

Mikroelektronikai kutatás-fejlesztés

DR. GYULAI JÓZSEF
KFKI



ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai mikroelektronikát segítő kutatás néhány gondját és eredményeit ismerteti a cikk.

A mikroelektronika háttérkutatása hazánkban egyes akadémiai kutatóintézetekben és egyetemi tanszékeken folyik. E két szféra közötti munkamegosztás már inkább esetleges és a konkrét lehetőségektől függ. Általában igaz az, hogy az akadémiai intézetek kis sorozatú, laborszintű gyártást is magukra vállaltak — gyakran a K+F munka végterméke életképességének bizonyítására, ipari fogadókészség híján. Az egyetemi tanszékek technológiai lehetőségei oktatási célokat szolgálnak.

A mikroelektronikában két — eredetileg távol eső — irányból érkező kutatások materializálódnak: a szilárdtest fizikára, kémiára, villamosságtanra, metallurgiára és krisztallográfiára épülő, főleg vékonyréteg anyagtudományi kutatások, amelyeket itt technológiai kutatásnak neveznek, valamint a hálózatelméletre, villamosságtanra épülő áramköri analitikai, tervező és szimulációs kutatások, amelyek ma a számítástechnika fontos és „önalakító” ágát alkotják.

Magyarországon — ha ez kevésbé köztudott is — széles körű és jó néhány ponton a nemzetközi elismertség mércéjével mérhető kutatás folyik. A nemzetközi szintű sikerek — esetenként ok vagy okozat-ként — kapcsolódnak egyes kollektívák országghatáron túli eredményes együttműködéséhez. Tudunk e kategóriában olyan eredményekről, amelyek mint rutin eljárások beépültek a világ félvezető iparának technológiai rendszerébe.

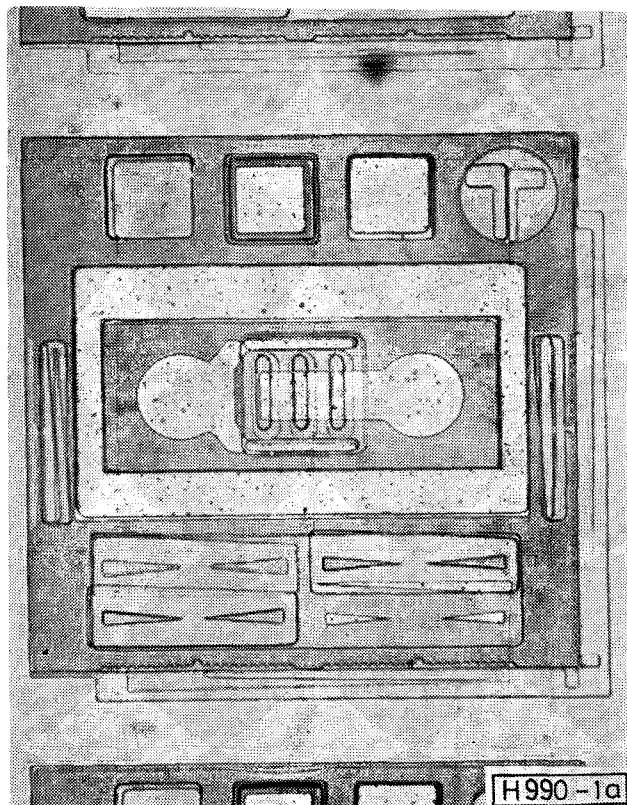
Külön figyelmet érdemelnek azok az (alkalmazott) kutatási munkák, amelyek eredményei működő eszközök megvalósításához vezettek. Kétségtelen azonban, hogy az ilyen, bizonyításként előállított eszközök az egyes kutatóhelyektől olyan erőfeszítéseket igényeltek (átvevő ipar nem lévén), amely egyidejűleg háttérbe szorította, netán „megölte” a kutatásokat — és ezzel egy újabb ugrásszerű fejlesztés lehetőségét. A helyes eljárás az lenne, ha a kutató átkísérné eszközmodelljét a fejlesztésbe és a fejlesztő a funkcionáló eszközt a gyártásba.

Hazánkban eddigelé nem volt falakon kívüli kutatást vitálisan igénylő, és így kemény követelményeket is diktáló félvezető ipar. Így a hazai tehetséges, és magas százalékban távlatban is használható em-

DR. GYULAI JÓZSEF

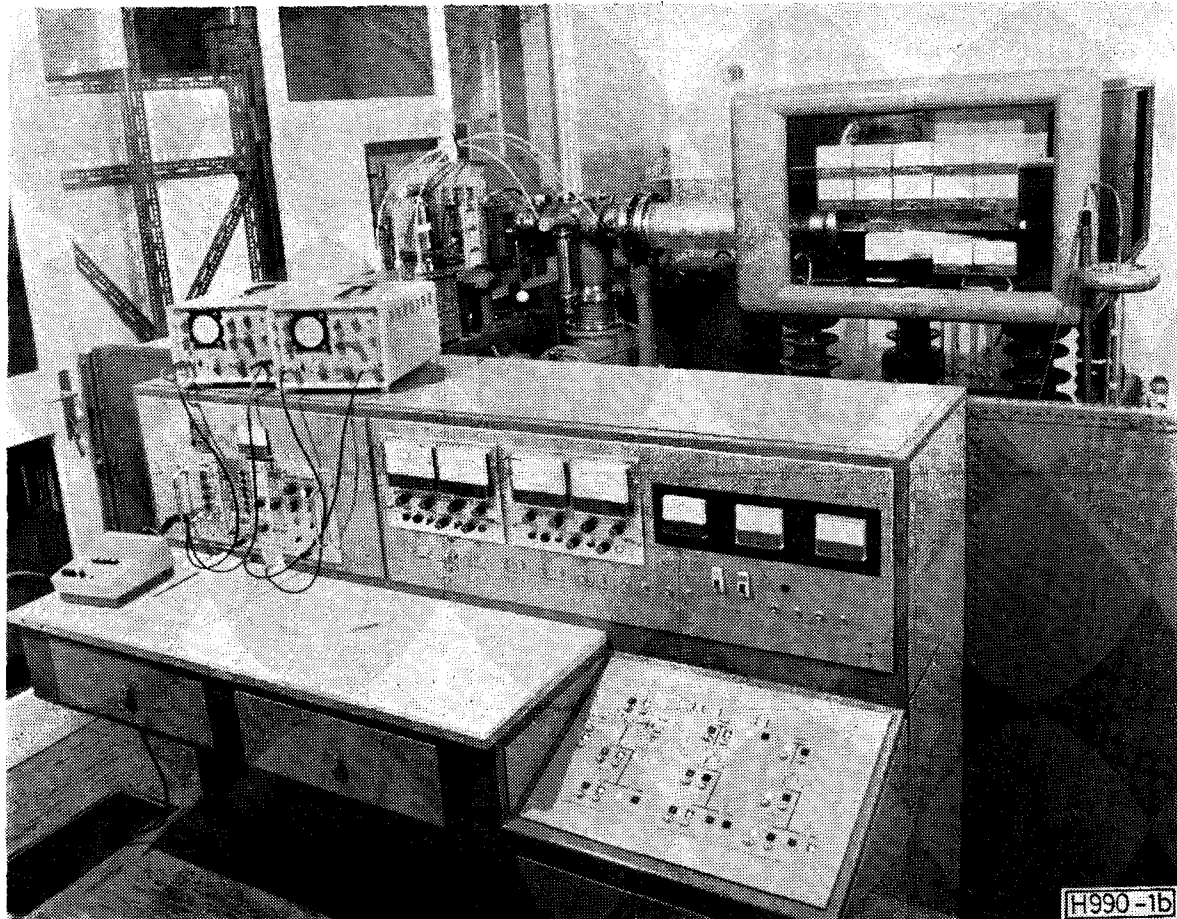
1955-ben a Szegedi Tudományegyetemen végzett. 1956 óta foglalkozik félvezetőkkel, korábban CdS, CdSe, Se, majd Ge, Si felületi jelenségeivel, később GaP, GaAsP fotóelektromos viselkedését kutatta. Kandidátusi fokozatot is e témából szerzett. 1969 óta az implantáció és a félvezető technológiák, valamint a Rutherford ionvisszaszórással végzett felületanalitika a fő témája. Az ő irányításával létesültek a KFKI ilyen laboratóriumi, és az ott folyó kutatások nagy részét ő irányítja. Ő javasolta és menedzsette az EÖTVÖS új technológiai programot.

1979-ben szerezte meg a tudományok doktora fokozatot. Vendégkutatóként összesen több, mint három évet töltött a California Institute of Technology-n, és a Cornell Egyetemen. Mintegy 130 tudományos dolgozata van, több idegen nyelvtű monográfia-fejezetet publikált, tiznél több technológiai szabadalomban részes. Választott tagja a Bohmische Physical Societynak, dolgozik EPS, ill. IUVSTA bizottságoknak, konferencia, iskola, könyvsorozat szervező bizottsági tagja. Oktató munkát a Budapesti Műszaki Egyetemen véggez. 1984-ben, munkatársaisaival, Akadémiai Díjjal tüntették ki.



1a ábra

Beérkezett: 1984. VI. 14. (A)



1b ábra

beranyag vezéreghéniségei maguk keresték meg a feladataikat, az általuk (vágyottan) ítélt „ország-hasznára” és a maguk szakmai gyönyörűségére. Innen aztán — az eredmények többségében — egyes volt az út az íróasztalfiókig. A kutatásért ugyan aggódva, de őszinte örömmel látunk ma már egy-két kivételt olyan termékeknél, amelyek szűk, de fizetőképes piaca éppen illeszkedik az intézetek (MFKI, VKI és a KFKI) kisvolumenű „termeléséhez”.

Érdekes kissé elidőzni annak a hatásnak az analízisénel, amit az okozott, hogy az alapkutató gárdának típuskvivalens (tehát semmiképpen sem új funkciót megvalósító) eszközbe kellett kutatási eredményeit beépítenie. Ehhez legtöbbször, az eredményeire nem is, csak befókuszált szaktudására volt szükség.

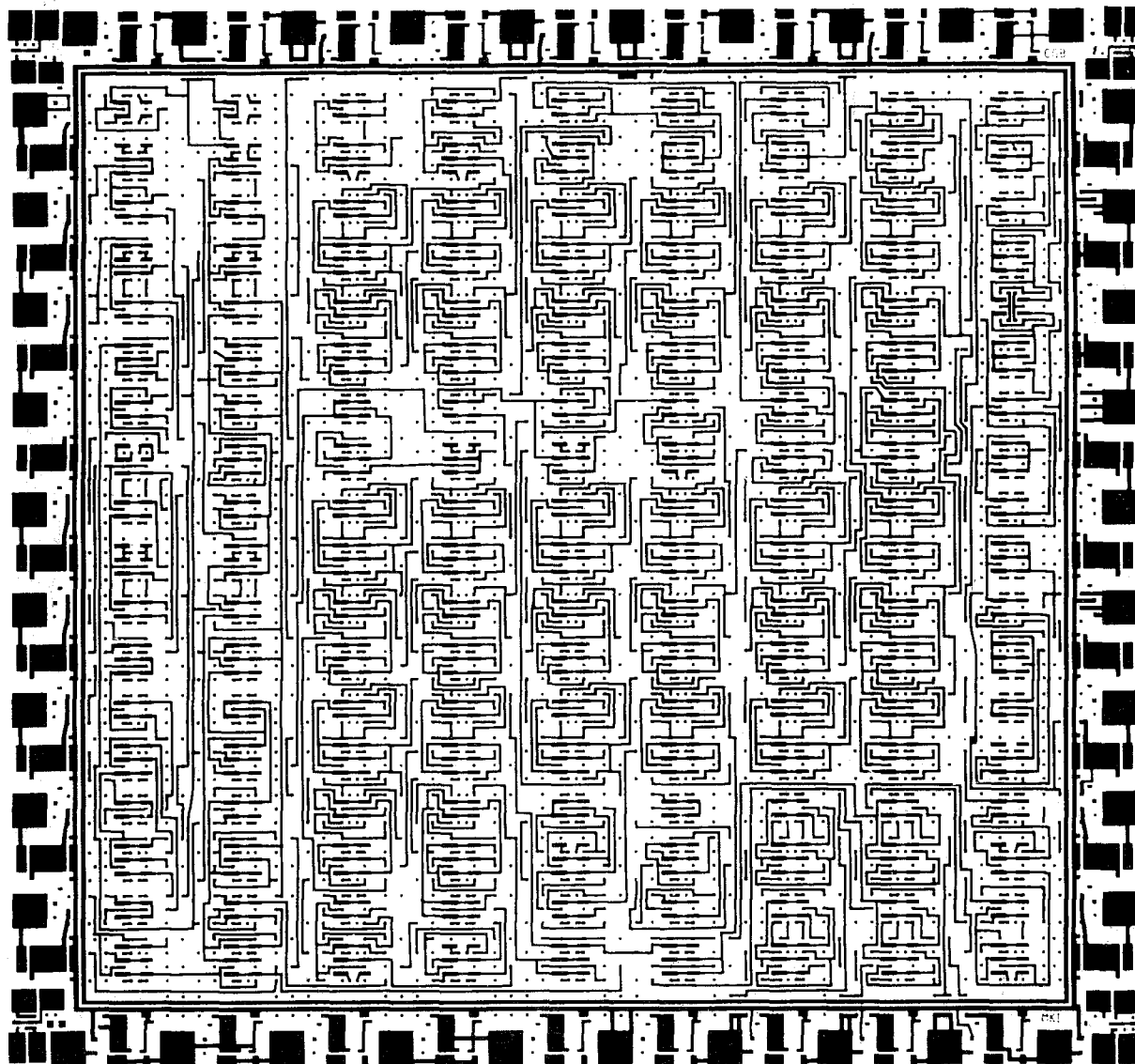
Sokan voltak, akiből ez a követelmény menekülési reflexet váltott ki. Közülük kerülnek ki a valóban tehetséges alapkutatók is. Hogy egy-egy „menekülésről” egyáltalán beszélünk, az amiatt állt elő, hogy az alapkutatók gyakran az alkalmazott kutatókkal voltak kénytelenek pénzügyi alapjaikat biztosítani, aztán megriadtak.

A mérnöki szemléletű kutatók azonban vonzódnak, vonzódtak a gyakorlati témákhoz. Esetükben egy-egy típuskvivalens eszköz megvalósításában való részvétel az ipari munka megbecsülésének érzését váltotta ki kezdetben, és így pozitív hatása volt, mint egy üzemi gyakorlatnak. Néhány kivételtől eltekintve azonban a frusztráció magját is hordozta.

Ami országos kérdés: az intézetek nem ipari szervezete miatt a „befókuszálás” sokszor, a túlkvalifikált-ságból eredően, leépülésbe ment át. Egy ipari fejlesztő viszonylag tiszta műszaki feladatával szemben ugyanis, itt mindig az elfogadtatás (a termék és így önmaga elfogadtatásának) a rizikója is gondot okozott.

E gondok ellenére összeállt ma egy olyan kutatógárda, amelyik ért és ér el kiemelkedő eredményeket. És ez a gárda a MEV megalakulásával új esélyeket kapott. Ez talán segít csökkenteni majd a fiatalítás gondjait is.

Ha számba vesszük a legnagyobb visszhangot kiváltó munkákat, akkor azok a legkülönbözőbb területekről adódnak: van újdonságot jelentett *technológiai eljárás* teljes vertikumú kutatása — a berendezésfejlesztéstől kiindulva, az anyagtudományi alapok terén való új felismeréseken át működő eszközökig. Ilyen a KFKI ionimplantációs és integrált áramkörti kutatása (ennek néhány kooperációban elért eredménye, pl. a „tökéletes adalékolás” és a kettős hőkezelés vált rutin eljárássá, főleg a bipoláris eszközök gyártásában). Az 1a ábra mutat egy, az említett eredményeket hasznosító, az EIVRT-vel kooperációban készített, teljesen implantált nagyfrekvenciás *pnp* tranzisztort, míg az 1b ábra a KFKI-ban kifejlesztett implantert mutatja. A 2. ábra egy sikeres áramkörti fejlesztés eredményét mutatja: egy ún. CMOS ULA (Uncommitted Logic Array) áramkört.



H990-2

2. ábra

Van azután nagy sikert elért mérőberendezés is. Ilyen az **MFKI** által kidolgozott elven, a **KFKI** elektronikus szakembereinek bekapcsolásával megvalósított – és ma már, mondhatni, világszerte forgalmazott – ún. Deep Level Spectroscopy (**DLS**) berendezés, amellyel az alapanyagok vagy az eszközök kiürített rétegei elektromos tulajdonságainak eddig megközelíthetetlen, de az eszköz paramétereit befolyásoló finomságait lehet megmérni (3. ábra).

Ez utóbbi szép példája annak, hogy az eladható eszközök előállítását célzó tevékenység és a kutatás hogyan hathat termékenyítően egymásra. A **DLS** berendezés ui. az **MFKI** gallium-arszenid programjához is kapcsolódó kutatási tevékenységből született, amely program viszont ma már ellátja az országot nagyfrekvenciás GaAs eszközökkel, pl. Gunn diódákkal (4. ábra).

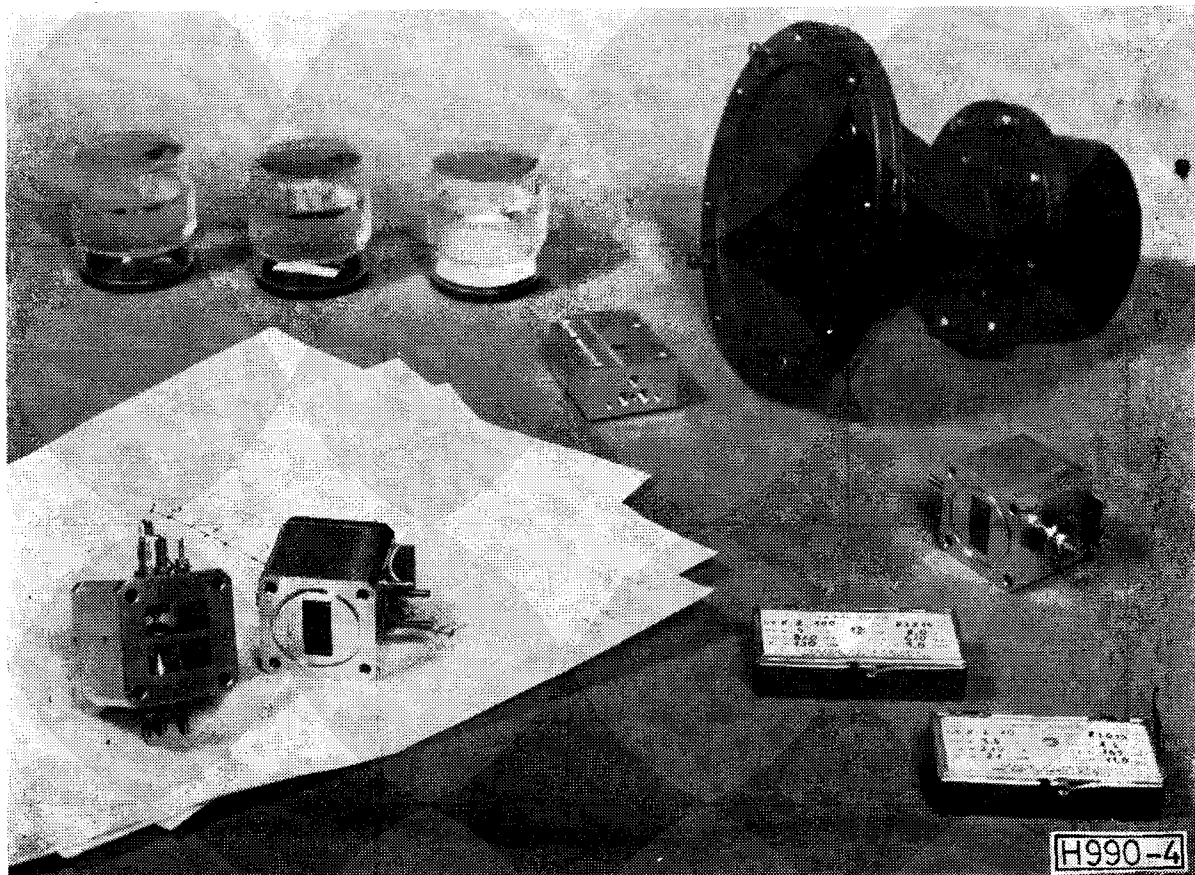
Különösen tiszteletreméltó az a teljes ámbitusú, sok embert foglalkoztató tevékenység, amelyet a **KFKI** buborékmemória programja mondhat magáé-

nak. Ennek kapcsán 256 kbit kapacitású lapkákból már komplett memóriaegységek készültek (5. ábra).

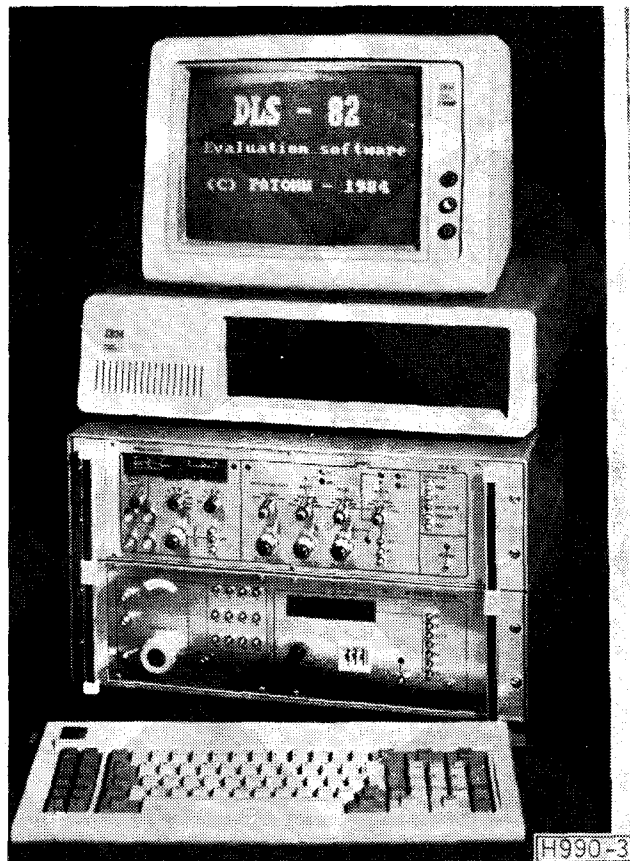
Az eszköz bázisát jelentő gallium gadolinium gránát kristály növesztését olyan technikai újításokkal, olyan minőségben oldották meg, hogy azóta kristálygyártásra vonatkozó külföldi versenytárgyaláson is tudtak és merhettek új feladatokat vállalni (6. ábra).

Kiemelkedő az a tevékenység is, amely a **BME** Villamosmérnöki Karán folyik, és amelynek kapcsán ma már jól működő technológiai szimulációs programokkal rendelkezik a hazai szakma. Az ilyen szimulációk jelentősége igen nagy a fejlesztés stádiumában. Némi gépidő árán – anyag- és vegyszerfelhasználás stb. nélkül, csak a technológiai lépések megadásával – jó közelítéssel számíthatók a keletkező eszközök paraméterei.

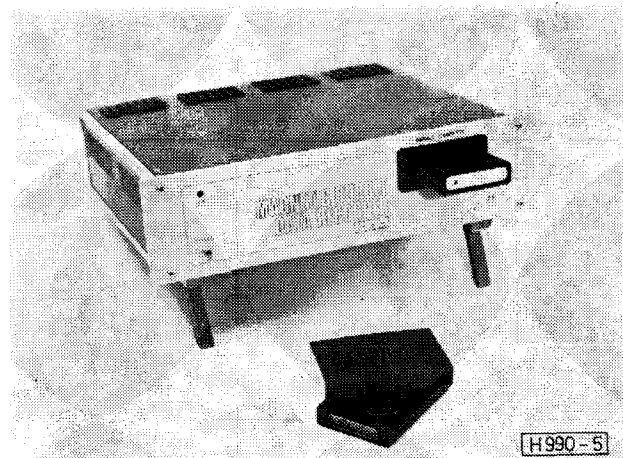
Több kutatási eredmény megemlítése indokolt. Egyrészt a **K+F** munkában nélkülözhetetlen, vizsgáló nagyberendezésekhez kötődő munkának nemcsak a mikroelektronikai fejlesztésen keresztül érté-



3. ábra



4. ábra

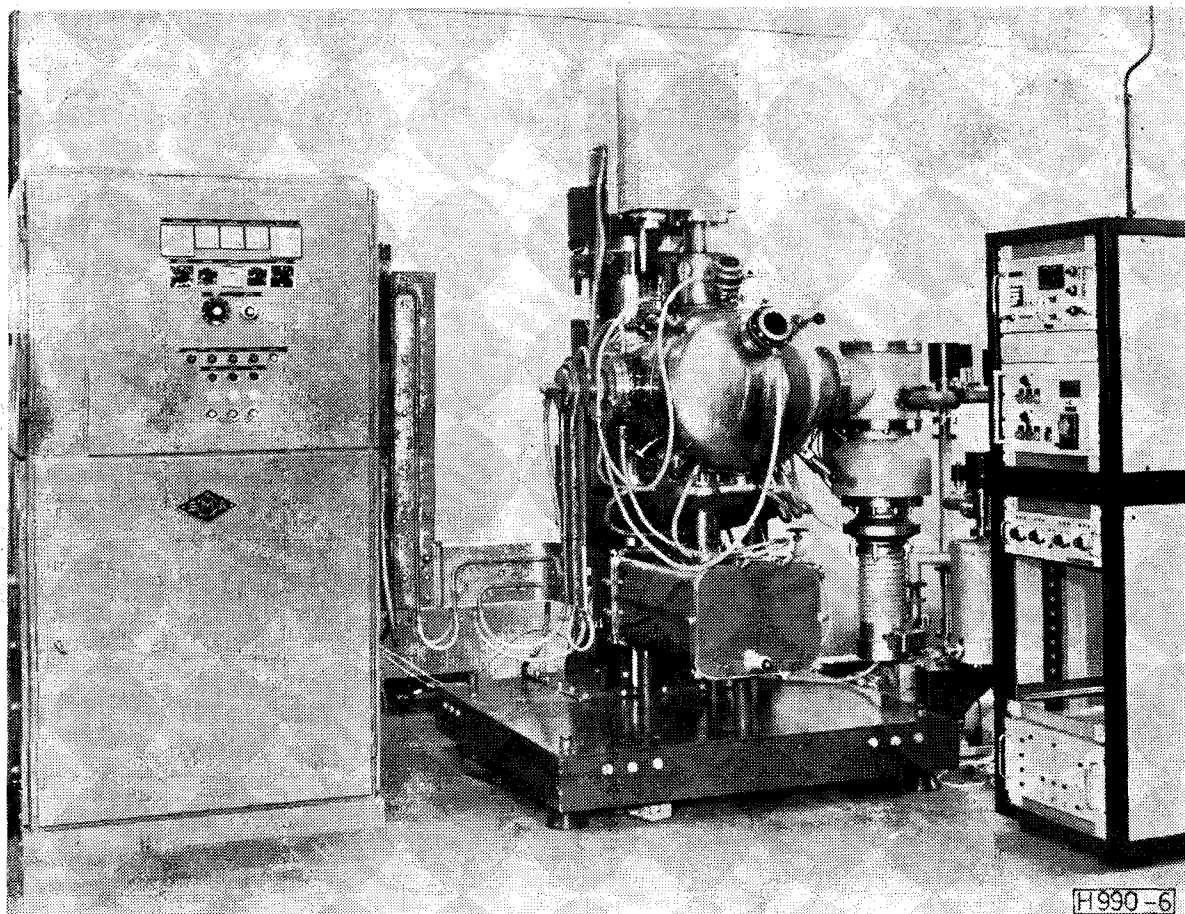


5. ábra

kelhető eredményeit, hanem metodikai fejlesztéseit is meg kell említenünk: nemzetközi hírű elektronmikroszkópos, Rutherford visszaszórásos, Auger, SIMS, tömegspektrometriai, PIXE csoportjaink vannak.

Szép eredmények születtek a vékony- és vastagrétegtechnikában és néhány fontos érzékelő kifejlesztésében. A mikroelektronika szempontjából háttérterület, de üzemképes eladható Si naptelepeket készít a VKI.

Nem foglalkoztam itt részletesen — mivel az külön tanulmányt érdemel — azokkal a fejlesztésekkel,



6. ábra

amelyek számítástechnikai jellegűek és az **AUTER** tervezőrendszerrel, vagy a **TRANZ TRAN** és **LOBSTER** áramkörti szimulációs programokból kiindulva, a ma meglévő és sok ponton nemzetközi értelemben is sikeres programrendszerekig terjednek.

Az elmondottak jó példákat mutatnak arra, hogy mire képes a hazai kutatógárda. Bizonyították, hogy képesek akár egy-egy modern technológiai lépés

adaptálásig terjedő kimunkálására, vagy komplett laborszintű eszköztechnológiák megvalósítására.

Ha megfelelő rendbe áll a „gárda”, hatékonyan tudja a fejlesztést segíteni és az elért technológiai szint megtartásában az ipart támogatni. Sőt, egy-egy szerencsés ponton, a témakörben a hazai tudomány és fejlesztés nemzetközi tekintélyét is képes öregbíteni.

Lapunk példányonként megvásárolható

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban