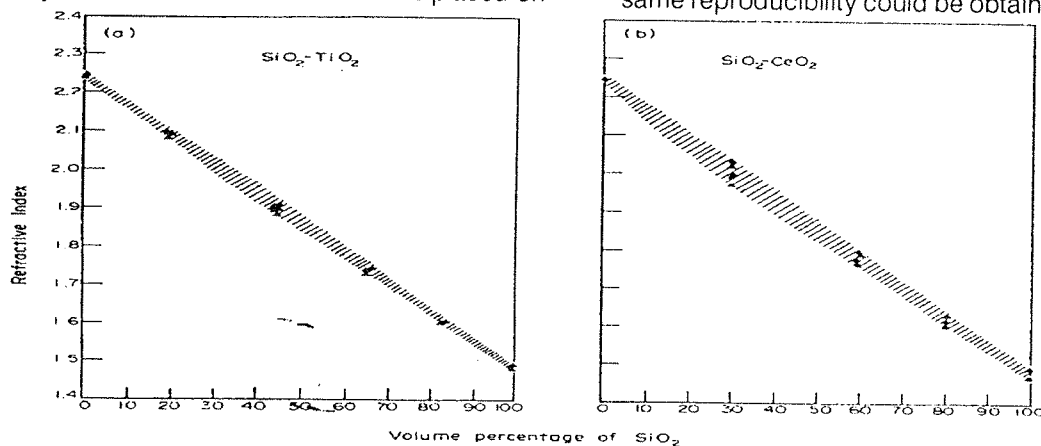


Figure 2: Refractive index of co-sputtered films as a function of the volume percentage of SiO₂: (a) SiO₂-TiO₂; (b) SiO₂-CeO₂. The shaded area points to the range of values obtained.

Table 1: Co-sputtered optical films

Couple	% of SiO ₂	SiO ₂ power W	H index power W	Total rate g/min	$\bar{n}$ average	$n_{MIN} - n_{MAX}$	
	0	0	400	4.1	2.24	2.23-2.24	Ultimate pressure $<10^{-6}$ torr. Sputtering atmosphere 6mtorr of pure Ar
	30	85	400	5.8	2.00	1.99-2.00	
SiO ₂ -TiO ₂	50	175	400	8	1.87	1.86-1.88	
	66	360	400	12.5	1.75	1.74-1.76	
	85	400	175	11.2	1.62	1.61-1.62	
	100	400	0	9.5	1.49	-	
	0	0	260	6.6	2.23	2.21-2.24	
SiO ₂ -CeO ₂	30	130	260	9.4	2.00	1.97-2.02	
	60	400	260	16	1.82	1.79-1.83	
	80	400	85	12	1.65	1.63-1.67	
	100	400	0	9.5	1.49	-	

index by controlling time and rf power at the cathode, provided all other parameters were kept constant. However, in this case, reaching a good vacuum ($<10^{-6}$) before deposition and keeping the discharge atmosphere free from reactive gases is especially essential because even small percentages of such gases (particularly O₂) could affect in an appreciable way the deposition rate of all materials in question. The conditions of our experiments are summarized in Table 1 which gives also the maximum dispersion obtained for the refractive index.

Inhomogeneous films

In the case of inhomogeneous films, because of difficulties involved in determining the refractive index profile on the deposited film, we chose to start from the simplest case of a linear variation. Starting from the refractive index of the substrate (1.53) the refractive index of the film was made to change linearly up to a given higher value with a total thickness of the film much higher than the wavelength of interest.

The apparent refractive index of the substrate was thereby modified. We made use of the experience gained with homogeneous films to determine the values to be used for the process parameters. Displayed in Figure 3 is the variation with time of the power delivered to the SiO₂ and CeO₂ cathodes together with a list of the values used for the main parameters. The total physical thickness of the film was $2\mu\text{m}$. In Figure 4 we have reported the profile targeted for the refractive index, ranging from 1.53 to 2.24. Marked with dotted lines are the reflectivity at normal incidence for a bulk material with refractive index equal to 2.24 and the reflectivity of the untreated substrate. While the apparent refractive index of the treated sample is clearly changing, oscillations due to interface effects are still clearly visible. We feel these could be reduced by modifying the profile as follows: the corners at the two ends of the sloping profile should be smoothed, the refractive index should be kept at its high value for an appreciable thickness (of the order of

$1\mu\text{m}$) and the total thickness of the film should be increased.

With this technique we have performed, in the research as well as small scale production stage, numerous types of optical treatments. All the co-sputtered films have passed the environmental tests related to the standards MIL 13508B and MIL 675A for adhesion, abrasion, thermal cycles, salt sprays and humidity cycles. As an example we report in figure 5 the design layout of an Ar-W treatment (large band anti-reflectant in the visible and at $1.06\mu\text{m}$).

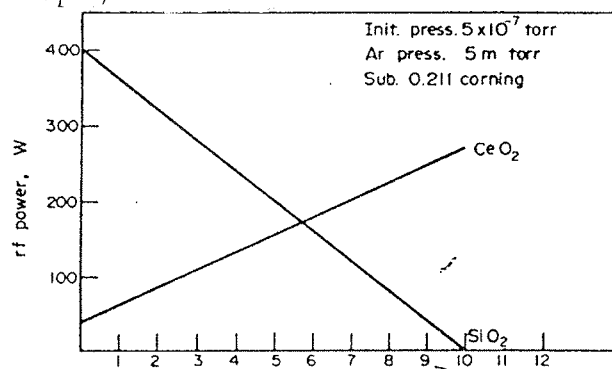


Figure 3: Time dependence of the power delivered to SiO₂ and CeO₂ cathodes during the deposition of an inhomogeneous film.

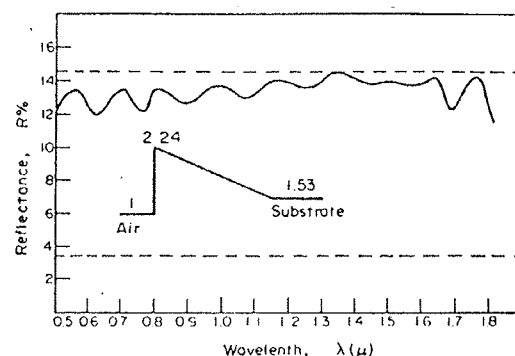


Figure 4: Reflectivity of an inhomogeneous film. The upper dotted line marks the reflectivity of a bulk material with refractive index equal to 2.24. The lower one the reflectivity of the uncoated substrate.

4. SPUTTERED OXIDES FOR THE MID I.R. (5-12 μ m)

The use of oxides for the realization of optical films in the visible or near infrared deposited by means of thermal sources, generally electron-gun, has produced several years ago a net improvement in mechanical characteristics and environmental resistance of the film. The difficulty in obtaining completely oxidised films, even with reactive depositions, gives rise to absorbing layers with low laser damage threshold. The use of sputtering

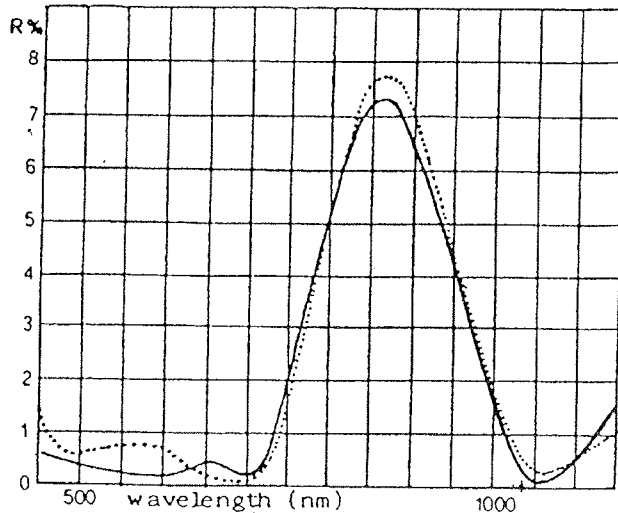


Figure 5: Optical filter (AR 500-700 nm + AR 1.06 μ m) with cosputtered films.
DESIGN INDEX (1060 nm)
Substrate 1.6
1° film 1.71 cosputtered
2° film 1.45
3° film 1.751 cosputtered
4° film 1.954 cosputtered
5° film 1.45
AIR

and the refining of thermal deposition techniques, in the last few years have clearly improved the optical characteristics of the oxide films. Our aims has therefore been that of optimizing and characterizing the films of sputtered oxides for uncommon application in the mid-I.R., aiming above all for the application at 10.6 μ m (wavelength of CO₂ lasers). The materials taken into consideration are CeO₂, TiO₂ and Y₂O₃. In the table 2 all the optimal deposition parameters for the films, which have been deposited on Germanium substrates with an optical thickness $\lambda/4$ of 10.6 μ m are reported.

FILM DEPOSITION PARAMETERS				
Power density	6.7	3.2	3.9	W/CM2
Polarization voltage	1100	700	850	V
Residual pressure	1	1	1	10 ⁻⁵ torr
Ar partial pressure	7	7	7	10 ⁻³ torr
O2 partial pressure	0	5	20	10 ⁻⁴ torr
	Y2O3	CeO2	TiO2	

The films realized have been tested for the laser damage threshold at 10.6 μ m (pulsed and cw) and at 1.06 μ m (pulsed). In figures 6, 7 and 8 the values obtained are reported. From an observation of the absorption coefficient and damage threshold values, it is possible to

obtain the usefulness of these oxides up to 10.6 μ m. In fact while the damage thresholds are comparable with the materials which are traditionally used at 10 μ m these latter are decisively more unstable, softer and less adherent than the oxides deposited by us.

For the co-sputtered films SiO₂+CeO₂ it has been valued, on a structure of thickness $\lambda/4$ on a BK7 glass substrate, the laser damage threshold for 1.06 μ m laser impulses of 30 nsec duration. In figure 9 this behaviour is reported as a function of the refractive index of the film (SiO₂ damage threshold is up to 3 GW/cm²)

5. TRIMMING THE THICKNESS OF THE OPTICAL FILMS

Since the dynamic control of the thickness of optical films often proves to be a problem, especially in those cases in which a high degree of accuracy is required, according to the present most advanced techniques one makes use of, after a precise measurement, a reoptimization of the realization design on the basis of the characteristics of the films already deposited. The method proposed by us enable us to overcome this difficulty by carrying out adjustments either by addition (sputter-deposition) of the thickness of the deposited film even after it has been exposed to the atmosphere, or by subtraction (etch-sputtering). While the eventual addition of material is also possible by the thermal evaporation techniques, trimming by thinning is carried out only by means of sputtering. This thinning is carried out by inverting the polarity in the system in such a way that the substrate holder becomes the cathode of the structure. This procedure is carried out with a very low power density and in this way the thinning is found to be extremely controllable. In this stage much care is needed to ensure that foreign sputtered material does not deposit itself by direct redeposition or back-scattering in to the surface of the substrate causing contamination which is capable of drastically reducing the damage threshold of the treatment. The uniformity in thinning is generally more than necessary since in the worst we are dealing with reduction of the order of 10% of the total film thickness, for which a 10% disuniformity would result in a maximum of 1% deviation from the projected value. However in the case of a total removal of a very thick or multi-layered film, in order not to change the planarity of the substrate, a much more elevated erosion uniformity is necessary which is easily attainable on small surfaces but for large surfaces movement of the sample is required. Very interesting results in this field have been obtained in a study stage with Ion-Beam etching.

The damage threshold by laser irradiation of structures adjusted by ion beam etching proves to be the same as that of un-trimmed films. This technique applied to production cycles of optical components for laser application has enabled us to rise the yield, as far as optical specifications are concerned, from 70% to values better than 95%.

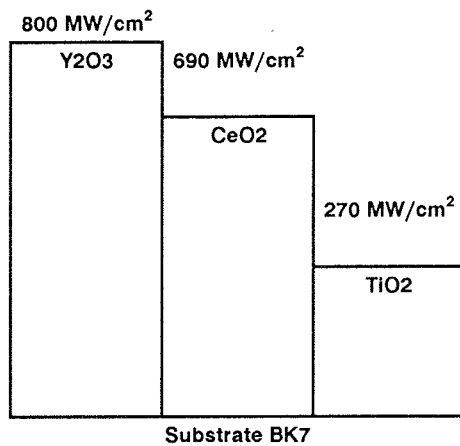


Figure 6: Laser damage threshold ($1.06 \mu\text{m}$), pulse length 30 nsec

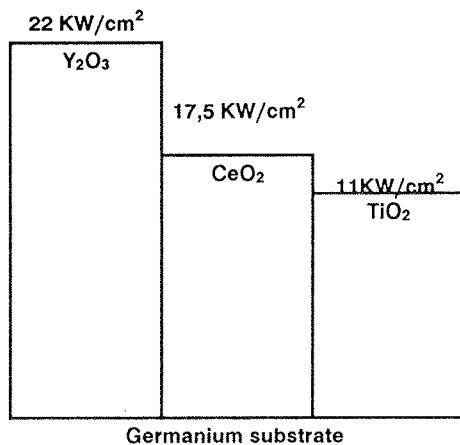


Figure 7: Laser damage threshold (CO₂ cw)

6. CONCLUSION

The co-sputtering system for optical films proposed by us enables the realization of homogeneous films with predetermined refractive index between the two starting materials, with a reproducibility of ± 0.01 with ideal mechanical characteristics and high laser damage threshold. This enables us to greatly simplify the design stage and to obtain better optical response with smaller number of films. Furthermore we have demonstrated the usefulness of hard oxides (CeO₂, TiO₂, Y₂O₃) in the mid I.R. with good laser damage threshold at $10.6 \mu\text{m}$ and very good at $1.06 \mu\text{m}$ and excellent mechanical characteristics. The trimming of the film thickness by means of sputtering also allows an easy realization of very critical components and a net increase of the production yields.

In conclusion the results achieved confirm sputtering as an extremely ductile and reliable technique for the realization of optical films for laser and sophisticated optics.

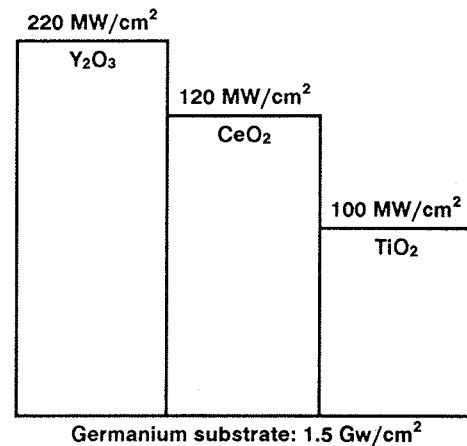


Figure 8: Laser damage threshold (TEA)
LASER PARAMETER
Wavelength $10.6 \mu\text{m}$
Peak power 2 MW
Pulse length 75 nsec
Frequency 50 pps
Exposition time 5 sec

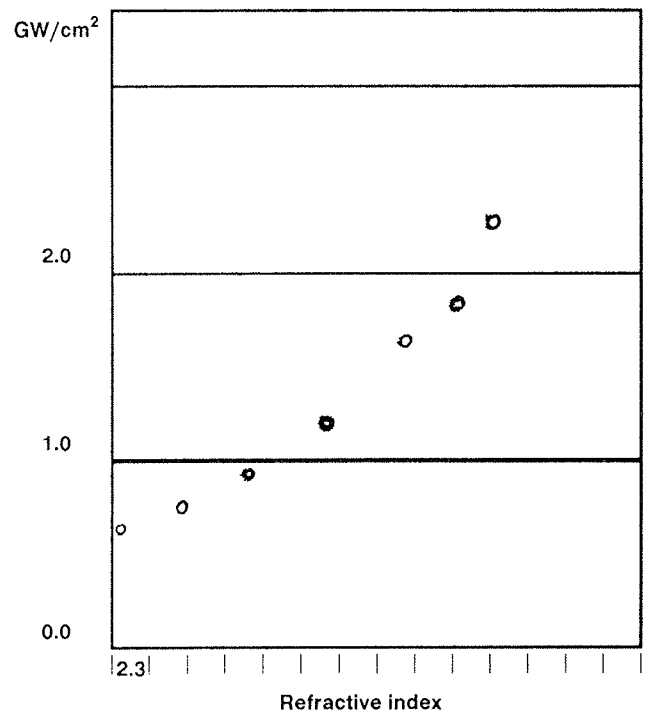


Figure 9: Laser damage threshold of cosputtered film

C. Misiano
E. Simonetti
CE.TE.V. Centro Technologie del Vuoto
Via Turanese Km 44.452
Carsoli (L'Aquila), Italia
Prispelo: 28.03.1989 Sprejeto: 18.04.1989

RAZVOJ KRISTALNIH FAZA I NELINEARNIH OSOBINA U VARISTORSKOJ KERAMICI DOBIJENOJ METODAMA KOPRECIPITACIJE I UPARAVANJA RASTVORA I SUSPENZIJE

Rad je delimično saopšten na Drugoj međunarodnoj konferenciji o varistorima, Skenektadi (Schenectady), SAD, decembra 1988. i biće štampan u knjizi „Zinc Oxide Varistors - Science and Technology“, Publ. American Ceramic Society, Ohio, USA, 1989

O. Milošević, D. Vasović, D. Poleti, Lj. Karanović, V. Petrović i D. Uskoković

Ključne reči: varistorska keramika, ZnO varistori, tehnologija, sintranje, eksperimenti, kristalne faze, koprecipitacija, mikrostruktura, električne osobine, nelinearnost

SADRŽAJ: Savremene metode dobijanja praha korišćene su za dobijanje ZnO varistorske keramike sa koeficijentom nelinearnosti od 35 do 45, poljem proboja u intervalu od 400 do 1000 V/mm i strujom curenja ispod $1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Postupak dobijanja obuhvatio je hemijsku sintezu praha kompleksnog polaznog sastava koji sadrži 92,7 mol% komponente cinka i 7,3 mol% aditiva iz grupe lako rastvornih soli Bi, Sb, Co, Mn, Ni i Cr, i sinterovanje u opsegu temperatura od 1000-1300°C. Korišćene su dve metode sinteze praha: 1) koprecipitacija i 2) uparavanje suspenzije ZnO u rastvoru aditiva. Metodama svetlosne i elektronske mikroskopije, DTA, TGA, EDAX, EPR i difrakcije X-zraka, ispitivane su karakteristike praha i rezultujuće varistorske keramike. Analiziran je proces formiranja osnovnih faza: ZnO, spinela i intergranularnog sloja kao i njihov uticaj na nelinearne osobine.

DEVELOPMENT OF CRYSTAL PHASES AND NONLINEAR PROPERTIES IN VARISTOR CERAMICS PREPARED BY METHODS OF COPRECIPITATION AND EVAPORATION OF SUSPENSIONS AND SOLUTIONS

Key Words: varistor ceramics, ZnO varistors, technology, sintering, experiments, crystal phases, coprecipitation, microstructure, electrical properties, nonlinearity

ABSTRACT: Advanced ceramic processing techniques were used to fabricate ZnO based varistor ceramics having the nonlinearity coefficient from 35 to 45, the breakdown field in the range from 400 to 1000 V/mm and the leakage current below $1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Processing steps included chemical synthesis of powders with complex initial composition and sintering in the temperature range from 1000-1300°C. Two methods for powder preparation were used: 1) coprecipitation and 2) evaporation of ZnO suspensions with additive solution. In both cases their composition corresponds to final seven component varistor system with 92,7 mol% ZnO and 7,3 mol% additives from the group of soluble salts of Bi, Sb, Co, Mn, Ni and Cr. Various analytical methods, such as are light and scanning microscopy, DTA, TGA, X-ray, EDAX and EPR were used for the characterisation of powders and resulting nonlinear ceramics. The process of the formation of the main phases: ZnO, spinel, and intergranular layer was investigated as well as their influence on the resulting nonohmic properties.

1. UVOD

Poznato je da se nelinearna varistorska keramika dobija u procesu reakcionog sinterovanja sa tečnom fazom, cink oksida i aditiva iz grupe oksida Bi, Sb, Co, Mn, Ni, Al⁽¹⁻⁴⁾ i dr. Utvrđeno je da osnovnu mikrostrukturu formiraju komponente ZnO, Bi₂O₃ i Sb₂O₃ obrazujući trokomponentnu strukturu sastavljenu od zrna ZnO, spinela i intergranularne faze^(2,3,5). Ostale komponente javljaju se kao substitucionni čvrsti rastvori⁽⁶⁾ ili jedinjenja sa osnovim fazama⁽³⁾ i time na odredjen način utiču na rezultujuće mikrostrukture i električne osobine.

Neravnomerna raspodela substituenata osnovnih faza i veličine zrna ZnO, spinela i intergranularne faze može dovesti do takve raspodele struja u uzorku, koja vodi ka različitoj lokalnoj degradaciji i termičkom proboju pod dejstvom naizmenične i impulsne struje⁽⁷⁾. Iz tih razloga homogenost mikrostrukture predstavlja jedan od osnovnih uslova koji obezbeđuje visoku stabilnost i zaštitnu moć varistorske keramike.

Evidentno je da se ovi uslovi veoma teško mogu zadovoljiti konvencionalnim tehnikama mehaničkog mešanja, pa je primena hemijskih metoda za sintezu prahova u očiglednoj ekspanziji. Dobijanje finih, reaktivnih prahova, visoke čistoće, kontrolisanog sastava, veličine i oblika čestice postaje ključni parametar u dobijanju keramike sa reproduktivnim osobinama i visokim stepenom homogenosti mikrostrukture. Za slučaj varistorske keramike primena hemijskih postupaka sinteze prahova prikazana je u radovima R. J. Lauf-a i dr.⁽⁸⁾, E. Sonder-a i dr.⁽⁹⁾, R. G. Dosch-a⁽¹⁰⁾ i E. Ivers-Tiffée i dr.^(11,12), ali sa veoma malo podataka o rezultujućim električnim osobinama. Pri tome su korišćene metode koprecipitacije⁽¹⁰⁾, solgel⁽⁸⁾, uparavanje rastvora i suspenzija⁽⁹⁾ i EDS postupak^(11,12).

Predmet ovog rada odnosi se na dobijanje varistorskog praha kompleksnog polaznog sastava koji sadrži 92,7 mol% komponente cinka i 7,3 mol% aditiva iz grupe lako

rastvornih soli Bi, Sb, Co, Mn, Ni i Cr metodama koprecipitacije aditiva i uparavanja rastvora i suspenzija; ispitivanje uslova konverzije ovih prahova do oksida, kao i uslova njihove konsolidacije za dobijanje nelinearne keramike sa visokim koeficijentom nelinearnosti i malom strujom curenja.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1 Priprema praha

U sintezi su korišćeni sledeći aditivi: $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, SbCl_3 . Sve sinteze su izvođene sa takvim polaznim sastavom reaktanata da se posle kalcinacije dobije smeša sastava: 92,7 mol% ZnO + 7,3 mol% aditiva. Komponenta cinka unošena je u obliku ZnO ili $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Redosled dodavanja reaktanata pri pripremi smeša bio je uvek isti: Co-, Ni-, Cr-, Bi-, Mn-, Sb-, Zn-. Na bazi ovih komponenti napravljeno je pet polaznih smeša (sl. 1). Sve komponente osim SbCl_3 rastvorene su pomoću azotne kiseline. Antimon hlorid je prvo suspendovan u CH_3COOH , a zatim preveden u rastvor dodatkom desetak kapi 1:1 HCl. Kod

smeša a, b i c u ovako dobijen rastvor aditiva unošena je komponenta Zn-, i to kao ZnO (smeša a), $\text{ZnO} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (smeša b), odnosno $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (smeša c). Suspenzija je uparavana, a zatim kalcinisana na 700-900°C. Obzirom da skoro sve korišćene soli kristalohidrata lako otpuštaju vodu pri zagrevanju, u smeši e svi aditivi su pomešani u čvrstom stanju, zagrevani do prelaska u homogen sivi rastvor, a potom uparavani i kalcinisani. Smeša d je dobijena koprecipitacijom rastvora aditiva. Rastvor aditiva pravljen je na analogan način kao u smešama a - c. Nastala smeša je potom titrisana rastvorom NaOH uz stalnu kontrolu pH. Ta loženje je završeno pri pH = 10 i izvršeno je kvantitativno. Smeša hidroksida ispirana je centrifugiranjem do negativne reakcije na Cl - jone, suspendovana u vodi, i dodata odgovarajuća količina ZnO .

2.2. Priprema uzoraka

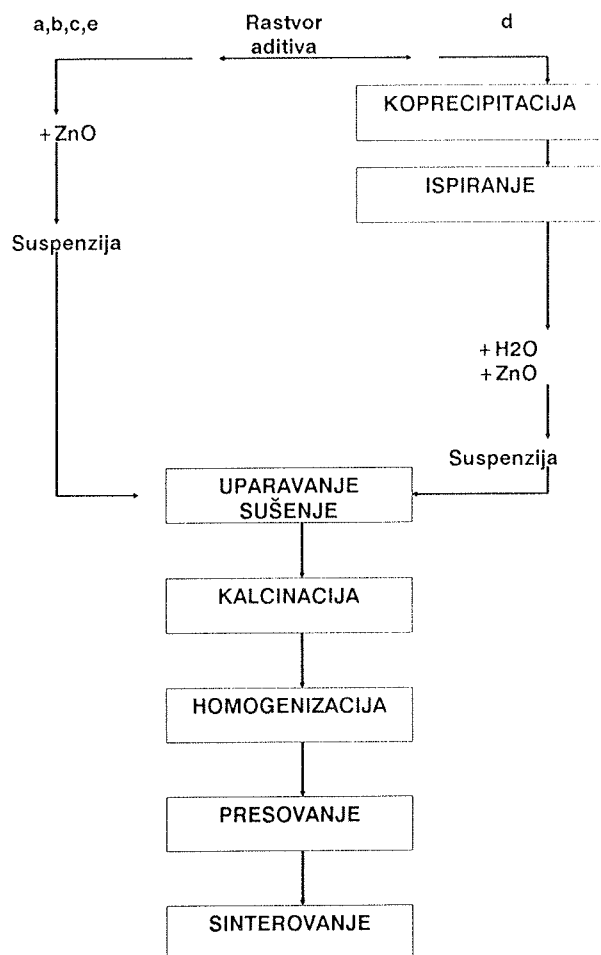
Prah nakon kalcinacije je mleven u ahatnom planetarnom mlinu u toku 4 h, presovan u uzorke prečnika 8 mm i visine 1 - 5 mm. Sinterovanje je izvođeno u vazduhu u intervalu temperatura od 800 - 1300 +/ - 2°C, 0 - 4 h, sa kontrolisanim režimom grejanja i hlađenja.

2.3. Karakterizacija

DT i TG analize prahova radjene su u atmosferi vazduha sa brzinom zagrevanja od 10 o/min na aparaturi marke „Linseis“. Snimanje je vršeno termoparom Pt-Pt+Rh. Osetljivost efekata je 0.1 mV. Analize su radjene sa 200 mg mase uzorka. Razvoj kristalnih faza u prahovima radjen je na difraktometru za prah, Phillips 1051, pod standardnim eksperimentalnim uslovima. Analize su radjene na uzorcima smeša a i d, kalcinisanim u intervalu temperatura od 100 - 1200°C.

Analiza kristalnih faza u rezultujućoj keramici radjena je metodom difrakcije X-zraka na kompaktnim uzorcima prečnika 6 mm i visine 4 mm (aparatura Phillips PW 1051). Mikrostrukturalna analiza radjena je svetlosnom mikroskopijom na slobodnim, poliranim i hemijski nagrizanim površinama uzorka. Hemijsko nagrizanje izvođeno je rastvorom azotne kiseline u toku 7 s. Posmatranje i snimanje prelomnih površina izvođeno je i skening elektronskim mikroskopom. Analize su radjene na svežim prelomima bez prethodnog naparavanja uzoraka.

Merenje EPR spektara izvođeno je na 3 cm EPR radio-spektrometru PE 13-06 na sobnoj i temperaturi od - 196°C. Koncentracija paramagnetnih centara određivana je na osnovu amplitude odgovarajućih EPR spektara koji nastaju od prisustva jona Mn^{2+} . Električne osobine određivane su u intervalu 0,1 - 10 mA/cm² metodom jednosmerne struje i to: koeficijent nelinearnosti u intervalu od 0,1 - 1 mA/cm² (α_1) i 1 - 10 mA/cm² (α_2), probojno polje (K_c) pri struji od 1 mA/cm² i struja curenja (J_L) za vrednost napona od 0,8 K_c .



Slika 1: Postupak dobijanja varistorske keramike

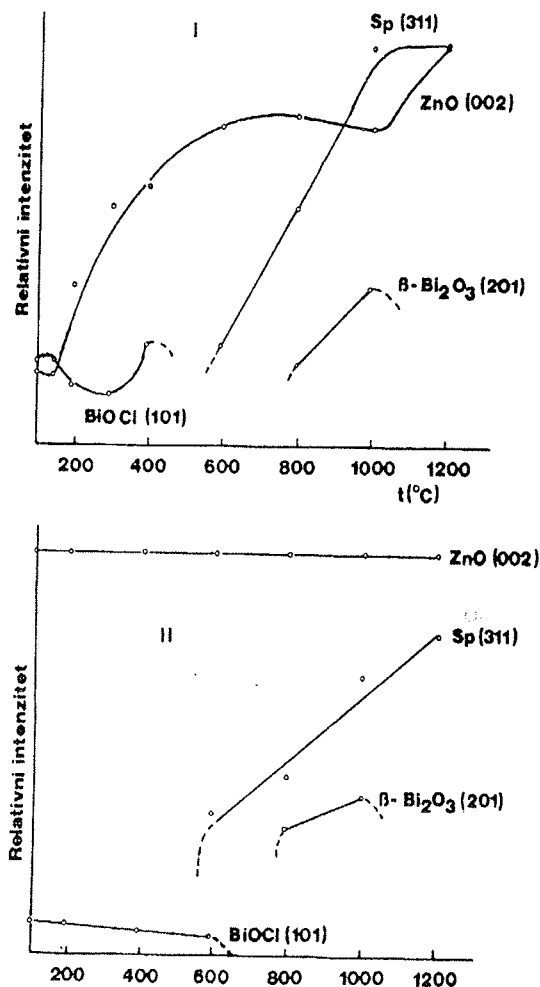
3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 Razvoj faza u prahovima

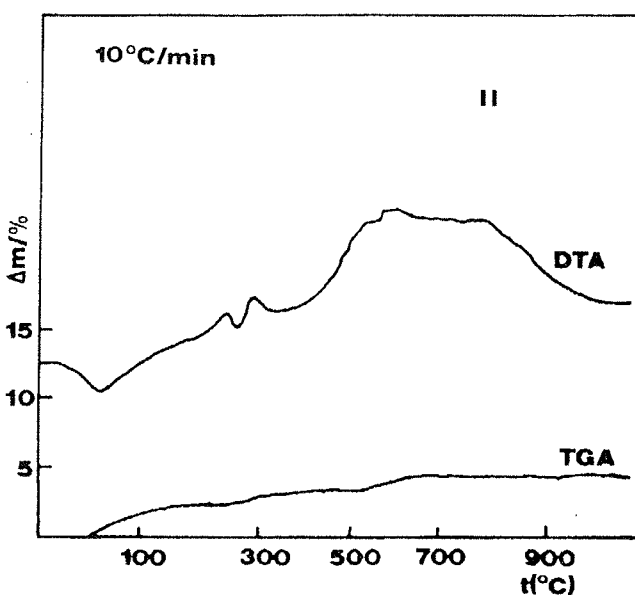
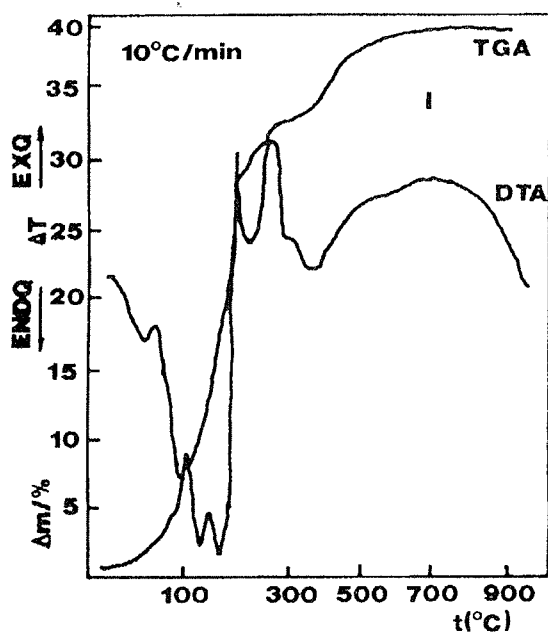
Prah a se razlaže u intervalu temperatura od 50 - 770°C sa maksimalnim gubitkom mase od 39%, sa time što je oko 28% masenih gubitaka evidentno već do temperature od 200°C (sl. 2). DTA analiza je pokazala da je ovo razlaganje do 200°C endotermno sa karakterističnim pikovima na 60, 100, 130 i 160°C i može se povezati sa reakcijama dehidracije i razlaganja nitrata ⁽¹³⁾. Egzotermni pikovi iznad 200°C označavaju početak formiranja kristalnih faza tipičnih za varistorsku keramiku, obzirom da su u ostatku posle TG analize identifikovane faze ZnO, spinel i β -Bi₂O₃.

Sa dijagrama zavisnosti promene intenziteta karakterističnih difrakcionih maksimuma od temperature termičkog tretmana praha (sl. 3) očigledno je da sadržaj faze ZnO u sistemima dobijenim uparavanjem rastvora i suspenzije raste sa porastom temperature do 1200°C. Na temperaturama do 400°C u uzorku je prisutna faza Bi₂₄O₃₁Cl₁₀. Na 600°C počinje formiranje spinelne faze, čiji udeo i stepen kristaliniteta raste sa daljnim porastom temperature. Na 800°C u uzorku se pojavljuje tetragonalna β -Bi₂O₃ faza, sa parametrima ćelije $a = 7,7425$ i $c = 5,6313$ Å (JCPDS 22-515), čija se struktura sređuje sa porastom temperature do 1000 °C, posle koje ova faza više nije identifikovana.

Kriva promene masenih gubitaka praha dobijenog koprecipitacijom aditiva (d) dostiže maksimalno 5% na 900°C. Diferencijalno termijska analiza je pokazala slabo izražene endotermne pikove do 300 °C. Iznad ove temperature oblik krive razlaganja identičan je sa tim delom krive praha dobijenog uparavanjem rastvora (a) i odgovara početku formiranja konstituisućih faza.



Slika 3: Promena intenziteta odabranih difrakcionih maksimuma pojedinih faza u termički tretiranim uzorcima praha a (I) i d (II)



Slika 2: Rezultati termogravimetrijske i diferencijalno termijske analize uzoraka praha a (I) i d (II)

Analiza razvoja faza praha d⁽¹⁴⁾, pokazala je, da je dobro iskristalisala ZnO faza prisutna na svim temperaturama tretmana. Do 600 °C u uzorku se javlja Bi₂₄O₃₁Cl₁₀ faza čiji sadržaj do ove temperature postepeno opada. Kao i kod praha a, na 600 °C je evidentna pojava slabo iskristalisale faze spinela čiji udeo i stepen kristaliniteta raste sa daljim porastom temperature. U intervalu temperatura od 800 - 1000 °C i ovde je utvrđena β-Bi₂O₃ faza.

Razlike koje se javljaju na dijagramima razlaganja prahova dobijenih uparavanjem rastvora i suspenzija (prah a), odnosno, koprecipitacijom rastvora aditiva (prah d) (sl. 2 i 3) potiču od prirode komponente Zn-, koja ima dominantan efekat na krive razlaganja, obzirom da se

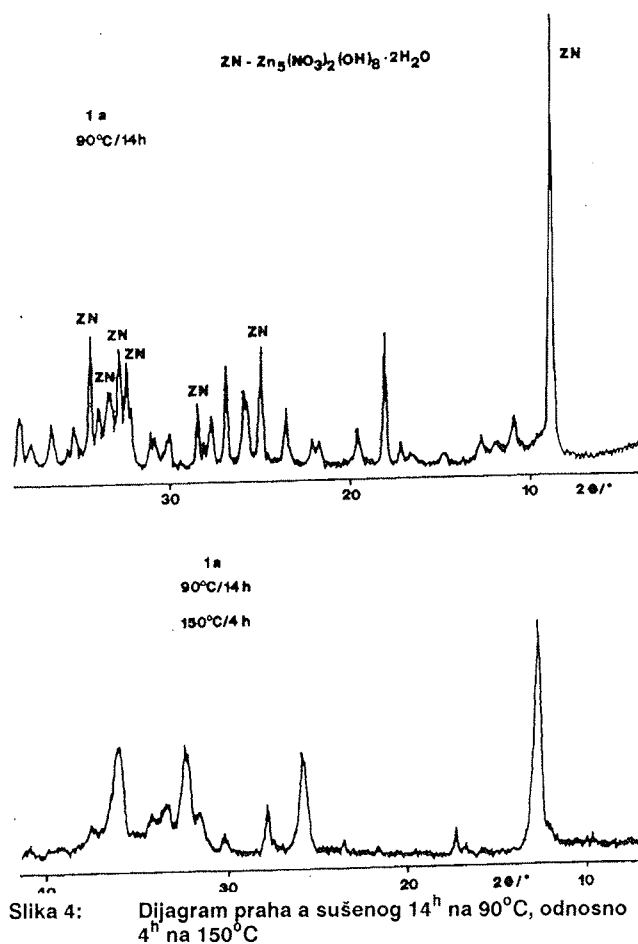
nalazi u koncentraciji >90%. U sistemima dobijenim uparavanjem rastvora i suspenzija, na primeru praha a je pokazano da dolazi do transformacije komponente Zn- u bazne soli, i kada se ona unosi u obliku svog oksida. Na sl. 4 evidentni su difrakcioni maksimumi cink-hidroksidnitratne faze, koja se javlja u prahu a. Sa produženim sušenjem dolazi do razlaganja ove faze i postepene amorfizacije uzorka praha. U sistemu dobijenom koprecipitacijom rastvora aditiva (prah d), komponenta Zn-, uneta u obliku ZnO, ne trpi nikakve promene. Metodom rentgenske difrakcije praha ispitane su smeše kalciniranih prahova a - e. U svim smešama su pored faza ZnO i spinela, prisutne još dve neidentifikovane faze. Njihovo prisustvo je najverovatnije posledica nepotpunog razlaganja intermedijarnih jedinjenja nastalih tokom pripreme i termičkog tretmana prahova. Uzorci praha a, b, c i d u pogledu zastupljenosti ZnO i spinela daju veoma sličnu difrakcionu sliku. U uzorku praha e ove faze su slabije zastupljene i nižeg su stepena kristaliniteta.

3.2 Razvoj faza i mikrostrukture tokom sinterovanja

Rentgenska analiza sinterovanih uzorka pokazala je sastav faza tipičan za varistorsku keramiku: ZnO, spinel i β-Bi₂O₃. Najveći stepen kristaliniteta evidentan je u smeši d i on opada sledećim redosledom: d > a > b > e > c.

Analiza razvoja mikrostrukture u funkciji temperature sinterovanja pokazala je veću reaktivnost sistema d dobijenog koprecipitacijom rastvora aditiva. U smeši d je već na 900 °C evidentirana tečna faza i 10-15% zatvorene poroznosti u obliku nepravilnih, slabo izduženih pora. U uzorcima smeša a, b, c i e na ovoj temperaturi uočavaju se duge, kanalaste pore kojih ima od 45-50%. Sa povećanjem temperature sadržaj pora opada, pa na 1000 °C u smešama a, b, c i e iznosi oko 30%, odnosno 5% u smeši d, na 1000 °C iznosi oko 15% u smešama a, b, c i e, odnosno ispod 5% u smeši d.

Prisutne faze su: tamno siva faza zrna ZnO, na kojima su identifikovani poligonalni preseki i blizanci. Svetlo siva faza spinela smeštena je u oblasti granice zrna u vidu zona veličine ispod 5 μm. Na granicama zrna identifikovana je reaktivna tečna faza. Srednje veličine zrna određene su na hemijski nagrzanima površinama i one se kreću od 7-9 μm za smeše a, b, c i d sinterovane na 1200 °C/1 h, odnosno 12 μm, za smešu e, sinterovanu



Slika 4: Dijagram praha a sušenog 14^h na 90 °C, odnosno 4^h na 150 °C

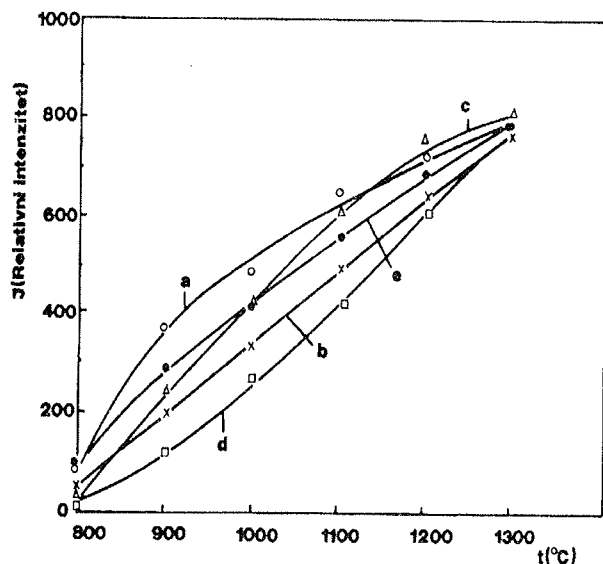
Tabela 1. Sastav kristalnih faza varistorske keramike sinterovane na 1300°C/1 h						
Kristalna faza		Smeša				
		a	b	c	d	e
ZnO zrno	osnovna komponenta	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn
	substituent	Mn Co Ni	-	-	-	-
spinel	osnovna komponenta	Zn Sb	Zn Sb	Zn Sb	Zn Sb	Zn Sb
	substituent	Cr,Mn,CoNi	Cr,Mn,Co,Ni	Cr,Mn,Co,Ni	Cr,Mn,Co,Ni	Cr,Mn,Co,Ni
tečna faza	osnovna komponenta	Bi	Bi	Bi	Bi	Bi
	substituent	Zn,Sb,Cr	Zn,Sb,Cr,Co,Ni	Zn,Sb,Cr	Sb,Cr,Zn	Zn,Sb,Cr

pod istim uslovima. Najveća uniformnost raspodele osnovnih faza utvrđjena je u smeši d.

U poredjenju sa sistemima dobijenim mehaničkim mešanjem oksida kao polaznih komponenti⁽⁵⁾, analiza mikrostrukture je pokazala daleko veću uniformnost raspodele osnovnih konstituenata mikrostrukture u sistemima dobijenim hemijskim metodama sinteze, ali istovremeno i veći sadržaj faze spinela.

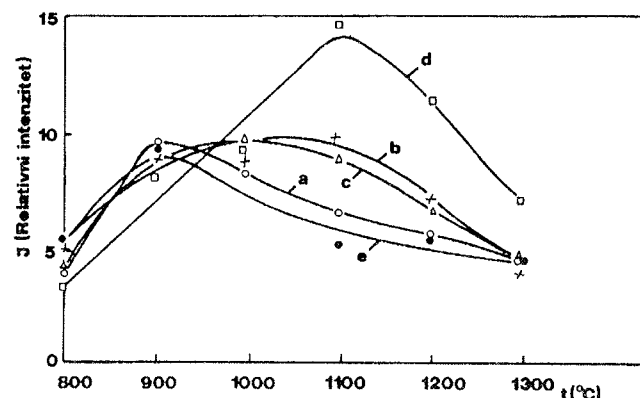
Semikvantitativna analiza zrna, spinela i tečne faze ispitivanih smeša prikazana je u tabeli 1. Evidentne su razlike u sastavu zrna ZnO. Najveća dopiranost ZnO faze evidentna je u smeši a, gde se kao dopanti javljaju komponente Mn, Co i Ni. Zrno smeše d dopirano je samo Co, dok su u smešama b, c i e utvrđeni samo pikovi Zn. Sastav spinelne faze u svim ispitivanim smešama je sličan i osnovnog je sastava Zn-Sb, sa substituentima Cr, Mn, Co i Ni. Tečna faza, pored bizmuta sadrži Sb, Zn i Cr, a u smeši b utvrđen je i mali sadržaj Co i Ni.

Kod svih ispitivanih uzorka na sobnoj temperaturi registrovan je EPR signal Mn^{2+} u fazi ZnO, koji je identifikovan i u ranijim istraživanjima sistema dobijenih mehaničkim mešanjem oksida⁽¹⁵⁾. Promena intenzivnosti signala Mn^{2+} u ZnO u zavisnosti od temperature dobijanja uzoraka prikazana je na sl. 5. Na temperaturi od $-196^{\circ}C$ utvrđen je signal sa faktorom spektroskopskog razlaganja $g = 4,27$. Ovaj signal se može pripisati jonima u paramagnetnom stanju (Mn^{2+} , Cr^{3+}) koji su prisutni u fazi sa malom električnom provodnošću na $-196^{\circ}C$, a velikom na sobnoj temperaturi⁽¹⁶⁾. Najniži intenziteti signala Mn^{2+} evidentni su u smeši d. Sa povećanjem temperature sinterovanja ove razlike nestaju. Ekstremni karakter izmene amplitude signala sa $g = 4,27$ od temperature sinterovanja (sl. 6) održava proces formiranja ove faze i može se povezati sa promenom sadržaja β - Bi_2O_3



Slika 5: Intenziteti EPR signala jona Mn^{2+} u rešetki ZnO faze u funkciji temperature sinterovanja prahova a - e

u varistorskoj keramici u funkciji temperature sinterovanja. Fazno pomenen maksimum na sl. 6 za smešu d ukazuje na kočeći efekat jona Na^{+} na kinetiku dopiranja ove faze jonima Mn^{2+} .

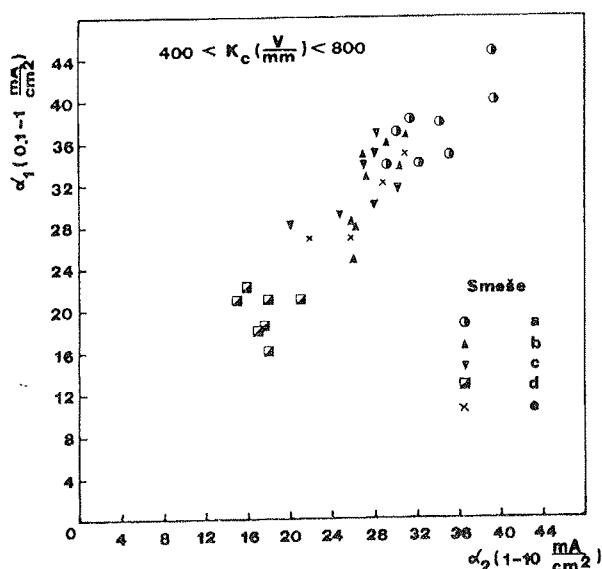


Slika 6: Amplituda EPR signala $g = 4,27$ u funkciji temperature sinterovanja prahova a - e. Merna temperatura $-196^{\circ}C$

3.3 Električne karakteristike sinterovanih uzoraka

Vrednosti koeficijenta nelinearnosti, α_1 i α_2 , uzorka smeše a, sinterovanih 1 h u intervalu temperatura od $1150-1300^{\circ}C$, odnosno, izotermiski na $1300^{\circ}C$ od 0 do 3 h, sa brzinama grejanja i hladenja od oko $5^{\circ}C/min$, kreću se od 32-46 (sl. 7), za polja proboja u intervalu od 400-800 V/mm. Za iste uslove dobijanja keramike, odgovarajuće vrednosti koeficijenta nelinearnosti smeša b i c se neznatno razlikuju i kreću se od 28-37, sa maksimumom vrednosti pri poljima proboja od 400 V/mm; od 16-22 u smeši d, odnosno, od 24-36 u smeši e. Električne karakteristike smeša b, c i e su veoma slične. Možemo reći da variranja u okviru metode uparavanja rastvora i suspenzija, kojom su napravljene ove smeše, nije dovela do značajnih razlika u osobinama. Uočava se superiornost osobina smeše a. U smeši a, kao što je pokazano, dolazi do transformacije unetog ZnO u postupku pripreme praha, što utiče na povećanje stepena reagovanja ove komponente sa aditivima i favorizuje reakcije formiranja spinela i supstitucije rešetke ZnO na temperaturama koje su ispod temperature pojave tečne faze. Na taj način se već u postupku pripreme praha smeše a uspostavljaju uslovi za intenzivnu difuziju jona Mn^{2+} , o čemu svedoče rezultati EDAX i EPR analize sinterovanih uzoraka. Poznato je da jon Mn^{2+} u interakciji sa unutrašnjim donorima ZnO utiče na formiranje i visinu potencijalne barijere na granici zrna⁽¹⁷⁾, pa su visoke vrednosti koeficijenta nelinearnosti i male struje curenja smeše a u oblasti predproboja determinisane sastavom osnovne faze - zrna ZnO i prisustvom jona mangana u njoj.

Metodom koprecipitacije rastvora aditiva (smeša d) dobijene su najniže vrednosti koeficijenata nelinearnosti u širokom opsegu polja proboja, uz istovremeno najviše vrednosti struja curenja (od 1-10 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$). Ovako velike vrednosti struja curenja smeše d i relativno niske vrednosti koeficijenata nelinearnosti u oblasti predproboja posledica su nedovoljne dopiranosti osnovne faze - zrna ZnO. Prema rezultatima EDAX analize, u zrnu smeše d identifikovani su samo joni kobalta, koji utiču na povećanje provodnosti faze ZnO⁽¹⁷⁾. Difuzija jona Mn^{2+} u rešetku ZnO je tekla usporeno, o čemu svedoče karakteristični dijagrami EPR spektra Mn^{2+} u rešetki ZnO, koji za ovu smešu imaju najniže vrednosti. Inhibirajuću ulogu u procesu supstitucije rešetke jonima Mn^{2+} mogu imati joni Na^{1+} koji formiraju površinske komplekse tipa $\text{Mn}^{3+}-\text{Na}^{1+}$ ⁽¹⁶⁾. To nameće potrebu za detaljnim istraživanjima u pravcu kontrolisane supstitucije faze ZnO.



Slika 7 Koeficijenti nelinearnosti α_1 i α_2 uzoraka varistora dobijenih od prahova a - e, sinterovanih 1150 - 1300 $\pm$ 2°C, 0 - 180 min.

4. ZAKLJUČAK

Analizirane su karakteristike praha i sinterovanih uzoraka dobijenih koprecipitacijom rastvora aditiva i uparavanjem suspenzije ZnO u rastvoru aditiva.

Pri tome je utvrđeno da razlike u električnim osobinama potiču od sastava osnovne faze - zrna ZnO. Uslovi koji omogućuju supstituciju ove faze stvaraju se u postupku hemijske sinteze praha. U smeši a, gde je kompletna količina Zn - komponente uneta u obliku ZnO, ona trpi promene i prelazi u bazne soli. Ovakav reakcioni mehanizam omogućava da komponenta cinka bude u aktivnijem obliku, što je potvrđeno većom dopiranošću ZnO faze u sinterovanim uzorcima. Prisustvo jona Mn^{2+} u zrnu ZnO ove smeše utiče na formiranje i visinu potencijalne barijere i uslovljava dobijanje koeficijenata ne-

linearnosti preko 40 i struja curenja ispod 1 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$. U sistemima b, c i e, supstitucija rešetke ZnO faze jonima Mn^{2+} je usporena, o čemu svedoče dijagrami EPR spektrara, a rezultat toga su dobijene niže vrednosti koeficijenata nelinearnosti.

U sistemu dobijenom koprecipitacijom rastvora aditiva proces dopiranja rešetke ZnO jonima Mn^{2+} takođe je tekao usporeno, ali je evidentna znatna koncentracija Co^{2+} jona koji povećava provodnost cink oksida. To utiče na dobijanje ekstremno malih vrednosti koeficijenata nelinearnosti sistema dobijenog koprecipitacijom, relativno velikih vrednosti struja curenja, i pored toga što je kod ovog sistema evidentna najveća uniformnost raspodele osnovnih konstituenata mikrostrukture, kao i najveća kristaliničnost prisutnih faza.

ZAHVALNOST

Istraživanja prikazana u ovom radu finansirana su od strane Republičke zajednice nauka Srbije kroz projekat „Fizička hemija kondenzovanih sistema“ i Osnovne zajednice nauke Beograda i MINEL-a kroz projekat „Istraživanje i razvoj nelinearnih otpornika na bazi cink oksida visokih nelinearnih karakteristika i stabilnosti“.

Avtori zahvaljuju prof. dr. Mariji Trontelj kao i drugim saradnicima Instituta „Jožef Stefan“, Ljubljana, koji su radili EDAX analizu.

LITERATURA

1. Matsuoka M., „Nonohmic properties of zinc oxide ceramics“, J. J. Appl. Phys., 10 (6), pp. 736, 1971
2. Wong, J., „Nature of intergranular phase in nonohmic ZnO ceramics“, J. Am. Ceram. Soc., 57 (8), pp. 357, 1974
3. Inada, M., „Crystal Phases of nonohmic zinc oxide ceramics“, J. J. Appl. Phys., 17 (1), pp. 1, 1978
4. Santhanam A. T., Gupta T. K., Carlson W. G., „ Microstructural evaluation of multicomponent ZnO ceramics“, J. Appl. Phys., 50 (2), pp. 852, 1979
5. Milošević O., Kostić P., Petrović V., Trontelj Lj., Uskoković D., „Crystal phases and electrical properties in non-ohmic ZnO ceramics“, Proceedings of the 14th Conference on Silicate Industry and Silicate Science, Budapest, 6 - 10 May, 1985
6. Graciet M., Salmon R., Le Flem G., Hagenmueller P., Hildebrandt M., Buchy F., „Evolution et role des constituants chimiques au cours du processus de fabrication des varistances a base d'oxyde de zinc“, Revue de Physique Applique, 13, pp. 67, 1978
7. Bruckner W., Bather K. H., Moldenhauer W., Wolf M., Lange F., „Inhomogeneities and single barriers in ZnO varistor ceramics“, Phys. stat. sol., (a) 59, pp. k 1, 1980
8. Lauf R. J., Bond W. D., „Fabrication of high field zinc oxide varistors by sol-gel processing“, Ceramic. Bull., 63 (2), pp. 278, 1984
9. Sonder E., Quinby T. C., Kinser D. L., „ZnO varistors made from powders produced using a urea process“, Ceram. Bull., 65 (4), pp. 665, 1986
10. Dosch R. G., „The effects of processing chemistry on electrical properties of high field ZnO varistors“, in „Science of Ceramic Chemi-

cal Procesing", Wiley & Sons, ed. Hench L. L. and Ulrich D. R., pp. 311, 1986

11. Seitz K., Ivers-Tiffée E., Thomann H., Weiss A., „Influence of zinc acetate and nitrate salts on the characteristics of undoped ZnO powders", Proceeding of the VI World Conf. High Techn. Ceram., Milano, Italy, June 1986, Elsevier, ed. Vincenzini P., 1987

12. Ivers-Tiffée E., Seitz K., „Characterization of varistor-type raw materials prepared by the evaporative decomposition of solutions technique", Am. Ceram. Soc. Bull., 66 (9), pp. 1384, 1987

13. Sproson D. W., Messing G. L., Gardner T. J., „Powder synthesis for electronic ceramics by evaporative decomposition of solutions", Ceram. Intern., 12, pp. 3, 1986

14. Karanović Lj. Poletić D., Milošević O., Uskoković D., „Development of crystal phases during preparation of varistor ceramics", XXIII Konferencija Jugoslovenskog centra za kristalografiju, Novi Sad, 1988

15. Vlasova M. V., Kakazey N. G., Kostić P., Milošević O., Uskoković D., „EPR study of the influence of defect structure on electrical properties on ZnO varistors", J. Mater. Sci., 20, pp. 1660, 1985

16. Vlasova M. V., Kakazey N. G., Milošević O., Poletić D., Vasović D., Uskoković D. P., „Electronic paramagnetic resonance (EPR) study of the structure of ZnO varistors prepared by various chemical methods", J. Mater. Sci., 1988 (Accepted for publication)

17. Eizinger R., „Grain boundary phenomena in ZnO varistors", in „Grain Boundaries in Semiconductors", North-Holland, Amsterdam, pp. 343, 1982

Mr. O. Milošević, dipl. ing.
Prof. Dr. V. Petrović, dipl. ing.
Prof. Dr. D. Uskoković, dipl. ing.

Institut tehničkih nauka
Srpske akademije nauka i umetnosti
Knez Mihailova 35,
11000 Beograd

Mr. D. Vasović, dipl. ing.
Dr. D. Poletić, dipl. ing.
Tehnološko - metalurški fakultet
Karnedžijeva 4,
11000 Beograd

Dr. Lj. Karanović, dipl. ing.
Rudarsko - geološki fakultet
Studentski trg 16,
11000 Beograd

Prispelo: 14.03.1989 Sprejeto: 21.05.1989

VISOKOREMANENTNI Sr-HEKSAFERITI ZA MOTORSKE APLIKACIJE

Andrej Žnidaršič, Andrej Železnikar, Marjeta Limpel

Ključne besede: sr-heksaferiti, trajni magneti, magnetne lastnosti, remanenca, koercitivnost, magnetne izgube, temperaturne izgube, elektro-motorji

POVZETEK: Prikazan je vpliv osnovnih magnetnih lastnosti na kvaliteto anizotropnih stroncijevih heksaferitov s poudarkom na razmagnetilnih učinkih pri uporabi magnetov v motorjih. V skladu z zahtevami tržišča je bila razvita in v redno proizvodnjo vpeljana višja kvaliteta. Z ustreznim reciklažnim postopkom pa smo rešili ekonomski in ekološki problem izmeta.

HIGHREMANENCE Sr-HEXAFERRITES FOR MOTOR APPLICATIONS

Key Words: Sr-hexaferrites, Permanent Magnets, Magnetic Properties, Remanence, Coercivity, Magnetic Losses, Temperature Dependence, Electric Motors

ABSTRACT: We are presenting the influence of basic magnet properties on quality of anisotropic Sr-hexaferrites, specially the influence of demagnetisation factor on magnets in motors. In accordance with demand of market we developed and put into the regular production higher quality of magnets. We also solved the economical and ecological problem of trash with suitable recycling process.

UVOD

Oksidni magnetni materiali, znani pod imenom trajni keramični magneti, so izdelani iz zmesi magnetnih oksidov. Njihova kristalna struktura je heksagonalna z osnovno kemično formulo $\text{MeFe}_{12}\text{O}_{19}$ ($\text{Me} = \text{Ba}, \text{Pb}, \text{Sr}$). Njihova značilnost je, da ne ustvarjajo energije, pač pa zaradi visoke remanence in dovolj visoke koercitivnosti ohranjajo induktivnost in funkcionirajo kot pretvorniki energije, brez izgube lastne energije ob pretvorbi.

Trajne keramične magnetne materiale (Ba in Sr heksaferiti) so pričeli množično uporabljati v enosmernih motorjih manjših moči pred približno tridesetimi leti. Sprva zelo previdno, pozneje pa so vse pogostejše v proizvodnji enosmernih električnih motorjev nadomestili elektromotorje s klasičnim navitjem. Prednost teh pred klasičnimi motorji je v linearni karakteristiki hitrost/moment, so lažji in manjši od klasičnega motorja, praktično neuničljivi (pri njih ni možna okvara motorja zaradi pregrevanja ali naravnega staranja, saj s časom ne izgubljajo magnetne energije) - razen v primeru, da dožive kakšne nenadne spremembe (npr.: zaradi temperaturnega šoka lahko počijo). So izredno varni, saj v primeru kakršnih koli napak ne more priti do prekoračitve hitrosti. Poleg tega pa so motorji s keramičnimi trajnimi magneti v primerjavi z ostalimi elektromotorji najcenejši, njihova montaža pa je najenostavnejša (lahko jih lepimo, ali pa jih pritrjujemo na okrove motorja s posebnimi sponkami). Zaradi vseh naštetih lastnosti so se motorji s trajnimi magneti izredno uveljavili na vseh tistih področjih, kjer je potrebna množična proizvodnja in potrošnja motorjev. To velja predvsem za avtomobilsko industrijo, kjer lahko vgradijo več kot 25 različnih motorjev s trajnimi magneti v en sam avtomobil (od brisalcev za stekla, do motorjev za dvigovanje stekel, starterjev, ipd.). Naslednji veliki potrošnik teh motorjev je industrija, ki potrebuje

motorje za nadzor določenih količin v aparaturah, ki jih izdeluje. In seveda industrija gospodinskih aparatov, kjer potrebujejo visoko zanesljive motorje, ki morajo biti tudi cenen zaradi cene končnega izdelka.

V zadnjem času so se na tržišču trajnih magnetov pojavili materiali (Nd-Fe-B), kjer obetajo občutno znižanje cene na enoto magnetne energije in bodo morda postali cenovno primerljivi s feritnimi materiali, vendar pa bo potrošnja motorjev s trajnimi keramičnimi magneti še nadalje narasčala, saj se odkrivajo novi načini za uporabo teh magnetov (brezkračni, elektronsko komutirani enosmerni motorji, razni magnetni filtri, uporaba v računalniški industriji - od zapisov do pogonov ipd).

SVETOVNI TRENDI

Vzporedno s širjenjem uporabe pa proizvajalci trajnih keramičnih magnetov izboljšujejo kvaliteto materialov tako, da imamo na tržišču dve prevladujoči kvaliteti:

- a) visokoremanentne materiale z $B_r > 420 \text{ mT}$
- b) visokokoercitivne materiale z $iH_c > 320 \text{ kA/m}$

Vidimo, da praktično vsi proizvajalci ponujajo tako visokokoercitivne materiale, kot tudi visokoremanentne materiale. Slednje danes uporabljajo pri visoko obremenjenih motorjih, kjer želimo iz motorjev iztisniti največjo moč, medtem ko visokokoercitivne materiale uporabljajo pri motorjih z visokimi zagonskimi tokovi. V ta trend svetovnega razvoja se vključuje tudi Iskra Feriti, s svojimi materiali Elveperm. Poleg intenzivnega razvoja v smeri visoke remanence in visoke koercitivnosti, že nudimo materiale Elveperm 40 kvalitete, ki so poleg izvoza na zahodno tržišče namenjeni tudi domačim kupcem.

Tabela 1: primerjava materialov nekaterih proizvajalcev v svetu - kataloške vrednosti			
Material	Br (mT)	iHc (kA/m)	(BH) _{max} (kJ/m ³)
FXD 520 Philips	> 420	> 250	> 33
FXD 500 Philips	> 400	> 310	> 30
FXD 580 Philips	> 375	> 325	> 26
FXD 380 Philips	> 380	> 260	> 27
OXIT 420 Thyssen	> 420	> 250	> 33
OXIT 400 HC Thyssen	> 390	> 360	> 28
RBX 420 Bosch	> 420	> 260	> 33
RBX 400 HC Bosch	> 375	> 370	> 28
Spinalor 8H Ugimag	> 385	> 350	> 28
Spinalor 8B Ugimag	> 420	> 250	> 34
Spinalor 6H Ugimag	> 380	> 280	> 27
Elveperm 40 Iskra	> 380	> 260	> 27
Elveperm 450 Iskra	> 380	> 330	> 27

OSNOVNE LASTNOSTI TRAJNIH KERAMIČNIH MAGNETNIH MATERIALOV

Kot vsi ostali trajni magnetni materiali, imajo tudi keramični trajni magnetni materiali histerezno krivuljo. Le-to predstavimo z dvema grafoma:

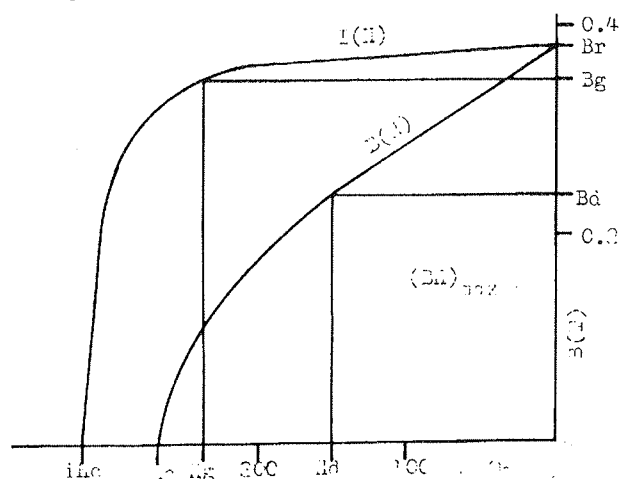
* grafom magnetizacije $I=f(H)$, ki nam dejansko predstavlja odziv materiala na spremembe zunanjega magnetnega polja

* in grafom magnetnega polja v materialu $B=f(H)$.

Zveza med njima je linearna in sicer:

$$B = I \cdot \mu_0 H \quad (1)$$

Na sliki 1 je predstavljena tipična histerezna krivulja in sicer samo drugi kvadrant te krivulje. Ko namreč magnetni material namagnetimo z neko nasičeno poljsko gostoto, ga z nasprotno usmerjenim poljem poskušamo razmagnetiti.



Slika 1: histerezna krivulja

Remanenca Br

Iz slike je jasno razvidno, da ima keramični magnetni material svojo spontano magnetizacijo, saj ob izključenem zunanjem magnetnem polju vsebuje določeno

magnetizacijo. Imenujemo jo remanenca (Br) in nam dejansko pove, kako uspešno smo usmerili osnovne gradnike magnetnega materiala v neko določeno smer. Material je namreč sestavljen iz drobnih gradnikov (Weisssove domene), ki imajo trajen magnetni moment in je njegova vrednost odvisna zgolj od fizikalno - kemijskih lastnosti materiala (s pomočjo spinskih enačb je mogoče natančno določiti trajni magnetni moment stronicijevega oksida). Splošno velja, da so domene povsem statistično porazdeljene po vsem prostorskem kotu v materialu in brez vpliva zunanjega magnetnega polja je material povsem nemagneten. Pod vplivom zunanjega magnetnega polja pa se določen del domen usmeri v smeri tega polja in posledica je magnetni material. Govorimo o izotropnih materialih, katerih tipične vrednosti remanence znašajo 220 mT. Če želimo te vrednosti izboljšati, moramo v procesu izdelave magnetnega materiala doseči, da se večina domen že usmeri v želeno smer. Postopek imenujemo mokro stiskanje v magnetnem polju, pri katerem oksidno = feritno goščo (predhodno pomleto na določeno velikost delcev) stiskamo ob prisotnosti močnega zunanjega magnetnega polja. Delci v gošči sicer niso enodomenski, vendar težimo k temu, da bi to dosegli. Ti delci se torej usmerijo v smeri zunanjega magnetnega polja, kako uspešno smo jih usmerjali pa nam pove relacija:

$$Br = p \cdot A \cdot Bs \quad (2)$$

kjer predstavlja p poroznost materiala, A anizotropijo materiala in Bs nasičeno poljsko gostoto, ki bi jo material imel, če bi imeli opravka z idealno kristalno strukturo. Ta se v primeru oksidnih keramičnih magnetov lahko teoretično določi in znaša za Sr heksaferit 470 mT. Ob predpostavki, da je poroznost materiala zelo majhna (in se torej p približuje vrednosti 1!), vidimo, da na remanenco materiala vpliva predvsem faktor A. Za določene enostavne kristalne rešetke (npr.: FCC ali BCC) se da izračunati, v splošnem pa se njegova vrednost giblje:

A = 0.5 za izotropne materiale

A = 0.8 za večino anizotropnih materialov

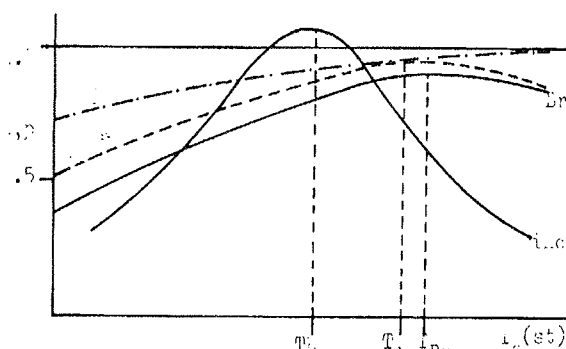
A = 0.9 za visokoremanentne anizotropne materiale

Tako odlično anizotropijo dosežemo ne samo s stiskanjem v močnem magnetnem polju, ampak je potrebno v osnovno sestavo dodati ustrezne kemične dodatke in sintrati material pri določeni temperaturi (slika 2).

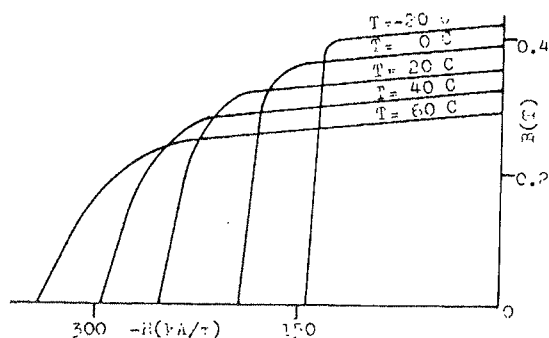
Najboljše vrednosti za Br dosežemo pri temperaturah, kjer faktor anizotropije že rahlo pada (največja vrednost produkta $p \cdot A$!).

Koercitivnost iHc

iHc je poleg remanence najpomembnejša količina pri trajnih magnetih, saj nam pove, kakšno zunanje polje potrebujemo, da magnet razmagnetimo. iHc je torej tista vrednost zunanjega polja, pri katerem je poljska gostota magneta enaka nič. Predstavlja energijo, ki je potrebna, da premaknemo prehodno območje (Blochova stena) med dvema Weisssovima domenama. V tem prehodnem območju se orientacija trajnega magnetnega momenta enakomerno spreminja od 0° do 180° (v oksidnih mag-



Slika 2: odvisnost remanence od temperature sintranja (Ref.1)



Slika 3: odvisnost iH_c od velikosti domen (Ref.1)

netnih materialih se sosednje domene orientirajo antiparalelno). Čim manjše so domene, tem več je prehodnih območij na enoto volumna, to pa pomeni, da moramo dovesti več energije, če želimo ta območja premikati. Iz slike 3 vidimo, da je za ustrezno visoke iH_c potrebno izdelati material z drobnozrnato strukturo, kar pa povzroča težave v proizvodnji, saj je izredno težko stiskati silno drobne delce v magnetnem polju, ker se pojavi težava izločevanja vode iz takšne gošče. Poleg tega pri tako majhnih delcih obstaja nevarnost aglomeracije, kar pa lahko močno zniža vrednost remanence. Zato v redni proizvodnji stiskamo delce s povprečno velikostjo okoli $0.8 \mu m$ in se torej odločamo za kompromisno rešitev. Še enkrat se povrnimo k sliki 2, kjer je vrisan tudi potek spreminjanja iH_c pri različnih temperaturah sintranja. Vidimo da vsako povečanje temperature nad T_h močno zniža iH_c iz preprostega razloga, ker začno domene rasti.

V praksi izberemo takšen temperaturni režim sintranja in količino dodatkov nemagnetnega materiala, da ohrani-

mo ustrezno remanenco ali koercitivnost (odvisno od namena uporabe magnetov) - osenčeno področje na sl.2.

Energijski produkt (BH) max

Keramični oksidni magneti imajo shranjeno magnetno energijo, ki je tem večja, čim višja sta remanenca in koercitivnost. Določimo jo tako, da poiščemo maksimalno površino pod krivuljo $B(H)$ na sliki 1 (odvod funkcije enak nič). Teoretično bi bilo možno v oksidne magnetne shraniti energijsko gostoto $55 kJ/m^3$, vendar pa je ta v praksi dosti nižja in dosega vrednost $25 kJ/m^3$ v redni proizvodnji, oz. $35 kJ/m^3$ pri visokoremanentnih materialih. Energijski produkt nam definira delovno točko magnetov (H_d, B_d), ki je pomembna za razvijalce motorjev pri njihovem načrtovanju motorjev. Skupaj s točko (H_g, B_g) na sliki 1 nam energijski produkt poda informacijo o razmagnetilni krivulji, ki je zelo važen faktor pri delovanju motorjev s trajnimi magneti.

Izgube v oksidnih magnetih pri obratovanju motorja

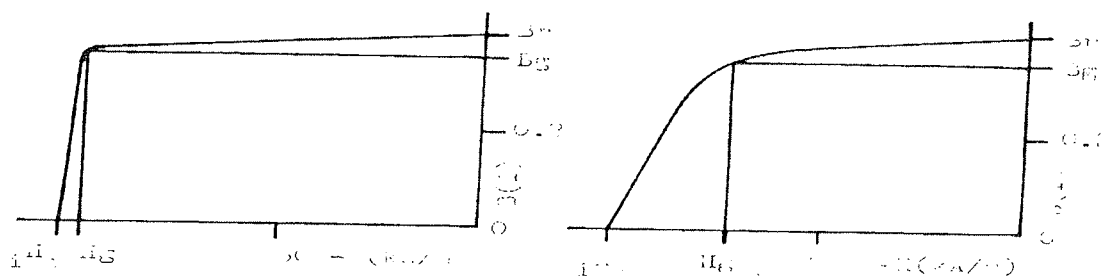
Pri obratovanju motorjev prihaja do razmagnetilnih učinkov na magnetih, ki so nameščeni kot statorji v motorju. To lahko statično predstavimo, kot da bi magnet poskušali razmagnetiti z nekim nasprotnim poljem. Na sliki 1 vidimo, da razmagnetilni tokovi do H_g praktično nič ne vplivajo na magnetno polje magnetov (ali le zelo neznatno). Pri tokovih, večjih od H_g pa nastopi razmagnetjenje materiala, česar v motorjih seveda ne smemo dopustiti. Problem je sedaj, kako določiti H_g , da do izgub v magnetih ne bi prihajalo. V literaturi se podaja faktor:

$$b = H_g / iH_c \quad (3)$$

ki predstavlja nekakšen indikator za pravokotnost histereznih krivulj. Če je namreč b blizu 1, to pomeni, da se H_g malo razlikuje od iH_c , to pa zopet pomeni, da do iH_c praktično nimamo razmagnetjenja (slika 4).

V primeru slike 4b vidimo, da je do delnega razmagnetjenja prišlo že pri nižjih vrednostih H , to pa pomeni, da takega magnetov ne smemo vzbujati s tako visokimi tokovi, saj bo prišlo do razmagnetjenja.

Potrebno je poudariti, da z večjo debelino magnetov delno nevtraliziramo učinke razmagnetjenja in je sprememba magnetnega pretoka zaradi razmagnetjenja manjša (glej sliko 5), tako da praktično ni razmagnetjenja, četudi je b samo 0.8.

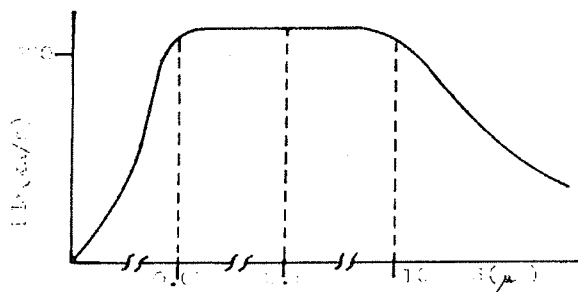


Slika 4: primerjava histereznih krivulj z a) $b = 0.99$ in b) $b = 0.7$

Vendar debeline magnetov ne moremo poljubno povečevati, saj smo omejeni z dimenzijami motorja. Praktično izdelujejo statorske segmente debelin (5 mm - 8 mm), ker so to dimenzije, ki so ekonomsko najbolj upravičene.

Temperaturna odvisnost oksidnih magnetov

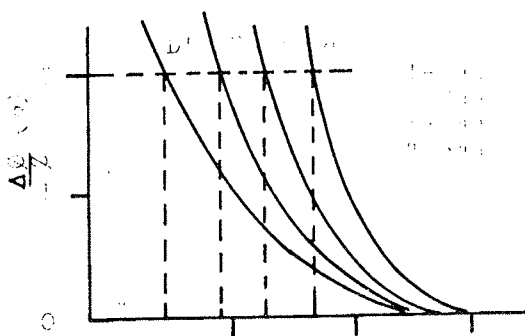
Magnetne lastnosti trajnih keramičnih magnetov so močno odvisne od temperature, pri kateri uporabljamo te magnetne. Na sliki 6 vidimo tipične demagnetizacijske krivulje za nekaj temperatur. Opazimo, da koercitivnost



Slika 5: odvisnost magnetnega pretoka od debeline magnetov (Ref.2)

s temperaturo narašča, remanenca pa pada. To pomeni, da je magnet pri višjih temperaturah bolj odporen na demagnetizacijske učinke (seveda mora imeti ustrezen magnetni pretok!), kot pri nizkih temperaturah. Odvisnost lahko ponazorimo z relacijo:

$$H_m(T) < (b \cdot iH_c(T) - (d \cdot Br(T)) / (\mu_0 \cdot D)) \quad (4)$$



Slika 6: odvisnost razmagnetilnih krivulj od delovnih temperatur

H_m s temperaturo hitreje narašča kot iH_c , kako hitro pa je odvisno od razmerja d/D

ki predstavlja razmerje med rezo v motorju in debelino segmenta. Ker je slednja omejena, moramo torej imeti čim manjšo rezo med statorskim in rotorskim delom motorja, sicer se nam lahko zgodi, da bo pri nizkih temperaturah prišlo do premočnega razmagnetjenja magnetov v statorju, saj bo H_m s temperaturo premočno padala. To je še posebno pomembno pri motorjih z visokimi zagonskimi tokovi (avtomobilski starterji), saj pri njih lahko pride do močnih razmagnetenj pri nizkih temperaturah. V primeru statorskih magnetnih segmen-

tov moramo torej imeti zelo pravokotno razmagnetilno krivuljo in seveda ustrezno visok iH_c , kar pa je izredno težko doseči, saj imajo visokokoercitivni materiali nižje vrednosti b . Rešitev v tem primeru iščemo v dvokomponentnih motorskih segmentih ali v povsem novih oblikah segmentov, vse z namenom, da se izognemo razmagnetjenju.

EKSPERIMENTALNI DEL IN REZULTATI

Na podlagi rezultatov, dobljenih na ravni razvoja, oz. pilotske proizvodnje, smo brez investicijskega vlaganja v obstoječo proizvodno linijo začeli s prenosom 40 kvalitete v redno proizvodnjo. S spremenjeno recepturo pogoji mešanja, kalciniranja in sintranja, smo pripravili več proizvodnih sarž, z uporabo domačih in uvoženih reciklažnih Fe_2O_3 , uvoženega kalcinata in dodatkov CaO , SiO_2 , $SrCO_3$ in B_2O_3 . Pripravljeni kalcinati so bili pomleti v kombinaciji predmetlja v periodičnih artritirjih ter končnega mletja v kontiatritirju. Pred stiskanjem v magnetnem polju je bila gošča starana, shomogenizirana in dekantirana na vsebnost vode 38-39%. Sintranje je potekalo vzporedno v proizvodnih pečeh, komorni in laboratorijski peči, sledilo je planparalelno brušenje vzorcev in merjenje magnetnih lastnosti na histerezo grafu Walker Scientific. Rezultati, dobljeni na pilotskih in proizvodnih saržah, kažejo, da je poleg optimalne sestave, mešanja, kalciniranja in mletja, sintranje odločilno pri doseganju stabilne 40 kvalitete. Pri sintranju se delci, ki so anizotropni že po svoji naravi, med preurejanjem uredijo tako, da se usmerjenost delno že usmerjene matrice še poveča. Pri kratkih časih sintranja dobimo dokaj enakomerno zrnato strukturo. V primerih daljšega časa sintranja pa prično zrna neenakomerno rasti, kar povzroči zmanjšanje koercitivne sile, ki je tesno povezana z velikostjo magnetnih zrn danega materiala.

Pri pravilnem sintranju, kjer je zelo pomembna enakomerna polnitev in obremenitev peči, lahko pri določenem atmosferskem in temperaturnem profilu izkoristimo vse možnosti, ki jih omogoča sestava in mikrostruktura danega materiala.

Dosežene elektromagnetne lastnosti pilotskih in proizvodnih sarž v odvisnosti od pogojev sintranja so prikazani v tabeli.

Poleg uspešnega prenosa višje kvalitete v proizvodnjo, smo veliko pozornosti posvetili tudi boljšemu izkoristku vhodnih surovin. Izmet, ki se pojavlja po proizvodnih fazah kot posledica raznih napak in okrušitev, smo z ustreznim drobljenjem začeli vračati v proizvodni proces. Proizvodne sarže smo sestavili tako, da smo ustrezni količini svežega kalcinata dodali drobljene sintrane odpadke z optimizirano količino dodatkov. Po mletju v periodičnih artritirjih in kočnem mletju v kontiatritirju smo izdelali material, ki po vseh parametrih ustreza 40 kvaliteti.

$$Br = 380 - 395 \text{ mT}$$

UPORABLJENE SUROVINE	PILOTSKE SARŽE	PROIZVODNE SARŽE
Fe ₂ O ₃ Banja Luka	Br = 385 - 395 mT	Br = 380 - 395 mT
	iHc = 270 - 300 kA/m	iHc = 270 - 295 kA/m
	(BH)max = 27 - 29 kJ/m ³	(BH)max = 27 - 28,5 kJ/m ³
Fe ₂ O ₃ Sidmar	Br = 390 - 405 mT	Br = 385 - 400 mT
	iHc = 270 - 290 kA/m	iHc = 265 - 290 kA/m
	(BH)max = 28 - 31 kJ/m ³	(BH)max = 27,5 - 30,5 kJ/m ³
Uvožen kalcinat	Br = 395 - 405 mT	Br = 390 - 405 mT
	iHc = 260 - 270 kA/m	iHc = 260 - 280 kA/m
	(BH)max = 28 - 31 kJ/m ³	(BH)max = 28 - 30,5 kJ/m ³

$$iHc = 275 - 295 \text{ kA/m}$$

$$(BH)_{\max} = 27,0 - 29,5 \text{ kJ/m}^3$$

Iz rezultatov je razvidno, da izmet, ki nastaja po proizvodnih fazah, lahko uspešno vračamo nazaj v proizvodni proces.

ZAKLJUČEK

Poleg vpeljave nove kvalitete Sr haksferita v redno proizvodnjo, s katero smo prodrli na zahtevno zahodnonemško tržišče, nadaljujemo razvojno delo:

- * v smeri zvišanja remanence $Br > 420 \text{ mT}$
- * v smeri zvišanja koercitivnosti $iHc > 340 \text{ kA/m}$

Pričakujemo, da bomo z optimiranjem kemijske sestave in tehnološkega procesa, kmalu lahko ponudili nove kvalitete domačim in tujim kupcem.

LITERATURA

1. A. Mohr: The Significance of the Rectangular Form of the Demagnetisation Characteristic in the Design of Magnets for Small Motors; Magnets in your future, nov 1986 p 12-20
2. A. Mohr, V.König: The Effect of Remanence and Coercivity on the Power to Volume Ratio and Efficiency of Small Permanent Magnet Motors; Magnets in your future, okt 1986 p 6-18
3. A. Mohr: Influence of the Direction - Dependent Transverse Stability of Ferrite Permanent Magnet Materials on the Design of Highly Loaded Electric Motors, Magnets in your future, okt 1986 p 19-26
4. H. Zijlstra: Application of Permanent Magnets in Electromechanical Power Converters
5. F.J.A. Den Broeder, P.E.C. Franken: The Microstructure of Sintered Strontium Hexaferrite with Silica Addition, investigated by ESCA and TEM; ADV CE Vol. 13, p 494-501

Andrej Žnidaršič, dipl.ing.kem
Andrej Železnikar, dipl.ing.fiz.
Mag.Marjeta Limpel, dipl.ing.kem.
 ISKRA ELEMENTI - FERITI
 Stegne 19
 Ljubljana

Prispelo: 09.05.1989 Sprejeto: 02.06.1989

TRAJNI MAGNETI Sm (Co, Fe, Cu, Zr) 7, 5

Spomenka Beseničar

Ključne besede: trajni magneti, magneti SmCo, magneti redkih zemelj, kovinski magneti, trdomagnetni materiali, magnetne lastnosti, tehnologija, laboratorijske raziskave

POVZETEK: Razvili smo postopek priprave trajnih kovinskih magnetov na osnovi zlitin redke zemlje in elementov prehoda z magnetnimi lastnostmi, ki so primerljive z lastnostmi vzorcev tujih proizvajalcev. Dosegli smo energijski produkt 198 kJ/m^3 .

PERMANENT MAGNETS Sm (Co, Fe, Cu, Zr) 7,5

Key Words : permanent magnets, SmCo magnets, rare earth magnets, magnetic alloys, hard magnetic alloys, magnetic properties, technology, laboratory researches

ABSTRACT: The preparation method for permanent magnets on the base of cobalt and transition elements was developed. The magnetic properties of the samples which were prepared on the laboratory scale, were in the range of the magnetic properties of the samples of foreign producers. The energy density product was 198 kJ/m^3 .

1. UVOD

Ko so se pred več kot dvajsetimi leti v svetu pojavili novi magnetni materiali na osnovi intermetalne zlitine Sm in Co, so v zelo kratkem času nadomestili klasične magnetne na številnih področjih uporabe. Njihove odlične magnetne lastnosti so omogočale miniaturizacijo v elektroniki, računalništvu, akustiki, aeronavtiki, industriji električnih motorjev, katerih teža je zelo pomembna predvsem v moderni avtomobilski industriji ter povsod tam, kjer se uporabljajo trajni magneti.

Tako imenovani prvi generaciji miniaturnih magnetov na osnovi zlitin samarija in kobalta, ki so zaradi vsebovanega kobalta strateškega pomena in je njihova cena visoka, je sledila pred nekaj leti nova, druga generacija trajno magnetnih materialov na osnovi zlitin redkih zemelj in elementov prehoda. Od teh materialov so glede na svoje lastnosti najpomembnejši magneti Nd-Fe-B, ki pa imajo v primerjavi s Sm-Co magneti to slabo lastnost, da je njihova Curiejeva temperatura dosti nižja ($\sim 300^\circ\text{C}$), in da so korozijsko manj odporni. Kljub višji ceni zato za določene vrste aplikacij ostajajo Sm-Co magneti še vedno nenadomestljivi.

Odlične magnetne lastnosti, predvsem visoka koercitivna sila H_{cl} SmCo₅ magnetov, so posledica visokega anizotropijskega polja; $H_a \sim 28.000 \text{ kA/m}$ (350 kOe). Vendar pa mikrostruktura teh magnetov preprečuje, da bi bilo mogoče praktično doseči koercitivno silo, ki bi bila višja kot ena desetina teoretične vrednosti.

Danes je v glavnem znana pomembnost prisotnosti drugih faz (na primer Sm₂Co₁₇, Sm₂Co₇), precipitativ ter defektov v strukturi, ki vplivajo na končne vrednosti H_{cl} . Mehanizem tega vpliva je podrobno opisan v literaturi (1).

Višje vrednosti nasičene magnetizacije Sm₂Co₁₇ zlitine v primerjavi s SmCo₅ zlitino: $4 \pi M_s$ za Sm₂Co₁₇ je $\sim$

$1,28 \text{ T}$ (12,8 kG) in $4 \pi M_s$ za SmCo₅ je $\sim 1,12 \text{ T}$ (11,2 kG), so vzpodbudile številne raziskovalce k iskanju možnosti uporabe Sm₂Co₁₇ magnetov kot še kvalitetnejših trajno magnetnih materialov. Vendar pa je anizotropijsko polje Sm₂Co₁₇ zlitine dosti nižje kot pri SmCo₅ magnetih $H_a \sim 6400 \text{ kA/m}$ (80 kOe). Kasneje so različni avtorji ugotovili, da je mogoče notranje magnetne lastnosti Sm₂Co₁₇ zlitine izboljšati z delno zamenjavo Co z različnimi elementi Mn, Ti, Zr(2) ali Fe, Cr (3,4). Kombinacija nestehiometrične zlitine (SmCo_{7,5}), kjer je Co delno substituiran z Fe (zvišanje nasičene magnetizacije M_s), Zr (zvišanje anizotropijskega polja H_a) ter Cu in večstopenjske termične obdelave (5), je pripeljala do večfaznega materiala z magnetnimi lastnostmi, ki prekašajo lastnosti SmCo₅ zlitine. Pri teh, s precipitacijo utrjenih 17:2 trajnih magnetih določa koercitivno silo pripenjanje domenskih sten na 5:1 fazi, ki prepleta osnovno fazo in ji daje celično strukturo (6). To je v skladu tudi z bolj teoretičnim modelom, ki ga je razvil D. I. Paul (7) in ki kaže, da povečano razmerje A_2K_2/A_1K_1 povečuje koercitivnost. (A_1 , A_2 ... je izmenjalna energija med glavno, matrično fazo in defektno fazo; K_1 , K_2 pa sta anizotropiji rešetke glavne faze in defektne faze). Magneti Co-RZ utrjevani s precipitacijo („precipitation hardened“) so tehnično izredno zanimivi, saj je mogoče z njimi doseči energijske produkte celo več kot 240 kJ/m^3 (30 MGOe). Sintrani magneti s sestavo Sm(Co, Fe, Cu, M)_z, kjer je M = Zr, Ti, Hf in $6 < z < 8$ imajo višjo nasičeno magnetizacijo in zato višji energijski produkt kot SmCo₅ magneti, vendar pa je njihova koercitivna sila nižja in to omejuje nadaljnje zviševanje energijskega produkta.

Namen našega dela je bil najprej s preliminarnim študijem ugotoviti optimalno sestavo osnovne zlitine, ki bi omogočala doseganje čim boljših magnetnih lastnosti in razviti postopek izdelave trajnih magnetov SmCo 2/17.

Za doseganje visoke vrednosti koercitivne sile je potrebno poleg ustrezno izbrane sestave predvsem ugotoviti postopek termične obdelave, ki omogoča doseganje ustrezne mikrostrukture in posredno dobrih magnetnih lastnosti (13).

2. EKSPERIMENTALNO DELO

Izhajali smo iz dveh surovin različnih proizvajalcev (Th. Goldschmidt AG in Ferrolegeringar). Območje sestave, s katero je mogoče doseči optimalne magnetne lastnosti je zelo ozko in je torej treba eksperimentalno ugotoviti količino potrebnih izhodnih komponent. Kot pri SmCo_5 magnetih je tudi tu treba upoštevati odparevanje Sm med sintranjem (8,9). Prav tako je tudi v tem primeru pomembna čista atmosfera, v kateri poteka delo s prahom, občutljivim na kisik in vlago. Zato je najustreznejši način eksperimentalno ugotoviti sestavo, ki je prilagojena pogojem dela in, s katero je mogoče doseči optimalne magnetne lastnosti sintranih magnetov. Sestava in fizikalne lastnosti uporabljenih izhodnih zlitin so navedene v tabeli I. Osnovno sestavo smo izbirali delno na podlagi analize tujega vzorca Namiki ter literarnih podatkov in na osnovi preliminarne eksperimentov.

Tabela I: Sestava izhodnih zlitin $\text{Sm}_2(\text{CoFeCuZr})_{17}$ firme Th. Goldschmidt AG in Ferrolegeringar (podatki proizvajalcev)			
	Goldschmidt AG		Ferrolegeringar
(ut. %)	Zlitina 1	Zlitina 2	
RZ	25,0	30,2	
Sm	23,5	30,0	25,8
Co	48,8	43,8	50,6
Fe	18,0	17,8	14,8
Cu	5,1	5,0	5,8
Zr	3,0	2,9	2,5
Al	<0,01	0,01	
Ca	0,04	0,04	
Mg	<0,01	<0,01	
O	0,16	0,21	0,04
C	0,044	0,09	0,005
d _{FSSS} (μm)	23	19,0	

Izhodne prahove smo v zaščitnem mediju cikloheksana (predhodno dodatno sušenega preko molekularnih sit) mletli v widia vibracijskem mlinu in attritor mlinu različne čase, da smo dosegli poprečno velikost delcev okrog 4 μm (po Fisherju). Nobeden od obeh načinov mletja za sedaj še ni optimalen. Pri vibracijskem mletju je porazdelitev velikosti delcev izhodnega mletega prahu široka (slika 1) in je kot posledica tega široka tudi porazdelitev velikosti zrn v sintranih vzorcih (slika 3), pri standardnem attritor mlinu pa prah ostaja po obodu mlevne posode in se prav tako neenakomerno melje ter je porazdelitev velikosti delcev široka. Sušenje prahu po mletju je potekalo tako kot pri delu s SmCo_5 prahom v suhi komori sušenega Ar (preko sušilnih sredstev). Prav tako tudi shranjevanje prahu (oz. priprava prahu za usmerjanje) v posodice iz silikonskega kavčuka. Po še dodatni zaščiti zaprtih posodic smo prahove usmerjali v impulznem

magnetnem polju (10) jakosti približno 4000 kA/m; to je najvišje polje, ki ga je v našem laboratoriju mogoče doseči, medtem ko je za optimalno usmeritev delcev potrebno polje jakosti približno 6000 kA/m (14) in jih nato izostatsko stiskali v komori za izostatsko stiskanje s pritiskom 600 MPa. Po stiskanju smo vzorce vzeli iz posodic v zaščitni atmosferi v suhi komori ter jih znova magnetili. Sintranje in termična obdelava sta potekali v vakuumski peči (11) v visokem vakuumu ali atmosferi He (4,9). Temperature sintranja so bile v intervalu med 1200 in 1220°C, termična obdelava pa je potekala po stopnjah na različnih temperaturah v intervalu med 900 in 400°C različne čase in se je končala s kaljenjem vzorcev s temperature popuščanja. Vzorce smo karakterizirali z magnetnimi meritvami (Permagraph dr. Steingroever Magnet - Physik GmbH) in opazovanjem mikrostruktur na optičnem mikroskopu, ki smo jih analizirali z merjenjem stereoloških parametrov (12) z aparaturo MOP Kontrom.

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

V tabeli II. so navedene magnetne lastnosti nekaterih vzorcev različnih sestav, s katerimi smo v laboratoriju dosegli najboljše rezultate v primerjavi z lastnostmi vzorcev tujega proizvajalca (Namiki) ter vrednostmi, ki jih navaja prospekt (Namiki).

Tabela II: Magnetne lastnosti tujih vzorcev in najboljše vrednosti dosežene v laboratoriju				
Vzorec	Br (mT)	H _{cl} (kA/m)	H _{cB} (kA/m)	(BH) _{max} (kJ/m ³)
Namiki	1050	889	698	210
Zahteve po prospektu (15)	980-1050	555-1115	480-755	192-216
A	940	975	500	133
B	1080	815	605	198
C	975	1180	615	147

Diagram na sliki 2 prikazuje razmagnetilno krivuljo vzorca B, njegova mikrostruktura s pripadajočim histogramom pa je prikazana na sliki 3. Razmagnetilna krivulja, oz. njena oblika kaže na to, da je usmerjanje delcev prahu pri pripravi vzorcev še nepopolno. V primeru, ko so delci „idealno“ usmerjeni se oblika histerezne zanke približuje pravokotni obliki in se energijski produkt bistveno poveča. Z višjo jakostjo polja pri usmerjanju delcev izhodnega prahu bi bilo mogoče izboljšati tudi remanentno magnetizacijo. Prav tako tudi ni optimizirana mikrostruktura sintranega vzorca. Porazdelitev velikosti zrn je široka, to pa poleg termične obdelave vzorcev po sintranju tudi vpliva na vrednosti koercitivne sile.

Magnetne lastnosti, dosežene pri vzorcih, pripravljenih po opisanem postopku, so sicer že v okviru magnetnih lastnosti, ki jih v svojih prospektih navajajo tuji proizvajalci, vendar bi jih bilo mogoče še izboljšati, če bi imeli možnosti magnetizacije izhodnih prahov z višjim poljem in pa z optimizacijo pogojev mletja ter s tem izboljšavo kvalitete izhodnih prahov, tako da bi dosegli enakomernjšo mikrostrukturo.

4. SKLEPI

S preliminarno študijo in eksperimentalnim delom smo v laboratoriju pripravili vzorce Sm₂Co₁₇ magnetov, katerih lastnosti so že v okviru lastnosti komercialnih vzorcev. Dosežen je bil energijski produkt 198 kJ/m³. Oblika histerezne zanke, oziroma njen del v drugem kvadrantu ter mikrostruktura sintranih vzorcev pa kažeta še na določene pomanjkljivosti v postopku priprave.

To je neoptimiziran postopek mletja in prenizko magnetno polje pri magnetizaciji prahov in sintranih vzorcev.

5. LITERATURA

1. H. Kronmüller, Proc. of 2nd Int. Symp. on Magn. Anisotropy, La Jolla (1978)
2. V. Kavečanský, L. Jahn, Phys. Stat. Sol. (a), 60, (1980) K 21
3. M. V. Satyanarayana, W. E. Wallace, R. S. Craig, J. Appl. Phys. 50, 3, (1979), 2324
4. R. W. Lee, J. Appl. Phys. 52, 3, (1981), 2549
5. R. L. Bergner et al., J. Appl. Phys., 50, (1979), 2352

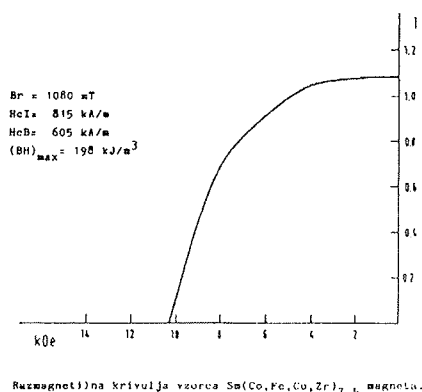
6. H. Kronmüller, Proc. of Symp. on Magn. Anisotropy, Baden (1982)
7. D. I. Paul, J. Appl. Phys., 53, (1982), 2362
8. S. Beseničar, J. Holc, D. Kolar, Proc. of 7th Inter. Powder Met. Conf., Pardubice (1987), 97
9. S. Beseničar, J. Holc, Zbornik referatov VIII. Jug. posv. o mod. anorganskih mat., ETAN Split, 1984, VII. 167
10. S. Beseničar, J. Holc, D. Fefer, Zbornik referatov SSES, SD '84, Ljubljana, (1984), 141
11. J. Holc, S. Beseničar, M. Černila, D. Sušnik, Vakuumske peči, 1987, tehnična izboljšava
12. E. E. Underwood, Quantitative Stereology, Addison Wesley Reading Ma, 1970
13. J. Fidler, R. Grossinger, H. Kirchmayr, P. Skalicky, United States Army, European Research Office of the U. S. Army, London, England, C. N. D. 37-82-C-0050, May 1983
14. Informacije proizvajalca izhodne zlitine Th. Goldschmidt AG.
15. Prospekt Namiki (Japonska firma)

mag. Spomenka Beseničar, dipl. ing.
Institut Jožef Stefan
Jamova 39, 61000 Ljubljana

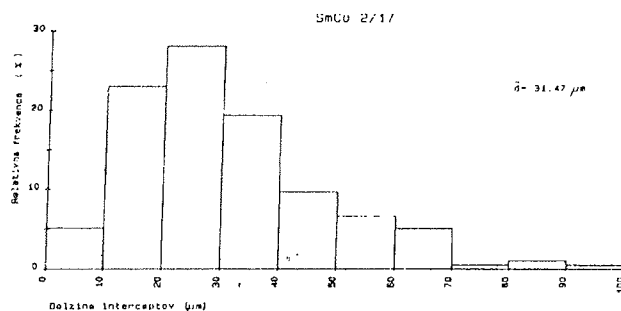
Prispelo: 16.05.1989 Sprejeto: 06.06.1989



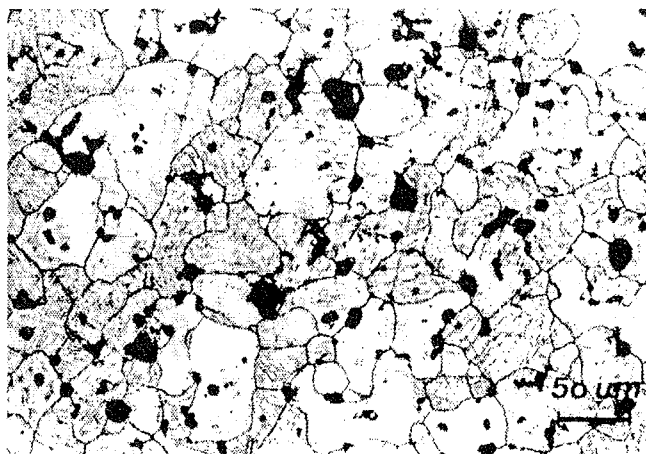
Slika 1: SEM posnetek prahu mletega v vidia vibracijskem mlinu



Slika 2: Razmagnetilna krivulja vzorca Sm(Co,Fe,Cu,Zr)_{7,5} magneta (B)



Slika 3: Dolžina interceptov (μm)



Slika 4: Mikrostruktura (povečava 180 X) in pripadajoč histogram vzorca B.

HCMOS SECOND - SOURCING OF 74 SERIES BIPOLAR LOGIC

Sean A. Smedley

Key Words: CMOS, HCMOS, TTL, ASIC, Bipolar Logic, Integrated Circuit, Second Sourcing

ABSTRACT: It is well known that shortages of state of the art memory and microprocessor integrated circuits are a fact of life that equipment manufacturers must learn to live with. However, it is not always realised that severe shortages of much simpler devices occur. This article will describe how an HCMOS part was designed and manufactured to replace the 74H01, a high speed quad open collector Nand gate that is no longer in production.

NADOMEŠČANJE BIPOLARNIH VEZIJI IZ SERIJE 74 S HCMOS VEZJI

Ključne besede: CMOS, HCMOS, TTL, ASIC, bipolarna logika, integrirano vezje, nadomestno vezje

POVZETEK: Trenutno pomanjkanje spominskih in mikroprocesorskih vezij na trgu je dejstvo, s katerim se morajo sprijazniti proizvajalci opreme. Manj znano dejstvo pa je, da prihaja do pomanjkanja tudi dosti bolj preprostih vezij. V članku je opisano na kakšen način je načrtano in proizvedeno HCMOS vezje z namenom zamenjati standardno bipolarno vezje 74H01, četverna zelo hitra NE-IN vrata z odprtim kolektorjem, ki ni več v redni proizvodnji.

Main Text

The customer was a computer manufacturer with a mature system that had been in production for several years. One board in this computer was a particular problem, about 20% of the devices were 74H01 and it had become impossible to source this part. The major semiconductor manufacturers had dropped it from their catalogs and the replacement device they offered had a different pinout. Either the whole board could be replaced with an ASIC or a brand new source for the 74H01 could be generated. For reasons of cost and minimum risk the customer decided to obtain a new 74H01.

The most important parameters of the 74H01 from the design viewpoint are as follows /1/:

- 1) Output sink current = 20mA at 0.4V at 70 deg.C
- 2) Normal TTL input levels of 2.0V and 0.8V worst case
- 3) Propagation delays of 12ns to a rising input and 15ns to a falling input, worst case, measured 1.5V to 1.5V, with a load of 25pF and 280 Ohms

It pays to read the specifications carefully. Notice the minimum and maximum d.c. parameters are specified at 70 deg. but the a.c. timing parameters are specified at 25 deg. to ease testing. The next step in this particular design is to decide on the logic to be used. There are two possibilities, shown in Figs 1 and 2.

Figure 1 combines the functions of 2 input Nand and input stage into a single gate followed by an inverter driving the large n- channel output transistor. It is an advantage to have the large internal gate capacitance of Q7 charged and discharged by single transistors, the inverter pair, Q5/Q6. However there will be some lack of

matching in the input characteristics depending on which pair of devices, Q1/Q3 are controlling the gate. In Figure 2 the opposite compromises have been made. The output transistor must be charged internally by the two p-channel devices in series, Q3 and Q4. This would seem to be a slower approach than Figure 1. But the input inverters are logically and physically identical and so will be fast and perfectly matched.

Both circuits were simulated using identical 3000/3.5 μ m

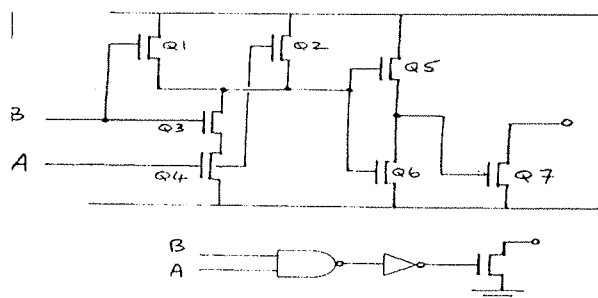


Figure 1: First approach to design 74CH01

Q1 = Q2 = 300/4
Q3 = Q4 = 1200/4
Q5 = 2000/3.5
Q6 = 800/3.5
Q7 = 3000/3.5

output transistors. This size had been determined by hand calculation to sink 20mA at 0.2V at 25 deg. As a starting point, device sizes were chosen so each stage increased in size by a factor of 3. Experience has shown this to be close to optimum. In addition, for this particular HCMOS process, the ratio of n-channel device to p-channel must be 1:2.5 for equal impedances. Before the

transistor sizes can finally be fixed for simulation, the input ratio must be chosen for TTL compatability. Again, drawing on prior experience, this was provisionally fixed at $n:p = 4:1$. Using these guide lines, the sizes below were compared in the circuit simulator:

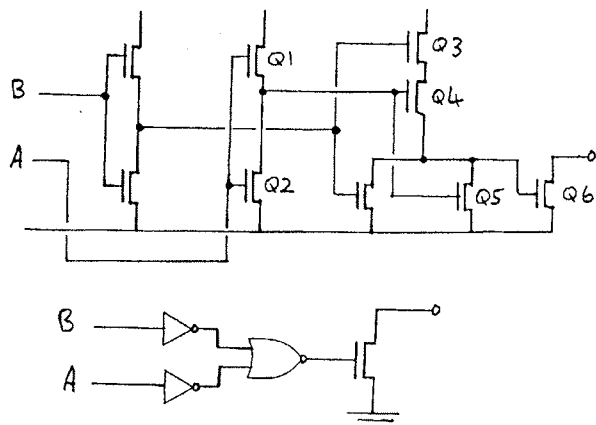


Figure 2: Second approach to design 74CH01

Q1 = 100/4
Q2 = 400/4
Q3 = Q4 = 1600/3.5
Q5 = 400/3.5
Q6 = 3000/3.5

The results were so close that there seemed little to chose between the two approaches. This is partly due to the dominant effect of the large output load capacitance, 25pF. But if we compare total channel length for each circuit as a measure of the final active area, Fig 1 = 8800 microns, Fig 2 = 7800 microns. So even at this early stage, before any layout has begun, the Fig 2 circuit appears about 12% smaller. At this point it was decided to choose the Fig 2 circuit as it has the further advantage of better control of the input inverter.

After more simulation it was found possible to reduce the internal NOR gate to 500/125 microns instead of the first guess of 1600/400. To conclude this simulation work, the ratio of the input n-ch to p-ch transistors was varied with a mid-point TTL input of 1.6V, the corresponding output voltages are shown below:

p:n ratio	100/420	100/460	100/470	100/480	100/500
output voltage	3.45V	2.95V	2.85V	2.5V	2.0V

The input ratio of 100/480 was therefore used as this gives a mid-point output voltage for a mid-point input. The circuit is now as Fig 3. below:

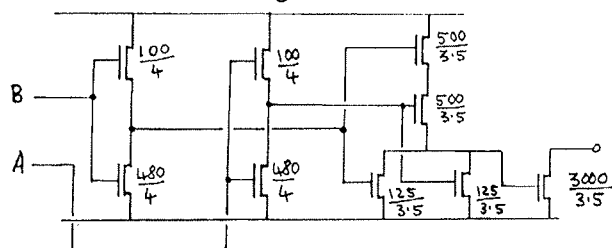


Figure 3: Final design and transistor geometries for 74CH01

Design Tolerancing

HCMOS circuit performance is dominated by two parameters, transistor threshold voltage, V_T , and device gain, K' , usually expressed in $\mu A/V^2$. Any manufacturing process will have a spread on these parameters and it follows that the design must accomodate these variations and still perform within the specification. At 25 deg. C the total tolerances are as below:

	Min.	Typ.	Max.
p-channel threshold (V)	-0.7	-1.0	-1.3
n-channel threshold	+0.7	+1.0	+1.3
p-ch gain ($\mu A/V^2$)	5	6	7
n-ch gain	18	23	28

It is clearly not possible to simulate every combination of these parameters. Some engineering judgement must be exercised in selecting combinations and based on prior experience the following parameters were considered realistic extremes on the same chip at 25 deg. C:

	Threshold Voltage (V)	Device Gain ($\mu A/V^2$)
Strong p-ch	-0.7	7.0
Weak n-ch	1.0	18.0
Weak p-ch	-1.3	5.0
Strong n-ch	1.0	28.0
Typical p-ch	-1.0	6.0
Typical n-ch	1.0	23.0

The first parameters simulated

DHL = 5.5 ns

DLH = 9.5 ns

The second parameters simulated

DHL = 6.0 ns

DLH = 10.0 ns

The third, typical parameters simulated

DHL = 5.5 ns

DLH = 8.5 ns

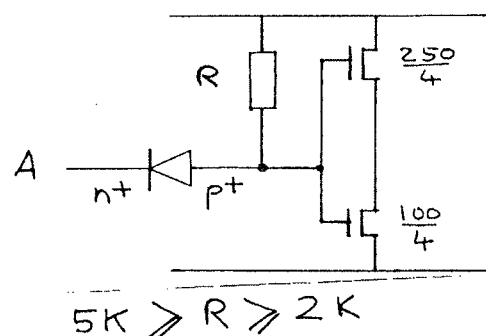


Figure 4: Possible design of the input inverter

All these results were within a comfortable margin of error of meeting the specification,

DHL = 7.5 ns typ. 12 ns max. at 25 deg

DLH = 10 ns typ. 15 ns max.

At this point the design could be considered fixed and ready for layout to begin. However, a new idea appeared! Consider the input inverter shown in Fig. 4

This copies the TTL input structure and could be implemented in HCMOS. The n+ p+ diode would sit in its own isolated n-well. This approach has the following advantages:

- 1) No MOS gates are exposed to external pins. This should give a robust circuit, immune from static damage possibilities.

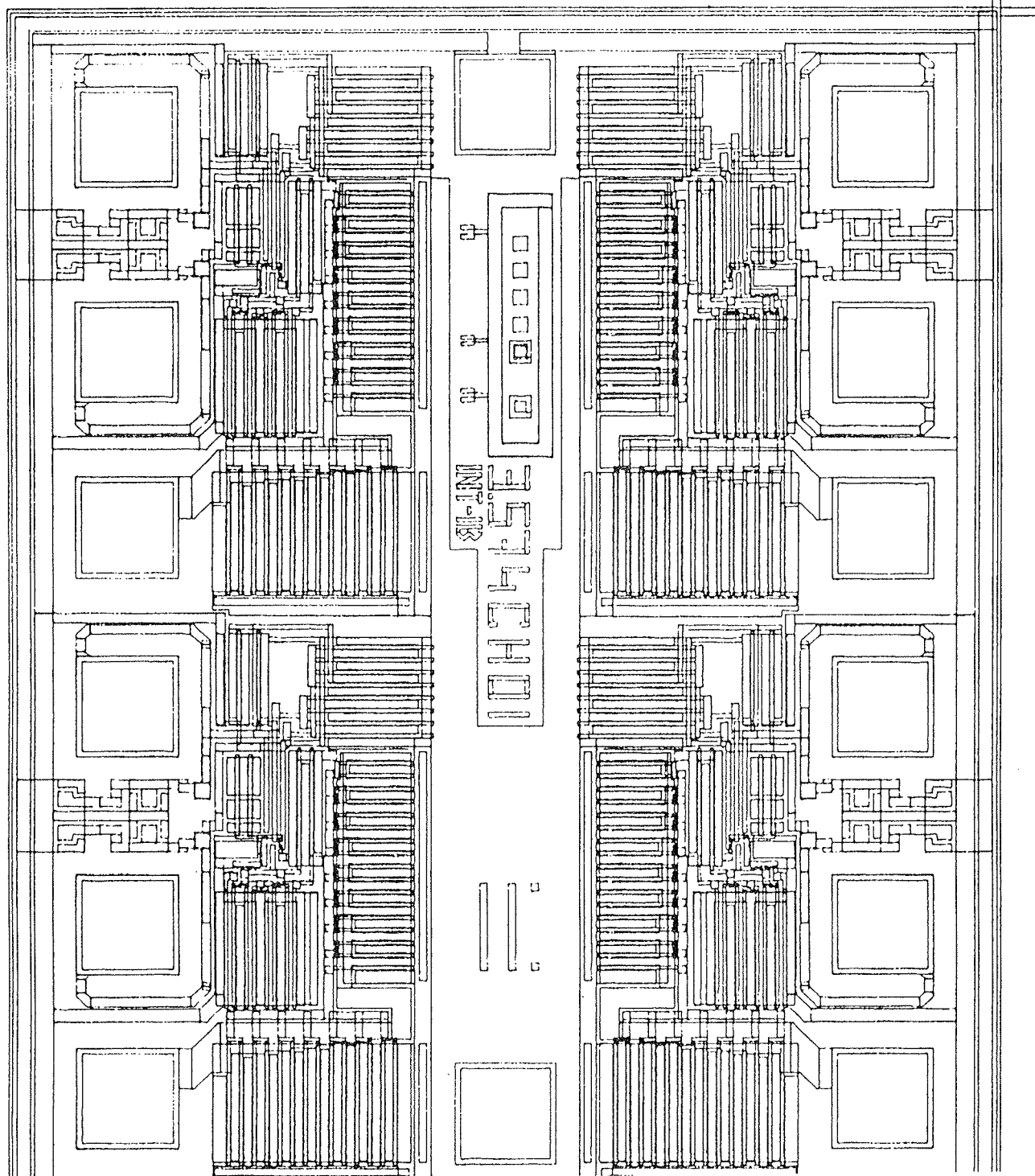


Figure 5: Plot of the finished chip

- 2) The circuit now has input current almost like a TTL gate. The only difference is the current does not cut off at $V_{in} = 1.6V$, but decreases linearly as V_{in} rises to 4V.
- 3) The diode has the further advantage of level shifting the switching point to about 2.5V at the inverter input. This allows a normal ratio of p to n transistor size of 2.5:1 instead of the previously calculated input ratio of 1:4.8, resulting in a smaller layout for this inverter.

This circuit was simulated and proved to have delay times very similar to the more conventional MOS inputs.

In the event it was decided not to proceed with this approach. It was a bit of a hybrid, not exactly TTL, not exactly CMOS either. Also it would fail a TTL input high leakage test and it was considered very important that the existing incoming inspection test program could be used for the CMOS replacement without any modifications.

Fig. 5 shows a plot of the finished chip, 1.1 mm x 1.4 mm. It has been successfully fabricated at ISKRA MIKROELEKTRONIKA and accepted by the customer. Both speed and current sinking capabilities are virtually identical to the 74H01 with the added bonus of a far lower d.c. power consumption.

Conclusions

Modern HCMOS technology is an ideal way to avoid shortages in all TTL families up to and including Low Power Schottky. Gate delays are very similar and CMOS outputs have no trouble sinking 20 mA worst case up to 70 deg. C. In all cases a very substantial power saving will result from the zero standby current of CMOS.

Although not shown by this particular design example even greater savings in power and board space can result if an entire board or logic system is replaced, either by a gate array or a dedicated standard cell ASIC.

References:

- 1.) TTL Data Book for Design Engineers, Vol. 1, Texas Instruments, 1982
- 2.) C. Mead, L. Conway, VLSI Systems, Addison - Wesley, 1980

*Sean A. Smedley, BSc (Eng.) C.Eng. MIEE
The Granary
Heaverham, Sevenoakes
Kent, England*

Prispelo: 24.05.1989 Sprejeto: 31.05.1989

INDUSTRIJSKI MIKRORAČUNALNIŠKI KRMILNIK

M. Colnarič, M. Gerkeš, J. Györkös, P. Kokol, K. Rizman,
I. Rozman, B. Vukelič, A. Zorman, V. Žumer

Ključne besede: mikroračunalniški krmilniki, industrijski krmilniki, mikroprocesor, večprocesorski sistemi, sistemska programska oprema, razvojna programska oprema

POVZETEK: V članku je podan pregled sistemske programske opreme in programskega okolja industrijskega mikroračunalniškega krmilnika. Namesto klasičnega pristopa - zamenjave relejske logike z mikroračunalnikom - smo razvili delovno postajo, ki uporabniku omogoča razvoj aplikacije na osebnem računalniku s pomočjo grafičnega in mnemoničnega zapisa, sodobnih orodij, kot so simulacije v nadrejenem sistemu ali v objektu in podobno.

INDUSTRIAL MICROCOMPUTER CONTROLLER

Key Words: microcomputer controller, industrial controller, microprocessor, multiprocessor systems, system software, development software

ABSTRACT: In the article, a review of system software and programming environment of the industrial microcomputer controller is given. Instead of the conventional approach based on the simple substitution of relay and contactor logic with the microprocessor, we designed an engineering workstation, which enables the user to develop the application on a personal computer, using mnemonic and/or graphic notation, modern tools like on-and offline simulation etc.

1. UVOD

Mikroprocesorji tudi pri nas vse bolj prodirajo v proizvodne hale. Na začetku so bili to sistemi, razviti posebej za določene aplikacije, kar pomeni, da so bili relativno dragi, saj so predstavljali unikate. Pozneje so začeli razvijati univerzalno aparaturno opremo, ki so jo programirali ročno, v zbirnem jeziku, kvečjemu s pomočjo operacijskega sistema in knjižnic rutin za delo v realnem času.

Število aplikacij, podprtih z mikroračunalnikom, raste iz dneva v dan. Vse bolj se pojavlja potreba ne le po univerzalnem krmilniku, temveč tudi po okolju, ki bo omogočalo enostavno in hitro programiranje s čim manj možnosti vnosa napak v sistem. Da bi ustregli tem zahtevam, smo se na Tehniški fakulteti, VTO Elektrotehnika, računalništvo in informatika v sodelovanju z Metalno, Maribor, lotili programske opreme za sodobni industrijski krmilnik.

2. ARHITEKTURA SISTEMA IN APARATURN A OPREMA

Programska oprema, ki smo jo razvili, je namenjena za krmilnik, katerega aparaturno opremo je izdelala Metalna. Za lažje razumevanje delovanja podajamo njen kratak opis.

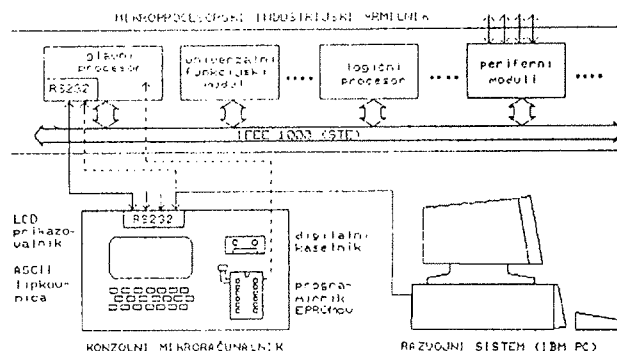
Arhitektura sistema je prikazana na sliki 1. Sistem je sestavljen iz

- * samega krmilnika
- * konzolnega računalnika, ki omogoča uporabniku komunikacijo s krmilnikom in njegovo aplikacijo,

shranjevanje podatkov na digitalno kaseto, programiranje EPROM vezij in omejene funkcije razvojnega sistema. Izdelan je na osnovi M68008 in je bil prav tako razvit v Metalni.

- * razvojnega sistema; to je računalnik, kompatibilen IBM PC XT ali AT, na katerem teče uporabnikovo programirno okolje.

Osnova krmilnikove aparature je vodilo STE (IEEE 1000). Sistem je koncipiran kot večprocesorski. Poleg glavnega procesorja imamo na vodilu še univerzalne funkcijske module (prav tako na osnovi M68008), ki izvajajo različne funkcije, kot so števeci, časovniki (timerji), registri, programatorji in podobno), ter logične procesorje, ki izvajajo logične funkcije. Te predstavljajo večino programa, zato uporaba logičnega procesorja, ki je zgrajen diskretno, bistveno pospeši delovanje sistema.



Slika 1: Zgradba sistema

Za aparaturno opremo je značilna relativno uniformna struktura, ki je bila dosežena z abstraktnim modeliranjem strukture, funkcij in kontrole sistema. Ta način gradnje omogoča večjo zanesljivost, saj so skupne lastnosti večkrat testirane na abstraktnem modelu. Načrtovanje posameznih modulov se tako prevede na izdvajanje posebnih funkcij iz splošnega modela. V realizaciji so bile uporabljene VLSI, ASIC in integrirane močnostne komponente ter podatkovni in signalni pretvorniki. Na ta način je bilo možno vgraditi vse funkcije v 19-palčno ohišje.

3. SISTEMSKA PROGRAMSKA OPREMA

Sistemska programska oprema je na prvi pogled neznatna za sistem vodenja procesov v realnem času. Izdelana je na ideji, da je v takšnem sistemu vse vnaprej definirano in da predstavljajo izjeme le napake in izredna stanja. Zaradi tega imamo v osnovi en sam proces, prožen s pomočjo ure, ki daje osnovni cikel aplikacije. Znotraj tega procesa tipamo vsa predvidena stanja in jih po potrebi obdelujemo.

Osnovni cikel glavnega procesa je sestavljen iz aplikacijskega dela, ki ga uvede, proži in zaključi sistemski del. Ta na začetku cikla prečita vse aktualne vhodne podatke. Nad njimi operirajo aplikacijski del in pomožni paralelni procesorji, ki jih le-ta proži in ki prek svojih funkcij nastavljajo ustrezne izhodne spremenljivke. Te sistemski del na koncu ciklusa vpiše na izhodne. Neposrednega dostopa do vhodov in izhodov aplikacije ne dovolimo iz bojazni do nestabilnosti in možnih rekurzivnih pojavov ter oscilacij.

Od zaključka dela v posamezni iteraciji do začetka naslednjega ciklusa mora ostati še nekaj časa. Če tega časa ne bi bilo, bi pomenilo, da je sistem preobremenjen, oz. da je nastavljen prekratek čas za ponovitev zanke. V tej performančni rezervi se izvajajo časovno manj pomembne funkcije. Prva med njimi je spooling - enkratne dele aplikacij, ki časovno niso vezani na proces, kot so na primer izpisi, arhiviranje ipd. izločimo iz nje in jih izvedemo, ko je procesor prost. V ta namen se formira posebna čakalna vrsta, v kateri takšni procesi čakajo na obdelavo.

Kadar je tudi ta vrsta prazna, teče v performančni rezervi minimalni monitor. Ta omogoča pregled in vpis registrov in pomnilnika, nalaganje programov v RAM prek serijske zanke, njihovo testiranje (debugging), postavljanje prekinitvenih točk, koračno izvajanje, prikaz in forsiranje vhodov in izhodov za testiranje aplikacije ter nekaj nevidnih funkcij, ki omogočajo prenos informacij za izvajanje simulacije v objektu v povezavi z nadrejenim sistemom.

Poleg teh so v sistemski programski opremi še nekatere transparentne funkcije, potrebne za delovanje sistema. Ena izmed njih je upravljanje s pomnilnikom. To podpira aparaturno opremo, vgrajeno na procesorskem modulu

in prikazano na sliki 2. Osnova upravljanja s pomnilnikom je tabela, vpisana v posebnem hitrem RAM pomnilniku, prek katerega se preslikajo vsi naslovi, ki jih generira procesor. V tej tabeli so podatki o atributih pomnilniških blokov ter o njihovih logičnih naslovih. Ob prihodu logičnega naslova s procesorja vezje preveri privilegij dostopa do ustreznega bloka ter generira fizični naslov ali javi napako naslavljanja.

Naslednja transparentna funkcija je upravljanje z vhodno-izhodnimi napravami. V pomnilniku je shranjena slika vhodov ter dve sliki izhodov. Ustrezna funkcija ob začetku aplikacije preslika vhode v njihovo pomnilniško sliko, izhode pa iz slike aktualnih izhodov na fizične. Hkrati zamenja slike izhodov, tako da imamo vedno sliko izhodov iz prejšnje iteracije in sliko, v katero aplikacija in paralelni procesorji vpisujejo svoje rezultate v tekoči iteraciji. Slike vhodov in prejšnjega stanja izhodov sta relevantni za izračun izhodov v novi iteraciji.

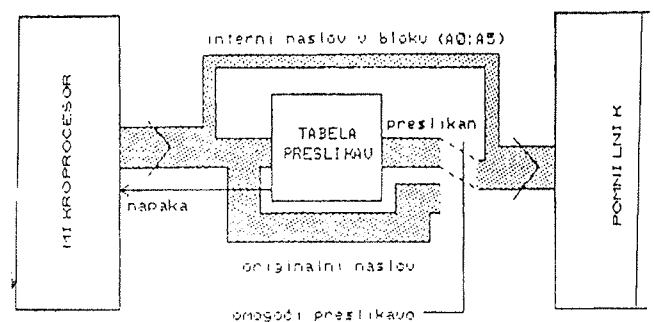
4. OKOLJE ZA RAZVOJ APLIKACIJE

Programska oprema za razvoj aplikacije je izdelana v PASCAL-u in lahko paralelno teče na razvojnem sistemu, ki ga predstavlja IBM PC XT/AT ali kompatibilni računalnik ter na konzolnem računalniku, razvitem v okviru tega projekta. Funkcije, ki so implementirane na konzolnem računalniku, so omejene zaradi njegove narave (nepopolna tipkovnica, LCD prikazovalnik itd.).

Okolje je povezano v celoto s povezovalnim programom, ki je izdelan na principu drevesnih menijev. Izberemo lahko operacije s knjižnico, grafični editor kontaktnih shem, mnemonični editor, grafični Grafcet editor, prevajalnik, generator objektna kode, simulator in prenos podatkov.

Knjižnica je razdeljena na tri dele: delovno področje, glavna knjižnica in uporabniška knjižnica. Nad datotekami lahko izvajamo operacije, kot so brisanje, kopiranje, preimenovanje, iskanje in izpis posameznih aplikacij ali njihovih delov.

Aplikacije lahko pišemo v standardni grafični obliki relejnih shem, razširjeni s funkcijami, ki je je vajena večina aplikacijskih programerjev, ali pa v posebnem jeziku



Slika 2: Upravljanje s pomnilnikom

IMCL, ki je bil razvit v okviru tega projekta in ki omogoča programiranje kompleksnejših aplikacij. Gre za jezik, ki podpira sodobne koncepte strukturnega in modularnega programiranja, tanjšanje (stepwise refinement) ter navzdoljnje in navzgorne programiranje (top-down in bottom-up design). Program je sestavljen iz:

- * deklaracijskega modula, ki vsebuje podatke o funkcijskih modulih (časovniki, števcji, programatorji...), vrednosti konstant, definicijo okolja itd.,
- * glavnega programa, najvišjega nivoja aplikacije,
- * podprogramov, mehanizmov preprostejših enot,
- * funkcij, pravil za kompleksnejše obdelave,
- * sekvenc, pogojnega izvajanja

Generatorju objektne kode je vhod vmesna koda, ki jo dobi iz prevoda relejnih shem ali programa v IMCL. Program predela v binarno kodo, primerno za vpis v EPROM vezja ali za prenos v RAM v krmilniku. Glede na to, ali so prisotni paralelni koprocesorji, jih program vključi, ali pa vključi njihove simulacijske podprograme v glavnem procesorskem modulu.

Za hiter in preprost razvoj aplikacij je v okolje vključena tudi simulacija. Ta omogoča preizkus delovanja aplikacije že v delovni postaji in tako zmanjšuje čas in stroške, potrebne za implementacijo. Uporabnik podaja svojo aplikacijo v grafični ali mnemonični obliki. Simulator s svojo drevesno menijsko strukturo omogoča nadzorovano izvajanje programa z opcijami več ciklov, en cikel, izvajanje po korakih ali zvezno delovanje s prekinitvenimi točkami ali brez. Podatke lahko prikazuje na zaslonu ali tiskalniku, spreminjamo pa jih lahko z dvema namenskim editorjema.

Ko je aplikacija gotova, lahko generirano kodo prenesemo v RAM krmilnika, kjer jo lahko preizkusimo v objektu, ali pa jo vpišemo v EPROM vezja v konzolnem računalniku, ko smo v delovanje res prepričani.

5. ZAKLJUČEK

Opisani krmilnik je že prestal nekaj implementacij na precej zahtevnih objektih. Pokazalo se je, da so zmogljivosti sistema zadovoljive, da pa je zaradi kompleksnosti razvojne programske opreme njegova šibka točka počasnost prevajalnikov in generatorja objektne kode. Zaradi tega bo v prihodnjih verzijah treba razmisliti o drugačnih rešitvah v okolju za razvoj aplikacije, še posebej pri prevajanju ter generiranju objektne kode.

6. LITERATURA

1. M.Colnarič, M.Gerkeš, I.Rozman, B.Stiglic, M.Kolarič: Nadzorni program za industrijski mikroračunalniški krmilnik, MIPRO87, Opatija, maj 87, pp.4-78/4-82
2. J.Gyorkos, M.Gerkeš, I.Rozman, V.Žumer, P.Kokol, B.Vukelič: Generiranje objektne kode mnemoničnega jezika 16-bitnega industrijskega krmilnika za mikroprocesor MC68000, MIPRO87, Opatija, maj 87, pp.4-73 / 4-76
3. P.Kokol, M.Mernik, V.Žumer, I.Rozman, B.Vukelič: IMCL - Industrial Microcomputer Controller Language, ICS, Taipei University, Taiwan, 15.-17.12.1988

mag. Matjaž COLNARIČ, dipl.ing.
Jozsef GYÖRKÖS, dipl.ing.
mag. Peter KOKOL, dipl.ing.
Krista RIZMAN, dipl.ing.
dr. Ivan ROZMAN, dipl.ing.
Brane VUKELIČ, dipl.ing.
Anton ZORMAN, dipl.ing.
dr. Viljem ŽUMER, dipl.ing.

vsi Univerza v Mariboru
Tehniška fakulteta,
VTO Elektrotehnika, računalništvo in informatika
Smetanova 17, 62000 MARIBOR
dr. Maksimiljan GERKEŠ, dipl.ing.,
METALNA Maribor,
Zagrebska 20

Prispelo: 23.11.1988 Sprejeto: 9.4.1989

HLADILNI STOLP ZAPRTEGA TIPA

Andrej Grum, Žarko Friškovič

Ključne besede: hladilni stolp, hladilni sistemi, hladilna voda, regulacija temperature, temperatura vode

POVZETEK : Prispevek obravnava zamenjavo odprtega hladilnega stolpa, ki porablja velike količine vode, s stolpom zaprtega tipa lastne konstrukcije. Sistem je opremljen z avtomatsko regulacijo temperature vode in protizmrazovalno zaščito.

AIR - COOLED WATERCOOLER

Key words: cooling tower, closed circuit watercooler, cooling water, temperature regulation, water temperature

ABSTRACT: To eliminate water consumption of the open cooling tower, it was substituted by the original air-cooled watercooler. An automatic temperature regulation of cooling water and anti-frost protection is built-in.

1. UVOD

Tokrat se na pobudo glavnega urednika s temo pričujočega prispevka nekoliko oddaljujemo od vsebine, ki jo običajno prebiramo v naših Informacijah. Selimo se sicer na področje, ki je domena strojnikov in strojništva, vendar pa lahko ugotovimo, da marsikateri postopek ali tehnologija potrebujeta hlajenje oz. hladilno vodo. To dejstvo daje upanje, da bo vsebina zanimiva tudi za ne-strojnike, in da bo morda kdo od bralcev našel idejo za rešitev podobnih problemov.

2. OPIS PROBLEMA

Z nastopom toplejšega vremena postaja hlajenje delovnih prostorov, naprav in postopkov vse bolj aktualno. Zato je prav, da si ogledamo, kako smo v Iskri-Mikroelektroniki rešili enega izmed dolgoletnih problemov s področja hlajenja delovnih naprav. Konkretno gre za hlajenje dveh petstopenjskih kompresorjev, ki delujeta v okviru postaje za pridobivanje dušika iz zraka po Lindejevem postopku. Oba kompresorja obratujeta praktično neprekinjeno prek vsega leta in tako imamo opravka s stalnim izvorom toplote moči cca. 200 kW, ki ga hladimo z vodo.

Dosedanji t.j. prvotno zasnovani princip hlajenja je temeljil na hladilnem stolpu odprtega tipa, ki je prek toplotnega izmenjevalca ohlajal hladilno vodo kompresorjev. Med nekajletnim delovanjem tega sistema so se pokazale naslednje bistvene pomanjkljivosti:

- * velika poraba sveže vode (ta je v Stegnah vsa iz mestnega vodovoda in zato še posebej dragocena)
- * postopno mašenje izmenjevalca (to je zahtevalo pogosto vzdrževanje)
- * uporaba precejšnje količine okolju škodljivih kemikalij za čiščenje sistema in mehčanje vode

Zato smo začeli razmišljati o možnih rešitvah problema. Kmalu smo prišli do naslednjih zahtev za rekonstrukcijo hladilnega sistema:

- * dosegati moramo potrebno temperaturo hladilne vode (30°-40°C)
- * zmanjšati moramo porabo dragocene pitne vode

- * vzdrževanje sistema mora biti enostavno
- * poraba energije mora biti čim manjša

Posledica navedenega je bila zahteva po menjavi starega hladilnega stolpa odprtega tipa s hladilnim stolpom zaprtega tipa. S tem je odpadla potreba po toplotnem izmenjevalcu, saj je zaprti stolp moč vključiti direktno v tokokrog hladilne vode kompresorjev, bistveno pa se je zmanjšala tudi poraba mehčane vode in električne energije. Novi stolp smo priključili tako, da je tudi starega še moč uporabljati v primeru remonta ali okvare novega stolpa (glej shemo, slika 1).

3. TEHNIČNI OPIS REŠITVE

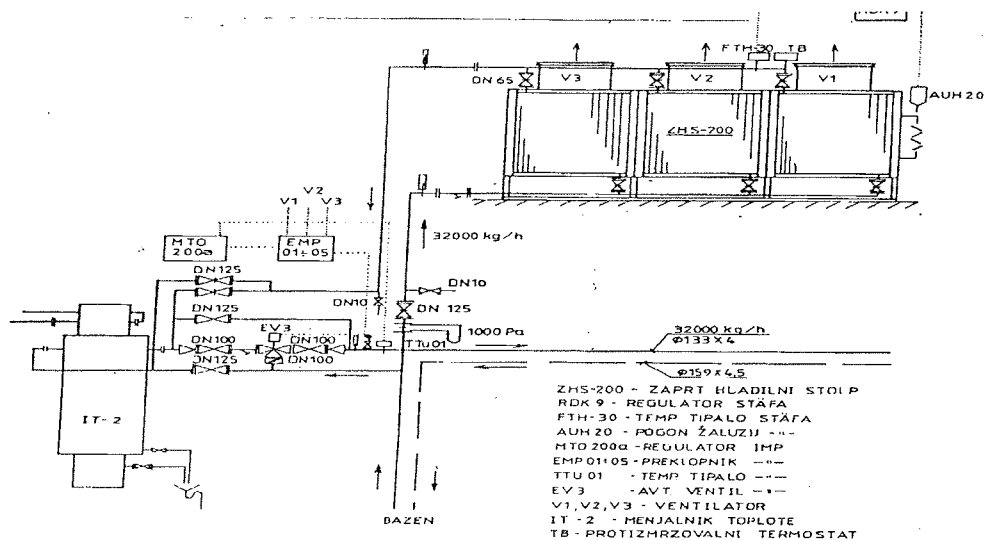
Hladilna voda se iz obstoječega bazena s pomočjo črpalke potiska v hladilni stolp ZHS-200, kjer se med pretokom skozi menjalnice (toplotne registre), ki jih prepuhujemo z zunanjim zrakom, ohladi na delovno temperaturo. Iz stolpa teče voda skozi kompresorje in nato se vrača v bazen. Regulacija temperature hladilne vode je povsem avtomatizirana (glej tč. 4). Sistem deluje neodvisno od starega sistema, čeprav je z ustreznim položajem vgrajenih zapornih ventilov možno tudi hkratno delovanje obeh ali pa le starega sistema. Princip hlajenja stolpa ZHS-200 počiva na izmenjavi toplote v sistemu voda-zrak, pri čemer voda ne pride v neposreden stik z zrakom in se zato tudi ne kontaminira s smogom in prahom, ki ga najdemo v okoljskem zraku.

Stolp ima nazivno moč 200 kW pri naslednjih pogojih:

- * temperatura okoljskega zraka je 30°C
- * volumski tok zraka je 90.000 m³/h
- * volumski tok vode je 32 m³/h
- * temperatura vstopne vode je 40°C

Za izmenjavo toplote smo izbrali 6 enakih menjalnikov domačega proizvajalca in jih namestili v parihi. Za prisilni pretok zraka prek menjalnikov smo uporabili tri aksialne ventilatorje z nazivnim pretokom 30.000 m³ zraka na uro. Ventilatorje poganjajo elektromotorji z močjo 1,5 kW.

Hladilni stolp je sestavljen iz treh ločenih con (po potrebi bi jih lahko bilo tudi več), tako da en ventilator skrbi za



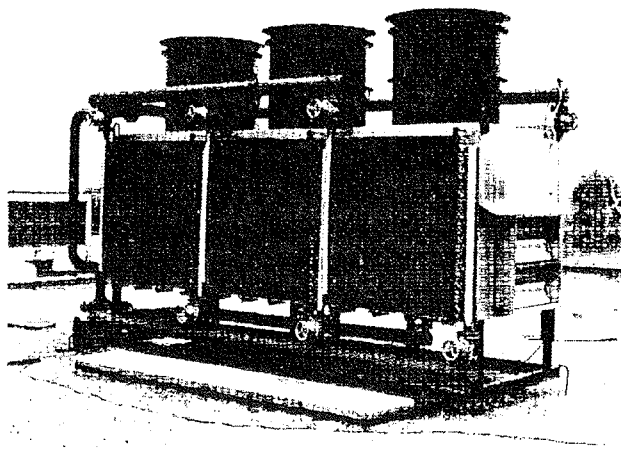
Slika 1: Shema hladilnega sistema

pretok zraka skozi dva menjalnika. Na vstopu in izstopu vode vsakega menjalnika so vgrajeni zasuni, kar omogoča demontažo posameznih menjalnikov med obratovanjem stolpa. Odzračevanje sistema je izvedeno z avtomatskimi odzračevalnimi lončki. Celotni stolp je instaliran na strehi zgradbe na ustreznem betonskem podstavku. Njegova teža (brez vode) znaša okoli 18 kN, osnovne mere pa so približno 4,6 m x 1,8 m x 2,9 m.

Hladilno kapaciteto stolpa je moč še povečati z dogradnjo sistema pršilnih šob, torej z vlaženjem menjalnikov.

4. REGULACIJSKI SISTEM

Ker želimo, da bi bila temperatura hladilne vode čimbolj stalna in naj ne bi presegala 30°C (razen poleti, ko se okoliški zrak bolj segreje), smo sistem opremili z avtomatiko. Tipalo TTu1 meri temperaturo vode na vstopu v kompresorje. Regulator MTO 200a pretvori signal tipala in ga posreduje elektromehanskemu regulatorju EMP 01-05, ki krmili mešalni ventil EV3 (ta ne sme biti nikoli povsem zaprt) in stopenjsko vklaplja ventilatorje V1, V2, in V3. Izbira vrstnega reda vklopa ventilatorjev je poljubna in omogoča izenačevanje števila obratovalnih ur s posebnim stikalom na razdelilni omarici.



Slika 2: Hladilni stolp

Pri temperaturah zraka pod 10°C mora biti izbirno stikalo nastavljeno tako, da se kot prvi vključi ventilator V1. Le-ta je namreč povezan s posebnim regulacijskim krogom, katerega naloga je zaščititi hladilni stolp pred zmrzovanjem in preprečiti preveliko vklapljanje in izklapljanje ventilatorja v kratkem času. Omenjeni regulacijski krog je sestavljen iz regulatorja RDK 9, ki ga krmili tipalo FTH-30. Regulator v odvisnosti od nastavljene temperature odpira ali zapira žaluzije in s tem spreminja pretok zraka prek menjalnika oz. preprečuje zmrzovanje. Sistem je dodatno zavarovan pred zmrzovanjem z dvema cevnama protizmrzovalnima termostatom TB, ki sta vgrajena na izstopnih cevovodih in izklapljata ventilatorje. V primeru izklopa pogonske črpalke ali izpada električne energije se celotni sistem samodejno izprazni, saj vsa voda sama steče navzdol in prek kompresorjev v bazen.

5. ZAKLJUČEK

Opisani hladilni sistem že več kot eno leto in pol brezhibno deluje in v tem času smo si na račun prihranjene mestne vode že večkratno (!) povrnili sredstva, ki smo jih vložili v konstrukcijo in izdelavo stolpa.

Ob koncu navedimo še, da je bil naš prispevek k varčevanju s pitno vodo, ki smo ga dosegli tudi s postavitvijo opisanega stolpa, preteklo leto deležen javnega priznanja v obliki inovacijske nagrade SOZD Iskra.

6. LITERATURA

Recknagel, Sprenger: Grejanje i klimatizacija, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1984

ANDREJ GRUM, dipl.ing. fiz.
ŽARKO FRIŠKOVIČ, ing. stroj.
ISKRA MIKROELEKTRONIKA,
STEGNE 15d, LJUBLJANA

Prispelo: 25.02.1989 Sprejeto: 02.04.1989

MATERIALI - MATERIALI - MATERIALI

GASES FOR THE ELECTRONICS INDUSTRY

B. Reimann

Messer Griesheim, a Hoechst subsidiary, is active in the field of gases and cryogenics as well as welding and cutting. With worldwide sales of nearly 2000 millions DEM in 1987, Messer Griesheim ranks fifth in the world in industrial gases and welding and cutting equipment. At the present time, the company is running 16 air separation plants. Storage capacities available for liquefied gases - nitrogen, oxygen, argon and hydrogen - amount to about 20 million m³ distributed over 33 production facilities.

Gases play a key role in the manufacture of semiconductor components, optical fibres, and microsensors. Reliable delivery of gases, which maintain high standards with respect to chemical impurities as well as to particulates is of crucial importance for high production yields.

Messer Griesheim's answer to this demand is

THE MEGAPUR^R-SYSTEM

with its thorough elimination of contamination sources by a great number of measures in the field of gas supply logistics, from the generation of these gases to transport and storage to the point of use.

The Megapur^R-System: perfection down to the last detail

The Megapur^R-System is based both on well know, but also on newly developed processes to eliminate sources of particles. The perfection starts with the construction and the choice of materials.

Components in contact with gases are made out of stainless steel. All internal surfaces of storage tanks are first mechanically ground and subsequently electropolished according to a process specified by Messer Griesheim. The same applies to internal surfaces of fittings and pipelines.

The electropolishing process is followed by a multistep purging procedure including the removal of electrolyte residues. Finally, the components are carefully dried with ultra-high-purity nitrogen and then sealed.

In the production steps, which follow, a number of measures are taken to guarantee that the high quality of all the internal surfaces does not deteriorate. Thus, the components are mounted to a large extent under clean room conditions. Pipe bends are made according to a special technique which does not affect the surface

quality. Wherever possible, pipes are orbitally welded. Purging and shielding gases are analyzed for gaseous impurities, such as oxygen, water or hydrocarbons, and particles; the measurements are documented.

The supply systems are to a large extent of a modular design. Prefabricated components will be transported to the place of use in sealed packings. The number of pipe connections to be made on the spot is kept as low as possible. A clean-room-container is available for construction sites, allowing dust-controlled storage and assembling.

High-purity bulk gases are generated in specially designed and analytically monitored installations. The number of fillings is kept as low as possible. Each filling takes place according to a controlled process minimizing the risk of contamination. At points where the various subsystems interface, microfilters are installed.

Liquid supply

Nitrogen, argon, oxygen and hydrogen are transported and stored as cryogenic liquids. All tankers and storage tanks used for this purpose comply with the Megapur^R-standard. A special treatment of the internal surface of the cryogenic pumps guarantees that the gases will not come into contact with copper or brass. A transportable 600 L tank has been developed by Messer Griesheim for those customers requiring smaller quantities, e.g. research facilities and university institutes.

Gaseous hydrogen

For the supply of gaseous hydrogen, a newly developed, high pressure gas trailer is available as an additional possibility. The container with its electropolished internal surfaces, has a capacity of approx. 3.000 m³ of high-purity hydrogen at a pressure of 60 bar.

Analytics

The most important prerequisite for the production of high-purity gases is efficient analytical methods. Messer Griesheim had had experience with the precise analysis of gaseous impurities for many years. Nowadays, high-purity gases can be supplied in specially treated aluminium cylinders up to an overall purity of 7.0 (99.99999%), i.e. the sum of all impurities is less than 0,1 ppm.

However, entirely different equipment is required for the analysis of contamination by particles.

With physical methods such as electron microscopy or x-ray fluorescence, information can be obtained on the type and origin of particles. For the quantitative measurement of particle concentrations, Messer Griesheim uses a full range of laser particle counters and condensation nucleus counters. Suitable equipment is available both for routine checks during production and for test runs at the point of use.

Purifiers

It is not always appropriate from the economical point of view to use gases with minimum total impurities. Sometimes it may be sufficient to eliminate unwanted components by selective purification.

Messer Griesheim supplies different purification systems to remove impurities. An appropriate system can be chosen according to the problem to be solved and the type of gas concerned. For use at the customer's premises, these systems can be supplied either in laboratory or in larger versions.

Reactive gases

Messer Griesheim supplies the electronics industry with the full range of process gases. For the most important gases, such as monosilane, dichlorosilane or tetrafluoromethane, we have our own sources. For the starting materials, we can rely on the large range of Hoechst products. There is also close cooperation between Messer Griesheim and Hoechst in the field of research and development.

A number of gases are processed in our own purification units at our specialty gas facility in Duisburg. This recently modernized production centre for gases for the electronics industry incorporating the full range of modern analytical techniques, allows us both to comply with the high requirements of our demanding customers and to ensure guaranteed delivery.

Some of the analytical methods employed

Hygrometers: dew point
quartz resonance
Heavy metals: AAS (atomic absorption spectroscopy)
Oxygen: phosphor-luminescence
Gas chromatography (GC)
Mass spectrometry (MS)
GC-MS
Fourier transform infrared (FT-IR) spectrometry

Cylinder preparation

Cylinders for reactive gases have to meet special requirements. Pre-treatments vary according to the properties of the gas. One possibility for steel cylinders is galvanic plating. Aluminium cylinders are conditioned by

chemical methods, including treatment with liquid chemicals and reactive gas mixtures. Special methods are applied with stainless steel cylinders. Prior to each filling all cylinders are baked and dried by purge-evacuate-cycles, using high-purity nitrogen.

Pressure regulators, valves and fittings

For high-purity bulk and reactive gases, Messer Griesheim supplies appropriate hardware made out of electropolished stainless steel.

The standard program includes single stage and two-stage pressure reducers, complete expansion stations for central gas supply from cylinder batteries with automatic switching, and supply panels in ventilated safety boxes.

SILANE	Ultra high Purity	Electronic Grade
O ₂	1 vpm	1
H ₂ O	1	3
H ₂	30	100
N ₂	2	50
CO + CO ₂	1	5
CH ₄	0.1	10
C ₂ H ₆	0.1	
C ₃ H ₈	0.1	
C ₂ H ₄	0.5	
Chlorsilanes	0.5	
Si ₂ H ₆	1	
Alkylsilanes	1	
Ar + He	1	10

Tetrafluormethane	
O ₂	max. 5 vpm
N ₂	20
CF ₃ Cl	5
CHF ₃	5
C ₂ F ₆	5
other CFCs	10
other FCs	10
CO ₂	5
CO	1
SF ₆	5
H ₂ O	5
acidity	1

Messer Griesheim Austria GmbH
Am Kanal 2
Postfach 18
A-2352 Gumpoldskirchen
Tel.: 0 22 52/6 25 81

ŠOLANJE ZA MIKROELEKTRONIKO

Multi-project gate array system for educational purposes Published with permission of Journal of Semicustom ICs

M.R. Haskard

School of Electronic Engineering. The South Australian Institute of Technology, P.O.Box 1, Ingle Farm, South Australia 5098

With the growing importance of application-specific integrated circuits it is necessary that electronic engineering undergraduate courses provide training in the area. This paper describes an approach taken at the South Australian Institute of Technology, where a multiproject gate array chip and test experiment board have been especially designed for student work. Up to 49 individual student projects can be accommodated on the chip, thereby giving low fabrication costs. The chip is fabricated locally and uses I²L logic. Designs can be undertaken on any IC workstation that provides outputs in CIF format. The experiment board allows students to test their designs in a normal teaching laboratory environment.

1. Introduction

The importance of application specific integrated circuits is seen in the predictions for world requirements. Further, recent reductions in costs for minimum quantities make semicustom design and particularly gate arrays an attractive manufacturing alternative. On the Australian scene where many manufacturers can only support small quantities and afford low up-front costs, these advances in semicustom techniques are attractive, and it is anticipated that there will be a rapid growth in the use of application specific integrated circuits. To prepare for this graduates need to receive training in semicustom design techniques.

2. Semicustom training

Training in full-custom design using multiproject chips has, until recently, been the usual method of training undergraduate and postgraduate students in Australia in integrated circuit design. It is rare for students to receive training in semicustom design. While it is true that once trained in the more complex full-custom design one could, with little difficulty, undertake semicustom design, there are good reasons for introducing a course on semicustom design.

Many Australian manufacturers are not interested in full-custom design as they have neither the market volume nor the inclination to pay out large up-front costs that

commit them to a particular path for many years ahead. Further, in training electronic engineers to do full-custom design, the introduction of semicustom design can be used as a sleeping stone. Such is the case in the School of Electronic Engineering at the South Australian Institute of Technology, where, semicustom design is taught as a compulsory component in the third year of the Bachelor of Electronic Engineering degree, while the full-custom design methodology is one of several microelectronic electives available in the fourth and final year.

The philosophy of the School is to back up theory with practical work. Thus, it was felt essential that in the teaching of semicustom design, student designs should be fabricated in silicon and tested. In this way the design/learnig/experience loop is completed.

The difficulty faced in putting this into practice is to find a semicustom device that can accommodate a large number of student designs at low cost. There are three possibilities.

- (a) To use a commercially available gate array and allocate each student a number of gates. The difficulty here is that there are insufficient pads available, and frequently those that are assigned to a student can be separated by several designs and thus there is a routing problem.
- (b) To use a commercially available gate array and break it down into several identical areas, for example quarters. A group of students is assigned an area and they are responsible for a reasonably large project. The difficulty with this scheme is that if one student makes an error then the work of many students is ruined. Further, students cannot identify their design and individually test it.
- (c) The final scheme is to design a special semicustom chip, one that is suitable for training students. This is the approach taken by the School.

3. An educational semicustom chip

The Microelectronics Centre had already established a route into the Philips foundry at Hendon in South Australia, so it seemed sensible to use it (Haskard 1985). Not only were costs reasonable, a proven route, but there were advantages in having everything close at hand. The only possible difficulty was that the process available is

not well known, namely integrated injection logic (I^2L). The strategy adopted was that students would not have access to the automatic routing and simulation software that had been written for large I^2L gate arrays. Instead it was felt that students would benefit more if they were required to do the layout by hand and simulation using SPICE. Since the material was only a small component in a larger subject, practical work had to be completed within 8 hours of class period. This includes the testing of the completed chips.

From the above considerations and examining possible problems that students could be given it was decided that the student gate arrays need only have 8 input/output pads, and contain the equivalent of 30 two-input gates. A problem that exists with all integrated circuits is the area taken up by pads. Adequate input protection and output drive capability requires large pad cells. Consequently an early decision was made to place all pad interfacing circuitry off-chip to minimise pad area. Two possibilities were explored, the first being to have a standard pad chip that performed the I^2L to CMOS/TTL level transformation. In packaging student designs the package would already contain the pad chip. The second approach and the one adopted was to produce a special experiment board that provided all the facilities necessary to test the I^2L gate arrays. This included discrete transistor input and output interface circuits as well as output LEDs for static tests, 40 pin low-insertion socket with 4 mm output sockets for simple wiring. '0' and '1' logic levels and a selection of injector current resistors.

To further reduce the number of pads, pad sharing was considered and introduced. To ensure that this is possible all 4 combinations of input/output connections were considered and shown possible. Only one column is energised at a time (Fig.1). The final problem was how to lay out the array. The gates could be grouped in a number of ways, Fig.2 showing three possibilities. Of these the first was selected. (It automatically allowed the second.) Thus the total gate array consists of a 7 by 7 matrix of individual student arrays accommodated on a 5 mm by 5 mm chip. Each student array contains 20 three-output I^2L gates and eight input/output pads. They are grouped together and powered as seven columns,

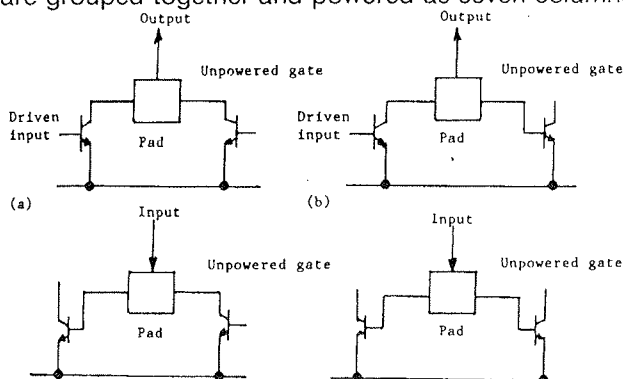


Figure 1: Pad sharing. The four possible combinations are shown

each column consisting of seven student arrays. Thus it is possible to power up one column at a time so that adjacent columns sharing the pads are not energised. Fig. 3 shows the layout of the 49 student gate arrays. The spare space at the top and bottom contains ground and injector pads and two ring oscillators to check processing performance.

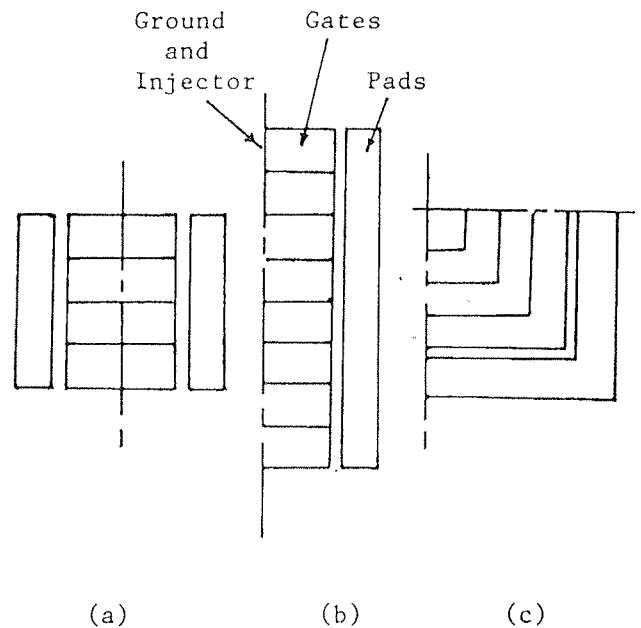


Figure 2: Alternative layouts of gates, pads and rails

The gates are characterised using the upper three layers, namely collector N+ diffusion, oxide contact cut, and metal. Use of three layers increases the gate flexibility and reduces the interconnect area.

Although the gate array design shown in Fig. 3 includes all the pads for 49 individual student designs, it must be

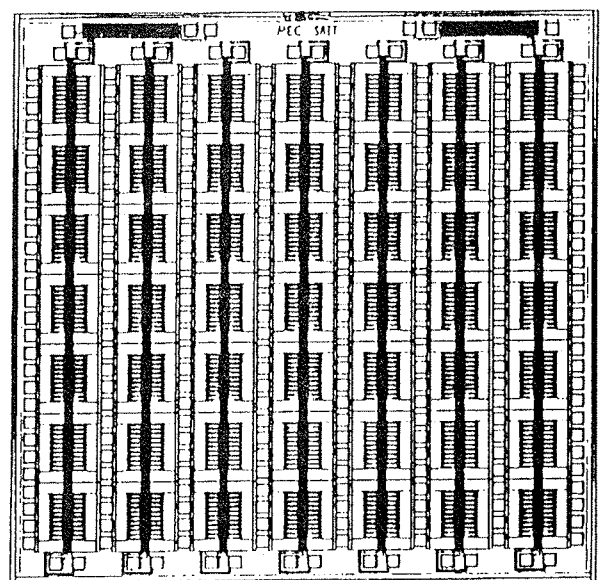


Figure 3: Basic gate array structure before being programmed. Note the 7x7 structure, shared pads and ring counters.

pointed out that these pads are simply part of the metalisation layer. As such they are under the lecturer's control. Pads can be removed as required, allowing other groupings of the I^2L cells. Thus, if there were less than 49 students in a class, then the 7 by 7 array could be broken up into a smaller array, each student being given 30, 40, 50, etc. gates. The limit is one student having available 980 gates with 56 pads around the outside. None of this changes the bottom four mask layers. Two ring counters are included on the chip for performance verification.

4. A typical classroom situation

Students undertaking the section on application specific integrated circuits receive nine hours of lecture, three hours of tutorial and eight hours of design/practical/testing. During the tutorial and design times the students undertake simulation runs, both before and after layout and use the program Belle (a Pascal textual input program) to layout their design. This program has had added to its library two new cuts that allow collectors and bases to be set up, and contacts made to them. In addition the common lower four layers of a gate array are available as a library cell. A grid can also be called from library to assist in metal routing. Naturally interactive layout programs could be used, the only restriction being that the output must be in CIF.

To assist students, they receive CIF position information on the cell, simple layout rules, model information, including parameters for SPICE, and specific instructions on the report and testing that must be undertaken.

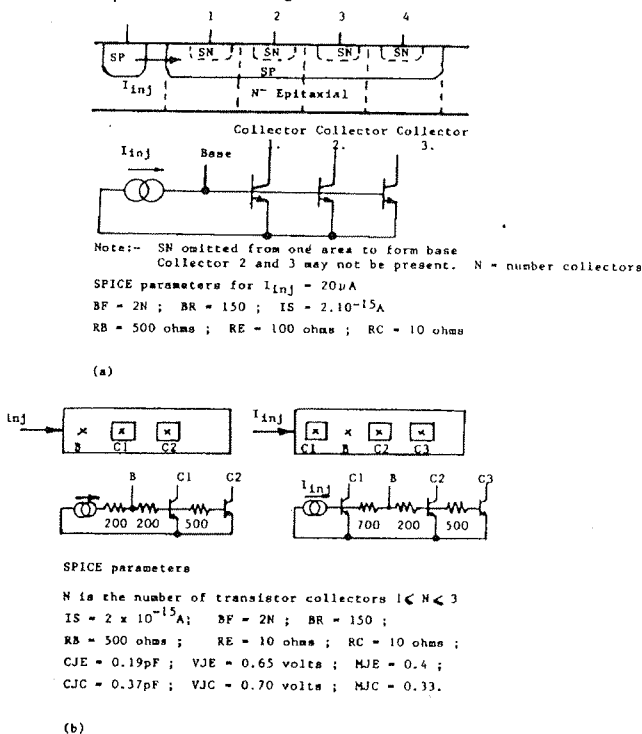


Figure 4: SPICE simulation models for an I^2L gate (a) simple (b) more complex models

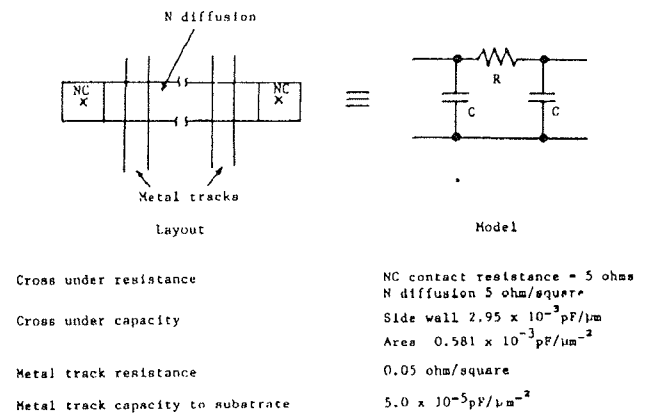


Figure 5: Parasitic component values and model for a cross-under

The design process is an iterative one, consisting of four steps. Initially an I^2L schematic diagram is determined, one that will perform the set exercise function. This is then confirmed by SPICE simulation using a simple model (Fig. 4(a)). If correct a layout is undertaken and when completed a further simulation undertaken, one which includes important parasitic components (Fig. 5), such as cross under resistance and capacitance as well as an improved model of the I^2L gate. Depending on where the base and collector contacts are positioned as well as number of collector contacts to a gate so the particular model (Fig. 4(b)).

Typical projects which have been undertaken include:

- * 2 to 4 decoder with enable
- * 2 bit expandable ALU
- * parity generator
- * JK flip-flop with reset and clear
- * self-correcting 2 bit shift register
- * 2 bit binary synchronous counter
- * programmable 2 bit divide-by-N counter

Although most units have to be restricted to two bits the specifications call for them to be expandable. Each project was given to two students, one having to complete a layout using two horizontal cell groups, each group being of 10 gates, and one using two vertical cell groups.

After design is a simple matter to merge them all on the 7 by 7 matrix. They are then sent off for mask-making and fabrication. Packaging is undertaken inhouse using 40 pin DILs. Alternative cheaper printed circuit card packages have been designed, and these may eventually replace the ceramic variety currently used.

Students test their gate arrays using an experiment board designed especially for the I^2L gates. Fig. 6 shows the layout of the experiment board.

Normal laboratory generators, meters and oscilloscopes are only required to perform dynamic tests. The board is self sufficient for static testing. Fig. 7 shows the discrete interface circuit used.

A detailed report is written on the exercise by each student. It is produced in two instalments, the first part after the design and the second once testing is completed. The initial report specifies the testing procedures.

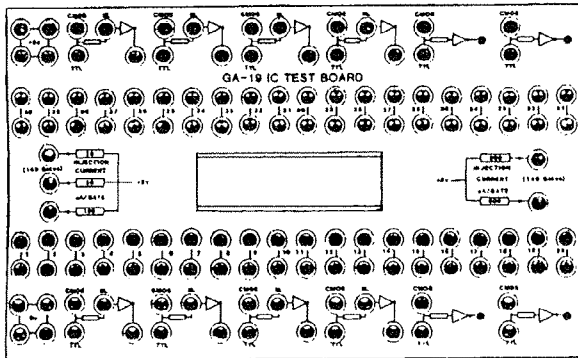


Figure 6: Experimental board used by students to evaluate their gate array designs

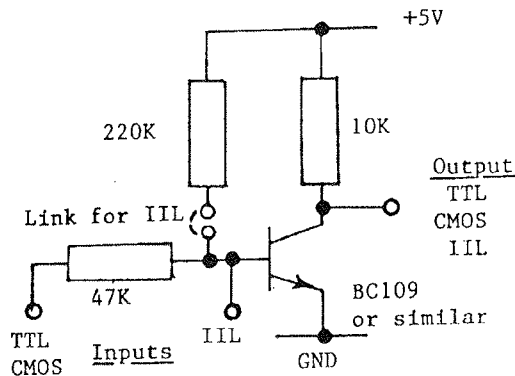


Figure 7: The interface circuit

5. Results

The student gate array was used within the School for the first time in 1987, bringing an enthusiastic response from students.

Of the designs undertaken by students some 65% functioned as designed. Fig. 8 shows the layout of the chip as fabricated. The project using horizontal and vertical cell groupings can be clearly seen.

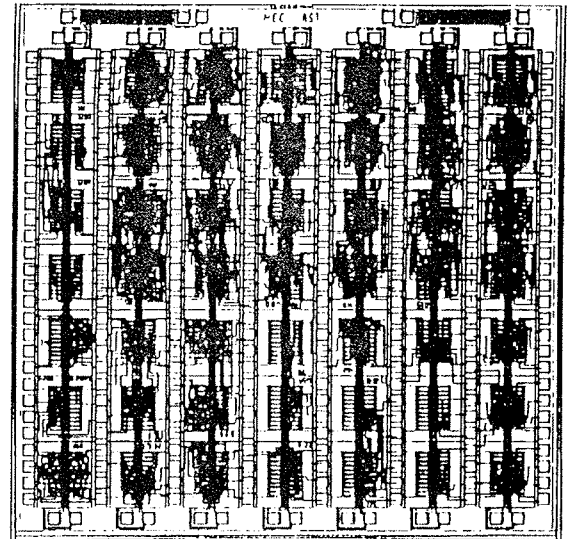


Figure 8: Merged design of student gate arrays

The exercise is being repeated this year with the time allocation being slightly modified. More time is being given for the gate array design so that the 20 hours will be divided as 7 hours lecture, 3 hours tutorial and 10 hours for design and testing.

6. Conclusions

The semicustom series of lectures, tutorials and practicals has much to commend it. Undergraduates not only learnt first hand the skills of semicustom design, but they were enthusiastic about the whole exercise. The layout, design information and test board information will be made available to all educational establishments who would wish to use it.

BIOGRAPHY

Malcolm R. Haskard is on the academic staff of the South Australian Institute of Technology. His position is Principal Lecture-In-Charge, The Microelectronics Centre, School of Electronic Engineering, with responsibilities for the introduction and evolution of microelectronic design educational activities.

PRIKAZI DOGODKOV, DEJAVNOSTI ČLANOV MIDE M IN DRUGIH INSTITUCIJ

PODSTICANJE TEHNOLOŠKOG RAZVOJA

Jugoslavija će za podsticanje tehnološkog razvoja u ovoj godini obezbijediti 509.254.500.000 din. Za ova sredstva konkurira 126 projekata i programa.

nauku, tehnologiju i informatiku odobrio je sredstva za 78 projekata i programa.

Prošle, 1988.godine, angažovano je ukupno 74.518.130.000 din. Od 214 programa Savezni komite za

U ovom broju Informacija donosimo kompletan spisak prihvaćenih projekata i odobrenih sredstava.

I. Razvojno-eksperimentalna istraživanja

Oznaka	NAZIV PROJEKTA I KOORDINATOR		-u 000 dinara
	Integralna ocena	Podsticajna sredstva za I godinu	Ukupna podsticajna sredstva
1	2	3	4
1. Genetski i tehnološki aspekti u stvaranju jugoslovenskog tipa mesnate svinje-Poljoprivredni fakultet OOUR Institut za stočarstvo Novi sad			
PR-59	94.88	302.640	1708.170
2. Servo-pogon s elektronskim komutiranim motorom-ISKRA-Elektromotorji p.o. Železniki			
PR-177	94.56	626.560	1,803.800
3. Razvoj poljoprivrednog aviona nove generacije-SOUR VI Soko,RO Institut vazduhoplovnih tehnologija,Mostar			
PR-152	90.92	121.500	121.500
4. Elektronika i optoelektronika budućnosti-MEIUS-ISKRA,Industrija za automatiku Ljubljana			
PR-30	85.94	7,477.870	21,551.850
5. Razvoj energetskih transformatora sa gasnom izolacijom- Energoinvest,RO Institut za elektroenergetiku Sarajevo			
PR-172	85.13	150.790	401.540
6. Razvoj i proizvodnja biološko aktivnih peptida-LEK,TOZD Razvoj i raziskave,Ljubljana			
PR-16	84.87	1,271.530	4,642.450
7. Razvoj linija za sušenje bioloških materijala-RO Fabrika termotehničkih uređaja i montaža CER,Čačak			
PR-74	84.78	399.720	1,283.100
8. Novi materijali i superprovodne tehnologije -SOUR Rudarsko- topioničarski basen,Bor			
PR-114	78.87	1,095.640	4,603.410
9. Elektromotorni vlak s izmeničnim elektromotornim pogonom-RO Rade Končar Razvoj proizvoda i proizvodnje OOUR Elektrotehnički institut,Zagreb			
PR-130	76.80	682.750	4,954.100
10. Metali i legure sa posebnim svojstvima-Slovenske železarnice,Ljubljana			
PR-55	76.03	478.510	3,373,610
11. Inteligentna mikroelektronska kola snage-Rade Končar,OOUR Elektrotehnički fakultet Zagreb			
PR-46	74.88	228.890	2,323.570
12. Fleksibilne proizvodne tehnologije i fleksibilne automatizovane fabrike-Industrija Ivo Lola Ribar,RO Lola Institut Beograd			
PR-151	74.29	4,697.670	26,467.070
13. Razvoj tehnologija dobijanja visokokvalitetnih alumosilikatnih oksida i neoksidnih komponenti i njihova primena za kompozitne materijale-Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina,Beograd			
PR-117	73.08	381.710	1,537.850
14. Razvoj inteligentnih merilnih sistemov in aparator-ISKRA Kibernetika Kranj			
PR-209	72.17	1,087.080	3,349.600
15. Sklopne aparature 7,2-30 kW izoliranih plinom SF-6-RO Rade Končar,Razvoj proizvoda i proizvodnje OOUR Elektrotehnički institut,Zagreb			
PR-174	71.85	248.350	1,489.270
16. Razvoj elemenata i planiranje ćelijskog-radio-telefonskog sistema- Nikola Tesla Zagreb			

Oznaka	NAZIV PROJEKTA I KOORDINATOR		-u 000 dinara Ukupna podsticajna sredstva
	Integralna ocena	Podsticajna sredstva za I godinu	
1	2	3	4
PR-40	71.35	1,243.460	5,701.860
17. Fleksibilne tehnološke linije za nanošenje zaštitnih premaza-Fabrika termotehničkih uređaja i montaža-„CER“ ČAČAK			
PR-75	70.31	129.420	429.000
18. Istraživanje i razvoj poljoprivrednih traktora poboljšanih karakteristika i nove generacije sistemskih, traktora-Naučno- obrazovni institut za poljoprivrednu tehniku i racionalizaciju Novi Sad			
PR-122	70.14	110.440	929.770
19. Razvoj pralnog stroja RC-N transportne tehnike za steklenice-„Radenska“ Radenci			
PR-197	67.97	147.870	295.740
20. Računarski upravljački sistemi za fleksibilne proizvodne sisteme - SOUR Industrija Ivo Lola Ribar RO Lola Institut, Beograd			
PR-146	66.83	350.860	1,683.500
21. Primarni referentni materijali u metalurgiji-Slovenske železarnice Ljubljana			
PR-56	61.92	207.630	1.112.130
22. Razvoj, projektiranje i proizvodnja robota i robotizacije proizvodnih procesa u elektromehaničkoj i elektronskoj industriji Iskra Kibernetika Kranj			
PR-210	61.28	427.070	946.260
23. Razvoj i proizvodnja sistema robotizovane montaže karoserija vozila-Industrija Ivo Lola Ribar, RO LOLA, Institut Beograd			
PR-183	60.52	95.330	762.830
24. Istraživanje i definisanje novih procesa prevoza robe železnicom - Saobraćajni fakultet-Institut saobraćajnog fakulteta Beograd			
PR-64	58.09	42.080	126.230
25. Istraživanje i razvoj funkcijskog digitalnog telekomunikacijskog sistema s integriranim službama posebne, namene - RO Nikola Tesla Tvornica telekomunikacijskih uređaja			
PR-199	57.72	5,841.840	20,165.100
26. Računarska automatizacija procesa u hemijskoj i procesnoj industriji - Industrijska energetika (INEA) Domžale			
PR-24	54.74	969.380	3,868.730
27. Razvoj i proizvodnja industrijskih robota univerzalne aplikacije - SOUR Industrija Ivo Lola Ribar-RO LOLA Institut za fiziku, Beograd			
PR-142	54.31	894.870	4.623.900
28. Razvoj plazmenih tehnologija-Institut za nuklearne nauke Boris Kidrič OUR Institut za termotehniku, energetiku, Vinča			
PR-128	54.26	519.550	1,592.400
29. Razvoj i unapređenje jedinstvenog digitalnog telekomunikacijskog sistema u SFRJ sa integrisanim službama (ISDN) sa formiranjem jugoslovenske digitalne mreže sa integrisanim službama-Zajednica jugoslovenskih pošta telegrafa i telefona			
PR-48	53.81	5,345.800	25,415.600
30. Razvoj tehnologija i opreme za efikasno sagorevanje niskovrednih i čvrstih goriva - Institut za nuklearne nauke Boris Kidrič-Vinča			
PR-95	50.93	919.980	5,182.890
31. Istraživanje i razvoj mehaničkih prenosnika za servo-pogone u robotici-RO SEVER OUR Prenosnici pumpe i agregati-Subotica			
PR-184	49.49	281.820	1,270.370
32. Razvoj metoda proračuna delova od kompozita i opreme za proizvodnju-Industrija Ivo Lola Ribar, RO LOLA, Institut			
PR-145	49.33	85.520	471.480
33. Fleksibilni proizvodni sistemi FPS za obradu rotacionih delova, SOUR LŽT Kikinda, RO Numerika Kikinda			
PR-139	48.95	923.390	2,691.350
34. Razvoj komponenti sistema automatskog upravljanja u nuklearnim elektranama - SOUR Energoinvest RO Institut za automatiku i računarske nauke Sarajevo			
PR-44	45.37	281.250	1,698.570
35. Merna vazduhoplovna tehnologija-Institut Mihajlo Pupin, RJ Automatika, Beograd			
PR-107	39.68	1,671.990	3,759.450
36. Razvoj, proizvodnja i aplikacija robota za površinsku zaštitu -RO Gorenje, Procesna oprema			
PR-203	38.72	210.000	630.000
37. Formiranje jedinstvenog jugoslovenskog elektroenergetskog eksperimentalnog-istraživačkog kompleksa-istraživačko razvojni radovi-Energoinvest, RO Institut za elektroenergetiku, Sarajevo			
PR-173	32.23	243.670	1,676.700

Oznaka	NAZIV PROJEKTA I KOORDINATOR		-u 000 dinara
	Integralna ocena	Podsticajna sredstva za I godinu	Ukupna podsticajna sredstva
1	2	3	4
38. Postrojenja za sagorevanje u fluidiziranom sloju malih i srednjih snaga EM-HIDROMONTAŽA, Gosposvetska 84-86 Maribor			
PR-204	38.54	194.890	866.560
39. Racionalizacija poslovno-proizvodnih sistema SOUR Djuro Djaković, RO Institut za strojarstvo-Stroj.fak.Slavonski Brod			
PR-65	35.24	893.210	4,144.490
40. Razvoj sistema za podršku donošenju odluka u upravljanju hidroelektranama u slivu Drine-Institut Mihajlo Pupin Beograd			
PR-157	33.73	18.000	24.000
41. Razvoj sistema za podršku donošenja odluka u upravljanju hidroelektranama u Gorskom Kotaru i Lici-Institut Mihajlo Pupin, Beograd			
PR-156	33.73	36.000	36.000
42. Tehnologija izrade magnetnih nosača podataka i primena istih u svrhu bezgotovinskog plaćanja-Tovarna dokumentnega in kartnega papirja, Radeče			
PR-79	31.21	381.040	934.080
43. Razvoj informacionog sistema tehnologije i opreme za obeležavanje i prepoznavanje robe prometa (BAR CODE-EAN/UPC)- Institut za fiziku, Beograd			
PR-158	28.39	682.020	1,431.930
44. POS-portabilni operacioni sistemi-ISKRA-Delta Ljubljana			
PR-33	28.22	998.480	2,118.320
45. Istraživanje primene visokočvrstnih čelika u konstrukcijama i opremi - Djuro Djaković, RO Montaža Slavonski Brod			
PR-100	23.99	313.050	1,525.310
46. PARSYS-Inteligentni paralelni računalniški merni in kontrolni sistem šeste generacije- ISKRA-Delta, Ljubljana			
PR-36	23.27	975.410	4,050.720
47. Dobijanje i primena polimernih materijala u farmaciji i medicini - „Galenika“ Farmaceutsko-hemijska industrija			
PR-82	22,81	1,140.440	7,143.000
48. Računarske komunikacije-ISKRA-Delta Ljubljana			
PR-35	21.37	195.270	763.730
49. Tehnologije nuklearnog gorivnog ciklusa-SOUR Energoinvest, Sarajevo			
PR-138	18.88	2,567.760	8,794.800
50. Razvoj perifernog vektorskog procesora do uvođenja u proizvodnju-Institut za nuklearne nauke Boris Kidrič			
PR-150	15.54	335.810	1,013.550
51. Tehnologija čišćenja dimnih plinova od SO ₂ i laboratorijska istraživanja na postupcima uklanjanja NO _x iz dimnih plinova termoenergetskih i drugih postrojenja- Metalna Maribor			
PR-168	14.87	862.660	2,253.070
52. Tehnologija izrade hartije za vrednosne i zaštićene papire i njihove izrade-Tovarna dokumentnega in kartnega papirja Radeče			
PR-78	14.21	682.700	2,829.400
53. Tehnologija izrade hartije za novčanice i novčanica, Tovana dokumentnega in kartnega papirja Radeče			
PR-77	14.21	2,343.860	5,463.800
54. Projektovanje mikroelektronskih kola (ASIC)-Institut Mihajlo Pupin, Beograd			
PR-87	13.35	193.920	1,087.540
Ukupno odobreno za 54 projekta 52,919.900 miliona dinara (podsticaj za I godinu)			

II Fundamentalna i primenjena istraživanja

Oznaka	NAZIV PROJEKTA I KOORDINATOR		-u 000 dinara
	Integralna ocena	Podsticajna sredstva za 1 godinu	Ukupna podsticajna sredstva
1	2	3	4
1. Upotreba talijumovih minerala kao detektora neutrina poreklom sa Sunca-Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, OOUR-Smerovi za istraživanje ležišta mineralnih sirovina			
P-136	10.00	376.160	2,147.790
2. Proučavanje, iskorišćavanje i zaštita Jadranskog mora-OOUR Centar za istraživanje mora, Zagreb, Institut Rudjer Bošković			
P-163	9.25	2,410.120	12,277.730
3. Atomska, molekularna i plazma spektroskopija - Institut za fiziku Sveučilišta u Zagrebu			
P-169	9.00	498.000	2,500.770
4. Istraživanja tvari česticama i zračenjem kao i razvoj spektroskopskih metoda-Institut Jožef Stefan Ljubljana			
P-25	9.00	680.090	3,806.480
5. Snopovi i čestice - RO Institut Rudjer Bošković, OOUR Fizika, energetika i primjena Zagreb			
P-13	9.00	3,294.690	15,334.240
6. Identifikacija katalitičkih mehanizama za potrebe novih tehnologija - Tehnološki fakultet univerziteta u Novom Sadu OOUR Institut za petrohemiju, gas, naftu i hemijsko inženjerstvo			
P-1	8.50	256.050	3,056.400
7. Biotehnologija budućnosti - Institut Jožef Stefan, Ljubljana			
P-22	8.5	2,552.380	16,650.460
8. Dinamika nuklearnih procesa - Institut Rudjer Bošković, OOUR Fizika, Zagreb			
P-11	8.00	416.900	2,445.400
9. Istraživanja novih anizotropskih supravodiča i vodiča - Institut Jožef Stefan, Ljubljana			
P-26	8.00	521.190	2,676.200
10. Fizičko-hemijski procesi u atmosferi - Institut Rudjer Bošković, OOUR Fizička hemija Zagreb			
P-10	8.00	601.350	2,898.160
11. Fundamentalna istraživanja površine materijala i elektrohemijskih procesa za nove tehnologije - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, OOUR Institut za elektrohemiju			
P-96	8.00	870.846	3,114.180
12. Računarske mreže u akademskoj sredini-Institut Jožef Stefan, Ljubljana			
P-27	8.00	1,178.060	5,686.360
13. Fundamentalna i primenjena istraživanja značajna za razvoj novih i obnovljenih izvora energije- Institut tehničk. nauka SANU, Beograd			
P-113	7.75	1,093.790	3,392.840
14. Istraživanje utjecaja jakih međuelektronskih korelacija na fizikalna svojstva novih materijala- Institut za fiziku Sveučilišta u Zagrebu			
P-52	7.00	199.860	199.860
15. Razvoj matematskih modela i numeričkih metoda za proračun turbulentnih transportnih procesa u energetici procesnoj tehnici i vazduhoplovstvu - Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu Institut za procesnu tehniku, energetiku i tehniku sredine			
P-141	7.00	121.860	399.400
16. Razvoj sistema za automatsko projektovanje objekata visokogradnje i hidrotehničkih objekata-Institut za zemljotresno inženjerstvo i inženjersku seizmologiju Univerziteta Kiril i Metodij u Skoplju			
P-76	7.00	179.800	539.400
17. Predviđanja i procenjivanja naučnog i tehnološkog razvoja i njihovih implikacija - Institut Mihajlo Pupin, Beograd			
P-88	7.00	150.340	665.142
18. Razvoj i praktična primena novih računarsko-orijentisanih metoda operacionih istraživanja Institut Mihajlo Pupin, Beograd			
P-83	7.00	408.180	1,166.520
19. Istraživanja u oblasti veštačke inteligencije sa primenama - Institut Mihajlo Pupin, Beograd			
P-84	7.00	631.090	2,665.390
20. Eksperimentalna fizika elementarnih čestica srednjih energija i teških iona u međunarodnim centrima- Institut Jožef Stefan, Ljubljana			
P-15	7.00	981.740	5,596.120
Ukupno odobreno za 20 programa 17,422.50 miliona dinara (podsticaj za 1 godinu)			

B. Programi novoformiranih grupa koji su prihvaćeni za podsticanje

Oznaka	NAZIV PROJEKTA I KOORDINATOR		-u 000 dinara
	Integralna ocena	Podsticajna sredstva za I godinu	Ukupna podsticajna sredstva
1	2	3	4
1. Istraživanje kontrolisane termonuklearne fuzije-Institut za nuklearne nauke Boris Kidrič,Vinča			
NG-112	7.75	2,746.760	8,816.000
2. Izolovanje,hemijska i biohemijska karakterizacija prirodnih proizvoda iz morskih organizama-Zavod za biologiju mora,Kotor			
NG-49	7.00	351.840	1,930.400
3. Diferencirana ćelija IN VITRO-fabrika specifičnih makromolekula,bioproteza i modela za biološke testove; Institut za endokrinologiju,imunologiju i ishranu - INEP,Zemun			
NG-9	7.00	441.150	2,333.380
4. Dobijanje i proizvodnja monoklonskih antitela za medicinsku upotrebu i za potrebe naučno-istraživačkog rada,Institut za endokrinologiju,imunologiju i ishranu -INEP,Zagreb			
NG-38	7.00	635.970	3,388.400
Ukupno odobreno za 4 programa 4,175.730 miliona dinara (podsticaj za I godinu)			

Prikupio i uredio
Iztok Šorli, dipl.ing.
MIDEM, Titova 50, Ljubljana

RAZISKOVALNI PROGRAM PORS ZA LETI 1988 IN 1989

V tej številki Informacij MIDE M podajamo pregled planov posebnih raziskovalnih skupnosti za leti 1988 in 1989 s področij, ki so zanimiva za naše bralce. Zbrani so samo razvojni projekti gospodarstva in negospodarstva SRS.

Upamo, da nam bo do izida naslednje številke uspelo dobiti sezname podobnih projektov, ki tečejo v drugih republikah.

Posebna raziskovalna skupnost za energetiko, mineralne surovine in metalurgijo (PoRS-02), leto 1988 v cenah dec. 1987

Št. RP	Raziskovalni projekt naslov in izvajalci/koordinator*	Sredstva PORS	Sredstva NSMD	Skupaj
1	2	3	4	5
02-2658	VODENJE IN UPORABA NEKONVENCIONALNIH VIROV ENERGIJE			
	104 Kemijski inštitut „Boris Kidrič“	7,370.870	29,000.000	36,370.870
	781 Fakulteta za elektrotehniko	17,287.924	17,848.962	35,136.886
	782 Fakulteta za strojništvo*	8,500.000	8,500.000	17,000.000
		33,158.794	55.348.962	88,507.756

Raziskovalni projekt vključuje naslednje tematske sklope in raziskave z navedbo izvajalca (Šifra RO):

1. Raziskave za izboljšanje selektivnih površin na Al in povečanje prosojnosti stekla (104)
2. Amorfnе silicijeve sončne celice (781)
3. Kvaliteta komponent in sistemov za uporabo sončne energije (782)

Posebna raziskovalna skupnost za elektrokovinsko industrij (PoRS- 03), leto 1988 v cenah dec. 1987

Št. RP	Raziskovalni projekt naslov in izvajalci/koordinator*	Sredstva PORS	Sredstva NSMD	Skupaj
1	2	3	4	5
03-2672	SODOBNI ELEMENTI ZA MIKROELEKTRONIKO - PRIPADAJOČE TEHNOLOGIJE IN MATERIALI			
	106 Institut Jožef Stefan	123,515.688	172,447.834	295,963.522
	204 Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko	29,132.950	48,729.000	77,861.950
	206 SŽ Metalurški inštitut	6,352.280	6,352.280	12,704.560
	293 Iskra IEZE Raziskovalna enota*	43,666.848	194,000.000	237,666.848
	781 Fakulteta za elektrotehniko	16,997.477	55,000.000	71,997.477
	796 TFM VTO ERI	229,665.243	486,529.114	716.194.357

Raziskovalni projekt vključuje naslednje tematske sklope in raziskave z navedbo izvajalca (šifra RO):

1. Polprevodna keramika (106)
2. Magnetni materiali (106)
3. Debeloplastna tehnologija (106)
4. Tankoplastna tehnologija (106)
5. Tekočekristalni prikazalniki (106)
6. Visokoobčutljivi termalni senzorji (106)
7. Senzor vlage (204)
8. Elektroluminiscenčni debeloplastni prikazalniki in paneli (204)
9. Raziskave in razvoj napetostnih odvodnikov (204)
10. Razvoj tehnologij za izdelavo folij za elektrolitske kondenzatorje (206)
11. Raziskave in razvoj anizotropnih magnetnih materialov in tehnologij (293)
12. Tehnologija nalivanja keramičnih materialov (293)
13. Načrtovanje zelo obširnih integriranih vezij (781)
14. Uporabniški sistem za načrtovanje naročniških vezij MOS, 3. del (796)

Št. RP	Raziskovalni projekt naslov in izvajalci/koordinator*	Sredstva PORS	Sredstva NSMD	Skupaj
1	2	3	4	5
03-2673	OPTOELEKTRONIKA			
	106 Institut Jožef Stefan	43,700.026	43,700.026	87,400.052
	781 Fakulteta za elektrotehniko	9,711.144	9,711.144	19,422.288
		53,411.170	53,411.170	106,822.340

Raziskovalni projekt vključuje naslednje tematske sklope in raziskave z navedbo izvajalca (šifra RO):

1. Sistemi infrardeče tehnike (106)
2. Keramični senzorji IR sevanja (106)
3. IR senzor (781)

Posebna raziskovalna skupnost za energetiko, mineralne surovine in metalurgijo (PoRS-02), leto 1989 v cenah dec. 1988

Št. RP	Raziskovalni projekt naslov in izvajalci/koordinator*	Sredstva PORS	Sredstva NSMD	Skupaj
1	2	3	4	5
02-2658	VODENJE IN UPORABA NEKONVENCIONALNIH VIROV ENERGIJE			
	104 Kemijski inštitut Boris Kidrič	10,814.560		
	781 Fakulteta za elektrotehniko	18,899.955		
	782 Fakulteta za strojništvo	18,899.955		
		48,614.470		

Nosilna OZD: NI (posamezni uporabniki raziskovalnega programa)

Koordinator RP: Fakulteta za strojništvo

Vodja koordinacije: Peter Novak

Sofinancerji: IMP Ljubljana, DO Klimat, Marles Maribor, Iskra Trbovlje, Color Medvode

Raziskovalni projekt vključuje naslednje tematske sklope in raziskave z navedbo izvajalca (šifra RO):

1. Merjenje optičnih lastnosti selektivnih površin (104)
2. Amorfnе silicijeve sončne celice (781)
3. Kvaliteta komponent in sistemov za uporabo sončne energije (782)

Posebna raziskovalna skupnost za elektrokovinsko industrijo (PoRS-03), leto 1989 v cenah dec. 1988

Št. RP	Raziskovalni projekt naslov in izvajalci/koordinator*	Sredstva PORS	Sredstva NSMD	Skupaj
1	2	3	4	5
03-2672	SODOBNI ELEMENTI ZA MIKROELEKTRONIKO PRIPADAJOČE TEHNOLOGIJE IN MATERIALI			
	106 Institut Jožef Stefan	181.050.652		
	203 Elektroinštitut Milan Vidmar	14,658.110		
	204 Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko	5,747.827		
	206 SŽ Metalurški inštitut	42,703.399		
	293 Iskra IEZE Raziskovalna enota	9,311.241		
	781 Fakulteta za elektrotehniko	61,708.216		
	796 TFM VTO ERI	21,466.391		
		336,645.836		

Nosilna OZD: Iskra Elementi

Koordinator RP: Iskra elementi - RE IEZE

Vodja koordinacije: Igor Pompe

Sofinancerji: Birostroj, Iskra Mikroelektronika, Iskra Kibernetika, Iskra Elektromotorji, Iskra El.HIPOT, Iskra El.Feriti, Iskra El. Magneti, Unial Impol, Iskra El. Keramika, Mehanika Trbovlje, Zarja, Varnost, Iskra A.el. žarnice, Iskra IEMT Horjul

Raziskovalni projekt vključuje naslednje tematske sklope in raziskave z navedbo izvajalca (šifra RO):

1. Mikroelektronika

1.1. Monolitna integrirana vezja

1.1.1. Uporabniški sistem za načrtovanje naročniških vezij MOS 4. del (796)

1.1.2. Metodologija načrtovanja analognih integriranih vezij CMOS (781)

1.2. Tankoplastne tehnologije

1.2.1. Tehnologija superprevodnih tankih plasti (106)

1.2.2. Nove večplastne strukture in ionsko jedkanje (106)

1.3. Debeloplastne tehnologije

1.3.1. Načrtovanje, razvoj in izdelava hibridnih debeloplastnih vezij za nova področja uporabe (106)

1.3.2. Razvoj močnostnih hibridnih vezij, študij različnih substratov in preiskave bondiranja z debelo Al žico (106)

2. Profesionalni miniaturni diskretni elementi, tehnologije in materiali

2.1. Antizotropni keramični magnetni materiali in tehnologije (293)

2.2. Magnetni materiali (106)

2.3. Razvoj tehnologije za izdelavo folij za elektrolitske kondenzatorje (206)

2.4. Tehnologija nalivanja keramičnih materialov (293)

2.5.1. ZnO varistorji (106)

2.5.2. Postopki za električno preizkušanje ZnO varistorjev (203)

2.6. Prenapetostni odvodnik (204)

3. Senzorji, vmesniki, prikazalniki, aktuatorji

3.1. El prikazalniki in paneli (204)

3.2. Tekočekristalni prikazalniki - LCD (106)

3.3. Piroelektrični senzorji (106)

3.4. Senzor vlage (204)

Št. RP	Raziskovalni projekt naslov in izvajalci/koordinator*	Sredstva PORS	Sredstva NSMD	Skupaj
1	2	3	4	5
03-2673	OPTOELEKTRONIKA			
	106 Institut Jožef Stefan	64,055.979		
	781 Fakulteta za elektrotehniko	14,234.702		
		17,437.069		

Nosilna OZD: NI (posamezni nosilci raziskav)

Koordinator RP: Institut Jožef Stefan

Vodja koordinacije: Borut Lavrenčič

Sofinancerji: MP Zarja Kamnik, DO Varnost, Iskra Tovarna polprevodnikov Trbovlje

Raziskovalni projekt vključuje naslednje tematske sklope in raziskave z navedbo izvajalca (šifra RO):

1. Sistem infrardeče tehnike (106)

2. Sinteza keramičnih senzorjev IR sevanja (106)

3. IR senzor - 89 (781)

Pripravil Pavle Tepina
MIDEM, Ljubljana
Titova c. 50

TERMIČNI MATRIČNI REGISTRATOR GOULD TA 2000

Naraščajoče zahteve po zelo raznolikih registratorjih so pripeljale do razvoja termičnega matričnega registratorja TA 2000. Načrtovan je bil z mislijo na čim bolj enostavno uporabo. Zanesljivost in vsestransko funkcionalnost prejšnjih modelov združuje z odličnim zapisom.

TA 2000 je del najhitreje rastočega segmenta oscilografskih pisalcev. Njegove funkcionalne prednosti so: visokofrekvenčni odziv, zaznavanje hitrih pojavov, popolno alfanumerično pisanje zaznamkov, RS 232 C računalniški vmesnik, prekrivanje sledi čez celotno skalo, visoka stopnja ločljivosti (kvaliteta sledi), večkratni mrežasti vzorci in cenen termični papir. Zaradi tega izpodriva naprave s svetlobnim snopom in drugo tehnologijo.

TEHNOLOGIJA TERMIČNE MATRIKE

Srce digitalnega pisalnega sistema TA 2000 je 200 mm široka linearna termična matrična glava z visoko stopnjo ločljivosti (8 pik/mm). Sestavljena je iz tesno se prilegajočih mirujočih grelnih elementov in krmiljena s pomočjo mikroprocesorja, ki določi, kateri elementi naj bodo vključeni, da hkrati tvorijo sledi signala, mrežne črte, časovne oznake in alfanumerične opombe. S tem preprečimo napake, ki bi jih lahko povzročilo plesanje papirja in spreminjanje hitrosti traku.

Pisalni sistem TA 2000 nima gibljivih delov. Tako so izločene omejitve mehanske in vztrajnostne narave, ki jih povzročajo peresa, galvanometri in njihovi mehanizmi. Lastnosti vertikalnega zapisa so omejene samo s hitrostjo vezja za digitalizacijo. Frekvenčni odziv TA 2000 je pri sinusnem valu 2,5 kHz manj kot 2% pod dejansko vrednostjo. Pri hitrosti traku 200 mm/s je registrator zmožen ujeti dogodke s trajanjem 150 mikrosekund in več.

Dodatne prednosti pred tradicionalnimi tehnologijami pisanja so: izločitev časovnega zamika, izločitev degradacije sledi pri signalih s hitrimi časi vzpona, izločitev prenihajev, povečana zanesljivost in povečana trajnost sledi v primerjavi s fotografskim papirjem.

Skratka, lastnosti TA 2000 so s tehnologijo digitalnega pisanja znatno izboljšane, dodane ima številne funkcije in to ga uvršča na vodilno mesto, če njegovo ceno primerjamo z možnostmi.

ZNAČILNOSTI TA 2000

Enostaven načrt čelne plošče

Čelno ploščo TA 2000 so načrtovali z mislijo na uporabnika. Razvili so jo pri Gouldu in jo sestavljajo hitro razpoznavne funkcijske tipke, ki povzročijo takojšnje reagiranje. Tipke je lahko najti, saj je čelna plošča or-

ganizirana logično v tri funkcionalna območja: nadzor načina zapisa, nadzor pogona in posebne funkcijske tipke.

Nadzor načina zapisa

Sestavljen je iz posameznih tipk za krmiljenje vklopa, oz. izklopa signala, občutljivosti in mesta zapisa z enkratnim pritiskom na gumb. Tipke se nahajajo neposredno nad izvorom traku, tako da lahko takoj preverimo spremembo. LED prikazovalnik se odziva na ukaze tipk in verificira sledi v realnem času.

Nadzor pogona

Sestavljajo ga tipke, ki se uporabljajo za krmiljenje običajnih funkcij registratorja:

- * START/STOP - tračnega pogona,
- * CHECK - preverjanje s CAL signalom,
- * MARK - označitev dogodka
določitev hitrosti traku.

Posebne funkcijske tipke

Te tipke so skrite za vratci in se uporabljajo za izbiranje osnovne mreže in različnih načinov zapisovanja. Digitalni prikazovalnik pomaga pri programiranju načina zapisovanja in prikazu kode morebitne napake. (Priročna definicija kod se nahaja na hrbtni strani vratc).

Druge lastnosti

Ostale funkcije na čelni plošči obsegajo: glavno stikalo, vzvod za sprostitve glave, ki termično glavo razbremeni in omogoči vstavljanje papirja; pisalna mizica, ki se po potrebi nagne navzgor in tako nudi ustrezno površino za pisanje, ter odprtina za preverjanje nivoja, oz. količine papirja.

RS 232 C vmesnik

Povezuje TA 2000 z matičnim računalnikom in omogoča naslednje funkcije:

- * nadzor/vnos vseh funkcij na čelni plošči (razen načina zapisa sledi in izbire mreže).
- * pisanje zaznamkov čez celo stran
- * 8-mestno označevanje veličin
- * prenos vseh sporočil o statusu in napakah

ZAPIS DIAGRAMOV

Zaradi digitalnega sistema TA 2000 smo zelo prožni pri oblikovanju zapisa. Ergonomsko načrtovanje omogoča enostavno nastavljanje in spreminjanje oblike zapisa. Vsak kanal ima skupino tipk za vklop in izklop, spremembo občutljivosti in nastavitve mesta zapisa. Tipke reagirajo na rahel dotik in povzročijo svetlobni odziv.

Prekrivanje sledi

Za natančno primerjanje dveh signalov se zlahka nastavi prekrivanje obeh zapisov. Tipke za nastavitve mesta zapisa omogočijo premik po celotni širini traku (200 mm). Vrsta svetlečih LED diod tik nad izhodom papirja v realnem času sledi mestu zapisa in amplitudi vsakega signala. Zato vam pri nastavljanju oblike zapisa ni treba trošiti papirja.

Povečave zapisa

S pomočjo izbirne tipke se lahko zapis amplitude poveča za faktor dva (0.5 V/cm) ali štiri (0.25 V/cm). To povečanje dosežemo nemudoma, ne da bi spreminjali nastavitve pri napravah za priravo signalov.

Stikalo za vklop, oz. izklop kanala določa, da je posamezni signal viden ali ne. V nekaj sekundah lahko oblikujete grafični zapis tako, da so vidni kritični pojavi.

Frekvenčni odziv

Pri sinusnem valu 2,5 kHz je zapis le 2% pod dejansko vrednostjo, kar je konkurenčno mnogim registratorjem s svetlobnim snopom. Še več, odziv ni odvisen od amplitude zapisa in števila registriranih kanalov.

Registracija prehodnih pojavov

Naslednja prednost matrične tehnologije TA 2000 je registracija prehodnih pojavov, dolgih samo 15 mikrosekund. Pri hitrih časih vzpona ni degradacije zapisa sledi. Hitrost traku do 200 mm/s dovoljuje analizo valovne oblike 60 Hz signalov.

Načini zapisovanja

Na izbiro imamo tri načine zapisa, izberemo pa jih prek čelne plošče TA 2000:

1. Kontinuirani način - omogoča zagon in ustavitev pogona traku prek tipk na čelni plošči.
2. Periodični način - uporaben je takrat, ko ni potrebno neprekinjeno registriranje. Uporabnik enostavno programira pogon traku tako, da se podatki beležijo v časovnih presledkih do 24 h. Ob vsakem novem začetku zapisa se na diagramu zabeleži čas in datum.
3. Izmenljivi način - preklaplja pogon traku med dvema hitrostima v časovnem intervalu, ki ga določi uporabnik. Dogañanje se lahko zasleduje pri majhni hitrosti papirja z občasno pospešitvijo oz. pogledom na hitro.

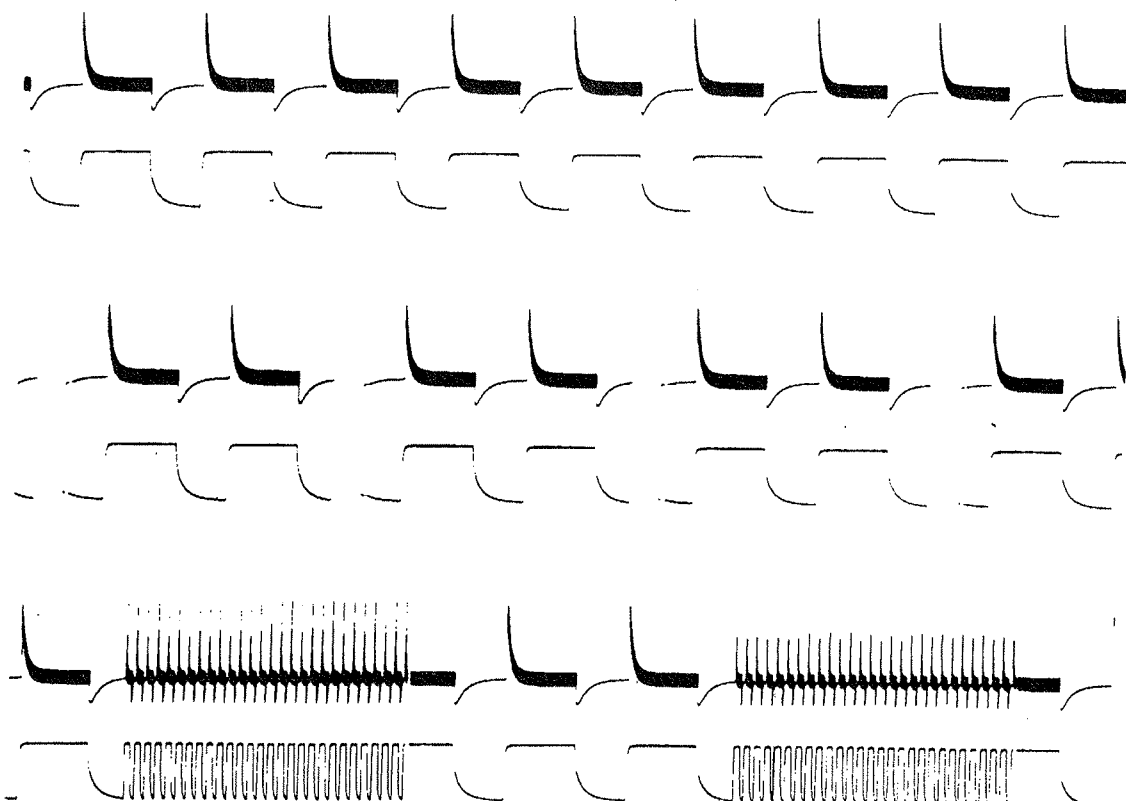
Mrežne črte

Na voljo so v petih različicah in jih izbiramo prek čelne plošče. Izbor: brez črt, mreža 5 x 10 ali 10 x 10 mm, vsakič z možnostjo dodatne drobne mreže 1 x 1 mm.

Časovne oznake

Proži jih precizna digitalna ura in so zapisane vzdolž obeh robov papirja. Za natančno razlikovanje časovnih intervalov se uporabljajo tri različne dolžine.

To so vzorci neretuširanih diagramov, izdelanih z Gould TA 2000 termično matričnim registratorjem, pomanjšani na 75% dejanske velikosti.



Zaznamki

Popoln zapis zaznamkov zmanjša možnosti napačnega razumevanja in eliminira izgubo kritičnih informacij zaradi napak v hitrosti papirja ali zaradi sprememb drugih parametrov. Pregled možnosti beleženja zaznamkov naprave TA 2000:

1. Realni čas in datum - ure, minute, sekunde (hh, mm, ss) in mesec, dan, leto - je zapisan na vsakem listu v zgornjem levem vogalu ter vsakič, ko so vpisani novi parametri s pomočjo funkcijskih tipk na čelni plošči.

2. Hitrost traku - je zapisana v spodnjem levem kotu vsake strani in je popravljena vsakič, ko je spremenjena z ukazom prek vmesnika RS 232 C ali čelne plošče.

3. Polna stran teksta* - 48 vrstic x 80 stolpcev besedila, ki ga definira uporabnik, naložimo s pomočjo RS 232 C vmesnika in matičnega računalnika. Ko je tekst vpisan v „PAGE“, vmesni polnilnik TA 2000, ga lahko natisnemo z enim samim ukazom.

4. Identifikacija kanala - „IDENT“, tipka na čelni plošči TA 2000 omogoča identifikacijo kanala. Vsak kanal se razpozna s tanko črto, ki teče od ustrezne sledi do trimestnega polja (CH1, CH2 itd.) vzdolž spodnjega roba diagrama. Ta zapis je natisnjen enkrat na vsako stran in je koristna informacija v primeru, ko se registrira več signalov hkrati ali če se sledi prekrivajo med seboj.

5. Identifikacija velikosti - Uporabnik lahko sled vsakega kanala označi z imenom dolgim 8 znakov, tekst se vpisuje s pomočjo matičnega računalnika in je zapisan ob določeni sledi, ne glede na to, kje se sled nahaja.

RAZLIČICE TA 2000

TA 2000 je na voljo v treh oblikah:

Samostojna enota

Varčen TA 2000 je kot samostojna enota idealen za postavitev na mizo ali montažo na voziček, kjer so na voljo predpripravljeni signali. TA 2000 je načrtovan za direkten sprejem analognih signalov do +/- 5V.

Prenosni sistem

Prenosni sistem vključuje ohišje 5900 za pripravljalnike signalov, registrator v ohišju z ročaji, predel za papir in

povezovalni kabel. Pri posebnih zahtevah za testiranje in meritve nudi ohišje 5900 v povezavi z Gouldovimi napravami serij 4600 ali 5600 za pripravo signalov neprimerljivo prožnost uporabe.

Sistem za vgradnjo v stojalo

Sistem za vgradnjo v stojalo vključuje: ohišje 5900 za pripravljalnike signalov, registrator in predel za papir - vse z možnostjo vgradnje v 483 mm (19 inčev) široko RETMA stojalo.

Naprave za pripravo signalov

TA 2000 je kompatibilen z napravami Gould 4600 in 5600, ki pripravljajo in procesirajo signale:

1. 4600 serija naprav za pripravo signalov

- * Za izpolnitev splošnih ali posebnih zahtev pri praktični uporabi se TA 2000 lahko dopolni s katero koli izmed 30 obstoječih naprav za pripravo signalov iz serije 4600.

2. 5600 serija naprav za pripravo signalov

Važnejše značilnosti:

- * Široko merilno področje (10 mV do 1000 V - polna skala).
- * Resnična ločitev vhoda in izhoda (izolacija).
- * Širok frekvenčni razpon (250 kHz - ne izolirano, 10 kHz - izolirano).
- * Kalibrirano ničelno dušenje.

Dotatki

- * Gouldov voziček (11-d6405.05) olajša premikanje registratorja in sistemov v laboratoriju.
- * Vinilno protiprašno pregrinjalo - ščiti registrator, ko ni v uporabi.

Informacije in prodaja:

BIROSTROJ Maribor, Glavni trg 17b, 62000 Maribor,
tel. 062/20-162
(prodaja sistemske opreme, zastopstvo Gould)

** Opomba: Te funkcije zahtevajo uporabo zunanjega računalnika in ustreznega programa.

KONFERENCE, POSVETOVANJA, SEMINARJI, POROČILA

MIEL 89 - 17. JUGOSLOVENSKA KONFERENCIJA O MIKROELEKTRONICI

N. Stojadinović, D. Župac

17. jugoslovenska konferencija o mikroelektronici (MIEL 89) održana je na Elektronskom fakultetu u Nišu od 9-11. maja 1989. godine, pod pokroviteljstvom Republičkog komiteta za nauku, kulturu i fizičku kulturu SR Srbije. Organizator konferencije bio je MIDEM - Stručno društvo za mikroelektroniku, elektronske sastavne delove i materijale, Ljubljana, a lokalni organizatori Elektronska industrija Niš (Ei-Niš) i Elektronski fakultet, Niš.

U radu konferencije učestvovalo je više od 150 stručnjaka, od čega oko 90 iz inostranstva. Program konferencije sastojao se od tri plenarne sekcije (uključujući svečano otvaranje i zatvaranje konferencije), trinaest sekcija sa usmenom prezentacijom radova i četiri poster sekcije. Kao sastavni deo konferencije, na Elektronskom fakultetu u Nišu održana je izložba poluprovodničkih materijala, komponenti i opreme kao i tehničke literature.

Konferenciju je u ime pokrovitelja otvorio prof. dr. D. Marković, predsednik Republičkog komiteta za nauku, kulturu i fizičku kulturu SR Srbije, kratkim pozdravnim govorima prisutnima su se obratili Dr. R. Ročak, predsednik MIDEM-a, Dr. B. Mitrović, predsednik poslovnog odbora SOUR Elektronska industrija Niš, Prof. dr. D. Mihajlović, rektor Univerziteta u Nišu i Prof. dr. D. Krstić, dekan Elektronskog fakulteta.

MIEL 89 nastavlja tradiciju dugu 23 godine kao forum za prezentaciju najnovijih dostignuća u oblasti mikroelektronike. Od 1983. godine organizatori konferencije MIEL sa ponosom ističu internacionalni karakter ovih godišnjih skupova. U tom pogledu MIEL 89 nije bio izuzetak. Najbolja ilustracija internacionalnog karaktera 17. Jugoslovenske konferencije o mikroelektronici je činjenica, da je od 139 radova prihvaćenih od strane Programskog odbora konferencije čak 94 radova iz inostranstva.

Svakako, ovogodišnja konferencija predstavlja značajan korak ka približavanju tema i dometa naših konferencija svetskoj naučnoj javnosti. Značajne rezultate u tom pogledu očekujemo od dogovora postignutog sa renomiranom izdavačkom kućom ELSEVIER ADVANCED TECHNOLOGY, Oxford, England, u vezi svetske distribucije zbornika radova sa konferencije MIEL 89.

Rekordan broj apstrakata podnetih na razmatranje Programskom odboru konferencije je doveo do toga, da je tehnički program konferencije bio obimniji nego ikada do sada. Zato je rad konferencije bio organizovan tako da su dve do tri sekcije tekle paralelno, a po prvi put na konferencijama MIEL uvedene su poster sekcije. Zbornik radova konferencije MIEL 89, zajedničko izdanje MIDEM-a i izdavačke kuće ELSEVIER ADVANCED

TECHNOLOGY, sadrži 137 radova (2 rada prihvaćena kao „postdeadline papers“ nisu mogla biti uključena u zbornik), od kojih posebno treba istaći radove referenata po pozivu koji predstavljaju vodeće svetske stručnjake u datim oblastima mikroelektronike.

Prof. John B. Butcher, Middlesex Polytechnic, London, Gt. Britain, je u okviru prve plenarne sekcije prezentirao rad „Into the Nineties: VLSI Trends and Education“, koji, u stvari, predstavlja pokušaj objektivne procene trendova u mikroelektronici danas kao i prognozu razvoja u poslednjoj deceniji dvadesetog veka. Takođe predložen je novi koncept obrazovanja elektronskih inženjera ali i ostalih stručnjaka koji će, presvega, biti sposobni da govore istim jezikom, tj. da osiguraju multidisciplinarni pristup rešavanju problema.

Prof. Herman E. Maes, IMEC, vzw, Leuven, Belgium, je u radu „Trends in Semiconductor Memories“ dao iscrpan pregled fizike i tehnologije svih postojećih vrsta poluprovodničkih memorija, uključujući SRAM (static random-access memories), DRAM (dynamic random access memories), EPROM (erasable programmable read only memories) i EEPROM (electrically erasable programmable read-only memories). Dato je poređenje različitih tehnologija u pogledu gustine pakovanja, brzine rada ali, PRIMENE, zahteva tržišta i dugoročnih trendova.

Dr. Charles H. Stapper, IBM General Technology Division, Essex Junction, Vermont, USA, je u radu „Fact and Fiction in Yield Modelling“ na jedinstven način prezentirao istorijat jedne od najkontroverznijih oblasti mikroelektronike. Modeliranju prinosa se ponekad čak poriče naučni karakter i dovodi u pitanje opravdanost rada u ovoj oblasti u vreme kada su prinosi iznad 90% realnost kot nekih japanskih proizvođača. Ovaj rad je odgovor na takav suštinski negativan kritičizam, koji je najčešće posledica nerazumevanja, ili pogrešne primene pojedinih modela.

Prof. Sigfried Selberherr, Technical University Vienna, Vienna, Austria, je prezentirao rad „Three-dimensional Process and Device Modelling“. Pored kratkog pregleda oblasti trodimenzionalnog modeliranja tehnoloških procesa i komponenti dat je primer jonske implantacije u trodimenzionalni izolacioni jarak (trench) kao ilustracija modeliranja procesa, dok je kao primer modeliranja komponenti analiziran uticaj oblika terenskog oskida (feld oxide) na karakteristike MOS tranzistora; u analizi je korišćen program MINIMOS 5.

Prof. Pierre Rossel, L.A.A.S. du C.N.R.S., Toulouse, France, je u radu „Smart Power and High Voltage Integrated

Circuits and Related MOS Technologies" izložio fizičke osnove rada tzv. inteligentnih kola snage koja sem vertikalnih MOS tranzistora snage na istom čipu sadrže kontrolna i zaštitna kola, kao i visokonaponskih kola sa lateralnim komponentama snage kod kojih kontrolna kola (CMOS ili bipolarna) mogu da imaju veliku gustinu pakovanja.

Prof. Günter Zimmer, Fraunhofer-Institute of Microelectronic Circuits and Systems, Duisburg, F.R.G., je u radu „BiCMOS; Technology and Circuit Design" predstavio tehnologiju koja bi mogla da omogući korišćenje najboljih osobina bipolarnih i CMOS tranzistora izrađenih na jednom istom čipu. Primena ove tehnologije, čije se uvođenje u masovnu proizvodnju integrisanih kola može očekivati u bliskoj budućnosti, ilustrovana je detaljno na primerima analognih i digitalnih BiCMOS kola.

Dr. Yoichi Akasaka, Mitsubishi Electric Corporation, Mizuhara, Itami, Japan, je u radu „Three-dimensional Integrated Circuit: Technology and Application Prospect" dao sažet prikaz osnovnih problema koji se javljaju u razvoju trodimenzionalnih integrisanih kola. Velika gustina pakovanja, mogućnost paralelne obrade signala i velika brzina rada su fundamentalne prednosti ovih kola, zbog čega se očekuje da će problemi kao što su nedovoljna planarnost pojedinih aktivnih slojeva trodimenzionalnih integrisanih kola, različiti termički koeficijenti širenja susednih slojeva, izrada transverzalnih otvora itd. biti ubrzo rešeni, pogotovo što je predviđeno da masovna proizvodnja prve generacije ovih kola u Japanu započne sledeće godine.

Prof. Ljubiša Ristić, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada, je u radu „CMOS Technology: A Base for Micromachining" predstavio osnove nove oblasti mikroelektronike koja bi mogla da bude od velikog značaja u konstrukciji novih tipova senzora, a posebno inte-

grisanih senzorskih sistema. U suštini, mikromašinstvo je realizovanje vrlo malih trodimenzionalnih mehaničkih struktura u silicijumu, a u ovome radu je pokazano, da je ove strukture moguće proizvesti korišćenjem standardne CMOS tehnologije.

Osim u zborniku radova konferencije MIEL 89, radovi referenata po pozivu štampani su i u specijalnom broju renomiranog internacionalnog časopisa „Microelectronics Journal", Elsevier Science Publishers Ltd., England, što je nesumljivo značajan korak u propagiranju konferencija MIEL van granica naše zemlje. Takođe, urednik tog časopisa Prof. J.B. Butcher je izrazio želju, da izvestan broj radova prezentiranih na konferenciji MIEL 89 bude objavljen u sledećim brojevima časopisa „Microelectronics Journal".

Najzad, treba istaći, da svi autori radova prezentiranih tokom konferencije MIEL 89 zaslužuju zahvalnost organizatora konferencije. Na žalost, ne možemo da ne ukažemo na zabrinjavajuću pojavu koja je na konferencijama MIEL bila prisutna i ranije: izvestan broj autora čiji su radovi prihvaćeni i ušli u sastav zbornika nisu se pojavili da svoj rad prezentiraju i tako omoguće učesnicima konferencije da kroz neposrednu, „živu" diskusiju steknu dodatne informacije o radu koji ih interesuje. Dok se tako nešto može smatrati donekle opravdanim za autore iz inostranstva, izostanak domaćih autora radova je pojava kojoj će organizatori budućih konferencija morati da posvete dužnu pažnju.

*Prof. dr. Ninoslav Stojadinović, predsednik
Programskog odbora konferencije MIEL 89
Dragan Župac, dipl.ing., sekretar Organizacionog
odbora konferencije MIEL 89
Elektronski fakultet, Beogradska 14, Niš*

DRUGA MADŽARSKA KONFERENCIJA O INTEGRIRANIM SKLOPOVIMA PROJEKTIRANIM PREMA NARUDŽBI KORISNIKA

Tomislav Švedek

Druga po redu madžarska konferencija o integriranim sklopovima projektiranim po narudžbi korisnika (The Second Hungarian Custom Circuit Conference - CCC'89), održana je pod pokroviteljstvom Znanstvenog društva za mjerenje i automatizaciju (MATE) - grupa za mikroelektroniku, u periodu od 10. - 12. maja u Szegedu. Programom konferencije bila su obuhvaćena 43 rada autora iz deset zemalja, uglavnom, Istočne Evrope. Radovi su bili podijeljeni u nekoliko sekcija:

- 1.1. Razmještaj - Povezivanje - Generiranje maski
- 1.2. Aplikacije
- 2.1. Programirajući sklopovi
- 3.1. Testiranje
- 3.2. CAD sistemi
- 4.1. Simulacije

Stručnim sekcijama programa prethodila su uvodna izlaganja eksperata iz pojedinih područja mikroelektronike:

- B. Balogh (HU): O najnovijim trendovima u madžarskoj mikroelektronici
- S. L. Hurst (UK): Mikroelektroničke tehnologije za realizaciju ASIC-a - Pregled
- M. S. Damjanović, V. B. Litovski (YU): Algoritmi povezivanja kod projektiranja integriranih sklopova po narudžbi korisnika
- S. Leppavuori (SFR): Lasersko procesiranje kod realizacije ASIC-a
- A. Petrenko (USR): CAD edukacioni model
- K. Moswitzer (GDR): Alati za projektiranje filtera tehnikom logičkog niza
- L. Szanto, A. Herout (ČSSR): PC-ADS - Personal Computer Aided Design System

K. Tarnay (HU): Umjetna Inteligencija kod projektiranja integriranih sklopova

Na kraju drugog dana konferencije održan je i okrugli stol. Kao uvod u diskusiju poslužilo je izlaganje K. Schmidt (FRG): Mikroelektronika u Australiji.

Zastupljenost inozemnih autora bila je na ovoj konferenciji veća no na prethodnoj (75%), što ukazuje na trend povećanja interesa za aktivnosti u području mikroelektronike. Većina radova opisuje sve uspješnije hvatanje priključka istočnog vodećem zapadnom mikroelektroničkom svijetu. Naglašen je i poseban problem prisutan kod razvoja vlastitih CAD pomagala. Naime, CAD pomagala se nezavisno razvijaju gotovo u svakom institutu ili centru za projektiranje ASIC-a. Nedostatak koordinacije u tim aktivnostima, nestandardizirani formati podataka počinju predstavljati sve veću prepreku suradnji na internacionalnom planu. Kao zaključak okruglog stola predloženo je da iduća konferencija bude usmerjena na rješavanje tih problema.

U službenom dijelu programa učestvovali su i dva referata iz Jugoslavije. Već spomenuti pozvani referat autora M. S. Damjanović, V. B. Litovski (Elektronski fakultet u Nišu): Algoritmi povezivanja kod projektiranja integralnih sklopova po narudžbi korisnika koji je prezentiran kao uvod u sekciju 1.1., dao je preglednu klasifikaciju

algoritama za povezivanje, te njihove ekstenzije i modifikacije. Prikazani su također i rezultati primjene nekih od algoritama.

Drugi referat autora T. Švedek (Elektrotehnički institut RADE KONČAR): Vremenska baza za Z80 realizirana kao ASIC prezentiran je u sekciji 1.2. U radu je opisan ASIC vremenske baze za Z80 koji je projektiran za ugradnju u mikroprocesorski sistem kontrole standardnih dizala, ali nalazi i univerzalnu primjenu kod svih sistema baziranih na primjeni mikroprocesora Z80. Sastavljen je akcenat na uvođenje nove „paralelno - serijske“ test procedure za ugradnju testibilnosti u druga asinhrona brojila okružena kombinacionom logikom ASIC-a. Opisano je i pomagalo COUNTESS bazirano na toj test proceduri koje omogućava brzu ugradnju testabilnosti i generiranje test sekvence kod drugih asinhronih brojila.

Specialni broj časopisa „JOURNAL OF SEMICUSTOM ICs“ biti će posvećen CCC'89 konferenciji, te će u njemu biti objavljeni svi pozvani referati, kao i najzanimljiviji radovi iz pojedinih sekcija.

*Dr. Tomislav Švedek, dipl. ing.
RADE KONČAR - ETI
Baštijanova bb, 41000 Zagreb*

7th EUROPEAN HYBRID MICROELECTRONICS CONFERENCE

Marko Horvat

Od 24. do 26. maja je bila v Hamburgu 7. evropska konferenca o hibridni mikroelektroniki. Predstavljeno je bilo 64 referatov v naslednjih sekcijah:

- * Površinska montaža in spajkanje
- * Površinska montaža, spajkanje in čiščenje
- * Superprevodniki
- * Materiali in substrati
- * Večplastne strukture
- * Mikrovalovi in posebne aplikacije
- * Zapiranje in povezave
- * Senzorji
- * Procesiranje
- * Kvaliteta, zanesljivost in design

V času konference je bila tudi razstava opreme, materialov in komponent za hibridno mikroelektroniko.

Vsi referati so bili objavljeni v zborniku, zato bomo v tem kratkem poročilu opisali samo nekaj zanimivejših tem. Zborniki so na ogled med ostalim v naslednjih organizacijah: Iskra, Institut Jožef Stefan, Rudi Čajevec, Elektronska industrija IRI in Institut Mihajlo Pupin.

V uvodnem referatu, ki je odprl konferenco, je C. Schmidt (Asea Brown Boveri) poročal o uporabi sinhrotronskega sevanja za izdelavo integriranih vezij z visoko stopnjo integracije s submikronsko litografijo. Ker je cena sinhro-

tronske naprave zelo visoka, je cena uporabe nekaj 1000 dolarjev na uro. Poleg „dvodimenzionalne“ mikroelektronike se lahko sinhrotronsko sevanje uporablja tudi za izdelavo mikromehanskih struktur, na primer membran, lamel, kanalov itd.

V sekciji o superprevodnikih so poročali o debeloplastnih superprevodnih materialih, narejenih, tako na osnovi sistema Y-Ba-Cu-O, kot novejšega sistema Bi-Sr-Ca-Cu-O in kompatibilnosti z različnimi keramičnimi substrati. V sekciji o površinski montaži je okrog 10 referatov obravnavalo pastozne spajke, metalurgijo spajkalnih spojev, lasersko spajkanje in kemijo fluksov. V sekciji o senzorjih je bil zelo zanimiv referat o debeloplastnem senzorju za merjenje pritiska pri vžigu v avtomobilskem motorju, ki ga je predstavil D. E. Bergfried (Robert Bosch GmbH). Senzor je izdelan na keramičnem substratu v obliki mehurčka s premerom 5 mm in višine 100 μ m, v katerem je podtlak (okrog 25 kPa). „Stena“ mehurčka, ki je debela okrog 40 μ m, je narejena iz hermetičnega debeloplastnega dielektrika, v katerem so „zapečeni“ štirje debeloplastni upori, ki tvorijo Wheatstonejev mostiček. Na področju materialov so izstopali substrati na osnovi AlN za močnostna vezja. AlN substrati prevajajo toploto precej bolje kot Al₂O₃ keramika, vendar zaenkrat še ni sistema debeloplastnih past, predvsem uporov, ki bi bili kompatibilni s tem materialom. Nekateri avtorji so poročali o razvoju posebnih stekel za vezivno fazo v prevodnikih, drugi pa o površinski oksidaciji AlN tako, da je

substrat pokrit s tenko plastjo Al_2O_3 . V tem primeru naj bi se lahko uporabljali „navadni“ debeloplastni materiali. Nekaj firm (na primer Ferro, Thick Film Systems in Shoei Chemicals) razvija uporovne sisteme za AlN substrate in obljublja, da bodo že letos na tržišču. Precej referatov je opisovalo izdelavo večplastnih vezij s tehnologijo „tape on substrate“. Nežgana (zelena) keramična folija, v kateri so odprtine (vias) za povezave prevodnih ravnin, se položi na keramičen substrat in žge pri temperaturah, ki se uporabljajo pri debeloplastni tehnologiji, to je pod 1000°C . Na žgano plast se tiskajo in žgejo debeloplastni prevodniki. Čez to se položi nova folija itd. Prednost pred

običajno izdelavo večplastnih vezij, kjer se dialektrik med prevodnimi ravninami tiska in žge, je enostavnejši postopek in boljša definicija debeline.

Naslednja, osma evropska konferenca o hibridni mikroelektroniki bo čez dve leti, maja 1991, v Rotterdamu na Nizozemskem.

*dr. Marko Horvat, dipl. ing.
Institut Jožef Stefan
Jamova 39, 61000 Ljubljana*

SEMICON/EUROPA 89

Hari Murčehajić

Strokovno društvo MIDEM je v sodelovanju z General-turistom iz Zagreba tudi letos organiziralo strokovno ekskurzijo v Zuerich na razstavo Semicon/Europa 89. Potovanja se je udeležilo le 9 strokovnjakov, kar je precej manj kot prejšnja leta. Maloštevilna udeležba brez dvoma ni pozitiven kazalec razvoja mikroelektronike pri nas.

V času med 7. in 9. marcem smo si lahko ogledali novosti na področju opreme za proizvodnjo mikroelektronskih vezij in se strokovno in poslovno pogovorili s proizvajalci. Na sejmu je razstavljalo več kot 500 različnih firm, ki so napadalno predstavljale svoje izdelke in dosežke, tako z demonstracijami strojev in naprav, kot s poudarjanjem njihovih dobrih performans z video filmi. Konkurenca na svetovnem trgu mikroelektronike je vse večja.

Značilnosti predstavljenih dosežkov so predvsem visoka stopnja avtomatizacije tehnoloških procesov proizvodnje integriranih vezij od proizvodnje rezin, fotolitografije, procesiranja, pa do inspekcije in montaže le-teh. Med razstavljenimi eksponati je bilo težko zaslediti kakšno manualno napravo, pa tudi iz pogovorov je razvidno, da se takšne naprave proizvajajo le še za laboratorije in razvojne oddelke.

Za montažo integriranih vezij je značilno, da je razvita široka paleta nosilcev tabletk kot tudi ohišij in materialov. Opazen je tudi trend razvoja montaže „chip on TAB“, kjer se neposredno povezujejo izvodi vezja in tabletk brez žice (single-point TAB bonding).

Oprema za optično inspekcijo vezij kot tudi za električno testiranje je že tako razvita (veliko število eksponatov), da je skoraj docela izključeno subjektivno ocenjevanje (človeški faktor).

Število razstavljalcev opreme in materialov za čiste prostore je iz leta v leto večje.

Na sejmu smo si lahko ogledali tudi film „Silicon run“, ki zelo ilustrativno prikazuje postopek izdelave inte-

griranega vezja od načrtovanja do montaže. Video kaseto z omenjenim filmom je bilo možno kupiti za 250 CHF. V času razstave so v hotelu International potekali številni sestanki komitejev za SEMI standarde. Tehnična konferenca je potekala v hali 9 in sicer pod nazivom: „INOVATIONS IN MICROELECTRONIC PROCESSING...“. Zelo zanimiva polurna predavanja so bila razdeljena v 3 sekcije:

I. Surface Preparation

Cleaning and Drying Technology
D. Ross
Siemens AG, West Germany

Dry Processing Equipment as a Source of Wafer Contamination
P. Hefferle
GeMeTec, West Germany

Hillock Elimination Using Excimer Technology
J. Scheiman
XMR Inc., USA

The Influence of Cleaning on SiO_2 Growth
H. Ryssel
Fraunhofer Institute, West Germany

Self Aligned TiSi_2/TiN Bilayer by Rapid Thermal Nitridation of Metastable Titanium Silicide in NH_3 Ambient
A. Kermani
Peak Systems, USA

New Vapor Drying Technology Addressing Contamination, Environmental and Safety Issues
A. Jones
Athens Corp., USA

Bulk and Thin Film Analysis of Semiconductor and Related Materials Using Glow Discharge Mass Spectrometry
D. Sykes
Loughborough Consultants, UK

II. Film Deposition

Low Temperature Selective Epitaxy in a HotReactor
W. Oldham
University of California-Berkeley, USA

An Investigation into the Hydrogen Reduced Selective Tungsten Plug Process for CMOS SRAMs
H. Nicolls
Inmos, UK

Deposition of Silicon using DECR Excited Microwave Multipolar Plasmas (MMP)
R.Burke
CNET, France

Medium Temperature Conformal Silicon Oxide Deposition
A.Lagendijk
J.C.Schumacher, USA

Single Wafer Plasma CVD System Providing Future Requirements Today
A.Kiermasz
Electrotech, UK

Resist Etchback Planarization of an LTO Interlayer Dielectric for a 4 μ m Pitch DLM Process
K. Affolter
STC Technology, UK

SiO₂ Etching by Magnetic Field Enhanced RIE
Y.Omoto
Hitachi Ltd., Japan

III. Pattern Definition

Laser Plasmas as X-Ray Sources for Lithographic Imaging of Submicron Structures
F.Bijkerk
LAICA/FDM, The Netherlands

Patterning of 0,5 μ m Lines Through Image Reversal
M.Dusa
CCSIT-CE, Romania

Confocal Optical Metrology at 325 nm Wavelength
I.Smith
SiScan, USA

Clean SEM Metrology in the IC Process Environment
J.Mulders
Phillips, The Netherlands

Optimization of Automatic Inspection: Correlation Process Yield/Defect Density
D.Sadran
SGS-Thomson Microelectronics, France

Process Level Alignment Optimization using an Optical Overlay Measurement System
Cote/Babasick
Perkin-Elmer, USA

Closing Paper-IC Technology through the Year 2000
B.Holton
SRC, USA

*Hari Murčehajić ing.
Iskra ELEMENTI
TOZD HIPOT, Šentjernej*

VTISI S HANNOVERSKEGA INDUSTRIJSKEGA SEJMA 1989

Darja Uvodič

Hannoverski sejem predstavlja največji sejamski prostor na svetu. Letos se je predstavil kot tisti, ki naj bi v bodoče bil predstavitevni prostor evropske industrije v okviru Evropske Skupnosti, posebno po letu 1992.

Letošnji gost sejma je bila Avstrija, naslednje leto bo Nizozemska. Izrazito so se predstavile vzhodne dežele, predvsem SSSR, pa tudi Bolgarija in Romunija. Jugoslavija je bila skromno predstavljena, pri čemer se ne moreš znebiti občutka, da nam ni prav nič do tega, da bi si utrdili svoj položaj tudi za v bodoče. Izjema je bila Iskra, ki si je, kljub razmeram le prizadevala, da se dostojno predstavi. V okviru razstave industrijskega oblikovanja je bil design telefonskega aparata Jatena nagrajen, kar je lepo priznanje.

Težišča razstave so bila naslednja:

- * avtomatizacija in robotizacija procesov ter CIM (Computer Integrated Manufacture),
- * pretok materiala - CeMAT,
- * elementi za elektroniko s poudarkom na površinski montaži, mikroelektroniki in elementih za avtomatizacijo ter
- * inovacijsko področje; razvoj in prenos tehnologij.

Pri avtomatizaciji procesov je bila na voljo skoraj nepregledna množica senzorjev raznih pretvornikov in merilnih dajalnikov ter sistemov prenosa. V zadnjih nekaj letih je razvoj senzorjev dramatičen in skokovit posebno pri inteligenčnih senzorjih. Slikoviti so bili prikazi njihovega funkcioniranja pri zaznavanju oblik, barv, razdalje, pritiska, vrtilnega momenta, itd. Pri sistemih prenosa na krat-

ke razdalje so se uspešno uveljavili sistemi z optičnimi vlakni, tako steklenimi, kot polimernimi. Vse skupaj povezuje vse bolj sofisticirana računalniška tehnika in software.

Pri robotih je bilo opaziti še večje hitrosti in vehementnost v gibih po eni strani, po drugi strani pa še večje zmogljivosti glede teže bremen, ki so jih sposobni dvigati. Vrhunec je bil v prikazu modela „CIM-tovarne bodočnost“ - Festo, kjer je bilo udeleženih še 9 drugih firm s svojimi elementi za avtomatizacijo in ostalo mrežno infrastrukturo.

Zelo obširen je bil CeMAT, kjer je bila predstavljena vrsta naprav za pretok materiala, od najsodobnejših do najrazličnejših transportnih sistemov v proizvodnji. Zelo so bili poudarjeni elementi sodobne logistike in računalniški paketi za „what if“, analize za vse faze proizvodnih procesov od planiranja proizvodnje do kontrole kakovosti. Sistem „total quality“, je v sistemu že koraj neviden, ker je prisoten v vseh celicah kot samoumevni integralni del.

Na področju elementov za elektroniko je bila posebna tema „Mikroelektronika 2000“ s poudarkom na opremljenosti proizvodnje čipov struktur debeline 0,2 mikrometra. Takšna oprema bo potrebna za proizvodnjo 256 M spominskih celic, ki jo napovedujejo do leta 2000. Razvoj gre sicer v smeri mikrosistemske tehnologije, t.j. kombinacije različnih tehnologij na istem čipu in v smeri vertikalne integracije na čipu.

Hkrati se je odvijalo posvetovanje odprtega tipa na temo „Površinska montaža in sestavni deli“. V oči je padala razstavljena oprema, ki gre znova v smeri majhnih flek-

sibilnih naprav s širokimi možnostmi. Na področju elementov za SMT se je razvoj ustalil. Zanimive so bile ugotovitve posvetovanja, ki pričajo, da je tudi v ZRN precej odporov in težav pri vpeljevanju te tehnologije. Važen faktor je management, ki mora biti osnovno krmilo in vzvod za produktne odločitve in vpeljevanje novih tehnologij in brez tega definitivno ni uspeha. Breme vpeljevanja nove tehnologije ne more ležati samo na plečih tehnološkega in razvojnega kadra, kot se to pogosto dogaja tudi na zahodu, pri nas pa je že skoraj pravilo.

Poleg tega v ZRN rastejo kot gobe po dežju konzultantske firme, ki jih proizvajalci najamejo za pomoč pri vpeljevanju tehnologije površinske montaže. Videti je, da se je ta način dela precej obnesel. V ZRN je doživela zelo velik razmah tudi zato, ker so marsikatero proizvodnjo vezij iz že znanih razlogov prenesli iz daljnega vzhoda nazaj v Nemčijo.

Za raziskovalce je bil posebno zanimiv inovacijski del sejma, ki je prikazal na zahodu že tradicionalno poznano intenzivno povezovanje raziskovalnih in visokošolskih institucij z industrijo, kar velja posebno za ZRN.

Pri tem izstopajo naslednje smernice razvoja:

- * vse več dajejo na osnovne raziskave (letos je to 38% vseh proračunskih sredstev za raziskave);
- * intenzivirajo delo na raziskavah v zvezi z ekološkimi problemi (nevarne snovi, varčevanje z energijo, spremembe klime, itd.);

- * pospešujejo področja raziskav, ki so vezana na tržno zanimive tehnologije;
- * izboljšujejo pogoje za inovativnost v srednjih in manjših podjetjih;
- * izboljšujejo usposobljenost raziskovalcev in zmanjšujejo vplive birokracije pri raziskovalnem procesu;
- * dajejo večji poudarek razvojnim področjem z dolgoročno perspektivo;
- * intenzivirajo mednarodno sodelovanje, posebno v okviru Evrope;
- * vse več poudarka dajejo proučevanjem medsebojnih odvisnosti tehnike in okolja, ne samo ekoloških, temveč tudi psihosocialnih, etičnih, ipd.

Naj poudarim, da pričujoče poročilo zajema samo majhen del podatkov, ki so bili na tem sejmu na razpolago. Hannoverski industrijski sejem omogoča globalni pregled nad stanjem tehnike v svetu. Svet se razvija, povezuje, postaja vse manjši.

Kaj naj porečem na koncu? Quo vadis, naša domovina??!

*Darja Uvodič, dipl.ing.
SOZD ISKRA - Področje za razvoj
Trg revolucije 3
61000 Ljubljana*

PREDSTAVLJAMO DO Z NASLOVNICE

SEMCOTEC was founded in 1980 with the goal of serving a wide customer base in the area of chip and component procurement, as well as, materials and equipment for IC manufacturing and related fields of electronics. Due to the extensive experience in this field, good knowledge of the market and good technical expertise, SEMCOTEC realized success and fulfilment of its goals.

In 1982 SEMCOTEC expanded its activities in the areas of IC design and technology. A technical group with the capability of developing and MOS technology suitable for Application Specific Designs was established. In 1983 the company was able to begin the development of its HCMOS technology. The project was founded in Austria through the „Forschungsfoerderungsfond der gewerblichen Wirtschaft“. In 1984 SEMCOTEC and ISKRA ME signed an agreement of mutual cooperation for development of HCMOS technology. As a result of this agreement the development work for the HCMOS ASIC technology was done at ISKRA with technical participation from both companies. Naturally this technology is now installed at ISKRA ME, and since that time ISKRA ME has been SEMCOTEC's silicon foundry. This relation-

ship has been of mutual advantage with the realization of several successful commercial projects.

In the area of IC design SEMCOTEC worked in close cooperation with the Technical University in Vienna and with Austrian government support developed the SA000 gate array family and a standard cell library. Both the gate array and standard cell libraries are based on SEMCOTEC's N-Well HCMOS technology.

SEMCOTEC's plan for the future is to continue the development of new technologies that are applicable to ASIC design such as mixed digital/analog applications, smart power applications, flash converters etc. Due to greater involvement in research and development SEMCOTEC has recently increased its design center capabilities with increased engineering and further investments in hardware. In addition the agreement for technical cooperation with ISKRA ME has been renewed to extend for another five years.

*Terry Athanas
SEMCOTEC
Seidlgasse 22/13
A-1030 Wien*

ČLANI MIDE M

In Memoriam Adi Peitl

Vse nas je pretreslo in hudo prizadelo, da se je 31. maja v prometni nesreči smrtno ponesrečil naš član, član Izvršnega odbora društva MIDE M - Adi Peitl.

Vsi, ki smo ga poznali osebno, vsi, ki poznamo njegovo strokovno delo, vemo, da smo izgubili dobrega prijatelja, požrtvovalnega kolega, jugoslovansko polprevodništvo pa je izgubilo enega izmed svojih najboljših strokovnjakov.

Adi se je rodil 14.4.1941 v Ponikvah pri Sevnici, mladost je preživel v Hrastniku. Po končani gimnaziji je študiral na fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, kjer je leta 1966 diplomiral. Kot štipendist Tovarne polprevodnikov v Trbovljah se je po končanem študiju tudi v tej tovarni zaposlil in ji je bil zvest vse do prezgodnje smrti.

V letih 1967-1980 je opravljal vrsto odgovornih inženirskih in vodstvenih nalog v konstrukciji, službi za kakovost, inženiringu in proizvodnji. Leta 1980 je bil imenovan za direktorja tovarne leta 1984 pa je bil potrjen tudi v drugem mandatu. Najvišjo vodilno funkcijo je v Tovarni polprevodnikov opravljal vse do jeseni leta 1988.

Od takrat do svoje smrti je bil pomočnik glavnega direktorja, zadolžen za naloge programa, kakovosti in inženiringa.

Adi je bil eden izmed redkih jugoslovanskih direktorjev, ki je zrasel iz sredine svoje tovarne, bil je direktor, ki je poznal vsak kotiček svoje tovarne in dojemal dušo vsakega svojega delavca. Bil je direktor, ki je vzpodbujal inovacijsko dejavnost in celo na svojem položaju bil nosilec več tehničnih inovacijskih predlogov.

Pod njegovim vodstvom je Tovarna polprevodnikov v Trbovljah postala ena najbolj avtomatiziranih tovarn za izdelavo polprevodniških diod, ki se je afirmirala na domačem in tujem elektronskem trgu.

V društvu MIDE M je Adi v prejšnjem mandatu bil član OSDK, letos spomladi pa smo ga izvolili v Izvršni odbor društva. Tudi na konferenci MIEL 85 v Ljubljani je kot podpredsednik organizacijskega odbora pomagal pri uspešni organizaciji posvetovanja.

S težkim srcem, vendar ponosni, da smo v svoji sredini imeli takšnega človeka, kot je bil Adi, smo ga pospremili na njegovem zadnjem potovanju v domačem Dolu pri Hrastniku.

Predsednik Društva MIDE M
dr. Rudi Ročak

Novi člani društva MIDE M

- | | |
|---|--|
| ☐ Lilić Sladanka 634 | ☐ Valentič Anica 635 |
| ☐ Novak Milena 636 | ☐ Železnikar Andrej 637 Iskra Elementi-Feriti |
| ☐ Šlamberger N 639, Iskra Elementi, IE | ☐ Žnidaršič Andrej 638 Iskra Elementi-Feriti |

VESTI - OBVESTILA

SVJETSKO TRŽIŠTE ELEKTRONIKE 1988

Prodaja elektroničkih uređaja i komponentata na svjetskome tržištu u 1988. godini zabilježila je veliki porast u odnosu na 1987. godinu. U 1989. godini doći će do usporavanja rasta prodaje. Tako proizilazi iz analize tržišta objavljene u časopisu „Electronics“, januar 1989. Za čitaoce Informacija MIDEM prenosimo najzanimljivije podatke iz te analize.

Pojedinačno SAD su još uvijek najveće tržište elektroničke opreme. Japan im se sasvim približio, a Zapadna Evropa u cijelosti, ne samo četiri prikazane zemlje, možda je već pretekla SAD. Ako bi se uključila elektronička oprema za vojne potrebe, koja nije prikazana u tablicama, vidjelo bi se da SAD troše godišnje više od 100% elektroničke po stanovniku. Jugoslavija je prije 5 godina bila na 20\$ po stanovniku. Pitanje je gdje je sada?

Tablica br. 1. - SVJETSKO TRŽIŠTE ELEKTRONIČKE OPREME						
Godina	1987		1988		1987	
	Iznos	%	Iznos	%	Iznos	%
SAD	153	37	170	37	185	37
Japan	123	30	141	30	158	31
Evropa	105	26	116	25	125	25
Ostatak svijeta	26	7	34	8	37	7
Svijet ukupno	407	100	461	100	505	100
(Iznosi su u milijardama US \$)						

Tablica br. 2 SVJETSKO TRŽIŠTE ELEKTRONIČKIH KOMPONENATA						
Godina	1987		1988		1989	
	Iznos	%	Iznos	%	Iznos	%
SAD	37.9	34	43.5	34	45.3	32
Japan	39.1	35	44.3	35	52.6	37
Evropa	23.0	21	25.0	20	25.8	18
Ostatak svijeta	11.1	10	14.2	11	16.7	13
Svijet ukupno	111.1	100	127.0	100	140.4	100
(Iznosi su u milijardama US \$)						

Od cjelokupnog asortimana komponentata za elektroniku najviše se troši poluvodiča što se lako uočava u tablici br. 3.

Tablica br. 3. - UDIO POTROŠNJE POLUVODIČA U UKUPNOJ POTROŠNJI ELEKTRONIČKIH KOMPONENATA PO REGIJAMA						
Godina/regija	1987		1988		1989	
	Iznos	%	Iznos	%	Iznos	%
SAD	12.4	32.	15.6	36	16.4	36
Japan	17.7	45	21.2	48	28.8	54
Evropa	6.8	29	7.2	29	7.7	30
Ostatak svijeta	4.5	40	5.6	39	6.0	36
Svijet ukupno	41.4	37	49.6	39	58.9	42
(Iznosi su u milijardama US \$)						

Tablica br. 4. Prognoza prodaje elektroničke opreme 1989.			
Segment	SAD	Japan	Evropa
Obrada podataka-hardware i softv.	112.3	98	68.3
Telekomunikacije	30.3	22	26.1
Široka potrošnja	24.8	32.3	17.7
Mjerenje ispitivanje i CAD/CAE	7.6	5	3.7
Industrijska elektronika	10.6	9.6	8.8
(Iznosi su u milijardama US \$)			

Zanimljivo je pogledati kako se troše elektroničke komponente, odnosno u što se ugrađuju. U tablici br. 4 prikazana je prognoza o prodaji slavnih segmenata elektroničke opreme na glavnim tržištima u 1989. godini.

Tablica br. 5. POTROŠNJA KOMPONENATA 1988. GODINE, U REGIJAMA PO ASORTIMANU						
Asortiman	SAD	Japan	Zap.Nj.	Vel.Brit.	Franc.	Ital.
Komponente ukup.	42.95	44.65	7.07	5.29	3.91	2.19
Poluvodiči ukup.	15.1	19.21	2.28	1.91	1.11	0.826
Diskretni ukup.	2.11	2.3	0.50	0.28	0.242	0.175
Diode	0.88	0.91	0.17	0.116	0.096	0.068
Tranzistori	1.03	1.78	0.24	0.142	0.126	0.087
Tiristori	0.13	0.2	0.09	0.026	0.02	0.024
Integrirani uk.	12.6	16.21	1.78	1.63	0.87	0.65
Linearni IC uk.	2.1	3.46	0.38	0.266	0.20	0.145
IC po narudžbi	2.56	2.3	0.25	0.268	0.043	0.057
Memorije	4.2	4.73	0.47	0.312	0.216	0.22
Mikroprocesori	2.3	2.07	0.34	0.265	0.195	0.125
Logički standardni	1.06	1.9	0.33	0.50	0.212	0.103
Optoelektronika	0.36	2.3	0.13	0.118	0.075	0.033
Pasivne i mehaničke komponente	25.45	18.47	3.71	2.39	1.87	0.795
Kondenzatori	1.5	2.96	0.56	0.318	0.3	0.158
Konektori	4.11	2.0	0.94	0.466	0.38	0.174
Štampane ploče	6.56	3.6	0.89	0.77	0.49	0.166
Relei	0.73	0.3	0.26	0.099	0.029	0.058
Otpornici	1.11	1.66	0.25	0.20	0.143	0.047
Sklopke i tastature	1.29	1.55	0.24	0.167	0.16	0.061
Induktivni elem.	0.99	2.33	0.27	0.239	0.21	0.062

Tablica br. 6. UDIO POJEDINIHR VRTA KOMPONENATA U UKUPNOJ POTROŠNJI U REGIJAMA 1988. GODINE						
Asortiman	SAD	Japan	Zap.Nj.	Vel.Brit	Franc.	Ital.
Komponente ukup.	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Poluvodiči ukup.	35	43	33	36	28	38
Diskretni ukup.	4.9	5	7	5.3	6.2	8
Diode	2	2	2.4	2.2	2.5	3
Tranzistori	2.4	4	3.4	7.9	3.2	3.9
Tiristori	0.3	0.44	1.3	0.5	0.5	1.1
Integrirani uk.	29	36	25	31	22	29
Linearni, IC uk.	4.9	7.7	5.4	5	5	6.6
IC po narudžbi	6	5	3.6	5	1.1	2.3
Memorije	9.9	10.6	6.7	5.9	5.5	10
Mikroprocesori	5.3	4.6	4.8	5	5	5.7
Logički standardni	2.5	4.25	4.7	9.4	5.4	4.5
Optoelektronika	0.83	5	1.8	2.2	1.9	1.5
Pasivne i mehaničke komponente	59	41.3	53	45	48	36
Kondenzatori	3.5	6.6	8	6	7.7	7.2
Konektori	9.5	4.4	13.4	8.8	9.7	7.9
Štampane ploče	15.3	8	12.7	14.5	12.5	7.5
Relei	1.7	0.67	3.7	1.87	7	2.6
Otpornici	2.6	3.7	3.6	3.8	3.7	2.1
Sklopke i tastature	3.	3.5	3.5	3	4	2.8
Induktivni elem.	2.3	5.2	3.8	4.5	5.4	2.8

Također je zanimljivo pogledati podatke o proizvodnji elektroničke opreme i uređaja u različitim zemljama 1988. godine. U tablici br 6. pokazani su vrijednosni pokazatelji, a u tablici br. 7. relativni pokazatelji po zemljama.

Tablica br. 7 POTROŠNJA OPREME PO REGIJAMA I ASORTIMANU 1988						
Asortiman	SAD	Japan	Zap.Nj	Vel.Brit	Franc	Ital.
OPREMA UKUPNO	148.4	140.5	38.7	29.3	31.41	17
Široka potrošnja	24.1	26.9	6.5	4.2	4.12	2.52
Telekomunikacije	27.6	17.2	6.3	8.5	6.9	4.3
Kompjutori i uredska oprema	80.95	66	16	10.6	12.7	5.9
Industrijska	5.4	9.3	3.26	1.5	1.56	1.44
Napajanje	0.5	2	0.26	0.13	0.1	0.09
Ispitivanje i mjerenje	6.1	1.6	0.54	0.41	0.37	0.25
CAD/CAE oprema	0.82	0.7	0.75	0.28	0.45	0.31
Softver	20.9	16.7	4.7	6.5	5.56	2.23

Tablice pokazuju da od ukupne prodaje elektroničke opreme više od 40% u SAD preko 50%, predstavljaju kompjutori i uredska oprema. Zajedno sa širokom potrošnjom i telekomunikacijama ove tri asortimanske skupine predstavljaju više od 80% tržišta elektroničke opreme u razvijenim industrijskim zemljama.

Tablica br. 8. UDIO POJEDINIHRVSTA OPREME U POTROŠNJI PO REGIJAMA						
Asortiman	SAD	Japan	Zap.Nj.	Vel.Brit	Franc.	Ital.
Oprema ukupno	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Široka potrošnja	16	19	16.8	14.3	13	15
Telekomunikacije	18.6	12	16.3	29	22	25
Kompjutori i uredska oprema	54.5	47	41	36	40	34
Industrijska	3.6	6.6	8.4	5	5	8.4
Napajanje	0.3	1.4	0.7	0.4	0.3	0.5
Ispitivanje i mjerenje	4.1	1.1	1.4	1.4	1.2	1.5
CAD/CAE oprema	0.5	0.5	1.9	0.9	1.4	1.8
Softver	14	12	12	22	17.7	13

Tablica br. 9. PRODAJA ELEKTRONIČKE OPREME PO REGIJAMA U ODNOSU NA PRODAJU U SAD 1988. GODINE						
Asortiman	SAD	Japan	Zap.Nj.	Vel.Brit.	Franc.	Ital.
Oprema ukupno	100%	94%	26%	20%	21%	11%
Široka potrošnja	100%	111%	25%	17%	29%	10%
Telekomunikacije	100%	62%	23%	31%	25%	15%
Kompjutori i uredska oprema	100%	81%	19%	13%	16%	7%
Industrijska	100%	172%	60%	28%	29%	27%
Napajanje	100%	Za „napajanja“ podaci su nepouzđani				
Ispitivanje i mjerenje	100%	26%	9%	7%	6%	4%
CAD/CAE oprema	100%	85%	91%	34%	55%	39%
Softver	100%	80%	22%	31%	26%	11%

Pripremio:
Miroslav Turina, dipl.ing.

Rade Končar, Zagreb

VABILO

Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale - MIDEM in Iskra SOZD elektrotehniške industrije vas vabita na dvodnevni seminar firme MULTI COMPONENTS GmbH iz Zvezne republike Nemčije o površinski montaži elektronskih elementov, ki bo

v torek, 5. septembra in sredo 6. septembra 1989 v veliki dvorani SOZD Iskra, Trg revolucije 3, Ljubljana

Predaval bo gospod Gerhard Reusch, glavni manager firme. Predavanje bo v angleščini. Vstop bo prost. Podarek seminarja bo na nanosu spajkalnih past in lepil ter na spajkanju. Ker je do izvedbe seminarja na razpolago še dovolj časa, vabimo zainteresirane strokovnjake, da nam posredujejo svoje predloge in želje o podrobnih vprašanjih znotraj začrtanih tem.

Predvidevamo, da bo na seminarju prikazana tudi avtomatska montaža SMD elementov na demonstracijski SMT liniji.

Za pojasnitev dodatnih vprašanj se, prosimo, obračajte na Alojzija Kebra, Iskra Elementi, Stegne 17, Ljubljana, tel.: (061) 576-231 ali na Pavla Tepino, MIDEM, Titova 50, Ljubljana, tel.: (061) 316-886.

POZIV

Stručno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dijelove i materijale, MIDEM i Iskra SOZD elektrotehniške industrije pozivaju vas na seminar firme MULTI COMPONENTS GmbH iz Savezne republike Njemačke o površinski montaži elektronskih elemenata, koji će se održati

u utorak, 5. septembra i sredo 6. septembra 1989 u velikoj sali SOZD Iskra, Trg revolucije 3, Ljubljana

Predavanje će držati gospodin Gerhard Reusch, glavni menežer firme na engleskom jeziku. Kotizacije nema. Akcent seminarja će biti na nanošenju lemnih pasti i lepaka te na lemljenju. Jer ima do početka seminarja još dovoljno vremena, molimo zainteresovane stručnjake, da nam šalju predloge za detaljnija pitanja unutar programiranih tema.

Očekujemo da će biti na seminaru i demonstracija automatske montaže SMD elemenata na SMT liniji.

Molimo vas da se za eventualne dodatne informacije obratite na Alojzija Kebra, Iskra Elementi, Stegne 17, Ljubljana, tel.: (061) 576-231 ili Pavla Tepinu, MIDEM, Titova 50, Ljubljana, tel.: (061) 316-886.

MULTI COMPONENTS GmbH SMT SEMINAR

title: PASTE AND ADHESIVE SCREENING OR DISPENSING, COMPONENT PLACEMENT AND SOLDERING IN SMT

Date, September 5th and 6th 1989 - Venue: Iskra - PPC Ljubljana

DAY 1

- ◆ 09.00 General aspects
- ◆ 09.15 Introduction of Surface Mount Technology
 - Why SMD
 - Which advantages has SMD
 - Production methods for SMD boards
- ◆ 09.45 Component placement
 - Economic parameters of placement
 - Practical problems of component placement
 - Future trends in placement
 - Vision systems for component placement
- ◆ 11.15 Break
- ◆ 11.30 Solder paste
 - Basic parameters of solder paste
 - Quality control of solder paste
- ◆ 14.00 Application methods for solder paste
 - General aspects

Screen printing

Dispensing

- ◆ 15.15 Break
- ◆ 15.30 Adhesives
 - Adhesives dispensing
 - Adhesive hardening

DAY 2

- ◆ 09.00 Soldering of SMT Printed Circuit Boards
 - General aspects
 - Soldering methods
 - IR soldering
- ◆ 10.30 Break
- ◆ 11.00 Vapour phase soldering
 - Wave soldering
- ◆ 12.00 General discussion and questions
- ◆ 13.00 Seminar end

KOLEDAR PRIREDITEV

JULIJ

3.-14. The Oxford Berkeley Summu Engineering Programme
(D.Cowley, Oxford OX1 2JA, tel. (0865)270360)

Detaljno:

3-4 July Microsensors and Microactuators

3-7 July Modern Digital Communication Techniques

3-6 July Superconductive Electronics

3-4 July An Introduction to Modern Optics and Optoelectronics

5-6 July Wafer Topography Management

5-7 July Optical Fibre Technology

5-6 July Fundamentals of Integrated and Thin-Film Waveguide Optics

7 July Electro-Optic and Acousto-Optic Integrated Optical Devices and Subsystems

10-11 July Ion Implantation for VLSI Fabrication

10 July Chemical Vapour Deposition for Integrated-Circuit Applications

11 July Polycrystalline Silicon for Integrated-Circuit Applications

10 July Semiconductor Lasers

11 July Towards Monolithic Integrated Optics

12 July Advanced Topics in Integrated Optics

12-14 July Architectures for Digital Signal Processing

12-14 July Synthesis-Directed Design of Electronic Systems

13 July Optoelectronic Systems and Devices

AVGUST

6.-18. VLSI 89 (Conference of International Federation for Information Processing), Muenchen (IFIP, Info.VDE)

SEPTEMBER

3.-7. ECOC 9 (15.European Conference on Optical Communication, Goetteborg (Info VDE))

4.-8. september - 9. mednarodni simpozij o plazemski kemiji; Pugnochinsko Italija; Sekretariat ISPC-9-Centro Internationale Congressi; V.Le Papa Pio XII 18; 70124 Bari, Italy

11.-13. september - Mednarodni simpozij in razstava Analitske metode za karakterizacijo površin (SATA 89);

Manchester, Anglija; Informacije: Mrs Elaine Wellingham, Conference Secretariat, Field End House, Bude Close, Nailsea, Bristol Avon BS 192 FQ England

13.-15. SD 89 Simpozij o elektronskih sestavnih delih in materialih, Maribor (MIDEM, Birostroj)

14.-19. ISSWAS 89, Int.Symp. on Surface Waves in Solids and Layered structures and AE Accoustoelectronics - 89, VARNA, Bolgarija (Institute of Solid State Physics 1784 Sofia, Blvd Lenin 72)

26.-29.IVC-11 in ILSS, Medjunarodni vakuumski kongres in medjunarodna konferenca o površinah trdnih snovi, Koeln (A.Benninghoven, Phys.Inst. Univ. Munster, W.-Klemm Str. 10, D 4000 Munster)

OKTOBER

9.-11.- EPE (3 European Conference on Power Electronics and Applications) Aachen (Info.VDE)

9.-13. GADEST 89, Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology, Garzau-Frankfurt (Oder) DDR Academy of Sciences of the GDR Institute of Semiconductor Physics, W.Korsing Str. 2, P.B.409 GDR 1200, Frankfurt (Oder)

17.-20. Failures & yield analysis seminar, Muenchen (Technology associates, 51 Hillbrook Drive, Portola Valley CA 94025-7933)

23.-27. Semiconductor technology seminar, Muenchen (Technology associates)

24.-27. ECASIA 89 - 3. evropska konferenca o uporabi metod za analizo površin in faznih mej; Antibes, Francija

27.-28. SEMI 5th European Step Conference Defect Control and Yield Management Brussels, Sheraton Hotel (G.Cochrane 01-353- 8807)

NOVEMBER

8.-12. Electronica 88, Razstava Muenchen

28.-30. European Conference on Satellite Communications, Muenchen (Info.VDE).

1990

MAREC

12.-15. EDAC - The European Design Automation Conference Glasgow (CEP Consultants Ltd, 26-28 Albany Street, Edinburgh, EH 13QH, UK)

APRIL

18.-22 - 11. jugoslovanski vakuumski kongres, Gozd Martuljek, Hotel Špič; organizator JUVAK in DVT Slovenije

SEPTEMBER

24.-27. Evropska konferenca o galijevem arzenidu; St Heller, Jersey, Anglija

NAVODILA AVTORJEM

Informacije MIDEM je znanstveno-strokovno-društvena publikacija Strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale-MIDEM. Časopis objavlja prispevke domačih in tujih avtorjev, še posebej članov MIDEM, s področja mikroelektronike, elektronskih sestavnih delov in materialov, ki so lahko:

izvirni znanstveni članki, predhodna sporočila, pregledni članki, razprave z znanstvenih in strokovnih posvetovanj in strokovni članki.

Članki bodo recenzirani.

Časopis objavlja tudi novice iz stroke, vesti iz delovnih organizacij, inštitutov in fakultet, obvestila o akcijah društva MIDEM in njegovih članov ter druge relevantne prispevke.

Strokovni prispevki morajo biti pripravljeni na naslednji način

- 1. Naslov dela, imena in priimki avtorjev brez titula.
- 2. Ključne besede in povzetek (največ 250 besed).
- 3. Naslov dela v angleščini.
- 4. Ključne besede v angleščini (Keywords) in povzetek v angleščini (Abstract).
- 5. Uvod, glavni del, zaključek, zahvale, dodatki in literatura.
- 6. Imena in priimki avtorjev, titule in naslovi delovnih organizacij, v katerih so zaposleni.

Ostala splošna navodila

1. Članki morajo biti tipkani na listih A4 formata v vrsticah dolžine 16 cm. Rob na levi strani mora biti širok 3.5-4 cm.

2. V članku je potrebno uporabljati SI sistem enot oz. v oklepaju navesti alternativne enote.

3. Risbe je potrebno izdelati s tušem na pavs ali belem papirju. Širina risb naj bo do 7.5 oz. 15 cm. Vsaka risba, tabela ali fotografija naj ima številko in podnapis, ki označuje njeno vsebino. Risb, tabel in fotografij ni potrebno lepiti med tekst, ampak jih je potrebno ločeno priložiti članku. V tekstu je potrebno označiti mesto, kjer jih je potrebno vstaviti.

4. Delo je lahko napisano in bo objavljeno v kateremkoli jugoslovanskem jeziku v latinici in v angleščini.

Uredniški odbor ne bo sprejel strokovnih člankov, ki ne bodo poslani v treh izvodih.

Avtorji, ki pripravljajo besedilo v urejevalnikih besedil, lahko pošljejo zapis datoteke na disketi (360 ali 1,2) v formatih ASCII, wordstar (3.4, 4.0), wordperfect, word, ker bo besedilo oblikovano v programu Ventura 2.0. Poslanih disket ne vračamo!

Avtorji so v celoti odgovorni za vsebino objavljenega sestavka. Rokopisov ne vračamo.

Rokopise pošljite na naslov

Uredništvo Informacije MIDEM
Elektrotehniška zveza Slovenije
Titova 50, 61000 Ljubljana

UPUTE AUTORIMA

Informacije MIDEM je znanstveno-stručno-društvena publikacija Stručnog društva za mikroelektroniku, elektronske sestavne dijelove i materijale - MIDEM. Časopis objavljuje priloge domaćih i stranih autora, naročito članova MIDEM, s područja mikroelektronike, elektronskih sastavnih dijelova i materijala koji mogu biti:

izvorni znanstveni članci, predhodna priopćenja, pregledni članci, izlaganja sa znanstvenih i stručnih skupova i stručni članci.

Članci će biti recenzirani.

Časopis također objavljuje novosti iz struke, obavijesti iz radnih organizacija, instituta i fakulteta, obavijesti o akcijama društva MIDEM i njegovih članova i druge relevantne obavijesti.

Stručni članci moraju biti pripremljeni kako slijedi

- 1. Naslov članka, imena i prezimena autora bez titula.
- 2. Ključne riječi i sažetak (najviše 250 riječi).
- 3. Naslov članka na engleskom jeziku.
- 4. Ključne riječi na engleskom jeziku (Key Words) i sažetak na engleskom jeziku (Abstract).
- 5. Uvod, glavni dio, zaključni dio, zahvale, dodaci i literatura.
- 6. Imena i prezimena autora, titule i naslovi institucija u kojima su zaposleni.

Ostale opšte upute

1. Prilozi moraju biti strojno pisani na listovima A4 formata u redovima dužine 16 cm. Na lijevoj strani teksta treba biti rub širok 3.5 do 4 cm.

2. Uprilogu treba upotrebljavati SI sistem jedinica od. u zagradi navesti alternativne jedinice.

3. Crteže treba izraditi tušem na pausu ili bijelom papiru. Širina crteža neka bude do 7.5 odnosno 15 cm. Svaki crtež, tablica ili fotografija treba imati broj i naziv koji označuje njen sadržaj. Crteže, tabele i fotografije nije potrebno lepiti u tekst, već ih priložiti odvojeno, a u tekstu samo naznačiti mjesto gdje dolaze.

4. Rad može biti pisan i biti će objavljen na bilo kojem od jugoslavenskih jezika u latinici i na engleskom jeziku.

Autori mogu poslati radove na disketama (360 ili 1,2) u formatima tekst procesora ASCII, wordstar (3.4. i 4.0), word, wordperfect pošto će biti tekst dalje obrađen u Venturi 2.0. Poslatih disketa ne vraćamo!

Urednički odbor će odbiti sve radove koji neće biti poslani u tri primjerka.

Za sadržaj članaka autori odgovaraju u potpunosti. Rukopisi se na vraćaju.

Rukopise šaljite na adresu:

Uredništvo Informacije MIDEM
Elektrotehnička zveza Slovenije
Titova 50, 61000 Ljubljana

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

Informacije MIDEM is professional-scientific-social publication of Yugoslav Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials. In the Journal contributions of domestic and foreign authors, especially members of MIDEM, are published covering field of microelectronics, electronic components and materials. These contributions may be:

original scientific papers, preliminary communications, reviews, conference papers and professional papers.

All manuscripts are subject to reviews.

Scientific news, news from the companies, institutes and universities, reports on actions of MIDEM Society and its members as well as other relevant contributions are also welcome.

Each contribution should include the following specific components:

- 1. Title of the paper and authors' names.
- 2. Key Words and Abstract (not more than 250 words).
- 3. Introduction, main text, conclusion, acknowledgements, appendix and references.
- 4. Authors' names, titles and complete company or institution adress.

General information

1. Papers should be typed on page format A4 in lines up to 16 cm long. Space on left side of the text should be at least 3.5 to 4 cm long.

2. Authors should use SI units and provide alternative units in parentheses wherever necessary.

3. Illustrations should be in black on white or tracing paper. Their width should be up to 7.5 or 15 cm. Each illustration, table or photograph should be numbered and with legend added. Illustrations, tables and photographs are not to be placed into the text but added separately. However, their position in the text should be clearly marked.

4. Contributions may be written and will be published in any Yugoslav language and in english.

Authors may send their files on formatted diskettes (360 or 1,2) in ASCII, wordstar (3.4 or 4.0), word, wordperfect as text will be formatted in Ventura 2.0. Diskettes will not be sent back!

Papers will not be accepted unless three copies are received.

Authors are fully responsible for the content of the paper. Manuscripts are not returned.

Contributions are to be sent to the address:

Uredništvo Informacije MIDEM
Elektrotehniška zveza Slovenije
Titova 50, 61000 Ljubljana,
Yugoslavia