

Tájékoztató a SEMICON/Európa 1975 kiállításról és kongresszusról, Zürich 1975. XI. 2—5.

Az elmúlt 5 évben az USA-ban évente nagy sikerrel megrendezésre került SEMICON bemutatót először rendezték Európában, november 3—5. között. A félvezetőipar legjelentősebb kiállításának és kongresszusának szervezését most hatodszor is a SEMI (Semiconductor Equipment and Materials Institute), az amerikai félvezetőgyártók kereskedelmi, tudományos egyesülése vállalta. A bemutató helye Zürichben a Züspa kiállítási központ volt.

A tudományos ülés elnöke dr. Sheldon Weing, a Materials Research Corp. elnöke volt. A háromnapos kongresszus első napjának előadásán foglalkoztak a félvezetők „történelmével” a megjelenéstől a hetvenes évekig, műszaki és gazdasági szempontok alapján. Széles teret kapott az új technológiák és a hozzájuk fűzött remények ismertetése.

A második napon az USA félvezetőiparáról és világszertei helyzetéről, a harmadik napon Európa félvezetőiparáról volt szó. Az előadók között olyan nemzetközi szaktekintélyek szerepeltek, mint dr. TOOMBA a Texas Instruments műszaki igazgatója, dr. HOGAN a Fairchild elnökhelyettese, Mr. LEPSELTER a Bell Telephone Laboratories igazgatója, a Motorola, az Intel, a Rockwell, a General Electric és más jelentős cégek vezetői. Az előadások anyaga angol, ill. német nyelven a VT RT Közgazdasági Osztályán megtalálható.

Nagy volt az érdeklődés a kereszttal-beszélgetés iránt, amely világméretű szabványokkal, a szilikon alapú berendezések standardizálásával, a jelenlegi eredmények analízisével foglalkozott.

A kiállítók listáján 60 amerikai, 42 európai és 2 ázsiai cég szerepelt. A kiállításon láthattuk a legújabb technológiai berendezéseket, alapanyagokat és ellenőrző eszközöket.

A világ majdnem minden tájáról összesereglett szakemberek nagy érdeklődéssel fogadták a különböző félvezető alapanyag-megmunkáló berendezéseket, hővezető kamrákat, IC szortírozókat, összehasonlító és vizuális vizsgáló berendezéseket, szilícium polirozó, raszterező és daraboló berendezéseket, maszkoló és más gépeket.

A 2—3 ezer látogató között európai és amerikai szakemberek mellett Japánból, Indiából és a Fülöp-szigetektől érkezett szakemberek is voltak. A szocialista országokat a Szovjetunió, Lengyelország és Magyarország képviselte. A Szovjetunióból az Elektronikai Minisztérium, magyar részről a HIKI, a KFKI és az Egyesült Izzó vett részt.

Félvezetők gyártási technológiái

Az egyes technológiák ismertetése:

Bipoláris TTL (Transistor-to-Transistor Logic)

Az elektronikai ipar rendkívül dinamikus fejlődésének egyik fordulópontja volt az integrált áramkörök megjelenése a 60-as évek elején. Az első integrált áramköröket még kizárólag hadászati célra használták. Kezdetben a Fairchild és a Texas Instruments emelkedett ki RTL, RCTL, majd később DTL áramkörökkel. Óriási konkurrenciaharc bontakozott ki, amelynek egyértelműen az iparág látta hasznát. Az éles harc következménye az egyre korszerűbb eszközök megjelenése, egyre alacsonyabb áron.

Az integrált áramkörök fejlődésének jelentős fordulópontja volt az 1964-es esztendő. Korábban egy digitális integrált alapáramkörnek 50 \$ körüli ára volt, míg 1964-ben a Fairchild 2,6—6,5 \$ közötti reklámáron dobta piacra nagy területen. Elképzelhető, hogy ez milyen forradalmi hatást gyakorolt az ipari felhasználásra és milyen drámai helyzetet teremtett a konkurencia számára. A korábban egyeduralgkódó katonai felhasználás mellett egyre erőteljesebben terjedtek az ipari alkalmazások. A következő táblázat bemutatja, hogy az USA összes integrált áramköreinek hány százalékát használta fel a hadiipar:

1962	100 %
1964	85 %
1966	53 %
1968	37 %

Frisebb adat sajnos nem áll rendelkezésre, de ez a szám 1975-ben hozzávetőlegesen 20—25% körül mozog. A csökkenő tendencia nem jelent abszolút csökkenést, abszolút értékben a hadiipar IC felhasználása jelentősen nő. A fenti számok csupán az ipari alkalmazások fantasztikus növekedésére utalnak.

1965—66-ban a Texas Instruments kifejlesztette és piacra dobta TTL családját. Ennek óriási sikere nemcsak kompenzálta a Fairchild előnyét, hanem hosszú évekre biztosította a Texas számára a vezető pozíciót. A Texas TTL áramkörei nagyon sokáig a számítógépfelvezetők munkájának alapjául szolgáltak, olyannyira, hogy a Texas mögött felsorakozó egyre több alkatrészgyártó cég is az ő termékeik analógiáit gyártotta.

MOS (Metal-Oxide Silicon)

1970-ben a nagyfokú integráltság igénye megérlelte a MOS technológiáját és ezzel megkezdődött az LSI korszak (Large Scale Integration — magas integráltsági fok). A MOS rendkívüli népszerűségét különleges integrálhatóságának köszönheti. Amíg a hagyományos bipoláris áramköröknél egy chipre 2,5—5 ezer elem integrálható, addig a MOS áramköröknél 10—50 ezer elemes alkatrészűrsűrűsége tartanak jelenleg. A MOS az integrált elektronika sok területén használható; a hagyományos áramköröknél, logikáknál, beíró, kiolvasó áramköröknél, olvasóerősítőknél éppúgy, mint a fix és programozható memória-áramköröknél, vagy a mikroprocesszoroknál. A MOS tette lehetővé a mikroprocesszorok megjelenését, amelyek jelentőségével a későbbiekben foglalkozom.

Kezdetben „P”-csatornás, majd „N”-csatornás MOS tranzistorokat használtak. Az N—MOS a P—MOS-hez képest 15—20%-os méretcsökkenést jelent. Az N—MOS, mint tárolóelem 30—50 százalékkal gyorsabb és olcsóbb (0,15—0,30 cent/bit). Mint minden technológia, ez is állandó változáson, fejlődésen ment keresztül. Két komplementer szimmetriájú MOS tranzistor összekapcsolásából létrejött a C—MOS, melynek előnye a további méretcsökkenés mellett a kis teljesítmény diszippáció és a kedvezőbb zajérzékenység.

A MOS eszközök egyik változata a DSA—ED—MOS. A Nippon Electric Company kísérletezik a gyártással. Az új módszer segítségével sikerült egy nagysebességű LSI logikát kifejleszteni, amelyet gyártól nem egyszerűséggel a „legjobb LSI” logikának neveznek. Tény az, hogy az ilyen típusú áramköröket könnyen és nagy mennyiségben lehet gyártani, paramétereik kiválóak, 0,6 ns késleltetés/kapu.

A MOS másik változata a fémoxid-nitrid félvezető, az MNOS. Ezt általában tárolóelemnek használják, RAM-nál, ROM-nál, diszkekknél. Előnye a kis térfogat, a parazita érzéketlenség, a nagy stabilitás és a lényegesen kevesebb érintkezési pont (forrasztás).

A MOS ma már nemcsak konkurenciát jelent a bipoláris technológiának, de sokak véleménye szerint már egyértelmű győzelmet aratott. Jövője mindenesetre biztosítottnak látszik, hiszen a mikroprocesszorok és a MOS memóriák iránt óriási a kereslet. Az anyagkutatás és az eszközökvitelzés területén is biztos a haladás.

I²L (Integratéd Injection Logic)

A MOS megjelenésével sokan a hagyományos bipoláris félvezetők fokozatos eltűnését jósolták. Tény az, hogy a MOS technológia különlegesen magas integráltsági fok elérését teszi lehetővé, a bipoláris félvezetők teljes háttérbeszórulásáról azonban szó sincs, hiszen a Schottky diódás gyorsított TTL és az integrált injektációs logika (I²L, vagy IIL) megjelenése arra utal, hogy a bipoláris áramkörök versenyre kelhetnek a MOS félvezetőkkel, úgy az alkatrészűrsűrűség, mint a teljesítmény szempontjából. Az I²L áramköröket már széles körben használják a mikroprocesszoroknál, lineáris vezérlőrendszerek-nél és egyéb területeken. Az új logikának sokan nagy jelentőséget tulajdonítanak és elsősorban a Texas Instruments távlati terveiben kap jelentős szerepet.

Az elektronikai ipar rendkívül dinamikus fejlődésében egy technológia sem tud sokáig fennmaradni, ha nem törekszik folyamatos újításra. A bipoláris technológia továbbfejlesztésére is rengeteg próbálkozás történt, pl. SFL (Substrate Fed Logic); C³L (Complementary Constant Current Logic); EFL (Emitter Follower Logic), a legsikeresebb mégis az I²L.

Annak alátámasztására, hogy a bipoláris technológiák elparentálása még korai, a következő adatok szolgálnak. 1980-ra az összes félvezető világpiaci forgalma 7 mrd \$ körül lesz, ebből kb. 37% (2,3 mrd \$) az integrált bipoláris technológiával készült félvezetők részaránya. Az Integrált bipoláris technológia területén évi 20%-os növekedésre lehet számítani. Ennek okai: a széles felhasználhatóság (a széles hőmérsékleti skála miatt a fő megrendelő a hadiipar); a folyamatos technológiai haladás (egyidejű árcsökkenés és minőségjavulás); az elektronikus funkciók \$-érték növekedése.

SOS (Silicon-on-Sapphire)

Több cég „új eszköz, új anyag” címszó alatt új alapanyagokkal kísérletezik, több-kevesebb sikerrel. Sűrűn érkeznek a szenzációs hírek egy-egy új technológia, új alapanyag születéséről, de mire a tömeggyártásra kerülne sor, az elmélet gyakran megbukik. Hasonlóan szenzációs volt az SOS megjelenése, de ma már a vélemények nagyon megoszlanak róla. Egyesek fényes jövőt jósolnak neki és az SOS/C-MOS struktúrát tartják az ideális félvezető struktúrának. Mások a SOS kudarcáról beszélnek, mivel a nagyszorozatú gyártást nem látják megoldhatónak. Tény az, hogy az ilyen típusú áramkörök gyártásához új technológiai berendezéseket kell alkalmazni, mint például az ion implantációnál (nagy energiájú ionok „belsővése” a félvezető felületbe). Az ilyen berendezések nagyon növelik a költségeket, de az is igaz, hogy már most lehetséges szuper-nagysebességű, kis áramfelvételű LSI logikákat (2 ns/kapu terjedési késleltetés, 0,2 mWatt/kapu veszteség), és gyors tárolókat (100 ns RAM) felépíteni. A fejlesztéssel elsősorban a Rockwell, az Inselek és az RCA foglalkozik.

CCD (Charge Coupled Device)

A töltésvezérlésű félvezetők, a CCD-k megjelenése jelentős fordulópont az elektronikában. 1970-ben a Bell Laboratories-ben kezdődött a fejlesztés, de a tervezés, kísérletezés és a tömegtermelés közti szokásos 5–6 év miatt lényegében csak most fog betörni az elektronikai iparba. Ez a betörés frontálisnak tekinthető. Bár az elektronikai eszközök nem minden típusa állítható elő a korszerű mikroelektronika segítségével, mégis bátran állíthatjuk, hogy alig találunk olyan elektronikus készüléket, ahol a CCD-k nem használhatóak. Főbb felhasználási területek: memóriák, késleltető művonalak, szűrők, képrögzítés stb.

Bár a hagyományos CCD kitűnően használható tárolásra és jelfeldolgozásra, de a számítógép központi RAM-jába alkalmatlan. A Mullard Research Laboratories a CCD olyan változatát alakította ki, amely pótolja ezt a hiányosságot is. A Mullard szakemberei FET (Field Effect Transistor) réteg felvitelét javasolják az alapstruktúrára, amely lehetővé teszi a véletlen elérést (minden bit külön címezhető). Az új technológia mindenható alkalmas, ahol minden elem elérése a követelmény. A CCD—FET sajátossága, hogy tranzisztor-kapukat használ az alumínium elektróda rétegre illesztve. Amellett, hogy az analóg feldolgozásban egyenértékű más CCD-vel, használható késleltető művonalakban, jelfeldolgozóokban, NDRO (visszáírást nem igénylő kiolvasás) típusú tárolókban,

Molekuláris elektronika

Érdekes fejtegetést hallhattunk a molekuláris elektronikáról. 1958-ben, az első integrált áramkörök tervezésével egy időben dr. George Sziklai előterjesztette merész és újszerű elméletét, mely szerint az elektronika jövője a molekulák világába vezet. Az elmélet alapja a dr. Von Hippel által kifejlesztett és az 1950-es évek elején publikált molekuláris fizika. A molekuláris elektronika akkoriban még megmaradt a tudományos konferenciák szintjén és megfelelő ipari alap hiányában fokozatosan háttérbe szorult.

A CCD sikerével párhuzamosan ez az elmélet nagy jelentőséget kaphat. Ennek oka, hogy a CCD már nem áramköri elven

alapul, tehát nem elkülöníthető részekből áll, több áramkör együttes tulajdonságát viseli. A CCD az első lépés a molekuláris elektronika felé.

A molekuláris áramkörök felépítése alapvető fizikai kölcsönhatásokon fog alapulni és 1 mikronos átmérőjű elemeket fog tartalmazni. Egy memóriaelem 10⁶–10⁸ bit információt fog tárolni, a processzor 10⁸ bit/s adatátvitelre lesz képes és a költségek 10⁻⁸–10⁻⁴ (l) cent/bit körül fognak mozogni.

Integrált áramkörök tervezése

Az integrált áramkör olyan összetett szerkezet, amely több tízezer szét nem szedhető és nem javítható elemből áll, és így egységes félvezető szerkezetnek tekinthető. A méretek és a bonyolultsági fok miatt a sikeres tervezés és gyártás elképzelhetetlen elektronikus számítógép segítségével nélkül.

Az elektronikai fejlődés akadályai a véges terjedési sebesség és a Joule-hatás következtében fellépő felmelegedés. Az elsőből következik, hogy az elektronikus információ átvitele egyik pontról a másikra, bizonyos időt vesz igénybe. Ennek a hőtől való csökkenésére egyetlen lehetőség adódik, a dimenziók csökkentése. De ha a dimenzió túl kicsi, a keletkező hő nehezebben távozik, felhalmozódik és megrongálja az áramkört. Ezt a jelenséget az áram csökkentésével lehet elkerülni. A MOS-nál az áram változásait egy félvezető feszültsége változtatja. A félvezető áram vékony oxidréteg különíti el a szilíciumtól. Ennek segítségével a MOS-nál egyesül a nagy sebesség (kis dimenzió) és a kis teljesítményfelvétel (hőkeletkezés).

A legmunkaigényesebb számítás az IC-k optimalizálása. Ez azt jelenti, hogy adott áramköri paraméterrendszerrel igyekeznek elérni a fizikai szerkezet változtatásával. Figyelembe véve, hogy az optimalizálás folyamán esetenként 250 ezer koordinátapontot kell megvizsgálni, megállapíthatjuk, hogy az integrált áramkörök tervezése számítógép nélkül lehetetlen volna.

Technológiai előrejelzés

Az új technológiák és azok változatai annyira gyakran váltják egymást, annyira dinamikus a fejlődés, hogy rendkívül kockázatos bármiféle jóslásba bocsátkozni.

1970-ben még a bipoláris TTL egyeduralmodó volt, de a P—MOS megjelenése már előre jelezte a változás irányát. 1974-ben az integrált áramkörök világpiacán a P—MOS részaránya már 40% volt a bipoláris TTL 35%-ával szemben. A többi százalékon az ECL és a C—MOS osztozott. 1975-ben megjelent a piacon az N—MOS és a SOS, helyenként találkozhatunk a CCD és az I²L technológiákkal. A két utóbbi technológia széria alkalmazása 1977-re várható.

Amerikai szakemberek 1980-ra a következő óvatos becslést adják:

N—MOS	28%
TTL	18%
P—MOS	12%
ECL	10%
SOS	6%
I ² L	4%
C—MOS	3%
CCD	3%

Mikroszámítógépek

Mikroprocesszorok

„Mikroprocesszor: új számítógép-forradalom!” „Forradalom az elektronikában!” „A mikroprocesszor új fejezet a számítástechnikában!” Ilyen és ehhez hasonló jelszavakkal és címekkel találkozhatunk mindenfelé.

Az egy — vagy néhány — IC chipen megvalósított számítógép központi egység megjelenését a MOS alapozta meg. A MOS technológiával egy időben 1969–70-ben fejlesztették ki és 1971-ben a piacon is megjelent az első mikroprocesszor, az Intel 4004. Ennek a P—MOS mikroprocesszornak még csak 4 bites szóhossza volt. Az Intel után rövidesen több cég észrevette a mikroprocesszor távlatait és hasonló 4 bites P—MOS eszközöket hoztak forgalomba. Ilyen például a Na-

tional Semiconductor IMP/4-ese, a Rockwell International PPS—4-ese, illetve a Fairchild PPS—25-öse.

Az Intel, vezető pozíciója megtartására, piacra dobta 4004-es javított változatát, a 4040-est, majd 1972-ben a 8 bites Intel 8008-at. A válasz nem sokat késett, hamarosan megjelent a National IMP/8, a Rockwell PPS—8, a Fairchild F8, illetve a Borroughs és a Moslek hasonló eszközei. 1973. decemberében robbant az újabb „Intel-bomba”, a 8080-as. Ez a 8 bites N—MOS technológiával készült eszköz jelenti a mikroprocesszorok második generációjának kezdetét. Az Intel 8080 konkurensei, elsősorban a Motorola 6800, ezen kívül a National CMP—8, RCA COSMAC és a Signetics 2650, de az NDR és a Texas Instruments is tervez hasonló kategóriájú eszközöket. Az első 16 bites mikroprocesszort a változatoság kedvéért nem az Intel, hanem a National Semiconductor hozta forgalomba IMP—16 név alatt. Azóta egy-két másik cég is gyártja ezt a kategóriát, pl. a General Instruments. A Panafacom és a Matsushita Electronics összeadták erőforrásait és kifejlesztették az első japán 16 bites, egy chipes processzort a PANAFACOM L—16A elnevezésűt, amely első példányait 1975. szeptemberében szállították le. Léteznek a 4 bites, a 8 bites, és a 16 bites kategóriákon kívül közbelső kategóriák, mint pl. a 2 bites Intel 3001, vagy a 12 bites Intersil 6100, de a piacon még jelenleg is a 8 bites processzorok dominálnak, élükön a 8080-nal, amelyet ma már három cégtől is meg lehet vásárolni.

A mikroprocesszorok világszertei átlagára jelenleg 15—25 \$ között mozog, de pl. a Texas Instruments TMS 1000 4 bites processzora mindössze 4 \$. Összehasonlításként: ha egy mikroprocesszort hagyományos TTL áramkörökkel akarunk szimulálni, 200 db átlag 3 \$-os IC-re lenne szükség! Még egy érdekesség: néhány hónapja érkezett hozzánk az Intel cég ajánlata, amelyben részletes műszaki leírásokat tartalmazó katalógusukat ajánlják. Ha megrendeljük a 100 \$-os katalógust, propaganda szóróajándékként kapunk 2 db mikroprocesszort (!). A mikroprocesszor tehát olcsóbb, mint a hozzá tartozó nyomdatechnikai termék!

A mikroprocesszornak minden olyan funkcionális eleme megvan, ami egy processzornak. Ha memóriát és perifériákat csatolunk hozzá, mikroszámítógépet kapunk. Az új LSI/MOS mikroszámítógép és a TTL miniszámítógép közti különbség elsősorban a méretben (a mikroszámítógép egy nyomtatott áramkörtől kártyán elhelyezhető), és az árban (a mikroszámítógép két nagyszámban előforduló alkatrészre jelentkezik. A teljesítmény-mutatók még nem érik el a minik mutatóit, ezért a fő felhasználási terület inkább az alacsony költségű, alacsony sebességű berendezéseknél van. Egy MOS/LSI sebessége csak 33—50%-a egy miniszámítógépének. Kezdetben egy MOS áramkörsebessége 50 ns/kapu volt, ma már 15—20 ns/kapu sebességnél tartanak.

A vezető mikroprocesszor gyártó cégek mikroszámítógépek gyártásával is foglalkoznak. Az Intel a 4004-es processzor bázisán megépítette az MCS—4-et, az első mikroszámítógépet. Ennél 2 250 tranzisztort integráltak egy chipre és felhasználhatóság szempontjából egyenértékű egy 1960-as kiadású IBM géppel, amely 30 000 \$. A mikroszámítógépek sok esetben másolatai a miniknek. Így például a National Semiconductor IMP—16 közel egyenértékű a Data General NOVA—1200 miniszámítógéppel, a General Instruments CP—1600 egy chipes CPU a DEC PDP—11 központi egységnek másolata. Ma már egy mikroprocesszor tartalmaz ALU-t (aritmetikai, logikai egység), prioritás interruptot, DMA (közvetlen memória hozzáférés) interface-t, makroutasításokat, többfelmes software lehetőséget, egyes esetekben realtime executív-ot és decimális aritmetikát. A mikroszámítógép minimum konfigurációja általában billentyűzetet, képernyőt, nyomtatót és duál floppy díszet tartalmaz a processzoron kívül.

A mikroprocesszoroknak egyelőre nincs szabványosított, közös buszrendszere. A csatlakoztathatóság és a szintek tekintetében egyelőre ugyanolyan zűrzavar uralkodik, mint a logikai áramköröknél a TTL előtt, vagyis ahány fejlesztőmérnök, annyi megoldási elv. Különböző gyártmányú mikroprocesszorok összekapcsolásakor olyan problémák merülnek fel, hogy az illesztő konverter bonyolultsága már majdnem felér egy harmadik mikroprocesszoréval.

Lehetőség van viszont azonos típusú mikroprocesszorok láncbakapcsolására. Az Electronics szerint néhány száz összekapcsolt mikroprocesszor a nagy számú géppel is felveheti a versenyt. Az ilyen „sejtautomatákrol” egyelőre sokat írnak, de még senki sem tett semmit a megvalósítás érdekében.

A mikroprocesszorokat használják miniszámítógépek központi egységében is. Például az Intel mikroprocesszort tartalmazó miniszámítógép az Intellec, a Motorola mikroprocesszorokat az Exorciser számítógépek tartalmazták.

Az új eszközzel új nevek kerültek előtérbe. Az IBM, a Honeywell, a CDC, az Univac és más jelentős cégek egyelőre távol tartják magukat a „mikro” témakörrel. Ennek oka az lehet, hogy a nagy beruházással indított, már olajozott futó, jól bevált modellekre még mindig jelentős a kereslet, nincs tehát értelme a gyártási profil, gyártási struktúra és a technológia teljes átállításának horribilis költségekkel, bizonytalan eredmény reményében. A General Automation és a Computer Automation például rengeteg pénzt vesztett önálló mikroprocesszor kifejlesztése és kudarca miatt.

A hagyományos adatfeldolgozó berendezéseket gyártó cégek számára járhatóbb út a mikroprocesszorok vásárlása és rendszerbe integrálása, anélkül, hogy átkereszelnék a gépet. Így látványos árcsökkenésre van lehetőség. Ezen cégek közül talán csak a Digital Equipment Corp. mikroszámítógép orientálódása nevezhető jelentősnek.

A DEC, amely a 60-as évek elején sikert aratott diszkrét elemekből álló PDP mini gépeivel, sikeresen tért át a TTL-re, és úgy néz ki, hogy LSI berendezéseivel is az éle kerül. Tény az, hogy a PDP—8-nak létezik egy LSI (mikroprocesszoros) változata, a PDP—8/A, amely Intel mikroprocesszoron alapul, és amely máris nagyon népszerű a piacon. A teljes mikroszámítógép ára 3,5 e\$, amelyből a központi egység (memóriával, I/O kezeléssel) 600 \$ körüli.

A mikroszámítógépek forgalmának adatai:

1975	50 mő \$
1976	150 mő \$
1980	450 mő \$

A mikroprocesszorok felhasználása

Kettős tendencia figyelhető meg a számítógép iparban. Az egyik a perifériák „okosodása”. Ma már egy perifériától elvárják, hogy adatbevitelen és kivitelén kívül egyéb funkciókra (önálló programozhatóság, tárkapacitás, vezérlési funkciók) is alkalmas legyen. Az ilyen „intelligens terminálok” hálózata — periféria áron — lehetővé teszi, hogy egy számítógép köré egész sor felhasználó tömörüljön, ezáltal növelhető a kihasználtság. Sűrűn használnak mikroprocesszorokat display-ekben, mágneses perifériákban, kommunikációs terminálokban, sőt hagyományos mechanikus perifériákban is. A mikroprocesszor egy komplex input bitminta alapján összehasonlítja az aktuális és a várt output bitmintát, ily módon ellenőrzésre is használható.

A másik tendencia a „számítástechnika minden otthonba, minden munkahelyre” elv. A mikroprocesszor — valamivel rosszabb teljesítmény-mutatói miatt — a tudományos felhasználások területére még nem tört be, de az ipari és irodai alkalmazásokban már elterjedt, sőt kiszélesítette azokat. A mikroprocesszor az élet majdnem minden területén használható. Dallasban a General Medical Systems Inc. megtervezte és kifejlesztette a mikroprocesszor első orvosi felhasználását a vérminta spektrofotométerben. A mikroprocesszor használható az analóg adatközlésben is. Az USA rendőrségi autókba információs terminálok vannak beépítve, amelyek azonnali elérést biztosítanak a szövetségi, az állami és a helyi büntügyi információs központokba.

Ezen kívül mikroprocesszort használnak már olyan prózai eszközökben, mint pl. a mosógép. Az ITT hozta forgalomba a 7150-es mikroprocesszort, amely egy mosógép vezérlését, a víz hőmérsékletének és összetételének szabályozását végzi különböző programok szerint. Ez a berendezés 400 kapu bonyolultságú, 200 bites tárolója van, ára: 6 \$. A National Semiconductor Corp. újdonsága a Scamp, 8 bites P—MOS mikroprocesszor. Ez a 10 \$-os eszköz használható közlekedésirányításban, elárusító automatákban, elektronikus játékokban, gépkocsik gyűjtésének vezérlésére, és ki tudja, hogy még mi mindenre. A Ford Motor Corp. 1979-től minden gépkocsijába mikroprocesszort használ.

A mikroprocesszorok hallatlanul alacsony árának van egy kevésbé reklámozott másik oldala is. Jelenleg a számítógép-rendszerek teljes árának 60—65%-a a központi egység ára. Ez az érték állandóan csökken: Egy mikroszámítógép árának csak 10—15%-a a központi egység. Az olcsó mikroprocesszor tehát csak 10%-a a mikrogép árának, míg a drágább hagyo-

mányos processzorral már megvettük a számítógép 60%-át. De ha nem mikroszámítógépre, hanem csak önálló processzorra van szükségünk, akkor is a 20 \$-os mikroprocesszorhoz szükséges kiegészítő áramkörök ára kb. 400 \$+X óra fejlesztés +Y \$ egyéb közvetett költség, úgyhogy máris 1000 \$ körül járunk. Vagyis a 20 \$-os kis processzorchip önmagában a világon semmire sem alkalmas.

Félvezető memóriák

Az LSI megjelenésével jogos az igény kisméretű, nagykapacitású tárolókra. Ezt az igényt elégítik ki a félvezető tárolók, amelyek a mikroprocesszornál nagyobb múltra tekinthetnek vissza.

A MOS felhasználása tárolóelemként nagy lendületet adott az iparágak. A hagyományos 0,5–1 μ s ciklusidejű tárolók helyett ma már 50 ns-os tárolókat építenek és rövidesen nem lesz ritka a 10, sőt 5 ns ciklusidő sem.

A félvezető tárolókat két csoportra oszthatjuk: csak olvasó és véletlen elérésű tárolókra. A csak olvasó tárolók alcsoportjai: a gyárilag programozott (ROM) és a programozható (PROM). A programozható tárolókat feloszthatjuk a programozhatóság módja szerint: ultraibolya sugárral programozható (REPRAM), elektronikusan (EERAM). A véletlen elérésű tárolók alcsoportjai: a sztatikus (RAM) és a dinamikus (DRAM). Van úgynevezett „nem felejtő” RAM (NVRAM) is, amely felülírható ugyan, de kikapcsoláskor megőrzi tartalmát.

Az egyik legelterjedtebb félvezető memória az Intel 2115, amely 1024 bites „n” csatornás RAM, 525 milliwatt teljesítményfelvétellel és 60 ns ciklusidővel. A Fairchild erős támogatást indított és az Intel 10–15 \$-os árával szemben 2–2,5 \$-ért árulja 3542-es, 1K-s, sztatikus N–MOS RAM-ját, amely 300 mW teljesítményfelvételű és 100 ns ciklusidejű.

Világpiaci helyzetkép a félvezetőiparban

Piacelemzés

A félvezető iparban az infláció ellenére az egységárak állandóan csökkennek. Ennek oka, hogy a félvezetőök piaca

1974-ig évente 20%-kal nőtt (darabszámban), ami azt jelenti, hogy a termelés 3–4 évenként megduplázódott. Mivel az inflációs ráta elmaradt a dinamikus növekedéstől, lehetővé vált az árak csökkenése.

A korábbi töretlen fejlődést az elmúlt évben átmeneti csökkenés váltotta fel. Ennek oka, hogy nem volt megfelelő kapcsolat a félvezetőök felhasználói és gyártói között. 1973–1974-ben a félvezető ipar fejlődését az elektronikai ipar képtelen volt követni, nagy raktárkészletek halmozódtak fel, a kereslet óriási mértékben csökkent, a gyártók csökkentették termelésüket. Az egyik legnagyobb félvezetőalapú alkatrészeket gyártó cég, a Motorola esetében pl. 35%-os volt a létszámcsökkenés. Az RCA Corp., amely kb. 40%-át uralja a C–MOS piacnak, „drámai megtorpanásról” beszél. Bár 1974. szeptemberében már látszott a 75-ös visszaesés, de csak 5–10%-ra számítottak. Valójában 1975-ben a forgalom 22–25 százalékkal csökkent 1974-hez képest.

Az 1976-os új igények (új felhasználási területek, mikroprocesszorok, MOS memóriák) miatt jelentősen növekszik majd a termelés, meredek felfuttatásra van szükség. Amelyik cég egy új technológiával nagy szériában gyártott termékét el tudja fogadtatni a piac jelentős hányadán, már nyert ügye van. Tekintetbe véve a félvezető eszközök 3 évenkénti duplázódását, 6 hónapos tétovázás már jelentős lemaradást eredményezhet. A világ teljes félvezető „fogyasztását” jellemzik a következő számok, millió \$-ban:

1973	1974	1975	1976	1977
4.373	4.949	3.996	4.755	6.130

A táblázatról leolvasható, hogy 1975 és 1977 között 53%-os növekedés várható. Ha figyelembe vesszük, hogy ez a forgalomnövekedés árcsökkenéssel párhuzamosan fog megvalósulni, megállapíthatjuk, hogy a fejlődés fantasztikus.

A világpiaci százalékos megoszlása

	1972					1973				1974				1975			
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
USA	64	54	76	80	64	59	77	84	69	56	75	82	67				
JAPÁN	24	26	15	17	22	20	13	14	17	22	14	15	19				
EURÓPA	12	20	9	3	14	21	10	2	14	22	11	3	14				

1 = Diszkrét

2 = Bipoláris

3 = MOS

4 = Összes

Európa hátránya az USA és Japán mögött eléggé nagymértékű, 1972-ben az össz félvezető piac 64%-át amerikai cégek uralták, Japán 24%-kal, Európa 12%-kal részesedteit. 1975-re, bár az európai termelés közeledett a japánhoz, az Európa és az USA közti különbség nőtt. A modern MOS eszközök tekintetében Európa számára sokkal szomorúbb a megoszlás (USA 82%; Japán 15%; Európa 3%).

A jelentéktlenebb európai termelés mögött is nagyrészt amerikai érdekeltségek állnak. USA cégek gyártják az Európa számára szükséges diszkrét komponensek 40%-át, a bipoláris integrált áramkörök 60%-át, a MOS áramkörök 90%-át. Európában csak a Philips képes nemzetközi színvonalú félvezetőök gyártására.

Az USA vezető szerepének három oka is van. Az első, a katonai piac. Az állam jelentős összegeket áldoz a félvezetőipar fejlesztésére, amely ma már nélkülözhetetlen eleme a hadiiparnak és az űrhajózásnak. A második ok a hatalmas belső felvevőpiac. A harmadik ok a gyors megtérülés és a rendkívül intenzív növekedés miatt a szabad magántőke és a spekulatív tőke is nagyon erősen áramlik ebbe a szférába.

Az európai hátrány oka a szétdarabolttság. 1975-ben a teljes európai félvezető forgalom kevesebb, mint 1 mrd \$. Ennél a számnál jellemzőbb, ha úgy mondjuk: NSZK 400 m \$; Franciaország 250 m \$; Nagy-Britannia 200 m \$. Az európai országok kormányai a félvezető iparba inkább nemzeti, mint nemzetközi szinten avatkoztak be. Az Unidata kudarca után még remény sincs együttes fellépésre. Az ESZR országok sem mutatnak egységes fellépést a félvezető iparban. Az egyes vállalatok inkább USA cégekkel igyekeznek felvenni a kapcsolatot és licencet vásárolnak.

A már meglevő óriási különbségek még mélyülni látszanak, hiszen az USA kormány által félvezetőök fejlesztésére előirányzott keret 1976–80-ra huszonöt-ször nagyobb, mint pl. az angol tervek.

Egy számítógéprendszereket bemutató kiállítás hasznos ismereteket ad a pillanatnyi kínálatról, a legfrissebb szakmai újdonságokról, a jelenleg érvényesülő tendenciákról. Ha azonban hosszabb távon vagyunk kíváncsiak a tendenciákra, alapvető fordulatokat keresünk, vagy a trendet a műszaki fejlődés tükrében akarjuk keresni, akkor az alkatrészek fejlődését és jövőjét kell vizsgálnunk.

A SEMICON/EUROPA '75 kiállítás és konferencia — amelyet tekintettel a nagy sikerre, jövőre is Zürichben rendeznek —, hasznos ismereteket adott a technológusoknak, a számítógép tervezőknek, gyártóknak és a felhasználóknak is.

Tömpö Zoltán