



Электронды – кемтіктік ауысу

<http://athea.ru/>

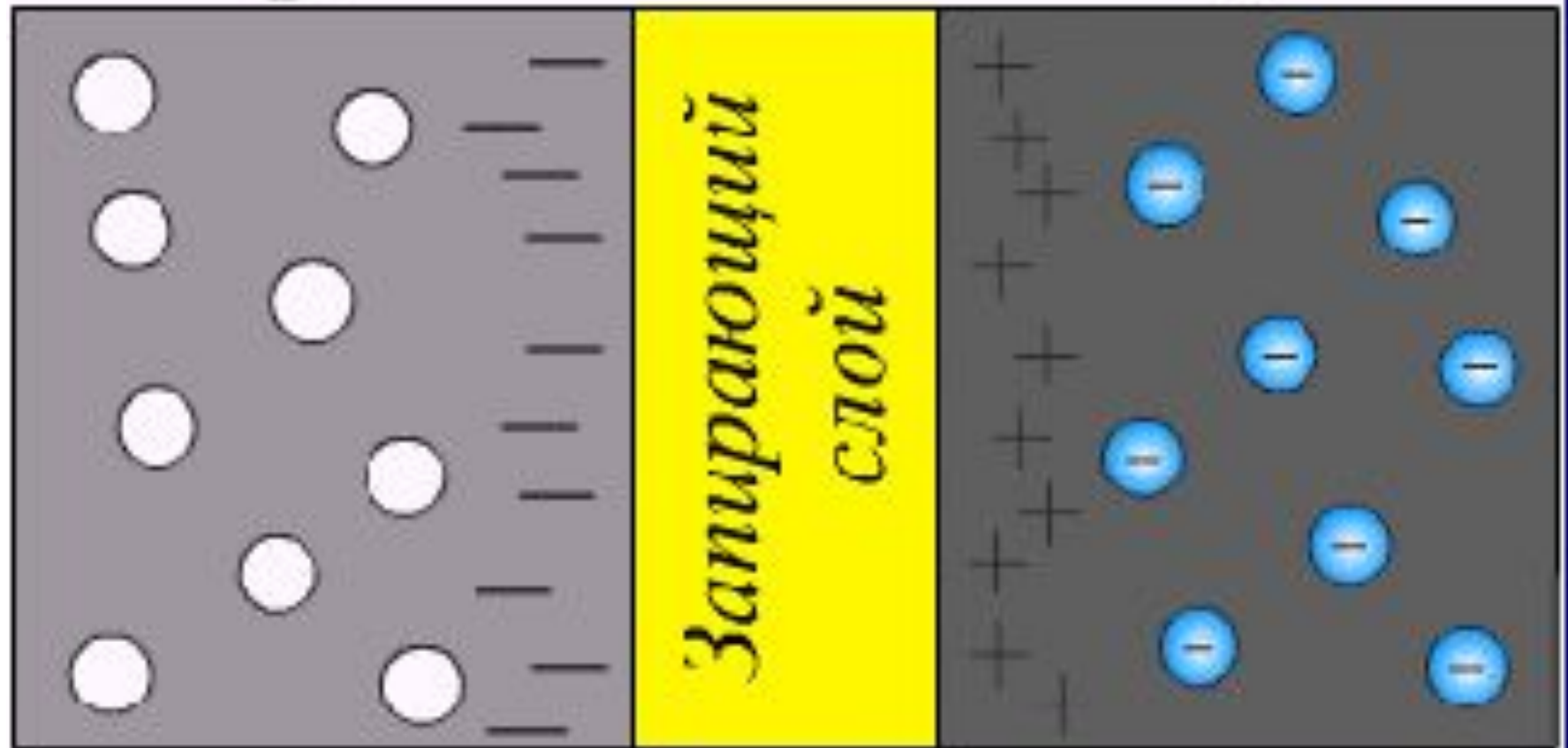
Электронды-кемтіктік ауысу, p–n-ауысу -

монокристалл жартылай өткізгіштерге легирлеуіш қоспа (қ. Легирлеуіш элементтер) араластырғанда қоспалық электрондық өткізгіштердің (n-типтес) қоспалық кемтіктік өткізгіштік (p-типтес) пайда болатын аймақ (облыс). Жартылай өткізгіштердің p-немесе n-аймақтарында көлемдік электр зарядтары түзіледі.

Осы электр зарядтарының электр өрісі, p-не n-аймақтары арқылы негізгі ток тасушылардың өтуіне (яғни өткізгіштік электрондардың n-аймағынан p-аймағына қарай, ал кемтіктердің кері бағытта өтуіне) кедергі жасайды. Сондықтан сол шекарада негізгі ток тасушылар үшін жапқыш қабат дейтін қабат түзіледі. Сыртқы электр өрісінде Э.-к. а. бір жақты (вентильді) өткізгіштік қасиетке ие болады (яғни ол p-аймағынан n-аймағына қарай жүретін токты өткізеді де, ал кері бағытта жүретін токты іс жүзінде өткізбейді). Э.-к. а. әр түрлі жартылай өткізгіштік приборларда (мыс., түзеткіш диодта, транзисторларда, т.б.) кеңінен қолданылады

p

n



Дырки

*Свободные
электроны*

Аймағына байланысты р-п-ауысулар **точечный** және **плоскостные** болып бөлінеді

Точечный ауысу

Точечный р-п ауысуы -нүктелік-байланыс әдісімен қалыптасады. Мысалы, қалайымен кристалодержательге күйдірілген германий пластинасына, бериллийден жасалған инені жақындатыады.

(1.1-сурет).

Диаметрі 20-50 мкм құрайды. Инені жартылай өткізгішпен байланыстыру нүктесінде түзету өтпесі пайда болады.



Оның қасиеттерін жақсарту үшін күшті қысқа ток импульстері ине мен германий контактысынан өтеді, ал иненің соңы жартылай өткізгішпен байланысты (сплавлен), бұл контактінің тұрақтылығын және механикалық беріктігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, жоғары температура кезінде, мыс германиде диффузияланып, контактті ине астында жарты-сфералық п-типті аймақты құрайды, оның себебі мыс германидегі акцепторлы қоспа. Р-аймағында акцепторлардың қоспасының концентрациясын жоғарылату үшін, инені жақындатар алдында индий немесе алюминийді қолданады.

Осылайша, р-п ауысуы қоспаның диффузиясының нәтижесінде және n-типті германиядағы иненің астындағы р-аймақтың пайда болуы нәтижесінде пайда болады. Пневматикалық диодтар өте аз сыйымдылыққа ие, өйткені р-п торабы ауданы аз, сондықтан олар негізінен жоғары және өте жоғары жиілікті диодтар өндірісінде пайдаланылады.

Эпитаксия

Эпитаксияның ерекшеліктері мен әдістері.

«Эпитакси» термині кристалдық өсу үрдісін сипаттау үшін енгізілді. Ол екі грек сөзінен тұрады: префикс «эпи» - және «такси» тамыры - келісім тәртібі. Эпитаксиалды қабат кристалдық субстратта сақталатын кристалдық материал болып табылады

бұл субстраттың морфологиясы. Эпитаксиалды өсу үрдісінде алынған фаза, әдетте эпитаксиалды өтпелі қабатты қалыптастыру арқылы қолданыстағы фазаның кристалды торын жалғастырады. Өтпелі қабат атомдарының орау тығыздығына ұқсас тығыздығы субстраттың кристалдық құрылымы туралы негізгі мәліметтер арқылы қамтамасыз етілетін екі массивтер мен сызықтар координаттарына әсер етеді.

Эпитаксиалды процестердің үш тобы белгілі: авто-, гетеро-гемозэпитаксия.

Авто эпитаксия - бұл грек автомобильінің кристалдық өсімге бағдарланған өсуіне негізделген субстрат құрылымымен айтарлықтай сәйкес келетін процесс.

Heteroepitaxy (грек «текті» деген - басқа) - субстрат материалды құрамын, олардың өзара іс-қимыл кезінде орын алған орнын ажырата бағдарланған өсу заттардың процесс болып табылады.

Гемозэпитакси - субстанциядағы субстанция зат өсуге бағытталған процестің жаңа фазасын қалыптастырумен химиялық өзара әрекеттесу кезінде қоршаған ортаға түседі. Алынған химиялық-эпитаксиалды қабат субстрат затынан және оның затынан ерекшеленеді.

Эпитаксияның үш негізгі технологиялық әдісі - өсіп келе жатқан қабаттың физика-химиялық құбылыстарының табиғаты:

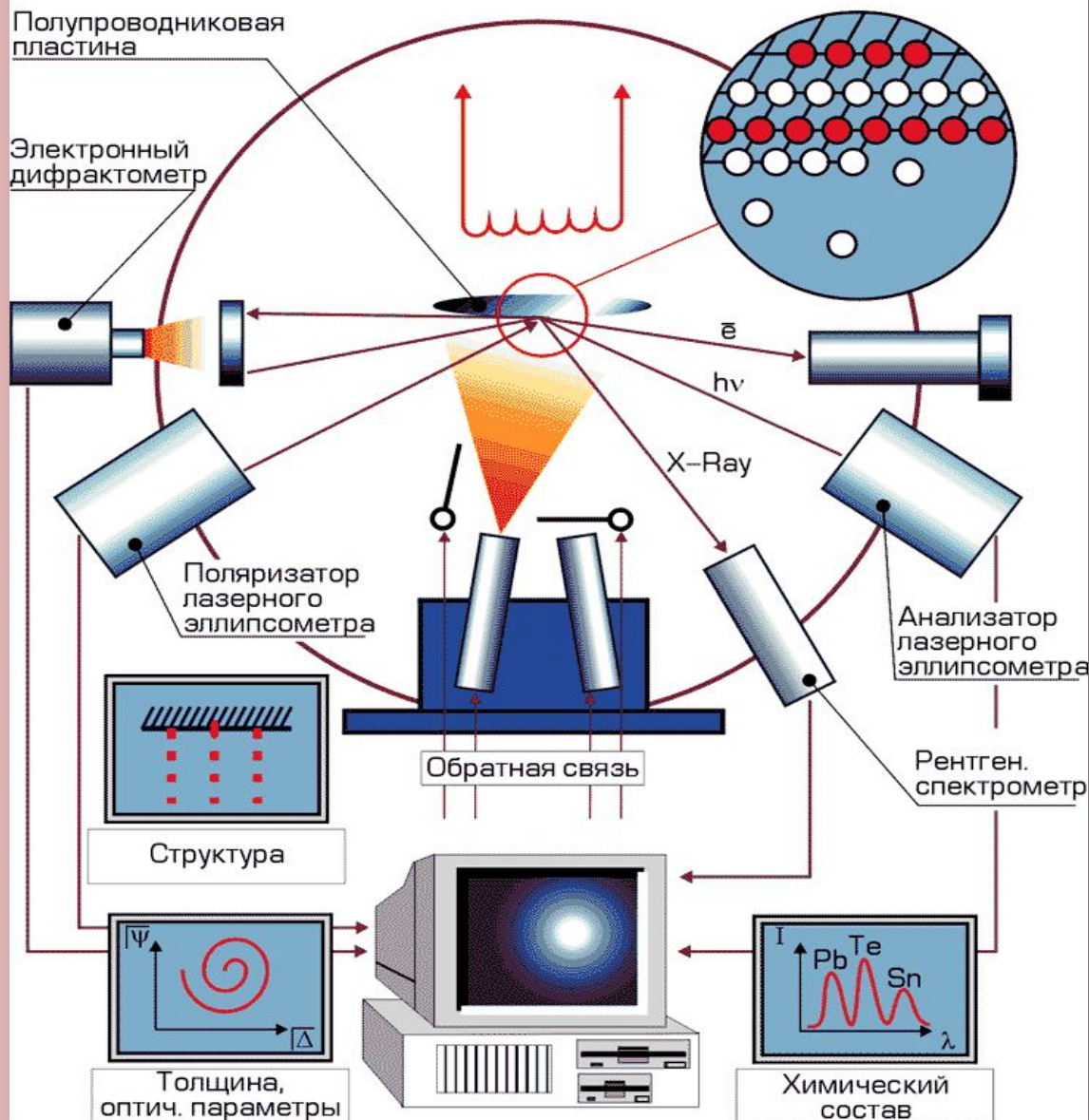
1) вакуумдағы молекулалардың молекулалық-сәулелік эпитаксии; 2) газ немесе химиялық эпитаксия деп аталатын газ немесе бу-газ қоспасындағы заттардың химиялық өзара әрекеттестігі арқылы газфазалық эпитаксия; 3) сұйық фазадағы сұйық фазалық эпитаксиді балқымалардан немесе еріткіштерден қайта кристаллизациялау арқылы.

Осы үш әдісдің негізгі ерекшеліктерін қысқаша қарастырайық.

Молекулалық эпитаксия. Вакуумдағы молекулалық сәуленің эпитаксии заттардың тікелей тасымалдану процесі болып табылады. Жоғары вакуумда мақсатты электрондарды пайдаланады қуат көзі (кремний кристалдық немесе бөлшектердің), кез келген аралық өзара іс-қимыл жоқ астарының жетеді молекулалық түрлерінің ағынын қалыптастыру ыпаривают. Молекулярлық өзара әрекеттесу күштерінің әсерінен, қатты құрылым субстрат бетіне орнатылған жартылай өткізгіш бөлшектердің жартылай өткізгіш кристалының бағытымен анықталады. Эпитаксиалды қабаттың өсуі беті бойымен жалғасады және өсіп келе жатқан қабат субстрат құрылымын қайталайды.

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ

Управляемый синтез полупроводниковых многослойных квантоворазмерных наноструктур



Вакуумдағы молекулалық сәуленің эпитаксиясының өзгеруі сублимация әдісі болып табылады, онда жартылай өткізгіш, атап айтқанда, кремний булануы, бірнеше жүздеген микрометрге субстрат арқылы бөлінген тікбұрышты пластинканың жылу электр тоғын. Бұл жағдайда бастапқы сынама ерімейтін емес, кремний сублимациясы және оның субстрат алмастыруы болып табылады. Алынған қабат өте тұрақты, себебі «бөтен заттардың вакуумдық камераға кіру ықтималдығы аз болады, бірақ өндірістік процестің өнімділігі өнеркәсіптік өндіріс үшін жеткіліксіз.

Эпитаксидің газ фазасындағы химиялық өзара әрекеттестігі.

Жартылай өткізгіш субстрат кристаллизация кейін газ фазасындағы жартылай өткізгіш атомдары бар химиялық өзара іс-қимыл (процесс қарапайым жартылай германий және кремний болып табылады), босату атом қосылыстар немесе молекуласының химиялық құрамын диссоциациялану жылжытады. Бұл әдістер белгілі бір химиялық реакциялардың нәтижесінде жартылай өткізгіш материалдың қалыптасуы болып табылатын жанама тасымалдау процестерімен байланысты.

Газ фазасынан эпитаксиалды өсу туралы гипотезалардың арасында екеуі де атап өту керек. Біріншісіне сәйкес, жартылай өткізгіш субстрат бетінде бетінің бетіндегі диссоциациялану реакциясының нәтижесінде пайда болды. Екіншіден, жартылай өткізгіш қосылыстардың ыдырауы субстраттың қашықтықта жүреді. Жартылай өткізгіш бөлшектер газ фазасындағы диффузия арқылы субстратқа жетеді.

Газдық фазадан жартылай өткізгіш материалдарды алу жолдары Газдық фазадан отырғызу арқылы жартылай өткізгіштің эпитаксиалдық қабықшаларын алуды газофазалық эпитаксия деп атайды. Технологияда кеңірек қолданылатыны кремнийлі, германийлі және арсенид галийлі жартылай өткізгішті приборлар мен интегралды схемаларда қолданылды. Бұл процесс атмосфералық немесе төменгі қысымдағы вертикал және горизонтал типті реакторларда болады. Реакция 750—1200 °C қа дейін қыздырылған жартылай өткізгішті пластиналарда жүргізіледі. Инфракызыл сәулелену, индукциондық немесе резистивті тәсілдермен төсемшелер қыздырылады. Арнайы отырғызу шарттары үшін процестің шекті температурадан төмендеуі поликристалдық қабықшаның түзілуіне әкеледі. Бір жағынан ол эпитаксиалды қабықша мен төсемше арасындағы диффузиялы ауыспалы аумақтың енін төмендетеді. Кремнийдің эпитаксиалды қабықшаларын газофазалық эпитаксия арқылы алудың екі негізгі әдісі бар: кремний тетрахлоридінің (SiCl_4), трихлорсилананың (SiHCl_3) или дихлорсиланның (SiH_2Cl_2) сутектік қалпына келуі. Газофазалық эпитаксия әдісі әдеттегі қысымдағы эпитаксия және плазмадағы төмен қысымдағы эпитаксия болып бөлінеді. Газофазалық әдіс өте кең тараған. Кремний интегралдық схемаларында бұл әдіспен жекелегіш қабықшалар қалыптасып, металдар мен метал силицидтеріне жағылады. Алюминий қабықшаларының вакуумдық тозандату әдісіне қарағанда газофазалық эпитаксия беткі қабатта қалыңдығы бойынша да, қиын формасы бойынша да біртекті қабықша алуға мүмкіндік береді. Газофазалық эпитаксияның химиялық әдісі химиялық реакциясы нәтижесінде заттың газдық фазадан отырғызуға негізделген. Оның мысалы ретінде кремнийлі немесе германийлі эпитаксиалды қабықшаларды алу технологиясын жатқызуға болады. Кейбір жағдайларда газофазалық эпитаксия термодинамакалық тиімді болып келеді.

Сұйық фазасындағы эпитаксия.

Сұйық фазалық эпитаксия әдісі - жартылай өткізгіш материалмен қаныққан балқымадан немесе ерітінді балқымасынан жартылай өткізгіштің бір кристалды қабатын салу. Жартылай өткізгіш эпитаксиялды суды салқындаған кезде балқытылған субстраттың бетіне кристаллдайды. Көп жағдайларда, сұйық фазадан кристалданған кезде сұйық күйде жартылай өткізгішпен шексіз ерігіштігі бар және эвтектиканы құрайтын, мысалы, Al-Si немесе Au-Si, кез-келген металл еріткіш ретінде пайдаланылады. Жартылай өткізгіш қосылыстардың сұйық-фазалық эпитаксиясы жағдайында қосылыстың төменгі балқыту компоненті, мысалы GaAs және GaP үшін Ga, еріткіш ретінде пайдаланылады. Бұл кристалдану температурасын төмендетуге және қабат қабатының тазалығын арттыратын субстрат балқымасының интерфейсындағы температура деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді.

Ең перспективті құбылыс бұл

бу-сұйық – қатты дене

болып табылады, себебі газды және сұйық фазалы эпитаксия әдістерін байланыстрып тұрады. Жартылай өткізгіш субстрат бетіне эвтектикалық композицияның сұйық фазасын құрайтын металлдың жұқа қабаты қолданылады, бұл төмен эпитаксия температурасын пайдалануға мүмкіндік береді. Жартылай өткізгішті атомдары газ фазасынан сақталады және сұйық қабат арқылы субстраттың шекарасына дейін таратылады, онда олар кристалланады. Балқытылған қабаттың қалыңдығы 1 мкм-нен аспайтындықтан, эпитаксиалды қабаттың өсу жылдамдығы балқымадағы атомдар диффузиясының уақытынан тәуелсіз.