



# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XLI. évfolyam

BUDAPEST

1990

3

# HÍRADÁSTECHNIKA

## A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XLI. évfolyam, 1990. 3. szám

# BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXVI. évfolyam, 1990. 3. szám

# MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

VIII. évfolyam, 1990. 3. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztőbizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

DR. FLESCH ISTVÁN

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné

Gál Ferenc

Dr. Prónay Gábor

BHG

Rovatvezető: Angyal László

Tudományos szerkesztő: Dr. Frajka Béla,

Ágostházi Margit, Bernhart Richárd,

Fazekas László, Dr. Kerpán István,

Klug Miklós, Lackó Endre, Sztaiacs Ákos

MEV

Rovatvezető: Kászonyi László

Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz,

Balogh Albert, Csornai László,

Czermann Mihály, Hidas György,

Huszka Zoltán, Dr. Ligeti Róbertné,

Dr. Mátrai Géza, Dr. Motál György,

Schödl Ervin

ORION

Rovatvezető: Dr. Somogyi András

Tudományos szerkesztő: Dr. Frigyes István

Denk Atilla, Froemel Károly,

Nóvik Lajos, Pethes István

REMIX

Rovatvezető: Rippel Géza

Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz,

Horváth Lajos, Mészáros Sándor,

Papp Károly, Sugár Béla,

Dr. Udvarhelyi Gábor, Dr. Vértesy Miklós

TKI

Rovatvezető: Dr. Baranyi András

Tudományos szerkesztő: Dr. Lajtha György,

Dr. Henk Tamás, Dr. Kása István,

Megyesi Csaba, Dr. Sárkány Tamás,

Dr. Simonyi Ernő

TERTA

Rovatvezető: Szalay Tibor

Tudományos szerkesztő: Dr. Gordos Géza,

Keller János, Márk Zoltán,

Porpáczy Elemér, Schnürmacher Tamás,

Török László, Veress Péter

Szerkesztőségi ügyekben és kéziratok-  
kal kapcsolatban felvilágosítást ad:

Szöllősi Györgyné.

Telefon: 149-50-98

### ROVATOK

Egyesületi élet  
Rendszertechnika  
Kapcsolástechnika  
Vezetékes technika  
Fénytvázközlés  
Vezeték nélküli technika  
Adástechnika  
Vételtechnika  
Mikroelektronika  
Alkatrésztechnika  
Hálózatelmélet  
Elektromágneses problémák

### ROVATGAZDÁK

HTE (H)  
TKI (□)  
BHG (#)  
TERTA (↔)  
ORION (\*)  
MEV (↑)  
REMIX (Δ)

### ROVATTÁRSÁK

BEAG HTV  
BME KONAKTA  
BRG KŐPORC  
EMO KFKI  
El. szöv. M. Posta  
FMV ML  
GAMMA MM  
HTSZ MFKI  
HAGY TUNGSRAM

### TARTALOM

SOMOGYI GÁBOR: Diszkrét idejű hálózatok számítógépes analízise. I. rész.....	65
Szemle .....	68
GÁBOR ZSOLT - MÁDL KATALIN: Interrétegek vizsgálata pásztázó elektronmikroszkóppal.....	69
Beszámoló az ICDSC8 konfeenciáról (Pápics József) .....	72
DR. VITVERA LÁSZLÓ: Az ORION új analóg színes TV családja.....	77
Beszámoló a Lágymágneses Anyagok (Soft Magnetic Materials) Konfe- renciáról (Dr. Balla Lászlóné).....	79
TIRPÁK TIBOR: ORION digitális televízió.....	80
Beszámoló a "Vállalati érdekeltség és minőségbiztosítás műszaki megbíz- hatóság" Szemináriumról (Dr. Nándorfi Gyuláné) .....	82
NGUYEN SYNAM: Poliszilícium emitteres tranzisztorok.....	83.
PAVOL TOMAŠOV: A megbízhatósági modell kiválasztása az adatátvitelhez.....	91
Tartalmi összefoglalások .....	95

# Diszkrét idejű hálózatok számítógépes analízise I.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a szerző által készített ANDI /ANother DIcrete Network Analyser/ programot ismerteti. A program célja közepes bonyolultságú /maximum 20 csomópontot és 40 késleltető elemet tartalmazó/ diszkrét hálózatok gyors, interaktív tervezését lehetővé tevő analízise. Az analízis lehetővé tesz időtartományi szimulációt, valamint a hálózatjellemző függvények megjelenítését mind Z-, mind F-, mind pedig időtartományban.

A hálózat teljesebb leírása érdekében pólus-zérus elrendezés is számítható.

A cikk ismerteti a szerző által definiált hálózatleíró nyelvet, a választott félszimbólikus analízis módszert és annak gyakorlati megvalósítását, majd a programot. A cikk alapját képező dolgozat a BME Villamos Kari TDK konferenciáján 1988-ban a HTE I. díjában részesült.

## Bevezetés

Az IBM PC és a hozzá hasonló személyi számítógépek teljesítőképessége már elegendően nagy ahhoz, hogy azokon interaktív működésű grafikus input/output lehetőségekkel ellátott tervező- és analízis programok fussanak.

Míthogy a diszkrét és digitális hálózatok jelentősége, alkalmazásuk köre /elsősorban a jelfeldolgozás és jelanalízis területén/ folyamatosan bővül, így a SW-piacon is megjelentek az ilyen hálózatok tervezését lehetővé tevő programok.

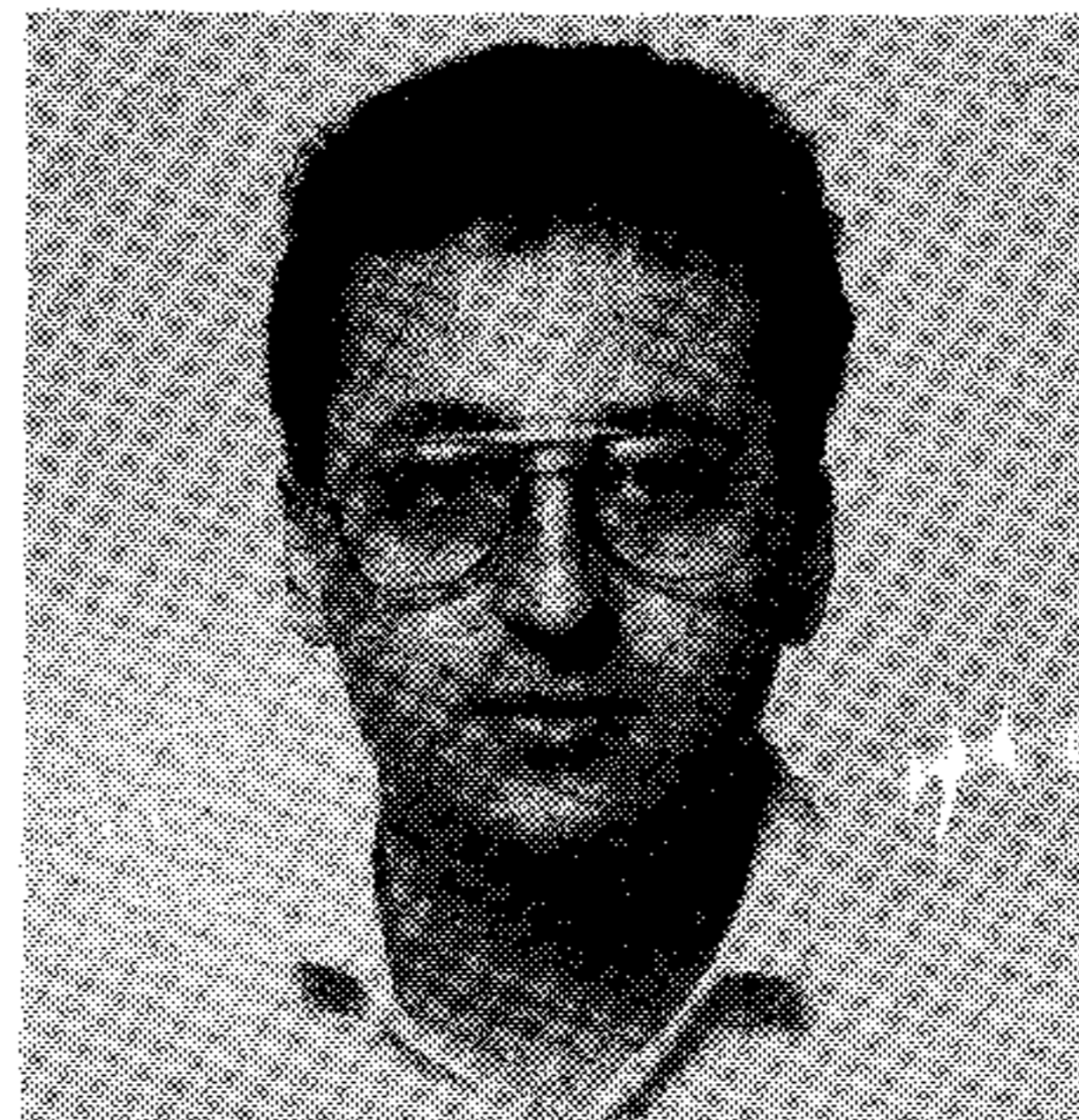
Az e cikkben ismertetésre kerülő ANDI program célja a mérnöki gyakorlatban gyakorta előforduló méretű, közepes nagyságú diszkrét hálózatok gyors, interaktív analízise, ugyanakkor a program fejlesztése során fontos szempont volt az, hogy az ANDI alkalmazható legyen a diszkrét hálózatok elméletének oktatásában is.

A program a BME HEI-ben és a BME Elméleti Villamosságtan Tanszékén készült és 1989 februárja óta az oktatásban /az Elméleti Villamosságtan tárgy keretében/ alkalmazást nyert.

## Diszkrét idejű hálózatok leírása

Számítógépes analízis megvalósítása esetén a tervezés első lépése annak a modellnek a rögzítése, amelyen az analízist elvégezni kívánjuk.

A modellben definiálni kell a megengedett elemek halmazát, illetve az elemek átvitelét valamint az elemek összekötési szabályait. Az ANDI elemkészlete a diszkrét hálózatok esetében megszokott elemkészletől /([1], [2], [4])/ annyiban tér el, hogy összegző elemet nem enged meg. Az összegző hiányát azonban pótolja, hogy az összekötési szabályok szerint bármely azonos



SOMOGYI GÁBOR

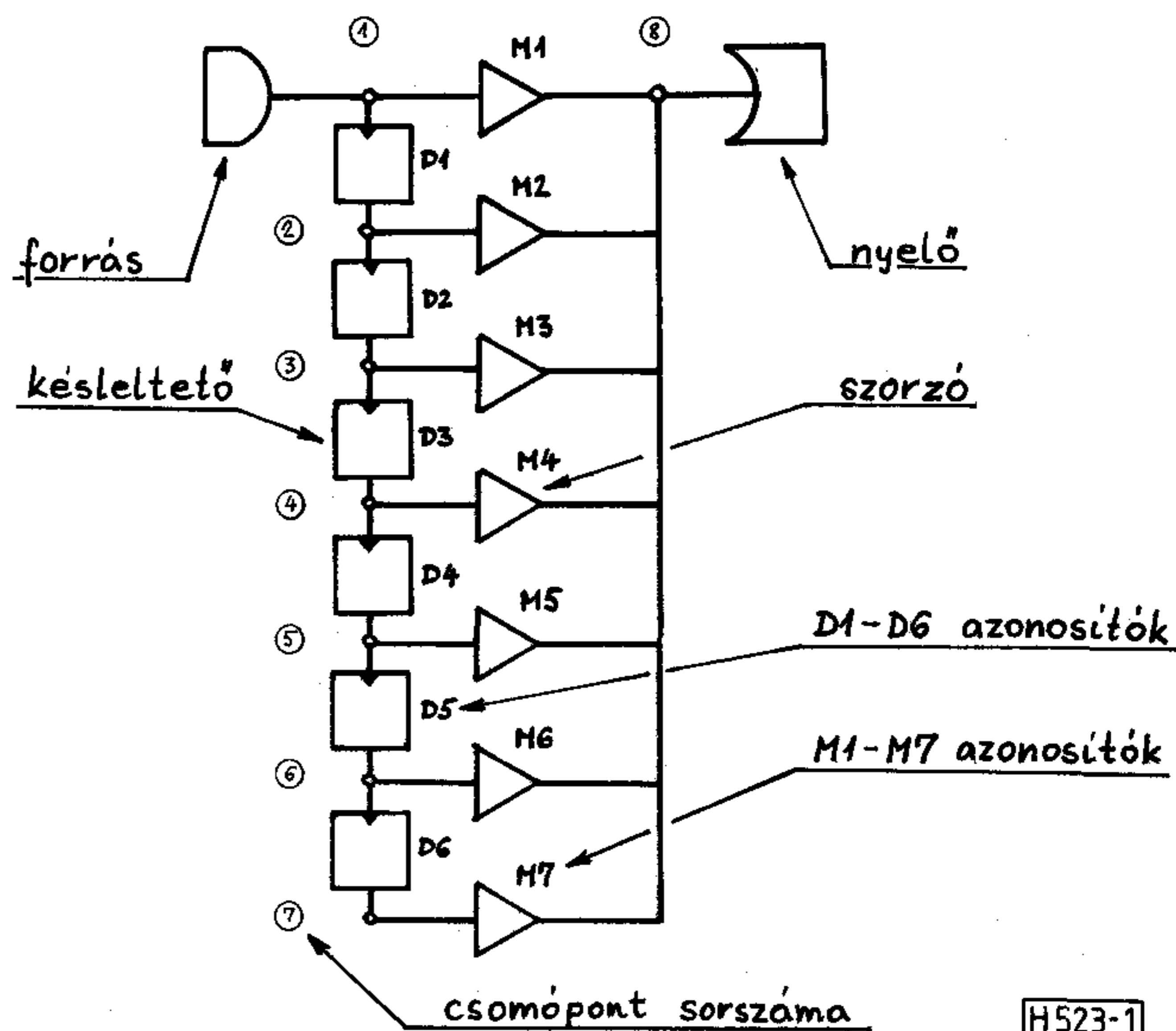
Villamosmérnöki oklevelét 1989-ben szerezte meg a Budapesti Műszaki Egyetemen. Ugyanez évben tudományos diákköri tevékenységéért elnyerte az MTA "Pro scientia" aranyérmét és az MHB "A magyar műszaki haladásért" pályázatának díját. Jelenleg az MTA ösztöndíjasa. Szakterülete hálózatok számítógépes analízise.

csomópontba futó jelek a csomópontban összegződnek és a csomópontot csak összegük hagyja el. Tehát az összekötési szabályok csak azt írják elő, hogy a hálózathoz egyértelműen rendelhető legyen jelfolyamgráf.

A ANDI az analizálható hálózatok köreit leszűkíti az egy bemeneti és egy kimeneti ponttal rendelkező hálózatok körére.

Egy hálózat struktúráját és az elemek paramétereit számítógépes analízis céljára úgy kell megadni, hogy abból a hálózat topológiáját rekonstruálni lehessen, ugyanakkor az adathalmaz kényelmesen feldolgozható legyen.

További követelmény, hogy a hálózatok leírása könnyen áttekinthető legyen. Mindezen feltételeknek eleget tesz egy hálózatleíró nyelv, amelyben szövegesen megfogalmazható az egyes hálózatok struktúrája és összes paramétere.



1. ábra. Diszkrét idejű, lineárfázisú aluláteresztő szűrő felépítése

Beérkezett: 1989. III. 8. (\*)

```

I
I
I Network: FIR
I
I ;
I NN : 8
I ;
I IN : 1
I ;
I D1 : 1 : 2
I D2 : 2 : 3
I D3 : 3 : 4
I D4 : 4 : 5
I D5 : 5 : 6
I D6 : 6 : 7
I ;
I M1 : 1 : 8 : -1
I M2 : 2 : 8 : 2
I M3 : 3 : 8 : 4
I M4 : 4 : 8 : 5
I M5 : 5 : 8 : 4
I M6 : 6 : 8 : 2
I M7 : 7 : 8 : -1
I ;
I OUT : 8
I ;
I END
I
I
I
I

```

H523-2

2. ábra. Lineárfázisú aluláteresztő szűrő leírása hálózatileíró nyelv segítségével

A választott leírási forma az assembly nyelvhez hasonló felépítésű és egy hálózatról a következő információkat tartalmazza:

- a hálózat neve, a NETWORK kulcsszó után
- csomópontok száma, az NN /number of nodes/ kulcsszó után
- a bemeneti- vagy forrás csomópont sorszáma az IN kulcsszó után
- a kimeneti- vagy nyelő csomópont sorszáma az OUT kulcsszó után
- a hálózat késleltető és szorzó elemei a kapcsolódó csomópontok sorszámaival, illetve a szorzó paraméterével együtt.

A fenti nyelv segítségével az 1. ábrán látható hálózat a 2. ábrán látható módon írható le.

### Számítógépes csomóponti analízis-módszerek

A számítógépes csomóponti analízis eljárások csoportosíthatók aszerint, hogy a hálózat adataiból mit tekintenek paraméternek és mit numerikus adatnak. Megkülönböztethetünk szimbólikus- és félszimbólikus analízist.

Szimbólikus analízis esetén a hálózat minden szorzója paraméteres és így az analízis eredményeként kaptunk pl.  $W/z/$  átviteli függvényt egy paraméterekből álló racionális törtfüggvény. Például az 1. ábrán látható hálózat átvitele a következő lenne

$$W/z/ = \frac{OUT}{IN} = \frac{M1 \cdot M2}{z - M2 \cdot M3}$$

Az általunk választott félszimbólikus analízis módszer csupán az analízis tartomány /idő-, frekvencia-, vagy Z tartomány/ változóját / $nT$ ,  $\vartheta$ ,  $z$ / kezeli szimbólikusként, a szorzók együtthatóit azonban numerikus adatnak tekinti.

Az analízis eredménye egy racionális egyváltozós törtfüggvény, amely paramétereket nem tartalmaz. Formálisan a szimbólikus analízis paramétereibe való "behelyettesítés" eredménye.

Ismét az 1. ábra hálózatából:

$$W/z/ = \frac{OUT}{IN} = - \frac{1,36}{z - 0,24}$$

lenne a félszimbólikus analízis eredménye Z-ben.

A félszimbólikus analízis memória-igénye kisebb, mint a szimbólikus analízisé, futása gyorsabb, ugyanakkor eredménye közvetlenül nem használható fel például érzékenység vagy gyökhely görbe számítására, mivel a hálózat paramétereinek előfordulási helyét az eredményben már nem tartalmazza. A paraméterek megváltozása esetén a teljes analízist újra el kell végezni, ezért pl. egy félszimbólikus analízisre alapozott interaktív szintézis eljárás várhatóan lassúbb lesz, mint egy szimbólikus analízisre alapozott; ugyanakkor az egyszeri analízis félszimbólikus esetben lesz gyorsabb. A félszimbólikus analízis által igényelt adatstruktúrák egyszerűbbek /file, numerikus tömbök, vektorok/ így kis hálózatok esetén már mikrogépes megvalósítás is lehetséges akár interpreteres nyelven /pl. BASIC/ is.

### Félszimbólikus számítógépes analízis

A Z és frekvenciatartományi félszimbólikus csomóponti analízis alap gondolata a következő: keressünk olyan mátrix egyenletet, amely tetszőleges gerjesztés esetén / $v$  ill.  $z$  tetszőleges értéke mellett/ a hálózat minden csomópontjára szolgáltatja a csomópontban fellépő jelet. Ekkor a csomópontok közül kiválasztva a kimeneti csomópontot, megkapjuk a gerjesztés - felelet kapcsolatot.

Vezessük be a következő jelöléseket:

- $\varphi$  a hálózat csomópontjaiban fellépő jelek vektora
- $U$  a hálózati kétpólusok bemenetein található jelek vektora
- $V$  az  $U$  bemenetekhez rendelt kimenetek vektora
- $E$  a hálózatot gerjesztő jel
- $F$  a hálózat kimenő jele
- $Q Q_E P R^T$  csak 1 és 0 elemeket tartalmazó kapcsolódási mátrixok, ill. vektorok
- $H$  a kétpólusok átvitelét tartalmazó /diagonál/ mátrix
- $W$  a hálózat keresett átvitele

A fenti adatok között a következő öt egyenlet teremt kapcsolatot:

- I.  $\varphi = QV + Q_E E$
- II.  $U = P\varphi$
- III.  $V = HU$
- IV.  $F = R^T\varphi$
- V.  $F = WE$

Az egyenletek magyarázata:

- I. A hálózat csomóponti jelei a kétpólusok kimeneti jeleiből és a gerjesztésből előállíthatók.
- II. A kétpólusok bemeneti jelei a csomóponti jelek közül kiválaszthatók.
- III. A kétpólusok kimenő jelei bemenetük és átvitelük ismeretében megkaphatók.
- IV. A hálózat kimenete a csomóponti jelekből kiválasztható.
- V. A hálózat átvitele teremt kapcsolatot bemenete és kimenete között.

Az I. - IV. egyenletrendszerből /5/ a következő nyerhető:

$$/1 - QHP/\varphi - Q_E E = 0 \quad (1)$$

míg a IV. és V. egyenletből:

$$- W^{-1}R^T\varphi + E = 0 \quad (2)$$

Az /1/ és /2/ egyenletek összevonva egyetlen mátrix egyenletbe:

$$\begin{pmatrix} /1 - QHP/ & -Q_E \\ -W^{-1}R^T & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi \\ E \end{pmatrix} = 0 \quad (3)$$

Jelölje az egyenlet bal oldali mátrixát **K**.

A **K** mátrix - amennyiben  $W^{-1}$ -et, mint paramétert kezelni tudjuk - a hálózat leírása alapján felépíthető, hiszen csak a kapcsolódási mátrixokat és a **H** átviteli mátrixot tartalmazza.

**K** mátrix determinánsa 0, mert az I.-V. egyenletrendszer lineárisan összefügg /hiszen az I.-IV. egyenletek V.-tel azonos módon összekapcsolják F-et és E-t/.

**K**-nak ezen tulajdonsága felhasználható  $W$  meghatározásához:

a hálózat átvitelét a hálózat struktúrája alapján felépített **K** csomóponti mátrix determinánsának meghatározásával nyerhetjük a  $\det /K/ = 0$  egyenlet megoldásával.

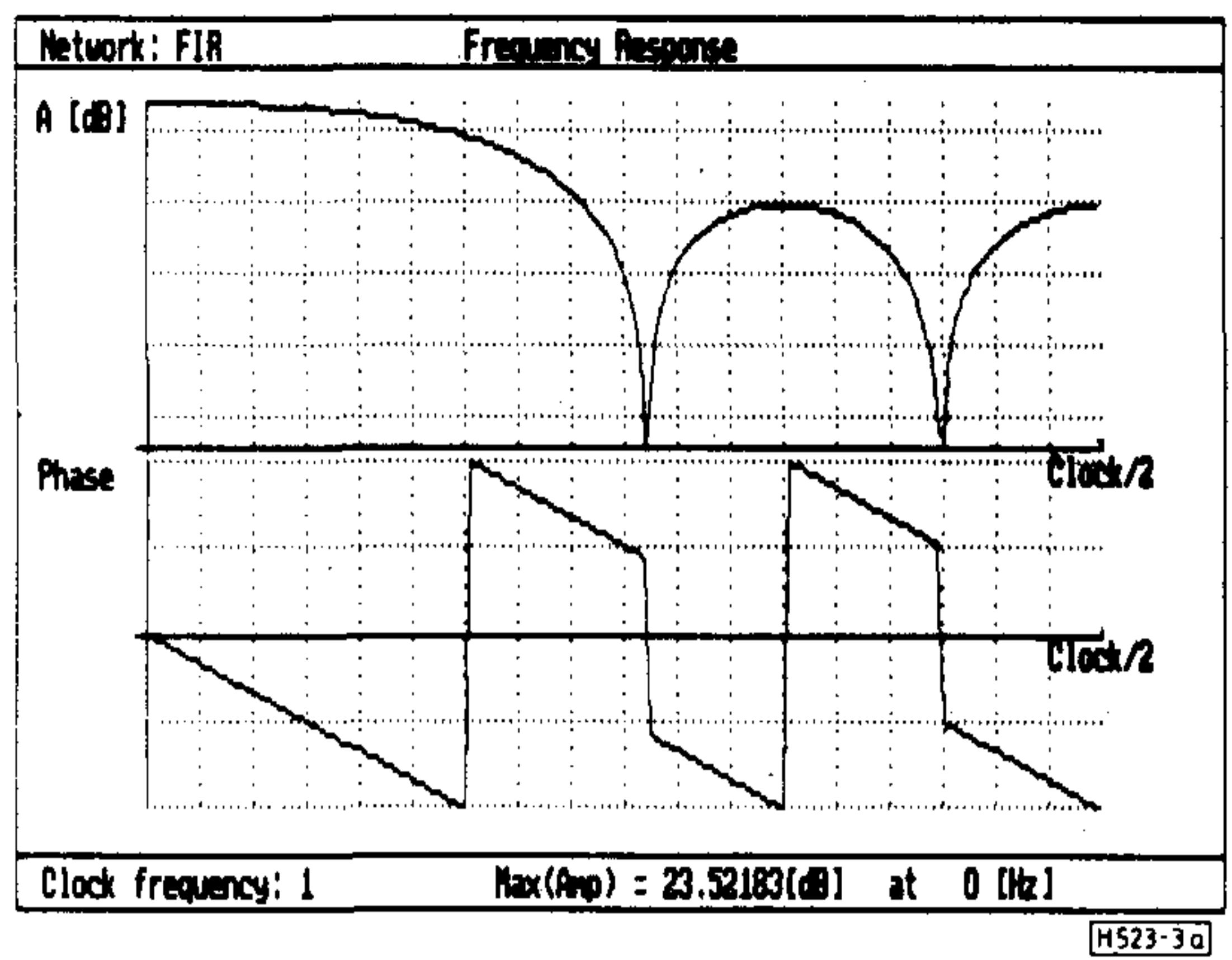
Minthogy félszimbólikus analízis esetén a

$$\det /K/ = 0$$

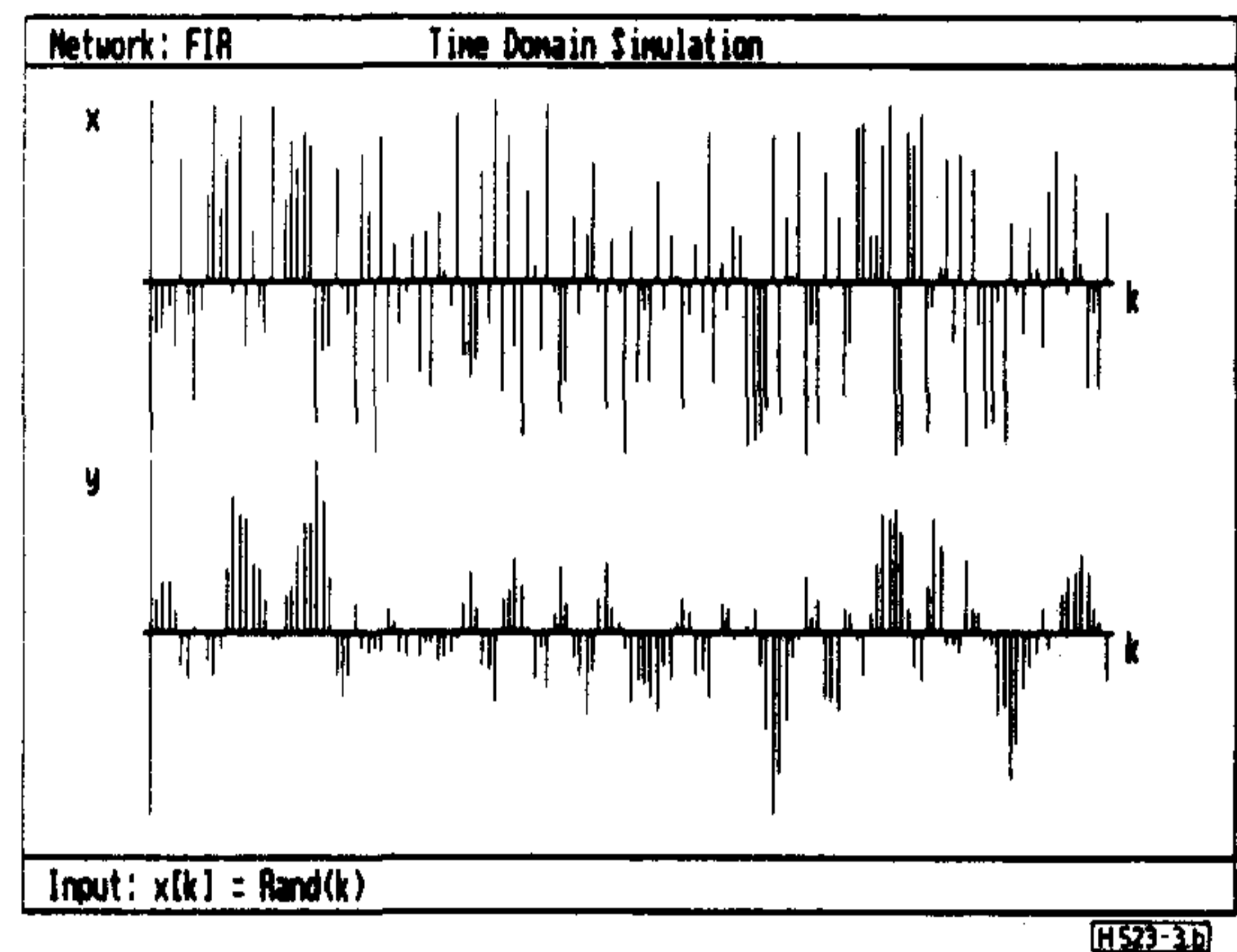
egyenlet megoldása olyan mátrix determinánsának kiszámítását követeli meg, amely szimbólumokat is tartalmaz, ezért speciális, nem numerikus determináns-kifejtő algoritmus szükséges. Ezt valósítja meg az általunk alkalmazott Saṅnuti-Puri algoritmus [3].

Az ANDI program a korábban tett megfontolások ill. a választott analízis módszer alapján diszkrét idejű, lineáris, invariáns hálózatok analízisére készült. A program IBM PC XT vagy AT gépen, vagy azokkal kompatibilis személyi számítógépeken interaktív üzemben használható. A program /Borland/ Turbo Pascal 4.0 nyelven íródott.

A program menüvezérelt, így a felhasználótól minimális figyelem megosztást igényel a monitor és a klaviatúra között.



3/a. ábra. Lineárfázisú aluláteresztő szűrő átviteli karakterisztikája



3/b. ábra. Lineárfázisú aluláteresztő szűrő zaj-jelre adott válasza

Egy menüponton keresztül beléphetünk az ANDI szövegszerkesztőjébe és itt elkészíthetjük a hálózatleírást tartalmazó text-file-t.

A begépet hálózatok lemezen tárolhatók, ill. onnan be is tölthetők.

Egy újabb menüpont aktivizálásával indíthatjuk el az adott hálózat analízisét. Amennyiben a hálózat leírása szintaktikailag és szemantikailag hibátlan, a program a következő eredményeket szolgáltatja:

- hálózat időtartományi szimulációja
- $w[k]$  időtartományi rendszeregyenlet
- $W(z)$  Z-tartományi átviteli függvény
- $W(e^{j\omega})$  frekvenciatartományi átviteli karakterisztika
- pólus-zérus elrendezés

A fentiek numerikusan vagy/és grafikusán megjeleníthetők. /3. ábra/

#### Köszönetnyilvánítás

A program fejlesztése közben kapott tanácsokért és segítségért köszönetemet fejezem ki dr. Cséfalvi Klára és dr. Jagudits László adjunktusoknak, valamint köszönettel tartozom a BME Elméleti Villamosságtan Tanszék tanárainak, akik több hónapon át megosztották velem szűkös gépparkjukat.

**Somogyi Gábor**  
BME Villamosmérnöki  
Kar

[1] *Rabiner L.R.-Gold B:* Theory and Application of Digital Signal Processing  
Prentice-Hall, New Jersey, 1975

[2] *Dr. Zombory László-Dr. Veszely Gyula:* Diszkrét idejű hálózatok és rendszerek  
Egyetemi jegyzet /J5-1424/, 1987

[3] *Sannuti P-Puri N.N.:* Symbolic Network Analysis. An Algebraic Formulation.  
IEEE Trans.on Circ. and Syst. 1980 aug.

[4] *Dr. Simonyi Ernő:* Digitális szűrők  
Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1984.

[5] *Somogyi Gábor:* Diszkrét idejű hálózatok analízise, az ANDI program. /TDK dolgozat/  
BME, HEI 1988.

## SZEMLE

Összeállította: Gál Ferenc

Eljegyzés vagy házasság, laza vagy szoros szövetkezés: a távközlés óriásai mindenesetre egyesülési lázban égnek. A "kritikus méretek" engesztelhetetlen törvényétől szorongatva, a kutatás elviselhetetlen költségeitől agyonnyomva, a túl sovány nemzeti piacokra bezárva a régi ellenfelek csak a pusztulás vagy az egyesülés között választhatnak. "Nincs mindenkinek helye a távközlés világszínpadán" ismételtetik kórusban.

Bár ez szokatlan, egyszer Franciaország volt a kezdeményező. Francia CGE (=Compagnie Générale d'Électricité) a múlt évben adott jelt a nagy manőverekre. Az amerikai óriás, az ITT valamennyi távközlési fiókvállalatának felvásárlásával megrázkódtatta a távközlési ipari térséget. A felvásárlás eredményeként megszületett a 12 Mrd USD-s kolosszus, az Alcatel NV, az ATT mögött a világon a második helyet elfoglaló cég az ágazatban. 150 000 főt foglalkoztat.

20 000-et számláló szakembergárdája 21 országban működik. Szóletésével megkezdődött a nagy harci készülődés. Egy ilyen verversenyárssál szemben nincs más megoldás, mint a növekedés. A maga 173 Mrd FRF-es forgalmával egyedül a nyugatnémet elektronikai és távközlési bajnok, a Siemens elég nagy ahhoz, hogy megvédje magát.

A gyorsan szaporodó megállapodásokkal a gyártók két irányú szorongatottságból keresnek kiutat: az egyik a robbanásszerűen növekvő kutatási költségek terhe, a másik a távközlési berendezések nagyon zárt piacaival való behatolás problémája.

A csúcstechnológiát alkalmazó iparágban a kutatási költségek elérik a forgalom 15%-át is. Elsősorban a szürkeállományt kell megfizetni. A ma lényegében óriás számítógépeket jelentő távbeszélő központok holnapra múzeumi tárgyak lesznek.

A távközlés az agyak iparága. A francia Acatelnél a szellemi dolgozók aránya három év alatt 30-ról 50%-ra nőtt, a munkásoké 48-ról 27%-ra csökkent. Az előbbieket jól meg kell fizetni.

Mint a Matra Communication alelnökének szavaiából kiderül, a kutatási költségek gyors emelkedése következtében minden újabb gyártmánygeneráció tízszerre drágább, mint elődje. A szövetségek megoldást jelenthetnek a költségek fedezésére.

A holnap európai rádiótelefonjának – zsebkészülékkel legyen hívható például Frankfurtból London 246 ígéretes piaca van: 100 Mrd FRF+üet ér. De a rendszer működésbe hozása szintén milliárdokat emészt fel. Ezért valamennyi nagy gyártó cég csoportokba akar tömörülni a költségek csökkentése érdekében.

Nem kisebb gond a piac sem. A telefonközpontok eladása stagnál. A fejlett országok el vannak látva, a fejlődő világ nem fizetőképese. A távközlési berendezések stratégiai jelentőségűek, az eladás politikai döntést követel. Aki üzletet csinálni, annak egyrészt az illetékes minisztert, másrészt a távközlés felelőseit kell meggyőznie. Az akadályok legyőzésének egyik módja szövetkezni azzal a gyártó céggel, amelynek már van kapcsolata az érintett ország postájával. De még ilyen szövetség sem biztosíték a gazdasági sikerre.

### A TÁVKÖZLÉSI PIAC VEZETŐ VÁLLALATAI

Az első tíz gyártó cég				Az első tíz felhasználó			
A cégek sorrendje	Ország	A távközlési termékek forgalma 1986*	A távközlési termékek ára az összforgalomban(%)	A Felhasználók sorrendje	Ország	Táv lözl. for galom 1986	Távközl. aránya az összforgalomban (%)
1. ATT	USA	10830	28,6	1. NTT	Japán	32100	96
2. Alcatel NV	Hollandia	7780	67,1	2. ATT	USA	23909	70
3. Northern Telecom.	Kanada	4384	100,0	3. Deutsche Bundespost	NSZK	5984	69
4. NEC	Japán	4379	28,6	4. British Telecom.	Nagy Br.	13590	97
5. Siemens	NSZK	3092	14,3	5. DGT	Franciaország	13127	100
6. Motorola	USA	3054	51,9	6. GTE	USA	11278	75
7. Ericsson	Svédország	2801	63,0	7. NYNEX	USA	9897	87
8. GTE	USA	2007	13,3	8. Bellsouth	USA	9793	86
9. IBM	USA	2000	3,9	9. Bell Atlantic	USA	9320	94
10. Philips	Hollandia	1500	-	10. AMERITECH	USA	8113	87

\*M USD-ban (OMIKK Műszaki Információ – Le Nouvel Économiste, 1988. márc. 18.)

# Interrétegek vizsgálata pásztázó elektronmikroszkóppal

GÁBOR ZSOLT

BME - KFKI Kísérleti Fizika Tanszék

MÁDL KATALIN

Mikroelektronikai Vállalat

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az integrált áramköri technológiában a méretek folyamatos csökkenésével a többszintű fémmezések alkalmazása egyre nélkülözhetlenebbé válik. Az interrétegek - melyek az egyes fémszinteket szigetelik el egymástól - túlyukasságuk és lépcsőfedésük szempontjából jól minősíthetők pásztázó elektronmikroszkóp segítségével.

Kísérleteink során különböző szigetelőrétegeket választottunk le és hasonlítottunk össze a fenti tulajdonságok alapján, s arra kerestük a választ, hogy hazai körülmények között melyek a legalkalmasabbak interréteggé váló felhasználásra.

## Bevezetés

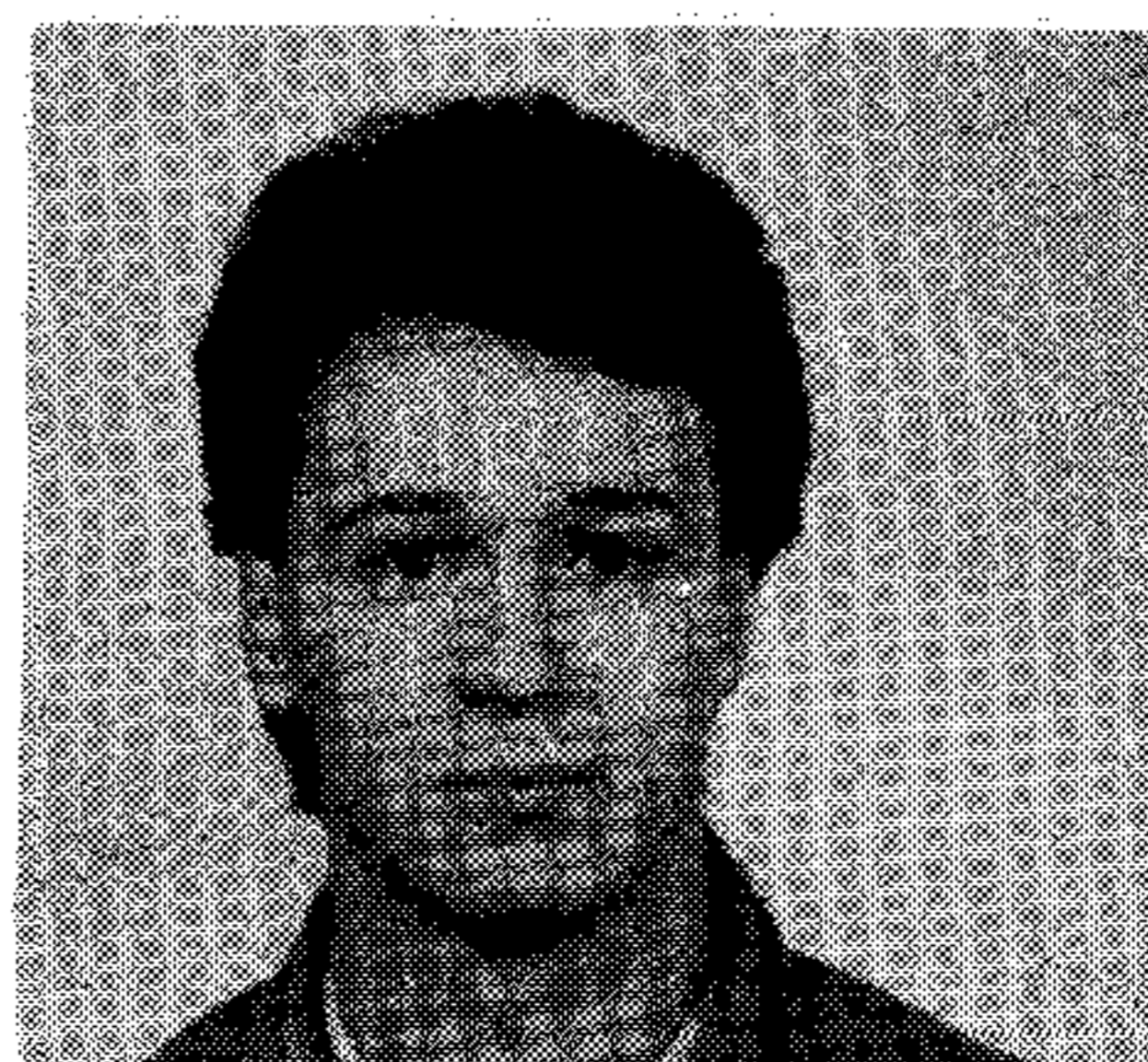
A félvezetőiparban az integráltsági fok növelése alapvető cél. E folyamat napjainkban olyan tartományba ér, melyben a technológiával szembeni követelmények több szempontból megváltoznak. A VLSI rendszerek már többek között igénylik az Al és poli-Si fémzőrendszerek kiváltását, többszintű fémstruktúrák megjelenését. Az interrétegek ezen többszintű struktúrák köztes szigetelőrétegei.

A többszintű fémzés alkalmazásának célja az, hogy tovább csökkenjen az összekötő fémrendszerek felületigénye, s az egyes integrált áramköri elemek összekötése optimálisabban legyen megoldható.

A pásztázó elektronmikroszkóp /SEM/ a félvezetőipar egyik alapvető, nélkülözhetetlen vizsgálati eszköze. Segítségével jól és szemléletesen vizsgálhatók a minősíteni kívánt interrétegek is. Értékes információkat szolgáltat e rétegek túlyukasságáról és lépcsőfedéséről, mely tulajdonságok a többes struktúra elektromos jellemzőit (átütési szilárdság, szivárgás) döntően befolyásolják.

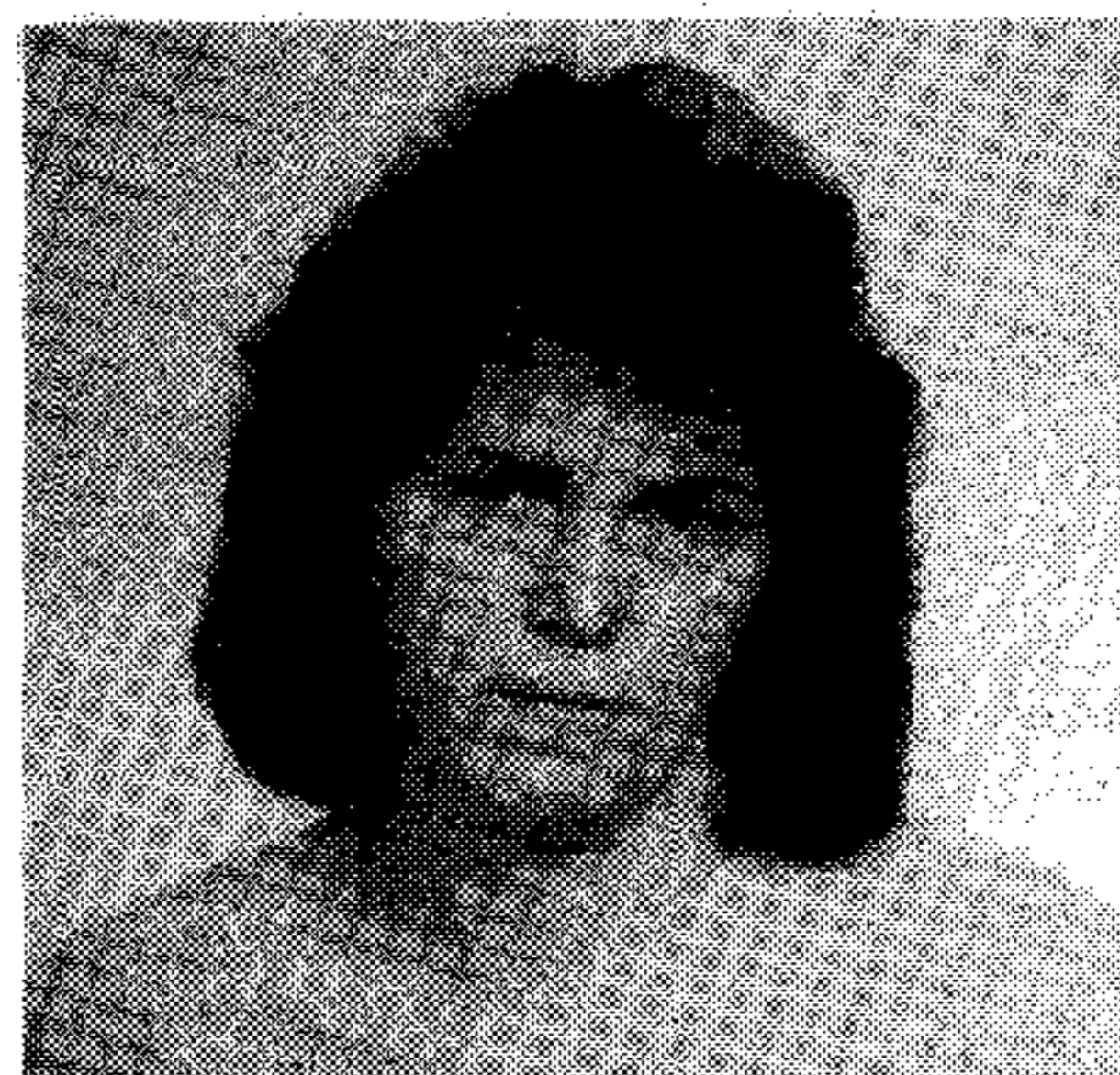
Az interrétegek elektronmikroszkópos vizsgálata - szemléletessége folytán - különösen a nyolcvanas évek elején és közepén kapott nagy hangsúlyt - abban az időben az interrétegek lépcsőfedése és túlyukassága aktuális probléma volt -, de még napjainkban is új típusú interrétegek kipróbálásakor, minősítéskor e vizsgálatok fontos szerephez jutnak.

Munkánk során arra kerestük a választ, hogy az általunk leválasztott szigetelőrétegek közül melyek alkalmasak az interréteggé váló felhasználásra.



GÁBOR ZSOLT

1989-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Mikroelektronika és Technológia szakán. Az egyetemi évek alatt demonstrátorként dolgozott az Elektronikus Eszközök Tanszéken. Jelenleg a BME-KFKI Kísérleti Fizika Tanszéken MTA TMB ösztöndíjas. A HTE tagja.



MÁDL KATALIN

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Kezdetben a HIKI-ben, majd annak jogutódjánál, a MEV-nél mint fejlesztőmérnök folytatta munkáját. Fő érdeklődési területe a Pásztázó Elektronmikroszkópia, ill. ennek segítségével végzett hibaanalízis.

## Technológiai kísérletek és vizsgálati eljárások

A kísérleti munkát a Mikroelektronikai Vállalatnál végeztük, ahol a következő interrétegek leválasztására és összehasonlító analízisére került sor: LPCVD szilíciumoxid /PSG/, PECVD szilíciumoxid, PECVD szilíciumnitrid. Az interrétegek leválasztásának technológiai paramétereit az 1. táblázat mutatja.

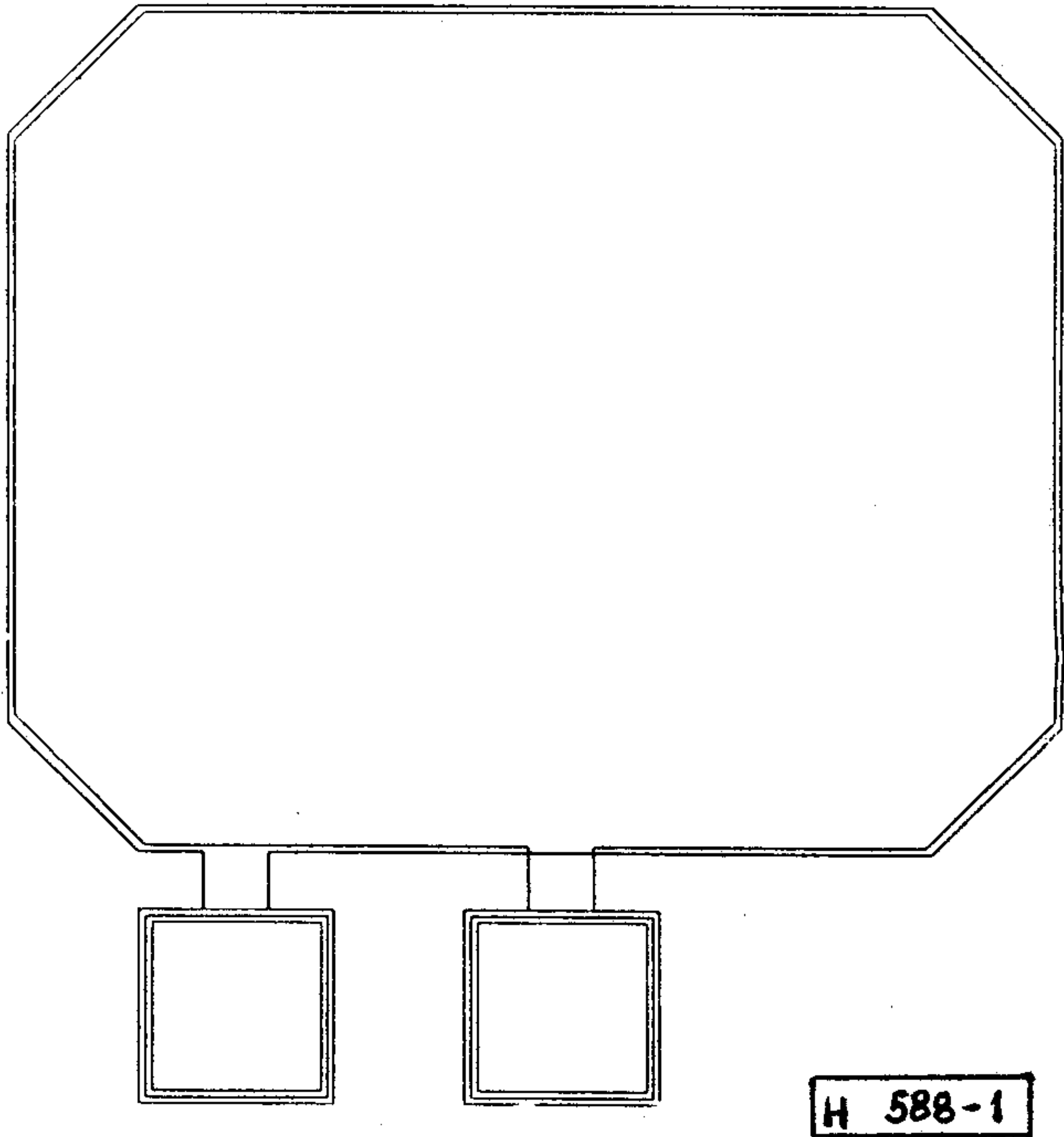
A tesztstruktúrákat a MEV "SARY TEST" nevű tesztchip-maszkjainak segítségével alakítottuk ki termikusan oxidált Si szeleteken. A tesztchip vizsgálatainkhoz felhasznált ábrái a következők voltak:

- kondenzátor struktúra, melyen a réteg elektromos paramétereinek mérése és túlyukasságának a SEM általi vizsgálata végezhető el; (1. ábra)
- két egymásra merőleges, különböző fémszinteken futó fémmeandert adó struktúra, melyen az interrétegek lépcsőfedésének és planarizálóképességének SEM vizsgálata hajtható végre. (2. ábra)

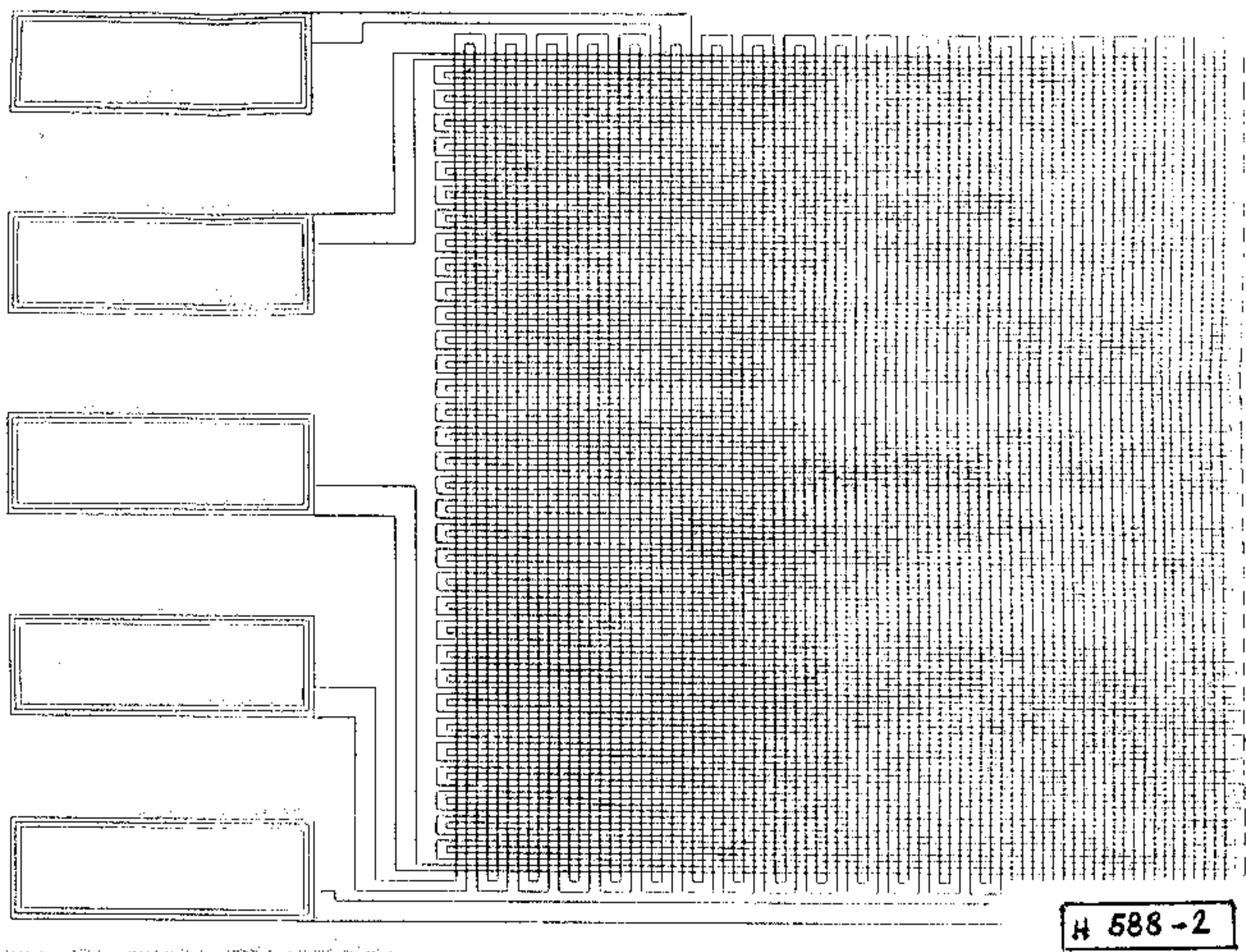
1. táblázat

Leválasztott szigetelők	Reagens gázok	T [°C]	p [mtorr]	Leválasztás ideje [perc]	P <sub>a</sub> [W]
LPCVD oxid	SiH <sub>4</sub> , O <sub>2</sub>	433	168	2x60	-
PECVD oxid	SiH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	320	1018	35	200
PECVD nitrid	SiH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>	380	1529	45	200

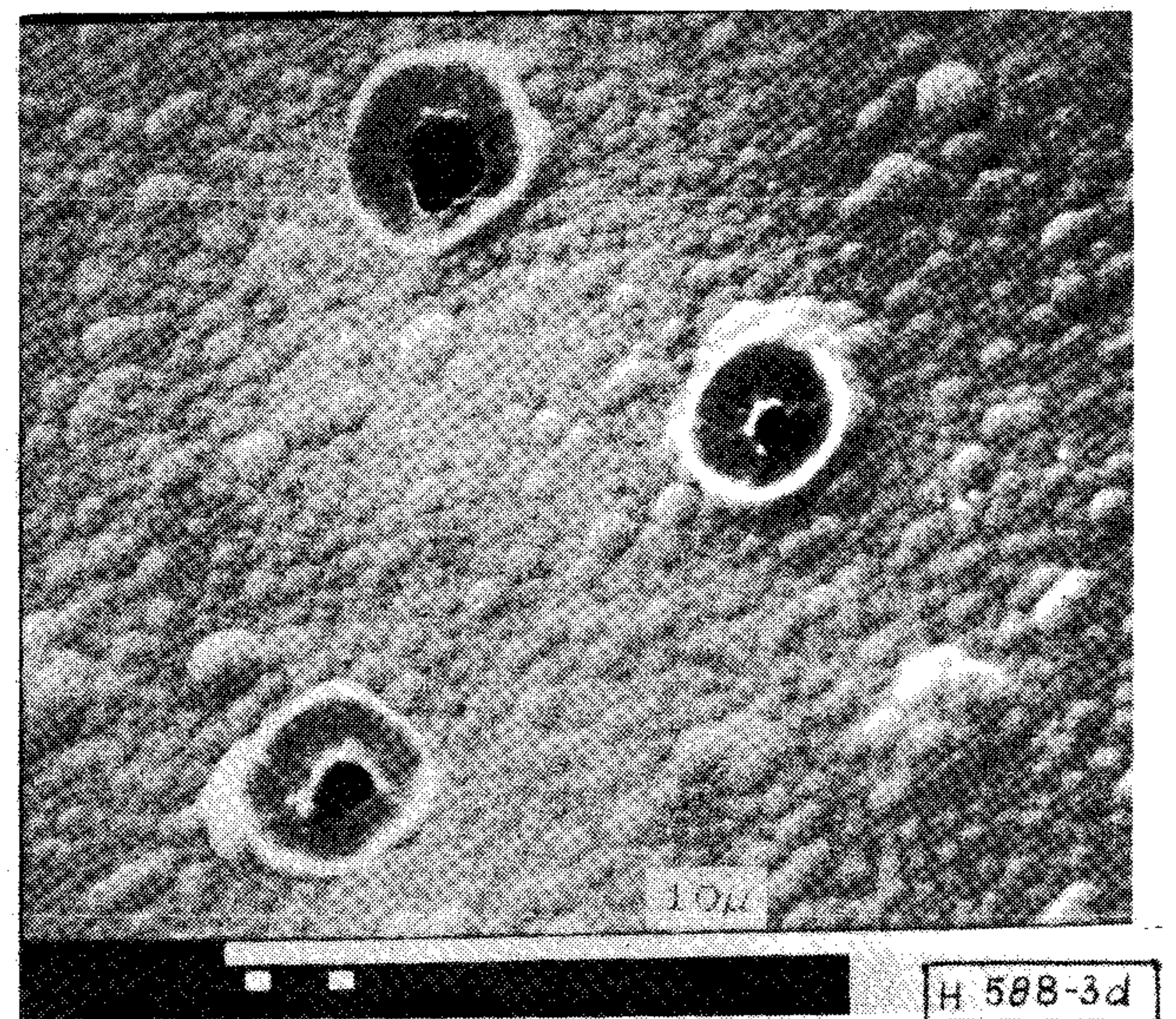
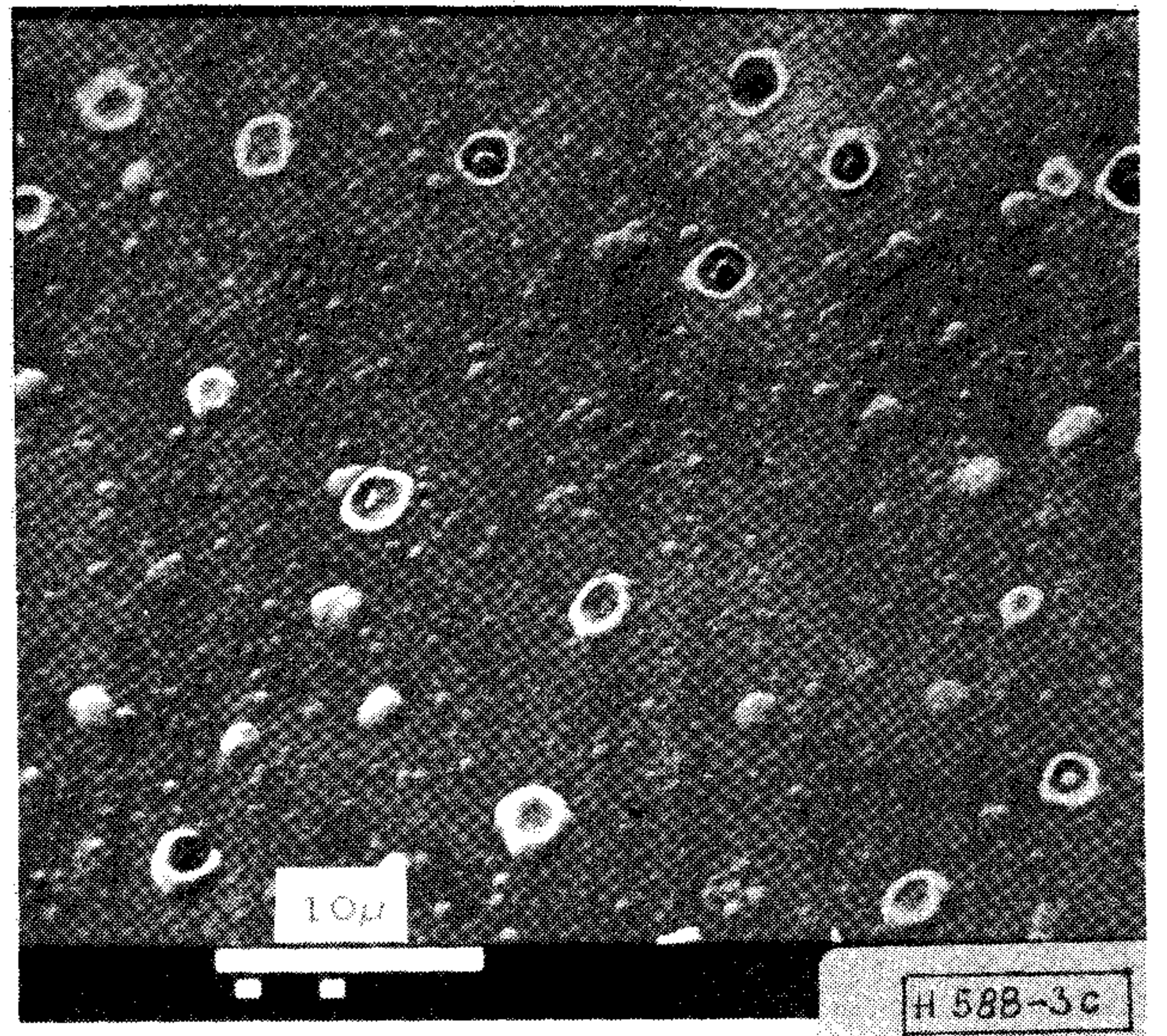
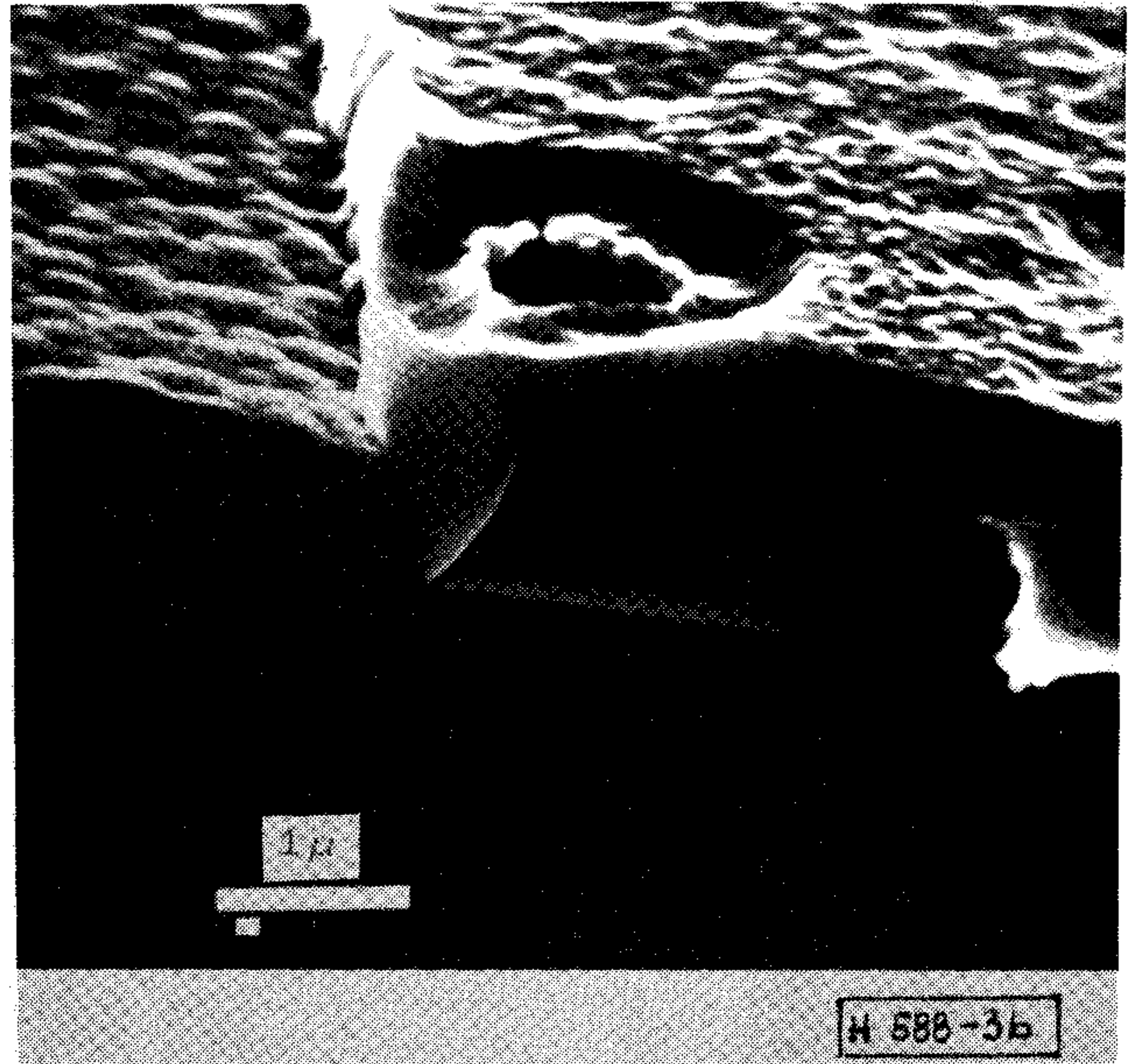
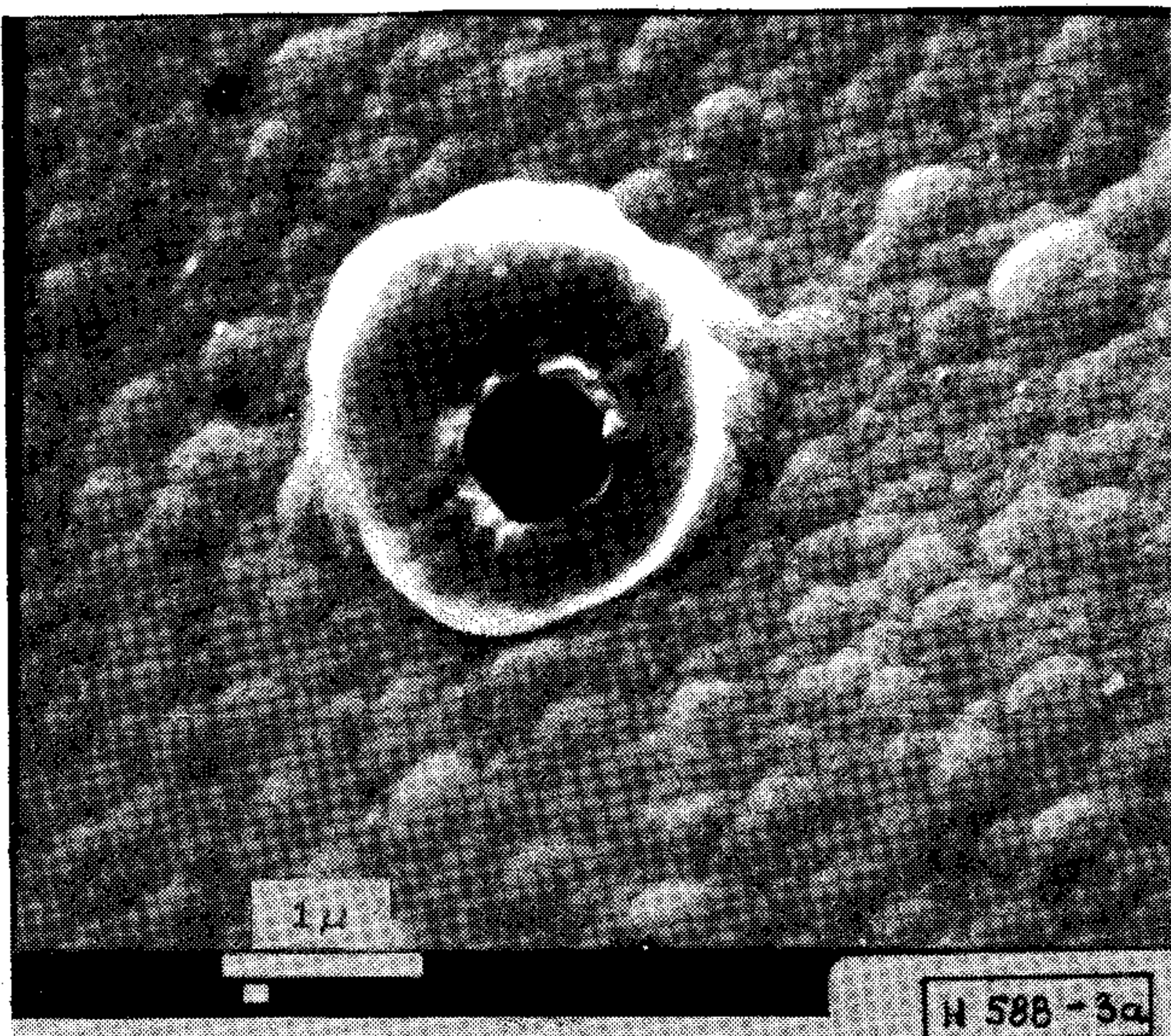
Beérkezett: 1990. II. 5.



1. ábra. Kondenzátor struktúra layout-ja



2. ábra. Merőleges fémmeander struktúra layout-ja



3. ábra. Plazmás nitrid szigetelőréteg felülete a felső fémszint lemarása után  
(3b: metszet; 3c, 3d, 3a: nézet növekvő nagyítási sorrendben)



A SEM vizsgálatokat megelőzően a mintákat preparálni kellett. A túlyukasság vizsgálatához elegendő volt a felső fémszint lemarása, így a kondenzátor-struktúra interrétége szabaddá, pásztázó elektronmikroszkóppal jól megfigyelhetővé vált. Mivel a rétegek lépcsőfedését is vizsgálni kívántuk, ezért ehhez megfelelő struktúrametszeteket is létre kellett hozni, amit úgy kaptunk, hogy a két egymásra merőleges fémmeandert tartalmazó struktúrát az alsó fémcsíkokra merőlegesen metszettük el.

### Kísérleti eredmények és azok értékelése

A szigetelőrétegeket először elektromos tulajdonságaik alapján minősítettük, mérési eredményeinket a 2. táblázat mutatja. A nitridrétegnél tapasztalt nagyon magas szivárgásérték a réteg jelentős mértékű túlyukasságára engedett következtetni. Az elektronmikroszkópos vizsgálatok igazolták ezt a feltételezést (3. ábra). Az oxidok túlyuksűrűsége viszont alacsony volt (a vizsgált felületen nem is találtunk lyukakat).

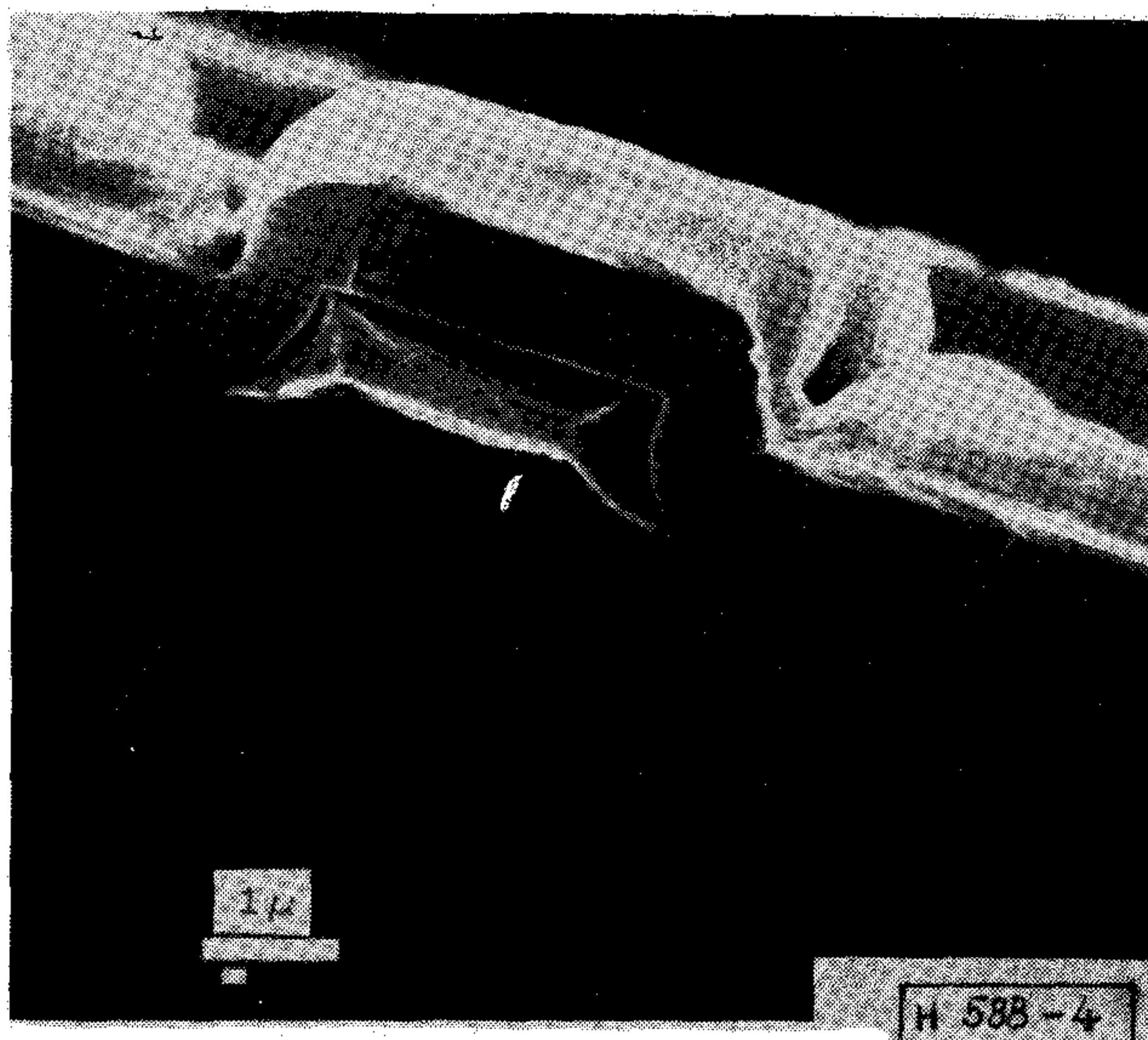
2. táblázat

Leválasztott szigetelők	Átütési szilárdság [ $10^6$ V/cm]		Szivárgás 30-V-nál	Dielektromos állandó	
	saját mérés	irod. adat		saját mérés	irod. adat
LPCVD oxid	1,9-2,25	8-10	<1 nA	4,47	4,2
PECVD oxid	1,1-1,8	3-6	<1 nA	5,47	4-5
PECVD nitrid	-	3-6	több mA	-	6-8

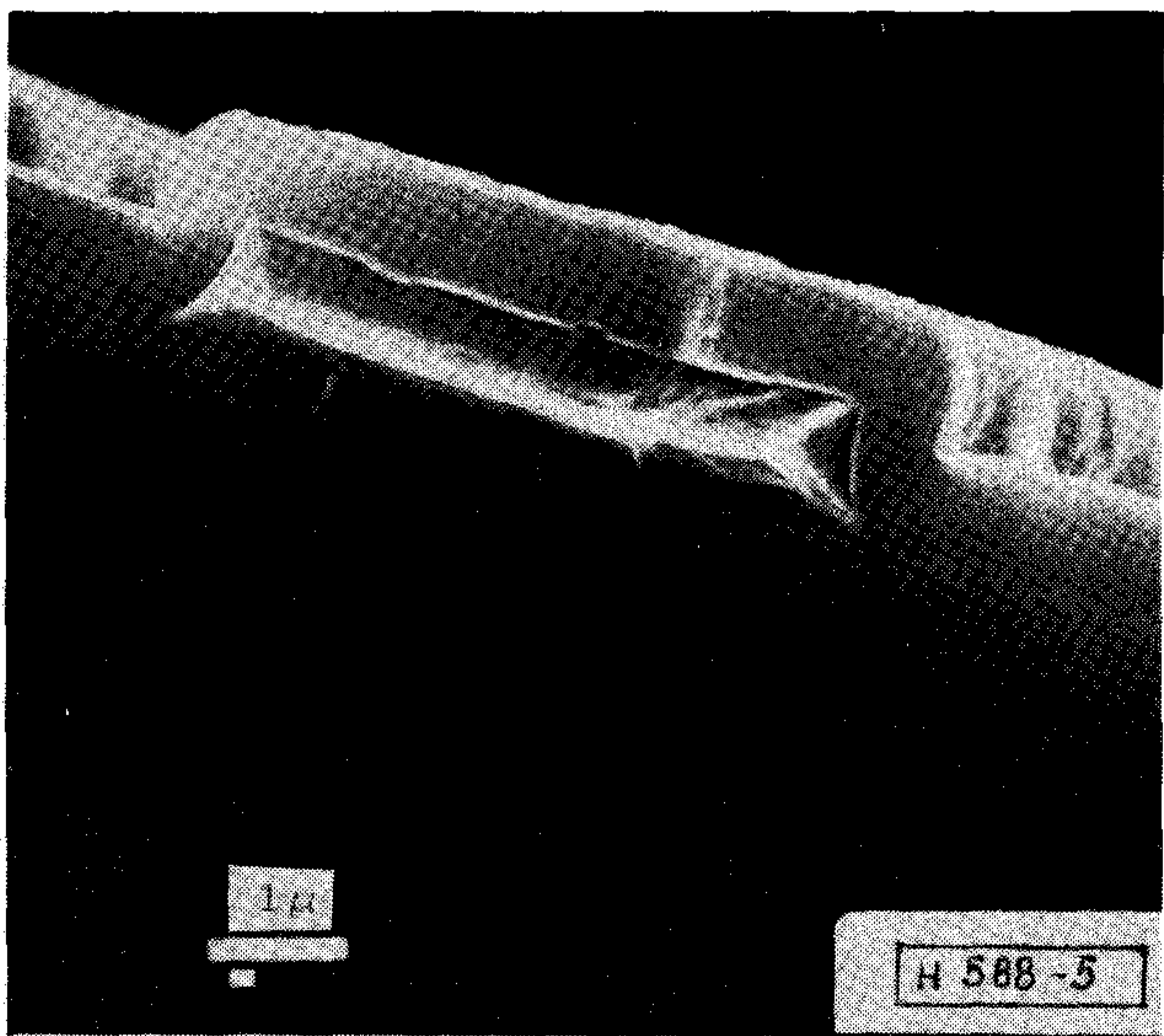
Az irodalom idevonatkozó adataiból ellenben az tűnik ki, hogy a nitridrétegek túlyukassága ritkább, bár azok az adatok optimalizált körülmények között végrehajtott leválasztások és marások eredményei. [1, 3]

Felmerült a kérdés, vajon egyedi jelenség volt-e a leválasztott nitridréteg túlyukassága? A további vizsgálatok azt mutatták, hogy sem az áramkörök passziválására jelenleg is használt vékonyabb (kb.  $0.5 \mu\text{m}$ -es), sem pedig a minősíteni kívánt nitridréteggel közel azonos vastagságban leválasztott (kb.  $1 \mu\text{m}$ -es) passziváló PECVD nitridbevonatok a marás előtt nem voltak lyukak. A marás után a vastagabb rétegeknél szintén előfordultak az említett túlyukák.

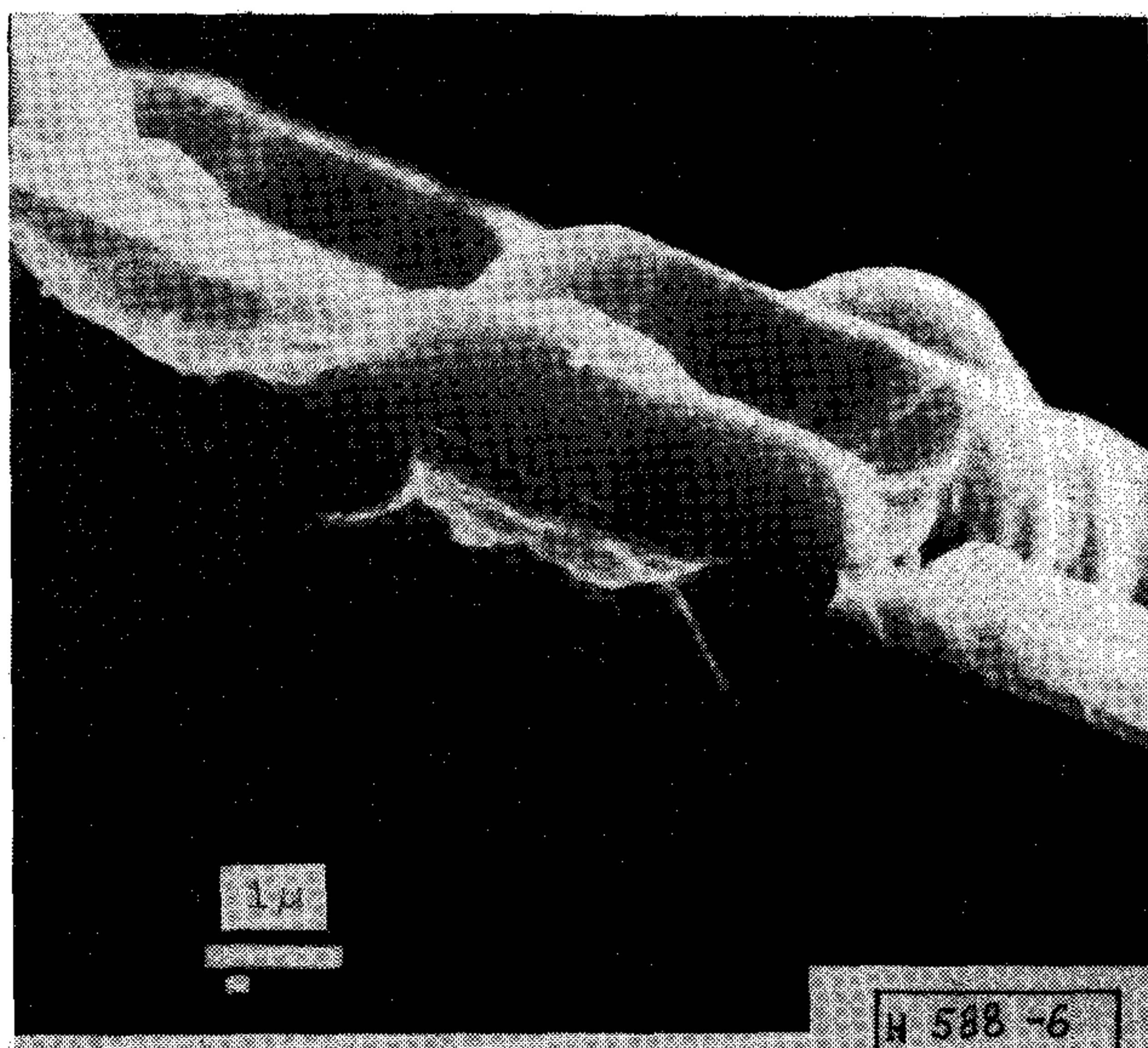
Az elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján megállapítottuk továbbá, hogy az alkalmazott interrétégek lépcsőfedése közel egyforma. A plazmás oxidé gyakorlatilag konformális (4. ábra), s a plazmás nitrid (5. ábra) és az LPCVD oxid (6. ábra) elvékonyodása is csekély mértékű a lépcsők oldalfalain. Az interrétégek lépcsőfedésére tett megállapításunk csak az általunk kialakított kb.  $1 \mu\text{m}$ -es lépcsőkre igaz, vertikálisan nagyobb méretekkel rendelkező struktúrákra a vizsgálatot újra el kell végezni. Ezt támasztják alá az irodalom adatai is, melyek szerint ezen interrétégek lépcsőfedése hasonló magasságú lépcsők esetén konformális, míg nagyobb magasságú lépcsőkre ez már nem jellemző. [1, 2]



4. ábra. Plazmás oxid interrétég lépcsőfedése



5. ábra. Plazmás nitrid interrétég lépcsőfedése



6. ábra. LPCVD oxid (PSG) interrétég lépcsőfedése

Az elektromos paraméterek mérése során az oxidok esetében tapasztalt, az irodalmi értékektől elmaradó átütési szilárdság adatok, s az azt meghaladó dielektrikus állandó értékek az általunk leválasztott rétegek erősen pórusos szerkezetével indokolhatók. [1, 4]

A nitridrétegbeli túlyukképződés azzal magyarázható, hogy a plazmamarási technológia optimalizálása nélkül ilyen vastag nitridrétegek megfelelő minőségben nem állíthatók elő.

Összefoglalva eredményeinket azt mondhatjuk, hogy a vizsgált három interréteg anyag közül kettő (PECVD oxid, LPCVD oxid) egyaránt alkalmas lehet kétszintű fémezés interrétegének, s ha a plazmás nitrid maratás során fellépő túlyukasságát sikerül stabilan elhanyagolható mértékűre szorítani, akkor mind a három.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a MEV technológiai részlegének dolgozóit a kísérletek végrehajtásában nyújtott segítségükért, valamint dr. Kormány Terézt, aki tanácsaival munkánkat mindvégig segítette.

## IRODALOM

- [1] A. D. Adams, in "VLSI Technology", ed. S.M. Sze, McGraw-Hill, 1983, p. 93-129
- [2] D. Pramanik, "CVD Dielectric Films for VLSI", Semiconductor International, 1988 jun., p. 94-99
- [3] B. Mattson, "CVD Films for Interlayer Dielectrics", Solid State Technology, 1980 jan., p. 60-64
- [4] A. C. Adams, "Plasma Deposition of Inorganic Films", Solid State Technology, 1983 apr., p. 135-139

---

# Beszámoló az ICDS8 konferenciáról

## 1. Bevezetés

Az ICDS8 (8th International Conference on Digital Satellite Communication) konferenciát 1969 óta három évenként rendezik meg az INTELSAT és különböző fejlett nyugati országok úrtávközléssel foglalkozó szervezeteinek rendezésében. A konferenciák célja, hogy az első INTELSAT műholdak rendszerbeállításától kezdve publicitást és támogatást adjanak a digitális úrtávközlésnek, az ebben a témában dolgozó szakembereknek, intézeteknek, vállalatoknak. Úgy is mondhatjuk, hogy a digitális úrtávközlés business-ben érdekelték a fenti konferenciákon rendszeresen beszámolhatnak saját eredményeikről, új típusú szolgáltatásokról és megismerhetik mások eredményeit. Az úrtávközlési szolgáltatásait összevetve a hagyományos földfelszíni távközlési szolgáltatásokkal, az a jellemző, hogy azokkal versenyképes illetve kiegészítő megoldásokat ad, valamint eredetien új távlatokat nyit. (Pl.: mobil, tengeri, repülési szolgáltatások). Az ICDS8 konferenciák témáiban és eredményeiben nyomon követhetők ezek a megállapítások.

## 2. Az ICDS8 konferencia

Az ICDS8 konferencia az INTELSAT, a France Telecom és az F.C.R. (France Cables et Radio) szervezésében Franciaország tengerentúli megyéjében, Guadeloupe-on került megrendezésre.

A konferencián 17 országból 114 előadás hangzott el, a résztvevők listáján 322 fő szerepelt. A szocialista országok részéről a Szovjetunióból és Magyarországról

érkezett egy-egy előadás, a szovjet szerzők azonban nem jelentek meg a konferencián. Az előadások 1989. április 24-27. között kerültek megtartásra eléggé feszített ütemben, 22 szekcióban. Az előadások és a tájékoztatás szervezéséről csak felsőfokon lehet szólni. Jellemző volt a videó és TV-technika széleskörű alkalmazása, amely megkönnyítette a párhuzamos szekciókban folyó előadásokról való tájékozódást. A konferenciával párhuzamosan folyó technikai kiállításon meg lehetett győződni az egyes előadásokhoz kapcsolódó eredmények gyakorlati hasznosításáról is.

## 3. Hogy jutottunk el az ICDS8 konferenciára?

A Távközlési Kutató Intézetben kifejlesztett SCPC-PCM-QPSK csatornaképző (INTERCSAT) berendezés, amely kis forgalmi irányú, földrajzilag távoli országok között műholdas telefonátvitelt tesz lehetővé, az Interszputnyik Nemzetközi úrtávközlő Rendszer modernizálásának az előfutára. A növekvő forgalmi igények, valamint a teljesítménykorlátos műholdas távközlési út rendelkezésre álló kapacitásából adódó elmentmondás feloldására kezdtünk el foglalkozni egy új típusú, gazdaságos, az INTERCSAT rendszer bázisán kialakítható, az átviteli kapacitást növelő csatornaképző kidolgozásával.

Munkánkban alapul vettük a kissebességű beszédkódolás legújabb eredményeit, amelyek a CCITT G.721-es ajánlásában találhatók. Az említett ajánlás tartalmazza a 32 Kbit/sec-os ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) kódolási eljárást,

melynek megvalósításához szükséges eszközök – a PCM-hez hasonlóan – a világpiacra beszerezhetők, illetve szükség esetén jelfeldolgozó processzorokkal realizálhatók. A 32 Kbit/sec-os ADPCM kódolás a hagyományos 7 bites SCPC-PCM-QPSK rendszerekkel összevetve azonos minőség mellett csaknem felére csökkenti a szükséges átviteli sebességet, ami azonos sávban kétszeres számú telefoncsatorna átvitelét teszi lehetővé. Az általunk javasolt megoldás lényege az, hogy két ADPCM kódolású telefoncsatornát időosztású keretszervezésben az SCPC-PCM-QPSK átvitelhez kidolgozott burst üzemi QPSK modemen keresztül viszünk át. Mivel így egy vivőn két független telefoncsatorna jelének átvitelét valósítjuk meg, DCPC (Double Channel Per Carrier) átvitelről beszélünk. A telefoncsatornák függetlensége esetünkben azt is jelenti, hogy beszédaktivizált üzemmódban az időosztásos keretszervezésnek megfelelően vivőkisugárzás csak az aktív csatornák idején történik. Ezzel a műholdas átvitel energetikai lehetőségeit optimálisan használjuk ki, és az átviteli kapacitást a hagyományos SCPC-PCM-QPSK átvitelhez képest minimálisan megkészszeresítjük.

A konferencia szervezőbizottsága újszerűnek és érdekesnek találta a kis forgalmú összeköttetések kapacitás bővítésére javasolt megoldásunkat [1] és pozitív döntésének megfelelően kaptunk meghívást az ICDSC8 konferencián történő részvételre.

#### 4. Szekciók és előadások az ICDSC8-on

A konferencián 114 előadás hangzott el, az előadások négy napon keresztül 22 szekcióban kerültek sorra következő témacsoportosításokban:

- Intelsat VI SS-TDMA rendszer;
- Beszéd- és képkódolás;
- VSAT hálózatok (2 szekció);
- Interferencia problémák;
- Adatátviteli protokollok;
- Hibajavítás;
- Adatátviteli rendszerek: jelen és jövő;
- Perspektív MODEM-ek;
- Igény szerinti hozzáférésű TDMA rendszerek;
- TV és hang műsorszórás;
- Költség és versenyképesség;
- Mobil műholdas rendszerek;
- Hálózatszervezés és üzemeltetés;
- Műholdon történő jelprocesszálás;
- DCME (2 szekció) (Digital Circuit Multiplication Equipment: Digitális Csatorna-Többszöröző berendezések);
- Rendszer fejlesztés és fejlődés (\*);
- Felhasználói igények és rendszerkísérletek;
- Rendszer modellezés és számítás;
- A földi és az űrtávközlő hálózat integrálása;
- Műhold bázisú jelprocesszálás, műholdak közötti kommunikáció;

Látható, hogy a konferencia munkája a műholdas távközlés minden témakörére kiterjedt. A magyar előadás a (\*)-gal jelölt szekcióban hangzott el. A cikkben foglalt hatalmas mennyiségű információnak csupán vázlatos bemutatására tudok szorítkozni, mivel a párhuzamosság miatt csak a szekciók egy részét volt alkalmam látogatni. Néhány általánosság megfogalmazása után vázlatosan áttekintettem a konferencia témáit, majd azokat a szempontokat próbálom összefoglalni, amelyek megítélésem szerint számunkra is lehetőséget adnak arra, hogy eséllyel vegyünk részt az új távközlési szolgáltatásokat nyújtó nemzetközi tevékenységben.

Az ICDSC7 konferencia óta eltelt időben a leglényegesebb előrelépések a TDMA technika gyakorlati alkalmazása terén mutatkoztak. A három évvel ezelőtti beszámolók napjaink realitásai, és a fejlődésre jellemző, hogy az ICDSC8-on már a második generációs TDMA-ról, a Satellite Switched TDMA (SS-TDMA)-ról hallhattunk előadásokat.

Az IDR (Intermediate Data Rate) vivők Intelsat rendszerben történő bevezetése újabb mérföldkő volt a digitális űrtávközlésben. Alkalmazásuk a TDMA kiegészítőként várható olyan átviteli irányokban, ahol a kis kapacitás, illetve a nagy kapacitás, de kis összeköttetés igényű alkalmazás jellemző. Várható, hogy a TDMA és az IDR az elkövetkező években fokozatosan kiszorítja az analóg rendszereket a DCME (Digital Circuit Multiplication Equipment) berendezések használatának következményeként. Ezekben a berendezésekben a digitális beszéd interpoláció (DSI) és a kisebb sebességű beszédkódolás (pl.: 32 Kbit/sec ADPCM) együttes alkalmazásával az átvitt információ 4-5-szörös koncentrációja valósítható meg a hagyományos PCM csatornához képest. Beszámoltak olyan törekvésekről is, amelyek a fenti berendezést 16 Kbit/sec ADPCM alkalmazásával kívánják kialakítani további koncentráció elérése érdekében.

Az ISDN típusú szolgáltatások megjelenése az űrtávközlő rendszerekben és az ISDN fejlődése a földi hálózatokban motiválja az űrtávközlő hálózatok földi rendszerekbe történő integrálását. Ehhez a témához szorosan kapcsolódva foglalkoztak a hatékony adatátviteli protokollok lehetséges kialakításával.

A földi és a műholdas átvitel integrálására érdekes példát jelent az a megoldás, amikor kis forgalmi irányú túlterhelt földi hálózatok kiegészítésére igény szerinti hozzáférésű TDMA rendszert használnak.

A műholdas áramkörök használatának minél szabadabb és tervezhetőbb kihasználására jelentek meg az IBS és SMS előírások, amelyek zárt és nyitott rendszerek kialakítására adnak lehetőséget. A felhasználók, vagyis a távközlési szolgáltatást nyújtó szervezetek olyan rendszerek kialakításával jelentek meg az utóbbi három évben, amelyek versenyképességükkel a földi hálózatok riválisai, illetve eredetien új szolgáltatásaikkal azok kiegészítői. Ezek közül számunkra is fontosak lehetnek a mobil és a VSAT (Very Small Aperture

Termination) rendszerek. Három szekció teljes mértékben, több pedig kapcsolódóan érintette ezeket a témákat. A digitális távközlés, így az úrtávközlés fejlődése és térnyerése nem választható el a digitális jelfeldolgozás gyors fejlődésétől, amelynek során hatékony VLSI áramkörök megjelenésével olcsón realizálhatók komplex feladatok. Ez különösen jellemző a digitális képfeldolgozás, hibajavító kódolás és a modem technológia területén. A digitális rendszerek integrálása, a fenti hatékony rendszerek megjelenése az áramköri szimulációk és diagnosztikák fejlődését is megkövetelik. A konferenciákon a jelen eredmények és a várható közeljövő felvázolása mellett mindig távolabb is tekintenek. A szolgáltatások bővítése fejlett áramköröket követel az úrtávközlésben is, különös tekintettel az új típusú műholdakra. Két szekció is foglalkozott azokkal a lehetőségekkel és tervekkel, amelyek a műholdon történő jelfeldolgozási-kapcsolási feladatokkal (On-Board Processing) és a műholdak közötti kommunikációval (Intersatellite Links) kapcsolatosak. A szakértők szerint az On-Board Processing-gel kapcsolatos eredmények rendszerbeállítása nem valószínű 2000 előtt, azonban az ebben rejlő lehetőségek jelentik az úrtávközlés versenyképességének legkecsegtetőbb területét.

## 5. Jövőbeni lehetőségeink

A fenti vázlatos felsorolás talán szemléltette, hogy milyen szerteágazó és hatalmas területen folyik az úrtávközlés kutatása és fejlesztése. Csak hatalmas, tőkeerős cégek vagy országok engedhetik meg maguknak azt a luxust, hogy a teljes skálát lefedjék. Felvetődik a kérdés, hogy egy kis ország vagy egy TKI méretű kutatóintézet milyen területen és milyen feltételek mellett léphet versenybe ezen a tág lehetőségeket kihasználó, de szigorú piacon? Nyilvánvaló, hogy szűk területeken, figyelembevéve a követő jellegű fejlesztéseket, és azt a tényt, hogy különböző okok miatt (pl.: Magyarország nem tagja az INTELSAT-nak) nem vagyunk benn a szakma vérkeringésében sem. (Eredményeink értékét csak növeli, hogy a fentiek ellenére elismerésre méltó produktummal tudunk kiállni a nemzetközi megmérettetés elé.)

Megítélésem szerint a mobil úrtávközlési és a VSAT rendszerek képezik azt a területet, amelyen a jövőben piacképes termékkel állhatunk elő. Mindkét rendszer alapjaiban azonosnak tekinthető, különbözőségük a velük kialakított szolgáltatásokban rejlik.

A következőkben kissé részletesen szeretnék a VSAT rendszerekről szólni.

A VSAT a nagyon kisméretű földi állomások egy fajtája, amelyek könnyen a felhasználók igénye szerinti helyszínre telepíthetők egy olyan távközlési hálózat részeként, amely általában egy nagyméretű földi állomás köré települ, és általuk a kétirányú integrált távközlési információszolgáltatás széles tartománya megvalósítható. A VSAT-ok kialakulása mögötti hajtóerőt a pia-

ci igények, a technológiai haladás és a távközlési monopóliumok megszűnése jelenti. Ami a technológiai haladást illeti, itt azok az eredmények teremtették meg a fejlődés lehetőségeit, amelyeket az elmúlt években a hatékony mikroprocesszorok, LSI-alapú FEC kodekek és modemek (Variable rate), Ku sávbeli rádiófrekvenciás áramkörök, antenna miniatürizáció, csomagátvitel, hatékony többszörös hozzáférésű protokollok és protokoll egységesítés terén jelentek meg. A VSAT távközlési hálózatokban ezen eredmények kombinációjával hatékony, forgalomadaptív, nagy sebességű, kis költségű összeköttetések alakíthatók ki, melyek biztosítják a felhasználók számára a költségállandóságot, a költségek ellenőrzését, a hálózatszerzés flexibilitását, függetlenségét, relatíve nagyobb érzéketlenségét a távközlési környezet gyors változására.

A napjainkban létező VSAT hálózatok lényegében háromkategóriára oszthatók.

- a, műsorszóró típusú (pont-többpont rendszerek)
- b, pont-pont rendszerek
- c, interaktív (kétirányú) rendszerek.

Az a, ponthoz tartozó rendszereknél egy központi földi állomás (HUB) videót vagy program minőségű hangot vagy csomag típusú adatot illetve az előzők egy alkalmas kombinációját sugározza az összes távoli csak vevő VSAT-ok mindegyike vagy egy kiválasztott csoportja számára (pl. TV műsorszórás).

A b, ponthoz tartozó rendszerek egy-egy kétutas hang-, adat-, képátvitelt tudnak szolgáltatni két VSAT között, központi állomás igénye nélkül.

A c, ponthoz tartozó esetben az interaktív/batch kétirányú hangadat-video szolgáltatásoknak nagyon széles spektrumát kielégítő rendszereiket találjuk, melyeknél nagy számú intelligens VSAT kommunikál egy központi állomással (csillag topológia) vagy egy központi állomáson keresztül egymással (hálótopológia). A piacon jelenleg alkalmazott rendszerek vagy fázismodulációt, (Ku sáv) vagy direkt szekvenciális szórt spektrumú technikát (C sáv) használnak. Míg az utóbbi vonzó kis adatsebességeknél és kis forgalmú alkalmazásokban, addig az előbbi sokkal szélesebb tartományú átviteli sebességeket igénylő alkalmazásokat képes támogatni, (pl. 128 Kbit/sec-ig) és jobban alkalmazkodik a forgalom változásaihoz. A tipikus VSAT rendszerbeli antennaátmérők 1,2-1,8 m tartományban és a teljesítményerősítők 1-3 W-osak. Jelenleg a legtöbb hálózat csillagtopológiájú.

Az VSAT-ok gazdaságosságának egyik döntő forrása a közös áramkörökön való osztozkodás. A központi állomás irányú (inbound) vivőkhöz való hozzáférés véletlenszerű, míg a visszairányú (outbound) válasz nagysebességű TDM vivőn érkezik. A központ felé irányuló vivő a kisforgalmú TDMA egy formája, amely a forgalom típusaihoz adaptívra tervezett hatékony hozzáférési protokollal rendelkezik. Az aktuálisan használt protokoll az üzenetek típusai, hossza és az eltűrhető átviteli késleltetések határozzák meg. Az

adaptív hozzáférési protokollal maximalizálják az átvitel hatékonyságát és hozzájárulnak nagyszámú VSAT kiszolgáláshoz. Ez maga után vonja azt, hogy ilyen hálózatban a felhasználási költségeket gyakorlatilag a VSAT-ok költségei határozzák meg, mivel a közös hasznosítás miatt a rendszer közös költségei (központ, transzponder) a teljes költség töredékét képezik.

Napjainkban egy komplett VSAT (alapsávi, illesztés, modem, U.D konverter, erősítők, antenna) összköltsége 6-12 ezer dollár között mozog. Egy komplett hálózatban számuk több százra tehető. Gazdasági számítások szerint azonos szolgáltatást nyújtó földi hálózatokkal szemben 20-25% költségmegtakarítás érhető el. Melyek azok a felhasználási lehetőségek, ahol nagyon vonzó a VSAT-ok alkalmazása? A VSAT-okkal kialakított távközlési rendszerek áthidaló megoldást kínálnak az ipar és az üzleti élet nagy része számára a távközlési problémáik megoldására a földi távközlési infrastruktúra fejlettségétől függetlenül, de különösen olyan helyen, ahol az infrastruktúra szegény vagy egyszerűen hiányzik. Potenciális felhasználó a kereskedelem, bankhálózat, ügynökségek (újság stb.), számítógépipar, építőipar (több telephely), mezőgazdaság, kormányzat, szállítási vállalatok, stb. A VSAT-okkal ezek mindegyike számára privát hálózat kialakítása válik lehetővé és olyan szolgáltatások biztosíthatók, mint:

- az üzletmenettel kapcsolatos tranzakciók követése,
- megrendelések feladása,
- hitel ellenőrzés (hitelkártya nyilvántartás),- információ szolgáltatás,
- helyfoglalások,
- leltárnyilvántartás,
- adat transzfer,
- faximile szolgálat,
- postai szolgáltatások,
- digitalizált hangátvitel,
- komprimált videóátvitel...stb.

Ha a már említett űrtávközlési kutatási-fejlesztési tevékenységek (On-Board Processing, ISL, nagy teljesítményű tűnyalábok, nagyfrekvenciás műholdak, VLSI relaiációk stb.) elérik az alkalmazásbavételi stádiumot, a VSAT méretek és költségek további csökkenése várható. Egyes vélemények szerint a VSAT-ok (és mobil változataik) terén elért fejlesztések újabb lökést adtak az űrtávközlés térnyerésének.

Történelmileg tekintve a VSAT-ok kialakulása az USA-ban kezdődött el. A gyors fejlődést több tényező motiválta:

- növekedett az igény a vállalatokon belüli rugalmasan szervezhető és megbízható adatkommunikációra, ami a termelés és az árusítás eltérő helyszínéből és a számítógépek minden szinten történő alkalmazásából adódott,
- a már említett technikai fejlődés és flexibilitása,
- a távközlés deregulációja.

Európában a magánkézben lévő hálózatok elterjedésének jelenlegi alacsonyabb szintje szakértők szerint a távközlés gazdasági és szervezési struktúrájának eltérő voltával magyarázható. A jövőben azonban különösen az Európai Közös Piac egységesítésével a multinacionális vállalatok száma növekedni fog és az információs szükségleteik is módosulni fognak. Az európai távközlési hálózat egyenlőtlen fejlettségével és országonkénti elkülönültségével szemben a műhold bázisú hálózatok, mint pl. a VSAT-okkal kialakítható hálózatok nyilvánvaló megoldást nyújtanak számos, Európára kiterjedő részvénytársaságnak a hatékony információs hálózat kialakítására. Egy EUTELSAT felmérés igazolta a VSAT-ok alkalmazásának előnyeit mind nemzeti, mind nemzetközi szinten. Várható, hogy először a nemzeti kötöttségek feloldásával a nemzeti hálózatok fognak elterjedni. A nagy műhold üzemeltető szervezetek (EUTELSAT, INTELSAT, INTER-SZPUTNYIK) távközlési kapacitásokat biztosítanak a várhatóan dinamikus fejlődés számára.

A mobil űrtávközlési rendszereknek három csoportját különböztetjük meg: a földi, a légi és a tengeri mobil űrtávközlési rendszereket. A mobil rendszereket természetesen tekinthetjük úgy is, mint a VSAT-ok kerékre, szárnyakra vagy hajóra szerelt változatát. Igazából a mobil rendszerek azok, amelyek szolgáltatásai egyedülállóak, a földi hálózatokkal nem pótolhatók. Ezen rendszerek kialakítását a repülés, a hajózás és a földi szállítással kapcsolatos feladatok motiválták a VSAT-oknál elmondottakkal összehangban. Gondoljunk például egy Hungarokamion jellegű, Európára kiterjedő szállítási vállalatra. A gazdaságos üzletmenet érdekében távközlési infrastruktúrával nem rendelkező helyen meghibásodó nagy értékű romlandó árut szállító kamion megsegítését csak akkor lehet hatékonyan megoldani, ha a távoli központtal kommunikálni tud. Ugyancsak egy hatékony kommunikációs rendszer tud lehetőséget teremteni a gazdaságos fuvar-útvonal kialakítására is. Ezt szolgálják a mobil űrtávközlési rendszerek. Mobil rendszerek egy fajtáját dolgozta ki az INMARSAT, amely felmérése szerint százezrekben mérhető a várható felhasználók száma Nyugat Európában.

Látható, hogy mind a VSAT-ok, mind a mobil űrtávközlő rendszerek nagy jövő előtt állnak és az ezekkel való foglalkozás több mint követő fejlesztés, hiszen az ilyen rendszerek elterjedésének kezdetén állunk. Az aktuális rendszerek kialakítását bizonyos szolgáltatás igény motiválja, amely többféle, azonos funkciójú berendezés segítségével valósítható meg. Komoly szerepet kell szánni a jövőben a rendszertechnika azon fajtájának, amely a felhasználói igény és az alkalmazandó berendezésen kialakítható rendszer között teremt kapcsolatot. Ez komoly, nem hardware-t igénylő munka, amire potenciális szellemi kapacitással rendelkezünk. A berendezések kialakítása a digitális jelfeldolgozástól, a mikroprocesszoros, a KF áramkörök alkalmazásán keresztül a mikrohullámú berendezéseket

kompletten foglalja magában. Lényegileg elmondható, hogy egy berendezést egy helyen készítenek és különböző gyártók részegységei általában nem összeszerelhetők (bizonyos kivételtől eltekintve). Az ilyen berendezések fejlesztése az elektronika széles spektruma fejlődésének ad lökést. Intézetünkben megvan a potenciális lehetőség egy ilyen feladattal történő szembenézésre. Természetesen szorító kényszer az olcsóság, mert ez a versenyképesség egy komoly tényezője, és a felkutatott, javaslatokkal mozgásba hozott piac megléte, mert ez biztosíthatja a nagy darabszámú gyártást, ami lehetővé teszi a BOÁ-k alkalmazását, így az olcsó előállítás. Látható tehát, hogy a jövő olyan berendezéseké, amelyekkel komplett szolgáltatást lehet kielégíteni vagy megfordítva egy szolgáltatási igény komplett berendezést feltételez. Ebben az összefüggésben is komoly szerepe van a fentebb említett rendszertechnikai tevékenységnek.

Mivel a fentiekben ismertetett berendezések kifejlesztéséhez vagy ilyen berendezésekkel kialakítható rendszerek megvalósításához véleményem szerint Intézetünkben megvan a kellő szellemi és technikai kapacitás, továbbá a fenti berendezéseket növekvő mértékben fogják alkalmazni bel- és külföldön egyaránt, úgy vélem, hogy a jövőben ezen a területen piacképes termék létrehozására nyílnak lehetőségek. Ezt megkönnyítené, ha fenti témában járatos nyugati céggel a harmadik piacon (pl. Szovjetunió) történő együttműködés lehetőségét keresnénk.

## 6. Konferencia közti tevékenységek

A konferencia szüneteiben illetve a rendezők, valamint a Hughes Network System és a Hughes Aircraft System International által rendezett fogadásokon alkalmam nyílt kapcsolatot teremteni a konferencián résztvevők közül néhány előadóval. A beszélgetések során igyekeztem előzetes publicitást teremteni a munkánknak, valamint pontosabb információt kapni néhány, az előadások során elhangzott témáról. Bár egyedül voltam, de a programok zsúfoltsága feledtette az egyedüllétet. A szekcióm elnökének, Dr. Peter P. Nuspl-nak (INTELSAT) köszönhetően olyan társaságnak lehettem a résztvevője, akik már régóta ismerősen üdvözlik egymást ezen a konferencián.

Úgy érzem, hogy tevékenységemmel és előadásunk ismertetésével szimpátiát és érdeklődést ébresztettem munkánk iránt. Cikkünket érdekesnek találták, az előadásomhoz sokan gratuláltak. A konferenciával párhuzamosan folyó technikai kiállításon a következő cégek vettek részt: Matra, IBM, Walton, France Telecom,

Polycon, Aerospatile, SNEC, Signatron, France Cables et Radio, Alcatel, Eutelsat, CNES, Hughes Network System, ECI és Satel Conseil. A fentiek közül a számomra legérdekesebbek közül emelek ki néhányat.

Az SNEC és a CNET cégek az INMARSAT alkalmazására kifejlesztett mobil rendszereket mutattak be, és az előadásokban ismertették a velük folytatott rendszerkísérletek eredményét. A Hughes Network Systems IDR/IBS alkalmazásra készített univerzális modem, ISBN (Integrated Satellite Business Network) kialakítására alkalmas VSAT-ot, valamint mobil földi terminált mutatott be. Az Alcatel cég Pointe-a-Pitre és Párizs között létesített műholdas átviteli utat, amelyen nemzetközi távhívást is lehetett bonyolítani. Ezen mutatta be a DCME berendezését, és a hozzá kapcsolt IBS, SMS és IDR alkalmazásokra kifejlesztett univerzális modem. Továbbá kiállított az EUTELSAT II. programhoz készített műhold modellt, és különféle földi állomásokat. Itt elsődlegesen az univerzális moderről érdeklődtem és megismerkedtem néhány áramköri kialakítással. Az IBM cég PS2 számítógépén tárolt, digitalizált és komprimált kép 64 Kbit/sec átvitelének egy alkalmazását mutatta be. Az Aerospatile és a Matra műholdak makettjeit és mikrohullámú műholdas berendezéseket állított ki. Az EUTELSAT azokat a lehetőségeket mutatta be prospektusok segítségével, amelyeket az EUTELSAT II. műhold fellövése jelent. (Meg kell jegyezni, hogy Magyarország a fellövendő műhold ellátási zónájába fog tartozni.) A Polycom az információszórásra kifejlesztett VSAT rendszerét állította ki, amelyről részletes előadás hangzott el.

## 7. Összefoglalás

A beszámolómban összefoglaltam az ICDSC8 konferencián szerzett élményeimet és ismereteimet. Összefoglaltam azokat a gondolatokat, amelyek véleményem szerint a hazai távközlési ipar számára jelentőséggel bírnak. (VSAT, mobil űrtávközlés). Végezetül mindenkinek köszönetet mondok, aki hozzájárult az előadásunk elkészítéséhez és a konferenciára történő kijutásomhoz.

Pápics József

Távközlési Kutató Intézet

## IRODALOM

- [1] *J.Pápics, I.Kaszavitz, L.Fürjes, T.Henk and G.Szarka:SCPC Terminal Equipment Applying ADPCM Encoding for the Intersputnik Global Satellite Network TKI, HUNGARY. ICDSC8 proceedings. pp 679-685.*

# Az ORION új analóg színes TV családja

DR. VITVERA LÁSZLÓ  
ORION MFLV

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az ORION a hazai színes TV gyártás első szakaszát befejezettnek tekinti. A kezdetben vásárolt akkor igen korszerű SEL konstrukció és technológia folyamatos karbantartás, és a változó piaci igények követése mellett is korlátokat állít a továbbfejlesztésnek. Az eddig bevált, hasonló alapáramkörökre épülő családlev megtartása továbbra is célunk, de tudomásul kell vegyünk, hogy a világ nagy TV gyárainak évi több milliós darabszáma mellett a hazai piac néhány százezer darabos igénye erősen behatárolja a párhuzamosan gyártható konstrukciók számát.

A cikk az új konstrukció kidolgozásának szempontjait, döntéseit ismerteti, kitérve néhány új, érdekes áramköri megoldásra is.

## Bevezetés

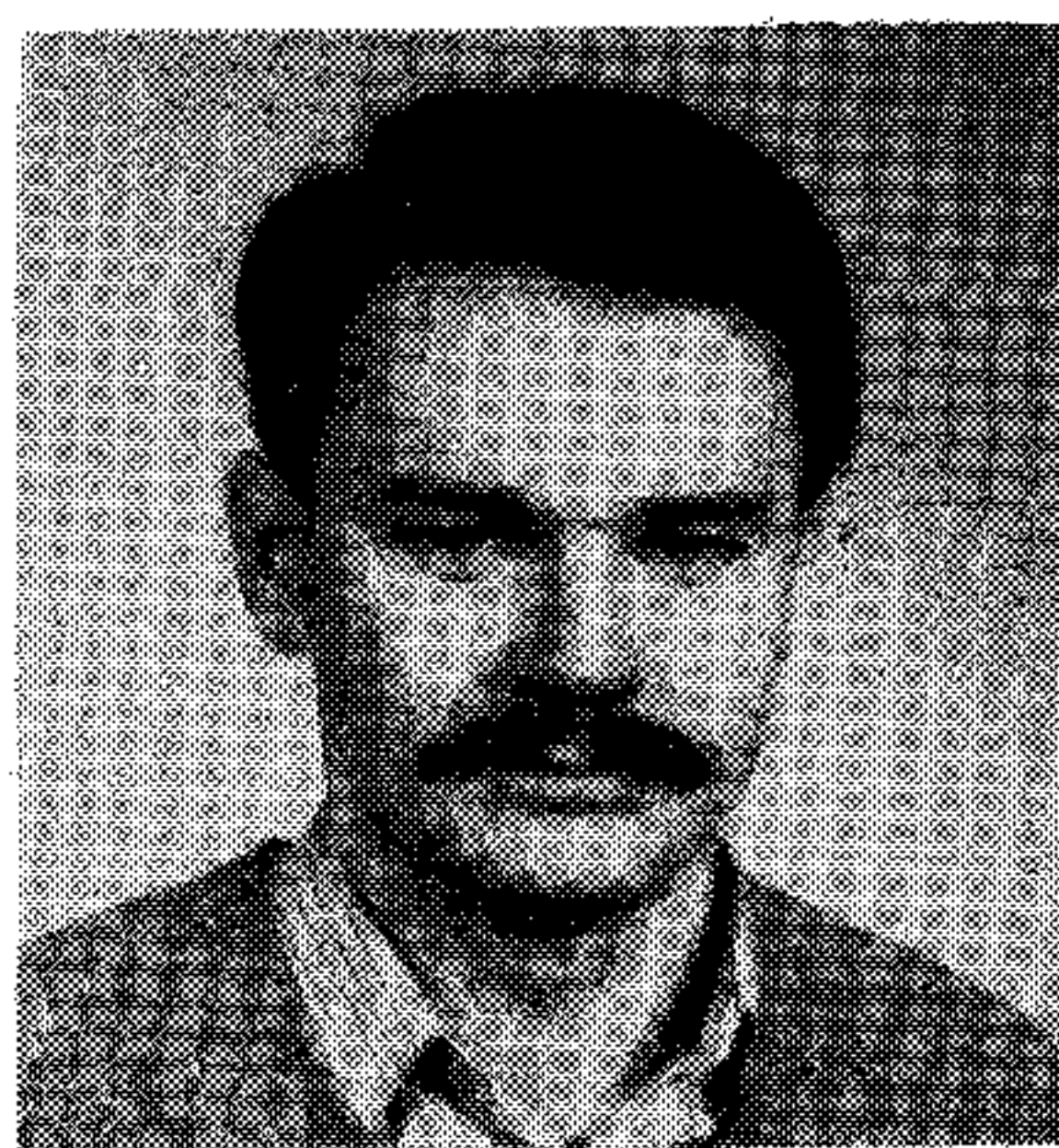
Az ORION a hazai színes TV gyártás első szakaszát befejezettnek tekinti. A kezdetben vásárolt akkor igen korszerű SEL konstrukció és technológia folyamatos karbantartás, és a változó piaci igények követése mellett is korlátokat állít a továbbfejlesztésnek. Az eddig bevált, hasonló alapáramkörökre épülő családlev megtartása továbbra is célunk, de tudomásul kell vegyünk, hogy a világ nagy TV gyárainak évi több milliós darabszáma mellett a hazai piac néhány százezer darabos igénye erősen behatárolja a párhuzamosan gyártható konstrukciók számát.

## A típusváltás célkitűzése

A fejlesztés elindításakor fel kellett mérni:

- a hozzáférhető magyar és külföldi alkatrészkeszletet
- a technológiai lehetőségeket
- a relatíve kis éves darabszám mellett széles típusválaszték igényét

Gyárunkban Európa összes nagy félvezető és egyéb alkatrészeket gyártó cége letette ajánlatát. Bármelyik bázison felépíthető egy komplett TV készülék. A választáshoz meg kell találni a műszaki és gazdasági szempontok szerinti optimumot. A KGST országok alkatrész kínálatáról kiderült, hogy igazi előre lépést jelentő korszerű TV készülék ezen a bázison nem építhető fel. Ismerve a szocialista országok távlati félvezető gyártási terveit, a nyugati IC kínálatot olyan szemmel is néztük, hogy esetleg később kiváltható típusokat találjunk. A korábbi évekhez képest nehézséget okoz, hogy amennyiben a műszakilag érdekes, nagy integráltsági fokú félvezetőket használunk, akkor biztos, hogy ez csak egy gyártótól szerezhető be. Emellett –



DR. VITVERA  
LÁSZLÓ

1981-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karán. 1983-ig, Híradástechnikai Szakmérnök diploma megszerzéséig az ORION állományában, a BME Híradástechnikai – Elektronikai Intézetben dolgozott. 1984-ben műszaki doktori címet szerzett. 1983-tól rövid megszakítással az ORION TV és Videomagnó Fejlesztésén dolgozik, 1988 óta a Fejlesztési Főosztály vezetőjeként.

számítva a liberalizált devizagazdálkodásra – több és korszerűbb nyugati alkatrészt terveztünk a készülékbe. Természetesen néhány hely kivételével meghagyva a lehetőséget KGST piacról beszerezhető alkatrészek beépítésére is. A készüléket talán legjobban meghatározó alkatrésze a képcső. A már ismert, és továbbra is számításba vett lengyel képcső mellett végignéztük a nyugat-európai és távol-keleti gyártók kínálatát is. Újra kihangsúlyozva, bízunk a liberalizált devizafelhasználás tartósságában, találtunk a piac mai csúcsgényének megfelelő lapos és sarkos képcsőveket szállító céget.

A technológia szempontjából két lényeges változást terveztünk. Egyrészt a több telephelyű gyáregységeink ellenére egy helyen végigfutó, zárt ciklusú gyártást tervezünk, remélve ettől a minőség további javulását. Másrészt építünk a folyamatosan bővülő felületszerelést lehetővé tevő műhelyeinkre, a már hagyományosan SMD tuner mellett más, nagy alkatrész számú, kis jelű modulokat is felületszereltté alakítottunk.

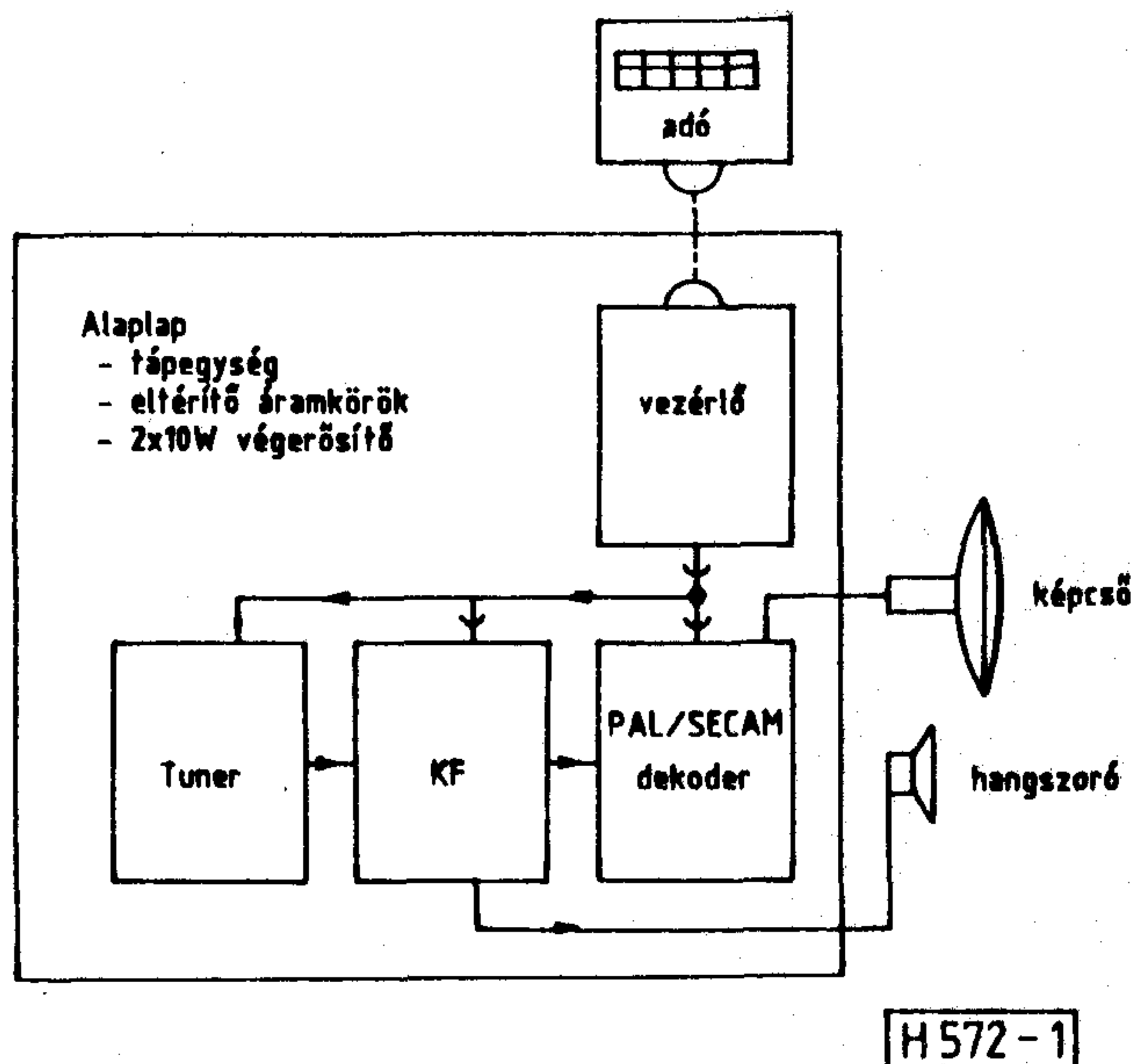
A piac igénye az egyidőben létező széles típusválaszték iránt és az éves tervezett darabszám lehetlenné tette a ma divatos, egy nyomtatott áramköri panelon felépített igazi „monosassi” tervezését. Felmérve, hogy mely áramköri részek cseréjére lehet szükség a készülékekkel szemben támasztott igényeknek megfelelően, modulra került: a tuner, a KF, a színkódoló és a vezérlőegység.

Azonban a modulok vezetékek nélkül, nyomtatott csatlakozókon kapcsolódnak egymáshoz, így egy jól áttekinthető, bármelyik modul cseréjével új szolgáltatásokat nyújtó készülékcsaládhoz jutottunk.

## A készülék felépítése

Ennek a cikknek nem témája részletes kapcsolási rajz ismertetése. Az 1. ábra alapján azonban ismertetjük az egységek legjellemzőbb tulajdonságait.

Beérkezett: 1989. IX. 6. (\*)



Az *alaplapp*, amely valamennyi modul hordozója, tartalmazza a kapcsolóüzemű tápegységet, a kép- és sorlétérítő áramköröket, és szükség esetén beültethető 2x10 W-os hangfrekvenciás végerősítőt.

A tápegység SIEMENS gyártmányú TDA 4601 IC-re épül. A kapcsolóüzemű, záróüzemmódban dolgozó kapcsolás a transzformátor révén teljes leválasztást biztosít a hálózatról. Evvel az IC-vel elérhető egyrészt széles teljesítmény tartomány, ami a 2x10 W-os hangfrekvenciás végfokozat tápellátását is jelenti, másrészt külön tápegység nélküli készenléti állapot. Ilyenkor a kapcsolási frekvencia megnövekszik és az IC továbbra is rövidzárvédett, stabil kimenő feszültségeket biztosít. [1] A tápegység érdekessége a mechanikus kapcsolóelem nélküli készenléti állapot kapcsolás. Nagy megbízhatóságú tranzistorral csak a KF, sorlétérítő, képeltérítő fokozat meghajtó impulzusait előállító áramkörök fő tápfeszültségét szakítjuk meg. A végfokozatok, – beleértve a video végfokozatot, hang végerősítőt, eltérítő áramköröket is –, készenléti állapotban is feszültség alatt vannak, vezérlés hiányában azonban áramfelvételük minimális. Az eltérítő áramkörök központi elemeként dióda – Split transzformátort használunk. Evvel megszűnnek a szervíz statisztikák szerint gyakori nagyfeszültség körüli hibák, szabályozó elem túlmelegedések. A transzformátor a szükséges impulzusok és 25 kV-os nagyfeszültség mellett tápfeszültséget is biztosít a képeltérítő fokozat számára. A képeltérítést PHILIPS TDA 3654 IC végzi [2].

A 2x10 W-os hangfrekvenciás végerősítő csak az alsztereo illetve sztereo TV készülékek esetén kerül beültetésre. 2 db ATES gyártmányú TDA 2030 IC-re épül. [3]

A *tuner*, az elmúlt években megismert, Telefunken licenc alapján készülő felületszerelt, kábelsávok vételére is alkalmas konstrukció.

A *KF* talán a készülék legtöbb vitát kiváltott modulja. A kiválasztás fő szempontja volt pl.:

- megfelelő minőségi jellemzők

- alapsávi video bemenet
- lehetőleg több integrált funkció
- hang KF rész különálló legyen.

A fejlesztés indításakor kaptunk a PHILIPS-nél is csak minta szinten létező TDA 4504 típusú IC-ből. [4] Az IC tartalmazza a kép KF egységet, videojel kapcsolót, szinkron leválasztót, sorvégfok meghajtót és képeltérítő meghajtójel generátort. Mivel fejlesztésünkkel egyidőben még az IC fejlesztése is folyt, sok módosítás után alakult ki a végleges konstrukció. A nagy integráltság következtében különböző zavar egymásra hatásokat kellett kivédeni. A kialakított kép KF és szinkron fokozat rész valamennyi készülékben azonos kell legyen, a modul másik fele, a hang KF változik az igényeknek megfelelően. A legnagyobb gyártott darabszámú készülékben természetesen O-C normás, mono hangcsatornát céloztunk meg, 3-4 W kimenő hangteljesítménnyel. Az áramkört ITT gyártmányú TDA 1701 típusú IC-vel építettük meg. [5] Párhuzamosan elkészült egy olyan hangfrekvenciás résszel rendelkező KF modul, ahol az EURO-SCART csatlakozó felől sztereo hangfrekvenciás jel dolgozható fel, a nagyfrekvenciás vett jel felől TBA 120 IC-vel dekódolt mono jel egy PHILIPS TDA 3810 típusú „alsztereoosító” IC-n áthaladva vezérli az alaplap hangfrekvenciás végerősítőit. [2] Emellett természetesen nagyon várjuk az OIRT sztereo szabványt.

A *PAL/SECAM dekoder* az ORION korábbi készülékekből jól ismert TDA 3560 és TDA 3590 A IC-ből épül fel [2]. Lényeges változás azonban, hogy a SECAM rész sorazonosítással működik. Ez felkészíti a TV-t egy későbbi, képkioltás alatti azonosító jelcsoport sorok számának adó oldali csökkentése esetén is hibátlan működésre. *Távvezérlő egység*ből két típust fejlesztettünk ki párhuzamosan.

Kisebb darabszámban, Teletext dekódertes készülékekben az ITT SAA 1293 IC-jét használjuk. Itt említem meg, hogy a Teletext dekóder egy az ORION igénye szerint kifejlesztett processzor vezérli, amely alkalmazásával a dekóder teljes ékezetes magyar karakterkészletű. FLOF szervezésű, egyidőben 5 oldalt tároló CCT. PHILIPS SAA 5231 és SAA 5243H IC-kre épül. [2]

A gyártott készülékek nagyobb részében egy ITT gyártmányú, új, kijelzőt nem igénylő IC-t, TVPO 2065 A41-t használunk. Az ON-SCREEN, – minden funkciót a képernyőre író – távvezérlő rendszerrel a készülék hangolásától az automatikus kikapcsolás időzítéséig minden funkció ellátható. [6] Meg kell említeni, az IC kínálta szolgáltatást, amit mi nem használunk ki. Lehetőség volna egy valós idejű óra működtetésére azonban ebben az esetben olyan speciális indító áramkörre és kvarc frekvencia beállításra volna szükség, ami miatt erről a szolgáltatásról lemondtunk. A nagy kényelmet jelentő távvezérlő rendszer egy hátrányát is említeni kell: a TV minden funkciója távvezérelhető, de *csak* távvezérelhető. Így a leendő felhasználóknak



tartalék telepről esetleg tartalék adóról célszerű gondoskodnia .

Végül említést érdemel, hogy mind az ismert lenygel képcső, mind a 25" vagy 28"-os lapos, sarkos képcsővek egy olasz formatervezésű műanyag előlappal szerelt kávéba kerülnek beépítésre.

### Összegezés

Az új konstrukció elkészült. Az alkalmazott, több esetben világujdonság félvezetők biztosítják, hogy a készülék korszerűségében a következő években állja a ver-

senyt. Természetesen a fejlesztésen egyéb munkák is folynak. Egyik eredményéről a digitális TV első készülékéről a következő cikkben számolunk be.

### IRODALOM

- [1] *SIEMENS*: IC-s für die Unterhaltungselektronik 1987
- [2] *PHILIPS*: Video and associated systems 1988
- [3] *SGS*: TV and Monitor Products 1986
- [4] *PHILIPS*: Application Note ETV/AN89002 1989
- [5] *ITT*: TDA1701 Sound channel IC for TV receivers
- [6] *ITT*: TVPO 2065 A41 Remote controlled tuning microcomputer 1989

---

---

## Beszámoló

### a Lágymágneses Anyagok (Soft Magnetic Materials) Konferenciáról El Escorial (Madrid), Spanyolország, 1989. szept. 27-29.

A 9. Soft Magnetic Materials Konferenciát 1989. szeptember 27-29. között rendezték a spanyolországi El Escorialban. A kétévenként megrendezésre kerülő konferenciát azzal a céllal hozták létre 1973-ban, hogy a lágymágneses anyagok fejlesztésével, ipari alkalmazásával és mérésével foglalkozó szakemberek legújabb kutatás-fejlesztési és gyártási eredményeiket ismertessék. Az előző konferenciát 1987-ben Badgasteinben (Ausztria), a következőt 1991-ben Drezdában rendezik. Az Európai Fizikai Társaság védnöksége alatt a madridi Universidad Complutense és az Instituto de Magnetismo Aplicado UCM-RENFE rendezte a konferenciát, amelyre 22 országból 172 résztvevő érkezett. Magyarországot 4 kutató képviselte.

Öt önálló szekcióban az alábbi fő témakörökkel foglalkoztak: alapproblémák, kísérleti és elméleti módszerek, amorf anyagok, szilícium-vas ötvözetek és egyéb anyagok, alkalmazások. Minden szekcióban egy-két 30 perces meghívott előadás szerepelt, melyet 4-5 szóbeli és 20-25 poszter előadás egészített ki. Az elhangzott 30 plenáris előadás és a bemutatott kb. 100 poszter anyaga az *Anales de Fisica* folyóiratban fog megjelenni. A konferencián a poszter szekciókkal együtt műszerbemutató is volt, ahol a British Steel Electricals, a Babcock Transformers Limited és a Wolfson Centre for Magnetic Technology állítottak ki. Külön említést érdemel az University of Wales (Cardiff) posztgraduális képzési lehetőségeit ismertető leí-

rás. A konferencia anyaga, a műszerbemutató katalógusai és az oktatási központ tájékoztatója a Távközlési Kutató Intézet könyvtárában megtekinthető.

A konferencia témakörébe tartozó lágymágneses anyagrendszerek közül többségben voltak az amorf anyagokkal és a Si-tartalmú ötvözetekkel foglalkozó munkák és csak elenyésző számban a lágymágneses ferritek. Számos előadás foglalkozott új vizsgálati módszerek bemutatásával és különböző mágneses tulajdonságok számítógépes modellezésével. Külön figyelmet érdemel nyugatnémet kutatók előadása, mely a mágneses „tér” mikroszkóp (MFM) elvét ismertette. Ez a roncsolásmentes, kvantitatív, nagy felbontású (nm-es) technika a minta teljes felületének a vizsgálata (scanningelésére) is alkalmas.

A magyarországi kutatók egy plenáris előadással és 5 poszter bemutatásával vettek részt a konferencián.

Köszönetemet fejezem ki a HTE-nek, hogy lehetővé tette számomra a részvételt és a lágymágneses mikrohullámú ferritek előállításánál lejátszódó szilárdfázisú kémiai reakciók vizsgálatával foglalkozó előadásom megtartását.

*Dr. Balla Lászlóné*  
Távközlési Kutató Intézet

# ORION digitális televízió

TIRPÁK TIBOR  
ORION MFVL

## ÖSSZEFOGLALÁS

A világon ebben az évben számos neves készülékgyártó (SCHNEIDER, ITT-NOKIA stb.) jelent meg a piacon, új, digitális elven felépülő készülékeivel. Ezekben a készülékekben az ITT által kifejlesztett DIGIT 2000 elnevezésű digitális jelfeldolgozás érvényesül. Az ORION a koncepció megjelenésétől kezdve foglalkozott ezen elven felépülő készülékének kialakításán. Ennek eredménye az ORION digitális készülékcsalád első típusának várhatóan 1990-ben történő megjelenése a hazai piacon.

A cikk ennek a digitális TV-nek belső felépítésével és az egyes modulok funkcióinak rövid műszaki ismertetésével foglalkozik.

## Bevezetés

Az ORION-ban a digitális készülék fejlesztésével gyakorlatilag egyidőben folyik a hagyományos analóg elven felépülő TV kialakítása. Ez az időbeni párhuzamosság olyan tudatos konstrukciót eredményezett, amelynél mindkét készülékcsalád (analóg és digitális) felépítése a lehetőségekhez mérten maximális azonosságot mutat. Ez egyrészt az alkalmazott mechanikai elemekben (alaplap mérete, felfogatási mechanizmusa, hűtőbordák), másrészt egyes áramköri egységekben (kapcsolóüzemű tápegység, hang végerősítő, dióda-Split transzformátor) tükröződik.

Mindkét készülékcsaládnál a tervezett képcsőválaszték a hagyományostól a legmodernebb szupersarkos-szuperlapos típusokig terjed, melyhez azonos stílusjegyeket hordozó háromféle kávváltozat tartozik (aszimmetrikus, szimmetrikus, monitor-forma).

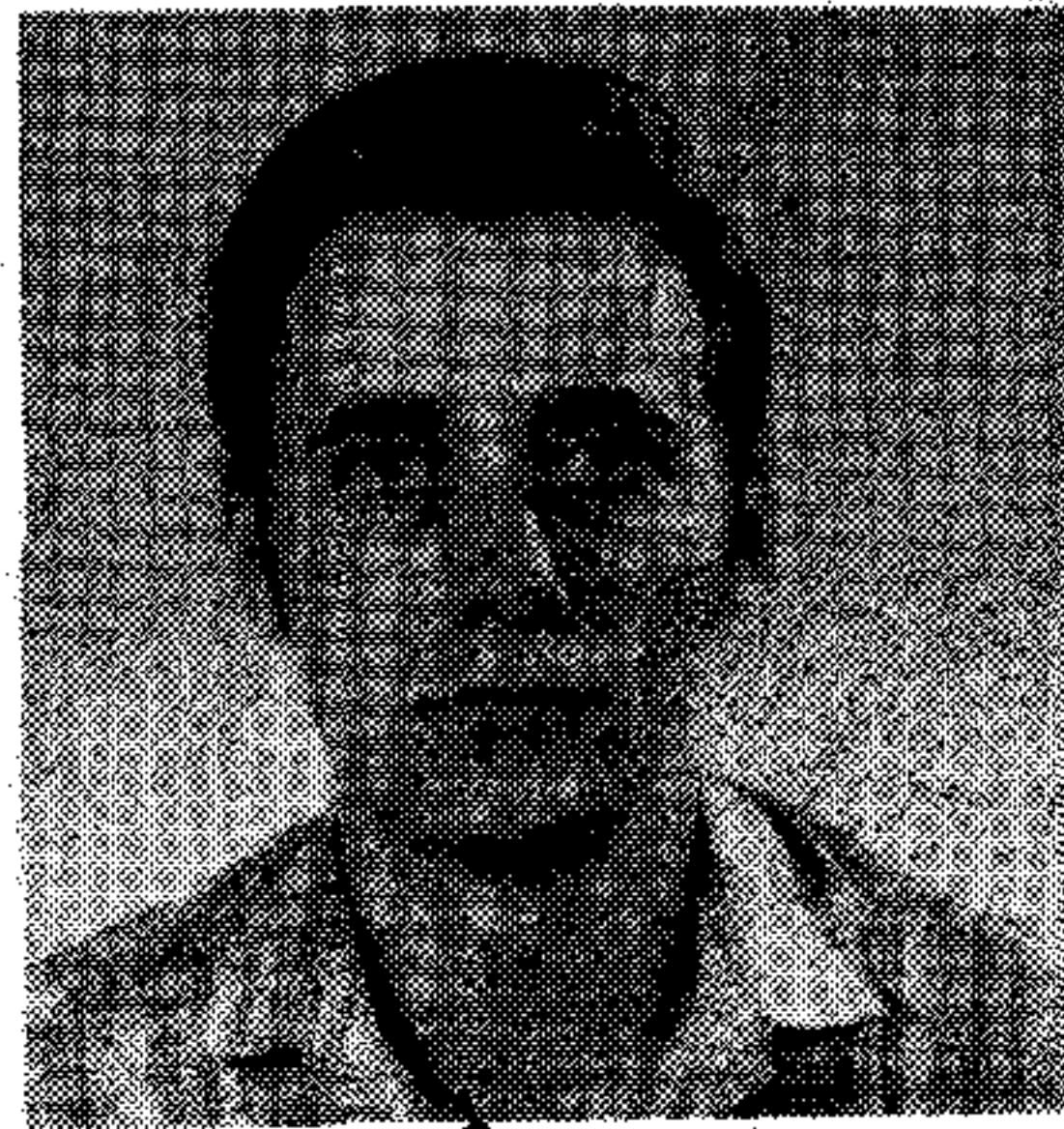
## A készülék felépítése

A készülék egy alaplapot tartalmaz, amely valamennyi modul hordozója és egyben tartalmazza a kapcsolóüzemű tápegységet, a kép- és soretérítő áramköröket és a 2x10 W-os hangfrekvenciás végerősítőt. Külön egységeket képeznek a készülék előlapján elhelyezett kezelőegység és a képcsőre közvetlenül csatlakozó video végerősítő fokozat. Az alkalmazott modulok a következők:

- tuner
- KF
- CCU-lap
- DIGIT-lap.

Az utóbbi két modulon a DIGIT 2000 koncepciót megvalósító integrált áramkörök vannak. [1] Ezzel a két modul alkalmazásával nevezhető digitálisnak a TV-készülék.

A tápegység SIEMENS gyártmányú TDA 4601 típusú IC-re épül. [2] A kapcsolóüzemben dolgozó áram-



TIRPÁK TIBOR

1982-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karán. 1985-ig az ORION Számítástechnikai Főosztályán display fejlesztéssel foglalkozott. 1988-tól ismét az ORION Műszaki Fejlesztési Leányvállalatnál dolgozik, ahol a digitális televízió készülékek konstrukciós kidolgozása és fejlesztése a feladatköre.

kör a transzformátor révén teljes leválasztást biztosít a hálózatról. A tápegység mechanikus kapcsolóelem nélküli készenléti állapotba vezérelhető.

Az eltérítő áramkörök fő eleme a dióda-Split transzformátor, mely a szükséges impulzusok és a 25 kV-os nagyfeszültség mellett a képeltérítő fokozat számára is szolgáltat tápfeszültséget.

A tuner, TELEFUNKEN licenc alapján gyártott felületszerelt, kábelsávok vételére is alkalmas konstrukció. A KF modul biztosítja az alapsávi videojelet, a CCIR szabványnak megfelelő sztereo (vagy kétnyelvű) és az OIRT szabványú hanginformációt a digitális feldolgozó egységeknek.

A kezelőegységen a hálózati kapcsoló, néhány funkciót megvalósító nyomógombok (hangerő szabályzás, programhely léptetés), a készenléti állapotból üzembe helyező nyomógomb, a készenléti állapotot és az infra vételt jelző LED és az infra-vevő áramkör kaptak helyet. A készülékhez természetesen egy minden funkciót előállító infra távvezérlő adó is tartozik.

## CCU-lap

Ezen a modulon van a digitális jelfeldolgozást végző áramkörök irányítója, a CCU 2070-04 típusú processzor (továbbiakban CCU). [1]

Ez az IC az INTEL 8048-as microcontroller családjának egyik, a feladathoz átdolgozott hardverű tagja. Nyelvezete megegyezik a fentebb említett típuséval. Az ITT által végrehajtott módosítással képes 16kB-os tárgy kódú programot tárolni és 256 byte-os RAM áll rendelkezésre benne. Beépített infra dekódere kiszűri a hibás jelsorozatot és csak a helyes kódolású jelek érkezését jelzi a futó program számára. Képes 32 nyomógomb lekezelésére és két hétszegmenses kijelző vezérlésére.

A modulon elhelyezett MEA 2901 típusú IC-vel [1] együttműködve a tuner frekvenciaszintézeres hangolását valósítja meg.

Szintén a modulon kapott helyet a két 128 byte-os EEPROM (MDA 2062 [1]), melyek a készülék kikapcsolása után is megőrzik a helyes működéshez elengedhetetlen jellemzőket (képgeometria paraméterek, programhelyekhez beállított csatornaszámok, stb.). A CCU az ún. IM-BUS-on keresztül (INTERMETALL-BUS [1]) kommunikál az EEPROM-okkal és a továbbiakban tárgyalásra kerülő DIGIT-lapon lévő integrált áramkörökkel. Ez egy háromvezetékes sínrendszer,

melynek IDENT, DATA és CLOCK elnevezésű jelei vannak. A sínen lezajló összes tranzakciót a CCU kezdeményezi. A CCU a CLOCK vonalon kiadott ütemjellel vezérelve a DATA vezetéken kilépteti a 8 bites címinformációt, melyet az IDENT vonal alacsony szintje jelez. Ezt a címet a sínen lévő összes IC fogadja és amennyiben valamelyik úgy találja, hogy a címmel őt szólították meg, reagál a kezdeményezésre. Az, hogy a sínen 8 vagy 16 bites írás vagy olvasás folytatódjon, éppen a cím dönti el.

Minden egyes IC akár több címmel is rendelkezhet (de nem ugyanazokkal), melyeket tervezésük során határoztak meg. Az információ átviteli sebességét az ütemjel frekvenciája szabja meg. Ez 50 kHz-től 170 kHz-ig terjedhet.

## DIGIT-lap

Ezen a modulon helyezkednek el a videojelet és hangjeleket digitálisan feldolgozó áramkörök és az EURO-SCART csatlakozó, melyen keresztül külső video jel-forrás ill. RGB jelek vehetők.

A hangjelek feldolgozását az ADC 2310E és az APU 2470 típusú IC-k végzik [1]. A KF modulról és a SCART csatlakozóról érkező ill. csatlakozóra kimenő hangjeleket az ADC kezeli. Az áramkör feladata a kiválasztott hangjelek (KF-ről vagy SCART-ról) digitalizálása az APU hang-processzor számára. Ebben az IC-ben történik a hangjelekkel kapcsolatos összes vezérelhető manipulációs (fiziológiai hangerő szabályzás, magas és mély kiemelés ill. vágás, balansz állítás, stb.). Ezeket a manipulációkat természetesen a felhasználó kezdeményezi és a CCU továbbítja az IMBUS-on keresztül az APU felé. Ez az IC felismeri, hogy az adás mono, sztereo vagy kétnyelvű és erről informálja a CCU-t. A szabályozott digitális hangjel végül átalakítódik analóggá, mely a végerősítőn keresztül a hangszóróra jut.

A KF modulról és a SCART csatlakozóról érkező alapsávi videojelek a VCU 2133 A típusú IC-re kerülnek [1]. Az IC egyik feladata a CCU által meghatározott valamelyik videojel digitalizálása. Az IC-ben alkalmazott A/D átalakító flash típusú, végeredményét tekintve 8 bites felbontású. A mintavételi sebesség az MCU 2632 IC által szolgáltatott rendszer órajel, mely 17,73 MHz [1]. Ezt a digitalizált videojelet dolgozza fel az eltérítést vezérlő processzor (DPU 2543 [1]), a PAL dekódoló processzor (PVPU 2203 [1]), a SECAM dekódoló processzor (SPU 2221 [1]) és a teletext dekódoló processzor (TPU 2732 [1]).

A DPU feladata a rendszer szinkronizálása. Ugyanakkor vezérelnie kell az alaplapon lévő eltérítő fokozatokat. Ehhez szolgáltatja a sorvezérlő jelet, a fűrészelet és a kelet-nyugat parabola jelet. A TPU teletext processzor a teletext adások hagyományos dekódolását végzi. Egy 64 kbit-es dinamikus RAM-mal 8 oldalt képes tárolni. A teletext oldal megjelenítésekor a kép interlace mentes lesz. A másik fő kihasználási területe,

amikor a CCU a felhasználónak szánt üzeneteit a teletext processzor segítségével írja ki a képernyőre.

A PVPU PAL processzor a digitalizált videojeltől felismeri, ha az adás színkódolása PAL rendszerű. Az SPU a SECAM rendszerű színes adásokat ismeri fel. Mindkét IC 8 bites fényességjel és 4 bites színjel kimenettel rendelkezik. Ezek a kimenetek a két IC-nél összekapcsolódnak, ami nem okoz problémát, mert az adás kódolásából adódóan az egyik IC kimenete inaktív. Ez a digitális fényesség és színjel az ún. színátmenet élesítő IC-re kerül (DTI 2223 [1]). A fényesség és színjel a kompenzációk után a DTI-ből visszakerül a VCU-ba. Itt D/A átalakítás után az RGB mátrixra kerülve a kimeneti erősítőkön át jut el a jel a képcsőn lévő video végerősítőre és végeredményben a képcsőre.

Természetesen a felhasználó a CCU segítségével szabályozhatja a fényerősséget, kontrasztot és a színtelítettséget. Ugyanakkor olyan szabályozási hurkok léteznek, melyek kompenzálják a képcső és egyéb, a megjelenítésben résztvevő alkatrészek öregedéséből származó jelenségeket. Ezáltal a képernyőn ebből a szempontból mindig optimális kép lesz.

## A készülék szolgáltatásai

Alapvető szolgáltatás a teljes kiépítésű EURO-SCART csatlakozó. Másik alapvető szolgáltatás a sztereo vagy kétnyelvű hangvisszaadás. Sajnos az OIRT sztereo hang szabvány még nincs kidolgozva, így az OIRT adások csak mono hangvisszaadást kaphatnak.

Az újdonságot élvező szolgáltatás az ún. ON-SCREEN képesség. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó által az infra távadóval vagy a kezelőegységen található nyomógombokkal kezdeményezett összes kép- és hangvisszaadást befolyásoló módosítást a képernyőn kijelzi és ahol értelmes, ott a módosítás nagyságáról is képet ad. Azaz a teletext processzor segítségével a képernyőre kiírt sor elején látható a módosítandó jellemző elnevezése (bright, vol, bass, stb.) és a sor további részében pedig grafikusán ábrázolva jelenik meg a jellemző minimum ill. maximumhoz képesti pillanatnyi értéke. A készülék hangolásakor is ily módon nyújt segítséget ez a szolgáltatás.

## Utószó

Mint az a cikkből remélhetőleg kiderült, a digitális TV-ben a digitalizálás a KF fokozat után lép be, így a rendszer kép- és hangvisszaadás minőségét javító tulajdonságok innentől érvényesek: Tehát rossz vagy zavaró hatásoknak kitett vételi körülmények között a digitális TV sem képes kiváló képminőséget produkálni.

## IRODALOM

- [1] ITT: DIGIT 2000 VLSI Digital TV System 1989.
- [2] SIEMENS: IC-s für die Unterhaltungselektronik 1987.

# Beszámoló

A "Vállalati érdekeltség és minőségbiztosítás, műszaki megbízhatóság" Szemináriumról.

A HTE Megbízhatósági és Minőségügyi Bizottsága és GTE Minőségügyi Klubja közös szervezésében 1989. május 3. és 4. között, Siófokon szemináriumot rendeztek a "Vállalati érdekeltség és minőségbiztosítás, műszaki megbízhatóság" témakörben.

A rendezvény iránt nagy érdeklődést tanúsítottak, amit a résztvevők száma /150 fő 76 vállalat képviselőiben/ is mutatott.

A szeminárium nemzetközi részvételi volt, mivel olasz előadók is résztvettek a szemináriumon.

Az első napon megtartott három megnyitó előadás után a témát érintő fontosabb kérdésekről öt kerekasztal vita során cseréltek eszmét a résztvevők.

A bevezető előadások foglalkoztak a hazai és nemzetközi piacok minőséggel kapcsolatos elvárásaival /"Piac és minőség", dr. Kovács Árpád, Budapest/, a vezetők minőségbiztosítással kapcsolatos problémáival /"A vállalatvezetés gondjai a minőség és megbízhatóság biztosításában", Göblös János, Remix/, valamint a megbízhatóság növelés lehetőségeiről /"A gyártók, felhasználók és üzemeltetők együttműködése a megbízhatóság növelés érdekében", dr. Lajtha György, Magyar Posta Központja/.

A kerekasztal viták gördülékenyebbé tétele miatt minden kerekasztal bevezető előadásokkal kezdődött.

Dr. Aschner Gábor /TEXIMEI/ vezette a "Vállalati érdekeltség összetevői a minőség és megbízhatóság biztosítás területén" című kerekasztalt.

Szabó Gábor Csaba /BME/ hangsúlyozta, hogy a minőségbiztosítási rendszer hatása csak hosszútávon érvényesül.

Juhász Zsolt /Taurus/ elemezte a minőségbiztosítás kapcsán fellépő érdekeltségi összetevőket.

Schmidt Ottó a Medicornál alkalmazott egységes minőségsszabályozási rendszert mutatta be.

Nagy László ismertette a MEV-nél folyó minőségbiztosítási munkát.

A második kerekasztal témája a "Szervezési és irányítási feladatok a minőség és megbízhatóság biztosításában", házigazdája pedig Lazur Lajos /MEEI/ volt.

A szabványosítási törekvésekről Ocskai Imre /MSZH/ - a Tungram minőségbiztosítási rendszeréről Balázs István /Tungram Rt./ - , az ÁMR-ről Baross Szabolcs /Coopsystem/ - és az értékelemzés szerepéről a minőségbiztosításban Kasza Károly /Mechanikai Művek/ tartott probléma-felvető beszámolót.

A szeminárium két külföldi előadója Gianelli L. és Sallini G. urak Olaszországból az "Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatbankjának szervezése és

eredmények elemzése" témában számoltak be az olasz tapasztalatokról.

A harmadik kerekasztal megbeszélés az "Információáramlás a minőség és a megbízhatóság területén" kérdéssel foglalkozott és dr. Mátrai Géza /MEV, Gyöngyös/ vezette.

Dr. Balogh Albert /MEV/ ezen kerekasztal keretei között ismertette a magyar elektronikai megbízhatósági adatbank kialakításával kapcsolatos jelenlegi állapotot és a MEV által nyújtott megbízhatósági adatokat, majd Barna Gyuláné /MEV/ a vállalata megbízhatósági adatgyűjtéséről beszélt.

Szőke Ferenc /VIDEOTON/ bemutatta a VIDEO-TON információs rendszerét. Vereb Zoltán /MEV/ a megbízhatósági információ hiányáról ill. esetlegességéről beszélt.

Bordás Ákos a Prodinformatól felhívta a figyelmet a JOCKER nevű szakértői minősítő rendszerre.

A negyedik kerekasztal beszélgetés során "A megbízhatóság pénzben kifejezett értéke" -ről volt szó Kesselyák Péter vitavezető jellemző görbeseregeket mutatott be a költség és megbízhatóság kapcsolatára.

Mamusits György /BUDAVOX/ az export tevékenység minőséggel összefüggő nehézségeire utalt.

Göblös Imre /MEV/ az alkatrészek vizsgálatának és a minőségköltségeknek összefüggéseivel foglalkozott.

Petrikovics Tamás /Tungram/ a professzionális autólámpa minőségbiztosításának példáján vizsgálta, hogy mit ér a megbízhatóság a Tungramnak.

Az ötödik kerekasztal a "Pszichológia, emberi tényezők és a megbízhatóság" kérdéskört taglalta.

Dr. Molnár Csabáné /PKI/ a minőségi munkára ösztönző motiváció jelentőségéről tartott beszámolót. Izsó Lajos az emberi megbízhatóságon belül a számítógépezők viselkedése tanulmányozásával foglalkozott a megbízhatóság aspektusából. Ried József Kőolajipari V./ a "megfelelő ember" kiválasztási módjára, a személyiség vizsgálatára mondott érdekes példákat.

A kerekasztal viták a résztvevők aktivitását tükrözték.

A három napos szeminárium sikeresnek bizonyult. Jól demonstrálta a konferencia megnyitóján dr. Pró-nay Gábor a HTE főtitkárhelyettes által kitűzött célok jogosságát: "Vissza Európába! A minőségen keresztül és vállalati szinten!"

Dr. Nándorfi Gyuláné

# Poliszilícium emitteres tranzisztorok

NGUYEN SY NAM

BME Elektronikus Eszközök Tanszék

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk új fajta bipoláris tranzisztort ismertet. Ebben a fajta tranzisztorban az adalékolt poliszilícium-réteg emitter-ill. emitterkontaktusként szerepel. A poliszilícium tulajdonságainak ill. a poli-monokristály határátmeneti rétegnek köszönhető, hogy ennek a fajta tranzisztoroknak sok előnyös tulajdonsága van a hagyományos bipoláris tranzisztorokkal szemben. Ilyen pl. rendkívül nagy az áramerősítési tényezőjük / a  $\beta$ -juk elérheti a 30000-et/. Így alkalmazásával a bipoláris VLSI áramkörök gyártásában a méretcsökkentéssel együttjáró számos problémát ki lehet küszöbölni.

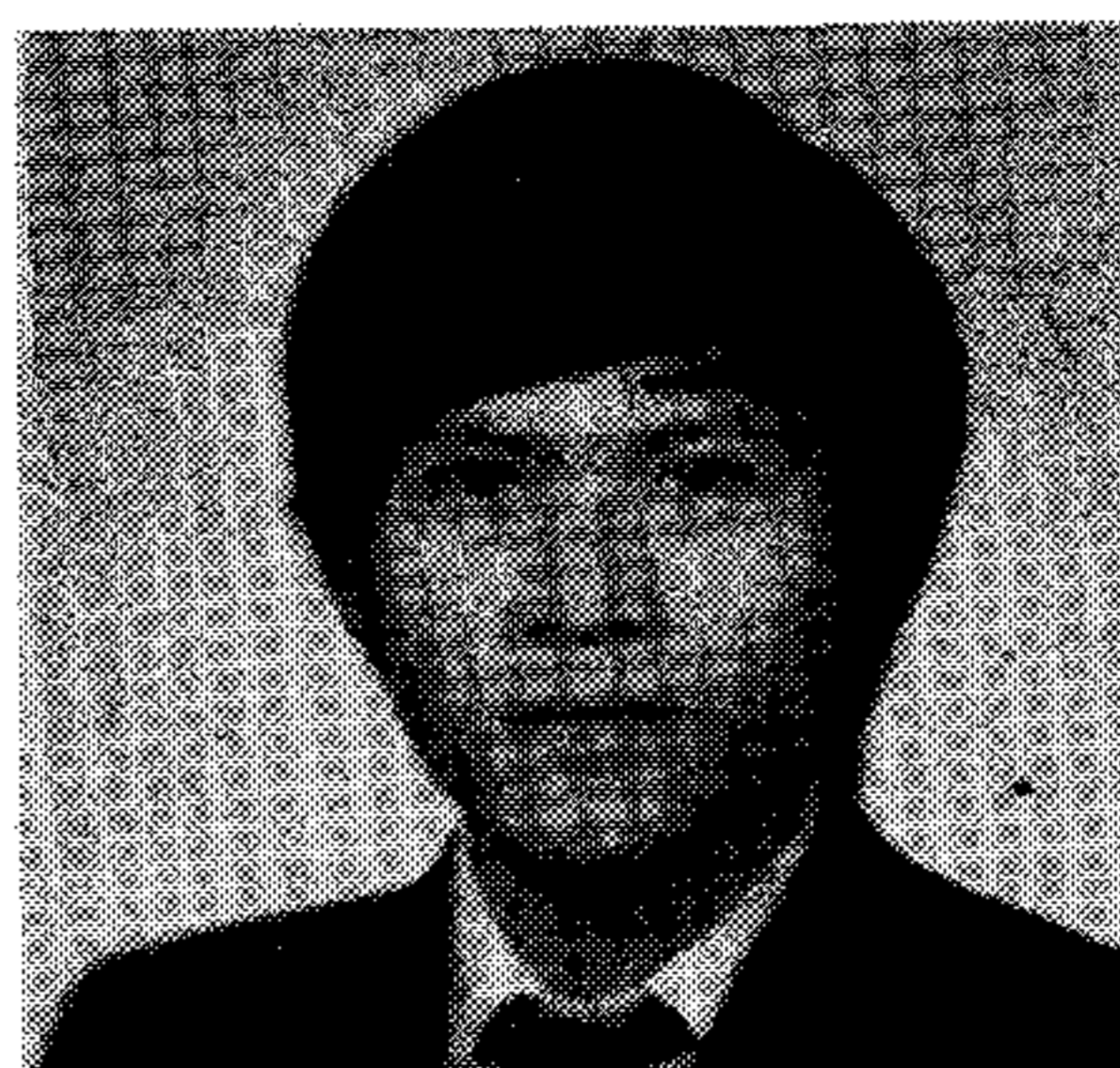
## Bevezetés

A 60-as években megjelent az első monolit integrált áramkör /IC/. Az integrált áramkörök előállítására kezdetben a bipoláris technológiát alkalmazták. A standard bipoláris technológiával /eltemetett kollektor, szigetelés pn-átmenetekkel/ realizálható TTL áramköröknek azonban igen nagy volt a területszükséglete. Az első áramkörök megjelenése óta a felhasználók fokozódó igénye visszahatott a technológiák fejlődésére, az eszközök intenzív kutatására. Az integrált áramkörök gyártásában a főtörekvés az, hogy minél kisebb fogyasztású, minél nagyobb elemsűrűségű és minél gyorsabb működésű integrált áramköröket tudjanak létrehozni, minél olcsóbban.

A bipoláris integrált áramkörök megjelenése után fokozatosan előtérbe kerülnek a MOS integrált áramkörök. A MOS technológia nagy előnye a bipoláris szemben, hogy kisebb a helyigénye, ugyanis itt tranzisztorok között nem szükséges a szigetelés, amely leegyszerűsíti a technológiát is. Az önillesztő poliszilícium gate-es technológia előnyösen kihasználható az integrált áramkörök elemsűrűségének növelésére. További előnye a MOS IC-éknek, hogy sokkal kisebb a fogyasztásuk /különösen a CMOS IC-éknek/, mint a bipoláris integrált áramköröké. Viszont a MOS IC-ék működési sebessége sokkal kisebb, mint a bipoláris IC-ék sebessége, különösen a nem telítéses üzemi bipoláris IC-éké.

A MOS technológia fejlesztésére ezért nagy erőket fordítanak és jelentős eredményeket érnek el. A MOS IC-ék működési sebessége jelentősen megjavult, fogyasztásuk és elemsűrűségük viszont sokkal kedvezőbb, mint a bipoláris IC-éké.

Később megszületett a bipoláris I<sup>2</sup>L áramkör, amely alkalmas a nagy integráltsági fok elérésére /nincsenek felületigényes ellenállások és szigetelések a tranzisztorok között/. A gyártás bonyolultsága miatt mégsem



NGUYEN SY NAM

*A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Elektronikai Technológia szakán 1986-ban szerzett mérnöki diplomát. 1987-től aspiráns a Budapesti Műszaki Egyetem Elektronikus Eszközök Tanszékén. Kutatási témája: újszerű emitterstruktúrával (fém-tunneloxid emitter, poliszilícium-emitter) rendelkező bipoláris tranzisztorok készítése, vizsgálata és modellezése.*

tudott versenyezni az I<sup>2</sup>L a már kiforrott MOS technológiával. Máig általában azt mondhatjuk, hogy azokon a területeken, ahol szükség van a nagy működési sebességre /pl. super számítógépek központi egységében/ bipoláris ECL áramköröket használnak, amelyeknek használata rendkívül kényes:

- a nagy disszipáció teljesítmény miatt különleges hűtést igényelnek
- a kis zavarvédetség miatt bonyolultabb a berendezés konstrukciója

Kiseb sebességű, de nagy integráltságú /VLSI, LSI/ áramkörök már inkább különböző MOS technológiával készülnek, végül MSI, SSI szinten mind bipoláris /TTL/ mind MOS /CMOS/ integrált áramkörök kaphatók a kereskedelemben. A fokozódó igény a sebesség iránt arra kényszeríti a kutatókat és a fejlesztőket, hogy nagy figyelmet fordítsanak a bipoláris technika fejlesztésére. A kutatók igen sok nehézségbe ütköznek a bipoláris tranzisztor méretcsökkentésében és a sebesség növelésében. Tudjuk, hogy a bipoláris tranzisztor működési sebességét jelentősen befolyásolja a bázis vastagsága. Hogy minél gyorsabb eszköz készüljön, minél vékonyabbra kell elkészíteni a bázist, ugyanis ekkor kisebb lesz a töltéshordozó áthaladási ideje. A legkisebb bázisvastagság, amellyel elvileg még lehet tranzisztort készíteni, 25 nm [1].

Minden olyan próbálkozás, amely hagyományos eljárással /2-szeres diffúzió, 2-szeres ionimplantáció, ill. a kettő kombinációja/ próbál vékony bázisú tranzisztort készíteni, számos problémával jár. Például 2-szeres diffúziós eljárásnál: előbb létrehozzák a bázisprofil /bórdiffúzióval/ később az emitter-réteget az arzén, ill. foszfor bediffundálásával. A két réteg vastagságának különbsége adja a tranzisztor bázisát. Ezzel az eljárással nehéz jó minőségű vékony bázisú tranzisztort készíteni a következő okok miatt:

- a bór gyorsan diffundál az Si-ban, így az emitter készítésénél a bázisprofil mélyebbre megy, ezért

Beérkezett: 1989. I. 19. (†)

nem kapunk vékony bázist, ha mélyre hajtjuk be az emitter-diffúziót.

a másik káros effektus ennél az eljárásnál az EDE effektus /Emitter-Dip-Effect./ amelynek lényege a következő: az emitter alatti bázisterület az emitter-diffúzió által okozott rácshibák / diszlokációk/ miatt mélyebbre diffundál, mint a széleken. Így a tranzisztor működése közben az áram jelentős része az emitter szélén folyik, ezért kisebb lesz a tranzisztor áramterhelhetősége.

Az első probléma kiküszöbölésére sok megoldás kínálkozik. Az első megoldás az, hogy az első bórdiffúzió alkalmával vékony bázisprofil készítenek, így az emitter-diffúziót is sekélyebbre kell készíteni. Az így kapott vékony emitterű tranzisztornak sok hibája van: fémezésnél, különösen az alumíniumozásnál; a fém könnyen bediffundál az Si-ba és rövidre zárhatja az emittert. Vékony emitterű tranzisztornak kisebb az áramerősítési tényezője / a kisebb emitter Gummel szám miatt [2] / így, hogy elfogadható  $\beta$  értéket kapjunk, erősen kell adalékolni az emittert. Az erősen adalékoltságon a tiltott sáv szélessége jelentősen leszűkül [3]. A tiltott sáv szűkülése az emitterben a jelentős, a bázisban, a lényegesen kisebb adalékkoncentráció miatt, nem nagy. Ezért nagy a tranzisztor áramerősítési tényező hőfüggése [4], amely korlátozza az integrált áramkörök alacsony hőmérsékleten való alkalmazását. A második megoldás lényege a következő: kihasználva a bór gyors diffundálását olyan tranzisztort készítenek, amelynél előbb készítik el az emittert, ezután bór diffúzióval létrehozzák a bázisprofil. Mivel a bór gyorsabban diffundál, így előbb-utóbb kialakul a bázisréteg.

**Összefoglalva:** Hagyományos technológiával nehéz vékonybázisú tranzisztort készíteni /bázisvastagság a két adalékprofil különbsége, ami nehezen kézbe tartható/. Az elkészített tranzisztornak általában kicsi az áramerősítési tényezője, részben a vékony emitter kis Gummel száma miatt, részben az átszűrési feszültség növelésére növelni kell a bázis adalékolást, ami viszont elrontja a  $\beta$ -t. Az elemsűrűség növelésében nehézséget jelent, hogy a bipoláris technológiában nehezen alkalmazható az önillesztő technológia. A felsorolt problémákat ki lehet küszöbölni egy újszerű struktúrájú bipoláris eszköz, a poliszilícium emitteres tranzisztor alkalmazásával. Ezen új eszközt, bár működése teljesen még nem tisztázott, kiváló tulajdonságai miatt már a gyakorlatban is alkalmazzák. Így például a Faichild újabb 256-kbites statikus memória áramkörében [5]. Az eszköz működése a poliszilícium különleges tulajdonságain alapszik.

#### **A poliszilícium réteg előállítása és tulajdonságai**

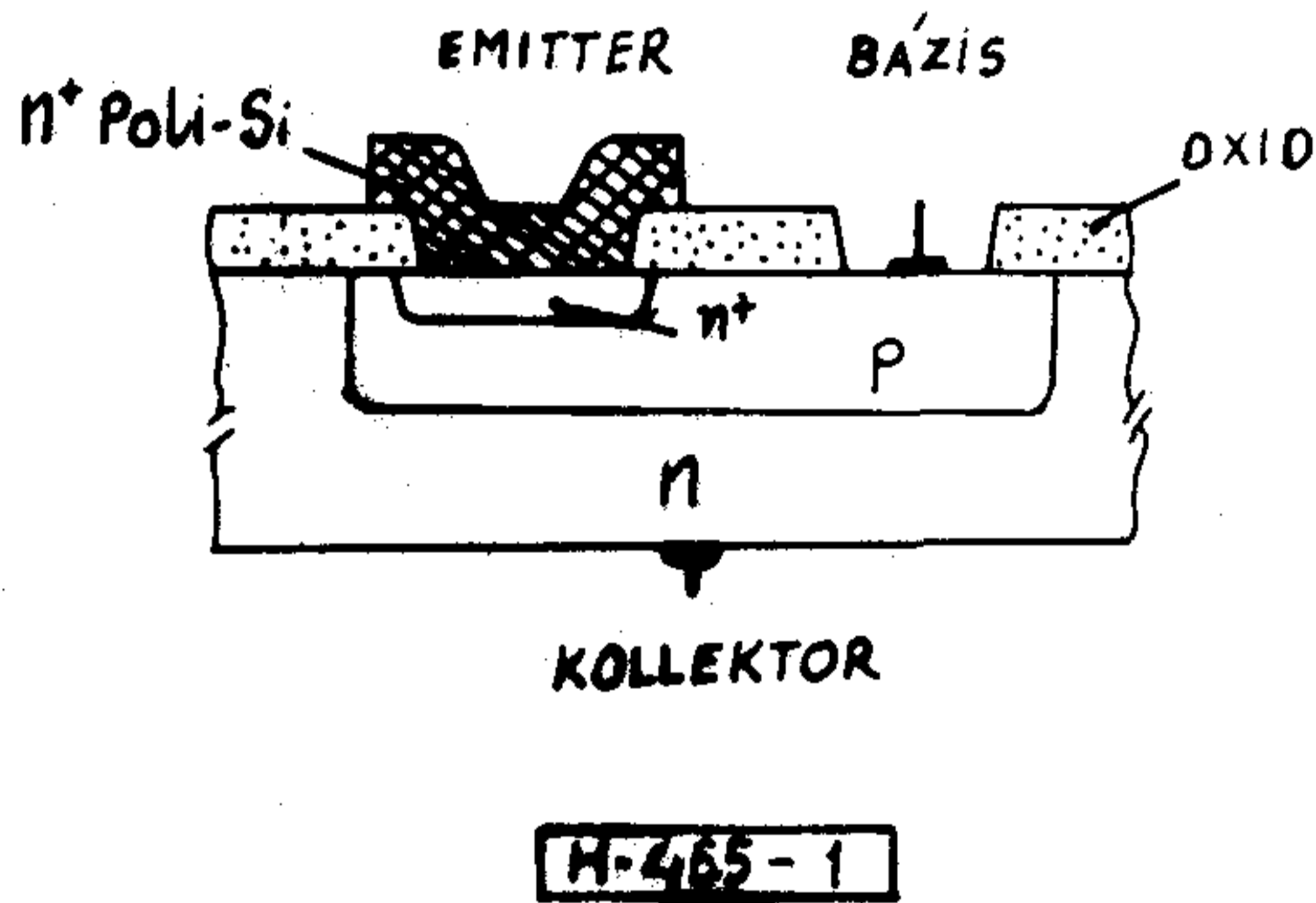
A poliszilícium olyan félvezető anyag, amely egykristály Si szemcsékből áll. Az egykristály Si szemcsék átlagos mérete széles határok között változhat /nm-től

100  $\mu\text{m}$ -ig/. emiatt a poliszilícium tulajdonsága más-más lehet eltérő szemcseméretű anyagoknál. A poliszilícium tulajdonságát nemcsak a szemcseméret határozza meg, hanem számos technológiai paraméter is befolyásolja, pl. a leválasztás módja, körülményei, a hőkezelési eljárás stb. A tiszta poliszilícium elektromos tulajdonságai viszonylag kedvezőtlenek, így a gyakorlatban nem sok alkalmazási területe van. Az adalékoltságot sok érdekes elektromos tulajdonságot mutat. Az adalékoltságon a töltéshordozók élettartama  $\tau$  rendkívül rövid, és sok tényezőtől függ [6]: pl. szemcsemérettől, adalékkoncentrációtól, a határfelületi állapotok sűrűségétől. A kis szemcsés poliszilíciumban a  $\tau$  kisebb lehet 100 ps-nál. [7] A poliszilícium fajlagos ellenállása kis adalék koncentrációnál alig változik, szinte intrinsic marad az anyag, a középértékeknél gyorsan lecsökken és megközelíti a monokristály fajlagos ellenállás-értékét a nagy adalékkoncentrációnál. A töltéshordozó Hall mozgékonyasága poliszilíciumban sokkal kisebb, mint monokristályban. Az adalékkoncentráció növelésével a mozgékonyaság minimum értékre csökken közepes adalékolásnál, és ezután gyorsan növekszik az adalék növelésével. A poliszilícium előállítására a legelterjedtebb növesztési mód a kémiai gőz-fázisú lecsapatásos módszer CVD [chemical vapor deposition/ ill. LPCVD /low pressure chemical vapor deposition/, de kísérleteznek olyan leválasztási módszerrel is, amelynél a leválasztást nagy vákuumban, alacsony hőmérsékletű szubsztrátra, Si párologtatással valósítják meg [8]. A kémiai gőzfázisú leválasztásnál a tiszta poliszilíciumot szilán gázzal, amíg adalékoltságot az un. in-situ módszerrel, vagyis az adalékanyagot vivő gáz bekeverésével választják le. A poliszilícium réteg növekedési sebessége jelentősen lecsökken az adalékgáz jelenlétében [9]. A szubsztrát hőmérséklete erősen befolyásolja a leválasztott réteg tulajdonságát [9]: ha a szubsztrát hőmérséklete alacsonyabb 600 °C-nál, amorf réteget kapunk, ha magasabb 1050 °C-nál, epitaxiális réteg keletkezik. A két fenti hőmérséklet érték közé eső szubsztrát hőmérséklet esetén a hőmérséklettől függő szemcseméretű poliszilícium réteget kapunk. Gyakorlatban elterjedt az az eljárás, hogy a leválasztott tiszta poliszilícium réteget diffúzióval vagy ionimplantációval adalékolják.

#### **A poliszilícium emitteres tranzisztor működési elve és technológiája**

A poliszilíciumban az adalékok diffúziós állandója 3-4 nagyságrenddel nagyobb lehet, [10] mint szilícium egykristályban, ugyanis a poliszilíciumban sok szemcse van, amelyeknek zavaros határfelülete mentén könnyen mozoghatnak az adalékatomok. Az adalékoltságon poliszilícium réteget jól kézben tartható diffúziós forrásként lehet használni. Először Takagi [11] folytatott olyan kísérletet, amelyben az in-situ módszerrel levá-

lasztott polyszilícium réteget használta mint emitter diffúziós forrást. A megvalósított tranzisztor paraméterei erősen függenek az adalékkoncentrációtól, a hátréteg tulajdonságaitól. Murrman [12] tiszta polyszilícium réteget választott le a nyitott emitter-területre, ezután, ezen keresztül foszfort átdiffundáltatva észre vette, hogy az ilyen módon elkészített tranzisztor áramerősítési tényezője  $\beta$  rendkívül nagy. Ezen újszerű struktúrájú tranzisztor részletesebb tanulmányozását később Graul [12] folytatta. Az általa készített tranzisztor struktúrája az 1. ábrán látható. A tranzisztor rétegeinek adalékolásához ionimplatációt alkalmazott, kihasználva az ionimplatáció előnyös tulajdonságait: gyors, könnyen kezelhető, jól kézben lehet tartani az adalékprofil tulajdonságait. Az eszköz előkészítésé-



1. ábra. A polyszilícium emitteres tranzisztor struktúrája

nek technológiai menete röviden a következő: a kiinduló alapanyag n-típusú Si szelet. A bázisprofil bór ionimplatációval kb. 100 nm oxidon keresztül készül el. Az ionenergia 50 keV-től 100 keV-ig, míg a dózis  $5 \cdot 10^{12} \text{cm}^{-2}$ -től  $2 \cdot 10^{14} \text{cm}^{-2}$ -ig változik. Ezután egy hőkezelési folyamat következik 900 °C-on 30 percig. A bázis kialakítása után kinyitják az emitter-ablakot és CVD eljárással leválasztják a tiszta polyszilícium réteget. A polyszilícium réteget arzén-ionimplatációval adalékolják. Az ionenergia 100 keV, amely elég alacsony, hogy a belőtt ionok ne ériék el a bázisréteget, a dózis  $10^{15}$ -től  $5 \cdot 10^{15}$ -ig változik. A polyszilícium adalékolása után a 900 °C-tól 1000 °C-ig tartományba eső hőmérsékleten hőkezelési ciklussal behajtják az emitter-diffúziót a polyszilícium rétegből, amelynek következtében nagyon vékony emitter alakul ki. Végül a megfelelő fémezési, marási műveletekkel készül az ún. polyszilícium emitteres tranzisztor. Összehasonlítás céljából hasonló technológiai paraméterekkel /kettős ionimplatáció/ elkészültek a hagyományos npn bipoláris tranzisztorok is. Az összehasonlításból kiderült, hogy a polyszilícium emitteres tranzisztor sokkal jobb paraméterekkel rendelkezik.

- Magasabb az áramerősítési tényező, kb. 7-szer nagyobb /egyébként az emitter Gummel szám tízszerese a hagyományos tranzisztoroknak/.
- Kisebb a bázisellenállás.

- Nagyobb az áramerősítési tényező hőfüggése.
  - Nagyobb az emitter-bázis letörési feszültség.
  - Kisebb az áramerősítési tényező hőfüggése.
- Az elkészített eszközök határfrekvenciája  $f_c = 3,5 \text{ GHz}$ .

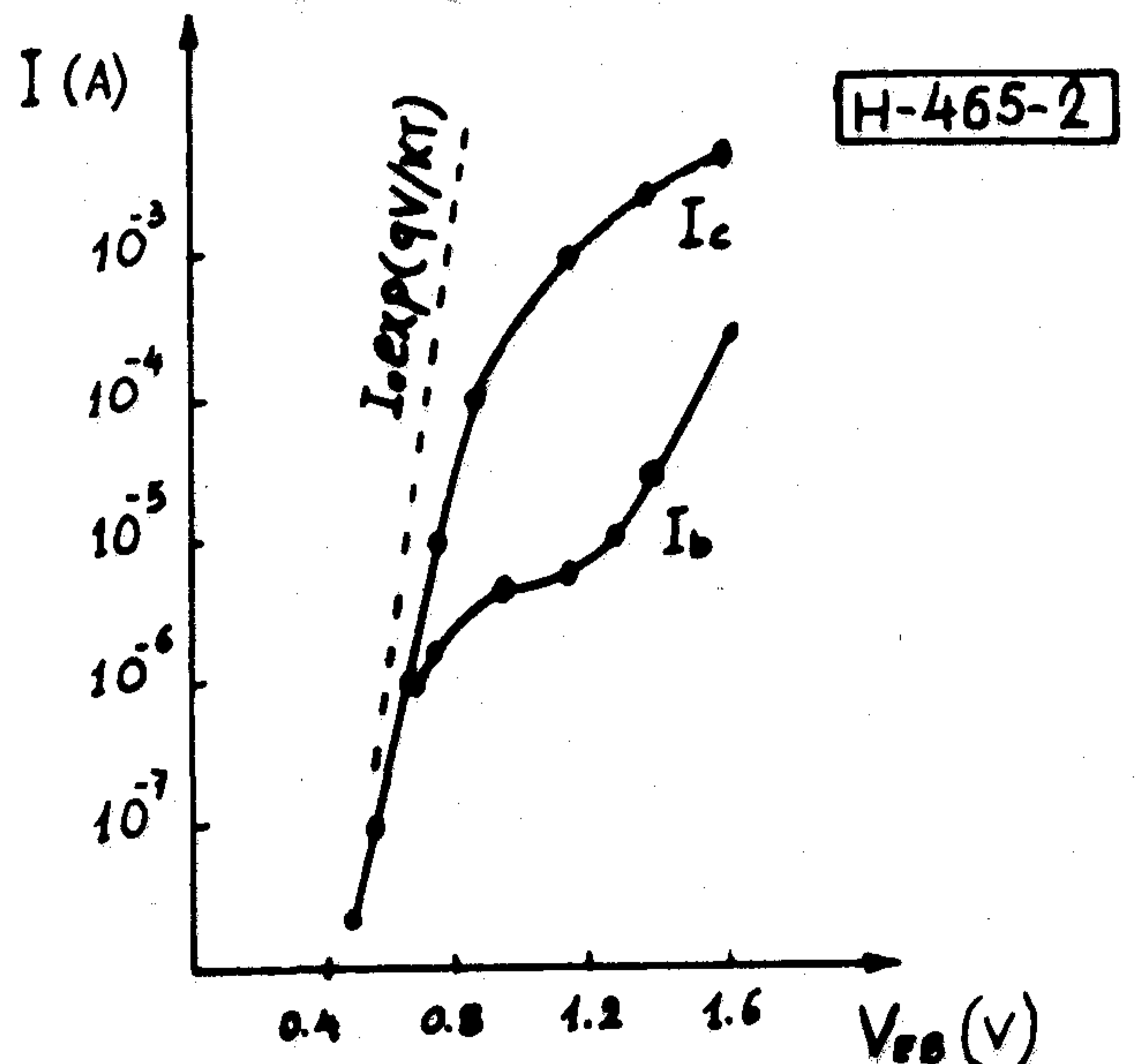
Hogy mi okozza a  $\beta$  növekedését, ez mindmáig teljesen még nem tisztázott. Viszont tudjuk, hogy erősen adalékolat félvezetőben a tiltott sáv szélessége csökken, a szűkülés mértéke függ az adalékkoncentrációtól, így a hagyományos tranzisztoroknál, ahol az emitter-adalékolás sokkal magasabb a bázisénál, az emitter sávszűkülés mértéke  $\Delta E_g$ -val nagyobb, mint a bázisé. És ez okozza a tranzisztor  $\beta$ -hőfüggését, amely a következő kifejezéssel írható le [4/

$$\beta = \beta^* \exp / - \Delta E_g / KT /$$

ahol  $\beta^*$  elméleti értéke, ha  $\Delta E_g = 0$

Így a polyszilícium emitteres tranzisztor kisebb  $\beta$ -hőfüggéséből következik, hogy kisebb a  $\Delta E_g$  a polyszilícium tranzisztorban, és ez hozzájárul a  $\beta$  növekedéséhez. Ebből az is következik, hogy a polyszilícium emitteres tranzisztor aktív emitter tartományában kisebb az adalékkoncentráció. A tranzisztorok  $\beta$ -hőfüggéséből azt állapították meg, hogy a polyszilícium tranzisztorban  $\Delta E_g$  kb. 30 meV-tal kisebb, mint a hagyományos tranzisztorban. Ez a  $\Delta E_g$  különbség szobahőmérsékleten  $\exp / 30 / 26 / \approx 3$ -szoros  $\beta$  növekedést eredményez a polyszilícium emitteres tranzisztorban. Az első jól működő polyszilícium emitteres tranzisztor elkészítése után intenzív kutatás folyt ezen újszerű eszköz tanulmányozására, továbbfejlesztésére és a működési modell megalkotására. Sajnos az eszköz paraméterei erősen függenek az alkalmazott technológiától, különösen a polyszilícium réteg leválasztási körülményeitől és a szelet leválasztás előtti felület-kezelésétől.

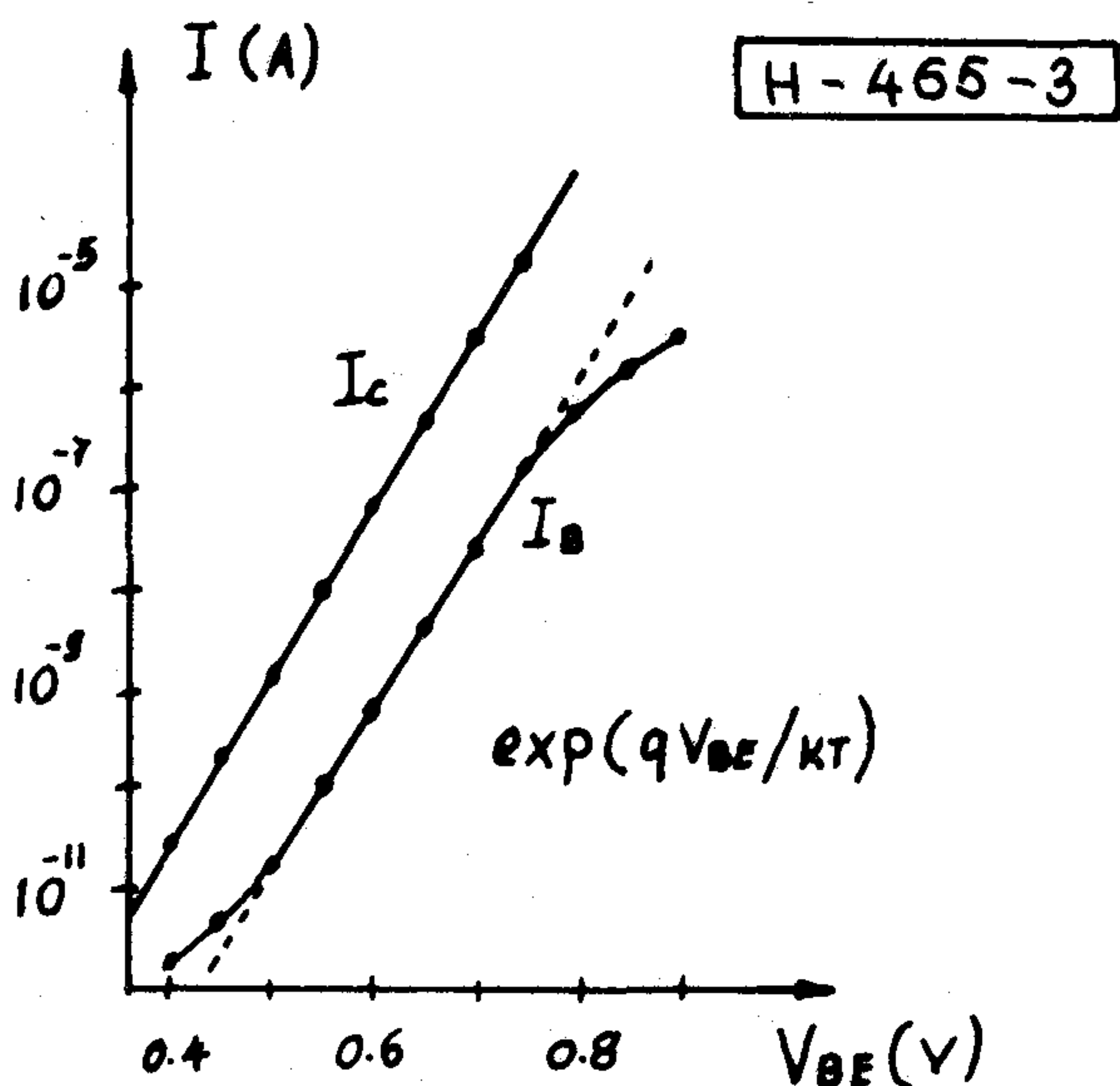
Graaff [13] szándékosan növesztett vékony /tunnel/ oxidot az emitter területre a polyszilícium leválasztása előtt. Foszfor diffúzióval kialakította az emittert /oxidon keresztül/ és a polyszilícium kontaktust. Az esz-



2. ábra. Az oxidréteggel rendelkező poli-Si emitteres tranzisztor áramai  $V_{BE}$  függvényében

köz paraméterei erősen függenek a tunneloxid növesztési technológiától. Plazmával növesztett oxid esetén az eszköz nagy emitterhatásfokot mutat, de a működés instabil. A nedves kémiai eljárással készült eszközök stabil működésűek, de kisebb az emitter-hatásfokuk. A Graaff tranzisztorai nagy emitterhatásfokot mutatnak, az emitter Gummel számuk elérheti a  $7 \times 10^{14} \text{ cm}^{-4}$ -t, a  $\beta$ -hőfüggésük kisebb, mint a hagyományos tranzisztoroké, sőt voltak olyan tranzisztorok, amelynek negatív a  $\beta$ -hőfüggése. A tunneloxid jelenléte miatt a tranzisztor I-U karakterisztikája eltér az ideális exponenciális görbétől /2. ábra/. Graaff az eszköz működésében jelentős szerepet tulajdonít a tunneloxidnak.

Ning [14] olyan eszközt készített, amelyben bór ill. arzén implantációjával hozta létre a bázist ill. az emittert. In-situ módszerrel választotta le az arzénadalékolású polyszilícium kontaktus réteget. A polyszilícium leválasztása után  $900^\circ\text{C}$ -on történő hőkezelés következett, amely aktiválja az emitterben lévő implantált arzén atomokat. Az ilyen módon elkészített eszköz tulajdonképpen más, mint az előző eszköz. Itt a polyszilícium réteg csak kontaktus feladatot lát el, diffúzióforrásként nem szerepel és nincs szándékosan növesztett határoxid réteg. Ning eszközei 3-szoros  $\beta$ -növekedést mutatnak. A bázis áram /ezen keresztül a  $\beta$ / függ a polyszilícium réteg vastagságától, ha ez  $50 \text{ nm}$ -nél kisebb. Minél vastagabb a polyszilícium réteg, annál nagyobb a  $\beta$  ill. annál kisebb a bázisáram. A  $\beta$  hőfüggése, ellentétben a fentiekkel, nagyobb értékű, mint az Al-kontaktusú hagyományos tranzisztoroké. Az I-U<sub>BE</sub> karakterisztika ideális exponenciális görbe /3. ábra/.



3. ábra. Az oxidréteg nélküli poli-Si emitteres tranzisztor áramai  $V_{be}$  függvényében

Ning nem találta fontosnak a határréteg szerepét. Soerowirdjo [15] különböző felületkezelési eljárásokkal kezelte a felületet a polyszilícium leválasztása előtt. Az emittert az adalékolt polyszilícium rétegből, a határrétegen keresztül átdiffundáltatva hozta létre. Azt tapasztalta, hogy különböző felületkezelés hatására kü-

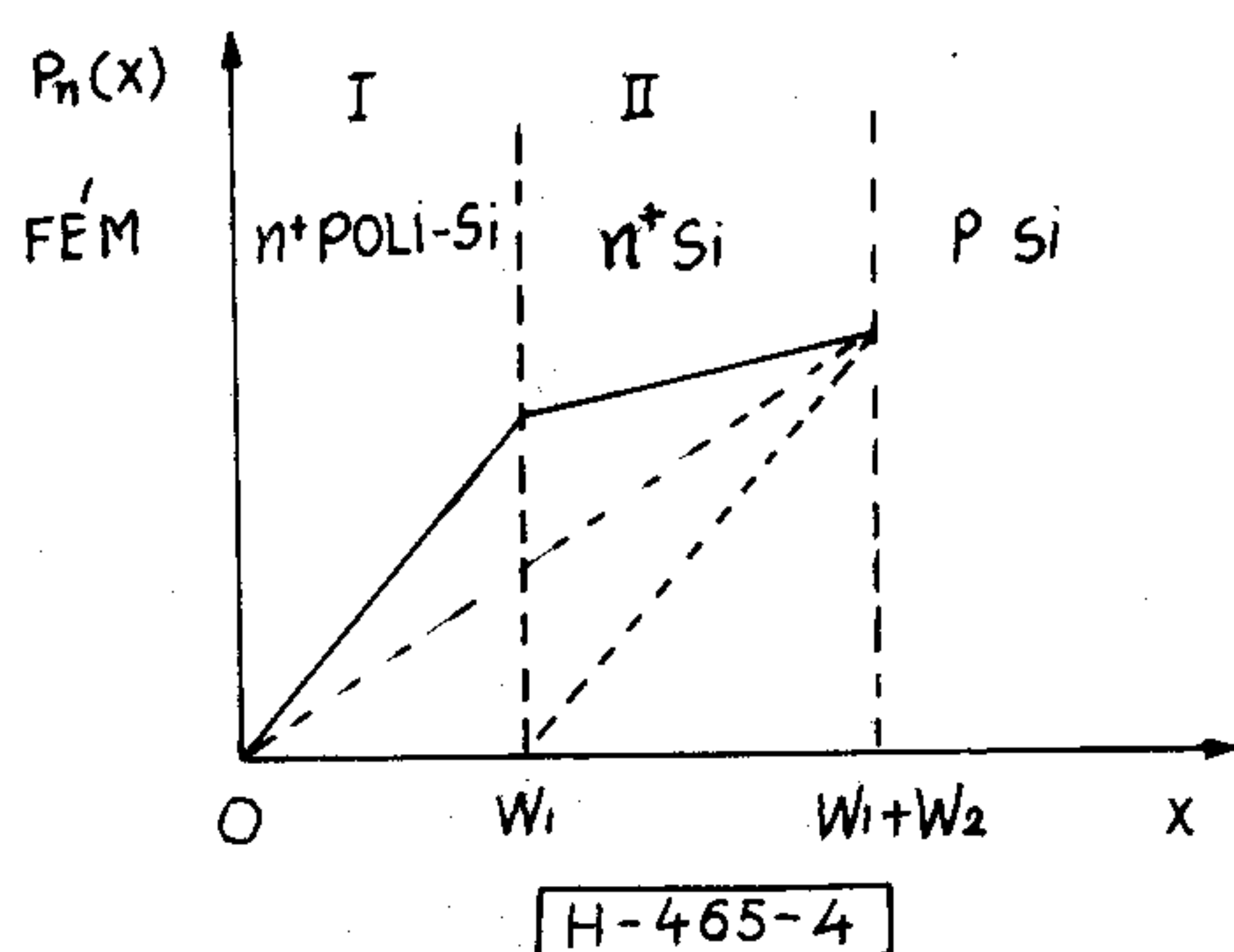
lönböző vastagságú határréteg alakult ki. A legvékonyabb határfelületet akkor kapta, ha HF savval marta a felületet. Az Auger electron spectroscopy eredményei mutatják, hogy ilyenkor a határréteg  $2\text{Å}$ -nál kisebb. Ha HF sav-marás után alkalmazott RCA tisztítást, akkor a határréteg vastagsága  $13\text{-}15 \text{ Å}$  között alakult.

A különböző határréteg miatt különböző értékűre adódott az eszközök  $\beta$ -ja. A HF sav-marással készült eszköz 3-szoros  $\beta$ -növekedést mutatott, ami megegyezik a Ning-eredménnyel. Az RCA tisztított eszközök  $\beta$ -ja, a hagyományos eszközének 7-től 32-szereséig terjedt. Mind a két fajta eszköznek pozitív volt a hőfüggése, de az RCA tisztított eszközök  $\beta$ -ja kevésbé volt érzékeny a hőmérséklet változására, mint HF-marás eszközöké.

Halen [16] bór-ionplantációval hozta létre a sekély bázist. A polyszilícium leválasztása előtt szándékosan növesztett oxidot az emitter területére. A polyszilícium réteg leválasztása és ionimplantációs adalékolása után rövid ideig /kb. 15-percig  $900^\circ\text{C}$ -on/ hőkezelés alá vetette szeletét, amelynek eredményeképpen nagyon sekély / $200 \text{ Å}$ / emitter alakult ki. Az így készített tranzisztor  $\beta$ -ja 2000 volt, 20-szor nagyobb, mint a hasonlóképpen készített, határ oxidréteg nélküli polyszilícium emitteres tranzisztoré.

Az eddigiek alapján úgy tűnik, hogy kétfajta polyszilícium emitteres tranzisztor létezik. Az egyikben a szigetelő-félvezető határ átmenet fontos szerepet játszik, ebben a fajta tranzisztorban jelentős mértékben javul az áramerősítési tényező. A másik típusban minimális vastagságú határréteg van a polyszilícium és monokristály emitter között. Ez a csekély átmenet nem befolyásolja - vagy legalább észre nem vehető mértékben - az eszköz működését. Az ilyen tranzisztor a polyszilícium réteg vastagságától függően kb. 3-szoros  $\beta$ -növekedést mutat a hagyományos tranzisztorhoz képest. Arra, hogy mi okozza a növekedést, alapjában véve két elméleti modell született. Abban az esetben, ha a határátmenet nem jelentős [14] ezt nem vesszük figyelembe az eszköz működésének leírásához. Az indok a következő: a polyszilícium-kontaktus ugyan növeli a tranzisztor  $\beta$ -ját, de a  $\beta$ -növekedése a polyszilícium réteg vastagságától jelentősen függ / ha a polyszilícium kontaktus vékonyabb  $500 \text{ Å}$ -nél/, úgy hogy a növekedést nem elsősorban a felületi határátmenet okozza. az  $I_C / U_{be}$ ,  $I_B / U_{be}$  görbék ezeknél az eszközöknél ideális exponenciális görbék, ezért a határátmenet, ha egyáltalán létezik, elhanyagolható /3. ábra/. A  $\beta$ -növekedés így feltehetően a töltéshordozóknak a monokristályból a polikristály rétegbe való transzportálási tulajdonságain alapszik. A 4. ábrán látható lyukak eloszlása / $p_n/x$ / az emitterben. A  $p_n/x$  eloszlást könnyen meghatározhatjuk, ha feltételezzük, hogy  $D_p dp_n/dx$  folytonos az  $x=w_1$  helyen. A  $\beta$  növekedést szemléletesen úgy lehet magyarázni, hogy a polyszilíciumban a diffúziós állandó kisebb mint az egykristályban. Ezért az előbbi feltétel érvényesülése esetén az  $x=w_1$  helyen





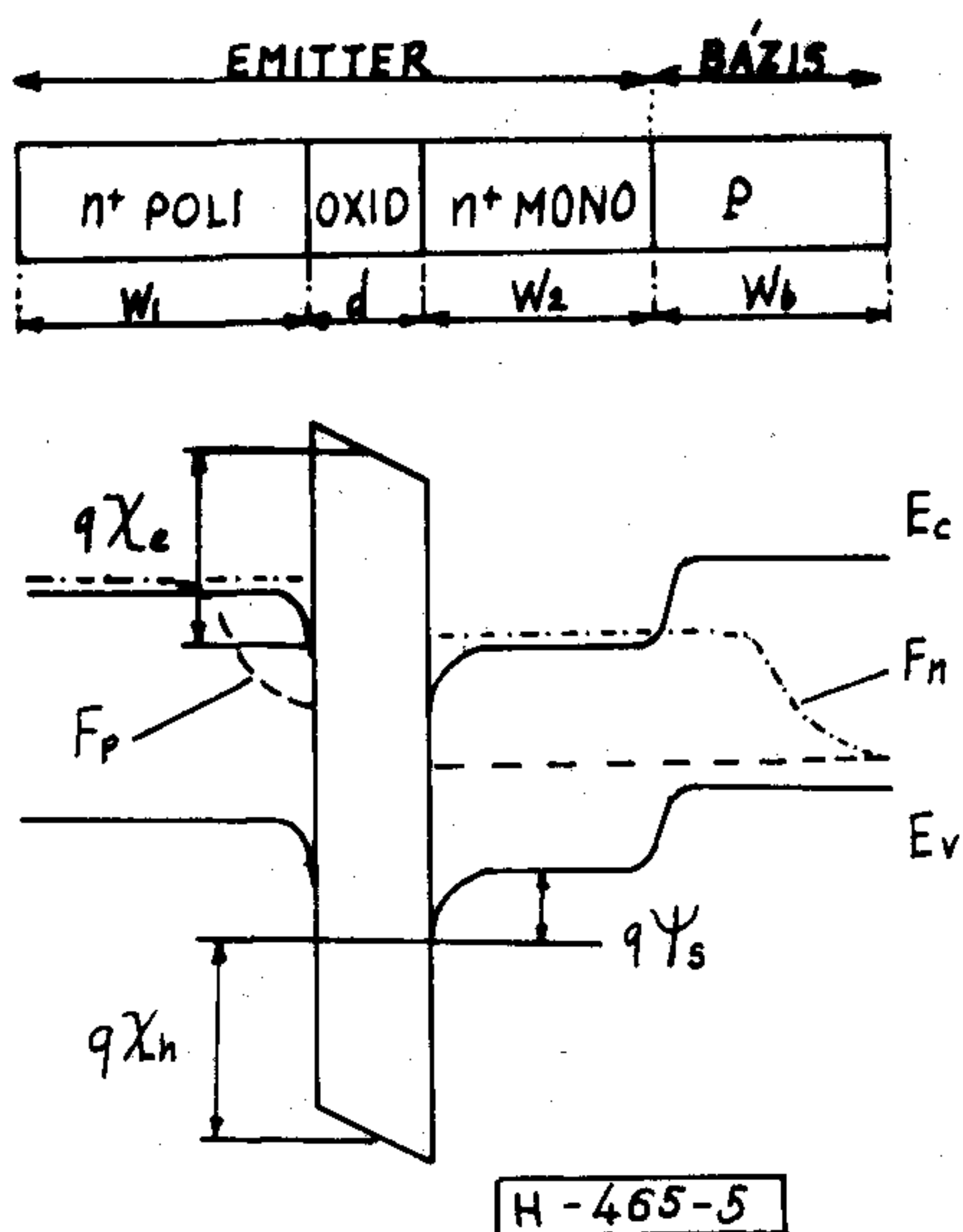
4. ábra. A lyukeloszlás az oxidréteg nélküli poli-Si emitteres tranzisztor emitterében

a lyukak koncentrációja magasabb lesz, mint abban az esetben ha a poliszilícium helyén monokristály lenne. Ez a koncentráció növekedés csökkenti a lyukáramot /diffúziós áramot/ ezért növekszik a  $\beta$ . Ha feltételezzük, hogy  $L_{p2} \gg w_2$ , amely sekély emitter esetén igaz és legyen  $K$  a  $\beta$  javulási faktor a poliszilícium réteg nélküli esethez képest, a  $p_n/x$  ismeretében felírhatjuk /14/.

$$K = \frac{G_e/\text{Poli}/}{G_e/\text{Al}/} = \frac{b/\text{Poli}/}{b/\text{Al}/} = 1 + \frac{D_{p2}L_{p1}}{D_{p1}w_2} \tanh \frac{w_1}{L_{p1}} =$$

$$= 1 + \frac{D_{p2}L_{p1}}{D_{p1}w_2} \quad \text{Ha } w_1 > L_{p2}$$

$D_{p1}$  a diffúziós állandó poliszilíciumban, amely kisebb mint a monokristály-rétegben, így  $K$  faktor egynél jelentősen nagyobb. Abban az esetben, ha szándékosan növesztünk oxidot a mono- és poliszilícium között ennek a határátmenetnek fontos szerepe van a  $\beta$  növelésében. Az emitter sáv-struktúrája az 5. ábrán látható.



5. ábra. Az oxidréteggel rendelkező poli-Si emitteres tranzisztor sávstruktúrája

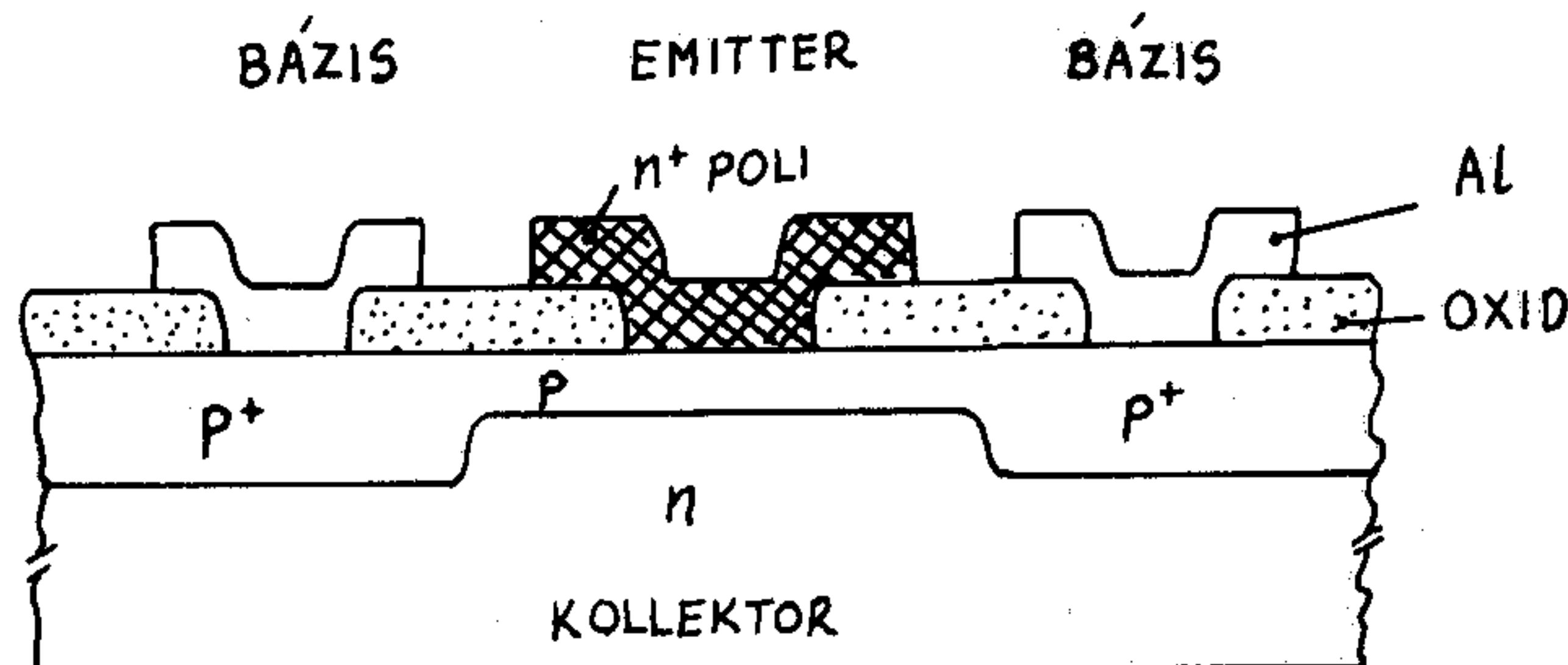
A határátmenet szerepe a következő: mind a lyukaknak, mind az elektronoknak gátat jelent a tunnel-oxid réteg. De a lyukak számára a potenciál-gát magasabb, mint az elektronoknak. A lyukáram, a magas potenciál-gát miatt, tunnel áram. A bázisáramot ez a potenciál-gát korlátozza /vékony emitterben rekombináció elhanyagolható/. Minél vastagabb az oxidréteg, annál kisebb a bázisáram adott emitter-áram mellett, tehát nő a  $\beta$ , de a vastagabb oxidon eső feszültség is nagyobb lesz. A  $\beta$  max. értékre a következő kifejezést adhatjuk [13].

$$\beta_{\max} = \text{const} \frac{\sqrt{T}}{\zeta_{ob}} \exp\left(-\frac{q}{KT} (\Delta V_{g2} - \Delta V_{gb} - \psi_s)\right)$$

ahol  $\Delta V_{g2}$ ,  $\Delta V_{gb}$  a sávszűkülés az emitterben ill. a bázisban,  $\zeta_{ob}$  a bázisréteg négyzetes ellenállása,  $\psi_s$  sáv elhajlás a határátmenetnél.

A képletből az látszik, hogy nemcsak a különböző sávszűkülés, hanem a sávelhajlás mértéke is befolyásolja a tranzisztor  $\beta$ -ját és annak hőfüggését. Ha a sávelhajlás /  $\psi_s$  / mértéke nagyobb, mint a sávszűküléskülönbség /  $\Delta V_{g2} - \Delta V_{gb}$  /, a tranzisztor  $\beta$ -hőfüggési együtthatója negatív lesz.

A fenti két elméletet később továbbfejlesztették, egyesítették, [17]-[20] figyelembe veszik a poliszilícium szemcsehatárátmenet szerepét, rekombináció jelenségeket. Bár sikerült modelleket alkotni, mégis azt mondhatjuk, hogy a poliszilícium emitteres tranzisztor működése nem teljesen tisztázott. Különböző módon készített eszközöknek teljesen más-más a tulajdonságuk. A modellekben nagyon sok olyan feltevést állítanak fel, amelyeket nagyon nehéz gyakorlatilag igazolni és ezek erősen függenek a technológiától. Ilyen pl. a határátmenet tulajdonságai. Mindezek mellett a poliszilícium vezetési mechanizmusa sem teljesen világos /3 vezetési modell létezik/. Az előbbieken olyan poliszilícium emitteres tranzisztorokról esett szó, amelyekben az emitter egyik része a monokristály Si-ban van, másik része pedig maga a poliszilícium-kontaktus. A poliszilícium és az átmeneti határ réteg /ha van/, jelentős szerepet játszik a tranzisztor  $\beta$ -jának növekedésében. Az említett tranzisztor struktúrák bizonyos értelemben hagyományos struktúrák /ha a poliszilícium réteget csak kontaktusnak tekintjük/. Az "igazi" poliszilícium emitteres tranzisztorot Rowlandson 1985-ben készítette [21]. Az új tranzisztor struktúrában hiányzik



6. ábra. Az "igazi" poli-Si emitteres tranzisztor struktúrája

az emitter monokristályban levő része, az emitter maga a poliszilícium réteg /6. ábra/. Az eszköz elkészítése röviden a következő: alacsony energiájú 50-keV [21] kis dózisu  $/10^{12}-10^{13} \text{ cm}^{-2}/$  bór ionimplantációval /50-nm oxidon keresztül/ létrehozták a sekély bázist. A bázis külső részét, amely jó bázis kontaktust biztosít, a bázis ionimplantáció előtt bór-diffúzióval valósították meg. Az ionimplantáció után 30-perces 950 °C-os hőkezelés következett, amelynek hatására aktiválódnak a bór atomok a bázisban. A bázis adalékolása után kinyitották az emitterablakot a poliszilícium leválasztására. Közvetlenül a poliszilícium leválasztása előtt egy rövid HF-marást hajtottak végre, amely biztosította a tiszta felületet a poliszilícium emitter számára. A foszforral adalékolt poliszilícium réteg leválasztása in-situ módszerrel történt az LPCVD reaktorokban. A nyomás 0,4 torr és a hőmérséklet 627 °C volt. Rowlandson nem vizsgálta meg az adalékok eloszlását, de az alacsony hőmérsékleten történő poliszilícium leválasztása miatt feltehetően a foszfor atomok nem tudtak bediffundálni a bázisrétegbe. A poliszilícium leválasztását követő műveletek alacsony hőmérsékletűek voltak, így pl. a poliszilícium marása plazma-marással, kollektor és bázis Al kontaktus hőkezelése 450 °C-on. Az így elkészült tranzisztornak meglepő módon, rendkívül nagy az áramerősítési tényezője. Rowlandson tranzisztorainak a  $\beta$ -ja elérte a 20 000 értéket. Később Keyes [22] hasonló módon, de sekélyebb bázissal /Rowlandson bázisa 0,5  $\mu\text{m}$ , Keyes bázisa 0,3  $\mu\text{m}$ / elkészített tranzisztorainak a  $\beta$ -ja már 30 000-et is meghaladta. A sekély bázisréteg miatt a tranzisztor átszűrési és Early feszültsége elég alacsony. Így pl. Rowlandson legnagyobb  $\beta$ -jú tranzisztorának Early feszültsége 3,5 V és átszűrési feszültsége 15 V, amíg Keyes tranzisztoránál az Early feszültség 18 V és az átszűrési feszültség 15 V volt. Az új eszköz működését az előbbi elméletekkel nem lehet megmagyarázni. Kétséges az is, hogy létezik határátmeneti réteg /a poliszilícium emitter és a bázis között/ és, hogy annak fontos szerepe van az eszköz működésében. Bár kétségtelen, hogy a poliszilícium leválasztása előtt egy vékony natív-oxid réteg ránőtt az emitter-felületre, ennek a tulajdonságát pontosan nem lehet meghatározni. Ning [14] eszközeiben ez a vékony határátmenet nem befolyásolta az eszköz működését. De az is lehet, hogy a poliszilícium-réteg leválasztás utáni hőkezelése miatt Ning eszközeiben a határátmenet más, mint itt Keyes és Rowlandson eszközeiben, ahol a poliszilícium leválasztását nem követik magas hőmérsékletű műveletek. Ha az átmeneti határátmenetnek fontos szerepe van az eszköz működésében, akkor a tranzisztor működése hasonlít a MIS emitterű tranzisztor működésére. Ha az átmeneti réteg szerepe nem jelentős, a tranzisztor ideális emitter hatásfoka a poliszilícium különleges tulajdonságainak köszönhető. Mindenesetre a poliszilícium tulajdonsága fontos tényező az eszköz működésében, ugyanis, ha a poliszilícium-emitter fémezése /Al/ után hőkezelés alá /450

°C/ vették a szeletet, akkor jelentős  $\beta$ -csökkenés volt tapasztalható, amely az Al poliszilíciumba való bediffundálásának tulajdonítható.

### A poliszilícium emitteres tranzisztor alkalmazása

A leírtak alapján minden különösebb nehézség nélkül /hagyományos technológiát használva/ elkészíthetjük a vékony bázisu poliszilícium emitteres bipoláris tranzisztort. Ezeknek sokkal nagyobb a  $\beta$ -ja mint a hagyományos tranzisztoroké, így a méret csökkenéssel együttjáró  $\beta$ -csökkenés problémája megoldódott. A vékony bázisu tranzisztornak nagy a határfrekvenciája, amely lehetőséget teremt a gyorsabb integrált áramkörök létrehozására. Az extrém nagy  $\beta$ -értékekre az integrált áramkörökben tulajdonképpen nincs szükség, de a nagy  $\beta$  felesleg lehetővé teszi, hogy megnöveljük a bázis adalékolást megengedhető  $\beta$  csökkenés mellett. Így a bázis ellenállása csökken, ezért a tranzisztor kapcsolási tulajdonságai jobbak, az áramkiszorítási jelenség csak nagyobb áramnál jelentkezik, amely azt jelenti, hogy nő a tranzisztor áramterhelhetősége. Ez szintén méretcsökkenési lehetőséget ad. A bázisadalék növelés azon további előnnyel jár, hogy magasabb lesz az átszűrési feszültség.

A poliszilícium emitteres tranzisztoroknak a fent megemlített előnyeik kívül a másik óriási előnye az, hogy alkalmazásával be lehet vezetni az önillesztő technológiát a bipoláris VLSI-IC gyártásában. A poliszilícium különböző tulajdonságát kihasználva /ilyen pl. nagy a poliszilícium adalékkoncentrációtól való oxidációs sebesség függése [23], nagy a szelektív marási sebességkülönbség a tiszta és az adalékolt poliszilícium között [24]. Különböző önillesztő technológiát sikerült kifejleszteni. Az önillesztő technológiák alkalmazásával jelentősen lecsökkenthető a tranzisztor mérete. A kisebb parazita-kapacitások miatt az áramkör gyorsabban működik. T.Sakai [24] SST technológiát /Super self-aligned technology/ használva 1-kbit ECL RAM-ot készített, amelynek hozzáférési ideje kisebb volt, mint 3 ns. H. Yamachi [25] szintén az SST technológiát használta a gyors szorzó áramkör megvalósítására. 8x8 bites szorzó áramkörének 10-ns, míg 32x32 bites szorzónak /az alap 8 bites chipek összekapcsolásával/ 55-ns a szorzási művelet ideje. Az önillesztő technológiát alkalmazva az I<sup>2</sup>L áramkörökben nagy integráltsági fokot lehet elérni. Ezzel a technológiával készült kisfogyasztású I<sup>2</sup>L áramkör kapu késleltetési ideje kisebb mint 1 ns [26]. A bipoláris és MOS eszközök előnyös tulajdonságait /CMOS kisfogyasztású, bipoláris-gyors/ összekombinálva BiCMOS áramkört hoztak létre, amelyben a bipoláris szerepet poliszilícium emitteres tranzisztor tölti be. Az ilyen áramkör megtalálható a Faichild 256-kbites sztatikus memóriában [5]. A memória-áramkör elérési ideje 10 ns.

## További fejlesztési irányok

A poliszilícium emitteres tranzisztorok különleges tulajdonságaik révén sok érdekes alkalmazást nyerhetnek a mikroelektronikában. ezen új fajta tranzisztor széleskörű alkalmazása azonban még sok kísérleti vizsgálatot és elméleti munkát igényel, főleg a poli-Si emitter kialakításának, tervezésének, áramköri működésének szempontjából. A "hagyományos" poli-Si emitteres tranzisztor paraméterei ugyanis erősen függenek az alkalmazott technológiától és az eszköz működése sem teljesen tisztázott. Az "igazi" poli-Si emitteres tranzisztor, amelyet először 1985-ben készítettek, ígéretes tulajdonságokkal rendelkezik. Az alacsony hőmérsékletű poli-Si emitterleválasztás és a későbbi hideg technológiai lépések következtében a bázisprofil nem változik. Így a bázisprofil, mint az integrált áramköri tranzisztor egyik legfontosabb paramétere, jól kézben tartható. A tranzisztor rendkívül jó emitterhatásfoka szintén előnyt jelenthet a különleges alkalmazási célokra. Mindezek mellett a tranzisztor könnyen elkészíthető a hagyományos eljárásokkal. Ennek a fajta tranzisztoroknak sok jellemzője /pl. a dinamikus viselkedése/ nem ismeretes, működési elve nem tisztázott és keveset tudunk a gyártási reprodukálhatóságáról, ugyanis eddig meglehetősen kevés kísérletet, vizsgálatot folytattak ez új eszköz tanulmányozására. A poli-Si emitteres tranzisztoroknak nagy jövője lehet, ha a fenti problémákat sikerül megoldani. Ebben a munkában szeretnék résztvenni az eszköz működésének kitisztázásában, a jellemzőinek további tanulmányozásában.

## IRODALOM

- [1] P.M. Solomon and D.D. Tang; "Bipolar circuit scaling", in 1979.ISSCC Dig. Tech. Papers, pp. 86-87.
- [2] H.C. de Graaff, J.W. Slotboom, and A. Schmitz; "The emitter efficiency of bipolar transistors" Solid-State Electronics, 1977, vol. 20, pp. 515-521.
- [3] R. J. Van Overstraeten, H.J. DeMan, and R.P. Mertens; "Transport equations in heavy doped silicon", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-20, PP. 290-298, Mar. 1973.
- [4] D. Buhanan; "Investigation of current-gain temperature dependence in silicon transistors", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-16, pp. 117-124, Jan. 1969.
- [5] C. L. Cohen; "Here comes a 256-K SRAM and its from Fairchild", Electronics, pp. 34-35, June 1, 1987.
- [6] H. C. Card and E. S. Yang; "Electronic processes at grain boundaries in polycrystalline semiconductors under optical illumination", IEE Trans. Electron Devices, vol. ED-24, pp. 397-403, Apr. 1977.
- [7] J. Y. W. Seto; "The electrical properties of polycrystalline silicon films", J. Appl. Phys. Vol 46, pp. 5247-5254, Dec. 1975.
- [8] Y. Shiraki and E. Maruyama; "Poly-Si thin film transistors and their application to liquid crystal display", JARECT, amorphous Semiconductor Technologies and Devices, vol. 6, pp. 266-273, 1983.
- [9] Z. Lieblisch and A. Bar-Kev; "A polysilicon-silicon n-p junction", Electron Devices, vol. ED-24, pp. 1025-1031, Aug. 1977.
- [10] M. Arienzo, Y. Komen, and A. E. Michel; "Diffusion of arsenic in bilayer polycrystalline silicon films", J. Appl. Phys., vol. 55, pp. 365-369, Jan. 1984.
- [11] M. Takagi, K. Nakayama, ch, Tevada, and H. Kamioko; "Improvement of shallow base transistor technology by using a doped polysilicon diffusion source", J. Jap. Soc. Appl. Phys., vol. 42, p. 101, 1972.
- [12] J. Graul, A. Glas, and H. Murrmann; "High-performance transistor with arsenic-implanted polysil emitters", IEEE J. Solid-State Circuit, vol. SC-11, P.491, Aug. 1976.
- [13] H. C. De Graaff and J. G. De Groot; "The SIS tunnel emitter: a theory for emitters with thin interface layers", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-26, P. 1771, Nov. 1979.
- [14] T. H. Ning and R. D. Isaac; "Effect of emitter contact on current gain of silicon bipolar devices", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-27, p. 2051, Nov. 1980.
- [15] B. Soerowirdjo and P. Ashburn; "Effect of surface treatments on the electrical characteristics of bipolar transistor with polysilicon emitters", Solid-State Electronics, Vol. 26, pp. 495-498, 1983.
- [16] P. V. Halen and D. L. Pulfrey; "High-gain bipolar transistor with polysilicon tunnel junction emitter contacts", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED-32, p. 1308, Jul. 1985.
- [17] A. A. Eltoukhy and D. J. Roulston; "Minority-carrier injection into polysilicon emitters", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-29, pp. 961-964, Jun. 1982.
- [18] A. A. Eltoukhy and D. J. Roulston; "The role of the interfacial layer in polysilicon bipolar emitter transistors", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-29, pp. 1862-1869, Dec. 1982.
- [19] P. H. Yeung and W. C. Ko; "Current gain in polysilicon emitter transistors", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-30 pp. 593-597. Jun. 1983.
- [20] Z. Yu, B. Ricco, and R. W. Dutton; "A comprehensive analytical and numerical model of polysilicon emitter contacts in bipolar transistors", IEEE Trans. Electron Devices, vol Ed-31 pp. 773-784, June 1984.
- [21] M. B. Rowlandson and N. G. Tarr; "A true polysilicon emitter transistor", IEEE Trans. Electron Device Letters, vol. EDL-6, p. 255, June 1985.
- [22] E. P. Keyes and N. G. Tarr; "Superbeta polysilicon emitter transistors", IEEE Trans. Electron Device Letters, vol. EDL-8, pp. 312-314, July 1987.
- [23] A. Cuthbertson and P. Ashburn; "Self-aligned transistor with polysilicon emitters for bipolar VLSI", IEEE Trans. Electron Devices, vol. ED-32, pp. 242-247, Feb.1985.
- [24] T. Sakai, Y. Yamamoto, Y. Kobayashi, K. Kawarada, Y. Jinabe, T. Hayashi, and H. Miyanaga; "A 3ns 1-kbit RAM using super self-aligned process technology", IEEE J. Solid-State Circuits, vol. SC-16, pp. 424-429, Oct. 1981.
- [25] H. Yamauchi, T. Nikaido, T. Nakashima, Y. Kobayashi, and T. Sakai; "10-ns 8x8 multiplier LSI using super self-aligned process technology", IEEE J. Solid-State Circuits, vol. SC-18 Apr. 1983.
- [26] T. Nakamura, K. Nakazato, T. Miyazaki, M. Ogrimia, T. Okabe, and M. Nagata; "290 p. sec. I2L circuits with five-fold self-alignment", in IEDM Tech. Dig. pp. 684-687, 1982.



**BERUHÁZÁS HELYETT –  
KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT**



**csak egy telefon: 181-0903**

**ÉS MÁRIS** hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez! **MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ**, mert: a megfelelő időszakban rendelkezésre álló, **MÉRÉSAUTOMATIZÁLÁSRA** is alkalmas korszerű műszerek használatával időt, munkaerőt, adót, amortizációs költségeket, javítási-karbantartási költséget takarít meg. **NE FELEDJE**, egy műszer haszna a mérésekből, nem pedig a tulajdonjogból ered! **NE SZAPORÍTSA KIHASZNÁLATLAN ESZKÖZEIT!**

**ÓRIÁSI VÁLASZTÉK**, oszcilloszkópok, multiméterek, jelgenerátorok, analizátorok, mérésadatgyűjtők, regisztrálók, analitikai-környezetvédelmi műszerek, rendszervezérlők, stb.

**ÁLL AZ ÖN RENDELKEZÉSÉRE.**

Fogyóanyag, tartozék-pótlás ugyancsak forintért!

**LÍZING LEHETŐSÉG:** egyes műszer vagy számítógép típusokra!

**SZAKTANÁCSADÁS – HÁZHOZZÁLLÍTÁS – BEMUTATÁS!**

**KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER KATALÓGUSUNKAT!**

**FELVILÁGOSÍTÁS, ELŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS: 181-0903 vagy 166-2366/176 telefonszámokon.**



**MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLAT MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY**

Budapest XI., Szakasits Á. út 59–61. I. em. 107. szoba

H-1502 Budapest, Postafiók 58

# A megbízhatósági modell kiválasztása az adatátvitelhez

DOC. ING. PAVOL TOMASOV,  
CSc. Zsolnai Közlekedési Egyetem

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az adatátvitel megbízhatósága leírható a híradástechnikai hálózatban a  $P(i, j)$  matrixszal.

A matrix elemei annak a valószínűségnek az értékei, hogy a hálózat két csomópontja között létezik-e egy megadott időközben átviteli út.

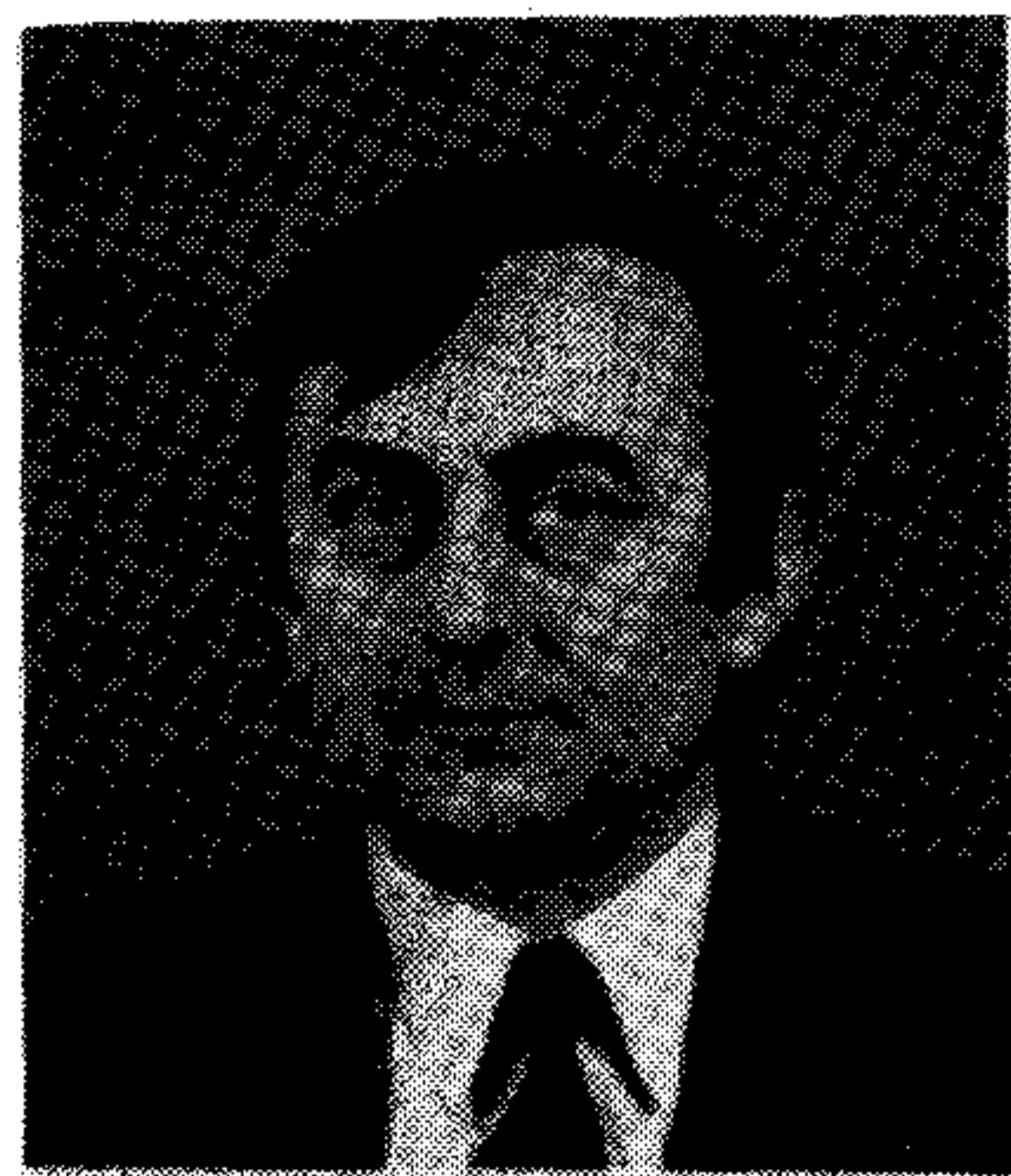
A matrix elemei a valóságos hálózatban a hibák struktúrájának analizésével megkaphatók. A nemstacionáris elementáris hibafolyamat átvezethető stacionáris hibacsomó folyamatra. A stacionárius intervallum hossza korrelációban van a hibacsomók sűrűségével.

Az adatátviteli hálózatban az átvitel megbízhatósága az egyik fő minőségi paraméter. Az elérhető megbízhatósági modellekből (1), (4) az első lépés egy olyan modell kiválasztása, amelyik figyelembe veszi a hálózat lényeges sajátosságait és alkalmazható a hálózat egyes elemeire is. Lehetővé teszi továbbá a megbízhatóság vizsgálatát egyszerű matematikai aparátussal és az eredmények ellenőrizhetők mérésel.

Az általában használt megbízhatósági paraméterek a híradástechnikai hálózatban jellemezhetők a  $P_i$  valószínűséggel mely megadja annak valószínűségét, hogy az átvendő információ a megadott időben az  $i$ -edik címzetthez megérkezik-e. A  $P_i$  valószínűséget időfüggvénynek kell tekinteni. Meg kell különböztetni az átviteli út meghibásodásait az átviteli út jellemzőinek változásaitól. Az átviteli út jellemzőinek változásai az információ elemi részeiben okoznak hibákat. Ezeknek a hibáknak az értékelése az információ típusától függ. Folyamatos átvitelnél a zavarok főleg a vezérlés minőségét befolyásolják. Impulzus átvitelnél a hibák a vezérlő elemek minőségén kívül befolyásolják az egész információ átvitelt.

A hálózatnak mint egységnek a megbízhatósága összefügg a csatornák terhelésével. A relatív terhelés csökkentésével nő a hálózat megbízhatósága mert egy meghatározott számú csatorna tartalékolható. A hálózat használhatósága adatátvitelre kifejezhető azzal a  $P(i, j)$  valószínűséggel, amely megadja hogy a hálózat akármely két  $(i, j)$  csomópontja között létezik-e az átviteli út egy megadott időközben. Az összes csomópont-párok  $P(i, j)$  valószínűségi értékei matrixot képeznek, amely a hálózatot használhatóság szempontjából jellemzi. A matrix átlóján lévő  $P(i, j)$  elemek az  $i$ -edik csomópont hibanélküli működésének a valószínűségét fejezik ki.

A  $P(i, j)$  értékei, amelyek megadják a hálózat átviteli képességét, az  $(i, j)$  relációkban növelhető



DOC. ING.  
PAVOL TOMASOV

1939. március 26-án született. A zsolnai közlekedési egyetemen 1963-ban végzett. Üzemi gyakorlat után 1971-ben megvédte a disszertációs munkáját. 1984-től docensként folytatja pedagógiai és kutató munkáját. A 25 éves pedagógiai pályafutása mellett a zsolnai közlekedési egyetemen 15 éve az új információs technológiák kutatásával foglalkozó kutató csoportot is vezeti. Két monográfia és több mint 50 tudományos cikk szerzője.

$P(i, j)$  a csatornák tartalékolásával vagy a hálózat konfigurációjának a változásával. Az első esetben érvényes:

$$P_1(i, j) = \left\{ \prod_{u=1}^{k-1} P_u \prod_{u=1}^k \left[ 1 - \prod_{v=1}^{m_1+1} (1 - P_{uv}) \right] \right\} \quad (1)$$

$$P_{(i,i)} \cdot P_{(j,j)}$$

ahol a  $P_u$  annak a valószínűsége, hogy az  $a_u$  csomópont az  $a_i$  és  $a_j$  között nem foglalt;  $P_{uv}$  az  $a_u$  és  $a_v$  közti csatorna használhatóságának valószínűsége;  $m_1$  az  $a_u$  és  $a_v$  közti tartalék csatornák száma;  $P_{(i,i)}$  és  $P_{(j,j)}$  az  $a_i$  és  $a_j$  csomópontok használhatósága.

A megbízhatóság növelésének másik eljárására érvényes

$$P_2(i, j) = \left\{ 1 - \prod_{u=1}^{m_2+1} \left[ 1 - \prod_{u=1}^{k-1} P_u \prod_{v=1}^k P_{uv} \right] \right\} \quad (2)$$

$$P_{(i,i)} \cdot P_{(j,j)}$$

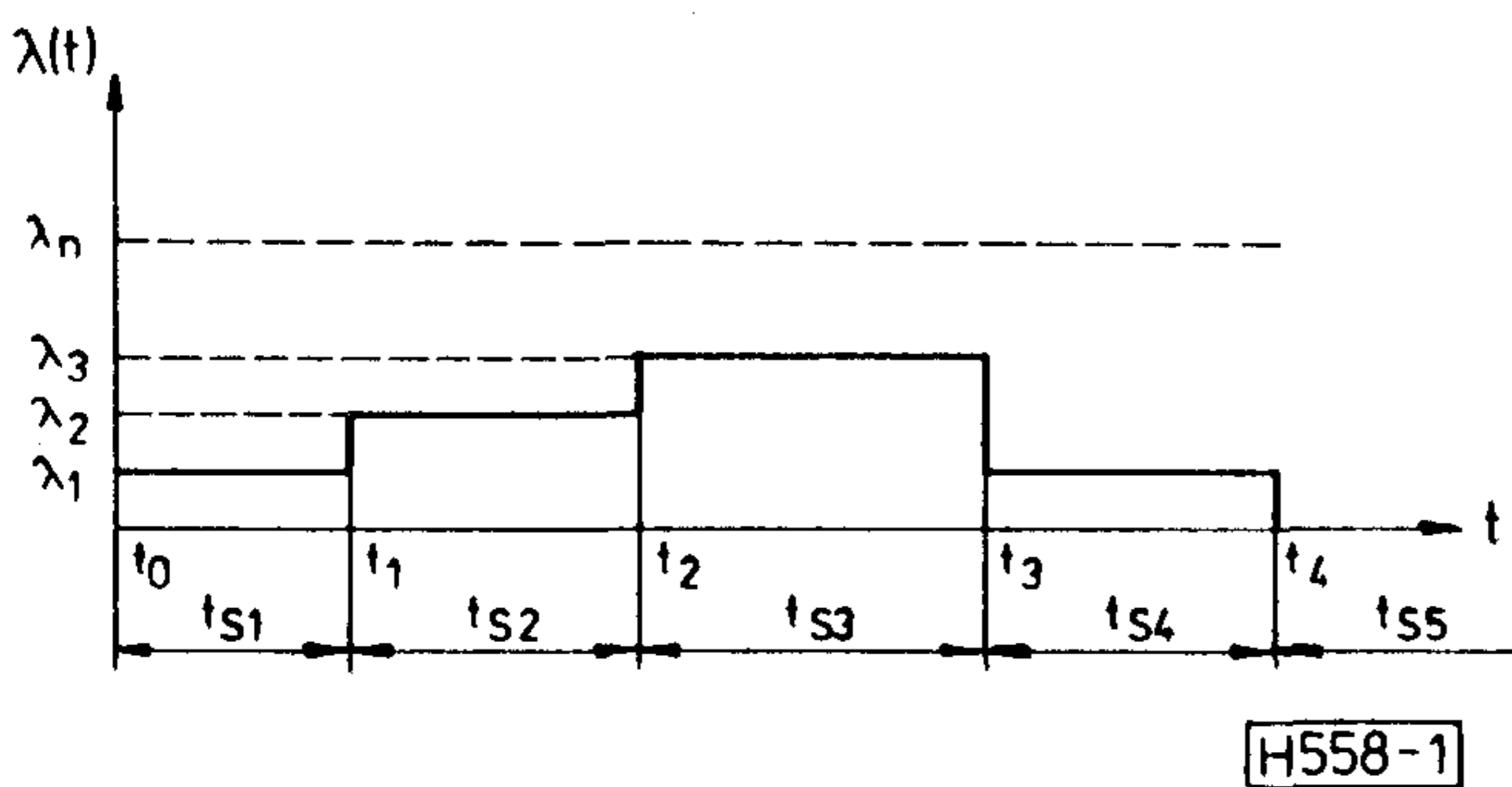
A kifejezésben az  $m_2$  a kerülő utak száma az  $a_i$  és  $a_j$  csomópontok között. A többi szimbólum értelme megegyezik az (1) egyenletben használt szimbólumokéval. A  $P(i, j)$  értékének növelésére az (1) egyenlet szerinti eljárás addig használható, amíg a költségek a tartalék csatornák létesítéséhez nem lépik túl a hálózat bővítéséhez szükséges költségeket.

A matrix elemei

$$\begin{vmatrix} P(1,1) & P(1,2) & \dots & P(1,r) \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ P(i,1) & P(i,2) & \dots & P(i,r) \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ P(r,1) & P(r,2) & \dots & P(r,r) \end{vmatrix}$$

jellemzik a hálózat  $r$  csomópontos részének a használhatóságát a  $\Delta t$  időközben. A következő időközben a  $P(i,j)$  más értékei érvényesek. A hálózati rész használhatósági jellemzőinek meghatározásához meg kell állapítani az  $E[P(i,j)]$  várható értékét,  $D^2[P(i,j)]$  szórását továbbá az  $R(t)$  korrelációs függvényt a  $\Delta t$  intervallum hossza és az intervallum  $P(i,j)$  valószínűsége között.

Az egyes típusú relációk számára (csatorna típusokra) a hálózatban szükséges a  $P(i,j)$  valószínűség megállapítása. Ezért elvetjük azt a megbízhatósági modellt amelyben a hibák sorozata az intenzitásukkal van meghatározva. A különbség a hibák hatásában van. A diszkrét csatornánál megkülönböztethetők az átviteli hibák egy elemnél, egy jelnél, egy tömbnél vagy egy hírnél. A hírátvitel a komutált csatornán egyes fázisokra van osztva az 1. ábra szerint.



H558-1

Ha a hiba az 1. fázisban következik be, akkor átmege a folyamat az 5. fázisba. Ha a zavar a 2. fázisban van, következik a 4. vagy az 5. fázis. Ha a hiba a 3. fázisban van, akkor a hibát javítani kell, ami csökkenti a csatorna átviteli kapacitását és növeli az átvitel eredő megbízhatóságát. Az elemi hibák befolyása attól függ, hogy melyik fázisban következik be és milyen időtartamú.

Az  $(i,j)$  reláció hibáját megadhatjuk mint a csatorna azonnali kapacitásának csökkenését az átviteli sebesség alá

$$v = B \cdot \log_2 s \quad (\text{bit/s})$$

ahol a  $B$  modulációs sebesség és  $s$  a jelzés állapotainak száma. A kapacitás csökkenés csak akkor tekinthető elemi hibának, ha a hossza legalább egy mintavételi intervallum.

Az elemi hibák sorozatát a hibacsomók közti intervallumok eloszlása határozza meg

$$h(t) = \sum_{i=1}^n \epsilon e^{-\lambda_i t} \quad t \geq 0. \quad (3)$$

A  $t \geq t_m$  értékétől az eloszlás

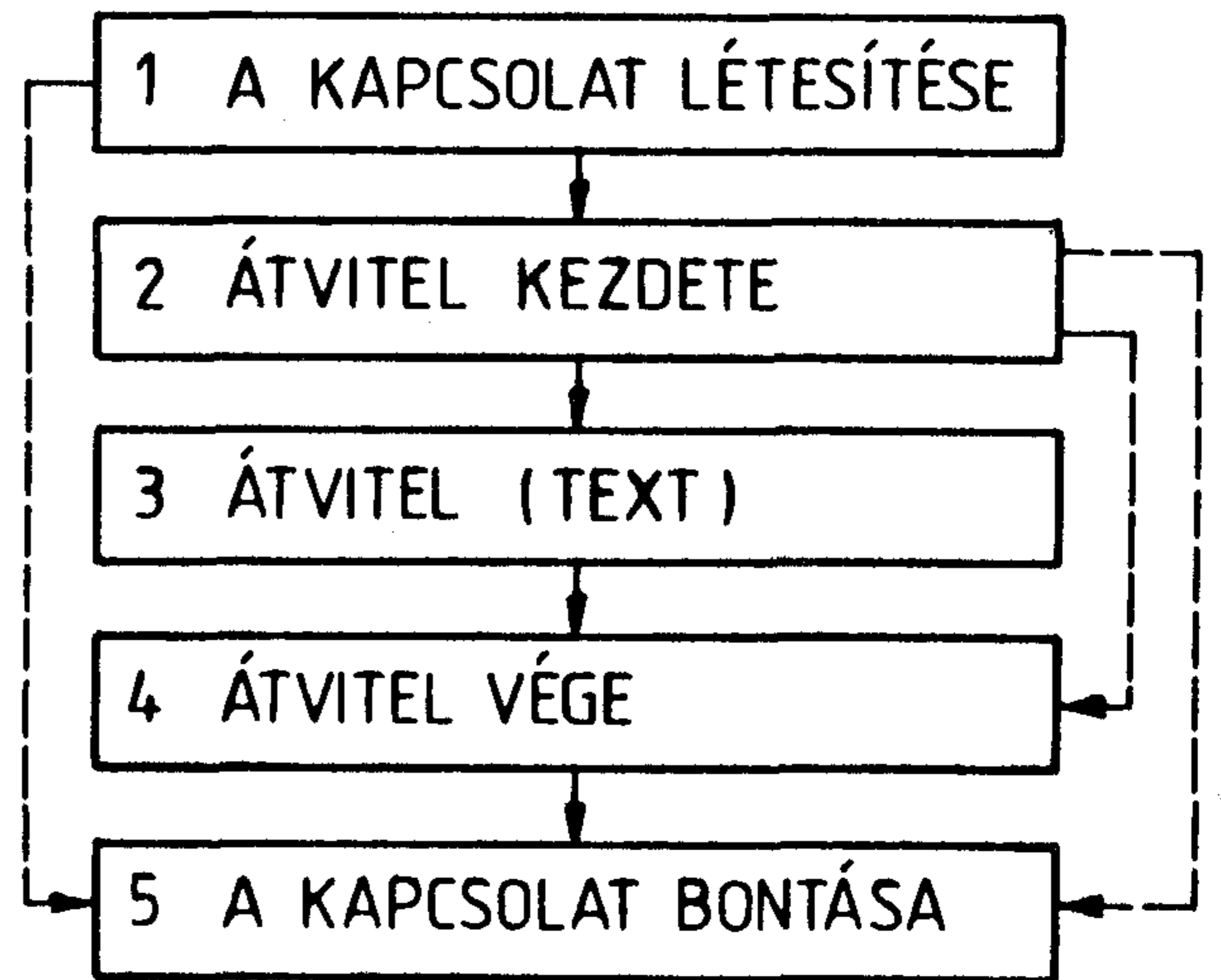
$$h(t) = \epsilon e^{-\lambda t} \quad t > t_m \quad (4)$$

ahol a  $\lambda$  az exponenciális eloszlás paramétere.

A hibák sorozata Poisson eloszlású és ez az összetett rendszerekben megfelel a valóságnak. Ez

azonban nem stacionárius folyamat. A hibák sorozatát a  $\lambda(t)$ , a  $\lambda$  sűrűség pillanatnyi értékének időfüggvénye jellemzi. A távközlési hálózatban az egyes relációk  $\lambda(t)$  függvényei a kísérletileg meghatározott adatokból a 2. ábra szerint következőképpen határozhatók meg:

$$\begin{aligned} \lambda(t) &= \lambda_1 & t_0 \leq t < t_1 \\ \lambda(t) &= \lambda_2 & t_1 \leq t < t_2 \\ \lambda(t) &= \lambda_3 & t_2 \leq t < t_3 \end{aligned} \quad (5)$$



H558-2

Így az elementáris hibák folyamatát az átvitelnél a  $t_s$  hosszúságú részenkénti szakaszok sorozatával helyettesítjük, ahol a  $\lambda_i$  megfelelő pontossággal konstans.

A kísérletileg meghatározott elemi hibákból a megadott típusú csatornánál a stacionárius szakaszok a következő algoritmus szerint alakulnak:

- az elemi hibák folyamatából a kiválasztott összefutási kritérium szerint hibacsomókat kell kialakítani,
- a csomósodást egyforma sűrűségű szakaszokra kell osztani,
- meg kell határozni a csomók várható értékét és szórását,
- meg kell határozni a stacionárius szakaszok hosszának eloszlásfüggvényét.

A hibacsomók intenzitásának sűrűségfüggvénye

$$h(\lambda) = A \cdot \lambda \cdot e^{-a\lambda}, \quad (6)$$

ahol a az Erlang eloszlás paramétere, A szabályozó tényező. Az alábbi feltételből

$$\int_0^{\infty} h(\lambda) \cdot d\lambda = \int_0^{\infty} A \cdot \lambda \cdot e^{-a\lambda} \cdot d\lambda = A a^2 = 1$$

megállapítható, hogy  $A = a^2$ , így a (6) egyenlet a következő formában írható fel

$$h(\lambda) = a^2 \lambda \cdot e^{-a\lambda}. \quad (7)$$

A várható érték megállapítható az  $m_\lambda$  számtani középéből

$$E(\lambda) = \int_0^\infty \lambda h(\lambda) d\lambda = a^2 \int_0^\infty \lambda^2 e^{-a\lambda} \cdot d\lambda = 2a^{-1} = m_\lambda. \quad (8)$$

Ennek az eloszlásnak a szórás négyzete:

$$\begin{aligned} D^2(\lambda) &= \int_0^\infty \lambda^2 h(\lambda) \cdot d\lambda - m_\lambda^2 = \\ &= a^2 \int_0^\infty \lambda^3 e^{-a\lambda} \cdot d\lambda - 4a^{-2} = \\ &= \frac{3!a^2}{a^4} - 4a^{-2} = 2a^{-2} = 0,5m_\lambda^2. \end{aligned} \quad (10)$$

A szórás pedig

$$D(\lambda) = a^{-1} \sqrt{2} = \frac{m_\lambda}{\sqrt{2}}.$$

Tehát az Erlang eloszlás valamennyi paramétere a kísérleti eredményekből így meghatározható.

A  $t_s$  stacionárius szakaszok hosszára szintén érvényes az Erlang eloszlás. A kísérleti adatokkal való összehang egyszerű programmal határozható meg, mégpedig személyi számítógéppel a Kolmogorov kritérium alapján.

Hasonlóan a (7) egyenlethez, érvényes

$$h(t_s) = b^2 t_s e^{-bt_s}. \quad (12)$$

A várható érték

$$E(t_s) = \int_0^\infty t_s h(t_s) \cdot dt = m_{t_s} \quad (13)$$

ebből  $b = 2m_{t_s}^{-1}$

Az eloszlás (12) egyenletébe ezt behelyettesítve

$$h(t_s) = 4m_{t_s}^{-2} t_s \cdot e^{-2t_s m_{t_s}^{-1}} \quad (14)$$

Ennek szórás négyzete

$$D^2(t_s) = \int_0^\infty b^2 t_s^3 e^{-bt_s} dt - m_{t_s}^2 = 2b^{-2} = 0,5m_{t_s}^2$$

és a szórás

$$D(t_s) = b^{-1} \sqrt{2} = m_{t_s} \frac{1}{\sqrt{2}}. \quad (15)$$

Így a nemstacionárius elemi hiba folyamatából stacionárius hibacsomó folyamatot kapunk. Az  $m_\lambda$  és  $m_{t_s}$  értékei az egyes relációkra jellemzők.

A  $\lambda$  és  $m_{t_s}$  közti kapcsolat megállapítható mérésrel az elemi hibák sorozatából. A regresszió görbe zárt alakban

$$t_s = g - h \cdot \lambda. \quad (16)$$

A  $t_s$  és  $\lambda$  közti korrelációs tényező

$$R(\lambda, t_s) = h \cdot \frac{D(\lambda)}{D(t_s)} = h \cdot \frac{b}{a} = h \cdot \frac{m_2}{m_{t_s}}. \quad (17)$$

Annak az apriori valószínűsége, hogy  $\lambda < \lambda_n$  a 2. ábra szerint

$$P(\lambda < \lambda_n) = \int_0^{\lambda_n} h(\lambda) \cdot d\lambda = a^2 \int_0^{\lambda_n} e^{-a\lambda} \cdot d\lambda. \quad (18)$$

A hálózat valószínűségi állapota leírható a  $\lambda$  és  $t_s$  változókkal. Az ilyen folyamat valószínűségi eloszlása

$$h(\lambda, t_s) = h(\lambda) \cdot h(t_s | \lambda). \quad (19)$$

A  $h(t_s | \lambda)$  feltételes valószínűség sűrűsége a (16) egyenlet szerinti regressziós összefüggéssel határozható meg. A (19) egyenlet a (7) egyenlet felhasználásával következőképpen írható

$$h(t_s | \lambda) = C(g - h\lambda) \cdot \lambda \cdot e^{-a\lambda}. \quad (20)$$

Ahol

$$C \int_0^\infty \lambda e^{-a\lambda} (g - h\lambda) \cdot d\lambda = Cga^{-2} - 2Cha^{-3} = 1.$$

Ezt C-re megoldva

$$C = \frac{a^3}{ag - 2h}. \quad (21)$$

Ezután a (20) egyenlet a következőképpen írható át

$$h(t_s | \lambda) = \frac{a^3 g}{ag - 2h} \cdot \lambda \cdot e^{-a\lambda} - \frac{a^3 h}{ag - 2h} \cdot \lambda^2 \cdot e^{-a\lambda} \quad (22)$$

Az apriori valószínűség értékét a (18) egyenlet szerint szükséges korrigálni a  $t_s | \lambda$  koreláció figyelembe vételével

$$\begin{aligned} P[(t_s | \lambda) < \lambda_n] &= \int_0^{\lambda_n} h(t_s | \lambda) \cdot (t_s | \lambda) = \\ &= \frac{a^3 g}{ag - 2h} \cdot \int_0^{\lambda_n} (t_s | \lambda) e^{-a(t_s | \lambda)} d(t_s | \lambda) - \end{aligned}$$

$$- \frac{a^3 h}{ag - 2h} \int_0^{\lambda_n} (t_s | \lambda)^2 e^{-a(t_s | \lambda)} d(t_s | \lambda). \quad (23)$$

A (18) egyenletet valamint módosított változatát a (23) egyenletet a  $P(i,j)$  értékének lehet tekinteni az (1) vagy (2) egyenlet értelmében. A  $P(i,j)$  adja annak a valószínűségét, hogy az  $a_i$  és  $a_j$  csomópontok között létezik olyan átviteli út amelynek a minősége a  $t_s[m_{t_s}, D^2(t_s), D(t_s)]$  időközben jobb, mint a  $\lambda_n$  előírt értéke.

A  $P[(t_s | \lambda) > \lambda_n]$  annak a valószínűsége, hogy nem létezik ilyen átviteli út. Mivel ismert a  $P(t_s | \lambda)$  feltételes valószínűsége, ez lehetővé teszi a (23) egyenlet alapján az átviteli út állapotának prognózisát.

A leírt megbízhatósági modellt telefon összeköttetésen ellenőriztük. Feldolgoztuk a hibák struktúráját egy 160 órás mérés eredményei alapján. A  $\lambda_n$  előírt értéke az 1200 Bd modulációs sebességnél és 350 jelnél egy csomóban 0,4. A mért folyamatot 1920 darab 5-perces intervallumra osztottuk.

Az eredmények:

$$h(\lambda) = 26,4 \cdot e^{-5,14\lambda}; m_\lambda = 0,389$$

$$D^2(\lambda) = 0,075$$

$$D(\lambda) = 0,275$$

$$h(t_s) = 0,23 \cdot t_s \cdot e^{-0,48t_s}; m_{t_s} = 4,15$$

$$D^2(t_s) = 8,69$$

$$D(t_s) = 2,95 \cdot h$$

regressziós egyenes:

$$t_s = g - h\lambda = 8 - 5,33\lambda$$

$$C = 4,45$$

$$h(t_s | \lambda) = 4,45(8 - 5,33\lambda) \cdot \lambda e^{-5,14\lambda}$$

$$P(\lambda < \lambda_n) = 0,720$$

$$P[(t_s | \lambda) < \lambda_n] = 0,928$$

Az eredmény meghatározza a hálózat mért megbízhatóságát.

A leírt megbízhatósági modell felhasználható a következőképpen:

- a  $P(i,j)$  matrix értékek a hálózat egy összeköttetésének megbízhatóságát jellemzik. Két vagy több résznek a megbízhatóságát úgy kapjuk meg, hogy az egyes matrixszokat szorozzuk egy olyan matrixszal amely az összeköttetést jellemzi;
- a csatorna kapacitásának rövid időtartamú csökkentése és a hibák együttes hatása leírható a következőképpen  $(t_s | \lambda) < \lambda_n$ . Két különböző típusú eloszlású véletlen mennyiség kombinációjának a számításáról van szó;
- összetett információs rendszerekben szükséges a használhatóság prognózisának vizsgálata, annak a valószínűségnek igazolása, hogy létezik átviteli út a csomópontok illetve hálózati utak tartalékolásával;
- olyan eljárás kialakítása amely a forgalom irányításra nézve a felosztott hálózatban javítja a csatornák kihasználását.

## IRODALOM

- [1] Barlow, R.E., Proschan, F.: Mathematical Theory of reliability. Wiley and Sons, New York 1965
- [2] Barlow, R.E., Proschan, F.: Importance of system components and fault tree events. Operation Reserech Center Report 74-4. University of California, Berkeley, 1974
- [3] Sor, J.B.: Statistické metody analyzy a kontroly jakosti a spolehlivosti. SNTL, Praha 1965
- [4] Ross, S.M.: Introduction to Probability Models. Academic Press, New York 1972
- [5] Tomasov, P.: Kanály prenosu dát v oznamovacej sieti. Nadas, Praha 1988

## СОДЕРЖАНИЕ

## INHALT

## CONTENTS

Шомоди, Г.:

Анализ на ЭВМ сетей дискретного времени

HIRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1990. №3.

Статья излагает разработанную автором программу ANDI, которая служит для анализа дискретных сетей. Анализ обеспечивает проведение симуляции диапазона времени, также отображения характеристических зависимостей в диапазоне Z, F, и временном диапазоне. Статья излагает язык описания сети составленного автором, выбранный полусимволический метод анализа и его практическое осуществление также и программы.

Габор, Ж. - Мадл, К.:

Испытание интерслоев с помощью РЭМ  
HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1990. №3.

С непрерывным уменьшением размеров БИС употребление многослойной металлизации становится необходимым. Изоляционные слои между металлическими слоями хорошо квалифицируются по дырячестбу и прикрытию ступеней при помощи растреного электронного микроскопа. Экспериментально были осожжены диэлектрические слои и сравнены по вышескозненным свойствам, чтобы выбрать самый подходящий интерслои для истользобания, при наших условиях.



Д-р Витвера, Л.:

Новое аналоговое семейство цветных ТВ приемников предприятия ОРИОН  
HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1990. №3.

Предприятие ОРИОН первый период национального выпуска цветных ТВ приемников, считает законченным. В начале, закупленная конструкция SEL в то время считалась очень современной и независимо от непрерывного технологического ухода за ней и следя за изменяющимися запросами рынка, ограничивает дальнейшее её усовершенствование. Сохранение подходящего до сих пор и базирующийся на основных схемах принципа семейства и в дальнейшем является для нас целью, но необходимо учитывать, что параллельно годовому выпуску крупных ТВ фирмка в количестве нескольких миллионов аппаратов, запрос национального рынка в количестве нескольких ста миллионов аппаратов, сильно ограничивает количество параллельно выпускаемых конструкций.

Статья излагает точки зрения разработки новой конструкции, рассматривая также и некоторые новые интересные схемные решения.

Тирпак, Т.:

Цифровой ТВ приемник предприятия орион  
HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1990. №3.

В текущем году в мире некоторые передовые фирмы по выпуску аппаратов (SCHNEIDER, ИТТ - NOKIA и др.) появились на рынке со своими новыми цифровыми ТВ приемниками, построенными по принципу цифровой техники. В этих аппаратах вложена цифровая обработка сигналов под названием DIGIT 2000, разработки фирмы ИТТ. Предприятие ОРИОН начиная с появления концепции, занимается созданием такого ТВ аппарата на базе упомянутого принципа.

Результатом этих работ ожидается в 1990 году появление на национальном рынке первого типа цифрового семейства аппаратов ОРИОН.

Статья занимается внутренней структурой данного цифрового ТВ аппарата и кратким техническим изложением функции отдельных его модулей.

Нгуен Си Нам:

Транзисторы с поликремниевым эмиттером.  
HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1990. №3.

Статья излагает биполярный транзистор нового вида. В данном транзисторе добавленный слой поликремния выполняет роль эмиттера т. е. эмиттерного контакта. За счет свойства поликремния т. е. предельного переходного слоя поли-монокристалла, транзистор данного типа обладает многими преимуществами по сравнению традиционных транзисторов. Таким преимуществом является например, чрезвычайно высокий коэффициент токоусиления (их значение  $\beta$  может достигнуть 30 000). За счет их применения в производстве биполярных СБИС-ов возможно исключить ряда проблем, сопутствующие уменьшения размеров.

Томашов, П.:

Выбор модели надежности для передачи данных  
HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1990. №3.

Надежность сети передачи данных описывается матрицей  $P(i, j)$ . Элементы матрицы создаются как вероятности существования канала определенного качества между парами узлов сети в заданном интервале времени. Элементы матрицы для реальных сетей можно определить при помощи анализа структуры ошибок. Нестационарный поток элементарных ошибок преобразован в стационарный поток пакетов ошибок. Длина стационарного отрезка и интенсивности пакетов ошибок коррелированы.

Somogyi, G.:

Rechnergestützte Analyse von diskretzeitigen Netzwerken

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. Nr.3.

Der Artikel beschreibt das vom Verfasser zusammengestellte AN-DI Programm. Dieses Programm dient zur Analyse von diskreten Netzwerken. Die Analyse ermöglicht die Simulation in Zeitbereich, sowie die Anzeige der charakteristischen Funktionen in den Z-, F- und Zeitbereichen. Der Artikel erörtert die vom Verfasser definierte Netzbeschreibungssprache, die gewählte halbsymbolische Analyseverfahrensmethode und deren praktische Verwirklichung, sowie das Programm.

Híradástechnika, XLI. évfolyam, 1990. 3. szám

Gábor, Zs. - Mádl, K.:

Untersuchung von Interschichten mittels Rasterelektronmikroskopie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. Nr. 3.

Die Miniaturisierung der intergrierten Schaltungen machte die Einführung der Mehrschicht-Metallisierung unentbehrlich. Die s.g. Interschichten, welche die einzelnen Metall-lagen von einander isolieren können durch ihre pinhole-Dichte und Stufenbedeckung mit einander verglichen werden. Zu diesen Untersuchungen ist die Rasterelektronenmikroskopie besonders geeignet. Zur Beurteilung und Optimierung der einzelnen Technologieverfahren wurden verschiedene Interschichten abgeschieden und charakterisiert. Demgemäss konnte die geeignete Interschicht ausgewählt werden.

Dr. Vitvera, L.:

Die neue analoge Familie von Farbfernsehgeräten der Firma ORION

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. Nr. 3.

Die Firma ORION betrachtet den ersten Abschnitt der einheimischen Fertigung von Farbfernsehgeräten als abgeschlossen. Die am Anfang gekaufte und damals sehr moderne Konstruktion und Technologie von SEL, erhebt Schranken zur weiteren Entwicklung, trotz der kontinuierlichen Instandhaltung der SEL-Technologie und trotz der Befolgung der verschiedenen und veränderlichen Marktforderungen. Die sich bis heute bewährte Beibehaltung des auf ähnlichen Schaltkreisen basierenden Familieprinzips ist weiterhin unsere Zielsetzung. Wir müssen jedoch zur Kenntnis nehmen, dass neben den mehreren Millionen Stück pro Jahr der grossen Fernsehfabriken, der Bedarf des ungarischen Marktes von einigen Hunderttausend Stück limitiert beträchtlich die Anzahl der gleichzeitig herstellbaren Konstruktionen. Der Artikel erörtert die Standpunkte der Entscheidungen über die neuen Konstruktionen und erwähnt auch einige neue Stromkreislösungen.

Tirpák, T.:

Digitaler Fernsehempfänger der Firma ORION

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. Nr.3.

Dieses Jahr sind zahlreiche berühmte Hersteller für Fernsehgeräte (Schneider, ITT-Nokia) am Weltmarkt mit ihren neuen, auf Digitalbasis aufgebauten Fernsehgeräten erschienen. In diesen Geräten kommt zur Geltung die von ITT entwickelte DIGIT 2000 genannte digitale Zeichenverarbeitung. Die ungarische Firma ORION hat sich schon seit der Erscheinung dieser Konzeption mit der Ausformung der Fernsehgeräte, welche auf diesem Prinzip beruhen, beschäftigt. Als Ergebnis dessen wird der erste Typ der digitalen Gerätefamilie voraussichtlich 1990 am ungarischen Markt erscheinen.

Der Artikel erörtert den inneren Aufbau dieses digitalen Fernsehgeräts, sowie werden von den Funktionen der einzelnen Module kurze technische Beschreibungen gegeben.

Nguyen Sy Nam:

### **Transistoren mit Polysilizium-Emitter**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. Nr. 3.

In diesem Artikel wird ein neuer Bipolartransistor erörtert. In diesem Transistortyp wurde die zugesetzte Polysilizium-Schicht als Emitter, bzw. als Emitter-Kontakt angegeben. Es ist der Eigenschaften des Polysiliziums, bzw. der Grenzübergangsschicht des Poly-Monokristalls zu bedanken, dass diese Art von Transistoren viele vorteilhafte Eigenschaften hat, im Vergleich zu den Bipolar-Transistoren. Solche Eigenschaften sind z.B. die ungewöhnlich hohen Stromverstärkungswerte /deren  $\beta$ -Wert sogar 30000 erreichen kann/. Infolge seiner selbstjustierenden Eigenschaften wird die Integrationsdichte der IS erhöht. Das Basisprofil kann genauer kontrolliert werden, was eine höhere Geschwindigkeit ermöglicht. Infolge der oben genannten Tatsachen kann bei der Fertigung von bipolaren VLSI-Stromkreisen viele mit Dimensionsverminderung verbundenen Probleme behoben werden.

Tomasov, P.:

### **Die Auswahl des Zuverlässigkeitsmodells zur Datenübertragung**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. Nr.3.

Die Zuverlässigkeit der Nachrichtennetze für Datenübertragung ist mit Hilfe einer spezieller Matrix beschrieben. Die Matrixelemente bestimmen die Wahrscheinlichkeit der Existenz des Kanals mit bestimmter Qualität zwischen den Knotenpaaren, in bestimmten Zeitintervallen. Die Matrixelemente bei den Realnetzen können mit Hilfe der Analyse der Fehlerstruktur ermittelt werden. Die nichtstationäre Reihenfolge der Elementenfehler wird in stationäre Reihenfolge von Fehlerpaketen umgewandelt. Die Länge der stationären Intervallen wird mit Hilfe von Fehlerpaketen dichte kollert.

Somogyi, G.:

### **Computer Aided Analysis of Discrete Time Networks**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. No.3.

The paper reviews the ANDI program written by the author. The program serves for analysis of discrete networks. The analysis facilitates the time-domain simulation and the display of the characteristic functions in the Z, F and time-domains.

The paper introduces the network-descriptive language defined by the author, the chosen semi-symbolic analysis method and its practical realization, and the program as well.

Gábor, Zs. - Mádl, K.:

### **Investigation of the interlayers by Scanning Electronmicroscopy**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. No. 3.

The application of the multilevel metallization becomes more and more important in VLSI and ULSI processing. The characterization of the interlayer dielectrics in the respect of its stepcoverage and pinhole-density can be easily made by Scanning Electronmicroscopy. During experiments different insulator layers were deposited and compared with each other according to the mentioned features and its applicability for interlayer application has been investigated.

Dr. Vitvera, L.:

### **New Analog Colour TV Family of ORION**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. No. 3.

First section of the colour TV production in Hungary is considered by ORION as finished one. The further development is limited by the SEL construction purchased earlier and regarded at that time as an up-to-date one, in spite of the continuous maintenance and of the observance of the changing demands in the market. Preservation of the well proved family principle founded on the similar basic circuits is our goal in the future, too, but it should be taken into acknowledgement that the number of the constructions to be produced parallel is strongly limited by the demand of some hundred thousand pieces in contradiction to the several million pieces per year of the large TV works in the world. Standpoints and decisions for the elaboration of the new construction are introduced by this article that illustrates some new interesting circuit solutions, too.

Tirpák, T.:

### **Digital TV Set of ORION**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. No.3.

In this year several famous TV set manufacturers (SCHNEIDER, IIT-NOKIA, etc) have appeared in the world market by their TV sets based on the new, digital principle. The digital signal processing developed by IIT and called DIGIT 2000 is applied in these sets. ORION has dealt with the development of TV sets based on this principle since the appearance of this conception. It results in the appearance of the first tape of the ORION digital TV set family probably in 1990.

The internal construction of this digital TV and short technical description of the functions of the individual modules are introduced in this article.

Nguyen Sy Nam:

### **Polysilicon Emitter transistors**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. No. 3.

A new kind of the bipolar transistor is discussed, where a doped polysilicon layer is applied as the emitter contact or even as the emitter itself. As a result of the properties of the polysilicon and of the poly-monokristalline silicon interface, this transistor has some advantageous properties. The common emitter current amplification is very high, can even reach the value of 30000. It has self-aligning properties, thus the density of ICs can be increased. The base profile can precisely be controlled, thus high switching speed can be reached.

Tomasov, P.:

### **Selection of the Reliability Model for Data Transmission**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1990. No.3.

The reliability of the communication network for data transmission is specified by the matrix  $P(i,j)$ . The elements of the matrix are probabilities that between two nodes of the network at a certain time interval there is a channel of required quality. The elements of the matrix for real networks can be gained by the error structure analysis. Non-stationary progression of elementary errors can be converted into stationary progression of clustered errors. The length of the stationary interval is correlated by the density of clustered errors.

## HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőségünk címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6-8. 1055. Telefon: 153-10-27. Kiadja a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató leányvállalat. Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 117-52-00. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási irodánál (HELIR, Budapest, József Nádor tér 1. 1900.) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215 - 96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,-Ft, egész évre 360,-Ft. Egyes szám ára 30,-Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: a "KULTÚRA" Külkereskedelmi Vállalat, H - 1389 Budapest, posta-fiók 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279.86 - 253.

**Ára: 30 Ft**