

Az elektronika termelőberendezéseinek kétévenkénti szakkiállítását, a Productronicát 1983-ban ötödik alkalommal rendezték meg. Bár ezt a területet Európában és a tengerentúlon is több hasonló kiállítás is lefedi, a Productronica jelentősége nem csökken. Mutatja ezt az is, hogy a kiállítók száma az előző kiállításához képest 904-ről 1151-re (27%), a kiállítás területe pedig 56 000 m²-ről 70 000 m²-re nőtt (25%). A kiállítók 24 országot képviseltek, amelyek közül három: Franciaország, Nagy-Britannia és az USA hivatalos nemzeti anyaggal is szerepelt a kiállítók között. A szocialista országokat Csehszlovákia, az NDK és a Szovjetunió egy-egy külkereskedelmi cége mellett a magyar szinesfém-félgártmányokat kiállító Pannónia Külkereskedelmi Vállalat (Csepeli Vas- és Fémművek) képviselte.

Már a korábbi kiállításokon is szembeűnt, hogy milyen sok (az NSZK-ban) külföldi céget képviselnek NSZK-közvetítők. Ez a tendencia idén tovább erősödött, közel 300 külföldi céget képviseltek közvetítők. Egy másik erősödő tendencia, amelynek lehetséges okaira még visszatérünk, hogy az élenjáró technológiák képviselői, a nagy tengerentúli (USA és Japán) cégek egyre kevésbé képviseltetik magukat a kiállításon. A kiállítók számának a növekedése egyre inkább a kis vállalatok megjelenésének köszönhető.

A rendezők öt nagy csoportba osztották a kiállítókat (zárójelben az adott terület kiállítóinak száma).

A) Szilárdtest-eszközök és hibridáramkörök alapanyagai és gyártóberendezései (252)

B) Nyomtatott áramköri lapok gyártóberendezései és segédanyagai (328)

C) Részegység és berendezésgyártás eszközei és anyagai

D) Elektronikus eszközök tokozása, üzemi berendezések, tekercseléstechnológia (C+D=416)

E) Mérő és ellenőrző berendezések (155)

Az eddigi gyakorlattal egyezően a fenti témakörből a kiállítással párhuzamosan szakszemináriumokat és kerekasztal-megbeszéléseket rendeztek. (Megjegyzésre kívánkozik, hogy ezeken a részvételi költség sokszorosa a kiállítás belépődíjának.) Csak kiragadva néhány szekció témáját: technikai-közgazdasági szempontok a szilárdtest-technológia anyagainak megválasztásában; NYÁK készítés gazdaságossága, önköltségek csökkentése; elektronikus alkatrészek tokozásának új technológiai megközelítése; szaloptika a folyamatok automatizálásában.

A látottak részletes értékelésekor előre kell bocsátani, hogy a kiállítás *kereskedelmi jellegű*. A kiállító

cégek nem a fejlesztés alatt álló csúcsteljesítményeket kívánják bemutatni (ha mégis így tesznek, azt elsősorban reklámcélokból teszik), hanem azokat a termékeiket, amelyeket a piacon — az adott esetben Nyugat-Európa piacán — értékesíteni tudnak és kívánnak. Így tehát ez a vásár elsősorban a kereskedelmi trendekről tájékoztat és csak másodsorban, közvetve a fejlődés fő irányairól.

A legfontosabb tapasztalatokat az alábbiakban összegezzük.

Az *alapanyagok* kiállítóinak száma csökkent. A jelentős gyártók közül hiányzott az NSZK-beli Preussag és a brit Metals Research. A Si egykristály jelenlegi maximális átmérője 8" (203 mm), ezt a Wacker és a Monsanto egyaránt kínálja. A fejlődés várható iránya nem az átmérő további növelése, hanem a paraméterek javítása, szórásuk csökkentése.

A GaAs iránti kereslet hullámzó, jelenleg növekedőben van, de távlatilag sem haladja meg a Si iránti kereslet 8–10%-át. A gyártók jelenlegi legfőbb korlátja a Ga készlet szűkössége!

Újdonság a Heraeus alumíniumnitrid kerámiája. Hővezető-képessége megközelíti a berillium-oxidét, ugyanakkor — azzal ellentétben — nem mérgező. Szilárdsági adatai kevéssel rosszabbak az Al₂O₃-énál. Ára viszonylag magas, alkalmazása valószínűleg extrém teljesítménysűrűségű helyeken várható.

Hibrid vastagréteg paszták fejlődésére az egyre összetettebb pasztarendszerek kialakulása, a nem nemesfém alapú paszták fejlődése és a polimer kötőanyagú paszták megjelenése jellemző.

A *félvezető eszközök technológiájában* az USA és Japán messze megelőzik a többi országot. Ezen a területen azonban igen kevés kiállítójuk szerepelt, így a kiállítást nem lehet a félvezető technológia reprezentánsának tekinteni.

Mielőtt a látottak analizésére térnénk, érdemes foglalkozni a távolmaradás okával. Bár egyértelmű választ találni nehéz, a legáltalánosabb vélemények szerint a technológiai berendezések területén az élenjáró hazai piac leköti a kínálatot és nem fűződik érdek a távoli területeken történő értékesítéshez.

Visszatérve a berendezésekre: a litográfia területén még vezet az optikai sáv. Egyre szélesebb az ultravioleta sáv felhasználását lehetővé tevő berendezések választéka (pl. Kari Süss [NSZK] gyakorlatilag teljes UV litográfia sort kínál).

A kiállítás tükrözte a direkt elektronsugaras eljárás iránti érdeklődés csökkenését. A Perkin-Elmer (USA) csupán prospektusokkal ismertette a már több mint egy éve bevezetett MEBES II. rendszerét,

de nem ajánlotta ennek az irodalomból ismert III. típusjelű változatát. Várhatóan a röntgensugaras litográfia lesz a nagy felbontóképességű eljárás, de az igények jelenleg még nem követhetők, ilyen berendezést ki sem állítottak. Ugyanakkor többen is kínáltak ionsugaras megmunkálást 50 nm felbontóképességgel.

Viszonylag gazdag volt a száraz kémiai (plazmás) maró berendezések választéka (mintegy 20 cég). Valamivel kevesebb, de nem elhanyagolható mennyiségű plazmás leválasztó is látható volt. Ezeknek különösen gazdag volt az idén a fém-target választéka.

Említésre kívánczik az a több helyen is hangsúlyozott tény, hogy a magas szintű új technológiák mellett változatlanul él és működik a fém-gates PMOS technológia, mivel viszonylag nagy feszültségeket tud kezelni és olcsó. Így a display meghajtó áramkörökben még belátható ideig szerepelnek ilyen technológiával készült áramkörök.

Feltűnően szűk volt a *tervezőrendszerek* kínálata. Mindössze féltucat cég kínált huzalozástervezést és csupán kettő gate-array, ill. cellás tervezést. Ennek fő oka a fent már elmondottakon kívül az lehet, hogy ugyanebben a vásárvárosban kévéssel a Productronica előtt rendezték meg a System 83 kiállítást, amelynek profiljába a tervező software-hardware konfigurációk is beletartoztak, és ahol — információink szerint — bővebben szerepeltek.

A *hibrid integrált áramkörök* felhasználásának növekvő üteme továbbra is fennáll. Ennek megfelelően technológiájuk is jelentős súllyal szerepelt a kiállításon. A látottak szerint a műveletek automatizálása van soron, számtalan olyan alkatrész kapható, amelyik automatikusan ültethető be. Ez egybeesik egy több helyen jelentkező fő tendenciával: minimálisra csökkenteni az élömunka arányát, elsősorban a hibák csökkentése, a kihozatal növelése érdekében.

A *nyomatott huzalozások* technológiája területén nincsen forradalmi újdonság. Itt is megfigyelhető a más területeken is érvényesülő kettős tendencia. Igen sok vállalat tudja ugyanazt a terméket előállítani a néhány évvel ezelőtti csúcshívonalon, és a műveletek automatizálása a csökkenő hibaszázalék mellett jelentősen megnöveli a termelékenységet.

A rézfóliák vastagságának csökkentéseivel egyre finomabb rajzolatokat tudnak előállítani. Erőteljesen fokozódik a több rétegű áramkörök fogyasztása és így fejlődik a technológiai kínálat is. Egyre növekvő méretű préseket készítenek, amelyekbe az eredeti alapanyagból 10–20 réteg helyezhető el. Egy gyártó a chip-carrierekhez illeszthető hajlékony nyomatott huzalozású alapelemt is bemutatott.

A NYÁK lapok megmunkáló berendezéseinek automatizáltsága is jelentős mértékben emelkedett a két évvel ezelőtti bemutatóhoz képest. Az egyes munkafázisokból és helyenként a közöttük történő szállításhoz is az emberi munka ki van zárva. A furat ellenőrzésére példa az optikai alakfelismerő programmal történő ellenőrzés (Advanced, Controls, USA, WEGU-Messtechnik, NSZK) 2–3 μm felbontóképességgel, több ezer furat/óra mérési sebességgel, automatikus statisztikus hibaanalízissel.

A *szerelelőkészítés és szerelés* területén a legszembetűnőbb az automatizálás ugrásszerű előretörése.

Az alkatrészeket előrendező és rendezetten tároló, szállító berendezésektől az alkatrészlábakat vágó, hajlító, huzalvágó, kötegelő, bandázsoló berendezéseken keresztül a hibrid és NYÁK beültető robotokig a legkülönbözőbb funkciójú és kapacitású berendezésekkel igen nagyszámú cég jelentkezett. A robottechnika az elektronikai szerelés területén minden valószínűség szerint frontáttörés előtt áll.

Több tucat cég jelentkezett különböző típusú, olykor modulárisan bővíthető szerelő robotjaival. Viszonylag szerény (néhányszor tíz alkatrészfajta és néhány ezer db/óra) nagyságrendtől — Philips—Volvo, Mimot (NSZK) — és az igen nagy teljesítményű kb. kétszáz alkatrészfajta, több tízezer db/óra — Panasonic, TDK (Japán) — valamennyi szint és valamennyi filozófia (szabadságfokok, mozgatási és forgatási lehetőségek stb.) megtalálhatók a piacon. Rohamos felhasználással kölcsönhatásban nő a felületre fektethető lapos alkatrészek választéka. A diszkrét eszközök tekintélyes választéka elérhető SOT tokokban. A passzív alkatrészek között megjelent a chip formátumú induktivitás is 0,1... 1000 μH tartományban. Kisebb az IC-k lapos tokozású választéka, de feltehetően ez is növekedni fog.

Ugyanakkor nem csökken az egyedi kéziszerszámok kínálata, sőt az egyre nagyobb értéket képviselő szerelt lapok tesztelés utáni javítása növekvő mértékben igényli az egyedi kismunkahelyek felszerelését.

A mérés, ellenőrzés területére fokozottan érvényes, hogy az emberi tevékenységet a minimumra korlátozzák. Úgyszólván a terület egészére jellemző a mikroprocesszoros, de még inkább mikrogépes technikák mindent átfogó elterjedése. Ez software segítségével igen nagy flexibilitást tesz lehetővé, megnöveli a mérési sebességet és automatikus adatfeldolgozást, statisztikai kiértékelést, hibaanalízist biztosít.

Az IC-k gyártásközi ellenőrzésére viszonylag kevés példát mutatott a kiállítás. Meglepően gazdag volt viszont a kínálat a szeletek, illetve a kész tokozatlan és tokozott IC-k legkülönbözőbb fizikai elveken alapuló vizsgáloberendezéseiben. A kétségtelen sztár a Leitz (NSZK) akusztikus mikroszkópja, amely miniatűr ultrahangos akusztikai impulzusradar. Az eszköz a mélységi hibák felderítésére alkalmas. Kilépett a laboratóriumból az Auger és a mélysztintű tranziens spektroszkóp, a szórt elektronnalábbal működő vizsgálat, a röntgenmikroszkóp és a termikus fényképezés.

Az IC és szerelt részegység mérő és ellenőrző automatákra a teljes mérési skálán (IC teszt, in-circuit és funkcionális teszt, burn-in) a sebesség növekedése (50, sőt 100 MHz) mérési frekvencia, 40 IC/sec és a mérőpontok számának megnövekedése (256 pin) a jellemző. A két éve csúcsteljesítménynek számító 20 MHz, 100 pin értékeket több cég is megbízhatóan szállítja. Ezen a területén az USA kínálata kevésbé visszafogott, bár a legújabb berendezéseit nem kínálja, és így a vezető USA- és európai cégek nyújtotta kínálat lényegében azonos.

Általános a mérő-ellenőrző berendezések IEC vagy IEEE busz-kompatibilitása, ami lehetővé teszi egyrészt a felhasználás igényeinek optimálisan megfelelő konfiguráció kialakítását, másrészt a központi mérés-

adatgyűjtést. Ugyanezt szolgálja a berendezések erőteljes modularitása.

Élesen ellentétben áll ezzel a software helyzete. Nyilvánvalóan egy szabványosított tesztprogram vagy transzportábilis software csomagok lennének kívánatosak — azonban ezek nem léteznek. Minden egyes mérőeszközcsaládra a gyártó kifejleszti (vagy fejleszteti) a saját programcsomagját, amelyek rendszerint Basic vagy Pascal alapúak, könnyen használhatók — de nem kompatibilisek.

Összefoglalva a látottakat, hadd emeljük ki ismét a fő tendenciákat:

— az elektronikai gyártás egészére jellemző az élömunka arányának a lehető legkisebb csökkentése és ezzel párhuzamosan a mikroszámítógépek és szerelő robotok felhasználásának rohamos növekedése;

— a technológia a legtöbb területen telítődési tendenciákat mutat, ezzel egyidejűleg növekszik a kínálat a lényegében azonos technológiai színvonalat megvalósító berendezésekből;

— valószínűleg a belső piac átrendeződése folytán a legnagyobb USA- és japán cégek egyre kevésbé érdekeltek technológiai berendezések európai eladásában.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton is köszönetet mondanak mindazoknak, akikkel a kiállításon és utána folytatott beszélgetéseik során egyes észrevételek kikristályosodtak, így elsősorban dr. Szabó Pálnénak, Göblös Jánosnak, Hajdú Lászlónak és Hartai Andrásnak.

Dr. Ambrózy András

BME Elektronikai Technológia Tanszék

Dr. Zombory László

BME Elméleti Villamosságtan Tanszék