

## Általános összefoglaló

Immár hatodik alkalommal rendezték meg a kétévenként sorra kerülő Productronica vásárt Münchenben. A Productronica az elektronikai gyártóberendezések szakvására tehát idén ünnepelte tizedik születésnapját. Érdeemes ebből az alkalomból végigtekinteni az eddigi vásárok számszerű adatain.

Év	Kiállítók száma	Kiállítási terület (m)	Látogatók száma
1975	147	10 500	4 815
1977	365 (+148%)	32 600 (+210%)	16 085 (+234%)
1979	788 (+116%)	44 450 (+36%)	31 200 (+94%)
1981	904 (+15%)	55 550 (+25%)	36 685 (+18%)
1983	1151 (+27%)	65 000 (+17%)	42 322 (+15%)
1985	1496 (+30%)	95 000 (+46%)	~50 000 (+18%)

Amint a felsorolt adatokból látható, a vásár a 80-as évek elején átmeneti megtorpanása után ismét felénkült. A növekedési mutatók közül különösen szembetűnő az alapterület növekedése, a vásárterületet a kiállítás úgyszólván teljesen kitöltötte.

Az 1496 kiállítóból 1003 (67%) volt közvetlenül jelen, 493 (33%) céget a kiállítók közvetve reprezentáltak. A kiállítók 45%-a külföldi (nem nyugatnémet) cég volt 24 országból, így a kiállítást joggal lehet az elektronikai technológia egyik legjelentősebb nemzetközi seregszemléjének tekinteni. Franciaországot, Nagy-Britanniát és az USA-t nemzeti kiállítás is reprezentálta, nem zárva ki jelentős cégek egyéni bemutatkozását.

A szocialista országok közül Csehszlovákiát és az NDK-t 1—1, Magyarországot 3 cég (Elektroimpex, EMG, Mikromodul) képviselte. A vásárt igen erőteljesen körülhatárolt témájú szektorokra bontották.

Ezek rendre:

- Alkatrészgyártás
- NYÁK-gyártás
- Összeszerelés, tekereselés és általános termelési módszerek
- A minőségbiztosítás mérő, ellenőrző és automatizált berendezései.

Két új kezdeményezésről is beszámolhatunk.

- A Productronica vásárokon először rendeztek tematikai kiállítást. Egy pavilonban az SMD (felületi szerelésre alkalmas alkatrészek) gyártói mutatták be termékeiket.
- A fent felsorolt szakterületek mindegyikéhez kapcsolódó konferenciát rendeztek. Ahogy a rendezők hirdették: a vásár nemcsak hardvert (a kiállított termékeket), hanem szoftvert (konferenciát, szimpóziumot) is kínál. (Eddig is rendeztek szakkonferenciákat a Productronica vásárokkal párhuzamosan, de ezúttal kapcsolták először össze a témákat az egyes szakterületek témájával). Ezen belül is újdonság az ezentúl ismételt is megrende-

zésre kerülő „Productronica Fórum” — ezúttal az „A” szektorhoz kapcsolódva. Témája: a mikroelektronika fejlődésének trendjei.

A „B” szektorhoz kapcsolódó konferencia az EIPC (European Institute of Printed Circuits) téli konferenciája, amelynek témája: automatizálás és költségmegtakarítás a NYÁK gyártásban.

A „C” szektorhoz kapcsolódó konferencia témája: az elektronikai termékek struktúraváltása az SMD felhasználása következtében. Végül a „D” szektorhoz két konferencia is kapcsolódott: az SMD technológia minőségbiztosítása és Elektronikus érzékelők és érzékelő rendszerek.

A konferenciák részvételi díja elérhetetlenül magasra szökött. Félnaponként DEM 200,—, egész konferenciákra a fél napra számított átlagos részvételi díj DEM 125—200 között változik.

## A konferenciák anyagának ismertetése

Sikerült hozzájutnunk a konferenciák írott anyagához, és ezeket az érdeklődők rendelkezésére tudjuk bocsátani. Itt csak az egyes előadások szerzőit és címeit soroljuk fel, jelezve, hogy a szöveg német (N) vagy angol (A) nyelvű. K jelzi, ha a szöveg csak az előadás kivonata.

## Productronica-Fórum

### A mikroelektronika fejlődésének trendjei.

- Bogert, H. Z.* (USA): Elektronika és az információ forradalom (A)
- Knetsch, K.* (D): Az ipari mikroelektronika nyugat-európai terjedésének időszériu analízise (N)
- Prommer, A.* (D): A mikroelektronika pénzügyi támogatása (N) K
- Rose, D. J.* (USA): A félvezetőgyártás anyagainak trendjei (A)
- Killius, P.* (CH): „Silicon Compiler” és más struktúra-tervező automaták (N)
- Lazzari, S. P.* (F): A mikrolitográfia fejlődése (A) K
- Milne, D.* (GB): Felhasználói és fél-felhasználói eszközök elérhetősége (A)
- Stach, J.* (USA): Technológiai együttműködési programok — Massachusettsi Mikroelektronikai Központ (A) K
- Höffinger, B.* (D): A kutatóintézetek és az ipar együttműködése a mikroelektronika támogatásában (N)

## EIPC téli konferencia

Automatizálás és költségmegtakarítás a NYÁK-gyártásban

*Kienapfel, B.* (D): A belső rétegek automatikus fotónyomása (A)

*Watts, R. (USA):* Az expozíció automatizálásának helyzete (A)  
*Elsberg, E. (GB):* A többrétegű NYÁK-ok belső rétegeinek automatikus érintkezésmentes fotóeljárása (A)  
*Biglia, R. (I):* Az alapanyagok hatása a költségcsökkentésre (A)  
*Frisch, D.—Cleveland, E. (USA):* A hőalakítás felhasználása és fröccsöntött hordozók (A)  
*Schwarz, L.—Burgess, R. (D):* Vékony lemezek előállítására többrétegű NYÁK-hoz (A)  
*Hultsch, G. (D):* Fotorezisztok elektrosztatikus felvitele (A)  
*Herwig, W. (D):* Új fotorezisztok elektrosztatikus felvitelhez (A)  
*Crockett, R. N. (CH):* Új automatizált technológia a száraz-film forrasztási maszk processzálására hatékonyságának növelésére (A)  
*Virsik, P. K. (CH):* Folyékony forrasztási maszk automata processzálása (A)  
*Wachal, W. P. (USA):* Száraz filmreziiszt alkalmazása in-line processzálásban (A)

#### VDI Gyártástechnikai Társaság (ADB) konferenciája

Az elektronikai termékek struktúraváltása az SMD felhasználása következtében

*Feldmann, K. (D):* Az automata beültető rendszerek fejlődési trendjei a felületi szerelésre hatása (N)  
*Bärmonn, D. (D):* Gyártórendszer felületszerelt alkatrészek soros és szimultán beültetésére (N)  
*Rohm, R. (D):* SMD technológia — az alkatrészek automatikus beültetésének a helyes útja  
*Pollak, R. (D):* SMD tervezési szabályok a teljes gyártási folyamat figyelembevételével (N) K  
*Hartl, W. (D):* PIN—FRAME, chip-carrierek gazdaságos csoportosítása (N)  
*Friedrich, D. (D):* Alkatrészek beültetése áramköri lemezekre SMD-vel: koncepciók és berendezések (N)  
*Eggelaar, E. (D):* SMT integrálása az üzembe (N) K  
*Bianchi, M. (CH):* Beültetés és forrasztás megoldása az SMD technológia bevezetésével (N)  
*Booth, R. N.—Ongley, P. E. (GB):* Integrált kötegforrasztó rendszer, az in-line-nél jobb megoldás (A)  
*Grosse, C. (D):* Nyomatott áramköri lapok csoportosítása, mint az integrált gyártás kiinduló pontja (N)  
*Albert, K-H. (D):* Elektronikus alkatrészek gyártásellenőrzése és szabályozása (N)  
*Hoff, K. (D):* Kérdések és válaszok a rugalmas csoportosító rendszerek installációjának szervezéséről (N)

DGQ—ZVEI (Német Minőség Szövetség — Alkatrész szakszövetség)

Az SMD technológia minőségbiztosítása.

*Masing, W. (D):* Az SMD technológia minőségbiztosítása (N)

*Arimond, R. (D):* SMD specifikus áramköri layout (N)  
*Ebhard dt, E. (D):* SOT 23 tokozású diszkrét félvezetők minőségbiztosítása (N)  
*Schank, G. (NL):* SO tokozású integrált áramkörök megbízhatósági szempontjai (A) K  
*Bubbenheim, G. (D):* Minőségi szempontjai, hordozótokok kiértékelésének eredményei (N) K  
*Seiner, K. (D):* SMD típusú keramikus sokrétegű kapacitások minősége (N)  
*Coggius, R. (D):* Automatikus SMD csoportosítók követelményei (A)  
*Haarbosch, W. R. (NL):* Beültető berendezés és minőségi szempontjai (A)  
*Häussler, G.—Hieber, H. (D):* Nedves forrasztott kötések megbízhatósága (N)  
*Loth, H. (D):* SMD komponensek viselkedése a forrasztás során (N)

#### Elektronikus érzékelők és érzékelő rendszerek

*Obermeir, E. (D):* Elektronikus mérőérzékelők és kimenő oldali „intelligenciájuk” (N)  
*Schwaler, A. (D):* A folyamatmérés-technika szilárdtest érzékelői (N)  
*Seller, E.—Schumy, H. (D):* Intelligens elektronikus érzékelők mérésadatátvitelének szabványosításának és hitelesítésének aspektusai (N)  
*Kist, R. (D):* Száloptikai érzékelők és alkalmazásuk (N)  
*Germer, W. (D):* Szilíciumalapú nyomás és hőérzékelők nagyszorozatú gyártása (N)  
*Füller, H. (D):* Minőség és megbízhatóság biztosítása a járműipari diszkrét és integrált hibrid érzékelők előállításánál (N)  
*Ahlers, R. J. (D):* Intelligens képérzékelő rendszerek nagy és középszorozatú elektronikai gyártmányok automatikus megismeréséhez (N)  
*Raby, J.—Vanzetti, R. (USA):* Infravörös detektor rendszerek reflow forrasztáshoz és NYÁK kontaktusok ellenőrzéséhez (A)  
*Stamm, K.:* Autóipari szenzorok (N).

Az alábbiakban a vásár jellegzetes szakterületeiről számolunk be:

#### Alapanyagok

Az alapanyagokat bemutató nagyobb cégek száma tovább csökkent. Nem volt jelen például a korábban rendszeresen kiállító Monsanto Materials Research, Preusag.

Félvezető alapanyagokat a Wacker (D) és a Dynamit Nobel (I) állított ki. A Wacker szilícium-egy kristályos 125 mm átmérőjű, 35 kg-os, illetve 200 mm átmérőjű, 91 cm hosszú 54 kg-osak voltak. Ugyanők kiállítottak galliumarzenid és indiumfoszfát egy kristályokat is, mintegy 1 kg-os tömegben, meglehetősen egyenetlen átmérővel.

Szélesebb volt a köre a tiszta fémek szállítóinak. Elmaradhatatlan a Leybold-Heraeus (D), a Bakers (FL), a Degussa (D) és a Johnson Matthey (GB). Újként jelentkezett a Plansee (A). Valamennyien az elektronika fontos fémeket mutatták be: cirkon, kobalt,

króm, molibdén, niób, rénum, tantál, titán, volfram. Legnagyobb a választéka a porlasztásra szolgáló target fémeknek.

A korábbinál kevesebb cég — főként az Elektro Science Laboratories (USA), a Demetron (D) és az Engelhard (GB) — mutatott be a korábbinál szélesebb választékban hibrid áramkörök előállításához szükséges pasztákat, köztük polimer alapúakat.

Érdekes új alapanyag a Daniel Instruments (CH) kerámia bevonatú féme. A fém vas vagy alumínium lehet, erre a hőtágulási különbséget kiegyenlítő köztes réteget visznek fel, a kerámia pedig alumíniumoxid. Ára elég magas: 50×50 mm<sup>2</sup>-es darab 4 CHF-be kerül tízezres széria megrendelése esetén.

### Félvezető és vékonyréteg technológia

A két évvel ezelőtti mélypont után most ismét több félvezető technológiai kiállító jelentkezett. Közöttük legnagyobb szabású a Lasarray (USA) volt.

A gate-array-k (kapumátrixok) készítésének egyik fő gazdasági hátráltatója a szükséges maszkok drága mivolta. Ha kevés számú, azonos felépítésű végtermék keletkezik, gazdaságosabb lehet a vezetékvezés rajzolatát egyenként rajzolni a szeletre. Az említett vállalat ezt 2 μm átmérőjűre fókuszált lézersugárral valósítja meg, melynek haladási sebessége a szeleten 300 mm/s. A sugár mozgását olyan software vezérli, amely magába foglalja a layout-generálást, a logikai és az időtartománybeli szimulációt és a kézi chip mérési utasítását is.

A teljes gyártósor három — a kiállításon is bemutatott — konténerből áll, melyek összterfogata 7,5×5×3,6 m<sup>3</sup>. Egyes belső terek tisztasági osztálya 10 vagy 100, a mérőtéri 10 000. A technológiai berendezéseket a világpiac különböző szektoraiból szedték össze. Teljesítőképesség: 12 szelet (24 óra; egy szelet minimális átfutási ideje: 12,5 óra; 12 szeletes tétel átfutási ideje 36 óra. A napi chip-termelés több, mint 1000 lehet, 35% kihozatal mellett.

Csökcent a kapumátrix-tervező rendszerek száma; legerősebb talán a Mikron (D) kiállítása volt, ahol 3 μm-os, 1 fémréteges CMOS technológiával 336—2116 kapu bonyolultságot érnek el. Jövő tervük az 1,5 μm, 2 réteges technológia 2000—2000 kapura, illetve az ECL technológia 300—5000 kapura.

Vékonyréteg technikában legnagyobb szabású a CIT-Alcatel kiállítása volt. SCM 650 típusú berendezésük univerzális használhatóságú a fejlesztéstől a termelésig. Egyre többet tudnak a száraz kémiai megmunkáló berendezéseik is: a GIR—260 alkalmas reaktív ionmarásra éppúgy, mint planáris plazmamarásra. E berendezéseket egészítik ki a plazma-diagnosztizálók: a folyamat közben felszabaduló összetevők, illetve a végpontokat lehet velük nagy biztonsággal megfigyelni.

Számos félvezető szerelőgépet lehetett látni; legkomplettebb talán a Delvotec SA (CH) kiállítása volt kikötőgépekből: arany és alumínium huzalra egyaránt, illetve mikrokozott eszközökhöz.

### Szerelési eljárások

Bár a Productronica a szerelési eljárások igen nagy gazdagságát mutatta be, nem volt jellemző a nagysebességű számítástechnikai szerelvények és szerelő rendszerek bemutatása. Elszórtan egyes elemek voltak fellelhetők.

Kerámia chip-hordozókkal együttműködő nyomtatott huzalozású lapokkal szemben egyik fő követelmény a kerámiakéhoz illesztett hőtágulási tényező. Ilyen struktúrákat rézbevonatú invar alaplemezből és üveg-szövet vázú epoxigyantából hoznak létre. Az eddigi híradások szerint ennek kizárólag katonai alkalmazásai voltak a bonyolult technológia és a magas ár miatt. Most az első kidolgozó Texas-on kívül a nyugatnémet Schoeller — invar-réz és titán magú —, a svéd—dán Perstorp invar-réz magú lemezekkel jelentkezett. A terjedés tehát gyorsabb a vártnál. Kerámia hordozókat szinte nem is mutattak be. Egyetlen újdonság a Taiyo Yuden (Japán) alacsony hőmérsékleten kiégethető kerámiája, kompatibilis nem nemesfém fémezéssel (wolfram, molibdén). Részletesebb leírás még nincs.

A passzív SMC alkatrészeknek igen nagy a kínálata. Érdekes, hogy a nagytömörítésű szerelésre alkalmas aktív alkatrészeket, illetve szerelésüket csak a svájci Farco mutatta be. Gépsoruk egységként négyféle TAB technológiájú integrált áramkör beszerelésére képes. A chipok 35 mm-es filmszalagon kialakított fémezési rajzolatba ültetve érkeznek (a chipok felhelyezését és bekötését más Farco gépekkel lehet megoldani; ilyeneket a két évvel ezelőtti Productronicán mutattak be). A gép kivágja a szalagból a chipet és kivezetéseit és automatikus optikai illesztés után ráhelyezi a nyomtatott hordozó lapra. Passzív alkatrészek behelyezéséhez további (a helyszínen be nem mutatott) egységek szükségesek. A Farco gépek nagy precizitásukkal és feltehetően magas árakkal kifejezetten a professzionális számítástechnika és híradástechnika igényeit elégíthetik ki. A passzív alkatrészek papírszalagba rendezését a japán Pulp and Paper néhány gépe szemlél-tette.

Ebben a minőségi kategóriában szinte kizárólag az újraömlésztéses forrasztási technológiát használják. Ehhez használatos berendezésekből igen sokfélével lehetett látni. Ezek egyike az Electrovert (CDN), amely diffúz infravörös sugárral működő alagutat mutatott be; a hullámhosszat a bekötendő alkatrészek színétől független értékre állította be. A kész áramkör minősége és megbízhatósága szempontjából fontos és nem könnyű feladat a forrasztások minősítése: erre a célra az Amistart (USA) mutatott be szellemes eljárást. A vizsgálandó forrasztás helyét nagy energiájú lézersugárral rövid ideig (ms nagyságrendben) besugározzák, majd mérik a lehűlési görbét. Ez utóbbinak meg kell egyeznie az etalonként korábban vizsgált mintaforrasztás lehűlési görbéjével. Repedést, törést, hideg forrasztást állítólag igen jól ki lehet mutatni. A berendezés embargós. A kész áramkör esetleges hibáit vizuálisan jó határfokkal lehet felderíteni — ha van hozzá megfelelő eszköz. Ilyen célra készült a Zeiss vizsgáló rendszere. A szerelt panelt x—y irányban mozgatható, forgatható és billenthető tárgyasztalra lehet felerősíteni és sztereomikroszkóppal vagy színes monitoron lehet megfigyelni. A berendezés ára 60 000 DEM.

Végül megindult a fejlődés a tűs mérőadapterek területén is. 1—2 évvel ezelőtt még főként a dolog nehézségeiről cikkeztek; most sem lehetett még látni olyan berendezést, amely *tetszőleges* pontot elérne tapintó tűjével. A PTR Messtechnik (D) bemutatott olyan tűkaszorút, amelynek osztástávolsága 0,635 mm és például egy négyoldalas kivezetőrendszerű IC-carrier összes pontját eléri.

A minőségbiztosítás mérő, ellenőrző és automatizált berendezései

Általánossá váló tendencia a számítógéppel integrált gyártás (CIM=Computer Integrated Manufacturing). Az új VLSI chipok és a mikroszámítógépek, nagygépek és lokális hálózatok lehetővé teszik a növekvő ütemű gyártást és termelékenységet. A CIM-et fázisról fázisra vezetik be, és alapját a rendszerbe integrálható berendezések képezik. Kulcsa azonban a szoftver és lokális összekapcsoló és koordináló hálózatok.

Kiemelkedők ebben a vonatkozásban a MARCONI (UK) Trinet hálózata és a hozzátartozó CADlink szoftver, a Teradyne (USA) Teranet hálózata és a GenRad (USA) hálózata. Egyre feltűnőbb azonban mennyire nem látszik közeledés az egyes hálózatok és szoftverek kompatibilitása tekintetében.

A CIM természetesen a tervezés, gyártás és automatizálás valamennyi fázisát magába foglalja, beleértve a minőségellenőrzést, költségellenőrzést és értékesítést, mindezt egyetlen elosztott számítógéppel vezérelt adathálózatban. A modularitás és az eddig is létező adatbázisok integrálása lényeges követelmény. A kiállítás valamennyi felsorolt fázis berendezéseiből és szoftvereiből is jelentős skálát vonultatott fel. A rohamosan szaporodó kis tervező állomások mellett CAD tekintetében feltétlenül megemlítendő a GenRad HILO—3 logikai szimulációs rendszere, a High Performance Design Tools központi része. Ennek fő értéke az eszközök széles modellskálája. A kereskedelmi változat több mint 3000 modellt tartalmaz, amely gate-level és timing szinten az alapvető TTL kapuktól a komplex mikroprocesszor családokig terjed.

A tervezőrendszer alapja a Silvar Lisco (USA) cég SL 2000 programrendszer, melyhez tesztelhetőség vizsgálat (HITAP) és tesztprogram-generáló (HIPOST) programok csatlakoznak. A rendszer MINI—VAX-on futtatható.

A cég különleges újdonsága a HICHIP hardver modellező rendszer, amely fizikai mérésekkel meghatározza a chip jellemzőit a HILO áramköri modelljei

számára. A rendszer teljesítőképességét jellemzi, hogy 68 000 mikroprocesszor modellezésére is alkalmas.

A VLSI szintű tesztelés két jellemző berendezése a Teradyne J967 és a GenRad GR18. Előbbi MOS és bipolaris analízisre egyaránt alkalmas, 192 csatornán, 60 MHz ütemfrekvenciával. 36 szignálgenerátor állítja elő a vizsgálójeleket, valamint a TERACODE teszt-sorozat generátor. Operációs rendszere UNIX.

Utóbbi 2 tesztmérőn összesen 288 pin vizsgálatra alkalmas, tetszés szerinti technológiára, 40 MHz teszt-frekvenciával, 125 ps feloldással, 1 ns-nél kisebb pontossággal. PDP 11/44 számítógéppel dolgozik RSX—11 M operációs rendszerben, Pascal nyelven programozva.

Az SMD technika térhódításával az in-circuit teszt — amelyik jelenleg uralkodó — nehezebbé válik, nő a funkcionális tesztelés jelentősége. A kiállításon már látható volt funkcionális SMD tesztelő handler.

Az elektronikus (LSI és VLSI) eszközök előállításának költségének a mérések az elmúlt években 5—10%-át tették ki. Ma az áramkörök bonyolultságának növekedésével ez a hányad eléri a 45%-ot. 1984-ben a mérő és ellenőrző eszközök világszáma 20%-kal nőtt és elérte a 6,7 milliárd \$-t. 1985-re további növekedéssel 7,9 milliárd \$ forgalmat várnak. Ebből az automatikus eszközök mintegy 1,7 milliárd \$-t tesznek ki. Nem valószínű azonban, hogy a jelenlegi túltermelés mellett tartani tudják az 1988-ra 4 milliárd feletti részesedést jósoló ütemet.

Néhány a fejlesztést szolgáló speciális eszköz

Kontron (D) SEM—IPS rendszere elektromikroszkópok és röntgenanalízis képfeldolgozására. A rendszer az úrfelvételek feldolgozásának tapasztalatait hasznosítja 12 bites  $4096 \times 4096$  képpont feloldású feldolgozásával. Különlegesen alkalmas ötvözetek, elegyek tulajdonságainak feldolgozására.

Seiko (J) röntgensugaras lumineszcens analízátora, amely 0,1 mm átmérőjű röntgensugárral létrehozott másodlagos sugárzást vizsgál. Az utólagos számítógépes feldolgozás lehetővé teszi például egyes nyomtatott áramköri huzalok vastagság vagy összetétel változásának nagy felbontású analízisét.

Dr. Ambrózy András

BME Elektronikai Technológiai Tanszék

Dr. Zombory László

BME Elméleti Villamosság-tan Tanszék