

Mikrohullámú célra történő gőzfázisú GaAs epitaxiális növesztés az MTA MFKI-ban

DR. GYÚRÓ IMRE, SOMOGYI KÁROLY, NEMCSICS ÁKOS,
MÉSZÁROS ISTVÁN
MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete



ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen munka röviden ismerteti az MTA MFKI-ban a mikrohullámú célra történő GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztés területén végzett tevékenységet és annak eredményeit. Tárgyalásra kerülnek az alkalmazott módszer alapkérdései, a berendezésünkben végrehajtott kísérletek eredményei, az azokból levont következtetések, valamint példákat mutattunk be az egyes rétegszerkezetek tipikus koncentrációeloszlás profiljára.

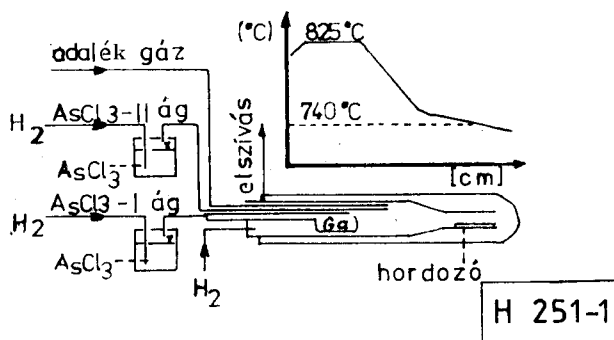
1. Bevezetés

A működési frekvencia növelésével (10 GHz felett) a GaAs alapú félvezető eszközök elterjedése figyelhető meg. Azonban ezen mikrohullámú eszközök mindegyike (Gunn-, Schottky-, varaktor dióda, MESFET) az elektromos tulajdonságok speciális mélységi-eloszlását követeli meg. E követelmények kielégítésére különféle fizikai és kémiai epitaxiális rétegnövesztő módszereket fejlesztettek ki.

2. Kísérleti munka

Intézetünkben laboratórium alakult a rétegszerkezetek előállítására és minősítésére. Ez magába foglalja a kloridos transzporton alapuló [1–5] növesztő berendezést (1. ábra) és kiszolgáló egységeit, valamint a rétegszerkezetek minősítésére szolgáló galvanomágneses és C–V mérési eljárásokat is. Ezen módszerek segítségével lehetőségünk van 0,2–20 μm vastagságú epitaxiális rétegek növesztésére különféle GaAs egykristály hordozó lapkára. Reprodukálhatóan -eszközkészítés, illetve kísérleti célokkal — a fenti rétegekből akár 20–30 is növeszthető egymásra.

Munkánk során a már említett Schottky-, Gunn-, varaktor diódák, MESFET tranzisztorok készítésé-



1. ábra. A növesztőberendezés vázlata

Beérkezett: 1986. VIII. 25. (H)

DR. GYURÓ IMRE

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán folytatta az Elektronikai Technológia Szakon. 1978-ban végzett, diplomamunka témája a GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztése volt. Egyetem után az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében kezdett dolgozni. Tevékenységi köre szintén a GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztése (Gunn-Schottky-diódák kissorozatú gyár-

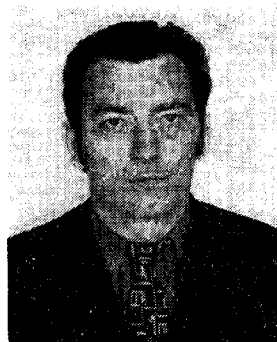
lására szolgáló rétegszerkezetek növesztése, technológia fejlesztése, új eszközök (MESFET, varaktor) rétegszerkezeteinek kidolgozása). Részt vett a szovjet–magyar közös űrrepülés során (1970. máj. 26—jún. 3.) végrehajtott Eötvös-program kidolgozásában, megvalósításában. Tagja volt a repülésirányító központba kiküldött magyar szakértői delegációnak. 1986-ban a BME-n egyetemi doktori fokozato t szerzett.

sére alkalmas rétegszerkezeteket készítünk. Az első három eszköz tipikus szabad töltéshordozó-koncentráció mélységi eloszlását (profilját) mutatjuk be a 2., 3. és 4. ábrákon.

A technológia fejlesztése során végzett munkánk az alábbi területekre terjedt ki:

- Gunn- és Schottky-diódák készítésére alkalmas rétegszerkezetek növesztésének reprodukálhatósági vizsgálata,
- gázáram-menti homogenitás vizsgálata. A növesztési paramétereknek (hőmérsékleti gradiens, gázáramlási sebességek) a rétegvastagság homogenitására gyakorolt befolyása, illetve az itt fellépő jelenségek értelmezése,
- a puffér-aktív réteg átmenet meredekségét befolyásoló tényezők vizsgálata.

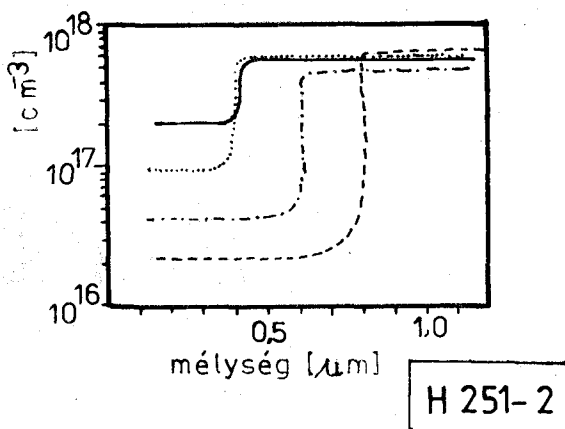
A növesztés során lezajló fizikai és kémiai folyamatok jobb megértése érdekében megkezdtük a számítógépes modellezési eljárás kidolgozását.



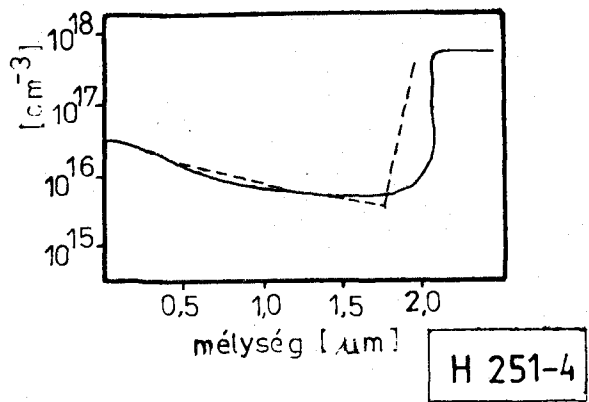
SOMOGYI KÁROLY

1967-ben a Kijevi Műszaki Egyetem félvezetők és dielektrikumok szakán

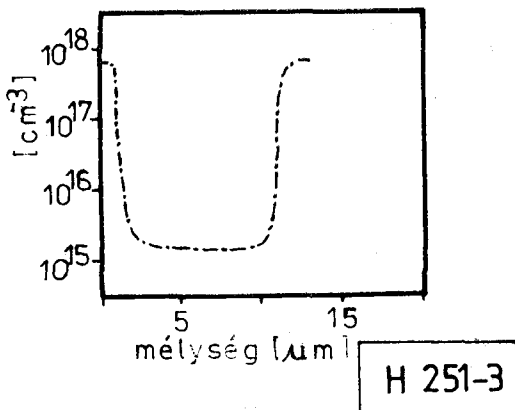
végzett. 1967 óta az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetének kutatójaként dolgozik. Kezdetől fogva vegyületfélvezetők fizikai tulajdonságai, elsősorban az elektrofizikai tulajdonságok, az ehhez kapcsolódó fizikai mérések és értelmezésük képezte kutatási területét. Korábban InSb, GaP, ZnGeP₂, ZnSiP₂, ZnMn/Te/-/ képezte a kutatások tárgyát, az elmúlt 8 évben a GaAs és annak epitaxiális szerkezetei. Ezen témákból 35 tudományos dolgozata jelent meg külföldi folyóiratokban. Beosztása tudományos osztályvezető.



2. ábra. Schottky-dióda készítésére alkalmas rétegszerkezetek tipikus szabad töltéshordozómélység profilja



4. ábra. Varaktor dióda készítésére növesztett szerkezet szabad töltéshordozó-mélység profilja a — számított, tervezett profil b — növesztett, mért profil



3. ábra. Kontaktus réteggel ellátott Gunn szerkezet szabad töltéshordozó-koncentráció-mélység profilja

Első eredményeink jó egyezésben vannak a kísérleti adatokkal.

3. Kísérleti eredmények

A növekedési sebesség és az adalékanyag beépülésnek a különböző technológiai paraméterektől való függése hasonló az irodalomban publikálthoz [1—2]. (Jól megkülönböztethető a kinetikus (alacsonyabb hőmérsékleten) és a termodinamikai (magasabb hőmérsékletek esetén) tartomány [3—5]. A növekedési sebesség mértéke is jó egyezésben van az irodalmi adatokkal [3—5].)

A vizsgálatok azonban jelzik berendezésünk — reaktor-geometriából adódó — sajátosságait is. Egyik ilyen jelenség a növekedési sebesség — AsCl_3 —I ágban lévő áramlási sebesség összefüggése, amely maximumot mutat. Ennek a magyarázata, hogy az AsCl_3 és H_2 reakciójaként keletkező sósav egy bizonyos áramlási sebesség fölött egyre kisebb arányban tud reagálni a Ga forrás felületén kialakuló GaAs kéreggel. Ily módon a leválási zónába bejutó sósav mennyisége az áramlási sebességgel növekszik. Ez a fölös mennyiségű HCl a növekedési sebességet és az adalékbeépülés mértékét csökkenti. (Ez utóbbi jelenség felhasználható a háttérzennyezettség szintjének csökkentésére.)

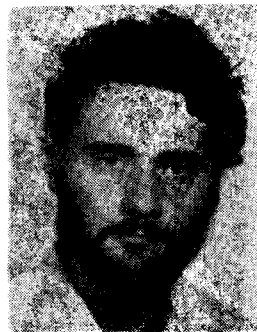
A fent említett csökkenő tendencia jelentkezik, amennyiben közvetlenül a leválási térbe HCl-t juttatunk. Ezt a jelenséget felhasználjuk sorozatnövesztéseinknél a meredek HI—LO átmenetek készítésére.

Az eszközkészítés szempontjából lényeges követelmény a szeletmenti homogenitás. Mivel rétegeinket a már említett termodinamikai tartományban növesztjük, e tartományban vizsgáltuk a homogenitás alakulását. Ennek eredményeként optimalizálhatóak voltak a növesztési paraméterek. Megállapítható volt az is, hogy a $\pm 5\%$ inhomogenitásnál kisebb érték a berendezés átalakítása nélkül nem érhető el. Vékony rétegek növesztése esetén (mint pl. a MESFET szerkezet) azonban lehetőség nyílik a homogenitás javítására az alacsonyabb hőmérsékletű (kinetikus) tarto-



MÉSZÁROS ISTVÁN

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai szakán folytatta „B” Műszaki Fizika Ágazaton. Diplomamunkáját 1985-ben készítette az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében, témája a GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztés számítógépes modellezése volt. Végzése óta az említett intézetben dolgozik. Feladata a GaAs rétegszerkezetek epitaxiális növesztése és a technológia fejlesztése.



NEMCSICS ÁKOS

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai szakán végezte. Diplomamunkáját 1983-ban készítette. Témája: Kisebbségi töltéshordozó élet-tartam mérése Si alapú fényelemeken. Végzése óta az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében dolgozik. Epitaxiális rétegszerkezetek minősítésével foglalkozik.

mányban történő növesztés segítségével. Ezek a vizsgálatok megkezdődtek, s az első eredmények igazolták várakozásunkat.

Az elvégzett nagyszámú kísérlet lehetőséget teremt számunkra a rétegszerkezetek minőségének javítására és új típusú szerkezetek kifejlesztésére. Ennek során megvalósíthatóak speciális, előre tervezett változó adalékolású profilok is. E területen két fejlesztési eredményünk a már említett varaktor (4. ábra) és a változó adalékoltságú aktív réteggel rendelkező Gunn-szerkezet, amelyek eszközkészítésben is sikeresen alkalmazásra kerültek.

Problémát jelent azonban, hogy a változó koncentrációjú rétegek növesztése sok kézi munkát igényel. Az előkészítés során a növekedési sebesség és az adalékolás kalibrációs görbéit fel kell venni, a növesztés tervét pedig kis lépésekre bontva kell felépíteni. A berendezés adottságai miatt a növesztés során az adalék mennyiségének változtatását kézzel kell megvalósítani. Emiatt a berendezés számítógépes vezérlésének kialakítását tervezzük.

Az epitaxiális rétegszerkezetek növesztése területén, a fentiekben ismertetett tevékenységünk

eredményeként, a technológia folyamatairól rendelkezésünkre álló ismereteink elmélyültek illetve átfogóbbá váltak. Ez pedig lehetőséget teremtett az új típusú rétegszerkezetek kifejlesztésére, illetve a kissorozatú gyártás megvalósítására.

I R O D A L O M

- [1] *M. Heyen, P. Balk*: Epitaxial Growth of GaAs in Chloride Transport Systems. *Prog. Cryst. Growth Charact.* vol. 6., (1983) pp. 265—303
- [2] *D. W. Shaw*: Influence of Substrate Temperature on GaAs Epitaxial Deposition Rates. *J. Elchem. Soc.* vol. 115., (1968), pp. 405—408
- [3] *I. Gyuró, T. Görög, K. Somogyi*: Vapour Phase Epitaxial Growth of GaAs Structures. Symposium on Electronics Technology 16—19 April. 1985. Budapest. Proc. vol. I. pp. 137—144
- [4] *I. Gyuró, K. Somogyi, A. Nemcsics*: Homogeneity investigation in the GaAs VPE System. Seventh Czechoslovak Conference on Electronics and Vacuum Physics, Bratislava, 1985. Book of Abstracts. p. 140
- [5] *T. Görög, I. Gyuró, K. Somogyi*: The preparation of GaAs Structures for Different Devices with Chloride Transport. HCCG—3. 19—21 Sept. 1983. Budapest. Abstracts p. 16.

Beszéljen velünk, mielőtt legközelebb konferenciát szervez!

A Delta Tours Utazási és Rendezvény Iroda elvégzi mindazt, amire Önöknél nincs külön szakember.

Biztosítjuk a rendezvények számára az összes szakmai, technikai feltételt. Szállással, programokkal és teljes ellátással állunk vendégeink rendelkezésére.

Számíthat ránk abban is, ha valamilyen vállalati összejevetelt, közgyűlést kíván rendezni. Rendezünk fogadásokat, előadásokat, banketteket, öltetrohamokat is.

1027 Budapest, Fő u. 68.

Tel.: 354-115

Bízza ránk

