

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14017958>

GETEROTUZILMALARNI TAYYORLASH TEXNOLOGIYASINI O'RGANISH VA TAHLIL ETISH

M.B.Nabiyev¹

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Fergana State University.

mbnabiv52@gmail.com

Fergana, 150100, ul.Murabbiylar, dom.19. Uzbekistan.

O.B.Tillaboyeva²

Ferganskiy gosudarstvenniy universitet, magistrant kafedra fizika. Fergana, 150100, ul.Murabbiylar, dom.19. Uzbekistan.

D.D.G'ulomjonova³

Ferganskiy gosudarstvenniy universitet, magistrant kafedra fizika. Fergana, 150100, ul.Murabbiylar, dom.19. Uzbekistan.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada, "Geteroo'tishli yarimo'tkazgichli elektronika" yo'nalishiga asos solinishining zamonaviy ilmiy tadqiqot ishlarining nazariyasini amaliy jixatdan: GaAs- Arsenid-Galliy material olishning texnologik uslublari va yarimo'tkazgichli yo'nalishli qatlam, p-n gomo va geteroo'tishlar asosidagi ko'p qatlamli tuzilmalar olish texnologiyasi o'rganilgan va tahlil qilingan sharxlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: molekulyar-nur epitaksiya usuli; gaz fazasidano'stirish, elektron – kovak, integral sxemalar, monokristallar, Choxral usuli, inertgaz ostida kvarts tigeli, nitrit bor tigeli.

ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР

М.Б.Набиев¹

Доцент, кандидат технических наук, Ферганский государственный университет. mbnabiv52@gmail.com. Фергана, 150100, ул. Мураббылар, дом 19. Узбекистан.

О.Б.Тиллабоева²

Ферганский государственный университет, магистрант кафедры физики. Фергана, 150100, ул. Мураббылар, дом 19. Узбекистан.

Гуломжонова Д.Д³

Ферганский государственный университет, магистрант кафедры физики. Фергана, 150100, ул. Мураббылар, дом 19. Узбекистан.

АННОТАЦИЯ

В данной статье теория основ направления «Гетеропереходная полупроводниковая электроника» представлена с практической точки зрения: технологические методы получения материала GaAs-арсенид-галлий и полупроводникового направленного слоя на основе p-n гомо- и гетеропереходов. Изучены и проанализированы способы получения многослойных структур.

***Ключевые слова:** метод молекулярно-лучевой эпитаксии; газовый фазовый переход, электрон-дырка, интегральные схемы, монокристаллы, метод Хохрала, кварцевый тигель в среде инертного газа, нитрит-борный тигель.*

STUDY AND ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF PREPARATION OF HETEROSTRUCTURES

M.B.Nabiyev¹

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Fergana State University.
mbnabiv52@gmail.com Fergana, 150100, ul. Murabbylar, dom. 19. Uzbekistan.

O.B.Tillaboyeva²

Fergansky State University, master's student, department of physics. Fergana, 150100, ul. Murabbylar, dom. 19. Uzbekistan.

D.D. Gulomjonova³

Fergansky State University, master's student, department of physics. Fergana, 150100, ul. Murabbylar, dom. 19. Uzbekistan.

ABSTRACT

In this article, the theory of the foundation of the direction "Heterojunction Semiconductor Electronics" is presented from a practical point of view: the technological methods of obtaining GaAs-Arsenide-Gallium material and semiconductor directional layer based on p-n homo and heterojunctions. The technology of obtaining multi-layered structures is studied and analyzed.

***Key words:** molecular-beam epitaxy method; gas phase transition, electron-hole, integrated circuits, single crystals, Chochral method, quartz crucible under inert gas, nitrite boron crucible.*

KIRISH / VVEDENIY /INTRODUCTION/

O'zbekistonda amalga oshirib kelinayotgan keng ko'lamli islohotlarning asosiy maqsadi, inson huquq va manfaatlarini ta'minlash, xalqimiz uchun munosib turmush sharoitini yaratib berishdan iborat. Bu islohotlar ta'lim sohasini ham sifat jihatdan yanada yuqori bosqichga ko'tarishga qaratilgan keng ko'lamli chora tadbirlarni amalga oshirishni ko'zda tutadi. Hozirgi vaqtda monokristall yarim o'tkazgich qatlamlarini o'stirishda va turli hil yarimo'tkazgichli qurilmalarni tayyorlashda suyuq fazadan yo'nalishli o'stirish usulidan keng foydalanilmoqda. Bu usul bitta jarayonning o'zida yarimo'tkazgichli material va ko'p qatlamli tuzilmalar olish imkoniyatini beradi.

Asosan yarimo‘tkazgichli yo‘nalishli qatlam, p-n gomo va geteroo‘tishlar asosidagi ko‘p qatlamli tuzilmalar olish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

1) molekulyar-nur epitaksiya usuli;2) gaz fazasidan o‘stirish usuli;3) suyuq fazadan o‘stirish usuli.Bu usullar bilan nisbatan past temperatura va bosimlarda yarimo‘tkazgichli monokristal qatlam va asboblarni tizimini o‘stirish mumkin.

Birinchi usulda yarimo‘tkazgich qatlamlarini yuqori vakuumda $\sim 10^{-6}$ mm simob ustunida o‘stiriladi. Maxsus volframdan tayyorlangan changlagichlarga qizdirish yo‘li bilan modda atom yoki molekulalarining oqimi hosil qilinadi. Bu oqim yuqori vakuumda yo‘nalishi ma’lum bo‘lgan taglikka o‘tkaziladi. O‘stirish jarayoni EHM yordamida boshqariladi [1].Birinchi geteroo‘tishlar gaz fazasidan o‘stirish usulida olingan. Lekin bu geteroo‘tishlar xossalari “ideal” geteroo‘tishlar xossalaridan farq qilgan. Bunda elektron – kovak geteroo‘tish teshilish kuchlanishi kichik bo‘lganligidir[2].Hozirgi vaqtda suyuq fazadan o‘stirish usuli turli xil yarimo‘tkazgichli geteroo‘tish asosidagi ko‘p qatlamli tuzilmalar olishda juda keng qo‘llanilmoqda. Buning sababi bu usulda olingan p-n geteroo‘tishlarning xossalari “ideal” geteroo‘tishlar xossalariga juda yaqin bo‘lganligi, yuqori kuchlanishli p-n geteroo‘tish olinganligi va yo‘nalishli qatlam o‘stiradigan qurilmaning ancha soddaligidir.1970 yilga kelib Rossiya fanlar akademiyasi akademigi J.I. Alferov tomonidan qattiq qotishmalar asosida tayyorlangan turlicha ta’qiqlangan zonalarga ega bo‘lgan yarimo‘tkazgichlar o‘rtasida ideal geteroo‘tishlar hosil qilindi[2-3] Keyinchalik ushbu geteroo‘tishlar asosida xilma-xil yarimo‘tkazgich asboblarni yasashga ham erishildi. Ushbu turkum ishlari uchun 2000 yili J.I. Alferov Nobel mukofotiga sazovor bo‘ldi. Ushbu turkum ishlar: yarimo‘tkazgichli elektronika soxasi ichida yangi, “Geteroo‘tishli yarimo‘tkazgichli elektronika” yo‘nalishiga asos soldi. Bugungi kunda mikroelektronikaning barcha sohalarida elektronning birgina xususiyati-uning zaryadidagina foydalanilgan. Bu bilan bir vaqtda elektron yana bir, to‘g‘ri, faqat kvant-mexanikaviy xarakteristikasi – xususiy burchakli momenti yoki spini (va u bilan bog‘langan magnitli momenti) ham mavjud va u xossasidan, yaqin vaqtlargacha foydalanilmagan. Xususan yarim o‘tkazgichlar fizikasi va texnologiyasi bo‘yicha ham mamlakatimizda qator maktablar shakllangan. Bunday mulohazalardan o‘zbek xalqi allomalarining ilm-fanga qo‘shgan ulushlari sezilarli darajada ekanidan dalolat beradi .

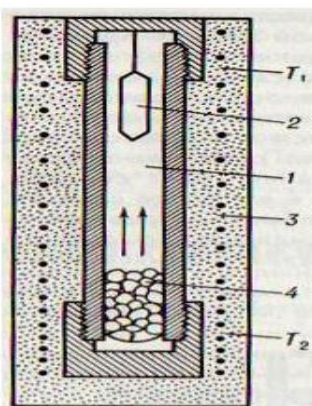
/TAJRIBA MODEL/ METODIKA EKSPERIMENTA/ EXPERIMENTAL METHOD/

GaAs- Arsenid-Galliy material olishning texnologik uslublari.

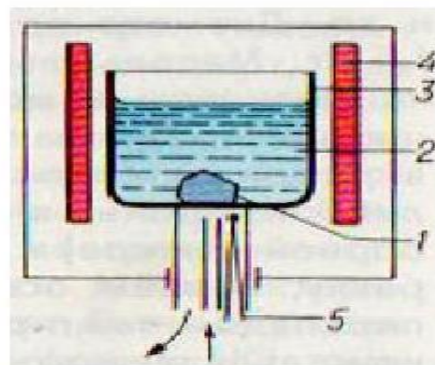
So‘nggi yillarda arsenid –galliy o‘zining xususiyatlari va ahamiyati bilan elektron texnikasiga kremniy elementidan song (ikkinchi)bo‘lib mustaxkam kirib oldi. Taqiqlangan soxasining yetarli darajada kengligi elektronlar harakatchangligining yuqoriligi ,zona strukturasi qulay xususiyatga egaligi zaryad tashuvchilarni to‘g‘ri zonalararo o‘tishi imkoniyatining mavjudligi, yaxshi izolyatsiyalanuvchi xususiyatga ega va spektrlar sohasining infraqizil nurlariga shaffof bo‘lgan materiallarni olish texnologiyasini soddaligi, uncha yomon bo‘lmagan issig‘liq fizikaviy harakistikasiga ega ekanligi shuningdek bir qator ijobiy xususiyatlarga egaligi bu materialning keng ko‘lamdagi opto elektron asboblari (lazerlar, nur diodlari, quyosh batareyalari, fotopryomliklar, modulyatorlar), o‘ta yuqori chastota (O‘YuCh) texnika asboblari (maydon tranzistorlari, gann diodlari, gann effekti asosidagi generatorlar, ko‘chki diodlari) arsenid galleyga bo‘lgan asosiy qiziqish, ular asosida o‘ta tezkor ishlaydigan integral sxemalarni ishlab chiqarishga qo‘llashdan iboratdir.

Hisob kitoblar shuni ko‘rsatadiki arsenid galley asosidagi yaratilgan integral sxemalar tezkorligi jihatdan kremniy asosida ishlab chiqarilgan integral sxemalardan bir pog‘ona yuqori turishi bilan birga, sezilarli darajada energiya istemoli kamlidir. O‘tgan asrning 90-yillariga kelib arsenit - galley asosidagi integral sxemalarning istemoli yarim o‘tkazgichlar elektronikasidagi (IS) integral sxemalarning umumiy istemolining 25-30 foizini tashkil etgan[3]. Arsenid galley ishlab chiqarish yildan yilga ortmoqda. 2005-yillarda arsenid galley monokristalini ishlab chiqarish dunyo bo‘yicha: $m=15-20$ tonna atrofida bo‘lgan. Arsenid galley yomon tasir etuvchi yarim o‘tkazgichli sinfiga ta‘luqlidir. Bu qotishma $t=1238^{\circ}\text{C}$ temperaturada eritma ustigi margumish bug‘larining muvozanatdagi bosimi $P=100000$ paskal ($0,98\text{atm}$) tengdir, bu esa kremniyga qaraganda, bu materialning texnologiyasini integral sxemalar ma‘lum ma‘noda murakkablashtiradi.

Monokristallarni o‘stirishda boshlang‘ich material sifatida ishchi hajmda margumish bug‘larini qattiq nazorat qilish sharoitida kavsharlangan kvarts ampulalarida sintez qilingan arsenid galliyning polikristal quymasidan foydalaniladi.[4]. Yoki yuqori bosimli jihozlarda kiristalning erishini oshiruvchi modda (flyus) qatlami ostida ($P=70\text{atm}$) bosim ostidagi inert gaz atmosferasida to‘g‘ridan - to‘g‘ri sintez qilinadi. Ko‘p hollarda sintez jarayoni o‘sha jihozda monokristalni navbatdagi o‘stirish jarayoni bilan birgalikda amalga oshiriladi.[2,5,6,7]



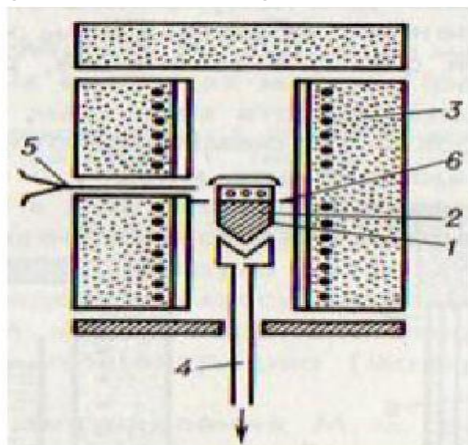
1-rasm Hidrotermal sintez uchun avtoklava sxemasi. 1-arashma, 2-kristall, 3-pech, 4-kristallanuvchi modda



2-rasm Kiropulos usuli bo'yicha monokristallarni spontan kristallanish yo'li orqali o'stirish apparatining sxemasi 1-kristall 2-eritma, 3-tigel, 4- isitgich, 5- termopara, strelkalar sovuq gaz oqimining yo'nalishini ko'rsatadi.

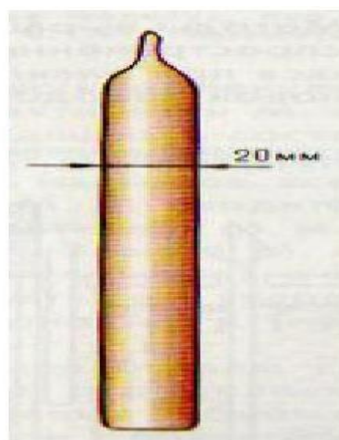
EKSPERIMENTAL'NYIYE REZUL'TATY I IX OBSUJDENIYE/ EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION/

Chohral usuli [3] bo'yicha, o'stirish chog'ida yuqori bosimli kameradan foydalanish shart emas. Bu usullardan tashqari arsen galley monokristalini olishning (gidrotermal sintez usuli-1.- rasm, 2.-rasm Kiro Pulos usuli, 3.- rasm Stok Barger Brijment usuli, 4.-rasm Choxral usuli bilan olingan kiristal, monokristal olishning asosiy usullari : suyuq flyus(bor angidrit) qatlami ostidan choxral usuli bo'yicha tortib olish va kavsharlangan kvarts ampulasiga joylashtrilgan. So'ng kvarts konteynerga solingan ma'lum qotishmaga yo'naltirilgan gorizontal yo'nalishdagi kristallanish, bu choxral usuli bo'yicha, monokristallarni o'stirish ($P=0,5-20$ atm) bosimli inert gaz ostida kvarts tigelidan yoki nitrit bor tigelidan foydalaniladi. **Choxral usuli** [3] bo'yicha ostiruvchi zamonaviy jihoz bir vaqtda $m=10-12$ kg gacha yukka mo'ljallangan bo'lib, u kvarts konteynerdagi qotishmaning $d=75-100$ mm gacha diametrlil monokristallarni olish imkonini beradi.



3-rasm

Stokbarger - Brijmen usuli bilan monokristallarni o'stirish sxemasi. 1-tigel eritma bilan, 2-kristall, 3-pech, 4-sovutgich, 5- termopara, 6- issiqlikekrani



4-rasm

Chohral usuli bilan o'stirilgan kremni monokristali

Bu jihozlar to'la avtomatlashgan va quymaning diametrini doimiy o'zgaras xolda ushlab turish sestemasi bilan taminlangan. Gorizantal yo'nalgan kristallanish usuli bo'yicha: monokristal o'stirish ham jarayon davomida margumish bug'lari atmosferasida bosimni yuqori aniqlikda ushlab turuvchi avtomatlashgan rejimda amalga oshirildi. Bu usul bilan $m=2-5$ kgli elipis ko'rinishidagi ko'ndalang kesim yuzasi $S=30 \text{ sm}^2$ gacha bo'lgan mono kristallar olinadi. Har ikkala usul ham zaryad tashuvchilarning konsen tratsiyasi $n=10^{15}-10^{16} \text{ sm}^{-3}$ va elektronlarning harakatchanligi $L=(5-6)10^3 \text{ sm}^2 \text{ V}^{-1}\text{s}^{-1}$ gacha bo'lgan n-tipli legerlanmagan monokristall hamda yarim izolyator xususiyatiga ega bo'lgan monokristallar olish imkonini beradi. Monokristallning elektrofizik xossalarini (o'tkazuvchanlik turi, solishtirma qarshilik, konsentratsiya, harakatchanlik, va zaryad tashuvchilarning yashash vaqti) boshqarish uchun elektrfaol aralashmalarning ligerlash jarayonidan keng foydalaniladi. Elektron tipidagi monokristallarni olish uchun asosiy legirlovchi aralashmalar T, Se, S, Sn, Si hisoblanadi. Shuningdek, kovak tipidagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan monokristallarni olish uchun esa Zn, Cd, Ge, aralashmalar hisoblanadi. Legirlash bevosita monokristallni o'stirish chog'ida yoki ularga kelgusida qayta ishlov berish bosqichlarida amalga oshiriladi. O'stirish chog'ida legirlash elementari aralashmalar bilan yoki maxsus legirlovchi aralashmali (Arsenid galley eritmasi) bilan amalga oshiriladi. Ko'p hollarda eritmaga MGD ta'siri bo'lgan sharoitlarda monokristallarni o'stirish yaxshi natija bermoqda.

XULOSA/ZAKLYUCHENIYE/ CONCLUSION/

1.Yupqa legirlangan qatlamlar olishda ionli implantatsiya jarayonidan foydalaniladi. Katta va o'ta tezkor ishlaydigan integral sxemalar yaratish uchun Arsenid –Galliy texnologiyaning hozirgi rivojlanish bosqichida eng o'tkir muammo katta diametrli kichik zichlikdagi dislokatsiyali yarim izolyator yuqori sifatli Arsenid – Galley monokristalini olish hisoblanadi.

2.Yarim izolyator Arsenid – Galleylar sintez qilinganiga ancha vaqt bo'lgan va ko'p yillardan buyon IKA texnikada va electron texnikasida bir qator asboblar yaratish uchun ko'p yillardan buyon muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Ammo bu materialni O'ta yuqori chastotali asboblar IS tayyorlash uchun qo'llashda uni sifatiga yangi talablar qo'yilmoqda.

3.O'ta yuqori chastotali faol elementlarini tayyorlash uchun mos keluvchi aralshmalarni bevosita polyarizator taglikka inplantatsiya qilish hisoblanadi.

4.Monokiristallarni o'stirish va qurulma olishga tayyorlash, bu fan-texnikada muhim ahamiyat kasb etuvchi texnologiyani talab qiladi..

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR / ISPOLBZOVANNAYA
LITERATURA / REFERENCES/**

- [1]. A.F. Ioffe “Semiconductor thermoelements.” Moscow. 1960.
- [2] E.K.Iordanishvili, V.P. Babin “Non-stationary processes in thermoelectric and thermomagnetic energy conversion systems. Moscow, Nauka, 1983. p.215
- [3].A.Teshabayev., «Yarimo‘tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar» Toshkent.O‘qituvchi nashriyoti darslik,1992yil
- [4]**M.B. Nabiev.** Monograph: “Extreme Operating Modes of Semiconductor Thermoelements and Devices Based on Them”. Publ. Classic. Tashkent-Fergana. Circulation 100, 2022.P. 114.
- [5]. **Nabiev M.B.** SOLUTIONS TO THE PROBLEM OF POSSIBILITIES OF NON-STATE THERMOELECTRIC COOLING USING RECTANGULAR CURRENT PULSES SUMMITY-2022. TASHKENT
- [6]. **M.B.Nabiyev.**Повышениа эффектив.nteo.EDUCATION SCIENTIFIK JOURNAL 2-tom 8-SON .2023.
- [7] **M.B.Nabiyev.** Kachestvennoye izucheniye nestatsionarnogo termoelektricheskogo oxlajdeniya (nteo) s djouleвым raspredeleniyem tepla.**Mejdunarodnaya Konferentsiya 4-5 oktyabrya 2024.**Namanganskoe injenerno tehnologichkoe institut Nam.MTI.Str.333- 441.