

Beszámoló a SUB '90 meetingről

A SUB (Semiconductor Device Research University Bulletin) 23. éves meeting-jét idén Budapesten tartották május 19–22 között, a Budapesti Műszaki Egyetem Elektronikus Eszközök Tanszékének szervezésében.

Ez az egyetemi csoportosulás, melynek a kelet-európai országok közül Magyarország az egyedüli tagja, azzal a céllal alakult meg, hogy a nyugat-európai országok félvezető oktatásával kapcsolatos információcserét megkönnyítse. Az alapító professzor *O. Memelink* volt, a Twente University-ről.

A Budapesti Műszaki Egyetem Elektroncsövek és Félvezetők Tanszéke (a mostani Elektronikus Eszközök Tanszék elődje) – *Valkó I. Péter* professzor személyén keresztül – már az alapítók között csatlakozhatott a SUB-hoz. A nyugat-európai egyetemek szervezete ezzel a gesztussal fejezte ki elismerését *Valkó* professzornak, aki európai értelemben is az elsők között volt a félvezető eszközök oktatásának bevezetésében. Az a tény pedig, hogy a SUB mostani meeting-jét Budapesten tartották, *Tamay Kálmán* professzor és az általa irányított Elektronikus Eszközök Tanszék munkájának nemzetközi elismerését jelenti.

A SUB tagjai évente megrendezett meetingjük mellett évente kétszer jelentetik meg írásos beszámolójukat (SUB-bulletin) amelyben az oktatási és kutatási tevékenységük legújabb eredményeit teszik közzé. A részvételnek és az együttműködésnek szigorú szabályai vannak. Ha pl. valamelyik tag három egymást követő alkalommal nem járul hozzá a SUB munkájához, tagságát automatikusan elveszíti.

A konferencia vendégei az első két napon kulturális programokon vettek részt, és a magyar fővárosról nagy elismeréssel nyilatkoztak.

A meeting két további napján szakmai munka folyt, melyet *W. D. Ryan* professzor, a SUB titkára, a Queen University of Belfast professzora nyitott meg. Üdvözölte a résztvevőket *Fodor Lajos* professzor, a Budapesti Műszaki Egyetem rektora és a Villamosmérnöki Kar dékánja, *Zombory László* professzor is. Ezután *Tamay Kálmán* professzor adott rövid áttekintést az Elektronikus Eszközök Tanszék helyéről a Villamosmérnöki Kar munkájában. Ismertette a tanszéknek a mikroelektronika oktatásában betöltött szerepét, és megadta a kutatási tevékenység fő területeit.

A megnyitó szekcióban e tevékenység két fontosabb területéről, a tanszék technológiai és CAD csoportjának munkájáról hangzott el egy-egy előadás.

Kormány Teréz docens a tanszék technológiai csoportjának tevékenységét ismertette, amely a SI alapszabvány hibaanalízisére, a technológiai folyamatok által indukált hibák vizsgálatára, a különböző ionérzékeny félvezető struktúrák fejlesztésére és technológiai méretekre terjed ki. Az oktatási tevékenységben kiemelte azt a hasznos együttműködést, amit az MTA MFKI és

KFKI nyújt a korszerű félvezető technológiák és mérési eljárások oktatásában.

A *Székely Vladimír* professzor által vezetett CAD csoport munkáját a résztvevők *Kerecsenné, dr. Renz Márta* előadásából ismerhették meg. Az áramköri szimulációt kísérő, csatolt termikus szimuláció a sokrétű munka egyik fontos eredményeként került bemutatásra.

A vendégek előadásaiban oktatási illetve technológiai és konstrukciós szekciók köré csoportosultak.

Az oktatási szekcióban az RWTH (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule) aacheni Félvezetőtechnikai Intézetéből *H. Henke*, az EUROFORM program NSZK-beli referense számolt be. A párizsi székhelyű szervezet francia, német, spanyol és olasz egyetemeket tömörít a mikroelektronikai csúcstechnológia széles körű terjesztésére és támogatására, elsősorban az oktatás területén. Az ún. Wall Free University keretében a németországi kurzusok a III-V-ös félvezetők epitaxiális növesztésével és a szubmikronos litográfia problémáival foglalkoztak, míg a francia tanfolyamok témái a nagysebességű GaAs MIC-k és az IC-k érintés nélküli vizsgálati módszerei voltak. Olaszországban a III-V-ös félvezetőkről és a felhasználásukkal készült modern félvezető eszközökről, valamint az IC tesztelés problémájáról tartottak tanfolyamot, míg Spanyolországban a mikroelektronikai technológiai folyamatok automatizálásáról rendeztek szemináriumot.

Ebben a szekcióban még *G. Pananakakis* és *G. Kamarinos* mutatta be a grenoble-i félvezetőtechnikai intézet, a National Polytechnique Institut of Grenoble (INPG) oktatási és kutatási tevékenységét, a nemzetközi kapcsolatok tükrében. Az intézet méreteire jellemző, hogy 2000 mérnökhallgatója és számos posztgraduális hallgatója van, 1000 kutatót foglalkoztat, akik közül 500 állandó státusban dolgozik. Évente kb. 750 mérnöki diplomát, 360 M.Sc és 160 Ph.D fokozatot ad ki.

A nemzetközi kapcsolatok igen szerteágazóak és területi egységeként szervezettek. A kapcsolatok Vietnámból Dél-Amérikáig szinte az egész világra kiterjednek, és fő céljuk a hallgatók cseréjének megszervezése. Jelenleg a kiküldött diákok száma Európán belül 91, Európán kívülre pedig 15 (Japánban közülük 6 hallgató dolgozik.) A fogadott hallgatók száma is hasonló nagyságrendben mozog. 1994-ig azt tervezik, hogy hallgatóik 30%-át legalább 3 hónapra külföldre küldik.

Az intézetben jelentős külföldi oktatói és kutatói állomány is dolgozik. A professzorok, docensek száma jelenleg 26, a fiatalabb oktatókból – hosszabb időre – 15-öt foglalkoztatnak. Az INPG Európán belül elsősorban az ERASMUS és COMETT programokhoz kapcsolódik.

G. Kamarinos a kutatómunka és a doktori tanulmányok közötti kapcsolatokról beszélt az INPG-n belül.

Az oktatással kapcsolatos délutáni szekcióban M. Haskard (South Australian Institute of Technology, Microelectronics Centre) a felhasználó-orientált nagy bonyolultságú integrált áramkörök (ASIC's) megvalósításának olyan módszerét mutatta be, amikor az egyetem – a hallgatók bevonásával – igen képzett tervezői gárdát alkot és termel újra, a megvalósítás pedig a nagyértékű technológiai hardware-t birtokoló iparban történik. A megvalósított IC-k mérés, hibana-lyzisa és a tervezésre való visszacsatolás érdekében visszakerülnek az egyetemre. Hasonló megoldást tan-
székünk is tervez.

A szekció másik előadása, amelyet R. J. Holwill (EMF, Edinburgh Microelectronic Fabrication) tartott, a COMET 642D VLSI oktató csomagot mutatta be, amelynek az a legfőbb érdekessége és értéke, hogy az IC technológia minden aspektusáról homogén ké-
pet ad. Foglalkozik a technológiai folyamatok archi-
tektúrájával, szimulációjával, berendezéseivel, de ugyanilyen alaposan tárgyalja a digitális és az analóg IC-k tervezési, szimulációs és tesztelési kérdéseit is. A kit éppúgy hatékony tematikus kurzusok anyagaként, mint a kiscsoportos vagy egyéni képzésben, de hasz-
nálható laboratóriumi vagy számítási gyakorlatok ve-
zérfonalaként is. Az előadásból egyébként az is kitűnt, hogy a skót iskolareform egyik fontos célja az elektro-
nikai ismeretek alapfokú oktatásának bevezetése. (Edinburgh Microelectronic Fabrication And Semi-
conductors In Schools: E.M.F.A.S.I.S Project.)

A második munkanapon három szekcióban folytatódott a munka.

A technológiai szekcióban három előadás hangzott el. J. Buxo és M. Bafleur (LABORATOIRE d'AUTO-
MATIQUE et d'ANALYSE des SYSTEMES, CENTRE NATIONAL de la RECHERCHE SCIENTIFI-
QUE, LAAS CNRS Toulouse) előadása a kis és nagy-
teljesítményű elektronika egy csipen történő integrálá-
sával foglalkozott (smart-power IC's), majd E. Lora-
Tomayo D'ocon (CENTRO NACIONAL DE MIC-
ROELECTRONICA, CNM Barcelona) az egyetemi
technológiai létesítményekkel kapcsolatban a „tisztá-
szobák” problémáiról beszélt.

Nagyon érdekes előadást tartott Mrs. Karen J. Ree-
son (University of Surrey), aki jó vezetőképessegű szilicidok ion-sugaras szintéziséről beszélt. A szilicidok a mikroelektronikai technológiában a csip felületén többretegű vezető összeköttetést tesznek lehetővé. A 80-as évek végéig szinte kizárólagosan titán- és wolf-
ram szilicidokat alkalmaztak, de ezen rétegek fizikai paramétereinek eltérése a polyszilíciumtól és az alu-
míniumtól, különböző – elsősorban a megbízhatóság-
got érintő – problémákhoz vezetett.

Ezek a problémák kobaltszilicid alkalmazásával megoldhatónak látszanak. Ha ugyanis a polyszilícium-
ba oxigént és kobaltot implantálnak, a hőkezelés para-
métereinek megfelelő megválasztásával a rétegen be-

ülő kobalt eloszlás, a sztöchiometria és a szemcsemé-
ret úgy befolyásolható, hogy a legkedvezőbb fizikai és
elektromos tulajdonságokkal rendelkező kobaltszilicid
réteg jöjjön létre. A szükséges nagy implantálási energiák (250...300 keV) ellenére ez a megoldás, amellyel
1988 óta foglalkoznak, igen ígéretesnek tűnik.

A félvezető eszközök konstrukciójával kapcsolatos
szekcióban először H. L. Hartnagel professzor (T.U.
Darmstadt) adott áttekintést a vegyület- félvezető
alapanyagokon megvalósított félvezető eszközök, (első-
sorban a GaAs MeSFET-ek és a GaAs/AlGaAs alapú
HEMT-ek) konstrukciós és technológiai problémái-
nak oktatásáról. Ismertette a modellezéssel és az
áramkörbe ágyazással kapcsolatos konstrukciós jellegű
problémákat is. (Pl. csatolások, jelterjedési problé-
mák, amelyek megoldásához CAD módszereket alkal-
maznak.)

A konstrukcióval kapcsolatos másik előadást A.
Brunnschweller (Southampton University) tartotta.
Ennek témája a nagysebességű bipoláris áramkörök
jelkésleltetésének analízise és tervezése volt.

A konferencia záró szekciója a legújabb tevékenysé-
gek ismertetésével foglalkozott. Ennek keretében K.
Heime professzor (RWTH Halbleitertechnik, Aachen)
az intézet újraszervezéséről beszélt. Elmondta, hogy a
kutatás súlypontja a több-kvantumvölgyes eszközökre
tolódott át, és az intézetben ma főképpen az InGaAsP
alapú eszközök fejlesztésével foglalkoznak. InGa-
As/InP rendszerben 77 K-en már 2000 cm²/Vs lyuk-
mozgékonytságot ért el.

Az epitaxiális rétegpítésben nagyon újnak számít a
ZnS és a ZnSe rétegek VPE növesztése GaAs hordo-
zóra. A vázolt kutatási tevékenységet modern anyag-
vizsgálati módszerek, a felületmenti struktúra finomí-
tását célzó kutatások és gépi szimulációs módszerek
alkalmazása illetve fejlesztése teszi teljessé.

Heime professzoréhoz hasonló előadást tartott M.
Glasner professzor (TU. Darmstadt FG. Mikroelekt-
ronische Systems), aki a mikroelektronikával kapcsola-
tos oktatási, kutatási és tesztelési tevékenységről
adott áttekintést a darmstadti egyetemen.

A konferencia további két előadása olyan oktatási
és kutatásszervezési kérdésekkel és eredményekkel
foglalkozott, amelyek Európán belül a nemzetközi
együttműködés megszervezésére és fokozására irá-
nyulnak.

O. Olesen professzor (Danish Technical University,
Electronics Inst. Lyngby, Danmark) az EUROCHIP
programról beszélt. A program célkitűzése az
egyetemi intézmények széles körű támogatása
technikai szolgáltatásokkal annak érdekében, hogy az
egyetemen VLSI chipok megtervezhetők és
kifejleszthetők legyenek. Az EUROCHIP program
teljes jogú tagjai az Európai Közösséghez (CEC) tar-
toznak, de a társult tagoknak legalább az EFTA tagja-
inak kell lenniük.

Területi megosztásban öt EUROCHIP technikai
központ működik:

CMP: a francia, spanyol és belga tagok részére, Grenoble-ben,

DTH: Dánia, Írország, Görögország és a skandináv államok részére, Lyngby-ben,

GMD: német, osztrák és svájci résztvevők számára Sankt-Augustin-ban,

IMEC: Belgium, Hollandia, Olaszország és Portugália részére, Leuven-Heverlee-ben és

RAL: Anglia számára Oxfordshire-ben.

A program CAD software-val, mérőberendezésekkel és a csipgyártás technológiai feltételeinek megszerzésével támogatja a résztvevőket, nem túl magas részvételi díj fejében (pl. évi 3k ECU).

Szorosan kapcsolódott *O. Olesen* előadásához az IMEC (Interuniversity Microelectronics Center Leuven) részéről *E. Bordeaud' hul* elnökhelyettes előadása, amely az IMEC INVOMEK csoportjának tevékenységét ismertette. Mint az előbbiekből kitűnt, az IMEC az EUROCHIP program egyik fő technikai központja. A flamand kormány 1984-ben alapította, és 1986-ban foglalta el a végleges laborépületeket. Ezekben a technológiai munkákhoz 3600 m² összapterületű ultranagy tisztaságú laboratórium és mintegy 300 m²-nyi computer laboratórium található. Az intézet éves költségvetése 30 millió ECU körül mozog.

Az INVOMEK csoport Európában az első volt, amely egyetemek és főiskolák között olyan nagy számítógépes hálózatot épített ki, amely kielégíti a mikroelektronikai tervezés és oktatás igényét. Ma egyetemenként átlagosan 10 „workstation” szolgálja a mikroelektronikai tervező munkát.

Az INVOMEK MPC (Multiple Project Chip) szolgálata segít az egyes résztvevők által megtervezett ASIC prototípusok gyors kifejlesztésében. Ez a layout elkészültétől, egy 20 db-os mintasorozat esetén, 10-12 hetet vesz igénybe. A megvalósítás előtt az áramkört a tervezési szabályok és az elektromos szempontok szerinti ellenőrzésnek vetik alá (DRC, ERC). Az elkészült mintasorozat a további ellenőrzések és mérések céljára visszakerül a tervezőkhöz. A prototípus kifejlesztésének költsége ezzel a módszerrel a szokásos megoldáshoz képest néhány százalékra csökken.

Az alkalmazható technológia 3 μm-es vagy 1,5 μm-es n-zsebes dupla poliszilícium és dupla fémrétegű CMOS technológia.

Az INVOMEK másik fontos tevékenysége az intenzív mikroelektronikai továbbképző kurzusok szervezése nagy elektronikai iparvállalatok részére is.

A konferencián elhangzottak egyértelműen bizonyították, hogy a mikroelektronikai kutatások és fejlesztő munkák ma már sikeresen csakis rendkívül szoros együttműködések révén folytathatók. Ezt a szükségszerűséget ismerték fel a nyugat-európai országok kormányai amikor rendkívül komoly anyagi támogatással a nemzetközi együttműködés különböző szervezeteit hozták létre, amelyek közös európai technikai vagy oktatási munkaprogramokon dolgoznak (Joint European Project: JEP.). Ezek közül eddig az EU-

ROCHIP és az EUROFORM szervezetekről tettünk említést. Az előbbi az ESPIRIT, az utóbbi a COMETT program része. Mellettük még két nagyhatású európai program, az ERASMUS és a nyelvoktatás fejlesztését szolgáló LINGVA program létezik.

A konferencián az Európai Közösség országain belül működő ERASMUS program SUB csoportjának tanácskozására is sor került. A csoport *J. Middelhoek* professzor (Twente University) kezdeményezésére jött létre 1988-ban. Programjának alapelvei hasonlóak a kb. 200 más ERASMUS programéhoz. Fő célkitűzése, hogy segítse egy európai gondolkodású, mikroelektronikában ütőképés új generáció felnevelését. Ennek eszközeként szorgalmazza és megszervezi az egyetemi hallgatók nemzetközi cseréjét. A programhoz az elmúlt évben 15 egyetem csatlakozott, a jövő tanévre azonban már 17-re nőtt a csatlakozni kívánók száma.

Middelhoek professzor betegsége miatt a programot most *O. W. Memelink* professzor (Twente University) *J. Wakefield* professzorral (Queen's University of Belfast) együttműködve irányítja.

A mostani konferencián három döntés született. Eszerint létrehoznak egy állandó bizottságot a résztvevő országok egy-egy képviselőjéből, amely legközelebb novemberben fog a kapcsolatok erősítésének módszereiről tárgyalni. Döntést hoztak arról, hogy azok az egyetemek, amelyek két egymást követő évben nem vesznek részt a hallgatók cseréjében, tagságukat elvesztik. Végül *Wakefield* professzor javaslatára egy olyan tájékoztató füzet született, amely az egyes résztvevő egyetemekkel kapcsolatos információkat foglalja össze.

A SUB business megbeszélésén tárgyaltak az Európai Közösség Miniszteri Tanácsának arról a döntéséről is miszerint a PHARE program keretében TEMPUS néven (Trans-Európean Mobility Scheme for University Studies) egy olyan támogatási forma jött létre, amely Lengyelország és Magyarország felsőoktatásának fejlesztését szolgálja. A program irányítását az Európai Kulturális Alapítványhoz tartozó ERASMUS Iroda végzi.

A TEMPUS olyan együttműködések szorgalmaz, amelyekben két Európai Közösséghez tartozó egyetem mellett egy magyar és/vagy egy lengyel egyetem is részt vesz. E program keretében nem csupán oktatási együttműködés valósítható meg, hanem a különböző JEP-eken keresztül kutatói tevékenység is.

A TEMPUS sok tekintetben hasonló az ERASMUS és COMETT programokhoz, szintén a „fit for Europe” értelmiség kiképzése a célja, és vállalja, hogy felkészíti és segíti Magyarországot és Lengyelországot felsőoktatását abból a célból, hogy azok a közeli jövőben bekapcsolódhassanak az Európai Közösség programjaiba is.

Végül örömmel adunk hírt arról, hogy a SUB által elfogadott új tagfelvételi kérelem alapján – *A. Möschwitzer* professzor által képviselve – a Drezdai Műszaki Egyetem is csatlakozhatott e nagy fontosságú szervezethez.

Dr. Gottwald Péter