

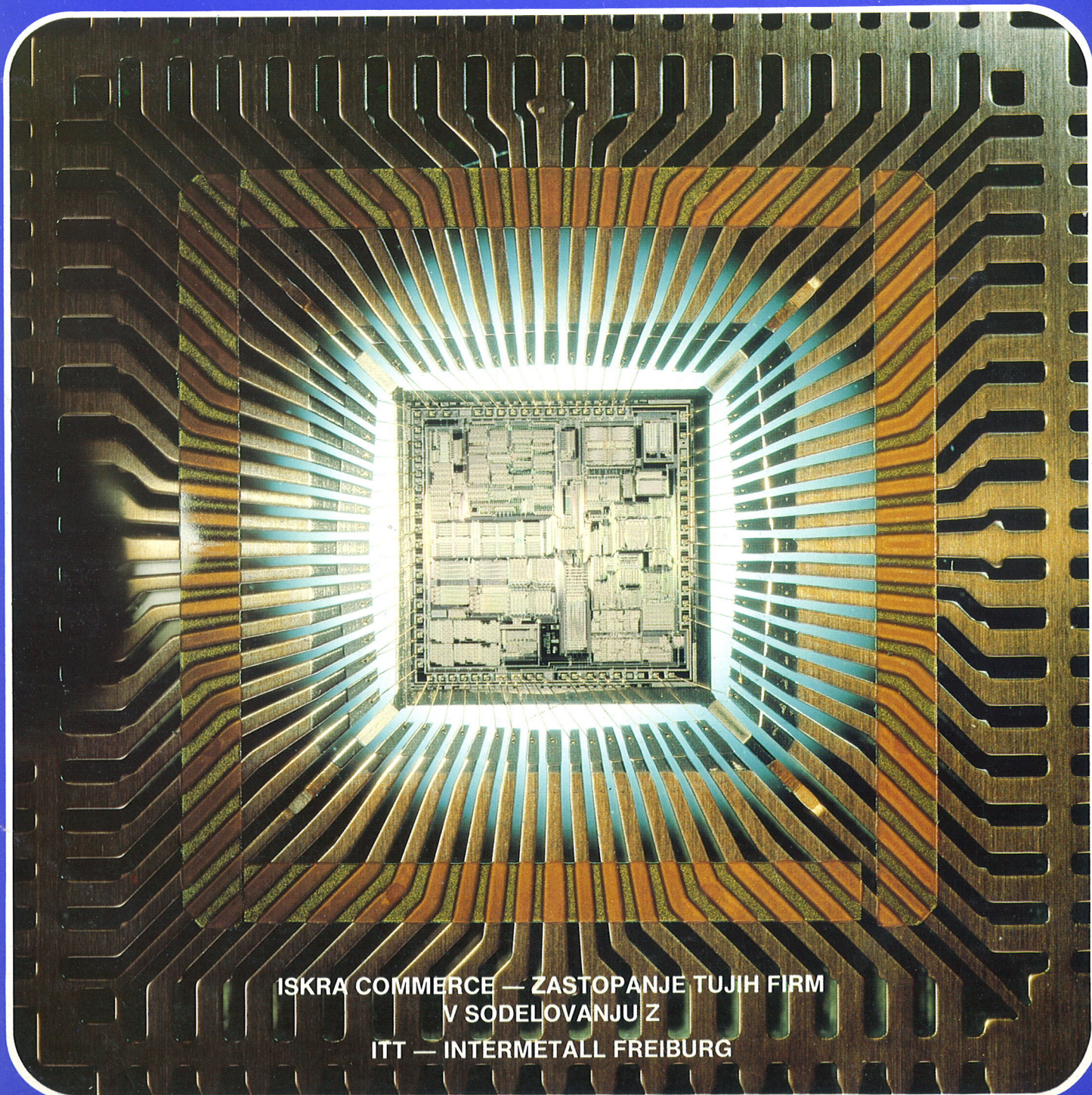
INFORMACIJE MIDEM

Strokovno društvo za mikroelektroniko,
elektronske sestavne dele in materiale

Stručno društvo za mikroelektroniko,
elektronske sestavne delove i materijale

4 • 1988

LJUBLJANA, DECEMBER 1988, LETNIK-GODINA 18, ŠTEVILKA-BROJ 48



ISKRA COMMERCE — ZASTOPANJE TUJH FIRM
V SODELOVANJU Z
ITT — INTERMETALL FREIBURG

VSEBINA - SADRŽAJ

R. Ročak, I. Šorli: Kriza je nevarna, vendar ponuja priložnosti.....	204
ZNANSTVENO STROKOVNI PRISPEVKI	
J. Pirš, I. Muševič, B. Marin, S. Pirš: Tekočekristalni prikazalniki z veliko gostoto informacij.....	205
Lj. D. Atanasoska, J. H. Weaver: Proučavanje hemijske interakcije na medufazi aluminija i germanijuma sa poliimidom XPS metodom.....	214
M. Novak, J. Veter, R. Babič: Logične mreže.....	224
R. Babič, M. Solar, D. Vošinek: Adaptivni frekvenčni množilnik.....	230
B. Aleksandrov: Poročilo o FTIR tečaju na University of Georgia.....	234
MATERIALI	
D. Uvodič: Poziv k skupnemu razmišljanju in oblikovanju idej o akcijah za napredek na področju materialov v okviru društva MIDEM.....	238
M. Ristić: Jedno videnje nauke o materialima v Japanu.....	239
KONFERENCE, POSVETOVANJA, SEMINARJI, POROČILA	
XXIV. Jugoslovanski simpozij o elektronskih sestavnih delih in materialih, SD-88, Nova Gorica, 7. - 9. september 1988.....	242
R. Ročak: Mikroelektronika in družba.....	245
P. Tepina: Seminar o materialih za elektroniko firme HOECHST.....	246
M. Maček: Konferenca STEP EUROPE.....	246
D. Udovič: Kolokvij o sodobnih keramičnih in kovinskih materialih.....	247
M. Kosec, G. Dražič: Ceramics for Electronics.....	248
J. Čupurdija: Razgovori o projektiranju štampanih pločica pomoću računala.....	249
ČLANI MIDEM	
Obletnice, jubileji	
Prof.dr.Dimitrije Čajkovski, povodom 60.- rodendana.....	251
Miloš Kobe, dipl.ing., ob 60. rojstnem dnevu.....	251
Novi člani društva MIDEM.....	252
VESTI, OBVESTILA	
M. Turina: Vijesti iz zemlje; iz inostranih publikacija.....	253
Koledar prireditev.....	257

KRIZA JE NEVARNA, Vendar PONUJA PRILOŽNOSTI

V naših jugoslovanskih kriznih časih je že mnogim našim bralcem verjetno znano, da je kitajski znak za krizo sestavljen iz dveh znakov izmed katerih prvi pomeni nevarnost, drugi pa priložnost. Kitajci so že zdavnaj krizo dojemali kot situacijo, ki lahko pripelje do propada vendar tudi kot novo priložnost za razcvet. Tudi našo krizo bi morali tako dojemati. Ne smemo njene nevarnosti podcenjevati, vendar nam ni potrebno, da se z njo sprijaznimo in nad njo vzdihujemo, temveč jo poskušajmo z optimizmom in modrimi dejanji obrniti sebi v prid.

Tudi za naše društvo MIDEM so sedanji časi nevarni. Ekonomske težave naših tovarn s področja elektronike, mikroelektronike, sestavnih delov, nekateri neželeni družbeni procesi v naši okolici imajo lahko negativen vpliv na delo in akcije naših članov. Če se ozremo nazaj na preteklo 1988. leto pa lahko z zadovoljstvom ugotovimo, da smo uspešno izpeljali vse predvidene manifestacije, od tradicionalnih posvetovanj o mikroelektroniki - MIEL-, sestavnih delih -SD- in sodobni elektroniki -SE-, do novih akcij profesionalnih srečanj v sodelovanju z jugoslovanskimi in inozemskimi podjetji. Pri tem ni bilo čutiti nobenih zametkov sicer tako neprijetnih, kontroverznih družbenih dogajanj v Jugoslaviji.

Čeprav smo se srečevali s trdimi finančnimi težavami, smo uspešno nadaljevali z našo založniško dejavnostjo. Zborniki posvetovanj, knjiga CEOK in glasilo INFORMACIJE MIDEM so ob velikem entuzijazmu in trudu aktivistov društva redno zagledali luč sveta. „Naš svet“ pa počasi zapušča okvire samo naše dežele. Referate povabljenih predavateljev s posveta MIEL smo objavili tudi v enem izmed evropskih čaopisov za mikroelektroniko, ki izhaja v Angliji, vedno več zanimanja za sodelovanje v glasilu pa kažejo nekatera evropska podjetja.

Glasilo INFORMACIJE MIDEM smo končno registrirali kot znanstveno strokovno-društveni časopis. Novi časopisni svet in uredniški odbor bosta poskusila glasilo pripeljati do zavidljive strokovne kvalitete. V tej, zadnji letošnji številki, smo že poskusili napraviti prvi korak, v prvi številki naslednjega leta pa bomo to izpeljali „čisto zares“. To bo priložnost vsem našim strokovnjakom, da svoje dosežke objavijo doma, da pa kljub temu ne bodo ostali anonimni. Samo z njihovimi prispevki in aktivnostjo recenzentov in urednikov glasila bo društvo MIDEM lahko priložnost v celoti izkoristilo. Priložnost pa imajo tudi naši sponzorji, da se s pomočjo stroke in sodelovanja izkopljejo iz krizne nevarnosti zastoja.

Želimo si, da se naše želje ob novem letu izpolnijo, predvsem pa, da se izpolnijo vse dobre želje naših članov! V nevarnosti izkoristimo našo priložnost!

Glavni urednik:

Šorli Iztok

Predsednik MIDEM:

Zoran Zukić

TEKOČEKRISTALNI PRIKAZALNIKI Z VELIKO GOSTOTO INFORMACIJ

Vabljeno predavanje, SD-88, Nova Gorica

Janez Pirš, Igor Muševič, Bojan Marin, Silva Pirš

Ključne besede: tekoči kristali, nematiki, feroelektriki, prikazalniki, elektrooptične lastnosti

POVZETEK: Podan je pregled modernih tekočekristalnih tehnologij, ki omogočajo izdelavo ploščatih zaslonov z veliko gostoto informacij: superzasukane strukture v nematskih fazah, aktivno krmiljenje posameznega elementa v standardnih nematskih tekočih kristalih in uporaba spominskih efektov v smektičnih tekočih kristalih z višjo stopnjo urejenosti.

HIGH INFORMATION CONTENT LIQUID CRYSTAL DISPLAYS

Key Words: liquid crystals, nematics, ferroelectrics, displays, electrooptical properties

ABSTRACT: An overview of modern liquid crystal display technologies allowing for the manufacturing of flat, high information content displays is given: supertwisted structures in nematic mesophases, active matrix addressing of standard twist nematic displays and the use of the memory effects in smectic liquid crystals with higher degree of molecular order.

UVOD

Ena izmed bistvenih lastnosti naše visoko industrializirane civilizacije je izredna količina informacij in podatkov, zaradi česar nujno potrebuje ustrezne informacijske prikazalnike.

Med najrazličnejšimi tehnologijami prikazalnikov v zadnjih nekaj letih vedno bolj izstopajo tekočekristalni prikazalniki (LCD) zaradi svojih specifičnih lastnosti:

- izredno majhna poraba energije
- nizka krmilna napetost (CMOS)
- ploščata geometrija in veliko svobode pri oblikovanju prikaza
- odlična vidljivost pri močni svetlobi

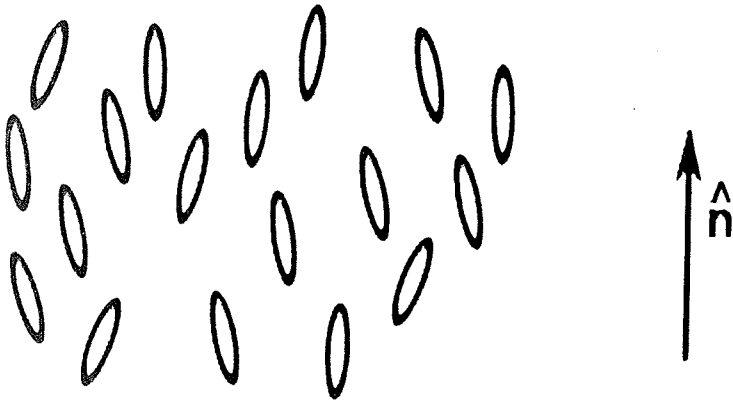
Na začetku razvoja so bili LCD prikazalniki namenjeni zlasti prikazu preprostih informacij, kot so: ure, kalkulatorji, digitalni elektronski instrumenti,... V zadnjih nekaj letih so odkritja novih elektrooptičnih efektov, kot tudi uspešna uvedba mikroelektronske tehnologije v tehnologijo LCD prikazalnikov (vgrajeni aktivni mikroelektronski elementi v posamezne prikazne elemente LCD prikazalnikov) omogočili uspešen prodor LCD prikazalnikov na področje informatike v uradih (osebni računalniki) miniaturnih televizijskih sprejemnikov, letalsko industrijo in vedno bolj tudi v avtomobilsko industrijo.

Kljub temu, da so bili tekoči kristali odkriti pred več kot 100 leti (Reinitzer⁽¹⁾, Lehman⁽²⁾) do prave, uspešne, praktične uporabe ni prišlo vse do odkritja elektrooptičnega efekta v zasukanih nematskih fazah⁽³⁾ („twisted nematic“ - TN prikazalniki).

Nematski tekoči kristali predstavljajo najpreprostejšo in najmanj urejeno obliko urejenih tekočin, ki jim s skupnim imenom pravimo tekoči kristali. Gre za tekočine, v katerih so dolge anizotropne organske molekule urejene tako, da so vzporedne med seboj, težišča molekul pa so naključno porazdeljena v prostoru kot pri običajnih izotropnih tekočinah.

Poleg nematskih tekočih kristalov obstajajo tudi višje oblike urejenosti molekul, kjer poleg urejenosti molekulskih dolgih osi „zamrznejo“ tudi druge komponente gibanja: molekule se uredijo v plasti, rotacija molekul okrog osi postane urejena. Tem višjim oblikam urejenosti v anizotropnih tekočinah pravimo **smektični tekoči kristali**.

Zaradi urejenosti dolgih molekul, ki so same po sebi optično anizotropne, imajo tudi tekoči kristali anizotropne elektrooptične magnetne in mehanske lastnosti, kar jim daje izredne možnosti za uporabo zlasti na področju elektrooptičnih prikazalnikov pa tudi na področju senzorjev (pritisk, temperatura,...)



Slika 1: urejenost molekul v nematskih tekočih kristalih

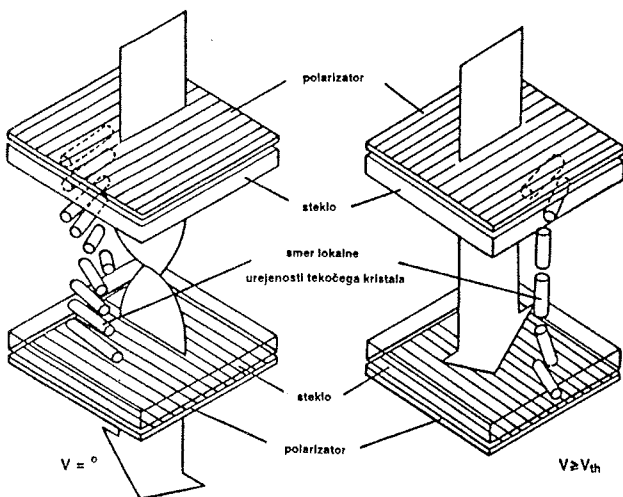
STANDARDNI TN PRIKAZALNIKI

Elektrooptični efekt zasukane nematske faze⁽³⁾ (**TN - twisted nematic phase**) je tehnološko najpreprostejši in najzanesljivejši način praktične uporabe tekočih kristalov. Gre za to, da pri polarizirani svetlobi pri prehodu skozi dvolomno sredstvo, v katerem optična os počasi rotira, smer polarizacije sledi orientaciji optične osi sredstva, če je produkt dvolomnosti (Δn) in debeline tekočerkristalne plasti (d) veliko večji od polovične valovne dolžine: $\Delta n d \gg \lambda / 2$.

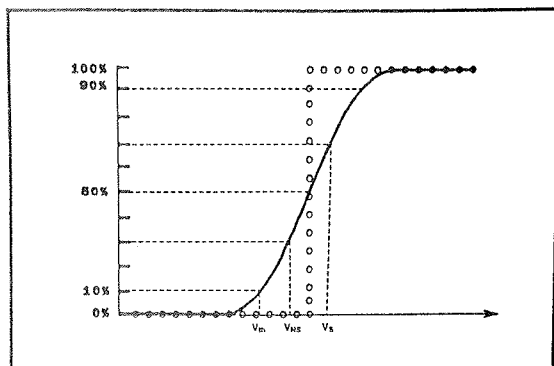
Tekočerkristalna celica, ki deluje na tem principu, je sestavljena iz dveh prekrizanih polarizatorjev ($\alpha = 90^\circ$), med katerima je ustrezno debela plast tekočega kristala orientirana tako, da je smer orientacije molekul vzporedna s smerema polarizatorjev na obeh površinah, v plasti tekočega kristala od ene do druge površine pa opiše vijačnico (90°) (slika 2). Taka celica prepušča svetlobo. Zaradi anizotropnih dielektričnih lastnosti tekočih kristalov se lahko z električnim poljem med prozornima elektrodama pravokotno na plast tekočega kristala povzroči orientacija molekul v smeri električnega polja pravokotno na plast tekočega kristala. Tako orientirana plast tekočega kristala se za pravokotno vpadajočo svetlobo obnaša kot optično izotropno sredstvo, zato tekočerkristalna celica s prekrizanimi polarizatorji svetlobe ne prepušča.

Taka tekočerkristalna celica torej predstavlja elektrooptični element, ki pod kontrolo električnega polja, bodisi prepušča, bodisi absorbira vpadno svetlobo. Z ustreznim oblikovanjem prozornih elektrod lahko tako dobimo poljuben prikaz najrazličnejših znakov (številke, α -numerični znaki, slikovni simboli,...). Tipičen odziv take tekočerkristalne celice na električno polje je prikazan na sliki 3.

Elektrooptični odziv tekočerkristalne celice očitno kaže, da je za krmljenje TN prikazalnika potrebna neka minimalna napetost V_{th} , prav tako pa pri krmlilnih napetostih, ki so večje od neke minimalne napetosti V_s prihaja do nasičenja. Obe napetosti V_{th} in V_s sta karakteristični za tekočerkristalno TN celico in sta določeni z geometrijo celice, elastičnimi konstantami tekočega kristala in anizotropijo dielektrične susceptibilnosti tekočega kristala. Zaradi simetričnosti tekočerkristalnih molekul njihova



Slika 2: shematski prikaz delovanja TN prikazalnika



Slika 3: elektrooptični odziv TN prikazalnika

orientacija ni odvisna od smeri krmilnega električnega polja. To omogoča uporabo izmeničnih krmilnih polj, kar močno poenostavlja problem krmiljenja tekočeh kristalnih prikazalnikov, saj se na ta način lahko povsem izognemo problemu „zasenčenja“ krmilnega električnega polja zaradi nabojev v tekočem kristalu, prav tako pa je tako mogoče drastično zmanjšati elektrokemične reakcije v tekočem kristalu in krmilnih elektrodah.

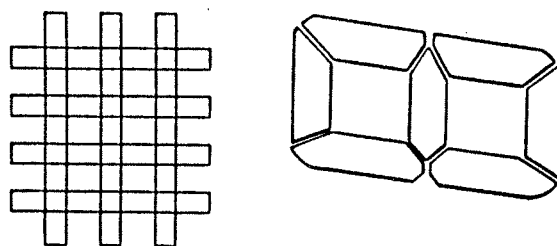
Uporabnost TN prikazalnikov je omejena na sorazmerno preproste prikaze, saj je kontrast teh prikazalnikov dober le v primeru statičnega krmiljenja vsakega prikaznega elementa posebej. V primeru prikaza z veliko gostoto informacij, je zaradi poenostavitve električne priključitve takega prikazalnika treba preiti na matrično organizacijo elektrod, ki zmanjša število priključkov za $M \times N$ slikovnih elementov iz $M \times N$ na $M + N$ priključkov (slika 4).

S tem postanejo posamezne elektrode medsebojno odvisne in tako je treba uvesti dinamično multipleksno krmiljenje, ki je kritično odvisno od strmine elektrooptičnega odziva. Maksimalno število vrst (N), ki jih je v multipleksnem načinu možno krmiliti, je določeno z razmerjem krmilne napetosti za izbran (V_S) in neizbran (V_{NS}) element ⁽⁴⁾ (slika 4).

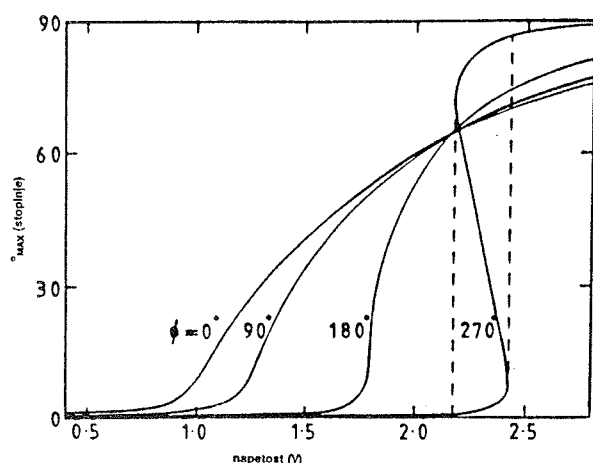
$$\frac{V_S}{V_{NS}} = \left(\frac{\sqrt{N} + 1}{\sqrt{N} - 1} \right)^{1/2}$$

Zaradi počasnega elektrooptičnega odziva TN prikazalnikov ($V_S/V_{NS} \approx 0,10$), ki je odvisen predvsem od razmerja elastičnih konstant za prečni in vzdolžni upogib K_3/K_1 („bend splay“, je na ta način mogoče krmiliti matrični prikazalnik z največ $100 \times N$ prikaznimi elementi. Za prikazalnike z večjo gostoto informacij je treba uporabiti dvojno ali štirikratno matriko elektrod ⁽⁵⁾, kar je dokaj komplicirano in drago zaradi povečanega

števila elektronskih krmilnih vezij. Zato je v tem primeru mnogo ustrežneje uporabiti drugačen način krmiljenja ali drugačen elektrooptični efekt.



Slika 4: shematski prikaz 7-segmentne in matrične konfiguracije elektrod



Slika 5: napetostna odvisnost kota nagiba molekul v sredini plasti kot funkcija kota zasuka nematske strukture Φ

SUPERZASUKANI TEKOČEKRISTALNI PRIKAZALNIKI

Tekočekristalni prikazalniki osnovani na standardni tehnologiji zasukane nematske faze (TN) imajo sorazmerno slabe lastnosti (kontrast, vidni kot,...), če jih uporabljamo za kompleksne prikaze z velikim številom prikaznih elementov. V letu 1972 je odkritje superzasukanih („supertwisted“ - STN) prikazalnikov ⁽⁶⁾ bistveno spremenilo možnosti za multipleksno krmiljenje prikazalnikov, osnovanih na uporabi nematskih tekočih kristalov. S povečanjem kota zasuka nematske strukture v območje 180° do 360° , se izgled kompleksnih prikazalnikov, ki delujejo v visokem multipleksnem razmerju, bistveno izboljša.

Razliko med standardnimi in superzasukanimi prikazalniki najboljše ilustrira ⁽⁷⁾ diagram odvisnosti kota nagiba tekočekristalnih molekul v sredini tekočekristalne plasti Θ_m (slika 5).

Strmina napetostne odvisnosti kota nagiba molekul Θ_m v sredini tekočekristalne plasti bistveno narašča z večanjem kota zasuka in postane neskončna v območju $\Phi \approx 3\pi/2$. Pri večjih kotih se že začne pojavljati histereza v elektrooptičnem efektu. Natančna vrednost kota zasuka, pri kateri postane strmina elektrooptičnega odziva neskončna in s tem optimalna za multipleksno krmiljenje, je odvisna od vrste parametrov tekočekristalne celice in tekočega kristala samega.

Visoke kote zasuka nematske strukture v praksi lahko dosežemo z ustreznim dopiranjem s kiralnimi primesmi. Ker je zasuk po drugi strani tudi pogojen z orien-

tacijo površine, točnost koncentracije kiralnih dopantov ni kritična.

Za razliko od standardnih TN prikazalnikov, ki uporabljajo le en način širjenja svetlobe skozi dvolomno plast tekočega kristala (redni ali izredni žarek), STN prikazalniki uporabljajo kombinacijo obeh načinov širjenja svetlobe. Kontrast in barva STN prikazalnikov je posledica interference med rednim in izrednim žarkom. Če sta polarizatorja pri STN prikazalniku orientirana pod kotom 60° , oz. 30° glede na smeri orientacije steklene površine, dobimo pozitivni kontrast („yellow mode“), ki ima temne znake na rumeni podlagi. Če enega izmed polarizatorjev zavrtimo za 90° , dobimo negativni kontrast („blue mode“) z belimi znaki na temno modrem ozadju. Če sta oba polarizatorja zasukana za 45° glede na smer orientacije steklene površine, je prepustnost T STN celice podana z analitičnim izrazom ⁽⁸⁾

$$T = \cos^2 \left(\pi \sqrt{(\Phi/\pi)^2 + (\Delta n d/\lambda)^2} \right)$$

ki zavzame maksimalne vrednosti, če je:

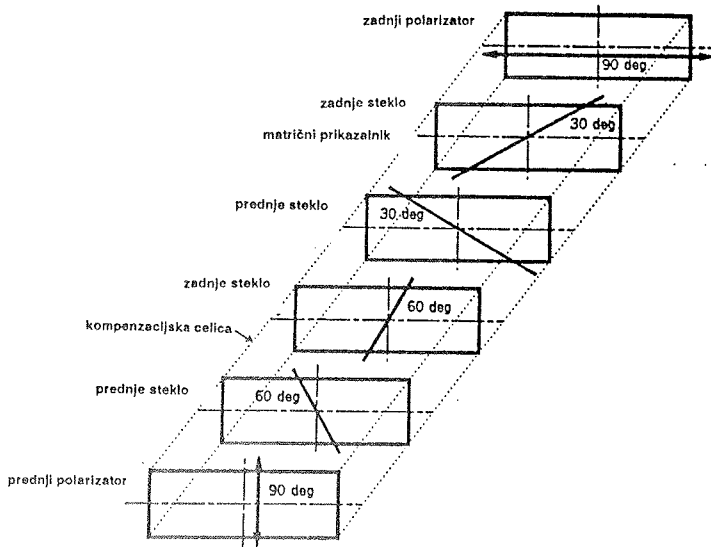
$$\frac{\Delta n d}{\lambda} = \sqrt{q^2 - (\Phi/\pi)^2}$$

kjer je q celo število in λ valovna dolžina svetlobe

Na osnovi takega kriterija lahko določimo optimalno dvolomnost tekočega kristala in debelino celice, v odvisnosti od kota zasuka tekočekristalne strukture v STN prikazalniku. Na podoben način je mogoče določiti tudi optimalne vrednosti za elastične konstante in anizotropijo dielektrične susceptibilnosti ⁽⁹⁾.

Tako lahko z ustrežno izbiro parametrov STN celice in tekočega kristala v praksi optimiziramo lastnosti STN prikazalnikov s koti zasuka od 180° do 240° in brez težav dosežemo multipleksno krmiljenje 200 : 1 s tem pa standardne dimenzije računalniških monitorjev 400 x 640.

Interferenčne barve, ki se pojavljajo pri STN prikazalnikih, niso najbolj atraktivne. Prav tako njihov izbor ni svoboden, ampak je pogojen z vizuelnim kontrastom tako, da je mogoče izbirati samo med rumenim in modrim načinom delovanja. Poleg tega temperaturne variacije parametrov tekočega kristala (Δn , elastične konstante,...) omejujejo območje delovanja STN prikazalnikov. Vsem tem pomanjkljivostim se je mogoče učinkovito izogniti z uvedbo barvne kompenzacije s pomočjo dodatne STN tekočekristalne celice, izdelane kot zrcalna podoba osnovnega STN prikazalnika, to je z enako debelino, enakim tekočim kristalom, vendar z obratnim zasukom nematske strukture ⁽¹⁰⁾. Dodatna STN celica kompenzira razliko optičnih poti med rednim in izrednim žarkom, tako da se celotni sistem navzven ne obnaša več kot dvolomno sredstvo. Shematski prikaz takega dvojnega, kompenziranega črno-belega STN prikazalnika je prikazan na sliki 6.



Slika 6: shematski prikaz usmeritve polarizatorjev in orientacijskih slojev v kompenziranem DST prikazalniku s kotom zasuka $\Phi = 240^\circ$

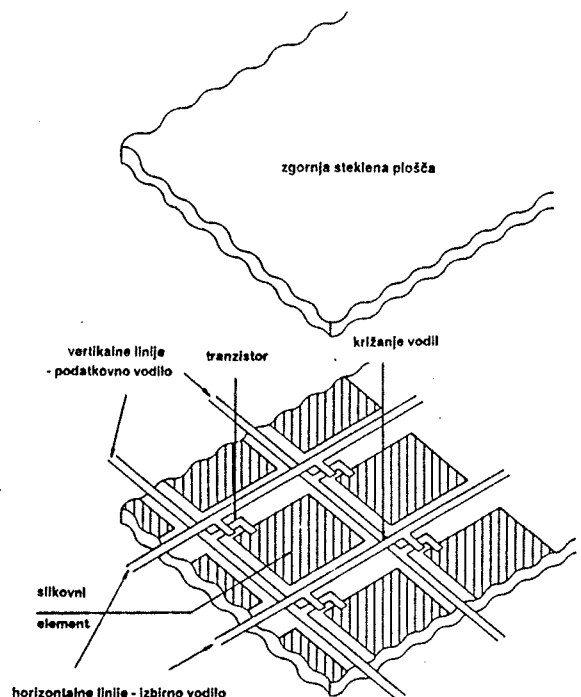
Treba je poudariti, da kompenzacijske STN celice ni treba krmiliti, saj je optična razlika med neizbranim in nekrmiljenim segmentom minimalna. Po drugi strani se optične poti v izbranem segmentu STN prikazalnika in nekrmiljeni kompenzacijski celici razlikujejo za $\approx 65\%$,⁽¹⁰⁾ kar kljub temu še vedno zadošča za dokaj dober črnobel prikaz.

Dvoslojni kompenzirani črno-beli STN prikazalniki so komercialno že dostopni pod imenom DST ali NTN („Neutralised Twisted Nematic“). Omogočajo visok kontrast (≈ 15), nevtralen črno-bel izgled in bistveno ugodnejše temperaturno območje delovanja. Če se jih kombinira z R,G,B barvnimi filtri, je mogoče izdelati barvni STN prikazalnik z visoko gostoto informacij⁽³²⁾. Prvi tak TNT barvni televizor (Seiko/Epson) je bil predstavljen na Japan Display Show in SID Symposium 1988.

Vsekakor predstavlja STN tehnologija zelo uspešno in tehnološko izdelano rešitev za ploščate LCD zaslone za prikaz velikega števila informacij. Edino omejitev pri uporabnosti predstavlja sorazmerno počasen odziv (> 100 ms), ki omejuje njihovo uporabnost v glavnem na prikaz statičnih informacij (računalniški monitorji...).

PRIKAZALNIKI Z AKTIVNO MATRIKO

Težave z multipleksnim krmiljenjem TN prikazalnikov zaradi premalo strmega elektrooptičnega odziva, najbolj efektno premagamo z vgradnjo nelinearnih mikroelektronskih elementov v vsak prikazani element matričnega tekočerkristalnega prikazalnika. Tak nelinearen element je lahko dioda^(11,12,13), MIM^(14,15) ali TFT tranzistor. Najboljše rezultate dajejo TFT tranzistorji^(16,17). (Slika 7.)



Slika 7: konvencionalna zgradba aktivne matrice

Vgradnja aktivnega elementa v bistvu zagotovi pogoje statičnega krmiljenja TN elektrooptičnih slikovnih elementov tako, da kontrast, vidni kot in preklopni časi TFT TN prikazalnikov z naraščajočim številom slikovnih elementov ostajajo nespremenjeni. Za razliko od običajnih TN multipleksno krmiljenih prikazalnikov je v TFT TN prikazalnikih zaželen tekoči kristal, s čim bolj položnim elektrooptičnim odzivom, kar omogoča boljši izbor sivih nivojev. Prav tako je za uspešno delovanje pomembna čim večja upornost in majhna dvolumnost tekočega kristala.

Ideja o realizaciji kompleksnih tekočokristalnih prikazalnikov z vgradnjo aktivnih elementov je že zelo stara⁽¹⁸⁾, vendar je šele razvoj tehnologije amorfne silicija v 1979 prinesel zares uporabne rezultate. Prikazalnike z aktivno matriko že komercialno proizvajajo, zlasti za potrebe miniaturnih televizijskih sprejemnikov. Največja trenutno komercialno dosegljiva velikost je 7 inch (diagonala)⁽¹⁹⁾. Z uporabo tankoplastnih R, B, G barvnih filtrov je mogoče zagotoviti tudi kvalitetno barvno sliko.

Razvojna prizadevanja na področju prikazalnikov so usmerjena zlasti v obe vodilni tehnologiji: amorfni silicij in polisilicij. Pri tem nedvomno velja, da je daleč najbolj izdelana tehnologija amorfne silicija, ki tudi zaenkrat daje najboljše rezultate^(16,17).

Najbolj običajen postopek izdelave tankoplastnega transistorja na bazi amorfne silicija, je prikazan na sliki 8. Gre za štiristopenjski proces⁽²⁰⁾:

- * kovinsko „gate“ vodilo za izbirne impulze pri matričnem krmiljenju
- * izolacijska Si_3N_4 (SiO_2) plast, plast amorfne silicija in a^+ silicija
- * prozorne ITO elektrode
- * metalizacija „source-drain“ kontaktov in podatkovnega vodila

Bistveni del postopka je zaporedna depozicija treh plasti (Si_3N_4 , amorfni Si, a^+ Si) v PECVD reaktorju pri temperaturi $\sim 300^\circ\text{C}$, brez vmesne prekinitve, kar bistveno zmanjša možnost nastanka defektov na stikih posameznih plasti TFT transistorja.

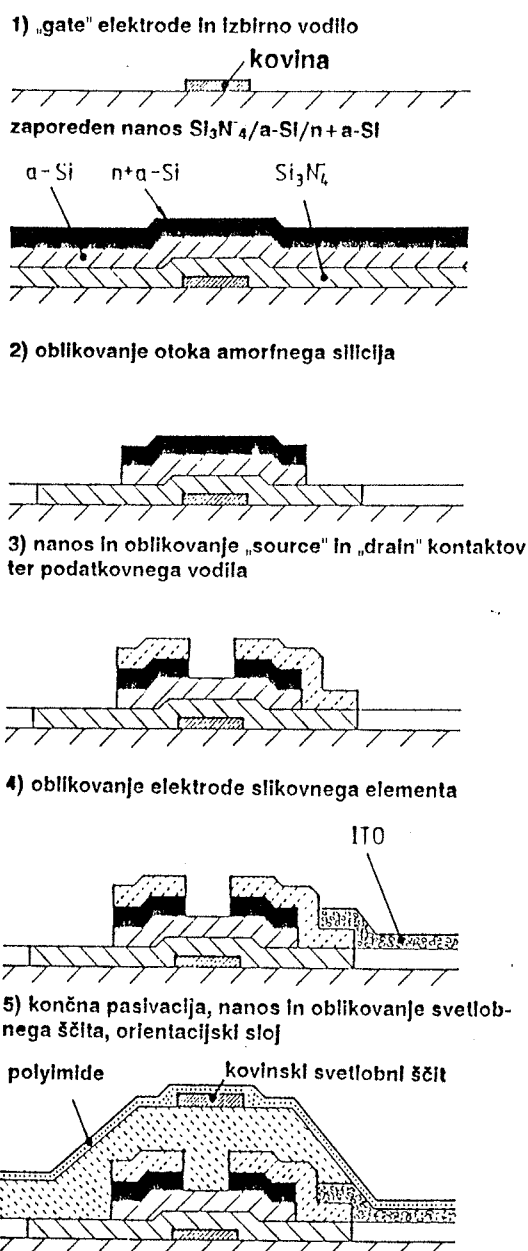
Sami tehnološki postopki izdelave a-Si TFT transistorjev so dobro znani zlasti po zaslugi obsežnega razvojnega dela na področju fotonapetostnih aplikacij v zadnjih letih⁽²¹⁾. Osnovni problem te tehnologije pri uporabi v tekočokristalnih prikazalnikih je velika fotoprevodnost takih sistemov, ki lahko povsem onemogoči delovanje samega prikazalnika. Zato je potrebno vse aktivne elemente v prikazalnikih z aktivno matriko zaščititi s svetlobnim ščitom (npr.: Cr), kar seveda dodatno zakomplicira in podraži postopek.

Kljub dobro izdelani tehnologiji in uspešnim rezultatom TFT na osnovi amorfne silicija, v zadnjih letih vse več pozornosti posvečajo razvoju tehnologije TGT na osnovi polisilicija, ki ima vrsto prednosti^(22,23):

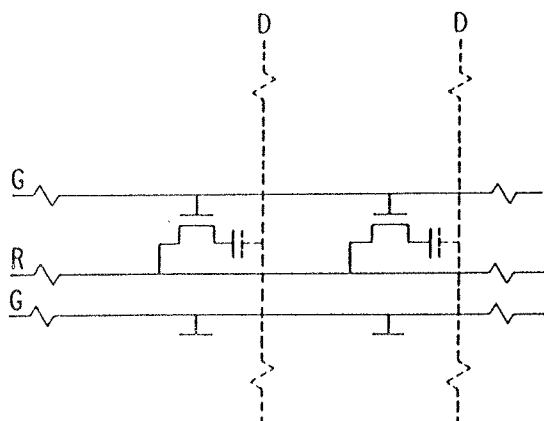
- * manjši izgubni tokovi
- * večja gibljivost nosilcev naboja, kar v načelu omogoča izdelavo LSI krmilnih vezi, hkrati z aktivno TFT matriko v tekočokristalnem prikazalniku

- * manjša občutljivost na svetlobo
- * večja stabilnost

Vse te prednosti vsaj zaenkrat še ne morejo odtehtati osnovnega problema tehnologije polisilicijskih TFT, to je dejstva, da celotni postopek poteka pri visokih temperaturah ($\sim 1000^\circ\text{C}$). To namreč zahteva kvarčne substrate in tako čezmerno podraži komercialno izdelavo takih prikazalnikov. Tako je razvojno delo v zadnjih nekaj letih usmerjeno v razvoj nizkotemperaturnih ($\sim 600^\circ\text{C}$) tehnoloških postopkov, ki bi bili kompatibilni s standardnimi steklenimi substrati, uporabljanimi v proizvodnji tekočokristalnih prikazalnikov. Kljub vrsti precej vzpodbudnih rezultatov⁽²⁴⁾ dosežene lastnosti tako izdelanih TFT še ne dosegajo specifikacij TFT, izdelanih po standardnih visokotemperaturnih postopkih.



Slika 8: tipičen a-Si TFT proizvodni proces

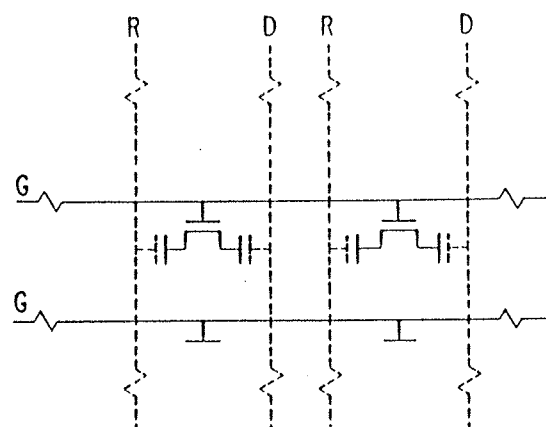


Slika 9: SLM vezje: g = „gate“ vodilo, r = referenčno vodilo, d = podatkovno vodilo; Črtkane črte predstavljajo tisti del vezja, ki je izveden na nasprotni plošči

Poleg tehnoloških problemov same izdelave TFT igra pomembno vlogo tudi sama zasnova aktivne matrice: klasična zasnova aktivne matrice, ki jo je predlagal že Brody⁽¹⁸⁾ (slika 7.), je v bistvu TFT analogija MOS dinamičnega pomnilnika (DRAM). Njena osnovna pomanjkljivost je v tem, da tako podatkovno, kot izbirno vodilo poteka po istem substratu. Tako lahko vsak stik skozi „gate“ transistorja ali na križiščih vodil povzroči izpad celotne vrste in kolone prikazalnika, kar je povsem nesprejemljivo. To pomanjkljivost je mogoče zelo uspešno odpraviti z drugačno konstrukcijsko zasnovo prikazalnika, ki je zasnovana tako, da podatkovni in izbirni vodili potekata ločeno, vsako na svojem steklu tekočerkristalne celice. Tipična primera take zasnove sta „Single Level Metal“ (SLM)^(25,26) (Slika 9.) in „Capacitively Coupled Transistor“ (CCT)⁽²⁷⁾ (Slika 10).

Taka zasnova aktivne matrice odpravi križanje vodil in linijske defekte v primeru stika skozi „gate“ transistorja. Ti krmilni shemi lahko dopolnimo tako, da v vsak slikovni element namesto enega, vgradimo dva transistorja. To omogoča, da se lahko defektni transistor odstrani z laserjem in tako izboljša izkoristek in komercialno uspešnost proizvodnje.

Prikazalniki z aktivno matriko vsekakor predstavljajo tehnično najpopolnejšo rešitev za ploščate zaslone z velikim številom informacij. Ker uporaba aktivne matrice omogoča idealne pogoje za delovanje tekočerkristalnih slikovnih elementov, taki prikazalniki zagotavljajo ustrezno dinamiko (~30 ms), dober kontrast (>20) in vidni kot (60°) in tako tehnično izpolnjujejo vse pogoje za nadomestilo katodne cevi. Edina težava takih prikazalnikov je seveda njihova cena, ki jih zaenkrat omejuje na področja profesionalne uporabe, kot je npr.: letalska industrija, posebni nameni,...



Slika 10: CCT vezje: simboli in črtkane linije imajo enak pomen kot na sliki 9

FEROELEKTRIČNI TEKOČEKRIKSTALNI PRIKAZALNIKI

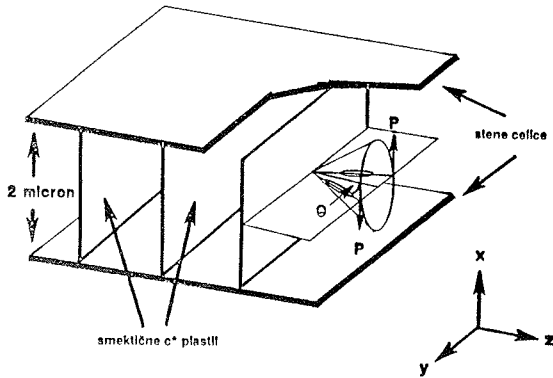
Vse dosedanje praktično pomembne tehnične rešitve uporabe tekočih kristalov so bile omejene na uporabo nematskih tekočih kristalov kljub temu, da smektični tekoči kristali zaradi višje stopnje urejenosti molekul ponujajo vrsto novih možnosti, med katerimi so zlasti pomembni spominski efekti.

V zadnjih letih se je položaj v tem smislu bistveno spremenil, tako po zaslugi originalne ideje⁽²⁸⁾, kot tudi zaradi splošnega razvoja tehnologije in materialov za tekočerkristalne prikazalnike. Tako so postali smektični tekoči kristali, oz. točneje kiralni smektični C (SmC*) tekoči kristali predmet intenzivnega tehnološkega razvoja. Predstavljajo eno izmed potencialno najbolj obetavnih tehnoloških rešitev izdelave ploščatega LCD zaslona, z visoko gostoto prikaznih elementov, hitrim odzivom (kompatibilni s signali TV) in dobrim vidnim kotom.

Že natančna teoretična analiza⁽²⁹⁾ pokaže, da morajo imeti vse kiralne smektične tekočerkristalne faze z nagnjenimi molekulami feroelektrične lastnosti - to je, da mora v takih tekočerkristalnih sistemih obstajati spontana polarizacija, ki je pravokotna na os molekul. Seveda makroskopski vzorci takih lastnosti ne kažejo, ker se tekočerkristalna struktura brez zunanjih vplivov (električno polje, površina,...) uredi tako, da polarizacijski vektor opisuje vijačnico in je tako poprečna vrednost polarizacije na razdalji enega hoda vijačnice (nekaj μm) enaka nič.

Princip delovanja feroelektričnega tekočerkristalnega prikazalnika je prikazan na sliki 11⁽³⁰⁾.

Steklene stene tekočerkristalne celice s prozornimi elektrodami so prekrte z orientacijsko plastjo, ki orien-



Slika 11: površinsko stabilizirani feroelektrični prikazalnik - obe ekvivalentni orientaciji molekul ustrežata stanjema „gori“ in „doli“

tira molekule vzporedno s površino. Pri ohlajanju tekočega kristala iz izotropne faze skozi nematsko in SmA fazo v SmC* fazo se molekule tekočega kristala uredijo v plasti, ki so pravokotne na stekleno površino in na prednostno smer orientacijske plasti. Če je debelina celice manjša od dolžine vijačnice, ki bi jo v makroskopskem vzorcu opisala polarizacija, molekule zaradi svojega nagiba Θ v plasti v SmC* fazi lahko zavzamejo le dve orientaciji: $+\Theta$ in $-\Theta$ glede na normalo na ravnino. Tako z vplivom orientirane površine in ob ustreznem vrstnem redu faznih prehodov (izotropna faza -- nematska faza \rightarrow SmA faza \rightarrow SmC* faza) dobimo makroskopsko orientirano plast SmC* kristala, v kateri sta možni samo dve orientaciji molekul (Surface Stabilized

Ferroelectric Liquid Crystal - SSFLC). Dovoljenima orientacijama molekul ustreza električna polarizacija pravokotno na stene celic navzgor, oz. navzdol. Obe legi molekul sta energijsko enakovredni in stabilni (spomin!), pod vplivom električnega polja pa lahko molekule prehajajo iz ene lege v drugo.

Optično lahko obe dovoljeni legi TK molekul v SSFLC detektiramo z uporabo prekrizanih polarizatorjev, pri katerih se smer enega polarizatorja ujema z eno izmed dovoljenih leg molekul ($\pm \Theta$). Če izberemo tekoči kristal tako, da je kot nagiba Θ tekočerkristalnih molekul v plasti SmC* mezofaze enak $22,5^\circ$, in če zagotovimo tako debelino tekočerkristalne celice d , da je izpolnjen pogoj:

$$\Delta n d = \lambda / 2,$$

kjer je Δn dvolomnost tekočega kristala,

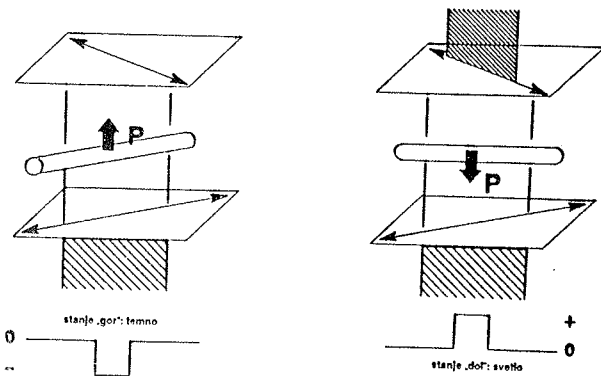
d debelina celice in

λ valovna dolžina svetlobe

dobimo električno kontroliran optični preklopnik. Le-ta v stanju, ko so molekule orientirane vzdolž enega izmed polarizatorjev ne prepušča svetlobe, pri nasprotni legi molekul (45° glede na polarizatorja) pa svetlobo prepušča (Slika 12.), saj se polarizacija pri prehodu skozi tekočerkristalno celico zavrti za 90° in tako nemoteno pride skozi drugi polarizator.

Za razliko od nematskih tekočih kristalov, ki z električnim poljem interagirajo le zaradi anizotropije dielektrične susceptibilnosti, imajo feroelektrični tekoči kristali zaradi svoje spontane polarizacije znatno močnejšo sklopitev z električnim poljem. Zato in pa zaradi dejstva, da je viskoznost za rotacijo molekul znotraj plasti SmC* mezofaze majhna, je odzivni čas SSFLC prikazalnikov:

$$\tau \propto \frac{\gamma}{P.E}$$



Slika 12: Princip delovanja SSFLC prikazalnika

kjer je γ - rotacijska viskoznost

P - polarizacija

E - električna poljska jakost

izredno kratek (nekaj μs). Tako so SSFLC prikazalniki lahko kompatibilni z obstoječimi TV kontrolnimi signali.

Kljub vrsti očitnih prednosti, imajo SSFLC prikazalniki tudi nekaj resnih pomanjkljivosti, oz. tehnološko še ne ustrezno rešenih problemov, kot so: debelina SSFLC celice $\sim 2 \mu\text{m}$ (ni kompatibilna s standardno LCD tehnologijo), prevelika dvolomnost znanih SmC* tekočih kristalov, premajhen kot nagiba v plasti ($< 20^\circ$), težave pri formiranju sive skale (samo dve možni legi molekul).

Zato so v sedanji fazi glavna RR prizadevanja usmerjena k razvoju širokotemperaturnih SmC* tekočih kristalov, s sorazmerno dolgo vijačnico ($> 10 \mu\text{m}$), majhno optično anizotropijo in čim večjo spontano polarizacijo, razvoju novih orientacijskih slojev, ki bi z električno kontroliranim formiranjem orientacijskih defektov omogočili izvedbo sive skale...

Te zahteve si seveda na nek način medsebojno nasprotujejo, vendar izredni uspehi pri razvoju prototipnih SSFLC prikazalnikov⁽³¹⁾ v zadnjih letih kažejo na to, kako zelo si na tem področju prizadevajo vsi proizvajalci tekočokristalnih prikazalnikov in, da do komercialno uspešnih rezultatov ni več daleč.

ZAKLJUČEK

Tekočokristalni prikazalniki tako kljub skromnim začetkom pred dobrimi desetimi leti, ko so se uveljavili kot ceneni instrumentalni, urini in kalkulatorski prikazalniki, zavzemajo vse pomembnejše mesto v informacijskih sistemih in so dejansko najintenzivnejše razvijajoča se skupina prikazalnikov.

Standardni statično in multipleksno krmiljeni TN prikazalniki v celoti pokrivajo svetovno tržišče digitalnih ur in kalkulatorjev, na široko pa so se uveljavili tudi kot ceneni, zanesljivi in zelo fleksibilni instrumentalni prikazalniki.

Superzasukani prikazalniki se v zadnjih dveh letih izredno uspešno uveljavljajo na tržišču osebnih računalnikov, saj predstavljajo prvo resnično uspelo tehnološko rešitev tako dolgo iskanega ploščatega zaslona za računalniški monitor.

Tekočokristalni prikazalniki se s tehnološkimi rešitvami, ki jih ponuja mikroelektronska tehnologija, uporabljana v aktivnih matričnih prikazalnikih, uspešno vključujejo tako na področje splošne uporabe, kot miniaturni barvni TV zaslona pa tudi na področje najzahtevnejših sistemov, kot je npr.: HDTV. Zaradi sorazmerno drage tehnologije, ki pa je šele na svojem začetku, je njihova uporaba zaenkrat omejena na specialne naročnike, kot je npr.: letalska industrija,...

Feroelektrični prikazalniki so na samem začetku tehnološkega razvoja. Kljub temu obetajo združiti preprosto in ceneno tehnologijo TN in STN prikazalnikov s spominom, kompleksnostjo in hitrostjo prikaza, ki ga zahteva HDTV in tako končno uresničiti stare želje po ploščatem, nizkonapetostnem nadomestku za katodno cev.

LITERATURA

1. F.Reinitzer, *Montash Chem.* 9 (1988) 421
2. O.Lehman, *Z.Krist.* 18 (1890) 464
3. M.Schadt and W.Heftrich, *Appl.Phys.Lett.* 18 (1971) 127
4. P.M.Alt and P.Pleshko, *IEEE Trans.Electr.Devices* ED-21 (1974) 146
5. E.Kaneko, *Mol.Cryst.Liq.Cryst.* 139 (1986) 81
6. C.M.Waters and E.P.Raynes, *UK Patent* GB 2 123 163
7. E.P.Raynes, *Mol.Cryst.Liq.Cryst.Lett.* 4 (1986) 1
8. E.P.Raynes, *Mol.Cryst.Liq.Cryst.Lett.* 4 (1987) 159
9. E.P.Raynes, R.A.Smith, *Eurodisplay proc.* 100, 1987
10. K.Katoh, Y.Endo, M.Akatsuka, M.Ohgawara and K.Savada, *Jap.J.Appl.Phys.* 26 (1987) L1784
11. S.Szydlo et al., *Japan Display* 1983, p.416
12. S.Togashi et al., *Eurodisplay* 1984, p.141
13. Z.Yaniv et al., *SID 1986 Digest*, p.278
14. S.Maezawa et al., *SID 1987 Digest*, p.54
15. M.Toyama et al., *SID 1987 Digest*, p.122
16. H.Tanaka et al., *SID 1987 Digest*, p.140
17. D.E.Castleberry, G.E.Possin, *SID Symposium* 88, p.232
18. T.P.Brody et al., *IEEE Trans Electr.Dev.* ED20, 995 (1973)
19. S.Hotta et al., *SID 1986 Digest*, p.296
20. W.W.Piper et al., *SPIE Proc.*, vol 617, jan. 1986
21. See for instance: *Semiconductor and Semimetals*, vol 21 J.I.Pankova ed. Academic Press Inc., London 1894
22. S.Morozumi et al., *SID 1983 Digest*, p.156
23. S.Morozumi et al., *SID 1984 Digest*, p.316
24. GEC Research Press Release, July 1987
25. C.Hilsum and R. van de Poel, *Displays*, jan.1986, p.37
26. B.Diem et al., *Japan Displays* 1986, p.88
27. N.Bryer et al., *Japan Display* 1986, p.80
28. N.A.Clark and S.T.Lagerwall, *Appl.Phys.Lett.*, 36 (1980), 899
29. R.B.Meyer, L.Liebert, L.Strzelecki and P.Keller, *J.Physique Lett.* 36 (1975) L-69
30. S.T.Lagerwall, J.Wahl and N.A.Clark, *Conf.Record Int.Display Research Conference*, San Diego (1985) 213
31. S.Matsumoto et al., (Toshiba) *SID Symposium* 88, p.49
32. N.Kimura et al., (Sharp), *SID Symposium* 88, p.49

dr. Janez Pirš, dipl. ing.
Igor Muševič, dipl. ing.
Bojan Marin, dipl. ing.
Silva Pirš, ing.
Institut Jožef Stefan
Jamova 39, Ljubljana

PROUČAVANJE HEMIJSKE INTERAKCIJE NA MEĐUFAZI ALUMINIJUMA I GERMANIJUMA SA POLIIMIDOM XPS METODOM

Lj.D. Atanasoska, J.H. Weaver

Ključne reči: polimerni tanki slojevi, poliimid, kemijska interakcija, metal/poliimid i poluprovodnik/poliimid

SADRŽAJ: Spektroskopija fotoelektrona pobuđenih monohromatskim rendgenskim snopom primenjena je za proučavanje obrazovanja međufaze metal/poliimid i poluprovodnik/poliimid na sobnoj i na povišenim temperaturama (T).

STUDY OF CHEMICAL INTERACTION ON INTERFACE BETWEEN ALUMINUM AND GERMANIUM WITH POLYIMIDE BY XPS METHOD

Key words: polymer thin films, polyimide, chemical interaction metal/polyimide and semiconductor/polyimide

ABSTRACT: High resolution X-ray spectroscopy has been used to study the formation of metal/polyimide and semiconductor/polyimide interfaces at room and elevated temperatures.

UVOD

Proučavanje oblasti međufaze koja se obrazuje na spoju metal/polimer ili poluprovodnik/polimer je od izuzetnog značaja u mikroelektronici s obzirom da se uređaji u mikroelektronici obično sastoje od naizmeničnih slojeva metal i izolator.

Funkcionalne osobine uređaja u mikroelektronici zavise od stabilnosti spoja odnosno od jačine prijanjanja (adhezije) materijala.¹ Sile adhezije na međufazi su u direktnoj vezi sa hemijskom interakcijom na površini i uzajamnim mešanjem dveju faza duž granice faza. XPS metoda je veoma pogodna za proučavanje fenomena adhezije metal polimer zato što detektuje promene u hemijskom stanju i hemijskim vezama u površinskom sloju (3nm).

Proučavali smo sledeće međufaze: aluminijum/-poliimid, germanijum/poliimid i zlato/poliimid. Od svih polimera poliimid (PI) je u žiži interesovanja jer je stabilan na povišenim temperaturama. Aluminijum smo izabrali kao metal koji ima veoma izražen afinitet prema kiseoniku. Cilj nam je bio da utvrdimo koje će funkcionalne grupe PI reagovati sa Al, prvenstveno imajući u vidu etarsku i karbonilnu vezu. Izabrali smo Ge kao četvorovalentan poluprovodnik sa kovalentnom vezom, blizak ugljeniku. Ge je poznat po formiranju neorganskih polimera, pa se smatra da je, kao i Si, neorganski analog ugljeniku. Očekivali smo da može doći do formiranja izuzetno interesantnih produkata na međufazi Ge/PI. Međufaza Au/PI je takode ispitana jer je zlato inertan metal i ne dolazi do hemijske interakcije na površini. Kao nereaktivna međufaza Au/PI odigrala je ulogu referentne međufaze.

EKSPERIMENT

XPS eksperiment se odvijao u komori sa ultravisokim vakuumom pri pritisku manjem od 1×10^{-8} Pa. Tip spektrometra fotoelektrona bio je SSX-100-03 (Surface Science Instruments). Fotoelektroni su pobuđivani monohromatskim Al Ka rendgenskim snopom ($h\nu = 1486.6$ eV). Prečnik snopa fotona bio je pri visokoj rezoluciji $300 \mu\text{m}$ a pri niskoj rezoluciji $1000 \mu\text{m}$. Propusna energija SSI hemisfernog analizatora bila je 25 eV pri izučavanju nivoa ljuske sa visokim razlučivanjem a 100 eV kod preglednih analiza površine. Detektor sa 128 kanala, bio je povezan sa kompjuterom (model HP9836C) što je olakšavalo brzo prikupljanje i analizu podataka.

Adatomi metala i poluprovodnika su neparavani na sveže pripremljenu površinu PI.² Materijal koji se nparava nalazio se u volframskoj korpici, u preparacionoj komori. Naparavanje je vršeno pod izuzetno čistim uslovima. Tokom nparavanja je pritisak bio oko 1×10^{-8} Pa. Pre eksperimenta volframska korpica degazirana je nekoliko časova.

Pregledni spektri niske rezolucije nisu pokazali prisustvo nečistoća na površini nakon nparavanja. Prekrivenost smo određivali kvarcnom vagom. Pri niskim prekrivenostima do 0.1 nm (subangstremskim) brzina deponovanja je podešena na 0.03 nm/min a pri višim prekrivenostima na 0.1 nm/min.

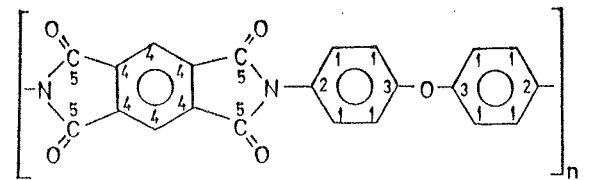
REZULTATI I DISKUSIJA

Monomerna jedinica PI, prikazana shematski na slici 1, sadrži četiri karbonilne, jednu etarsku i dve imidne funkcionalne grupe kao i tri benzolova jezgra. Ugljenikovi atomi se međusobno razlikuju prema svojoj hemijskoj okolini. Označili smo ih brojevima od 1-5 na osnovu ranijih proučavanja modela jedinjenja i matematičkih izračunavanja elektronske gustine molekulskih orbitala.³ Brojem 1 označeni su ugljenikovi atomi u benzolovim jezgrima koji nisu vezani za etarski kiseonik ili imidni azot. Ugljenikovi atomi vezani za azot u imidnoj funkcionalnoj grupi označeni su brojem 2 a ugljenikovi atomi koji učestvuju u etarskoj vezi brojem 3. Aromatični ugljenici broj 4 sačinjavaju imid-benzolov prsten a ugljenikovi atomi uključeni u karbonilnu funkcionalnu grupu obeleženi su brojem 5.

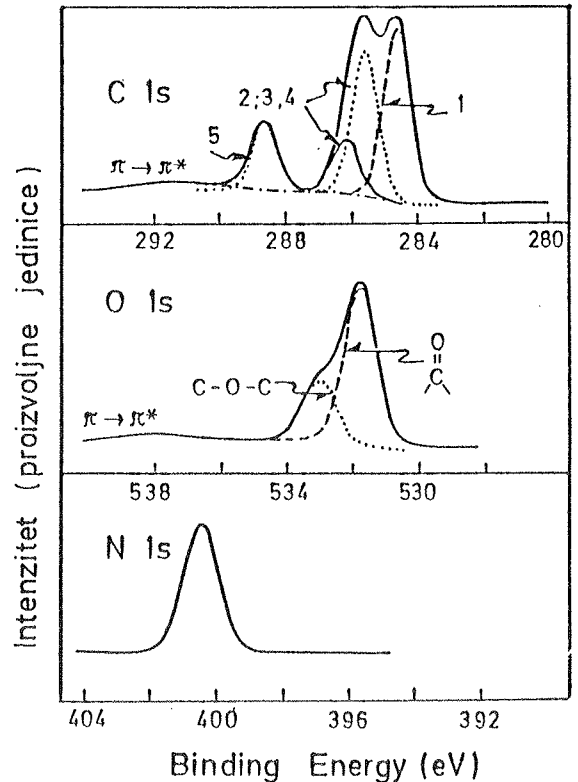
Na slici 1 su prikazani takode fotoelektronski spektri visoke rezolucije čistog poliimida (PI), 1s nivoi ljuske ugljenika, kiseonika i azota. Na veoma složenom signalu ugljenika razlikuju se tri pika, prva dva na 284.6 eV i 285.6 eV se delimično preklapaju a treći, na najvećoj energiji vezivanja odgovara aromatskim ugljenicima označenim brojem 1. Pik ugljenika na najvećoj energiji vezivanja odgovara karbonilnim ugljenicima broj 5 a srednji pik sadrži doprinose ugljenika broj 2 vezanih za azot u imidnoj vezi i ugljenika broj 3 vezanih za kiseonik u etarskoj vezi. Neočekivano veliki intenzitet srednjeg pika objašnjava se doprinosom aromatskih ugljenika broj 5 u imid benzolovom jezgru. Aromatski ugljenici broj 4 su pozitivniji od aromatskih ugljenika broj 1 usled deficitarnosti u elektronima izazvane jakim privlačenjem elektrona od strane karbonilne funkcionalne grupe.

Fotoemisija kiseonika 1s nivoa sadrži pikove karbonilnog kiseonika (531.7 eV) i etarskog kiseonika (533eV).⁴ U slučaju azota uspeli smo da detektujemo samo jedan pik na 400.5 eV koji je izazvan diimidnom strukturom PI.

Dekonvolucija spektara je izvršena koristeći mešovitu Gauss-Lorentzovu raspodelu sa 90% učešća Gaussove funkcije. Pri dekonvoluciji je smatrano da svi ugljenikovi pikovi imaju istu širinu na poluvisini, jer se predpostavlja da dužina života šupljine na pobudenoj ljusci ne zavisi od funkcionalne grupe. Iz ovih spektara smo izračunali atomske odnose ugljenika, kiseonika i azota, koristeći Scofieldove faktore osetljivosti⁵ i dobili izvanredno slaganje sa idealnom stehiometrijom PI. Relativnu koncentraciju svakog tipa funkcionalne grupe smo odredili tako što smo izmerili ukupnu površinu pika ugljenika i površine pikova koje odgovaraju PI funkcionalnim grupama. Ukupna površina pika ugljenika normalizovana je na broj od 22 ugljenikova atoma po prosečnoj monomernoj jedinici. Broj ugljenikovih atoma u pojedinim funkcionalnim grupama po prosečnoj monomernoj jedinici smo potom izračunali iz relativne koncentracije svake funkcionalne grupe. Odredili smo da ima 3.3 karbonilna ugljenika po prosečnoj monomernoj jedinici umesto 4. Međutim odnos broja atoma karbonilnih kiseonika i karbonilnih ugljenika dobijen iz XPS spektara je 1, što potvrđuje korektnost primene Scofieldovih



PMDA - ODA



Slika 1: Fotoelektronski spektri visoke rezolucije čistog poliimida, C 1s, O 1s i N 1s nivoe ljuske. Ugljenikovi atomi u različitim funkcionalnim grupama PI obeleženi su brojevima od 1-5 na shematskom prikazu monomerne jedinice PMDA-ODA poliimida. Dekonvoluirani pikovi fotoemisije ugljenika obeleženi su istim brojem kao i odgovarajuća funkcionalna grupa.

faktora osetljivosti. Takođe smo našli da je odnos karbonilnog prema etarskom kiseoniku 2.3 umesto idealnog 4.

Deficitarnost u karbonilnoj funkcionalnoj grupi i odstupanja koncentracije karbonilnog i etarskog kiseonika od teorijskih vrednosti objasnili smo prisustvom 25% izomerne forme PI. Isključili smo prisustvo inkludirane vode i bočnih povezivanja PI lanaca jer bi se to odrazilo i na devijaciju ukupne stehiometrije od idealne.

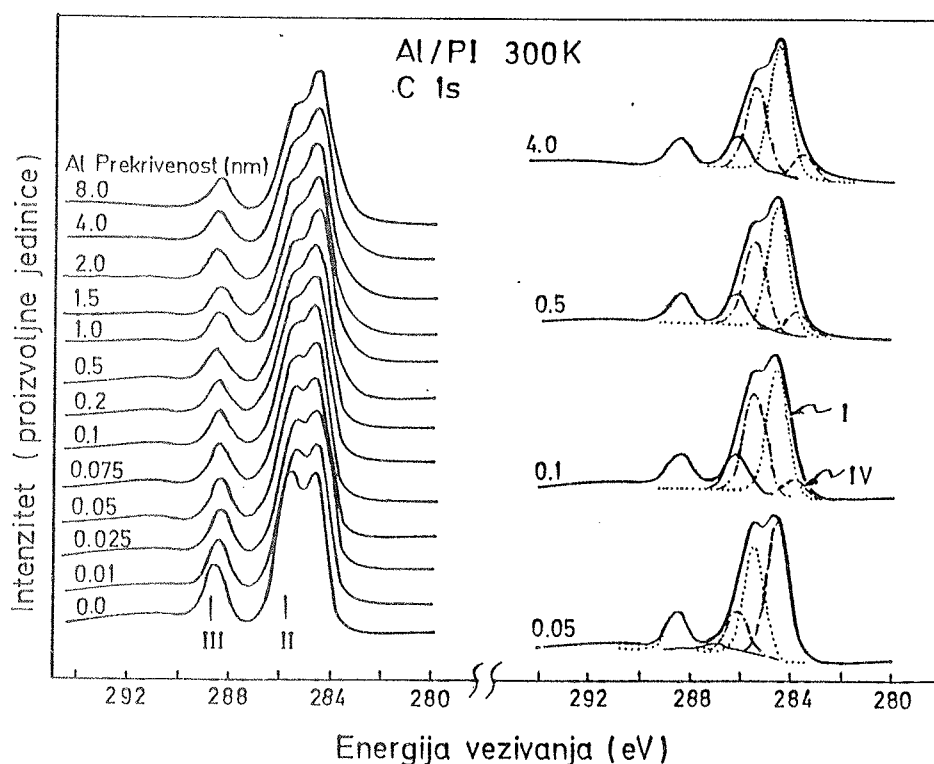
MEĐUFAZA Al/PI

C 1s pikovi fotoelektrona pri različitim pokrivenostima površine PI aluminijumom prikazani su na slici 2. XPS spektri su normalizovani do približno konstantne vi-

sine da bi se vizuelno istakle hemijske promene na međufazi. Sa slike 2 se vidi da fotoemisija ugljenika postepeno menja oblik sa povećanjem prekrivenosti površine aluminijumom. Takođe se pik karbonilnog ugljenika smanjuje, mada ne iščezava potpuno pri većim prekrivenostima. Smanjuje se i pik C-II koji sadrži doprinose ugljenika u etarskoj vezi, ugljenika vezanog za azot i ugljenika iz imid-benzolovog jezgra. Fotoemisija kiseonika pri različitim prekrivenostima zadržava oblik karakterističan za čistu površinu PI i sadrži pikove O-I i O-II (Sl. 3). Na slikama 2 i 3 je takođe prikazana dekonvolucija pikova ugljenika i kiseonika pri različitim prekrivenostima.

filma po tipu sloj-po-sloj dobila bi se linearna zavisnost. Spor lateralni rast ostrvaca odražava se u sporom prigušivanju signala substrata.

Takođe uočavamo da signal azota brže slabi od signala ugljenika i kiseonika. Kada smo izračunali promene atomskih odnosa O/C i N/O sa prekrivenošću (Sl. 5b) konstatovali smo da sadržaj azota opada za 20% u prvih 0.5 nm prekrivenosti a potom se vraća na vrednost karakterističnu za čist PI. Ovo ukazuje da atomi Al, usled jakog afiniteta prema kiseoniku, preferencijalno prekrivaju planarne prstenove imidne funkcionalne grupe.

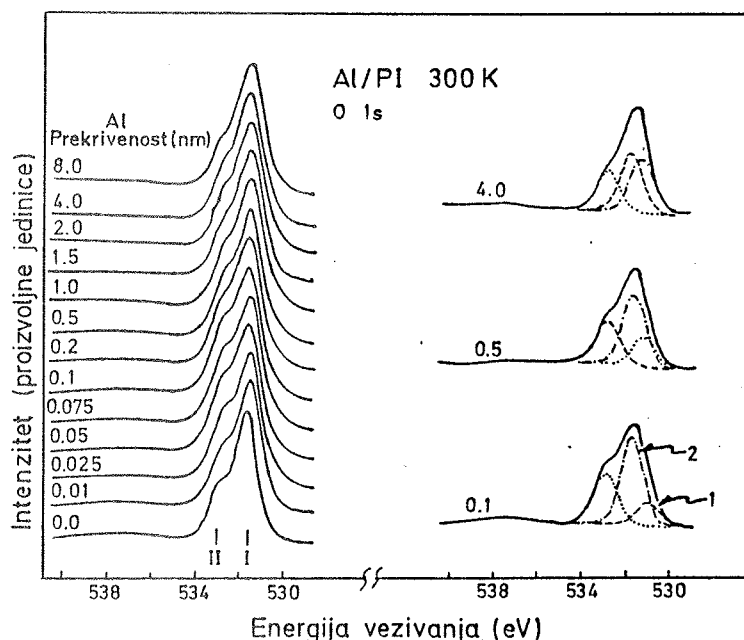


Slika 2: C 1s pikovi fotoelektrona međufaze Al/PI pri različitim prekrivenostima aluminijumom. Primeri dekonvolucije emisije ugljenika prikazani su desno.

Al 2p fotoemisija otkriva jaku hemijsku interakciju aluminijuma sa PI (sl. 4). Do prekrivenosti od 0.2 nm javlja se širok pik pomeren ka višim energijama vezivanja u odnosu na metalni Al. Pri povećanju prekrivenosti na 0.5 nm javlja se nov, oštar pik metalnog Al. Daljim povećanjem prekrivenosti gubi se pik proreagovanog Al i na 4 nm se uočava samo pik metalnog Al, jer je proreagovan sloj na međufazi prepokriven. Hemijski pomeraj pika Al koji je proreagovao je 1.7 eV što je manje nego u slučaju Al_2O_3 gde iznosi 2.4 eV.⁶

Morfologija deponovanog filma se određuje na osnovu brzine smanjivanja intenziteta (prigušivanja) fotoemisije substrata sa prekrivenošću. Krive prigušivanja intenziteta fotoemisije u funkciji prekrivenosti (attenuation curves) koje se definišu kao $\ln I_d/I_0$ vs d , gde je I_d intenzitet signala pri prekrivenosti d a I_0 pri nultoj prekrivenosti, prikazane su na slici 5a. Oblik krivih i sporo prigušivanje signala substrata ukazuje na formiranje ostrvaca Al. Ukoliko bi bila u pitanju ravnomerna rast

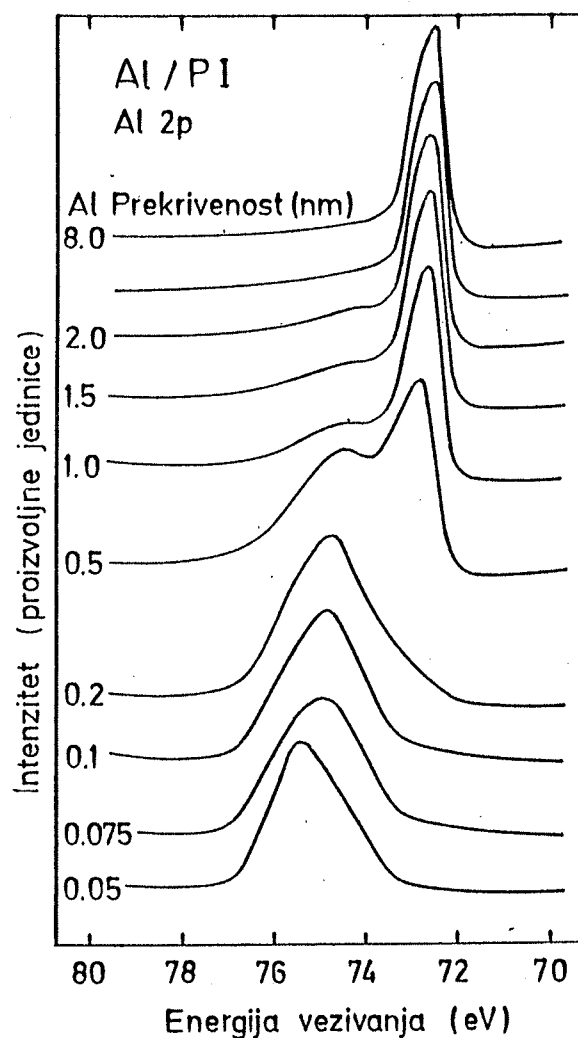
Ubrzano smanjenje fotoemisije karbonilnog ugljenika i pojava pika proreagovanog aluminijuma ukazuju da dolazi do reakcije Al sa PI i to u blizini elektroaktivnog PMDA dela PI. Ukoliko na slici 6 prikazemo broj C atoma u funkcionalnim grupama PI, po prosečnoj monomernoj jedinici, u zavisnosti od prekrivenosti površine aluminijumom stičemo detaljniji uvid o mestima hemijske interakcije, odnosno koje funkcionalne grupe PI napada aluminijum. Sa ovog dijagrama se vidi da se broj nemoifikovanih karbonilnih ugljenika smanjuje sa 3.3, na čistoj površini PI, na 1.6 kada se na površinu napari oko 2 nm Al. Ta vrednost se ne menja sa daljim naparavanjem Al do 8 nm. Opadanje broja nemoifikovanih karbonilnih ugljenika ukazuje da do reakcije dolazi u blizini karbonilne grupe. Smanjuje se i broj C atoma koji doprinose piku C-II. Pošto krive prigušivanja dekonvoluiranog etarskog kiseonika i azota ne ukazuju na reakciju Al sa etarskom i imidnom funkcionalnom grupom zaključujemo da do smanjivanja pika C-II dolazi usled modifikacije ugljenikovih atoma u imid benzo-



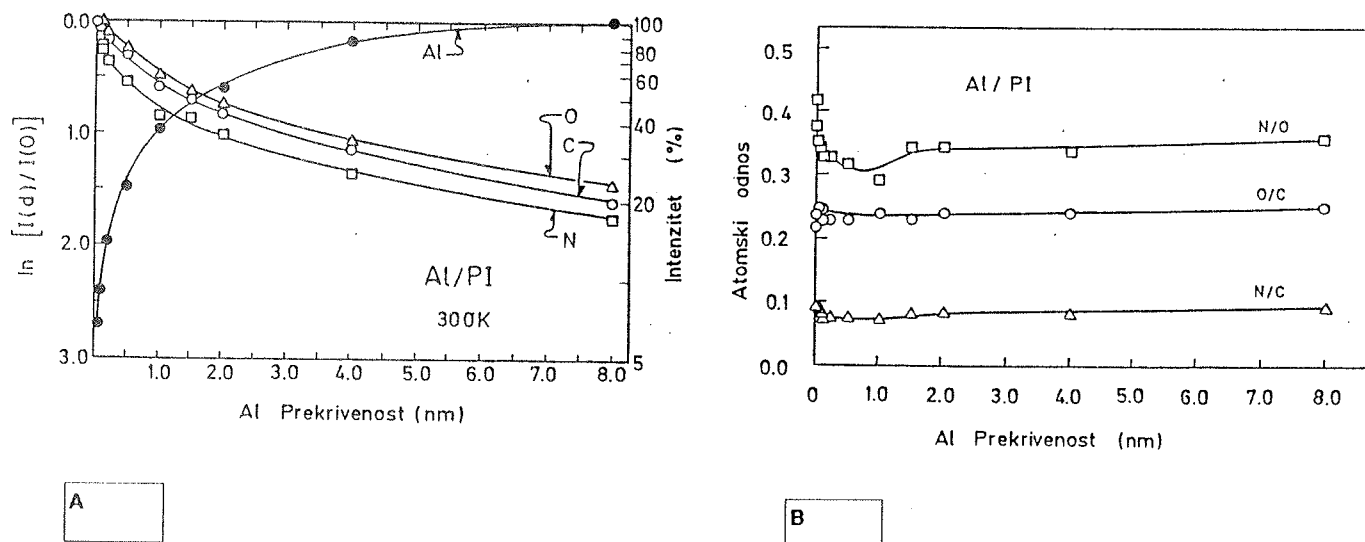
Slika 3: O 1s fotoemisija kiseonika međufaze Al/PI u funkciji prekrivenosti aluminijumom. Primeri dekonvolucije fotoemisije kiseonika prikazani su desno.

lovom jezgru. Istovremeno se aromatični karakter PI menja, raste u interakciji sa Al. Kada Al reaguje sa karbonilnom grupom, odaje elektrone i karbonilni ugljenici postaju manje pozitivni. Slabi privlačenje elektrona sa imid-benzolovog jezgra, dolazi do relaksacije naboja i regeneracije aromatičnog karaktera, što doprinosi povećanju fotoemisije pika C-I. Na slici 2 smo prikazali, na desnoj strani i dekonvoluciju C 1s fotoemisije za reprezentativne prekrivenosti. Uočavamo rast novog pika C-IV, koji je pomeren ka nižim energijama vezivanja u odnosu na pik aromatskih ugljenika. Sa slike 6 vidimo da rast pika C-IV simetrično prati opadanje broja karbonilnih ugljenika iz čega zaključujemo da reakcijom modifikovani C atomi isključivo potiču iz karbonilne funkcionalne grupe. Atomi karbonilnog ugljenika koji učestvuju u formiranju Al-O-C metal organske veze nose višak negativnog naboja jer je pik C-IV pomeren prema energiji vezivanja ugljenika u karbidnoj formi, iako pomeraj ne odgovara obrazovanju karbida.

Analiza fotoemisije kiseonika pokazuje da se odnos dekonvoluiranih pikova kiseonika O-I/O-II (Sl. 7) smanjuje u prvih 0.2 nm prekrivenosti, usled opadanja intenziteta O-I fotoemisije i porasta intenziteta O-II fotoemisije.⁷ Međutim, suprotno očekivanjima, ovaj odnos raste sa daljim naparavanjem. U isto vreme atomski odnos O-I kiseonika prema C-III nemodifikovanom karbonilnom ugljeniku koji je 1 na čistoj površini PI raste. Ovo ukazuje da se ispod O-I pika (Sl. 3 dekonvolucija emisije kiseonika prikazana desno), pored karbonilnog kiseonika, posle 0.1-0.2 nm prekrivenosti, javlja i raste novi pik na energiji vezivanja koja odgovara obrazovanju jake Al-O-C veze.⁸ Na međufazi Au/PI gde ne dolazi do hemijske interakcije nisu detektovane promene atomskih odnosa karbonilnog O/C kao ni promena odnosa karbonilnog prema etarskom kiseoniku.⁹



Slika 4: Al 2p XPS spektri međufaze Al/PI.



Slika 5: (a) Krive prigušivanja intenziteta fotoemisije substrata i kriva rasta intenziteta fotoemisije aluminijuma. (b) Promena atomskih odnosa O/C, N/C i N/O polimida u funkciji prekrivenosti aluminijumom.

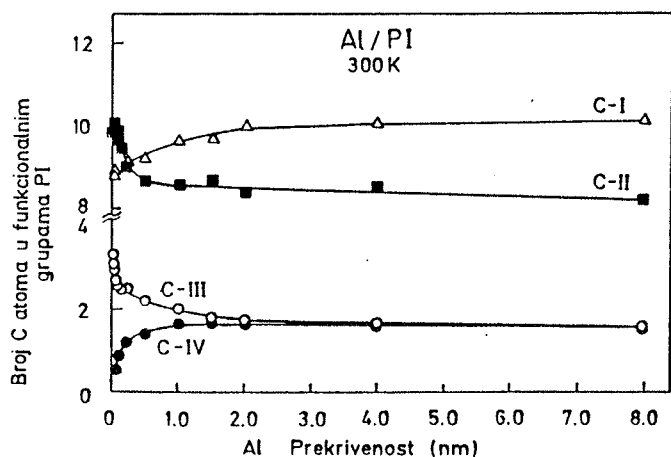
Na osnovu dobijenih XPS rezultata predlažemo sledeći mehanizam interakcije aluminijuma sa PI koji je shematski prikazan na slici 8. Aluminijum, kao elektro-pozitivan metal, predaje elektrone π -konjugovanom PMDA delu poliimida. Pri prekrivenostima nižim od 0.1 nm opaža se pojava slabog pika na energiji vezivanja 287 eV, i porast intenzitete pika O-II. Ovaj pik se gubi kada počinje prigušivanje O-II emisije. Zaključujemo da blizina adatoms Al izaziva rezonantno stanje karbonilne funkcionalne grupe. Aluminijum preko kiseonika odaje elektrone karbonilnom ugljeniku koji postaje manje pozitivan i pomera se ka nižim energijama vezivanja. Karbonilni kiseonik reaguje na nastalu promenu tako što postaje manje negativan i doprinosi porastu fotoemisije etarskog kiseonika. Karbonilna veza je oslabljena ali ne i prekinuta. Daljim napanjanjem karbonilna veza se kida i rezonantni hibrid se transformiše u kompleksno jedinjenje tipa C-O-Al. Karbonilni ugljenici koji učestvuju u ovoj vezi nose višak naboja i u obliku su radikala što objašnjava pojavu C-IV pika (Sl. 2) pomerenog ka veoma niskoj energiji vezivanja. Položaj novog pika kiseonika (Sl. 3) odgovara obrazovanju jake veze Al-O u tom tipu kompleksnog jedinjenja. Pokazalo se da je na sobnoj T reakcija Al sa PI veoma selektivna i da su karbonilne funkcionalne grupe isključiva meta hemijskog napada Al.

Ispitali smo i uticaj T na interakciju Al/PI. Konstatovali smo na osnovu pojave veoma intenzivnog C-IV pika i novih pikova u fotoemisiji azota (Sl. 9) da na 300°C dolazi do reakcije Al i sa ostalim funkcionalnim grupama PI, etarskom i imidnom. Takođe dolazi i do obrazovanja odvojenih faza Al-karbida, Al-nitrida i Al-oksida.

MEDUFAZA Ge/PI

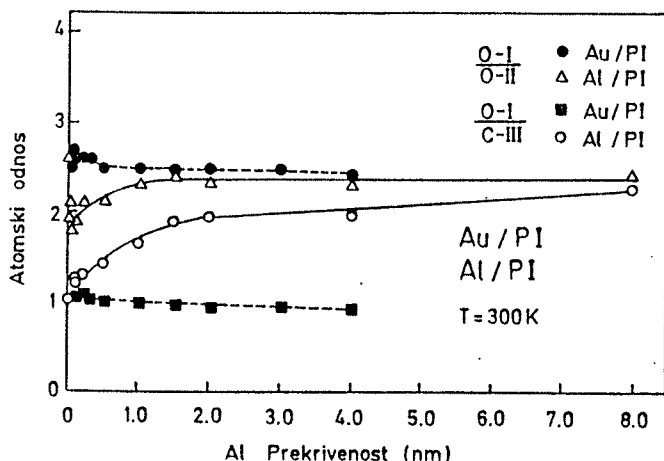
Medufazu Ge/PI proučavali smo pri normalnoj i kosoj emisiji fotoelektrona (Sl. 10). Dubina analiziranja je $3 \cos \theta$, gde je θ ugao između normala na površinu uzorka i na otvor analizatora. Pri normalnoj fotoemisiji ugao $\theta=0$ pa je dubina analiziranja 3 nm, a pri kosoj fotoemisiji ($\theta=70^\circ$) je 1 nm. Pri kosoj fotoemisiji se izuzetno povećava površinska osjetljivost ove tehnike. Na prvi pogled ponašanje medufaze Ge/PI je veoma slično medufazi Al/PI. Pik karbonilnog ugljenika se smanjuje sa prekrivenošću a uočava se i smanjivanje pika C-II. Pri kosoj fotoemisiji uočene promene su drastičnije. Oblast O 1s fotoemisije nije informativna kao u slučaju medufaze Al/PI, jer se Ge $L_{3M_{2.3}M_{2.3}}$ Auger prelaz preklapa sa O 1s pikom a iznad 1 nm prekrivenosti potpuno prevladuje. Može se jedino zaključiti da se novi pik kiseonika, izazvan reakcijom Ge sa PI javlja pomeren oko 1 eV prema nižim energijama vezivanja u odnosu na pik karbonilnog kiseonika. Etarski kiseonik ne reaguje sa Ge jer ne dolazi do ubrzanog gašenja pika etarskog kiseonika. Analiza pika azota je takode bila otežana blizinom Auger pikova Ge. Nije primećen rast novih pikova u oblasti N 1s fotoemisije što ukazuje da Ge ne reaguje sa imidnom grupom¹⁰.

Fotoemisija Ge 3d i 2 p nivoa, zabeležena pri raznim prekrivenostima površine PI germanijumom, jasno pokazuje da Ge hemijski reaguje sa PI (Sl. 11). Iznad 1 nm uočava se samo pik na energiji vezivanja koja odgovara čistom Ge¹¹ a ispod 1 nm uočavamo dva pika, koje smo označili sa Ge-I i Ge-II. Kod subangstremskih prekrivenosti zapažamo da je pik Ge-I pomeren 1.4 eV u odnosu na čist Ge a pik Ge-II oko 3 eV. Pik Ge-I bi mogao



Slika 6: Broj C atoma u funkcionalnim grupama PI, po prosečnoj monomernoj jedinici, u zavisnosti od prekrivenosti površine aluminijumom.

na prvi pogled da se pripiše neproreagovanom Ge, koji je pomeren ka višim energijama vezivanja zbog obrazovanja naelektrisanih ostrvaca. Međutim pomeraj od 1.4 eV je isuviše veliki da bi se objasnio efektom aglomeracije naparenog Ge. Odredili smo morfologiju

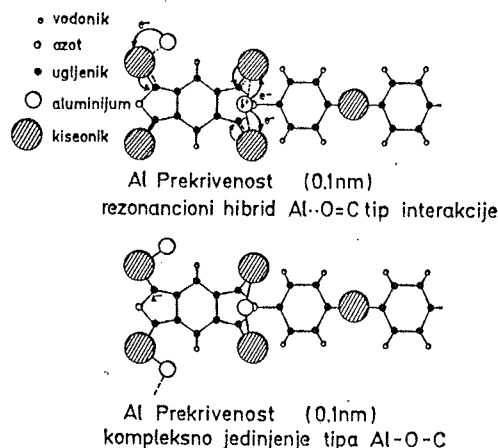


Slika 7: Odnos dekonvoluiranih pikova fotoemisije kiseonika O-I/O-II i atomski odnos O-I/C-III u funkciji prekrivenosti na međufazi Al/PI.

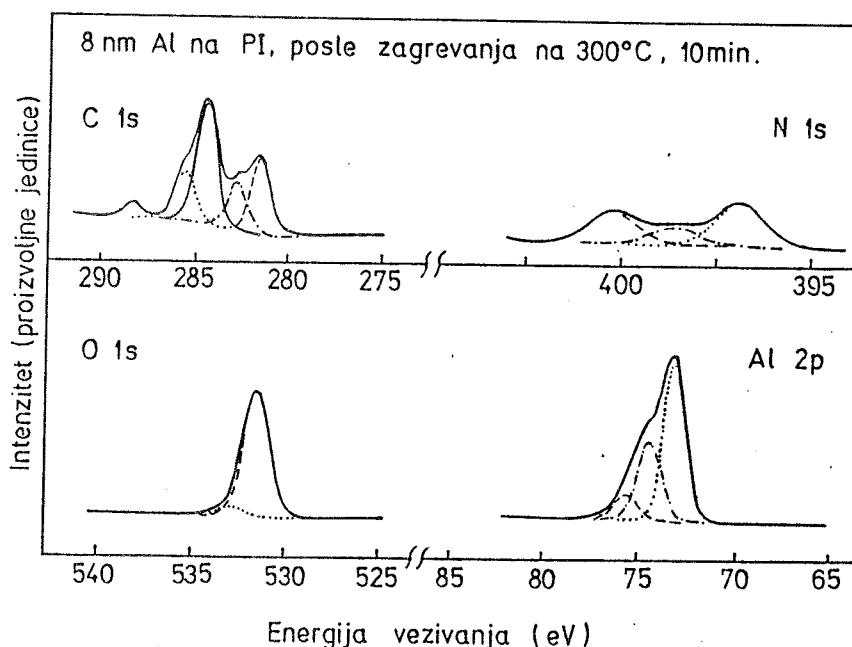
filma Ge na osnovu krivih prigušivanja signala substrata. Dobijena je linearna zavisnost, koja ukazuje na eksponencijalni rast filma Ge po tipu sloj-po-sloj i isključuje formiranje ostrvaca.

Krive prigušivanja signala C-I, C-II i C-III određenih dekonvolucijom emisije ugljenika kao i kriva rasta pika C-IV proizvoda reakcije PI sa Ge prikazane su na slici 12. Ponašanje je veoma slično međufazi Al/PI izuzev što je zavisnost u slučaju međufaze Ge/PI linearna. Primećuje se ubrzano slabljenje fotoemisije karbonilne grupe ispod 1 nm dok pri daljem naparavanju krive prigušivanja teku paralelne. Ovo govori da se reakcija takode odvija u blizini karbonilne grupe, da dolazi do relaksacije naelektrisanja benzolovog jezgra i do regeneracije aromatskog karaktera. Pomeraj od 3 eV pika Ge-II odgovara Ge-0 interakciji.¹² Međutim opaženi pomeraj ne odgovara formiranju GeO₂ jedinjenja već govori o postojanju kompleksnog jedinjenja tipa Ge-O-C, gde je valentno stanje Ge niže od 4+. Takođe je karakteristično da se pomeraj Ge-II pika u odnosu na položaj pika čistog Ge postepeno smanjuje sa 3 eV za sub-angstremске prekrivenosti na 1.5 eV za 2-5 nm prekrivenosti. Ovo ukazuje da je veza Ge-O složene višestruke konfiguracije, što je karakteristično za jedinjenja Si i Ge.¹³ Naime Ge može istovremeno biti vezan za jedan, dva ili tri kiseonikova atoma.

Na osnovu dobijenih rezultata predlažemo sledeći mehanizam interakcije Ge sa PI, prikazan na slici 13. Ispod 0.05 nm napareni Ge reaguje sa karbonilnom grupom preko kiseonika što potvrđuje veći intenzitet Ge-II pika u odnosu na Ge-I i ubrzano gašenje signala karbonilnog ugljenika. Obrazuje se radikal ugljenika koji nije fiksiran za karbonilni ugljenik već je prisutno stanje rezonancionog hibrida. Kada se napari više atoma Ge,



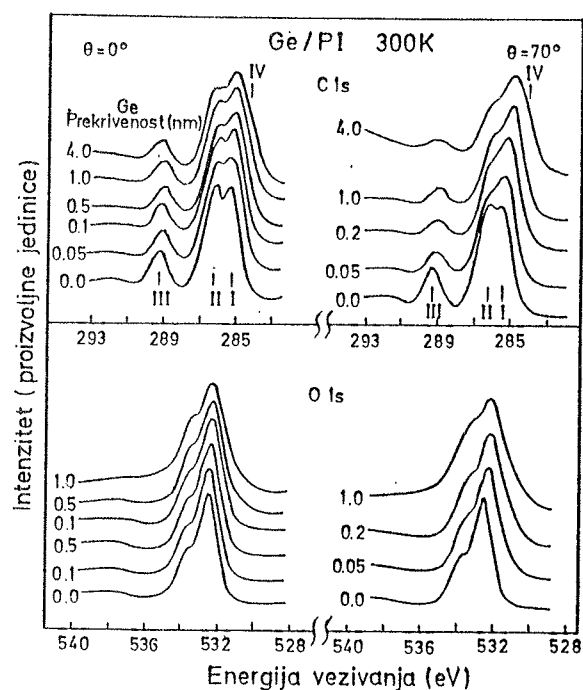
Slika 8: Mehanizam interakcije aluminijuma sa poliimidom.



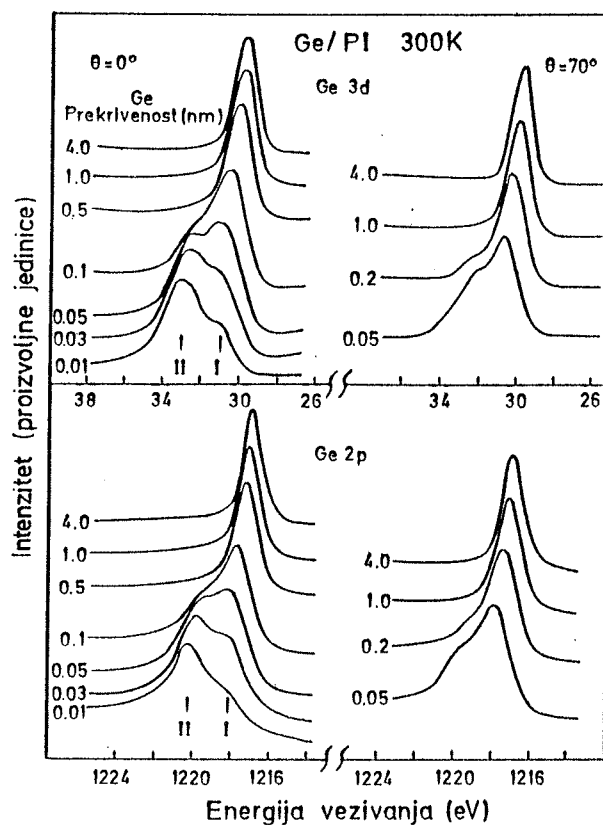
Slika 9: C 1s, O 1s, N 1s i Al 2p XPS spektri međufaze Al/PI obrazovane naparavanjem 8 nm Al na PI i odgrevane 10 min. na 300 °C.

više karbonilnih grupa se uključuje u reakciju pa se povećava koncentracija radikala što dovodi do pojave stanja-II koje je hinon karaktera ili u hiperkonjugovanoj formi. Ova struktura je osetljiva na prisustvo Ge pa je moguće formiranje kompleksnog jedinjenja Ge i šestočlanog imid-benzolovog jezgra. Pojava Ge-I pika može da se objasni interakcijom Ge-C jer opaženi pomeraj odgovara formiranju organometalnih $\text{Ge}(\text{Ph})_x$ jedinjenja.¹⁴ Pošto se relativni pomeraj ovog pika u odnosu na pik čistog Ge smanjuje sa prekrivenošću zaključujemo, da se obrazuje veza Ge sa jednim, dva ili

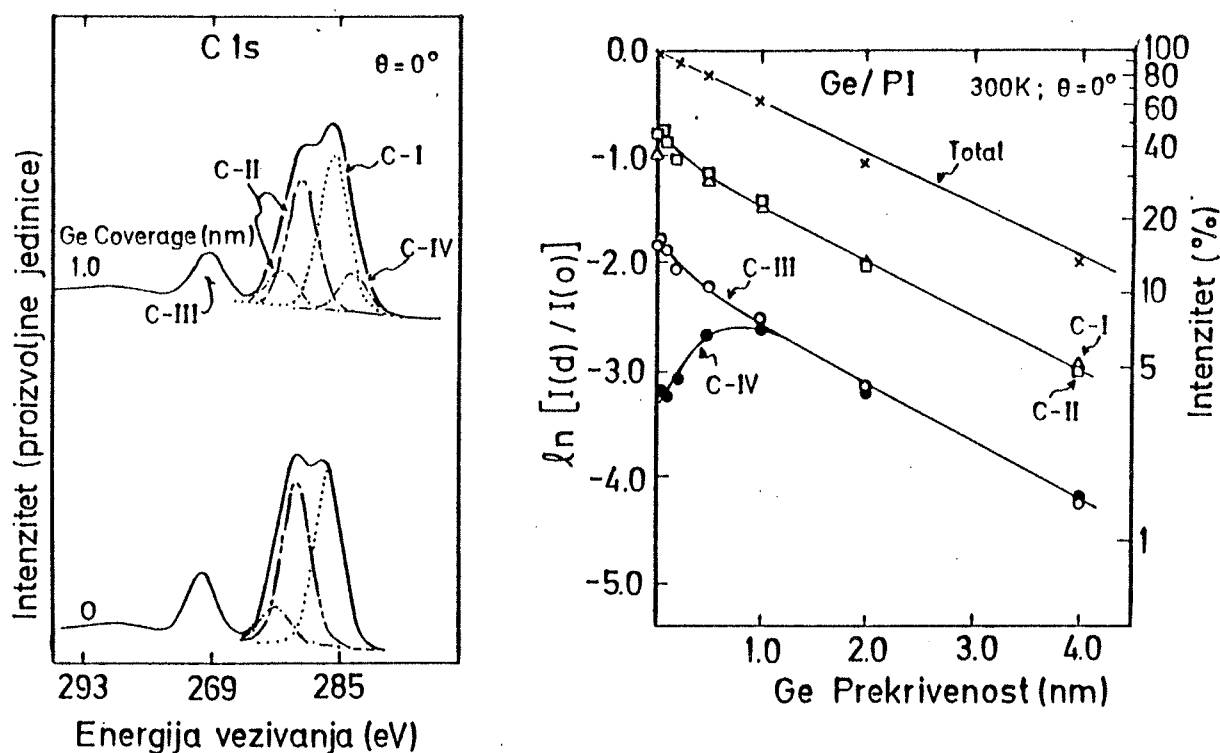
tri fenilna prstena. Reakcija na međufazi Ge/PI na sobnoj temperaturi je selektivna jer je orijentisana prema elektroaktivnoj PMDA grupi PI ali se ne ograničava samo na hemijsku vezu Ge sa karbonilnim grupama, kao u slučaju međufaze Al/PI, već se proširuje i na imid-benzolova jezgra. Kod obe ispitivane međufaze je reakcija vodena mehanizmom transfera elektrona sa elektropozitivnog metala ili poluprovodnika na π -konjugovani PMDA deo PI. Na sobnoj temperaturi se pokazalo da ODA deo PI ne učestvuje u reakciji na međufazi.



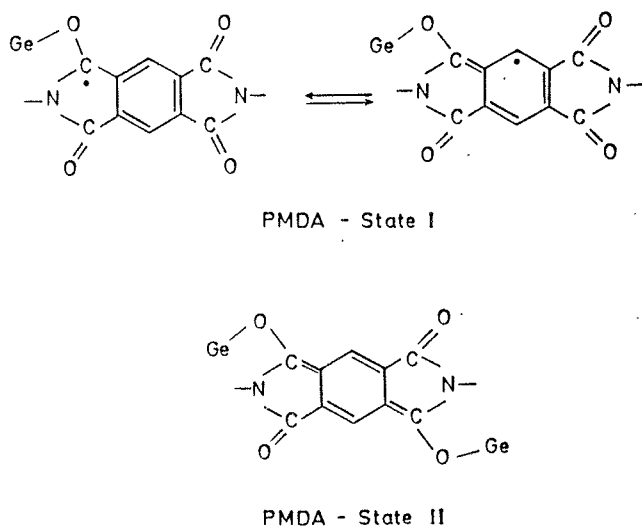
Slika 10: C 1s i O 1s fotoemisija nivoa ljuske međufaze Ge/PI pri normalnoj (levo) i kosoj fotoemisiji (desno).



Slika 11: Fotoemisija Ge 3d i 2 p nivoa ljuske međufaze Ge/PI.

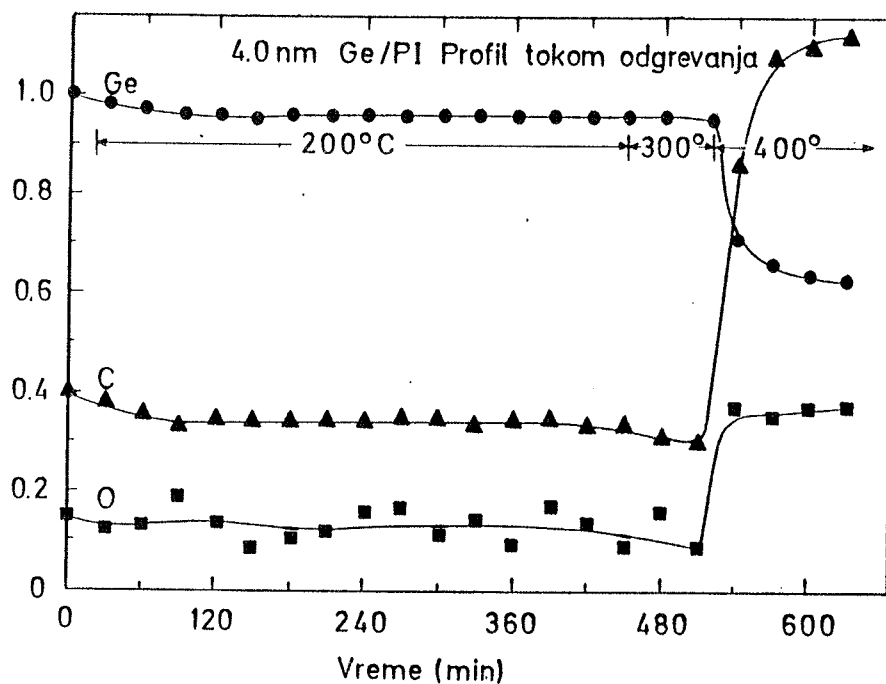


Slika 12: (a) Tipičan rezultat dekonvolucije C 1s fotoemisije za O i 1 nm prekrivenosti germanijumom. (b) Krive prigušivanja C-I, C-II i C-III komponenta fotoemisije ugljenika i kriva rasta intenziteta pika C-IV izazvanog reakcijom Ge sa PI.



Na slici 14 je prikazana promena u ukupnoj integrisanoj emisiji Ge 2p, C 1s i O 1s nivoa ljuske u funkciji vremena i temperature. Uzorak PI na kome je napareno 4 nm Ge odgrevan je na 200 °C u toku 450 min. Pošto nisu primećene promene u intenzitetu signala substrata i filma temperatura je povećana na 300 °C u toku 70 min. Nasuprot ponašanju međufaze Al/PI ova temperatura nije imala efekta na međufazu Ge/PI. Tek na 400 °C se opaža nagli pad u emisiji Ge praćen značajnim porastom u fotoemisiji ugljenika što ukazuje na obrazovanje aglomerata na površini i slabo mešanje faza. Na osnovu spektara visoke rezolucije smo zaključili da se interakcija Ge sa PI ne proširuje na imidnu grupu, niti se pospešuje dalja reakcija sa karbonilnom grupom. Povišena temperatura pospešuje jedino reakciju Ge i imid-benzolovog jezgra. Ne dolazi do obrazovanja Ge karbida, Ge nitrida i Ge O₂ pod dejstvom povišene temperature.

Slika 13: Mehanizam interakcije germanijuma sa polimidom.



Slika 14: Promena u ukupnoj integrisanoj emisiji Ge 2p, C 1s i O 1s nivoa ljuske u funkciji vremena i temperature na međufazi obrazovanoj naparavanjem 4 nm Ge na polimid.

ZAKLJUČAK

Al i Ge reaguju sa poliimidom tokom obrazovanja oblasti međufaze. Elektropozitivni Al i Ge su isključivo hemijski reaktivni prema elektroaktivnom PMDA delu polimera što ukazuje na mehanizam prenosa elektrona. Na sobnoj temperaturi dolazi do formiranja kompleksnih jedinjenja intermedijarnog tipa Al i Ge sa poliimidom. Na povišenim temperaturama na međufazi Al/PI dolazi do kidanja veza između polimerne osnove i sloja intermedijarnih kompleksnih jedinjenja i do obrazovanja oksidnih, nitridnih i karbidnih faza nezavisnih od polimera. Međufaza Ge/PI je stabilnija pod dejstvom povećanja temperature. Visoka temperatura pospešuje obrazovanje Ge-imid benzolnih kompleksa. Kidanje veza i obrazovanje jedinjenja germanijuma nezavisnih od polimera nije ustanovljeno na povišenim temperaturama.

REFERENCE

1. D.L. Allara, F.M. Fowkes, J. Noolandi, G.W. Rubloff and M.V. Tirrell, *Mat. Sci. Eng.* 83, 213 (1986).
2. S.G. Anderson, H.M. Meyer III, Lj. Atanasoska and J.H. Weaver, *J. Vac. Sci. Technol.* A6, 38 (1988).
3. B.D. Silverman, J.W. Bartha, J.G. Clabes, P.S. Ho and A.R. Rossi, *J. Polym. Sci., J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.* 24, 3325 (1986).
4. J.M. Burkstrand, in *Photon, Electron and Ion probes on Polymer Structure and Properties*, ed. D.W. Dwight, T.J. Fabish, and H.R. Thomas, Vol. 162 in ACS Symposium Series, 339 (1981).
5. J.H. Scofield, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.*, 8, 129 (1976).
6. S.A. Flodstrom and C.W.B. Martinsson, *Phys. Rev. Lett.* 40, 907 (1978).
7. Lj. Atanasoska, S.G. Anderson, H.M. Meyer III, and J.H. Weaver, *J. Vac. Sci. Technol.* A 5, 3325 (1987).
8. I. Elliot, C. Doyle, and J.D. Andrade, *J. Electron Spectrosc., Relat. Phenom.*, 28, 303 (1983).
9. H.M. Meyer III, S.G. Anderson, Lj. Atanasoska and J.H. Weaver, *J. Vac. Sci. Technol.* A6, 30 (1988).
10. Lj. Atanasoska, H.M. Meyer III, S.G. Anderson and J.H. Weaver, *J. Vac. Sci. Tehcnol.* A 6, 2175 (1988).
11. C.M. Garner, I. Lindau, J.N. Miller, P. Pianetta and W.E. Spicer, *J. Vac. Sci. Technol.* 14, 372 (1977).
12. J.E. Castle and D. Epler, *Proc. Roy. Soc (London)* A 339, 49 (1979); T.S. Sampath Kumar, L. Kameswara Rao, and M.S. Hegde, *App. Surface Sci.* 27, 255 (1986).
13. S. Hoste, H. Willemen, D. Van De Vondel, and G.P. Van Der Kelen, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.*, 5, 227 (1976).
14. G. Hollinger and F.J. Himpsel, *Phys. Rev. B* 28, 3651 (1983); R.A. Riedel, M. Turowski, G. Margaritondo, P. Perfetti and C. Quaresima, *J. Appl. Phys.* 55, 3195 (1984).

*dr. Lj. D. Atanasoska, dipl.ing.
Institut tehničkih nauka SANU
Knez Mihailova 35
11000 Beograd*

*J.H. Weaver, Ph.D. Department of Chemical Engineering
and Materials Science
University of Minnesota
Minneapolis, USA*

Prispelo: 03.11.1988

Sprejeto: 12.11.1988

LOGIČNE MREŽE

N. Novak, J. Veter, R. Babič

Ključne besede: digitalna vezja, naročniška integrirana vezja, logične mreže, načrtovanje vezij, mikroelektronika.

POVZETEK: V sestavku so prikazane logične mreže, ki jih uporabljamo za načrtovanje digitalnih naročniških integriranih vezij. Opisana je njihova notranja struktura, podani pa so tudi osnovni karakteristični podatki, ki so zanimivi tako za uporabnika kot za načrtovalca.

LOGIC ARRAY

Key words: digital circuits, semicustom integrated circuits, logic array, circuit design, microelectronics.

ABSTRACT: In this article the logic arrays or designing semicustom digital integrated circuits are presented. The core and the peripheral sections are described with some data which are important for customers and designers.

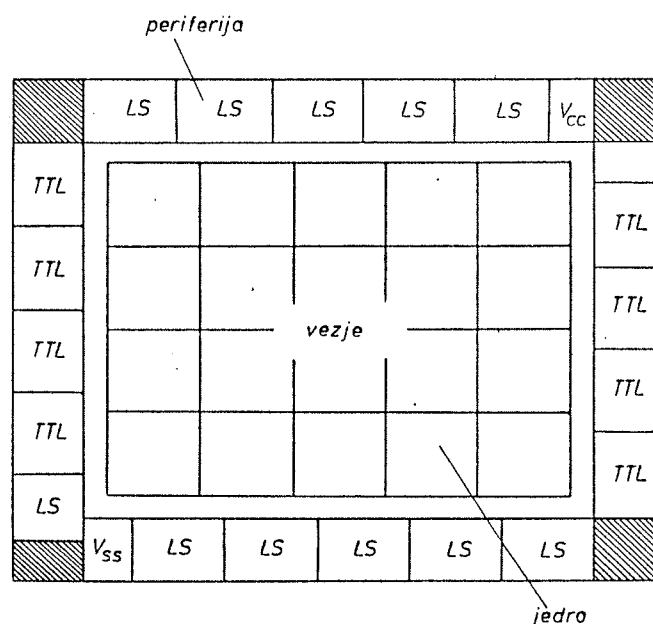
1. UVOD

Logične mreže predstavljajo osnovo za načrtovanje integriranih vezij po naročilu uporabnikov. Pri tem sodi načrtovanje naročniških mikroelektronskih vezij na osnovi logičnih mrež v primerjavi s postopkom načrtovanja popolnega naročniškega vezja, oz. postopkom načrtovanja naročniškega vezja na osnovi standardnih celic v tisto skupino, ki je cenovno učinkovita pri najnižjih serijah proizvodnje, uporablja zanesljivo tehnologijo in omogoča dovolj hitro realizacijo systemske zasnove. Preprosti postopek načrtovanja omogoča hiter in cenen način izdelave vezja.

Osnovni gradnik za vezja na osnovi logičnih mrež so predprocesirane rezine, na katerih se v zadnji tehnološki fazi izvedejo potrebne povezave. Večina aplikacij vezij z logičnimi mrežami omogoča v primerjavi z vezjem, realiziranim s standardnimi integriranimi elementi na tiskani kartici, zmanjšanje skupnega števila elementov. Seveda je potrebno pretvoriti vezja v tako obliko, ki je sprejemljiva za novi način izvedbe. Vse večje funkcije vezij ali elementov kot so na primer števeci in registri, moramo zato razbiti v osnovne gradnike. Za vsako želeno funkcijo elementa ali celotnega vezja določimo potrebno število ekvivalentnih vrat, ki določajo kompleksnost vezja. Z možnostjo izbire logičnih mrež z različnim številom ekvivalentnih vrat lahko načrtovalec dovolj dobro izkoristi silicijevo površino.

2. ZGRADBA LOGIČNIH MREŽ

V osnovi so logične mreže sestavljene iz jedra z jedrnimi celicami in periferije s perifernimi celicami. Njihovo obliko ponazarja slika 1.



Slika 1: Zgradba logične mreže

Jedro pokriva centralni del površine, v katerem realiziramo večino logičnih funkcij vezja. Periferni del pa povezuje jedro z vsemi štirimi stranmi vezja in s tem omogoča formiranje potrebnih vhodno-izhodnih funkcij.

2.1. Struktura celic v jedru

Celica jedra vsebuje deset MOS transistorjev, ki so nameščeni horizontalno prek celice. Pet N kanalnih transistorjev je grupiranih vzdolž ničelne V_{SS} napajalne linije, drugih pet P kanalnih transistorjev pa je grupiranih vzdolž pozitivne V_{DD} napajalne linije. Celica jedra ima devet vertikalnih polisilicijevih preskočnih povezav. Opisano strukturo in električno vezavo ponazarja slika 2.

Dve polisilicijevi povezavi delita celico v jedru na dva dela. Manjši del vsebuje dva para N in P transistorjev, večji del pa tri pare transistorjev. Za prve štiri pare transistorjev velja, da je krmilna elektroda skupna dvema transistorjema, enemu N kanalnemu in enemu P kanalnemu. Na ta način je oblikovana enostavno komplementarna funkcija z CMOS celico. Peti par pa ima ločeni krmilni elektrodi za P in N transistor.

Z metalnimi in polisilicijevimi povezavami lahko transistorje med seboj povezujemo v osnovne celice in vezja. Pri tem je eden izmed najosnovnejših elementov za izvedbo logične funkcije v CMOS tehnologiji inverter, ki uporablja le en par transistorjev.

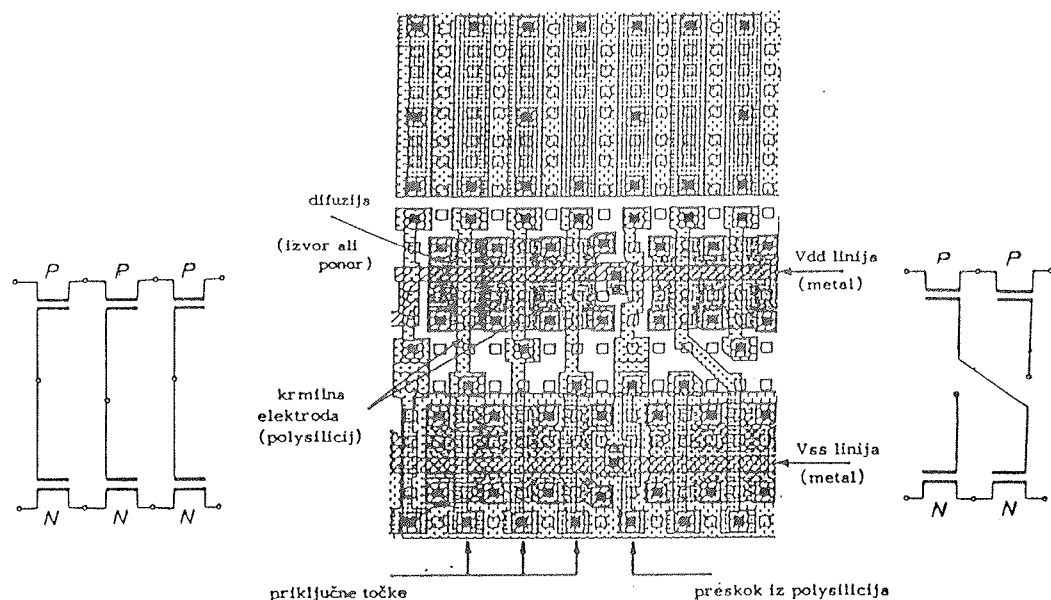
2.2. Periferne celice

Za povezavo med jedrom in zunanjim delom skrbijo periferne celice, ki opravljajo vse vhodno-izhodne funkcije. Bondirne blazinice so enakomerno porazdeljene po periferiji vezja. Njihovo število je odvisno od velikosti logične mreže. Z izjemo treh bondirnih blazinic lahko vse ostale uporabimo kot vhod, izhod, vhodno/izhodno sponko ali tri-stanjski izhod. Tri izjeme pa sta dve napajalni sponki V_{DD} in V_{SS} ter ena bondirna blazinica, ki jo lahko uporabljamo le kot vhod.

Periferne celice z bondirnimi blazinicami so predvidene za krmiljenje malo večjih bremen, saj so transistorji v jedru logične mreže mnogo premajhni, da bi lahko krmilili kakšno omembo vredno breme. Pri vseh perifernih celicah je poskrbljeno tudi za statično zaščito vhoda, oz. izhoda.

Obstajata dve vrsti izhodnih celic: ene z LS izhodi in druge s T izhodi. Prvo strukturo celice z električno vezavo prikazuje slika 3, drugo pa slika 4.

Izbira izhodov je odvisna od obremenitev, oz. od lastnosti, ki jih od vezja pričakujemo: T izhod lahko krmili 6 LS TTL bremen ali 1,5 TTL bremena, LS izhod pa le 2



Slika 2: Struktura celice v jedru

Pri izdelavi naročniških vezij na osnovi logičnih mrež uporabljamo programski paket ULA YOUT, ki temelji na knjižnici standardnih ULA celic. Ta vsebujejo vsa osnovna vrata AND, NAND, OR, NOR in EXOR ter vse osnovne vrste pomnilniških elementov D, RS, T in JK. Vsako na novo načrtovano vezje ali njegov del štejemo kot makro in ga lahko uvrstimo v knjižnico standardnih celic. S tem se zelo poveča učinkovitost načrtovanja.

LS TTL bremeni. CMOS breme lahko krmili eden ali drugi izhod. LS izhodi so razporejeni na zgornji in spodnji strani vezja, T izhodi pa na levi in desni strani, kot je prikazano na sliki 1.

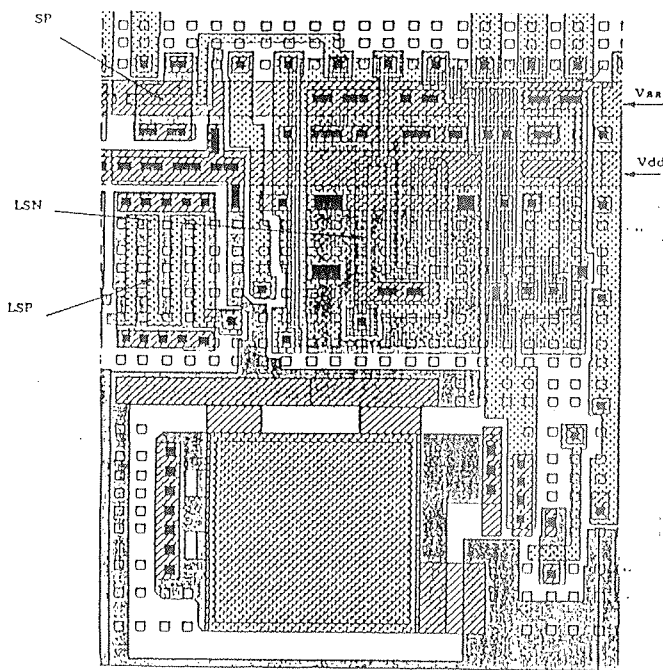
Izhodni transistorji pa predstavljajo tudi za jedro občutno breme in jih ne moremo krmiliti z enostavnim inverterjem iz jedra. LS izhod moramo iz jedra krmiliti z dvojnimi inverterjem tako, da uporabimo enostavno vzporedno vezavo. T izhod pa predstavlja za jedro še večje breme. Za zanesljivo krmiljenje T izhodnega inver-

torja potrebujemo štiri vzporedno vezane inverterje v jedru.

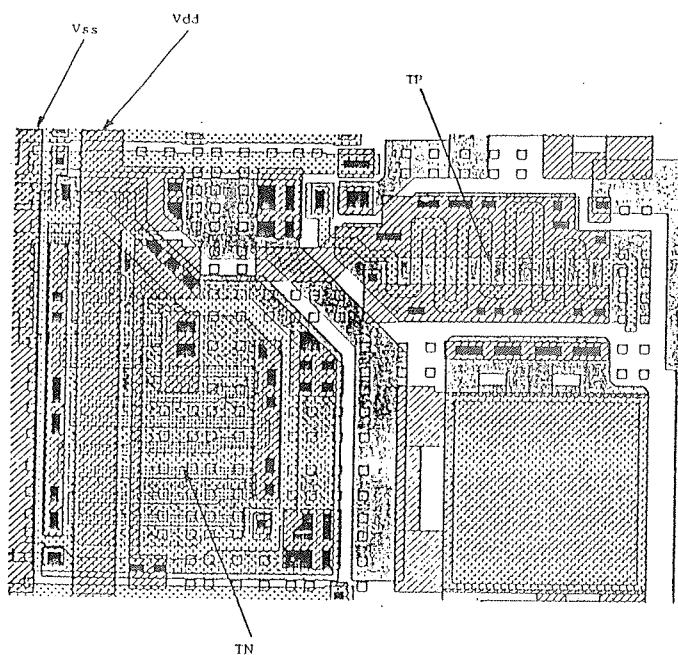
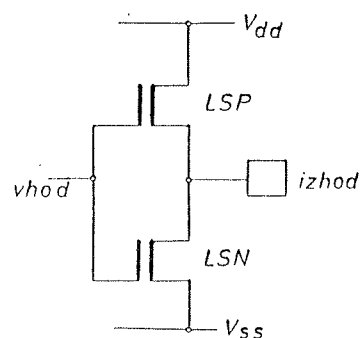
Ker je prostor v jedru navadno dragocen in ga ne želimo zapravljati z vzporedno vezavo štirih inverterjev, lahko izhod krmilimo z uporabo B inverterja, ki leži med T izhodom in jedrom. Njegovo strukturo in električno vezavo prikazuje slika 5. Sestavljata ga dva P kanalna

transistorja SP in BP ter N kanalni transistor BN. Krmilimo pa ga z dvojnimi inverterjem iz jedra.

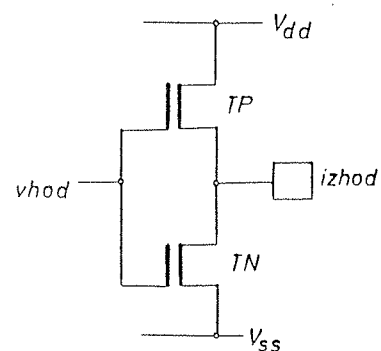
Logične mreže delimo v šest skupin glede na število ekvivalentnih vrat. V tabeli 1 podajamo pregled logičnih mrež s številom ekvivalentnih vrat ter številom priključkov.

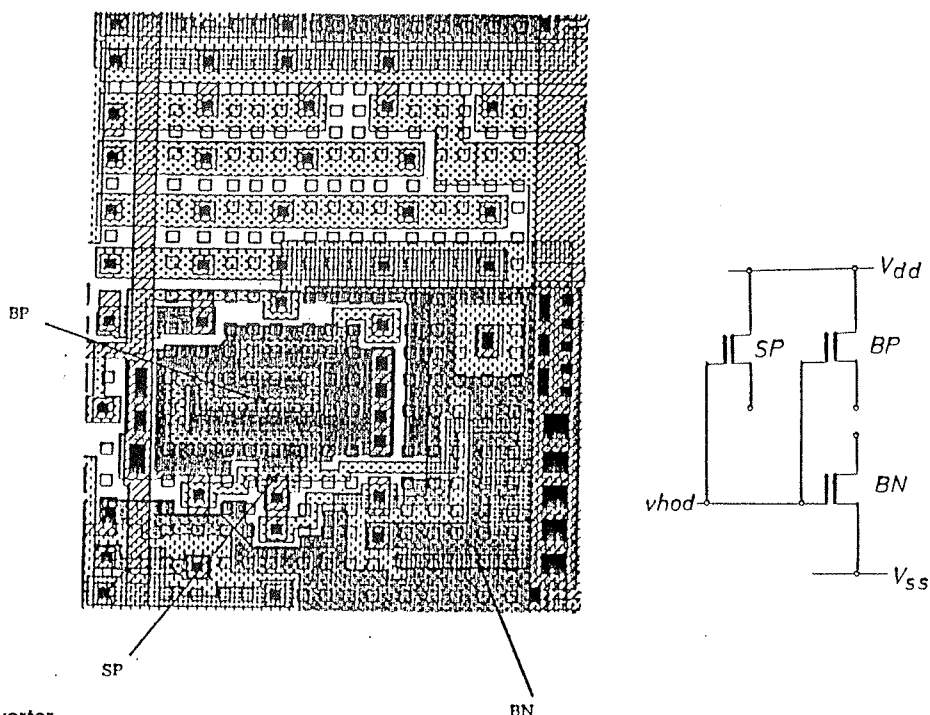


Slika 3: Izhodna celica LS



Slika 4: Izhodna celica T





Slika 5: B Inverter

Za ilustracijo so v tabeli 2 prikazani osnovni elementi majhne in srednje stopnje integracije iz CMOS liste standardnih integriranih elementov ter ustrezno število ekvivalentnih vrat, ki jih potrebujemo pri realizaciji z logično mrežo.

Tabela 1: Pregled logičnih mrež

Vezje logične mreže	št.ekvivalentnih vrat	št.bondir. blazinic	število LS izhodov	število T izhodov
ULA-1	300	40	17	20
ULA-2	400	46	23	20
ULA-3	540	52	25	24
ULA-4	770	62	31	28
ULA-5	1000	70	35	32
ULA-6	1260	78	39	36

Tabela 2: število ekvivalentnih vrat za osnovne elemente iz CMOS liste elementov.

element	oznaka	število ekvivalentnih vrat
štiri 2 vhodna NAND vrata	4011	4
dvojna 4 vhodna AND vrata	4082	5
trojna 3 vhodna OR vrata	4075	6
štiri 2 vhodna OR vrata	4071	6
dvojna 4 vhodna NOR vrata	4002	4
JK flip flop z AND vrati	4095	14
dvojni JK flip flop	4027	20
dekadni naprej/nazaj števec	40192	70
14 stopenjski bin. števec	4020	70
4 bitni komparator	40085	45
trojni serijski števec	4032	80
4 bit aritm. logična enota	40181	96,5

3. PREKLOPNE KARAKTERISTIKE

Ko smo preverili logično vezavo, je nujno potrebno kontrolirati obremenitve med elementi.

Za določitev preklopnih časov za celice v jedru moramo nujno poznati kapacitivne obremenitve iz-

hodov posameznih transistorjev, oz. inverterjev. Ker kapacitivnost bremena določa preklopne čase elementov, bo pri večji kapacitivnosti prisotna večja zakasnitev, s tem pa bo tudi omejena hitrost delovanja. Izhod vsake celice je obremenjen s kapacitivnostjo vhodov celic, ki jih krmili in s kapacitivnostjo povezav med njimi. Kapacitivnost povezav je vsota vseh kapacitivnosti polisilicija, metala in kontaktov. Na sliki 6 so podrobno prikazane kapacitivnosti posameznih področij v jedru.

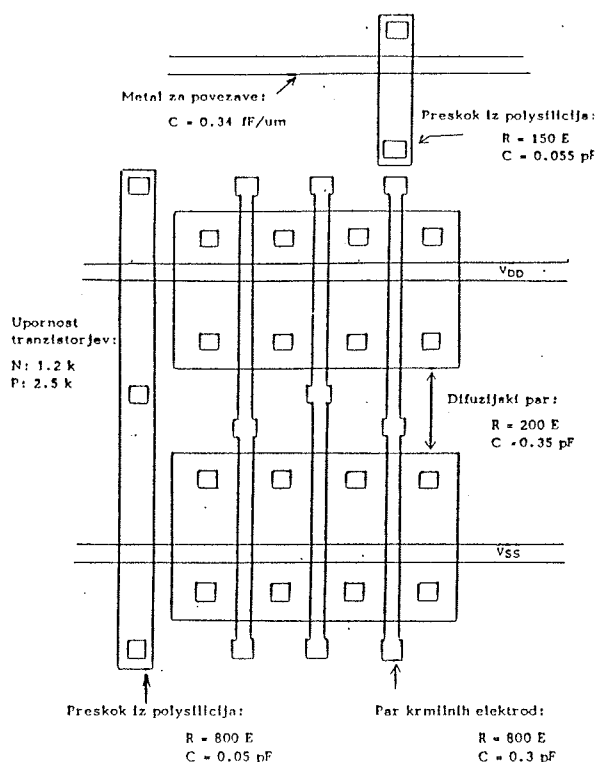
Bremensko kapacitivnost C_b celice lahko zapišemo kot vsoto

$$C_b = C_{vh} + C_p$$

kapacitivnosti vhodov C_{vh} in kapacitivnosti povezav C_p .

Točne kapacitivne obremenitve posameznih izhodov ne moremo določiti, dokler ni sestavljena celotna topologija vezja in dokler niso znane vse povezave. Praktične izkušnje pa kažejo, da predstavljajo kapacitivnosti povezav približno 20 odstotkov skupne kapacitivnosti vhodov. Ta podatek nam tako omogoča hitro oceno bremenske kapacitivnosti že pri znani skupni kapacitivnosti vhodov.

Preklopne lastnosti elementov lahko izboljšamo z vzporedno vezavo dveh ali več inverterjev. Pri tem pa moramo paziti seveda na kompleksnost celotnega vezja, ki v tem primeru porabi večje število elementov. Posebno pozornost pri povezovanju celic je potrebno posvetiti kritičnim linijam. Mednje sodita na primer linija, ki vodi urine impulze in linija za reset. Posebej moramo biti pazljivi pri liniji, ki vodi urine impulze. Vsak preskok s polisilicijem prinese v linijo dodatno zakasnitev zaradi povečane RC konstante.



Slika 6: Kapacitivnosti področij v jedru.

uporabljamo v perifernih celicah. Njihove vrednosti so zbrane v tabeli 4.

V tabeli 5 so zbrani karakteristični podatki o času zakasnitve tpd za nekaj osnovnih elementov - makrojev, ki predstavljajo osnovne gradnike pri načrtovanju digitalnih vezij z logičnimi mrežami v 5 um CMOS tehnologiji.

4. IZBIRA OHIŠJA IN RAZPOREDITEV BONDIRNIH BLAZINIC

Pri načrtovanju vezja z logično mrežo ima izbira ohišja pomembno vlogo. Izbrano ohišje naj ima glede na vezje najmanjšo možno število priključkov. Tudi odprtina v ohišju, kamor se prilepi ali prispajka vezje, naj bo čim manjša tako, da so povezovalne žičke čim krajše. Danes so na voljo ohišja iz plastike, kombinacije plastike in keramike (CERDIP) in keramike z različnim številom priključkov. Pregled ohišij za različne velikosti vezij logičnih mrež je prikazan v tabeli št. 6.

Vrsto ohišja je potrebno izbrati in poznati že pred pričetkom sestavljanja topologije vezja, saj je potrebno paziti na pravilen razpored bondirnih blazinic. Vhodne in

Tabela 3: Preklopni časi inverterjev pri $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

preklopni časi	napajalna napetost	enojni inverter (Cvh = 390 fF)	vzporedna vezava dveh inverterjev (Cvh = 780 fF)	vzporedna vezava štirih inverterjev (Cvh = 1600 fF)
čas vzpona	3 V	32,0 ns	17,5 ns	13,2 ns
tr	5 V	15,0 ns	10,5 ns	9,4 ns
	10 V	10,0 ns	8,0 ns	7,8 ns
čas upada	3 V	13,0 ns	10,0 ns	8,6 ns
tf	5 V	9,5 ns	8,5 ns	7,2 ns
	10 V	8,5 ns	8,0 ns	6,7 ns

Za orientacijo so v tabeli 3 podani preklopni časi za različne celice inverterjev v jedru pri bremenski kapacitivnosti $C_b = 1 \text{ pF}$ in različni uporabljeni napajalni napetosti. Podatki veljajo za 5 μm CMOS tehnologijo.

Kapacitivnosti področij v perifernih celicah pa so zajete v kapacitivnosti krmilnih elektrod in difuzijskih kapacitivnostih posameznih transistorjev, ki jih

Tabela 4: Kapacitivnosti perifernih celic

transistor	kapacitivnost krmilne elektrode	kapacitivnost difuzije
TN	3,0 pF	4,5 pF
TP	1,5 pF	1,75 pF
LSN	0,8 pF	0,875 pF
LSP	0,8 pF	0,875 pF
B	1,6 pF	

Tabela 5: Časi zakasnitve za osnovne elemente realizirane z logičnimi mrežami

element (makro)	parameter	$T_A = 25^\circ\text{C}$		$T_A = 70^\circ\text{C}$	
		Tipično	Max	Tipično	Max
inverter	tpd	2,9	6,1	3,7	7,7 ns
2 vhodna NAND	tpd	4,6	9,4	5,9	12,0 ns
2 vhodna NOR	tpd	5,2	10,9	6,6	13,8 ns
4 vhodna NAND	tpd	9,6	19,2	12,2	24,4 ns
4 vhodna NOR	tpd	11,8	24,9	15,0	31,6 ns
EXOR	tpd	9,8	18,2	12,4	23,0 ns
D flip flop z reset	tON	14,5	28,4	18,2	35,0 ns
	f	32,2	15,9	25,5	12,5 MHz

izhodne celice morajo biti enakomerno razporejene po vsej periferiji tako, da pri inkapsulaciji povezovalna žička nikjer ne preseže maksimalne dovoljene dolžine.

Pri razporejanju bondirnih blazinic moramo upoštevati naslednja pravila.

- * celotno število bondirnih blazinic na eni strani vezja sme biti največ za 2 večje od števila bondirnih mest na tisti strani ohišja. Ohišje s 40 priključki ima na primer na vsaki strani okvira po 10 bondirnih mest. Glede na to pravilo sme biti na eni strani vezja največ 12 bondirnih blazinic

Tabela 6: Seznam ohišij za logične mreže (Iskra mikroelektronika)

	število priključ.	ULA 1	ULA 2	ULA 3	ULA 4	ULA 5	ULA 6
PLASTIKA	16	X	X				
	18	X	X				
	24	X	X	X	X	X	X
	28	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X
CERDIP	16	X	X				
	18	X	X				
	22	X	X	X	X		
	24	X	X	X	X	X	
	28	X	X	X	X	X	X
40	X	X	X	X	X	X	
KERAMIKA	8	X	X				
	14	X	X	X			
	16	X	X	X			
	18	X	X	X			
	20	X	X	X	X	X	X
	24	X	X	X	X	X	X
	28	X	X	X	X	X	X
40	X	X	X	X	X	X	

- * bondirne blazinice morajo biti postavljene tako, da nobena povezovalna žička ne prečka simetrale ohišja. To velja posebej za plastična ohišja, da se prepreči premikanje povezovalnih žičk ob vbrizganju plastike
- * bondirne blazinice morajo biti razmeščene tako, da nobena povezovalna žička ne prečka kateregakoli aktivnega dela vezja
- * največja dovoljena dolžina povezovalne žičke je 2,5 mm, sicer pa je priporočljivo, da so čim krajše
- * povezovalnih žičk nikdar ne smemo križati zaradi nevarnosti kratkega stika.

5. LITERATURA

1. Uncommitted Logic Array, Design Manual, AMI, Santa Clara, 1982
2. Peter Ammon: Gate Arrays, Huethig, 1985
3. A. Rappaport: Erfahrungen mit Gate Arrays, TE-WI, Munchen, 1985.

*M. Novak, dipl.ing.
J. Veter, dipl.ing.,
Iskra Mikroelektronika,
Ljubljana, Stegne 15 d,*

*mag. R. Babič, dipl.ing.,
Tehniška fakulteta Maribor,
Smetanova 17, Maribor*

Prispelo: 23.11.1988

Sprejeto: 30.11.1988

ADAPTIVNI FREKVENČNI MNOŽILNIK

R. Babič, M. Solar, D. Vošinek

Ključne besede: elektronska vezja, vezje s fazno zaklenjeno zanko, frekvenčni množilniki

POVZETEK: V prispevku je prikazana izvedba adaptivnega frekvenčnega množilnika, ki smo ga uporabili za povečanje ločljivosti vgrajenega odjemnika toka. Uporabljena je aplikacija vezja s fazno zaklenjeno zanko. Testiranje delovanja naprave je bilo izvedeno z mikroračunalniško podprtim testnim sistemom, ki omogoča registracijo in izpis želenih merilnih rezultatov.

ADAPTIVE FREQUENCY MULTIPLIER

Key words: electronic circuits, PLL circuit, frequency multipliers

ABSTRACT: In the present contribution the realization of adaptive frequency multiplier used to increase the resolution of built-in incremental encoder is shown. The application of phase - locked loop circuit is used. The operation of the frequency multiplier was tested by the microcomputer aided testing system which enables also measuring data acquisition and printing.

1. UVOD

Z imenom adaptivni frekvenčni množilnik smo označili elektronsko napravo, ki se na spreminjanje frekvence vhodnega krmilnega signala odziva z izhodnim signalom, katerega frekvenca je za točno določeni mnogokratnik višja od frekvence vhodnega signala. Pri tem se lahko frekvenca vhodnega signala spreminja v širšem frekvenčnem območju, v katerem mora biti najnižja frekvenca večja od nič Hz.

Z znanim mnogokratnikom, ki pa ga lahko poljubno nastavimo, je določeno tudi frekvenčno področje signala.

Adaptivni frekvenčni množilnik predstavlja eno izmed možnih rešitev za povečanje ločljivosti odjemnika kota pri meritvah kota zasuka. Posebej je rešitev ugodna v primeru že vgrajenih odjemnikov. V našem primeru se je pojavila potreba po povečanju ločljivosti od $3,6^\circ\text{C}$ na $0,1^\circ$, oz. za mnogokratnik $N=36$ tako, da dobimo pri enem zasuku na izhodu 3600 impulzov. Pri tem je vgrajeni dajalnik impulzov generiral signal v frekvenčnem območju od 250 do 2500 Hz, želeno frekvenčno področje izhodnega signala pa je bilo od 9 KHz. Tako visokih frekvenc izhodnega signala pa z običajnimi inkrementalnimi dajalniki enostavno ni mogoče doseči (1).

Zraven načrtovanja in izvedbe adaptivnega frekvenčnega množilnika predstavlja pomemben del tudi izvedba mikroračunalniško podprtega sistema za testiranje delovanja naprave v različnih pogojih delovanja. Na ta način smo dobili vpogled na mejne zmogljivosti naprave glede frekvenčnega področja in glede hitrosti prilagajanja frekvence izhodnega signala spremembam frekvence vhodnega signala.

2. OPIS NAPRAVE

Adaptivni frekvenčni množilnik je zasnovan na uporabi vezja s fazno zaklenjeno zanko (PLL vezja).

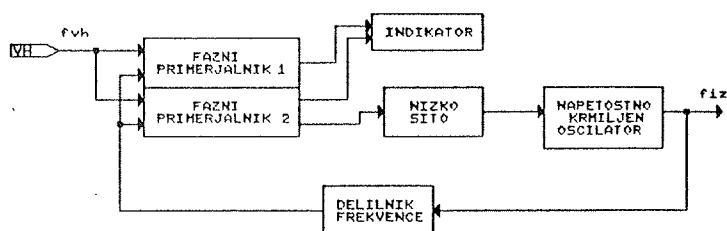
Zaključena regulacijska zanka sistema zagotavlja stabilno delovanje in dobro prilagajanje frekvence izhodnega signala, tudi pri hitrem spreminjanju frekvence vhodnega signala. V našem primeru smo izbrali standardno integrirano komponento 4046 izdelano v CMOS tehnologiji, ki je sestavljena iz napetostno krmiljenega oscilatorja in dveh faznih primerjalnikov. To so hkrati osnovne komponente naše naprave, kot je razvidno s slike 1, ki prikazuje njeno blok shemo. Za normalno delovanje vezja s fazno zaklenjeno zanko je dodano še vezje nizkopropustnega sita in delilnik frekvence, za hiter sprotni nadzor pravičnega delovanja pa še indikatorska stopnja.

Napetostno krmiljeni oscilator (VCO) je prosto oscilirajoči oscilator, ki niha z lastno frekvenco f_0 , določeno z zunanjim RC vezjem, ko je na njegovem krmilnem vhodu prisotna polovična napajalna napetost.

Ker so lastnosti vezja 4046 precej odvisne od napajalne napetosti, smo izbrali $U_{\text{Bat}}=5\text{ V}$ posebej še zaradi poznejše enostavnejše povezave s testnim mikroračunalniškim sistemom. Lastno frekvenco izhodnega signala smo izbrali $f_{\text{izh}}=50\text{ KHz}$, kar ustreza zaokroženi in s faktorjem $N=36$ pomnoženi srednji vrednosti frekvenčnega območja vhodnih impulzov. Vrednosti upora R_1 in C_1 smo izbrali, oz. izračunali iz tovarniških podatkov (2,3).

Integrirano vezje vsebuje dva fazna primerjalnika. Njuna osnovna naloga je v tem, da v zaključenem regulacijskem krogu omogočita vzpostavitev sinhro-

nizacije med vhodnim in izhodnim signalom. Prvi fazni primerjalnik je izveden iz posebnih ali vrat. Za delovanje v čim širšem frekvenčnem območju so potrebni na obeh vseh simetrični impulzi, kar v našem primeru predstavlja omejitev glede oblike vhodnega signala.



Slika 1: Blok shema adaptivnega frekvenčnega množilnika.

Zaradi te in drugih lastnosti (3) smo prvi fazni primerjalnik uporabili le v pomožni funkciji za indikacijo stanja sinhronizacije izhodnega signala.

Drugi fazni primerjalnik je pomnilniško vezje, krmiljeno s frontami. Sestavljajo ga štirje bistabilni elementi, krmilna vrata in tristanjska izhodna stopnja. Vezje je aktivno na pozitivne fronte obeh vhodnih signalov, tako da lahko na vhodu uporabljamo tudi nesimetrične impulze.

Ko je frekvenca signala na primerjalnem vhodu višja od frekvence signala na primerjalnem vhodu, dobimo na izhodu večji del časa pozitivni impulz, v preostalem delu časa pa je izhod v stanju visoke impedance.

V obratnem primeru pa dobimo večji del časa na izhodu negativni impulz, preostanek časa pa je izhod spet v stanju visoke impedance. Pri doseženi enakosti frekvenc obeh signalov pa je dolžina trajanja pozitivnega, oz. negativnega impulza na izhodu sorazmerna fazni razliki med obema signaloma. Ko je dosežena tudi fazna razlika nič, se izhod primerjalnika postavi v stanje visoke impedance. Iz tega sledi, da se je napetost na kondenzatorju nizkopropustnega (gladilnega) sita vzpostavila preden sta postala signala na signalnem in primerjalnem vhodu faznega primerjalnika enaka po frekvenci in fazi. V tem stabilnem stanju je izhod primerjalnika odprt tokokrog, ki omogoča zadržanje dosežene napetosti na kondenzatorju sita. Zaradi tega je lahko nizkopropustno sito tudi preprostejše (pasivno vezje), saj njegove karakteristike ne vplivajo bistveno na območje delovanja (2).

Ker dobimo na pomožnem izhodu PCP tega faznega primerjalnika v tem stabilnem stanju negativni impulz, ga lahko enostavno uporabimo za signalizacijo stanja sinhronizacije.

Pomembna lastnost izbranega faznega primerjalnika je tudi v tem, da je lahko fazna razlika med obema signaloma večja od 180° , do česar prihaja pri hitrih spremembah frekvence vhodnega signala. Prvo vezje faznega primerjalnika ne dopušča tako velikih faznih razlik.

Popolno električno vezavo adaptivnega frekvenčnega množilnika kaže slika 2. Ker želimo doseči sinhronizacijo med vhodnim in izhodnim signalom, ki se po frekvenci razlikujeta za mnogokratnik $N=36$, je potrebno pred primerjanjem s faznim primerjalnikom izhodni signal deliti s prav takšnim faktorjem. Delilnik frekvence sestavljata dva 4-bitna števeci IV 3A in IV 3B, kontrolna logika z IV 4A in IV 4B ter D flip flop IV 5A.

Števec šteje do 18, dodatno deljenje s faktorjem 2 pa dosežemo z D flip floпом. Na ta način dobimo na izhodu simetrične impulze, ki zagotavljajo boljše delovanje faznega primerjalnika.

Za glajenje napetosti iz faznega primerjalnika smo uporabili RC pasivno sito, ki izkazuje v prenosni funkciji ničlo in pol. Takšno vezje smo v primerjavi z enostavnim gladilnim členom izbrali zaradi možnosti boljše stabilnosti naprave. Vrednost kondenzatorja C_2 smo izbrali, upornost R_2 pa smo izračunali iz pogoja, da je pol sita za dekada nižje od minimalne frekvence vhodnega signala.

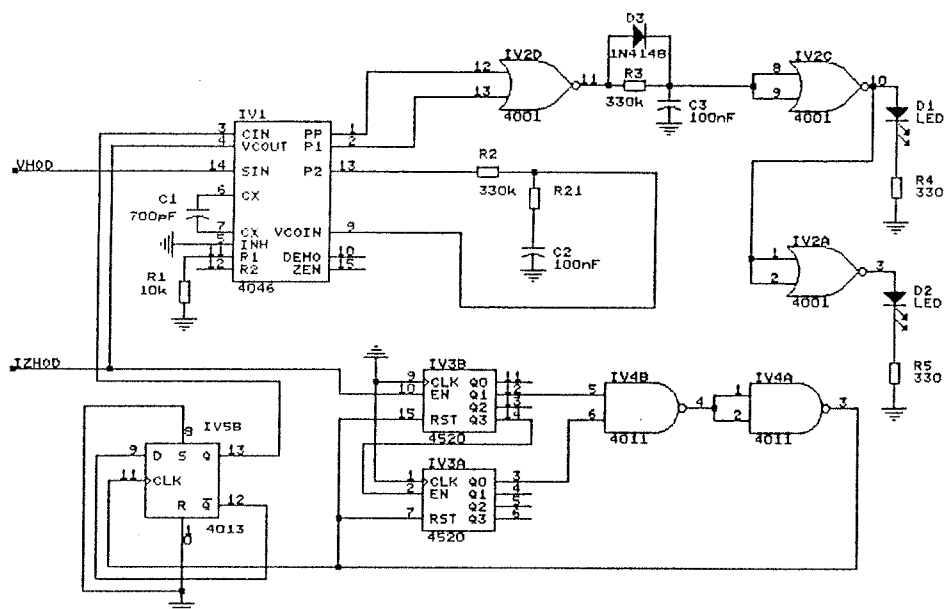
Za indikacijo stanja sinhronizacije med vhodnim in izhodnim signalom smo uporabili dve LED diodi. Dioda D1 javlja stanje sinhronizacije, dioda D2 pa izpad sinhronizacije.

Signala za ti dve stanji smo dobili iz pomožnega izhoda PCP drugega faznega primerjalnika in izhoda prvega faznega primerjalnika. Povezana sta z NALI vrati IV 2D.

Z IV 2A in IV 2C je zagotovljeno krmiljenje diod, kombinacija R2, D3 in C3 pa je potrebna za boljši prikaz stanja sinhronizacije pri nižjih frekvencah.

3. TESTIRANJE

Testiranje adaptivnega frekvenčnega množilnika smo izvedli s pomočjo mikroročunalniško podprtega testnega sistema, katerega blok shema je prikazana na sliki 3. Za takšen način preverjanja zanesljivosti delovanja smo se odločili zato, da bi dobili čim boljši vpogled o delovanju naprave pri normalnih pogojih delovanja ter o njenih mejnih zmogljivostih. Mikroročunalniško podprta meritev je nadalje omogočila še registracijo in izpis rezultatov.



Slika 2: Vežje adaptivnega frekvenčnega množilnika

Osnovna ideja meritve zanesljivosti delovanja je sprotno štetje izhodnih impulzov za vsak vhodni impulz pri različnih pogojih generiranja vhodnega signala. Zato smo potrebovali napetostno krmiljeni funkcijski generator na vходу naprave, števec impulzov na izhodu, zadrževalno vežje, logično vežje ter mikroračunalniški sistem (5). Števec impulzov šteje impulze na izhodu iz naprave. Vsak vhodni impulz sproži v mikroračunalniku prekinitevni program, v katerem prečitamo stanje števca izhodnih impulzov. Ko je števec prečitano, ga resetiramo in pripravimo za novo štetje ob nastopu novega impulza na vходу. Ker mikroračunalnik dopušča merjenje časa med prekinitvami, smo lahko iz tega podatka izračunali tudi frekvenco vhodnih impulzov.

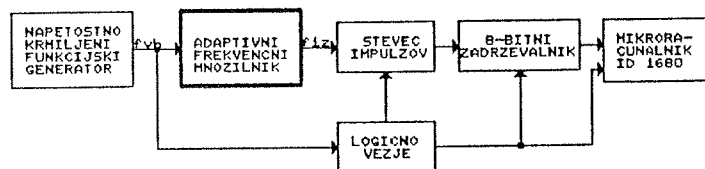
Število impulzov izhodnega signala med dvema prekinitvama je torej podatek, ki dovolj natančno pokaže delovanje naprave. Za doseg točnih meritev je bilo potrebno skrbno izdelati komponente vmesnika za mikroračunalnik.

Programska oprema, ki smo jo napravili, omogoča razen sprotnega zajemanja stanja števca tudi merjenje časa med dvema vhodnima impulzoma, izvedbo

večjega števila meritev ter registracijo in izpis rezultatov.

Pregled opravljenih meritev je naslednji:

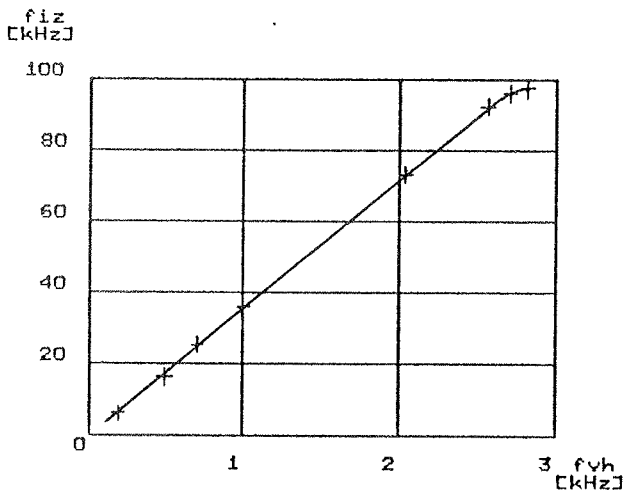
- a. Pri konstantni frekvenci vhodnega signala smo izmerili število impulzov v posamezni periodi:
 - pri vhodni frekvenci $f_{vh} = 250$ Hz smo izvedli 50 meritev. V 30 primerih je frekvenca izhodnih impulzov ustrezala mnogokratniku $N=36$, v 10 primerih smo dobili na izhodu 35 impulzov, v ostalih 10 primerih pa 37 impulzov. Od tod sledi, da je absolutno odstopanje v območju najnižjih frekvenc ± 1 impulz, oz. $\pm 2,78\%$.
 - pri vhodni frekvenci $f_{vh}=2500$ Hz smo v vseh 50 primerih dobili na izhodu signal s 36-krat višjo frekvenco.
- b. V stacionarnem stanju naprave pri $f_{vh}=250$ Hz smo hišno spremenili f_{vh} na 2500 Hz in izmerili odzivni čas: naprava uspe vzpostaviti sinhronizacijo po 100 ms, pri hipni spremembi vhodnega signala od $f_{vh} = 2500$ Hz na 250 Hz pa šele po 1,5 s. V obeh primerih je potrebno isto število ciklov vhodnega signala.



Slika 3: Blok shema testnega sistema.

c. Pri linearni spremembi frekvence vhodnega signala od 250 Hz do 2500 Hz v času 1 s smo opravili 1000 meritev. Ugotovili smo, da je v frekvenčnem območju $f_{vh} = 480$ do 2500 Hz odstopanje števila impulzov izhodnega signala \pm impulz, v območju $f_{vh} = 250$ Hz do 480 Hz pa ± 2 impulza.

d. Pri linearni spremembi frekvence vhodnega signala od 2500 Hz do 250 Hz v času 1 s pa je bilo v frekvenčnem območju $f_{vh} = 2500$ do 305 Hz doseženo odstopanje za ± 1 impulz, v območju $f_{vh} = 305$ do 250 Hz pa tudi ± 2 impulza.



Slika 4: Prenosna karakteristika adaptivnega frekvenčnega množilnika.

e. Na sliki 4 so podani rezultati meritve prenosne karakteristike naprave pri stacionarnih razmerah na vhodu pred vsako posamezno meritvijo. Vidimo, da smo dosegli zelo dobre rezultate, saj imamo v zelenem področju delovanja $f_{vh} = 250$ Hz do 2500 precej linearno odvisnost med frekvenco vhodnega in izhodnega signala. Odstopanje, ki je prisotno le v področju nizkih frekvenc, najlepše ilustrira izračunani mnogokratnik N, ki je prikazan zraven ostalih izmerjenih rezultatov v tabeli 1.

Tabela 1: Merilni rezultati.

n	f_{vh} (Hz)	f_{iz} (Hz)	$36 \cdot f_{vh}$ (Hz)	s (%)	N
1	201	7041	7236	-2,69	35,03
2	508	17784	18288	-2,76	35,01
3	713	25659	25668	-0,035	35,99
4	1016	36585	36576	+0,025	36,00
5	2049	73770	73764	+0,008	36,00
6	2551	91837	91836	+0,001	36,00
7	2681	96515	96516	-0,001	35,99
8	2801	98039	100836	-2,78	35,00

kjer pomeni

$$s (\%) = 100 (f_{iz} - 36 \cdot f_{vh}) / (36 \cdot f_{vh}) \text{ in}$$

$$N = f_{iz} / f_{vh}$$

4. ZAKLJUČEK

V prispevku je opisana izvedba adaptivnega frekvenčnega množilnika, ki smo ga uporabili za povečanje ločljivosti vgrajenega merilnega dajalnika odjemalnika kota. V osnovi je uporabljena aplikacija vezja s fazno zaklenjeno zanko. Rezultati testiranja, ki smo jih dobili s pomočjo mikroročunalniško podprtega sistema za testiranje, so bili ugodni.

5. LITERATURA

1. Inkrementalni merilni dajalniki, frekvenčni podatki Iskra
2. Dr. Roland E. Best: PHASE-LOCKED LOOPS, Theory, Design and Applications, McGraw-Hill Book Company, 1984
3. VALVO Integrierte digitalschaltungen LOCOS-Reihe HEF 4000 B, 1983
4. Pantić, Pešić: Primena linearnih integrisanih kola, 5. izdaja, Tehniška knjiga, Beograd 1987
5. Babič, Solar, Pogorelec, Šafarič, Primeri in načini uporabe mikroročunalnikov, TF Maribor 1985

mag. Rudi Babič, dipl.ing.

Mitja Solar, dipl.ing.

ing. Davorin Vošinek

Tehniška fakulteta Maribor, 62000 Maribor,

Smetanova 17

Prispelo: 13. 12. 1988

Sprejeto: 16. 12. 1988

POROČILO O FTIR TEČAJU NA „UNIVERSITY OF GEORGIA“

Boris Aleksandrov

Ključne besede: FTIR spektrometrija pregled

POVZETEK: Kratek pregled trenutnega stanja v FTIR spektrometriji je namenjen sodelavcem kontrolnih, analitskih in procesnih oddelkov v kemijski in polprevodniški industriji.

University of Georgia FTIR Work Shop

Key words: FTIR Spectroscopy Overview

ABSTRACT: Brief description of present state in FTIR spectrometry is dedicated to quality control, analytic and processing engineers in chemical and semiconductor industry.

UVOD

Tudi letos, kot že nekaj let doslej, je bil zadnji teden v juliju v Athens, University of Georgia, enotedenski tečaj iz FTIR (Fourier Transform InfraRed) spektrometrije. Tečaj je bil razdeljen na teoretični in praktični del in je skoraj v celoti zajel celotno področje FTIR spektrometrije. Vodila sta ga profesorja P.R.Griffiths in J.A. de Haseth izvrstna pedagoga in znanstvenika s tega področja. Prisotni so bili tudi vsi večji proizvajalci FTIR opreme, ki so poleg opreme ponudili tudi svoje ljudi kot asistente pri eksperimentalnem delu tečaja. Na koncu poročila je seznam vseh firm, ki so sodelovale na tečaju in njihovi naslovi. Med udeleženci so bili v glavnem kemiki in fiziki iz analitičnih laboratorijev iz industrije, policije in univerz. Predavanja so bila na postdiplomski ravni in je zaradi velike koncentracije snovi in hitrega predavanja vsako predznanje FTIR spektrometrije bilo zelo zaželeno. Vsebina predavanj in eksperimentov je priložena na koncu tega poročila za dodatne informacije pa se zainteresirani lahko obrnejo osebno name.

Da tudi na tem področju razvoj ne spi (v ZDA), pričajo novi programi in metode za obdelavo spektrometričnih podatkov: PCR in PLS (Digilab), SPECTRA-CALC (Galactic Software), ter nove in izboljšane merilne metode. Prav tako se odpirajo nova mejna merilna področja: IR-Ramanska spektrometrija (Bruker) in IR-masna spektrometrija (HP). Močan konkurenčni boj je prisilil proizvajalce k izdelavi vedno boljših in cenejših naprav: Perkin Elmer-Midresolution FTIR spektrometer je ustrezen zaradi svoje robustnosti in relativno majhne cene (cca.18-20k\$US) za produkcijsko kontrolo. Velik poudarek na robustnost in neobčutljivost naprav so dali pri Analectu. Z visoko resolucijo in zmogljivostjo sta se hvalila predvsem Perkin-Elmer in Digilab.

OPIS FTIR SPEKTROMETRA

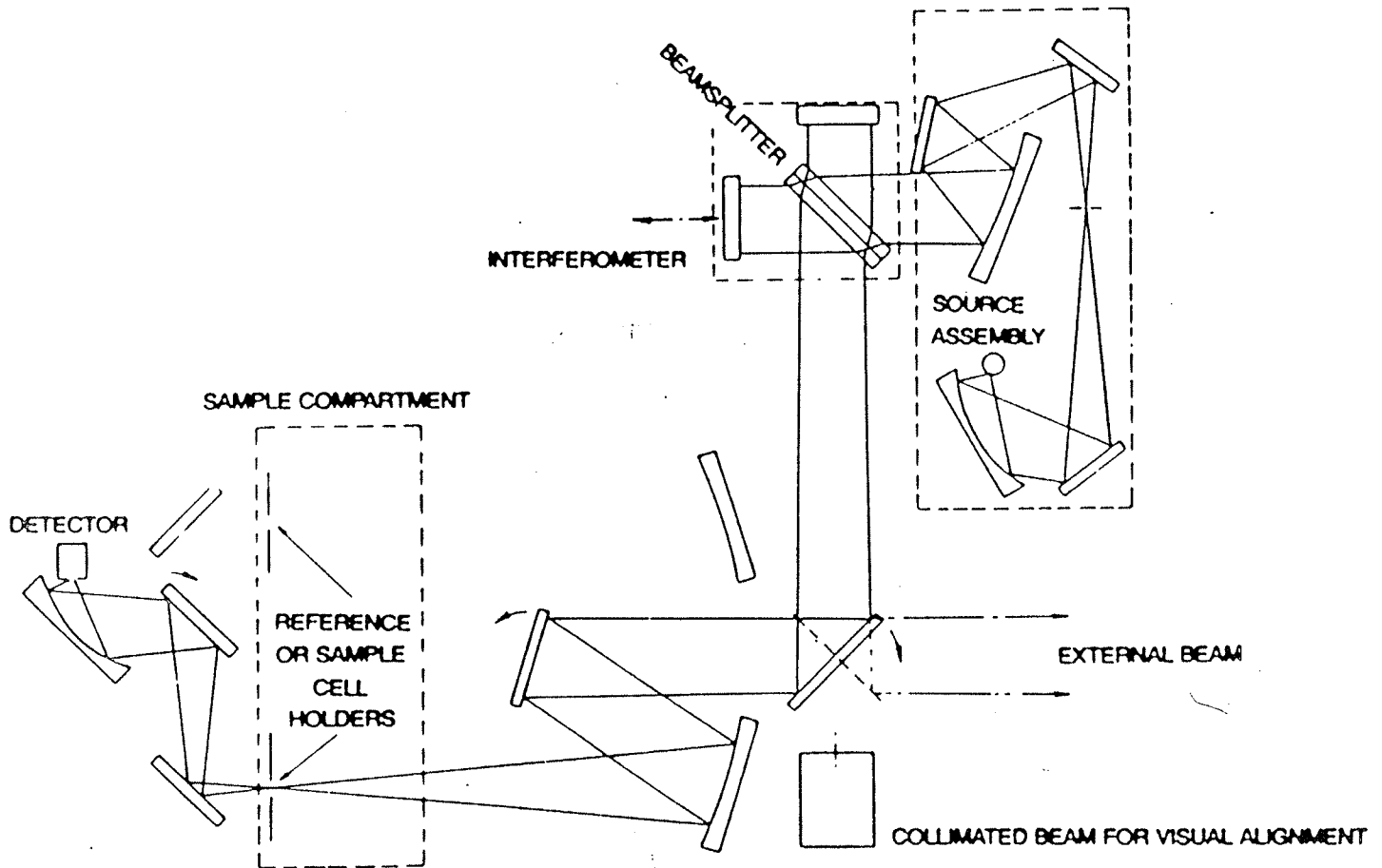
Na sliki 1 je prikazan tipičen FTIR spektrometer, v našem primeru DIGILAB FTS-80, takšen kot ga imajo na KIBK Ljubljana. Spektrometer je sestavljen iz polikromatskega izvora, Michelsenovega interferometra z lasersko kontroliranim gibljivim ogledalom, optičnega sistema z vzorčno komoro in detektorja. Za razliko od uklonskih spektrometrov na mrežico, ki merijo direktno spektralno odvisnost svetlobne intenzitete, merijo FTS spektrometri odvisnost prepuščene svetlobe od fazne razlike polikromatske svetlobe med gibljivim in fiksnim ogledalom Michelsonovega interferometra. Šele s Fourierjevim obratom dobimo odvisnost od valovnih dolžin. Glede na območje delovanja delimo spektrometre na:

- * far IR (25-400 μm oz. 400-20 cm^{-1})
- * mid IR (2.5-25 μm oz. 4000-400 cm^{-1})
- * near IR (0.6-2.5 μm oz. 4000-17000 cm^{-1})

Za različna območja imamo različne izvore, beam-spliterje in detektorje. Maksimalno možno območje delovanja spektrometra je določeno z valovno dolžino laserja, ki določa lego gibljivega zrcala. Običajno je to območje med 7900 cm^{-1} in 0 cm^{-1} .

Resolucija FTIR spektrometra je določena z dolžino optične poti gibljivega zrcala v Michelsonovem interferometru. Razmerje signal-šum pa določajo kombinacije izvor-detektor, ločljivost AD konverterja, kvaliteta optičnega sistema ter število posnetih interferogramov. Glede na resolucijo delimo spektrometre na:

- * visoko ločljive (1 cm^{-1}),
- * srednje ločljive (2-10 cm^{-1})
- * nizko ločljive (10 cm^{-1})



Slika 1: Izgled tipičnega FTIR spektrometra (DIGILAB FTS-80)

Resolucija spektrometra je sorazmerna s ceno, kar je vredno upoštevati pri nabavi nove opreme. Minimalno potrebno resolucijo lahko na hitro ocenimo s pomočjo Ramseyevega kriterija, ki pravi, da je trak definiran, če imamo v območju FWHH (full width at half high) vsaj 5 točk. V trdni snovi so običajno trakovi pri sobni temperaturi širši kot pri plinih, zato nam zadošča že resolucija 2 cm^{-1} , za razliko od plinske spektroskopije, kjer je včasih tudi resolucija 0.2 cm^{-1} preslaba. Ožji trakovi v plinih so posledica močnih rotacijskih vezi v plinskih molekulah.

Pojav FTIR spektrometrov so omogočili šele računalniki, njihovo razširjenost pa nastop relativno poceni hitrih matematičnih in array procesorjev, ki lahko izvedejo FFT (Fast Fourier Transformation) na nekaj tisoč kanalov širokem interferogramu in ga prevedejo v spektralno obliko v razumno kratkem času, v nekaj sekundah ali manj.

Prednosti pred spektrometrom na mrežico so v bistveno krajšem času snemanja spektra z isto resolucijo. Zaradi velikih izgub na mrežici in filtrih imajo uklonski spektrometri veliko slabše razmerje signal-šum kot FTS. Poleg tega pri FTIR spektrometrih odpade klasičen problem „grasing“, spektrometrov, definicija bazne linije. Posebej pri starejših modelih, kjer ni bilo računalniško podprtih sistemov je ta problem bil glavna ovira pri kvantitaciji spektrov. Tudi fotometrična natančnost je pri FTS (Fourier Transform Spectrometer) večja.

FTS je uporaben tako za kvalitativne analize, kot za kvantitativne. Med njima obstaja nekaj bistvenih razlik. Pri kvalitativni analizi potrebujemo čim bolj občutljive detektorje, npr. MCT (Mercury Cadmium Tellurid), ki pa nimajo linearne odvisnosti. Na ta način dosežemo zgodnje razpoznavanje primesi že pri zelo majhnih koncentracijah. Na drugi strani pri kvantitativnih analizah potrebujemo detektorje z linearnim odzivom (pirelektrični TGS-Triglycine Sulfate), ki pa so nekajkrat

FT-IR Spectrometry Workshop Experiments**1. Attenuated Total Reflectance**

use of a CIRcle cell with an aqueous solution, Beer's Law plots, detection limits, noise characteristics

2. Microsampling and Diffuse Reflectance

sensitivity, comparison of techniques

3. Multicomponent Analysis

calibration of system, analysis, shortcomings

4. GC/FT-IR Spectrometry

separation, data collection, search, analysis

5. Near Infrared FT-Raman Spectrometry

characteristics of technique and sampling methods

6. Microscopy

spectral subtraction, diffraction limits, signal averaging

7. Polarization

measurements on a highly oriented sample

8. Photoacoustic Spectrometry

measurements of difficult samples

9. Open Forum (Friday morning only)

bring your samples and problems for analysis

10. Computer Tutorial (Wednesday night: optional)

deconvolution, differentiation, smoothing, etc.

Dodatek A. Seznam eksperimentov

FT-IR Spectrometer Vendors**Analect Instruments**

1231 Hart Street
Utica, NY 13502
Barbara J. Allgaier
315-797-4449

Digilab Division

BIO-Rad Laboratories
237 Putnam Avenue
Cambridge, MA 02139
Stephen L. Hill
617-868-4330

Mattson Instruments, Inc.

6333 Odana Road
Madison, WI 53719
Jack Blazyk
608-273-2370

Perkin-Elmer Corporation

Infrared Products Division
761 Main Avenue
M/S 903
Norwalk, CT 06859-0903
Brian J. McGrattan
203-431-7000

Bruker Instruments, Inc.

Manning Park
Billerica, MA 01821
Ron Rubinovitz
617-667-9580

Hewlett Packard

Scientific Instruments Div.
P.O. Box 10161
Palo Alto, CA 94303-0871
Bill Price
415-857-7500

Nicolet Instrument Corporation

5525-1 Verona Road
P.O. Box 4508

Madison, WI 53711-0508

Mike Fuller
608-271-333

Additional Manufacturers**Balston, Inc.**

703 Mass Ave.
P.O. Box C
Lexington, MA 02173
Bob Daly
800-343-4048

Galactic Industries Corporation

417 Amherst Street
Nashua, NH 03063
Don Kuehl
800-862-6004

Spectra-Tech, Inc.

652 Glebrook Road
P.O. Box 2190 G
Stamford, CT 06906
Cindy R. Friedman
203-357-7055
800-243-9186

Bomem, Inc.

11505 Drummond Plaza
Newark, DE 19711
302-366-8260

Harrick Scientific Corporation

88 Broadway
Box 1288
Ossining, NY 10562
914-762-0020

Sprouse Scientific Systems, Inc.

19 East Central Ave.
Paoli, PA 19301
215-251-0316

Dodatek B. Seznam proizvajalcev FTIR spektrometrov

manj občutljivi. Pri kvantitativnih analizah je najbolj priljubljen Beer-Lambertov zakon, po katerem je absorbanca linearno sorazmerna s produktom koncentracije snovi v vzorcu, debeline vzorca in absorptivnostjo izbranega traku dane snovi. Tokrat je treba opozoriti, da je ta zakon veljaven le dokler so absorbance manjše od 0.5 AU (absorbančnih enot). Na tem zakonu temelji splošno znani program QUANT. Za večkomponentno kvantitativno analizo se je izkazalo, da QUANT ne daje vedno najboljših rezultatov. Letos so se začeli pojavljati programi (PCR-Principal Component regression in PLS-Partial Least Squares), ki dajejo boljše rezultate kot QUANT. Značilno za te programe je, da delujejo na celem spektru in ne samo na izoliranih trakovih, kar precej olajša delo in zmanjša napake zaradi subjektivne izbire trakov ter, da upoštevajo tudi napako umeritvenih podatkov. V hitrem razvoju so tudi metode, ki temeljijo direktno na Fresnelovih enačbah. Ob določenih računskih poenostavitvah in eksperimentalnih trikih poskušajo razviti metodo za določanje optičnih konstant.

Kot sem že omenil, je z FTS in primernimi celicami možno analizirati pline, tekočine in trdne snovi. Na koncu bom podal pregled IR metod:

- Spekularna FTIR spektroskopija: transmisija, refleksija, refleksijsko-absorbcijska spektroskopija trdnih, tekočih in plinastih vzorcev.
- Disperzijska FTIR spektroskopija se uporablja ponavadi na praškastih, sintranih oz. hrapavih vzorcih.
- FTIR mikroskopija je uporabna za analizo malih vzorcev, do cca. 10 um premera.
- GC-FTIR plinska kromatografija in FTIR spektrometrija
- GC-Masni-FTIR spektrometer
- HPLC-FTIR tekočinska kromatografija in FTIR spektrometrija
- FTIR-Ramanski spektrometer
- PA-FTIR fotoakustična spektrometrija

- Emisijski FTIR spektrometri (teleskopi)
- Nizko temperaturna FTIR spektroskopija

S pojavom FTIR spektrometrov se je infrardeča spektrometrija razširila na številna področja uporabe in se hkrati povezala s sosednimi področji, (plinska, masna in Ramanska spektrometrija), ter na ta način omogoča veliko bolj kompletne in kompleksne analize. Posebej je potrebno poudariti, da se to nekoč zelo zahtevno laboratorijsko delo počasi seli v industrijsko okolje in si s tem odpira nove možnosti kontrole kvalitete v skoraj vseh industrijskih panogah.

LITERATURA:

- 1) P.R.Grighths, J.A.de Haseth: Fourier Transform Infrared Spectrometry.(1986)
- 2) Boris Aleksandrov, Boris Orel: DOLOČEVANJE VSEBNOSTI FOSFORJA S POMOČJO 'QUANT' PROGRAMA IZ FTIR SPEKTROV MIEL-1987 Banja Luka
- 3) Boris Aleksandrov, Boris Orel: KVANTITATIVNA ANALIZA INTERSTICIJALNEGA KISIKA SILICIJEVIH REZIN Z FTIR SPEKTROSKOPIJOMIEL-1988 Zagreb
- 4) Boris Aleksandrov: Metodologija meritve vodika v tenkih plasteh plazemskega silicijevega nitrida.IME, DP Ljubljana 11.5.1987
- 5) Boris Aleksandrov: Metodologija kvantitativne analize substitucijskega ogljika v Si rezinah IME, DP Ljubljana 3.9.1987
- 6) M.Klanjšek Gunde. B.Aleksandrov in B.Orel: (T,R) metoda za določanje optičnih konstant tankih absorbirajočih plasti na različnih substratih KIBK, DP 685 (1987)

*Boris Aleksandrov, dipl.ing.
Iskra Mikroelektronika
Stegne 15 d*

*61000 Ljubljana
Trenutno v skupini Dr. Borisa Orla, KIBK, Ljubljana*

Prispelo: 09.09.1988

Sprejeto: 09. 10. 1988

POZIV K SKUPNEMU RAZMIŠLJANJU IN OBLIKOVANJU IDEJ O AKCIJAH ZA NAPREDEK NA PODROČJU MATERIALOV V OKVIRU DRUŠTVA MIDEM

Darja Uvodič

Drage kolegice in kolegi!

Področje materialov v okviru naših dejavnosti je zelo široko in mnogostransko področje.

Klasični pristop velja več ali manj za klasične materiale, ki so predmet vpeljanih standardnih metod priprave, karakterizacije, standardizacije, zagotavljanja kakovosti itd.

Dramatičen pa je razvoj na področju novih, modernih materialov, ki so osnova naprednejših in visokih tehnologij. Na področju elektronike je to posebno izraženo. Pomislimo samo na področje mikroelektronike in optoelektronike!

Glede na dejstvo, da se na področju materialov pri nas še vedno borimo z določenimi težavami, ki so tipične za države v razvoju, bi vam citirala povzetek priporočil, ki jih je oblikovala organizacija UNIDO v okviru posvetovanja o modernih materialih v deželah v razvoju pred enim letom. Mislim, da vsebuje večino bistvenih ugotovitev, ki nam lahko služijo kot okvir za naša skupna razmišljanja o tem, kaj bi v okviru Društva MIDEM lahko prispevali k napredku in izboljšanju položaja na tem področju:

- 1. Najboljša strategija pri praktičnem pristopu k tehnologijam na področju razvoja materialov je v tem, da „nekatero naredimo nekatero pa kupimo“. Nacionalne posebnosti v pogledu resursov, zmožnosti in prioritete dajejo široko paleto možnosti različnih kombinacij obeh navedenih opcij. Osnova je tržni pristop.
- 2. Sodelovanje med industrijo in univerzami je pomembno za definicijo osnovnih raziskav za reševanje osnovnih problemov na tem področju. Hkrati je poskrbljeno tudi za vzgojo znanstvenikov in inženirjev z znanjem, ki ga industrija potrebuje.
- 3. Način financiranja teh raziskav mora biti pogodben, vsklajen (da se prepreči neracionalno podvajanje) in dolgoročen.
- 4. Uveljavljati je treba racionalne načine sodelovanja, kot je skupna uporaba poskusnih naprav in instrumentov, da bi preprečili neracionalno nabavo opreme.
- 5. Za učinkovitost je nujno zagotoviti „kritično maso“. To velja za različna področja in nivoje aktivnosti. Po eni strani mnogi laboratoriji niso dovolj veliki in nimajo dovolj sredstev za izvedbo učin-

kovitih raziskav in razvoja novih materialov. Po drugi strani je potencial področja raziskav in razvoja v nacionalnem okviru omejen. Po tretji strani pa ima omejena velikost potencialnega tržišča povratni vpliv na tehnološki razvoj in s tem tudi na raziskave in razvoj.

- 6. Priporočljivo je oblikovanje nacionalnih ali tudi internacionalnih centrov za razvoj in vpeljavo novih materialov, ki omogočajo sodelovanje med različnimi znanstvenimi disciplinami in laboratoriji.
- 7. Potrebno je kritično proučiti sistem in vsebino šolanja na področju materialov in zagotoviti ustrezno multidisciplinarnost, v skladu s potrebami.
- 8. Zelo važno je uvajanje vrste novih, modernejših pristopov v pogledu evaluacije meritev in performance novih materialov in sicer vnaprej in v skladu s potrebami, glede na pojavljanje teh v komercialnih tehnologijah. Navadno ni mogoče dobiti dolgoročne izkušnje z novim materialom, torej prej, kot se pojavi potreba po standardu. Prav tako pridobivajo nove tehnologije in novi materiali vse bolj mednarodni značaj. Zato so vse bolj potrebna vključevanja v mednarodne aktivnosti in usklajevanja na področju razvoja standardov za to področje.
- 9. Zagotovljeni morajo biti minimalni pogoji za testiranje materialov in kontrolo kakovosti in to vsaj do take mere, da je zagotovljena možnost, da optimalno število usposobljenih ljudi v nacionalnem okviru prispeva k razvojnim prizadevanjem.
- 10. Zagotovljena mora biti povezava z obstoječimi informacijami in bazami podatkov in sicer v takem okolju in pod takimi pogoji, da je zagotovljeno upoštevanje in možnost napredka domačega znanja.

Vabimo vse, ki imate v zvezi s temi priporočili ideje in predloge za konkretne akcije v okviru društva MIDEM, da jih čimprej posredujete.

Posebej naslavljam ta poziv tudi na tiste, ki so povezani s tehnično regulativo in informatiko ter mednarodnim sodelovanjem na področju materialov, pri čemer imam v mislih naše vključevanje v dogajanje v Evropi po letu 1992.

Darja Uvodič, dipl.ing.
Predsednik komisije za materiale/MIDEM
Titova 50
61000 Ljubljana

JEDNO VIĐENJE NAUKE O MATERIJALIMA U JAPANU

Momčilo M. Ristić

Nauka o materijalima predstavlja jednu od naučnih oblasti kojoj se u Japanu posvećuje izuzetna pažnja. Osnovna istraživanja u vodećim kompanijama i na univerzitetima usmerena su uglavnom na rešavanje problema koji predstavljaju bazu daljih tehnoloških istraživanja i razvoja.

Programi iz oblasti nauke i tehnologije materijala u celini posmatrano, uzročno povezuju fundamentalna istraživanja, razvoj kadrova i razvojna istraživanja. To se nameće kao objektivna ocena aktuelnih aktivnosti pojedinih univerziteta i kompanija. Pri tom treba posebno naglasiti, da se istraživanjima obezbeđuje usavršavanje postojećih tehnologija, ali i razvoj novih materijala kojima se obezbeđuje razvoj tehnologija budućnosti.

Uočljiv je, isto tako, veliki naglasak na keramičke oksidne i neoksidne materijale, amorfne materijale (nemetalne i metalne), superprovodne materijale (nisko- i visokotemperaturne) itd.

Školovanje kadra za rad u oblasti nauke i tehnologije materijala obavlja se na specijalizovanim fakultetima ili osecima, koji imaju sve karakteristike multidisciplinarnih škola. Ovo je posebno karakteristično za poslediplomske studije (Tokijski tehnološki institut i Konan univerzitet).

Da bi obuka kadra na univerzitetu mogla da bude optimalna smatra se da broj studenata na univerzitetu treba da bude 5000-10 000. Broj studenata po nastavniku i saradniku (predavač-asistent) na pojedinim univerzitetima je sledeći:

- Tokijski tehnološki institut 6,9
- Osaka univerzitet 6,7
- Kjoto univerzitet 5,7
- Konan univerzitet 7,8

Ovakav odnos omogućava stalan i neposredan kontakt nastavnika i saradnika sa studentima, što doprinosi efikasnijem studiranju. Prema statističkim podacima studije u određenom roku (4 godine) završava oko 80% studenata.

Interesantno je istaći da se studenti uključuju u istraživački rad već posle druge godine studija, tako što eksperimentalne vežbe iz pojedinih predmeta obavljaju u okviru odgovarajućih naučnoistraživačkih programa koji se izvršavaju na univerzitetu.

Magistarski i doktorski radovi obavezno predstavljaju delove određenih naučno-istraživačkih programa, pri čemu magistarske studije (sa odbranom teze) traju 2 Detaljan izveštaj se nalazi u RZ Nauke Srbije, Beograd

godine, a izrada doktorske teze (sa odbranom) traje tri godine.

Tokijski tehnološki institut vršio je analizu zapošljavanja kadra koji je diplomirao na ovom institutu. Interesantno je da se posle diplomiranja u industriji i komercijalnoj struci zapošljava svega 29%, dok se taj procenat povećava za 79% za diplomirane magistre nauka. To daje veoma upečatljivu sliku i o nivou industrije i njenim potrebama.

Veoma dobro obučeni kadar na univerzitetima je u stanju da se dovoljno brzo uklopi u rešavanje konkretnih zadataka po zahtevu kompanija, a u okviru toga i odgovarajućih istraživačko-razvojnih centara. Međutim, i ovde se vodi posebna pažnja o omogućavanju razvoja kadra uz rad. To se može videti, na primer, po planiranju kadra Kompanije Tošiba:

	1987. god.	1992. god.
Dr	5%	7%
Mr	50%	73%
dípl.inž.	45%	20%

U kompanijama se, u poslednje vreme, naročita pažnja poklanja istraživanju i razvoju novih keramičkih materijala. Oni se koriste za proizvodnju rotora za avionske motore, delova za kosmičke letilice i gasne turbine, sastavne delove za mikrotalasno i solarno grejanje, elektrode za korozione tečne elektrolite, mikroprocesore, sunčeve fotovoltaične ćelije, razne alate itd.

Specifične električne osobine keramike koja se razvija u pojedinim kompanijama osnova su za njeno korišćenje u elektronici, posebno kao dielektrika i supstrata integrisanih kola.

Japan veoma odlučno i dobro koordinira istraživačke i razvojne napore u cilju maksimalnog korišćenja prednosti keramike, bilo da se radi o proizvodnji tradicionalne keramike, bilo da se radi o keramici za delove za motore i elektronske sastavne delove. Pri tom, japanski proizvođači napredne keramike za elektroniku su mišljenja da treba više horizontalno povezati primenu elektronske keramike.

Tipično je za Japan da se proizvodnja brojnih keramičkih proizvoda vrši u velikim kompanijama kao što su, na primer Tošiba i Tojota. One proizvode delove za toplotne mašine, od kojih su neki već postali komercijalni. Drugi proizvodi napredne keramike su rezna keramika, kondenzatori, integrisana kola.

Razvoj novih materijala u Japanu, posebno keramičkih, pomaže vlada. Japansko ministarstvo za

međunarodnu trgovinu i industriju koordinira istraživačku aktivnost između univerziteta i kompanija, da bi se smanjilo dupliranje i minimizirali istraživački rashodi. To utiče na brzo širenje istraživačkih rezultata svih kompanija u oblasti osnovnih istraživanja. Ulaganja Japana u razvoj nove keramike do 2000-te godine su reda 25 biliona dolara.

Imajući u vidu da razvoj napredne keramike prevashodno zavisi od dobijanja prahova određenih karakteristika na japanskim univerzitetima sada 17 grupa proučava sintezu keramičkih prahova korišćenjem tehnike rastvora, reakcija u gasnoj fazi i reakcija u čvrstoj fazi. Osim toga u mnogim kompanijama se vrše proučavanja čiji se rezultati ne publikuju.

U vezi sa ovim u Japanu Ministarstvo za obrazovanje, nauku i kulturu finansira dugoročni projekat „New Investigation of Functional Ceramics“. Projektom rukovodi prof. Mitsue Koikumi sa Osaka Univerziteta, a istraživačku ekipu sačinjava 70 univerzitetskih saradnika sa različitih univerziteta. Tako na primer, S.Naka sa grupom na Nagoja Univerzitetu proučava sintezu ultradisperznih čestica barijum-heksaferita koji sadrži prahove trećih elemenata. Na taj način se dobija $BaFe_{12-x}Gd_xO_{19}$ i $BaFe_{12-x}Co_xO_{19}$ čija je veličina čestica 0,01-0,2 μm .

Prof. S.Somiya sa grupom na Tokijskom Institutu za tehnologiju proučava intenzivno hidrotermalnu sintezu prahova različitih oksida. On je otkrio da se oksidacijom metalnih prahova u hidrotermalnim uslovima mogu dobiti veoma fini oksidni prahovi:



gde je $MeO_n = ZrO_2, HfO_2, \alpha-Al_2O_3$ itd.

On takode, proučava sintezu mešanih prahova ovom tehnikom.

Posebna pažnja se u Japanu posvećuje (Kjuši Univerzitet, Fukuoka) proučavanju dobijanja MgO hemijskim taloženjem iz gasa (CVD MgO) reakcijom para magnezijuma i kiseonika na oko 800°C.

Tako se dobijaju veoma fine monokristalne čestice (<0,2 μm). Sinterovanjem ovog praha na 1300°C u toku 45 min. mogu se dobiti uzorci čija je gustina 99% od teorijske (UBE INDUSTRIES, Ltd.).

U okviru navedenog programa naročita pažnja se posvećuje istraživanjima i razvoju neoksidne keramike, a pre svega Si_3N_4, AlN, SiC itd.

Kompanije Macušita i Fudži (Fuji Electric Corporate Research and Development - Nagasaka) naročitu pažnju posvećuju dobijanju cink- oksidnih varistora koji sadrže okside retkih metala. Ovi varistori pokazuju značajne prednosti u odnosu na druge tipove bilo da se koriste kao nisko- ili visoko-naponski. Tako, na primer,

cink-oksadni varistori sa prazeodimijum-oksidom imaju visoku nelinearnu strujno-naponsku karakteristiku. Oni se dobijaju mešanjem praha ZnO sa malim količinama aditivnih komponenti kao što su $Pr_6O_{11}, Co_3O_4, Cr_2O_3$ i K_2CO_3 ; smeša se potom presuje i sinteruje na temperaturi 1100°C. Njihov karakteristični parametar nelinearnosti je 50. To je posledica sledećih procesa. Za vreme sinterovanja nestehiometrijskog oksida Pr_6O_{11} dolazi do razvijanja kiseonika zbog redukcije ($Pr_6O_{11} = 3Pr_2O_3 + O_2$). Kiseonik se hemisorbuje na granicama zrna ZnO. Ova hemisorpcija generiše elektronska međupovršinska stanja na granicama zrna, što direktno utiče na mehanizam provođenja i visoku nelinearnost varistora.

Za razliku kod bizmut-oksadni varistora koji imaju u granicama zrna spinelnu fazu $Zn_7Sb_2O_{12}$ prazeodimijumski tip ima dvofaznu strukturu koja zato što ne sadrži spinelnu fazu ima povećanu aktivnu granicu zrna kroz koju može da teče električna struja. Ovaj povećani efektivni presek doprinosi poboljšanim performansama komponente.

U Japanu se, isto tako, veoma velika pažnja posvećuje istraživanjima i razvoju novih visokotemperaturnih superprovodnika, pri čemu se neka saopštenja o dostignućima u ovoj oblasti graniče sa fantastikom.

Sumitomo Electric Co je 29. juna 1987. god. objavio da je utvrdio električnu otpornost „nula“ na 300 K (27°C) u pet keramičkih uzoraka Y-Ba-Cu-O koji su sadržavali fluor; ovi uzorci su bili diskovi debljine 3 mm i prečnika 7 mm. Međutim, Sumitomo nije kasnije objavio da je ove rezultate ponovio.

ETL laboratorija u Tsukuba 24. juna 1987 je objavila da je superprovodni prelaz identifikovan na 338 K (65°C) u stanju $SrBaYCu_3O_{7-y}$. Uzorci su načinjeni od prahova $SrCO_3, BaCO_3, Y_2O_3$ i CuO koje je proizveo Rare Metallic Co. Međutim, do danas nije objavljeno da su ponovljeni ovi rezultati.

U velikom broju radova smatra se da je superprovodna ona faza u kojoj postoji manjak kiseonika. Deficit zavisi od uslova dobijanja (temperatura i parcijalni pritisak kiseonika).

Dozvoljava se da postoje dve osnovne kristalne faze u $YBa_2Cu_3O_{7-y}$:

- jedna sa tetragonalnom strukturom, koja je stabilna za $y > 0,5$ (ova faza nije superprovodna),
- druga sa ortorombičnom strukturom, koja je stabilna
- za $y < 0,5$; ona je superprovodna sa prelazom oko 95 K.

Visokotemperaturni superprovodnici u obliku žice imaju široku primenu (elektromagneti, elektrogeneratori, kablovi, solenoidi itd.). Maksimalna gustina struje u superprovodnicima u obliku žice reda veličine $10^3 A/cm^2$ na 77 K postignuta je u kompanijama Toshiba

(720 A/cm²), Nippon Steel (350 A/cm²) i National Research Institute for Metals (250 A/cm²).

Metoda dobijanja superprovodničke žice sastoji se u punjenju cevi sintetizovanim prahom superprovodnika u metalnu cev (srebro ili legura bakar-nikal) prečnika 8-15 mm, koja se potom valja do prečnika 1 mm (unutrašnji prečnik $\leq 0,5$ mm). Potom se ovako dobijena žica greje na 800-1000°C. Žice superprovodnika obložene legurom bakar-nikal imaju nešto višu kritičnu temperaturu od onih koje su obložene srebrom.

Superprovodnici u obliku tankih slojeva imaju veliku budućnost primene u elektronici. Istraživanjima i razvojem ovih superprovodnika pokazano je da itrijumova keramika ima veoma visoku strujnu karakteristiku: $3,2 \cdot 10^4$ A/cm² (Summitomo Electric) i $2 \cdot 10^{106}$ A/cm² (NTT).

Summitomo Electric je ove superprovodnike dobio neparavanjem na supstrate u plazmi. Tanak sloj je polikristalan, ali sa kristalima koji su orijentisani paralelno sa orijentacijom supstrata. Kritična temperatura ovog superprovodnika iznosi 77 K.

NTT dobija tanke filmove „magnetronskim neparavanjem“ YBa₂Cu₃O_{7-y} na supstrat SrTiO₃ na temperaturi 700°C u atmosferi kiseonika ili argona. Dobijeni monokristali su debljine oko 0,6 μm i srednje veličine oko 2 mm. Kritična temperatura ovog superprovodnika je u granicama 84 i 90 K.

Japanke kompanije posvećuju posebnu pažnju maksimalnom i brzom prikupljanju informacija, koje predstavljaju nezamenljivu bazu za rad na programima budućnosti. Tako su, na primer, sve vodeće kompanije postale članovi - sponsori Američke informacione baze o dijagramima stanja keramičkih sistema (članarina 200.000 \$).

Saglasno koordinisanim programom saradnje u oblasti nauke i tehnologije materijala u Japanu se organizuju različiti međunarodni naučni skupovi, na kojima se tretiraju različita pitanja savremenog razvoja nauke i tehnologije određene uže oblasti. Tako je, na primer, od 4.-6. novembra 1987. godine organizovan IV. Međunarodni simpozijum i izložba o nauci i tehnologiji sinterovanja (IV. International symposium and exhibi-

tion on science and technology of sintering) održan u Tokiju (Ikebukuro Sunshine - City).

Simpozijum su organizovali Tokyo Institute of Technology i Nikkan Koguo Shibun Ltd., u ime Međunarodnog instituta za nauku o sinterovanju čiji je pokrovitelj Srpska akademija nauka i umetnosti.

Na Simpozijumu su saopštena 274 rada u okviru osam sekcija, na kojima su razmatrani sledeći problemi:

1. Dobijanje metalnih prahova i njihovo sinterovanje (42 rada)
2. Dobijanje metalnih prahova SiC i Si₃N₄ i njihovo sinterovanje (42 rada)
3. Savremena elektronska keramika (61 rad)
4. Fundamentalni problemi sinterovanja i mikrostruktura sinterovanih materijala (61 rad)
5. Specijalni sinterovani materijali (biokeramika, kompozitni materijali itd.) (16 radova)
6. Savremene hemijske sinteze neorganskih prahova (22 rada)
7. Superprovodnici (19 radova)
8. Istorija nauke o sinterovanju (14 radova)

Osim toga prikazan je i 91 rad u poster-sekciji. Ovi radovi su, takode, razmatrali napred navedenu problematiku.

U radu Simpozijuma učestvovalo je preko 600 naučnika iz 23 zemalja, od čega 29 članova Međunarodnog instituta za nauku o sinterovanju (iz 11 zemalja).

Sledeći V. Međunarodni simpozijum sa letnjom školom o sinterovanju organizovaće 1991. god. u Vankuveru (Kanada), takode Međunarodni institut za nauku o sinterovanju, dok će se VII Svetska konferencija o sinterovanju održati tradicionalno u Herceg-Novom 1989 godine.

*Dr. Momčilo M. Ristić, dipl.ing.
Srpska akademija nauka i umetnosti
Beograd*

**XXIV. JUGOSLOVANSKI SIMPOZIJ O ELEKTRONSKIH
SESTAVNIH DELIH IN MATERIALIH SD-88,****Nova Gorica, 7.-9. septemer 1988**

V številki 3 Informacij MIDEEM je mag. Milan Slokan podal kratko poročilo o peteku SD-88 v Novi Gorici. V tej številki dopolnjujemo njegovo poročilo še s tremi prispevki: 1. B. Pretnar, pomočnik predsednika Republiškega komiteja za raziskovalno dejavnost in tehnologijo SR Slovenije, Pozdravni nagovor, 2. S. Beničar, Poročilo o poster sekciji in 3. M. Gojo, Zapisnik opčeg zbora društva MIDEEM, održanog 8.9.1988 u Novoj Gorici.

**OTVORITVENI DEL SIMPOZIJA, POZDRAVNI
NAGOVOR****B. Pretnar, Republiški Komite za raziskovalno
dejavnost in tehnologijo SR Slovenije**

V čast mi je, da vas v imenu RKRDT prisrčno pozdravim na tem, že 24. simpoziju o elektronskih sestavnih delih in materialih. Upam, da ne gre zgolj za simboliko, da ta simpozij poteka v izobraževalnem centru naše največje računalniške organizacije Iskre Delte, ki letos slavi svojo deseto obletnico obstoja.

Kadarkoli se znajdem v vlogi, da moram v imenu RKRDT spregovoriti nekaj uvodnih besed, imam občutek, da to sploh ni preprosta naloga. Ker pač prihajam iz upravnega resorja, ki je zadolžen za znanost in inovativnost, je logično, da bi rad bil izviren in, da ne ponavljam oguljenih fraz, kakršne so v navadi ob takšnih priložnostih. Biti izviren pa ni tako enostavno: strokovnjak za vaše področje nisem, v upravi kot takšni pa se tudi spremembe ne dogajajo tako hitro, da bi bile aktualne novice hkrati tudi izvirne.

No, kljub temu bom nanizal nekaj misli v zvezi z raziskovalno dejavnostjo v naši republici. Pri tem bom skušal zadevo osvetliti z drugačnega zornega kota in sicer z vidika industrije in ne raziskovalne dejavnosti. To naj bi bil tisti inovativni dodatek. Začel bom z mislijo predsednika Društva MIDEEM, dr. Ročaka, ki sem jo prebral v zadnji številki glasila tega društva. Citiram: „Naši raziskovalci na področju polprevodniških tehnologij in načrtovalci mikroelektronskih vezij ne zaostajajo za svojimi kolegi iz tujine, niti v metodologiji dela, niti marljivosti niti v profesionalnosti svojega nastopa“. Konec citala.

Moram reči, da se s to ugotovitvijo strinjamo tudi na RKRDT. Seveda je to strinjanje relativno, kajti nikoli ne smemo biti zadovoljni z doseženim. Raziskovalcev, zlasti dobrih, ni nikoli preveč.

Po drugi strani pa je citirana ugotovitev za poprečnega občana najbrž nenavadna. Radio, televizija in časopisi nas vsakodnevno naravnost zasipajo z modrostjo, da je naša družba dolga leta zanemarjala znanje, ki ga zato ni dovolj in je zato kljub gospodarski krizi - ali pa prav zato - potrebno v znanje več vlagati. Kajti torej drži, da imamo strokovnjake, ali da znanja, to je strokovnjakov ni?

Odgovor na ta rebus se glasi: oboje je res, znanje je in ga ni.

No, naj pojasnim tale pitijski odgovor, da mi ne bo kdo očital nepreciznosti, ki je sicer za nas birokrate značilna.

Opravka imamo namreč s problemom, da mora biti določena raven znanja več ali manj uravnotežena v vseh slojih, oz. sektorjih družbe in njenega reprodukcijskega procesa. Po domače povedano, ni dovolj, da imamo znanje v čisti raziskovalno-razvojni sferi mikroelektronskih tehnologij in tehnologij elektronskih sestavnih delov, če je znanje menedžerjev v proizvodnji in podjetjih ter znanje političnih struktur na precej nižji ravni! Logično, velja tudi obratna zveza - premalo je dober menežement, če ni ustreznega znanja v inovacijskem potencialu. V naši družbi smo dolgo časa verjeli in večina jih še vedno verjame, da je bil ključni družbeni problem „podhranjenost“ raziskovalne sfere. po vseh primerjalnih kazalcih je to bilo res: delež DBP, ki se izloča za raziskovalno dejavnost, število patentnih prijav na en milijon prebivalcev, število raziskovalcev na enoto prebivalstva, vsi ti kazalci so nižji v premerjavi z razvitim svetom. Hkrati je v zlatih časih naše gospodarstvo doseglo solidno stopnjo gospodarske rasti. V takšni konstelaciji je bilo logično, da se je kot problem pokazala zgolj zanostvenoraziskovalna sfera. Raven znanja upravljaljskih struktur, to je podjetniškega in političnega menežementa pa ni bil vprašljiv.

Očitno pa je, da v sedanjih razmerah hude gospodarske krize in sproščanja ekonomskih zakonitosti na dan prihaja problem podjetniškega neznanja. Samo tako si je moč razlagati paradoks, ki ga dr. Ročak v nadaljevanju malo prej navedenega citata opisuje takole, spet citiram: „Kaže se, da aktualnost dosežkov za JUGOSLOVANSKO POLPREVODNIŠKO INDUSTRIJO ni več niti blizu aktualnosti dosežkov polprevodniške tehnologije v svetu“. Konec citata.

Moram priznati, da se na RKRDT tega problema neuravnoteženosti znanja zavedamo. Ko je RKRDT začel z akcijo 2000 mladih raziskovalcev, se dobro spominjam, kako mi je predsednik RKRDT, Erik Vrenko (ki ga moram opravičiti - zaradi drugih obveznosti namreč ni mogel priti osebno danes na otvoritev vašega simpozija) odgovoril na vprašanje, zakaj samo 2000 in ne 5000 raziskovalcev. Dejal je: „To bi bilo preveč. Ne moreš imeti motor formule 1 v fičku“.

Žal danes vidimo, da bo najbrž res vse večji problem „fičko“ in ne motor pa četudi ta ni prav za v formulo 1.

Skratka, ne moremo mimo dejstva, da v raziskovalni sferi vsaj na nekaterih področjih vendarle imamo znanje in voljo. V tej luči je gotovo tudi pohvale vredno družbeno razumevanje za realno povečevanje vlaganj v ZRD, vsaj za Slovenijo to velja.

Vendar pa sedaj to isto družbo čaka težka naloga, da z ustreznimi akcijami doseže stanje, da bo gospodar-

stvo iz lastnega interesa maksimalno srkalo lastne, to je vaše raziskovalno-razvojne dosežke!

Ta družbena akcija pa je spet lahko edinole v povečevanju znanja, tokrat v menežementu in politiki. To seveda presega okvire in pristojnosti našega komiteja, vendar to ne bi smelo pomeniti, da vsaj z združenimi močmi pričenjamo osveščati naše gospodarske sogovornike. V tem smislu si za konec izposojam še eno misel dr.Ročaka (ki je pravzaprav soavtor tega nagovora - upam, da mi ne zameri, ker ga za sodelovanje nisem vnaprej nič vprašal). Torej dr.Ročak pravi, da „se morajo tudi raziskovalci boriti za čimboljšo polprevodniško industrijo, za proizvodnjo“.

K tej misli dodajam naslednje opozorilo: Borite se, toda za božjo voljo ne do te mere, da boste prenehali biti raziskovalci!

Hvala za vašo pozornost! Želim vam veliko uspeha pri vašem delu!

**Kratek vsebinski povzetek poster sekcije
„KERAMIČNI MATERIALI IN ELEMENTI, MONOKRISTALI, KOMPOZITI,
ANALIZA, PLAZMA, SENZORJI, ZAŠČITA“ na SD 88, Nova Gorica**

S. Beseničar

Kot pove že naslov, je poster sekcija z 22 prispevki, izmed katerih se dva izmed dvaindvajsetih avtorjev posvetovanja nista udeležila, po svoji tematiki zajemala dovolj široko področje, da je bila vsebinsko dokaj heterogena. Pri pregledu posameznih del, lahko strnemo te prispevke v kratko poročilo o nekaterih aplikativno zanimivih rezultatih raziskav in drugih, ki prispevajo k osnovnemu znanju na različnih področjih.

Prispevke s področja feritnih materialov in PTC uporov je povezoval isti osnovni cilj in sicer z izboljšavo tehnološkega postopka vplivati na mikrostrukturo in magnetne, oz. električne lastnosti materialov ter v začetni - pilotni proizvodnji doseči zahtevane lastnosti, primerljive z lastnostmi tujih proizvajalcev magnetov, oz. PTC uporov.

Zanimiva sta bila tudi prispevka o uporabi domače tehnične glinice. Z ustrežno obdelavo je mogoče doseči tako stopnjo čistoče, da je ta glinica uporabna v keramični industriji in sicer v proizvodnji elektrokeramike.

V enem izmed prispevkov so avtorji poročali o pogojih priprave, ki omogočajo rast kristalov safira do velikosti 25 mm.

Zelo zanimiv je bil tudi prispevek s področja piroelektričnih detektorjev. Prikazan je bil računalniški model piroelektričnega detektorja raznih konfiguracij; model je mogoče koristno uporabiti kot pripomoček pri načrtovanju raznih sistemov infrardeče tehnike, ki vsebuje te detektorje. Osvojena je tudi tehnologija izdelave piro-

električnih detektorjev infrardečega sevanja z J-FET v čip obliki. Tehnologija ustreza za množično izdelavo.

V enem izmed prav tako aplikativno zanimivih posterjev so bili prikazani rezultati raziskav uporabe elektroprevodnega premaza na osnovi bakra za zaščito pred elektromagnetnim sevanjem.

Nekateri prispevki, ki so bili bolj fundamentalnega značaja, so obravnavali dielektrične lastnosti v sistemu $PbO-Sc_2O_3-WO_3$, vpliv difuzije kisika na spremembo električne prevodnosti sintranega $YBa_2Cu_3O_y$, elektretno stanje kompozita $BaTiO_3-PTFE$ ter resonančne karakteristike kompozitov $PZT-ZrO_2$. S področja sintranja so bili predstavljeni prispevki o mehanokemiji in vplivu večstopenjskega stiskanja na sintranje Fe prahu ter sinteza in lastnosti sintranega $PbTiO_3$.

Predstavljena je bila tudi izredno zanimiva metoda za proučevanje medfaz pri spoju kovina/polimer ali polprevodnik/polimer, uporabna predvsem v mikroelektroniki.

Predstavljena je bila še metoda za uvajanje in analizo polnilnega plina iz hermetičnih kontaktnikov.

*mag.Spomenka Beseničar, dipl.ing.
Inštitut Jožef Stefan
Jamova 39, Ljubljana*

**ZAPISNIK Općeg zbora Stručnog društva MIDEM,
održanog 8.9.1988. god. u Novoj Gorici s početkom u 18 sati.**

DNEVNI RED

1. Izbor organa Općeg Zbora
2. Izvještaj predsjednika i blagajnika
3. Izvještaj OSDK
4. Diskusija
5. Potvrđivanje izvještaja
6. Određivanje smjernica i programa rada Društva

A.d. 1. Na prijedlog M. Slokana, potpredsjednika MIDEM-a izabrano je radno predsjedništvo u sastavu:

- * M. Turina-predsjednik
- * R. Krčmar-član
- * V. Pantović-član

Za zapisničara je izabran M. Gojo, a za ovjerovitelje zapisnika D. Uvodić i N. Strižak.

A.d. 2. M. Slokan je u ime predsjednika R. Ročaka podnio izvještaj o radu Društva MIDEM, koji je objavljen u Informacijama MIDEM 1/88 i čini sastavni dio Zapisnika.

U međuvremenu održano je XVI. jugoslavensko savjetovanje o mikroelektronici MIEL-88 u Zagrebu s oko 140 sudionika, te XXIV. jugoslavenski simpozij o elektronskim sastavnim dijelovima i materialima SD-88 u Novoj Gorici s oko 110 sudionika.

Također su održana dva jednodnevna seminara o površinskoj montaži i kemikalijama u elektronskoj industriji.

Izdane su Informacije MIDEM 2/88, a u pripremi je i broj 3/88.

Predložen je i Savjet Informacija u sastavu:

- * Prof.dr.Leo BUDIN, dipl.ing., ETF Zagreb

- * Prof.dr.Dimitrije ČAJKOVSKI, dipl.ing. PMF Sarajevo
- * Prof.dr.Georgij Dimitrovski, dipl.ing., ETF Skopje
- * Prof.dr.Jože FURLAN, dipl.ing. ETF Ljubljana
- * Franc JAN, dipl.ing., Iskra-HIPOT, Šentjernej
- * Prof.dr.Drago KOLAR, dipl.ing., IJS Ljubljana
- * Ratko KRČMAR, dipl.ing., Rudi Čajavec, Banja Luka
- * Prof.dr. Ninoslav STOJADINOVIĆ, dipl.ing. Elektronski fakultet Niš
- * Prof.dr. Dimitrije TJAPKIN, dipl.ing., ETF Beograd

Blagajnički izvještaj podnio je F. Čuk. Financijsko stanje Društva početkom augusta 1988. godine bilo je oko 0, no u međuvremenu pristigla su sredstva sponzora Društva, te uplate kotizacija za SD-88 tako, da je sada stanje pozitivno.

A.d. 3. F. Čuk je podnio izvještaj OSDK. Prema nalazu kontrole izvršni odbor Sekretarijata Društva MIDEM u svom radu u svemu se pridržavao Statuta MIDEM.

A.d. 4. U diskusiji o podnešenim izvještajima ukazano je na potrebu da Informacije MIDEM prerastu u znanstveno-stručni časopis. Također je predloženo da se razmotri interes proizvođača komponenti izvan SR Slovenije o mogućnosti organiziranja Simpozija SD izvan SR Slovenije. Predloženo je da se aktivira članstvo u pojedinim centrima elektronske industrije za veću povezanost između Društva MIDEM i Radnih organizacija elektronske industrije, kao i mogućnost suradnje s malom privredom.

A.d. 5. Opći zbor prihvaća podnesene izvještaje potpredsjednika M.Slokana i F.Čuka.

A.d. 6. Smjernice i program rada Društva sadržane su u diskusiji.

*Zapisao: M.Gojo
Društvo MIDEM
Titova 50
61000.Ljubljana*

MIKROELEKTRONIKA IN DRUŽBA

R. Ročak

V okviru razstave Sodobna elektronika v Ljubljani smo dne 11. oktobra 1988 na Brdu pri Kranju organizirali enodnevni študijski dan z imenom: MIKROELEKTRONIKA IN DRUŽBA

Pri organizaciji študijskega dne je poleg društva MIDEM sodeloval tudi Center za usposabljanje vodilnih delavcev pri Gospodarski zbornici Slovenije, finančno pa je posvet podprla Iskra - Mikroelektronika.

Po uvodnem pozdravu direktorice Centra Danice Purg je v uvodnem predavanju dr.Rudi Ročak, pomočnik glavnega direktorja Iskre - Mikroelektronike predstavil stanje mikroelektronske proizvodnje v svetu in v Jugoslaviji. Jugoslovanski delež v svetovni polprevodniški industriji predstavlja s približno 31 mio. US \$ 0,09%, pri tem mikroelektronska proizvodnja le približno 30%, ostalo so diskretne komponente, medtem, ko je v svetu razmerje med prodajo mikroelektronskih

čipov in ostalih polprevodniških komponent 80% : 20%. Do leta 1992 pričakujemo v Jugoslaviji le še nadaljnje zastajanje, preti pa tudi odhod strokovnjakov v zahodne dežele.

Prof. dr. Petar Biljanović, profesor z Elektrotehniške fakultete Sveučilišta v Zagrebu je podal možnosti in način šolanja za mikroelektroniko v Jugoslaviji in kakšno bi takšno šolanje moralo biti.

Mag. Milan Mekinda, glavni direktor Iskre Mikroelektronike je v svojem predavanju o odnosih med izdelovalci mikroelektronskih čipov in uporabniki pokazal, kako velika je pomembnost vertikalne integracije proizvajalcev čipov v večje uporabniške sisteme, kakšno je to stanje v Jugoslaviji in jo primerjal s svetom, posebej z deželami daljnega vzhoda.

Dr. Ivo Banič, raziskovalec na Institutu ekonomske fakultete v Ljubljani, kot bivši direktor Iskre Mikroelektronike dober poznavalec mikroelektronike, je predaval o mikroelektroniki kot delu informacijske tehnologije in o inovacijskih procesih. Posebej zanimiv je bil prispevek, kako z inovacijskimi procesi ustvarjati novo bogastvo.

Emil Milan Pintar, namestnik predsednika Komiteja za raziskovalno dejavnost in tehnologijo SR Slovenije, sociolog in filozof je v svojem predavanju o družbi in visokih tehnologijah razvil teze, da Jugoslavija čedalje težje sledi razvoju visokih tehnologij zaradi njenega izpadanja iz matice toka evropskega razvoja, da so visoke tehnologije nastale kot rezultat organizirane raziskovalno-razvojne dejavnosti, katerih učinkovita aplikacija zahteva visoko koncentracijo specializiranih strokovnjakov in ustrezno organizacijsko fleksibilnost podjetja, oz. družbe, da družbeno ekonomski sistem postaja parameter tehnološkega razvoja. V predavanju je Emil Milan Pintar podal tudi bistvene točke za reformo družbeno-ekonomskega sistema ter kritiko sedanjega stanja.

Predsednik „Komiteja za nauku, tehnologiju i informatiku“ SR Hrvaške, dr. Velimir Srića pa je v svojem že znanem, ekselentnem stilu predaval o informatiki, njenem vplivu na družbo in odnosu naše dežele do procesov v informacijski družbi.

Danijel Jurjevec, sodelavec „Privredne komore Jugoslavije“ pa je z mnogimi primeri argumentirano pokazal kakšen vpliv ima na družbo avtomatizacija.

Na posvetu je sodelovalo 39 udeležencev. V razpravi, ki se je razvila po predavanjih in dosegla svoj buren vrhunec na koncu dne, ob razpravi o stanju mikroelektronike v Sloveniji pa so svoj delež prispevali F. Gerbec (IO Združenja elektroindustrije Slovenije), J. Unk (Iskra - Mikroelektronika), E. M. Pintar, V. Srića, M.

Mekinda, G. Stanič (Fakulteta za elektrotehniko Ljubljana), M. Slokan (MIDEM), P. Biljanović, O. Vagić (Rade Končar, Zagreb), A. Ramiz (General JNA), M. Zozzoly (Iskra - Elektrovezve), D. Jurjevec, M. Živanov (Naftagas, Novi Sad), N. Simić (Telematika, Kranj) in R. Ročak.

Sklepno bi izrečene misli lahko strnili takole:

- Vpliv mikroelektronike na družbo se odraža v njenem deležu pri prestrukturiranju industrije in gospodarstva, s tem pa na procese izobraževanja, zaposlovanja, proizvodne odnose in sploh na to, kaj pojmuje pod imenom postindustrijska družba, oz. informacijska družba.
- Družba, procesi v njej, ekonomske in politične odločitve so eden izmed najpomembnejših faktorjev v razvoju visokih tehnologij, razvoj le-teh pa pogojuje odnos do mikroelektronike, „in ekstremis“ tudi do stanja uničenja ali razcveta.
- Razmere v Jugoslaviji, gospodarske, politične, družbene, odrezane od svetovnih dogajanj, avtaričnost in specialna originalnost, ne vključevanje v svetovno gospodarstvo, ne prisiljuje jugoslovanske industrije k elektroniki, s tem posredno pa tudi ne k uporabi mikroelektronike. Zato je stanje mikroelektronike v Jugoslaviji, gledano s svetovnimi merili, mizerno. Manj mizerno v tehnološkem smislu, kot pa v smislu uporabe in odnosa do proizvajalcev mikroelektronskih vezij.
- Predlagano je bilo, da društvo MIDEM prevzame iniciativo o informiranju javnih glasil in javnih delavcev o problematiki mikroelektronike, s predlogom:
 - a) da se o problematiki mikroelektronike sproži razprava v Skupščinah Slovenije in Jugoslavije
 - b) da se predlaga skupen projekt mikroelektronike, ki bi moral biti družbeni projekt. Ne projekt ene delovne organizacije ali pa ene SOZD, temveč projekt slovenske ali jugoslovanske družbene skupnosti.
- Društvo MIDEM bo organiziralo komisijo za mikroelektroniko, ki bo sklepe posveta izpeljala.
- Končno, vsa predavanja z delovnega dne, vključno z avtoriziranimi razpravami bodo objavljena v knjigi: MIKROELEKTRONIKA IN DRUŽBA, v založbi društva MIDEM in prek cirkularnega pisma, naslovljenega na strokovne knjižnice po Jugoslaviji.

dr. R. Ročak, dipl. ing.
Predsednik društva MIDEM
Titova 50
61000 Ljubljana

SEMINAR O MATERIALIH ZA ELEKTRONIKO FIRME HOECHST

Pavle Tepina

Strokovno društvo MIDEM je 12. oktobra 1988 ob 8. skupaj s firmo Jugokemija, ki zastopa firmo Hoechst, organiziralo v prostorih Kluba delegatov seminar o materialih za elektroniko.

Društvo o tem seminarju ni obveščalo širokega kroga strokovnjakov, oz. članov, zato udeležencev ni bilo več kot 50. Kljub temu so, poleg najštevilnejših strokovnjakov iz Iskre, bili prisotni tudi strokovnjaki iz ostalih zainteresiranih podjetij, kot so: RIZ-TPV, Ei IRI Beta, Fakulteta za elektroniko v Ljubljani in drugi.

Seminar je odprl predsednik društva MIDEM, dr.R.Ročak, nakar je zbrane pozdravil vodja prodaje firme Hoechst, g. Huwe. Uvod v predavanja je podal dr.Sperber s temo:

Kemikalije za elektroniko firme Hoechst.

Za njegovim predavanjem so sledila:

- * Wacker Chemitronic - vodilni dobavitelj silicijevih rezin (dr.Angelberger)
- * OZATEC fotorezist za industrijo tiskanih plošč (H. Mathez)
- * Kemikalije za proizvodnjo integriranih vezij (H.

Hobein in H. Lindemann)

- * Plini za elektronsko industrijo (dr. Reimann)
- * Topila za čiščenje tiskanih plošč in uporaba perfluoriranih tekočin v elektronski industriji (dr.Reimann)
- * Proizvodi firme Ringsdorf Werke za polprevodniško tehnologijo (H. Kessel)

V odmoru med predavanji so imeli udeleženci možnost spoznati se s kolegi iz drugih delovnih organizacij, kar je še ena dobra stran takšnih srečanj.

Po končanih predavanjih se je razvila plodna razprava, ki jo je vodil dr.R. Ročak, polna strokovnih vprašanj prisotnim predavateljem firme Hoechst.

To ni bilo prvo srečanje strokovnjakov našega področja na seminarjih, ki jih organizira društvo MIDEM. Odziv na prejšnjih, kakor tudi na tem seminarju, kaže, da so le-ti zaželeni in jih zato velja organizirati tudi v bodoče.

*Pavle Tepina, dipl.ing.
Društvo MIDEM
Titova 50
61000 Ljubljana*

KONFERENCA STEP EUROPE

Marijan Maček

Letošnja konferenca STEP EUROPE, ki je bila 27.-28. oktobra 1988 v Bruslju, Belgija, je bila posvečena kontroli defektov in nadzoru izplena (Defect Control and Yield Management). Na njej so sodelovali predstavniki iz 9 različnih držav zahodne Evrope, ki so predstavljali vse pomembnejše proizvajalce integriranih vezij, materialov, opreme in inštitutov.

Konferenca je zajemala tri tematska področja:

- * 1.defekti in nečistoče v materialih
- * 2.generacija defektov med procesiranjem
- * 3.nadzorovanje izplena

V prvem tematskem področju je bilo govora predvsem o nečistočah v procesnih materialih, kemikalijah, plinih in siliciju ter metodah zasledovanja kontaminacije v, oz. bolje rečeno na površini silicija, saj od tam prihaja večina vnešenih kontaminantov. Glede na splošno sprejeto filozofijo, ko med procesiranjem toleriramo skrajno nizke nivoje kontaminacije, saj so kritične dovoljene maksimalne doze manjše od 10^{11} at/cm², se od dobrih merskih metod zahteva občutljivost 10^9 - 10^{10} at/cm² (P.

Eichinger GeMeTec). Seveda je bilo govora tudi o vplivu nečistoč na kvaliteto in izplen. Glede na japonske zahteve po čistosti materialov se izkaže, da so SEMI specifikacije preblage, po drugi kritičnih le 8-10 elementov (N. Harder, E. Merck). Vse pomembnejša postaja tudi kontrola DI vode in to poleg standardne kontrole prevodnosti, koncentracije ionov, delcev, bakterij še kontrola skupnega organskega ogljika TOC. Po trenutnih britanskih standardih je idealna vsebnost TOC 30 ppb, tolerirana do 50 ppb, medtem ko je alarmna meja 100 ppb. Vendar pa je trenutno še nemogoče navesti absolutno še sprejemljivo maksimalno koncentracije organskih snovi, ker je učinek predvsem odvisen od vrste organske kontaminacije. Opazni pa so defekti, kot so blistering polisilicija, težave pri bondiranju, premiki pragovnih napetosti (D. Stewart, Plessey Semiconductor). Glede na precejšnje dosežke pri zniževanju delcev v kemikalijah velja vedno bolj naslednje geslo:

Resničen sovražnik ni delec, temveč molekula, vezana na površino Si (Microcontamination, Avgust 1988)

V okviru drugega tematskega področja je bilo predvsem govora o defektih, ki se razvijajo med procesiranjem in to predvsem v samem siliciju in o njihovem vplivu na lastnosti tankih oksidov in lastnosti diod. Seveda se ta tematika neposredno veže na prejšnjo, saj so v glavnem škodljivi učinki opazni le za pretežno s težkimi kovinami (Fe, Cu, Ni) kontaminirane defekte. Znova je bilo poudarjeno, da je najpomembnejše preprečevanje kakršnekoli kontaminacije, vendar pa je bila prikazana tudi uspešnost ekstrinzičnega getranja s fosforjem in njegov pozitiven vpliv na lastnost diod in tankih oksidov, kar v veliki meri odstrani vplive neželenih primesi. Po drugi strani pa se prisotnost kisika v CZ rezinah in toliko opevani princip intrinzičnega getranja v glavnem izkazuje kot nezadosten, oz. vsaj dvomljivega učinka (M.L. Polignano, SGS). Govora je seveda bilo tudi o vplivu pogojev depozicije na defekte v napršenih plasteh Al in o merjenju (in seveda o redukciji) delcev na površini zmaskirane rezine.

V okviru zadnjega tematskega področja posvečenega predvsem nadzoru nad izplenom, je bilo predvsem govora o problematiki testnih vezij, ustreznih za spremljanje gostote defektov na posazenih plasteh in o ustreznih kontrolnih kartah za spremljanje gostote defektov. Le-te morajo temeljiti zaradi narave pojava, ki izredno teži h grupiranju, v nasprotju z običajno pred-

postavko o normalni porazdelitvi, na gama porazdelitvi in to za vsak defekt na vsaki ravni posebej ter posebej za porazdelitev po rezini, med rezinami v isti sarži in med različnimi saržami istega vezja na isti ravni. Šele poznavanje pravih gama porazdelitev omogoča statistično korekten pristop k problematiki kontrole defektov in iskanju vzrokov za njihovo čezmerno tvorbo med procesiranjem in na njihov vpliv na izplen, kar nam v nadaljnem omogoči znižanje dragih kontrol na minimalno potrebno število. Prikazan je bil tudi zanimiv pristop kontrole defektov v SGS, z uporabo takoimenovanih EWMA (Exponential Weighted Moving Average) kontrolnih kart. Načelno pa velja da je v okviru naših razmer težko govoriti o vpeljavi temeljite statistične kontrole, saj je potrebno kontrolo opravljati za vsako vezje posebej, običajno z avtomatskimi napravami, ker pri sodobnih procesih kvaliteta standardne optične inšpekcije ne zadošča več, tako glede kvalitete, kot hitrosti, saj je tipično potrebno pregledati po 5 cm² na 5 rezinah iz sarže (S.M. Ashkenaz, KLA).

*mag. Marijan Maček, dipl. ing.
Iskra Mikroelektronika
Stegne 15d
61000 Ljubljana*

KOLOKVIJ O SODOBNIH KERAMIČNIH IN KOVINSKIH MATERIALIH

Darja Uvodič

Kolokvij o sodobnih keramičnih in kovinskih materialih med predstavniki Evropske Gospodarske Skupnosti in Jugoslavije, je bil v Sarajevu od 12. do 14. septembra 1988, v organizaciji Energoinvesta.

Krog udeležencev je bil precej ozek. Prisotni so bili predstavniki praktično vseh jugoslovanskih inštitutov, ki se ukvarjajo z raziskavami s tega področja in predstavniki skupnega razvojnega centra EGS - Joint Research Centre, ki se je razvil iz prvotnega inštituta za atomsko energijo v Bruslju. Podružnice tega centra so na Nizozemskem (Petten), v Italiji (Varese) in v Nemčiji (Karlsruhe, Stuttgart). Poleg teh tujcev so se posvetovanja udeležili tudi nekateri eksperti iz Belgije (Univerza-Leuven) in iz Velike Britanije (Univerza-Cambridge).

Organizator očitno ni predvidel prisostvovanja jugoslovanske industrije, ker so bili prisotni edino predstavniki Energoinvesta in Iskre.

Namen posvetovanja je bil približevanje raziskovalne sfere v okviru EGS Jugoslaviji, izmenjava informacij o področjih in kvaliteti raziskovalnega dela med obema partnerjema, s ciljem povečati sodelovanje na tem področju, predvsem v okviru evropskih razvojnih

projektov, kot so: Brite, Eureka, Cost, Esprit ter Vamas in sicer v okviru tem, ki se nanašajo na lastnosti materialov, njihovo karakterizacijo, tehnologije pridobivanja in predelave, proučevanje procesov staranja, oz. korozije pri njihovi uporabi in standardizacijo materialov.

To je bil prvi kolokvij te vrste v Jugoslaviji. Njegovo pomembnost sta potrdila tudi J.P. Contzen, predstavnik komisije evropske skupnosti in P. Janssen, predstavnik evropske skupnosti v Jugoslaviji, s svojo prisotnostjo in pozdravnima govoroma.

V okviru tridnevnega obširnega programa, so se zvrstila raznolika predavanja, tako gostov kot domačih znanstvenikov. Delovni jezik je bil angleščina. Predstavili so področja in vsebine raziskav, s katerimi se ukvarjajo.

Med našimi predstavniki sta bila predvsem močno zastopana Institut Jožef Stefan in Institut za fiziko iz Zagreba, ki sta precej obsežno prikazala raziskave na področju elektronske keramike, superprevodnih materialov in amorfni kovin. Prof. D. Kolar je še posebej izpostavil uspešno sodelovanje med IJS in Iskro na področju razvoja materialov za elektronske komponente, ki jih proizvajajo v Iskri. To je bil tudi edini

prikaz prenosa in aplikacije raziskav nekega našega inštituta v domačo industrijo na tem posvetovanju.

Skozi vse posvetovanje je posebno padalo v oči dejstvo, da se omenjeni tuji inštituti ukvarjajo z izrazito aplikativnimi raziskavami, ki so sicer na prvi pogled nekoliko prozaične, vendar v industriji nujno potrebne. To so npr. raziskave na področjih, kot so: obdelave površin, korozijski pojavi in zaščita, aplikacijska strukturna analiza materialov, materiali za termonuklearne reaktorje, novi materiali za energetiko in banke podatkov o materialih za mednarodno standardizacijo.

Hkrati je bilo opaziti, da naši raziskovalci nikakor ne zaostajajo po kvaliteti predstavitev in, da smo lahko ponosni na kvaliteto svojega dela. Pri tem pa je le izstopala njihova, vsaj delna, distanciranost od industrije, o čemer pričajo tematike predavanj, ki gredo pogosto močno v teoretična razglabljanja, pri čemer aplikacijski del ostane nekako ob strani.

Po drugi strani pa se vsiljuje dejstvo, da se naše znanstvene institucije sicer ukvarjajo s tematiko, ki jo drugod v razvitem svetu industrija že s pridom uvaja, vendar pa naša industrija še ni zrela za to. Tak primer je npr. uporaba CAMS (Computer Aided Material Selection), sistema za optimalno uporabo materialov. Ta sistem, ki so ga na univerzi v Zagrebu že dobro proučili, pri nas zaradi neurejenih razmer (standardne kvalitete materialov in splošne pripravljenosti, oz. osveščenosti industrijskega okolja) še dolgo ne bomo mogli upo-

rabljati. Za to nam manjkajo temelji, ki so sestavljeni iz urejenih razmer v pogledu kvalitete proizvodov, ki so v veliki meri odvisni od standardne kvalitete materialov in njenega obvladovanja. Te temelje pa bodo lahko zgradili šele takrat, ko bodo pri nas delovali zakoni prostega trga in konkurence.

Med zaključki kolokvija je bil poziv tujih udeležencev z E.D. Hondrosom (J.R.C.-Petten) na čelu, da naj naše znanstvene institucije dajo predloge za sodelovanje v evropskih raziskovalnih projektih, pri čemer je poudaril, da so nam vrata na široko odprta. Pri tem so nam člani skupnega raziskovalnega centra EGS pripravljeni nuditi vso podporo in pomoč.

Podobne pobude glede sodelovanja v evropskih raziskovalnih projektih se pojavljajo tudi v naši industriji s strani tujih industrijskih partnerjev, ki sodelujejo v teh projektih. Ob tem se samodejno vsiljuje misel, da bi bilo v skupnem interesu vseh udeležencev, da intenziviramo dogovore med raziskovalnimi inštituti in industrijo. Vsklajenost in skupni nastop sicer niso naša močna stran, prinesla pa nam bi marsikatero dolgoročno korist in racionalnejšo uporabo čedalje skromnejšega razvojnega dinarja.

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

CERAMICS FOR ELECTRONICS Pardubice, 6. - 8.9.1988

Marija Kosec, Goran Dražič

V času od 6. do 8. septembra 1988 je bila v Pardubicah (ČSSR) mednarodna konferenca „CERAMICS FOR ELECTRONICS“. Konferenco je organiziral pod pokroviteljstvom Czechoslovak Society for Science and Technology (ČSVTS) Research Institute of Electrotechnical Ceramics Hradec Kralove (VUEK).

Konferenca se je udeležilo več kot sto znanstvenikov iz 10 socialističnih držav. Predstavljenih je bilo 16 vabljenih plenarnih predavanj in več kot 80 posterjev.

Konferenca je bila posvečena pretežno elektronski keramiki in je bila razdeljena na naslednja tematska področja:

- * polvodniška keramika
- * superprevodna keramika
- * tehnologija izdelave elektronske keramike
- * piezo in dielektrična keramika
- * konstrukcijska keramika (ki se uporablja v elektroniki)

Pri sekciji polvodniške keramike so bila predstavljena dela o električnih lastnostih trdnih raztopin v sistemu Zn-Co-O in o razvoju mikrostrukture v polprevodnem BaTiO₃.

Na področju superprevodne keramike je bila prikazana izdelava tarč (10 cm) za napraševanje superprevodnih tankih plasti in uporaba EPR pri študiju Y-Ba-Cu-O superprevodnikov.

Pri tehnologiji izdelav je bil poudarek na debeloplastni tehnologiji, hermetizaciji integriranih vezij in izdelavi različnih past, ki jih uporabljajo v hibridni debeloplastni tehnologiji (prevodne, uporovne in paste z nizko dielektričnostjo).

Največ del je bilo predstavljenih v sekciji piezo in dielektrična keramika. Poudarek je bil na materialih kot so PZT, PLZT, Pb titanat in kompoziti. Številčnost referatov kaže, da PLZT spet postaja zanimiv material. Pri PZT keramiki je bilo največ del posvečenih razis-

kavam fizikalnih lastnosti, še posebej temperaturni in časovni stabilnosti karakteristik.

Predstavljene so bile tudi raziskave na konstrukcijskih materialih, kot so silicij nitrid, bor nitrid in Al_2O_3 .

Na konferenci smo Jugoslovani sodelovali s tremi prispevki:

„Sintering and Microstructure of Donor Doped PZT Ceramics" (vabljeni predavanja) avtorjev M. Kosec in M. Dvoršak z Instituta „Jožef Stefan",

„Dielectric Ceramics Based on PFN-PFW-PZN Perovskites" (poster sekcija) avtorjev G. Dražič in Marija Trontelj iz Instituta Jožef Stefan,

„Dumpling and Crumbs Model Applied on the Glass Thick Film Resistors" (poster sekcija), avtor L. Pešić z Instituta Mihajlo Pupin.

Čeprav je bila konferenca relativno dobro organizirana in čeprav so bila predstavljena dela zanimiva pa je bila pomanjkljivost poredvsem v neudeležbi „zahodnega" sveta. Iz literature in direktnih razgovorov na konferenci je namreč moč ugotoviti, da je prav ta „zahodni svet" na posameznih področjih elektronske keramike korak naprej. Tako na konferenci ni bilo mogoče zaslediti razvoja novejših dielektričnih materialov (relaksorjev). Sploh tudi na drugih področjih vzhod manj zanimajo novi materiali, pač pa bolj modifikacije „klasičnih" (PZT, $BaTiO_3$, Al_2O_3) ter možnosti za njihovo uporabo. Pogrešali smo tudi dela s področja novih načinov sinteze in novih tehnologij.

*dr. Marija Kosec
mag. Goran Dražič
Institut „Jožef Stefan",
Jamova 39, 61000 Ljubljana*

RAZGOVORI O PROJEKTIRANJU ŠTAMPANIH PLOČICA POMOČU RAČUNALA

Jasminka Čupurdija

Povod pisanju ovog napisa je održana III internacionalna konferencija o kompjuterskoj grafici (Dubrovnik, 22.-24. juni 1988.), koja je svoj okrugli stol posvetila temi „radne stanice - analiza slučaja projektiranja štampanih pločica". Koordinator okruglog stola mr. Ivo Agatić se mudro odlučio definirati fizionomiju razgovora u suradnji sa predstavnicima radnih organizacija iz Jugoslavije koje imaju djelatnost projektiranja, odnosno izrade štampanih pločica. Tema tih razgovora oko pripreme za okrugli stol i samog okruglog stola tema su ovog napisa.

Razgovorima su prisustvovali predstavnici slijedećih firmi: R. Čajevec-PE, EI-Fabrika štampanih kola, Iskra-Telematika, R. Končar-ETI, Energoinvest-IRCA, RIZ-TU i Mihailo Pupin-Institut.

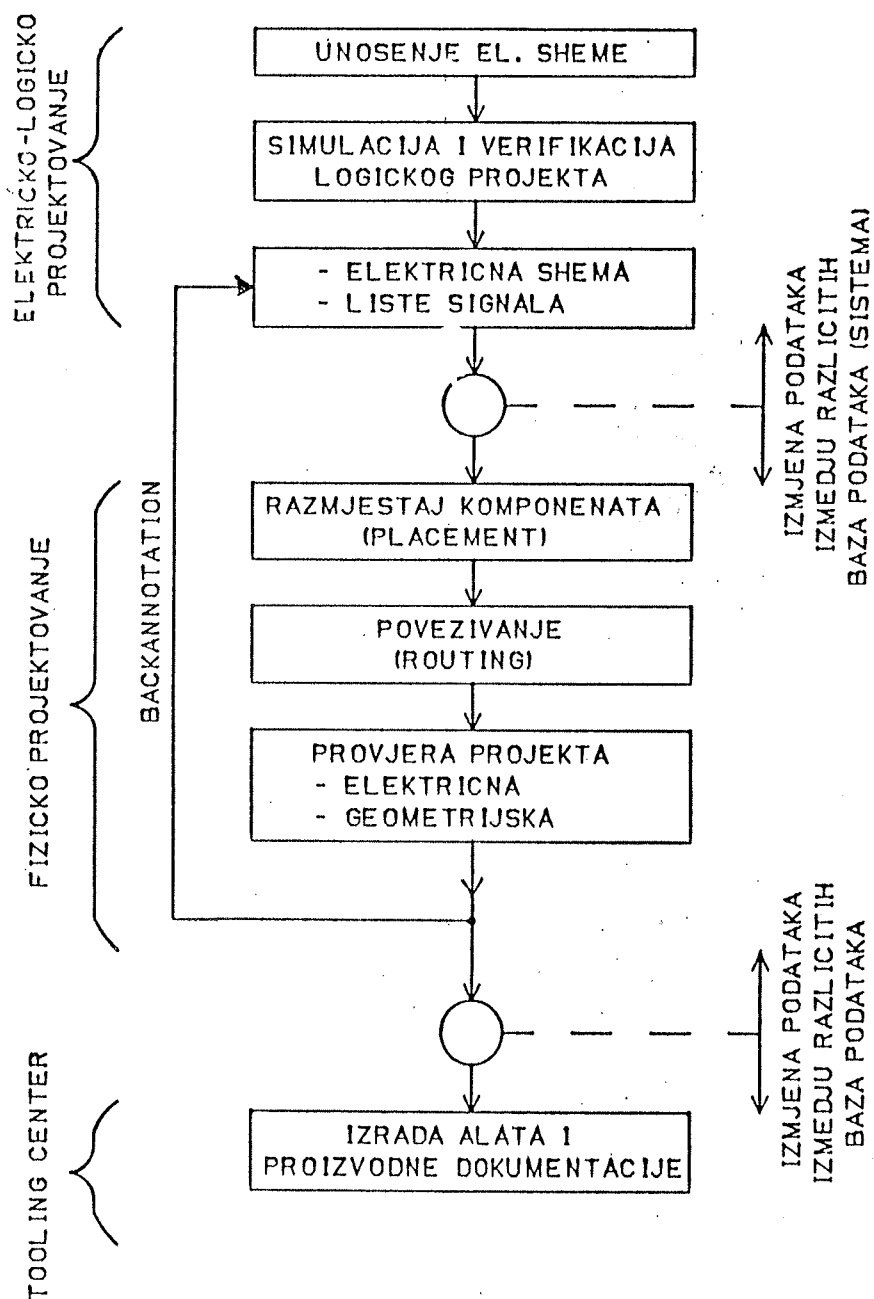
Izloženi su različiti pristupi, odnosno koncepcije rješavanja problema pri projektiranju štampanih pločica pomoću računala. Prikazane su tehnološke mogućnosti pojedinih firmi, te diskutirane razlike, odnosno opremljenost i spremnost prihvaćanja projekta u različitim fazama razrade. (Prikazane na slici).

Glavnina problema naznačenih u razgovorima grupirala se oko kompatibilnosti opreme, ulaznih podataka za proizvodnju štampanih pločica, te oko baza podataka i postupaka projektiranja.

Generalno gledano stoji konstatacija da je šarolikost opreme u Jugoslaviji velika, te da postoji nekoliko koncepcija rješavanja problema. Jedan od pristupa je zatvoren ciklus projektiranja na personalnom računalu, dok je drugi, korištenje personalnih računala i grafičkih terminala velikih računala za pristup centralnim bazama podataka, koje se koriste pri projektu. Navedene pristupe imaju firme koje razvijaju i proizvode elektroničke sklopove. Proizvođači štampanih pločica su oni koji su zainteresirani da predloške za izradu dobivaju u formatima zapisa čitljivim na svojoj opremi, odnosno pripremljenim za numerički upravljane strojeve. Razlog je, naravno, točnost i brzina dobivanja gotove štampane pločice.

Bez obzira na filozofiju pristupa projektiranju štampanih pločica, konstatirano je da komercijalno dostupni softveri uglavnom nemaju baze podataka primjerene korisniku, naime nužno ih je prilagodavati, odnosno mijenjati ovisno o internim standardima. Mogućnost i spretnost intervencije u baze podataka je presudna u ocjeni primjenjivosti softvera.

Kao zaključak može se reći da su za projekt štampane pločice bitne baze podataka komponenata, da su veze među projektom i proizvodnjom rijetko kada problem, kada su formati podataka u skladu sa standardom (Gerber). Radna organizacija odlučivši se za



hardver potpomognut softverom definira svoj put rješavanja razvojnih i proizvodnih zadataka. Različitost pristupa i zatvorenost RO, tj. nespremnost za razmjenu iskustava, znanja i mišljenja, dovela je do višestrukog ulaganja istih namjena, te do neekonomičnog poslovanja pod firmom zaštite autentičnosti. Nužno je u budućnosti voditi računa o kompatibilnosti opreme i softverskih paketa. Usklađeni formati izlaznih podataka

bili bi prenosivi od proizvođača do proizvođača te doprinjeli ekonomičnijem poslovanju i slobodnom izboru partnera za proizvodnju.

Jasminka Čupurdija, dipl.ing.
Rade Končar-ETL
Baštijanova b.b.
41000 Zagreb

ČLANI MIDEM - ČLANOVI MIDEM

Prof.dr.Dimitrije Čajkovski

Povodom 60-tog rodendana



Rodjen je 12.12.1928.god. u Osijeku gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Od 1947. do 1951. god. studirao je fiziku na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon diplomiranja izabran je za asistenta za predmet fizika na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Od 1956. do 1960. god. boravio je na Univerzitetu u Readingu, Vel.Britanija, gdje je radio na istraživanju površinskih elektronskih pojava u germanijumu. Nakon povratka u Sarajevo, nastavio je istraživački rad na površinskim svojstvima germanijuma i odbranio 1964. god. doktorsku disertaciju na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. Od 1961. god. na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu, koji se odvojio od Filozofskog fakulteta, predavao je predmet Fizika čvrstog stanja i rukovodio predmetom Viši fizikalni praktikum. Sada je u zvanju redovnog profesora. Učestvovao je u nastavi postdiplomskog studija fizike i mentor je kandidatima koji su se opredijelili za fiziku poluprovodnika. Rukovodio je istraživačkim projektima koje finansira SIZ nauke BiH i koji se realiziraju u Laboratoriji za poluprovodnike. Niz godina saraduje sa Institutom za fiziku PMF u Sarajevu, a u jednom periodu obavlja dužnost v.d. direktora.

U laboratoriji za poluprovodnike, kojim rukovodi, izrađen je niz diplomskih radova, tri magistarska rada i jedan doktorski rad, a u toku je izrada još jednog doktorskog rada.

U ranijem periodu njegov istraživački rad obuhvatao je problematiku vezanu za proces zahvata i emisije nosilaca struje u površinske stupice u Ge, Si i InSb u intervalu temperature od 77K do sobne temperature. Sa svojim saradnicama je također proučavao pojave strujnih oscilacija u GaAs, kao i transportne pojave kod ultra brzo kaljenog germanijuma. Nakon ovih istraživanja proučavale su se površinske transportne pojave u Ge i Si. Trenutno su aktivnosti cijele laboratorije usmjerene na istraživanje uticaja određenih kontrolisanih postupaka na pokretljivost nosilaca struje u kanalu Si MOS struktura. Rezultati većine navedenih istraživanja prezentirani su na naučnim skupovima u zemlji i objavljeni u časopisu „Fizika“.

Saradivao je sa pedagoško-prosvjetnim institucijama na koncipiranju nastavnih planova i programa fizike u srednjem usmjerenom obrazovanju.

Za dosadašnji rad dodijeljena su mu sljedeća priznanja:

Orden rada sa srebrnim vijencem, Povelja Saveza društava matematičara, fizičara i astronoma Jugoslavije, Plaketa Univerziteta u Sarajevu sa poveljom i Orden rada sa zlatnim vijencem.

Miloš Kobe, dipl.ing.

Ob 60. rojstnem dnevnu



Miloš Kobe, dipl.ing. elektrotehnike je bil rojen 10. novembra 1928 v Beogradu, kjer je do vojne končal 2 razreda gimnazije; v NOB je sodeloval kot kurir in mladinski aktivist na Dolenjskem. V l. 1945 do 1947 je dokončal gimnazijo in maturiral v Ljubljani. Leta 1947 se je vpisal na Univerzo v Ljubljani, kjer je 1953. diplomiral na oddelku za šibki tok. Nato se je zaposlil na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko v Ljubljani. Eno leto je delal na raziskavah s področja mikrovalovne tehnike, nato pa na pobudo pokojnega prof. Lasića pričel z delom na novem področju visokofrekvenčnega segrevanja, kjer je ustanovil in vrsto let vodil ustrezni raziskovalni oddelek. Poleg obširnega dela na razvoju ustreznih oscilatorjev moči od 0,5 do 100 kW in frekvenc od 150 kHz do mikrovalovnega področja je teoretično in eksperimentalno obdeloval najrazličnejše tehnološke aplikacije visokofrekvenčne termije (žarjenje, taljenje, kaljenje, sušenje, lepljenje itd.) ter jih

s sodelavci razvil do industrijsko uporabne faze. Razviti tovrstni generatorji in naprave IEVT so se, skupaj z ustreznimi tehnološkimi rešitvami, uveljavili praktično v vsej pomembnejši kovinski elektro in drugi aplikativni industriji v SFRJ in tudi prek meja. V letih 1970 do 1974 je prešel v Iskre kot član Poslovnega odbora SOZD, zadolžen za raziskovalno-razvojno dejavnost Iskre; od l. 1986 dela na področju stikov Iskre z javnostjo.

V času svojega študija in aktivnega službovanja je opravljajl mnogo raznih družbenopolitičnih in strokovnih funkcij, kot npr. bil član različnih vodstev DPO na Elektrofakulteti in občini Vič- Rudnik, bil urednik Študentskega lista, član Sveta FE in Inštituta Jožef Stefan, poslanec Gospodarskega zbora Skupščine SRS, član raznih forumov Gospodarske zbornice Slovenije in Jugoslavije, Republiškega komiteja za raziskovalno dejavnost ter Sklada republiških skupnih rezerv, daljše obdobje pa član UO RSS in Sklada Borisa Kidriča. Sedaj je predsednik KO gibanja Znanost mladini.

Strokovna aktivnost obsega vrsto raziskav s področja visokofrekvenčnega segrevanja, ki se nanašajo na probleme optimizacije močnostnih oscilatorjev, njihovega krmiljenja in eksploatacije, teoretske probleme obremenitve induktorjev in elektrod in njihove prilagoditve ter probleme najrazličnejših tehnoloških aplikacij. Pri tem je bilo treba po večini iskati originalne rešitve, ki so terjale raziskovalna poseganja tudi na področja strukturnih sprememb in termičnega obnašanja raznih kovin in izolacijskih snovi v intenzivnih magnetnih in električnih poljih visokih frekvenc.

Po prehodu na področje raziskovalnega managementa, po letu 1970. je njegova strokovna aktivnost zajemala predvsem teorijo in prakso inovacijskih procesov, njihovega vodenja, organiziranja in njihove razvojne in podjetniške ekonomike. Iz tega obdobja datira predvsem njegova publicistična in druga dejavnost znotraj Iskre in izven nje, med drugim tudi večletna predavanja na Poslovodni šoli Brdo ter drugih seminarjih. Objavil je blizu sto člankov in intervjujev ter referatov na internih in javnih posvetovanjih, v strokovnih revijah in javnih medijih s področja problemov inovacijskega razvoja družbe in luči uvajanja novih tehnologij mikroelektronike in informatike ter družbenopolitičnih vidikov grozečega tehnološkega zaostajanja. V danih razmerah je skušal vplivati na spoznanja vodilnih struktur v Iskri in širši družbi o takrat že nakazujočih se novih svetovnih trendih in značilnostih tehnološkega in s tem posledično ekonomskega razvoja ter njegovih učinkih in razvijajočih se družbah. Na tej podlagi je v številnih besedilih in nastopih skušal uveljaviti danes že principialno sprejete teze o dominantni razvojni vlogi tehnološkega znanja in potrebi po sistemskem uveljavljanju njegove realne cene, ki jo le-to kot prvorazredni sodobni proizvodni dejavnik objektivno ima.

NOVI ČLANI DRUŠTVA MIDEM

Adam Anton, 622 DO Iskra Delta, Ljubljana

Adamčič Bogdan, 609 JULON, Ljubljana

Ardelan Tibor, 612 NIŠRO Forum, Novi Sad

Bratović Sadeta, 607 Energoinvest, RO CIRM, Sarajevo

Brumec Zmago, 619 Birostroj Maribor

Buč Drago, 621 Iskra Delta, Ljubljana

Davinić Gordana, 603RO EI Mikroelektronika, Niš

Humić Damir, 613 RO PTT Prometa, Karlovac

Ilić Nenad, 605 Energoinvest RO CIRM, Sarajevo

Jakupović Nihad, 610 RO Borja Teslić, OOUR Kućišta, i uvod

Jamakosmanović Muhamed, 608 Energoinvest RO CIRM, Sarajevo

Januško Đerđ, PIK Bečej, 611 OOUR Bratstvo i Jedinstvo

Jenko Drago, 606 Iskra Telematika Kranj

Kapun Matjaž, 623 Iskra Delta, Ljubljana

Karamarković Jugoslav, 604 RO EI Mikroelektronika Niš

Klančnik Stane, 616 OŠ I. Celjske čete, Celje

Melinček Vladimir, 614 Iskra Industrija kondenzatorjev, Semić

Mikac Stjepan, Vartilen, 601 RJ Inženjering, Varaždin

Mirčevski Slobodan, 598 Elektrotehnički fakultet, Skopje

Novak Branko, 620 TGA, Kidričevo

Rozina Nace, 618 Iskra Elementi, SEM, Ljubljana

Saleta Vinko, 599 Dr. Nikola Miljanić Ratar, Industrija stakla Lipik

Šifrar Marko, 596 FNT Fizika, Ljubljana

Sporiš Damir, 600 RIZ IETA, Zagreb

Šprah Vilijem, 597 Metalna Maribor

Strle Drago, 615 Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana

Suvorov Danilo, 617 Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Trubelja Mladen, 602 SOUR Energoinvest CIRM, Sarajevo

VESTI VIJESTI

VIJESTI IZ ZEMLJE

EDZ Biblioteka

Elektrotehničko društvo Zagreb pokrenulo je 1986. godine EDZ Biblioteku, koja je proteklom razdoblju našla na odličan prijem. Dosad su objavljene ili se nalaze u pripremi slijedeće publikacije:

- * 1. Zbirka pitanja i propisa za polaganje stručnog ispita iz elektrotehničke struke - ZBSI; format A4, 350 stranica; cijena 65.000 din (za članove EDZ 49.000)
- * 2. Suvremeni pristup procesu projektiranja uzemljivača i sustava uzemljenja - SPPU; format A4,

236 stranica, cijena 40.000 din (za članove EDZ 30.000)

- * 3. Daljinski nadzor i upravljanje u složenim energetskim i komunalnim sistemima - SDV; format A4, 146 stranica, cijena 30.000 din (za članove EDZ 22.000)
- * 4. Suvremeni sustavi telekomunikacija - SST; format B5, 156 stranica, cijena 23.000 din (za članove EDZ 17.000)
- * 5. Telekomunikacije - infrastruktura informatičkog

- društva - TIID; format B5, 70 stranica, cijena 10.000 din (za članove EDZ 7.000)
- * 6. EDZ Priručnik 88 - EDZ; format 21x10 cm, 700 stranica, cijena 38.000 din (za članove EDZ 27.000)
 - * 7. Suvremeni elektromotorni pogoni; 1. dio - SEP 1; format A4, 250 stranica; cijena 44.000 din (za članove EDZ 32.000)
 - * 8. Suvremeni elektromotorni pogoni II. dio - SEP 2; format A4, 250 stranica; cijena 38.000 din (za članove EDZ 27.000)
 - * 9. Planiranje, koncepcija i izgradnja tipskih TS 110/35, 20, 10 kV u elektroenergetskom sistemu - TS; format A4, 184 stranica; cijena 32.000 din (za članove EDZ 22.000)
 - * 10. Asortiman proizvođača poluvodičkih komponenata u SFRJ - APK; format B5, 77 stranica; cijena 10.500 din (za članove EDZ EDZ 7.500)
 - * 11. Relejna zaštita u elektroenergetskom sistemu; A distributivne mreže - RZA; format A4, 170 stranica, cijena 31.000 din (za članove EDZ 23.000)
 - * 12. Relejna zaštita u elektroenergetskom sistemu; B. prenosne mreže - RZB; format A4, 341 stranica; cijena 61.000 din (za članove EDZ 46.000)
 - * 13. Zaštita na radu pri korištenju električne energije - ZNR; format A4, 126 stranica; cijena 23.000 din (za članove EDZ 17.000)
 - * 14. Nove usluge i tehnologije u informacijskoj mreži te neki aspekti upravljanja u telekomunikacijama - NIT; format A4, 179 stranica; cijena 32.000 din (za članove EDZ 22.000)
 - * 15. Tokovi suvremene elektronike u biomedicini - SEB; format A4, 353 stranice; cijena 63.000 din (za članove EDZ 47.000)
 - * 16. Zbornik radova sa I. francusko-jugoslavenskog simpozija o novim tehnologijama - 1. SONT; format A4, 900 stranica, cijena 99.000 din (za članove EDZ 69.000)
 - * 17. Tehnološki razvoj u Evropi i kod nas - TRE; format A4, 85 stranica; cijena 16.000 din (za članove EDZ 11.000)
 - * 18. Novi materijali - tehnološki postupci i primjena - NMT; format A4, 175 stranica, cijena 33.000 din (za članove EDZ 25.000)
 - * 20. Nuklearna tehnologija - NT; format A4, 402 stranice; cijena 70.000 din (za članove EDZ 50.000)
 - * 21. Robotika i fleksibilni proizvodni sistemi - RFS; format A4, 228 stranica; cijena 43.000 din (za članove EDZ 30.000)
 - * 22. Informatičko-telekomunikacijska tehnologija - ITT; format A4, 208 stranica; cijena 37.000 din (za članove EDZ 26.000)
 - * 23. Suvremena elektrodistributivna postrojenja - SEDP; format A4, 232 stranice; cijena 43.000 din (za članove EDZ 29.000)
 - * 24. Veliki EDZ priručnik s kataloškim podacima jugoslavenskih proizvođača - EDZK; format A4, 450 stranica, cijena 88.000 din (za članove EDZ 60.000)
 - * 25. Površinska montaža elektroničkih elemenata - PME; format B5, 110 stranica; cijena 17.000 din (za članove EDZ 12.000)
 - * 26. Elektronički glosarij - EG; format 21 x 10 cm, 19 stranica; cijena 2.500 din (za članove EDZ 1.500)
 - * 27. Nova tehnična regulativa iz područja električnih instalacija u zgradama - NTR; format A4, 116 stranica, cijena 24.000 din (za članove EDZ 17.000)
 - * 28. Kompenzacija jalove energije i viših harmonika u elektroenergetskim postrojenjima i sistemima - KJE, format A4, 120 stranica; cijena 38.000 din
 - * 29. Prognoziranje razvoja - PR; format B5, 100 stranica, cijena 18.000 din (za članove EDZ 35.000)
 - * 31. Kvaliteta energije - KE; format A4, 80 stranica, cijena 22.000 din (za članove EDZ 15.000)
 - * 32. Mala hidroelektrarne - MHE; format B5, 160 stranica; cijena 29.000 din (za članove EDZ 19.000)
 - * 33. Metode planiranja razvoja energetike - MPRE; format A4, 120 stranica, cijena 27.000 din (za članove EDZ 19.000)
 - * 34. Racionalno korištenje energije - RKE; format A4, 160 stranica; cijena 35.000 din (za članove EDZ 26.000)
 - * 35. Nuklearna energija i tehnologija - NET, format A4, 200 stranica, cijena 40.000 din (za članove EDZ 28.000)
 - * 36. Novi izvori energije - NIE; format A4, 160 stranica, cijena 34.000 din (za članove EDZ 24.000)
 - * 37. Strojarska oprema za energetiku - SOE; format A4, 111 stranica; cijena 27.000 din (za članove EDZ 19.000)
 - * 38. Elektrooprema za energetiku - EE; format A4, 106 stranica; cijena 26.000 din (za članove EDZ 20.000)
 - * 39. Zbornik radova sa IV. savjetovanja Elektromotorni pogoni - Zadar 1988 - 4. EMPZ; format B5, 700 stranica; cijena 96.000 din (za članove EDZ 63.000)
 - * 40. Relejna zaštita u elektroenergetskom sistemu - RZ; format A4, 244 stranica, cijena 41.000 din (za članove EDZ 29.000)
 - * 41. Tipizacija dalekovoda 110 kV u SR Hrvatskoj - TD; format B5, 456 stranica; cijena 32.000 din (za članove EDZ 21.000)
- Sve publikacije mogu se naručiti na adresi:
Elektrotehničko društvo Zagreb, 41000 Zagreb, Berislavićeva 6

NOVOSTI IZ RADE KONČARA

Iz novina KONČAREVAC, broj od 27. oktobra prenosimo:

NAŠI IZVOZNI POSLOVI

Fotonaponski sistem za Irak

U Bagdadu, u prisustvu iračkog ministra g. Najiha Mohammeda Khalila i ambasadora SFRJ Stojana An-

dova, potpisan je ugovor za izgradnju prototipnih fotonaponskih sistema za drenažu i opskrbu pitkom vodom. Dio je to velikog projekta Iraka da Mezopotamiju pretvori ponovo u žitnicu srednjeg istoka, pa uz sisteme navodnjavanja, istovremeno, nužno je provesti i sisteme odvodnje vode zbog desalinizacije zemljišta, a pomoću fotonaponskih pokretnih pumpi.

Sistem koji je „Končar“ ugovorio imat će ukupnu snagu fotonaponskih modula od 24 kW peaka kojim je predviđeno dnevno pumpanje vode od oko 500 kubnih metara, a bit će postavljen i ispitivan nedaleko od Bagdada.

Drugi sistem, manje snage, od 5,5 kW peaka fotonaponskog polja smješten nešto dalje u Ninevahu, trebao bi pokretati pumpu za vađenje vode iz bunara i njeno tjeranje u povišeni spremnik. Izbacivalo bi se na taj način dnevno 80 kubnih metara pitke vode.

Takvim manjim sistemima, Irak namjerava riješiti pitanje opskrbe pitkom vodom manjih mjesta i naselja.

Tokom boravka u Iraku, predstavnici našeg kolektiva Dmitar Mandurov i Mario Žic, razgovarali su i o mogućnostima primjene fotonaponskih sistema u elektrifikaciji malih naselja, na otocima u močvarnim područjima, kao i za provedbu javne rasvjete pomoću individualnih fotonaponskih rasvjetnih mjesta.

Uz skoro očekivano dovršenje tvornice za proizvodnju fotonaponskih ćelija i startanja proizvodnje panela na bazi amornog silicija, u Institutu ekipa stručnjaka intenzivno radi na razradi sistema ugovorenog za Irak. Veliku šansu koja nam se pruža, tim više što se najavljuju mogućnosti šire primjene ne samo u Iraku već i nekim drugim zemljama, valja znati dobro iskoristiti.

ČAJAVEC novine radnog kolektiva SOUR Rudi Čajavec u broju od septembra ove godine objavljuju između ostaloga:

IZ MEĐUNARODNE SARADNJE

Dugoročna proizvodna kooperacije sa SSR-om

Početkom septembra u „Čajavecu“ su boravili predstavnici „Autoelektropribor“ i „Minavtoprom“ iz SSSR-a. Ovom prilikom analizirane su dosadašnje međusobne aktivnosti na usklađivanju prijedloga ugovora o kooperaciji za period 1989 - 1993. godine na proizvodnji autoelektronike i autoelektrike.

U središtu interesa gostiju i domaćina je autoelektronika te elektromehanički uređaji. Detaljno su analizirani rezultati ispitivanja uzoraka koji su ranije bili razmijenjeni. Na obostrano zadovoljstvo date su pozitivne ocjene za prethodna ispitivanja uzoraka i dogovoreno da se završna ispitivanja obave do 30. septembra ove godine.

Boravak gostiju iskorišten je za utvrđivanje elemenata Ugovora o dugoročnoj proizvodnoj kooperaciji u oblasti beskontaktnog paljenja, regulatora napona u hibridnoj tehnologiji, startera i drugih „Čajavečkih“ proizvoda.

Pored proizvodne kooperacije naglašena je i neophodnost naučno-tehničke saradnje kroz zajednička istraživanja i razvoj novih generacija autoelektroopreme, bazirane na široj primjeni mikroelektronike. Riječ je o komulatorima u azvodniku paljenja i bloku upravljanja, elektronskim sistemima upravljanja motorom i automobilom, te komponentama i materijalima za proizvodnju elektronskih blokova.

Do slijedećeg susreta biće pripremljen i program naučno-tehničke saradnje koji će biti analiziran početkom oktobra u SSSR. Tom prilikom nastaviće se i razmatranje sadržaja ugovora o dugoročnoj proizvodnoj kooperaciji.

Na kraju pomenimo još i to da su ove realne šanse za izvoz i uvoz autoelektrome stvorene čestim poslovnim kontaktima sa preduzećima iz SSSR-a. Pred zaključenjem lista saznali smo da je naša delegacija otišla u SSSR. Ekvivalent njihovog putovanja biće mjerljiv od početka iduće godine.

Prenosimo iz novina Iskra:

Kako posluje tovarna keramičnih kondenzatorjev Iskra-Žužemberk

KOOPERACIJSKA POGODBA VREDNA 84 MILIJONOV DOLARJEV

Žužemberška tovarna keramičnih kondenzatorjev in Iskra Commerce sta podpisala kooperacijsko pogodbu z belorusko firmo Monolit iz Vitebska. Skupna vrednost menjave bo znašala 84 milijonov dolarjev.

Izredno uspešno sodelovanje med KEKO in sovjetskim Monolitom v minulih desetih letih je te dni s podpisom kooperacijske pogodbe doseglo enega svojih vrhuncev. Vrednost pogodbe je 84 milijonov dolarjev, po 42 milijonov v vsako smer, pri čemer bodo žužemberški Iskraši dobavljali sovjetskemu partnerju večslojne keramične kondenzatorje do čipa, ta jih bo nato še finaliziral, v zameno pa bo dobavljaj repromaterial za proizvodnjo keramičnih kondenzatorjev in paladij. KEKO je doslej repromaterial kupoval na zahodu, v prihodnje pa se bo tako bolj preusmeril na dobave iz Sovjetske zveze.

Začetniki sodelovanja z Monolitom segajo v leto 1978. Pomembnejši mejnik v teh odnosih je bilo leto 1984, ko so podpisali pogodbu o prodaji naprav za proizvodnjo keramičnih kondenzatorjev, ki jih izdelujejo v Žužemberku. KEKO je doslej izvozil v Vitebsk že za 7,5 milijonov dolarjev teh naprav, podpisanih pogodb pa ima še za 4,5 milijona dolarjev.

Hkrati s kooperacijsko pogodbo so podpisali tudi pogodbo o razvojno-tehničnem sodelovanju. Gre za skupen razvoj keramičnih kondenzatorjev in metalizacijskih materialov, za razvoj tehnologije in opreme ter novih proizvodov. Začrtali so tudi osnovna izhodišča za sodelovanje na področju proizvodnje opreme za izdelovanje keramičnih kondenzatorjev in metalizacijskih materialov, za razvoj tehnologije in opreme ter novih proizvodov. Začrtali so tudi osnovna izhodišča za sodelovanje na področju proizvodnje opreme za izdelovanje keramičnih kondenzatorjev v obdobju 1991 - 1995.

Kooperacijsko pogodbo sta s sovjetske strani podpisala generalni direktor Monolita Valerij Pavlovič Negrej in pomočnik generalnega direktorja zunanjetrgovinske firme Elektointorg Anatolij Adinokov, z Iskrine pa direktor KEKO Dušan Lavrič in direktor tržnega področja SEV v Iskri Commerce Igor Ingolič.

Direktor žužemberške tovarne Dušan Lavrič takole ocenjuje kooperacijsko pogodbo: „Podpis pogodbe je vsekakor izrednega pomena za našo prisotnost na sovjetskem tržišču, hkrati pa nam odpira tudi večje možnosti za bolj konkurenčen nastop na zahodnih tržiščih. Ocenjujemo, da bi morala biti dinamika izvoza na zahodna tržišča podobna dinamiki naše prodaje v deželah SEV“.

TOZD KEKO se je odprlo tudi zahodnoevropsko tržišče

Medtem ko je skoraj povsem razpadlo že tako skromno jugoslovansko tržišče keramičnih kondenza-

torjev, pa se žužemberški Iskri po uspehih v deželah SEV odpirajo velike možnosti tudi v zahodni Evropi. Največji problem v KEKO je trenutno realizacija naročil. Nekoliko so ga omilili s tem, da so v oktobru delali vse sobote, verjetno pa se bodo morali za to odločiti tudi v novembru.

Tovarna keramičnih kondenzatorjev iz Žužemberka je v prvih devetih mesecih letos dosegla za skoraj 13,5 milijarde dinarjev celotnega prihodka. Za sklade jim je ostalo približno 750 milijonov, tolikšno akumulacijo pa jim je uspelo doseči predvsem na račun izvoza opreme za proizvodnjo keramičnih kondenzatorjev.

Najbolj spodbuden v devetih mesecih je bil vsekakor izvoz: na tuje so prodali za 4 milijone dolarjev, kar je v primerjavi z 800.000 dolarji izvoza v enakem obdobju lani vsekakor velikanski dosežek. Od januarja do konca septembra letos so uvozili za 1,2 milijona dolarjev.

V KEKO so prepričani, da bo izvozno uspešno tudi zadnje četrtletje. Optimizem gradijo na tem, da se jim je začelo v zadnjem času odpirati tudi zahodnoevropsko tržišče keramičnih kondenzatorjev, zlasti po zaslugi novega distributerja, firme Noristron iz Nuereberga v ZR Nemčiji.

Direktor žužemberške Iskre Dušan Lavrič meni, da bodo do konca leta izvozili skupno za 3,5 milijona dolarjev opreme in za poldrugi milijon dolarjev kondenzatorjev. Predvideni izvoz bo tako za 80% večji kot lanski, celotni prihodek pa naj bi znašal okoli 23 milijard dinarjev.

IZ INOSTRANIH PUBLIKACIJA

Časopis „Hybrid Circuit Technology“ u nekoliko posljednjih brojeva objavljuje:

- Considerations in the Design and Use of Hermetic Packages (maj 1988)
- Improving Thick Film Hybrids Through Automation (maj 1988)
- Where Has the Industry Been and Where is It Going? (maj 1988)
- Packaging Considerations for the Integrated Hybrid Design System (maj 1988)
- Laser Properties and Applications In the Hybrid Circuit Industry (julij 1988)
- Lasers as Reflow Soldering Tools (julij 1988)
- Developments in Integrated Circuit Package Sealing (julij 1988)
- Advanced Ceramic Materials for High Thermal Conductivity Substrate Applications (avgust 1988)

- Low-Cost, High Reliability Multilayers Made with Silver-Containing Thick Films (avgust 1988)
- Solder Paste for Reliable Surface Mount Assemblies (septembar 1988)
- The emergence of Surface Mount Technology (septembar 1988)
- Thick and Thin Film Manufacturers Find Laser Machining Cost Effective (septembar 1988)
- Designing Manufacturable Thin Film Resistor Circuits (septembar 1988)
- Designing Packages to Meet Special Requirements of RF Applications (septembar 1988)

Za dodatne informacije o navedenim člancima molimo obratite se uređivačkom odboru.

*Vijesti prikupio i uredio
M. Turina*

KOLENDAR PRIREDITEV 1989

FEBRUAR

15.-17. Infina 89 (posvet) Karlsruhe (info VDE)

MAREC

7.-9. Semicon Europa, Zuerich (Semi, CCI House, 59 Fleet Street, London EC 4YZ, te. 01-3538807)

13.-16. Grossintegration (posvet), Baden-Baden (Info. VDE)

MAJ

8.-10. Vakuumelektronik und Displays (posvet) Garmisch-Partenkirchen (Info. VDE)

8.-12. COMP-EURO 89, Int. Conf. on VLSI and Computer Phiperals, Hamburg (W.W. Proebster, IBM Lab PO Box 1380, D-7030 Boeblingen)

9.-11. MIEL 89, 17. jug. posvetovanje o mikroelektroniki, Niš (MIDEM, Ljubljana)

10.-12. CCC 89, 2. Hungarian Custom Circuits Conference, Szeged (MATE Secretariat 1055 Budapest, Kossuth L. ter 6-8 te. (1) 531406)

24.-26. ISHM EUROPE - 89, 7. European Hybrid Microelectronics Conference Hamburg Messe and Congress GmbH, Congress Org. PO Box 302480, D-2000 Hamburg 36)

20.-26. MIPRO-89 Opatija (MIPRO, DSEIT Rijeka, Trg P. Togliatti 4/1)

JUNIJ

5.10. ETAN XXXIII, Novi Sad, ETAN Beograd

18.-22. 11. jug. simp. o elektrokemiji, Rovinj (Hrvatsko kemijsko društvo)

22.-1.7. Kemija granica faza, 8. Int. letna šola in konferenca z mednarodnima simpozijema Elektrokemijski dvosloj in Adsorpcija bioloških molekula i mikromolekula, Rovinj (Inst. R. Bošković, Zagreb)

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)

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)

NOVEMBER

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