Кристалды кремний күн элементтерінің технологиясы

Орындаған: Қанаева Жансая

Жоспар

* Кіріспе
* Негізгі бөлім
  - Фотоэлектрлік өндірісте қолдануға арналған кремний пластиналарының сипаттамалары
  - Кристаллды дайындау әдістері
  - Пішіндеу
  - Төсеніштер
* Қорытынды

Кіріспе

Күн элементтері үшін пайдаланылатын кремний пластиналарының көпшілігі кристалды және бағытталған Чохральскийлік қатайту (CZ) немесе құйылған, көп кристалды (mc) материал болып табылады. Қазіргі уақытта пластиналардың екі түрі арасындағы бөлу 55% mc-Si және 45% CZ-Si. 1995 жылға дейін 25% mc-Si және 60% CZ-Si, ал қалғаны бірнеше этаптан кейін алынатын төсенішсіз ленталар болды.

Фотоэлектрлік өндірісте қолдануға арналған кремний пластиналарының сипаттамалары

Геометриялық ерекшеліктер

Физикалық ерекшеліктер

Геометриялық ерекшеліктері

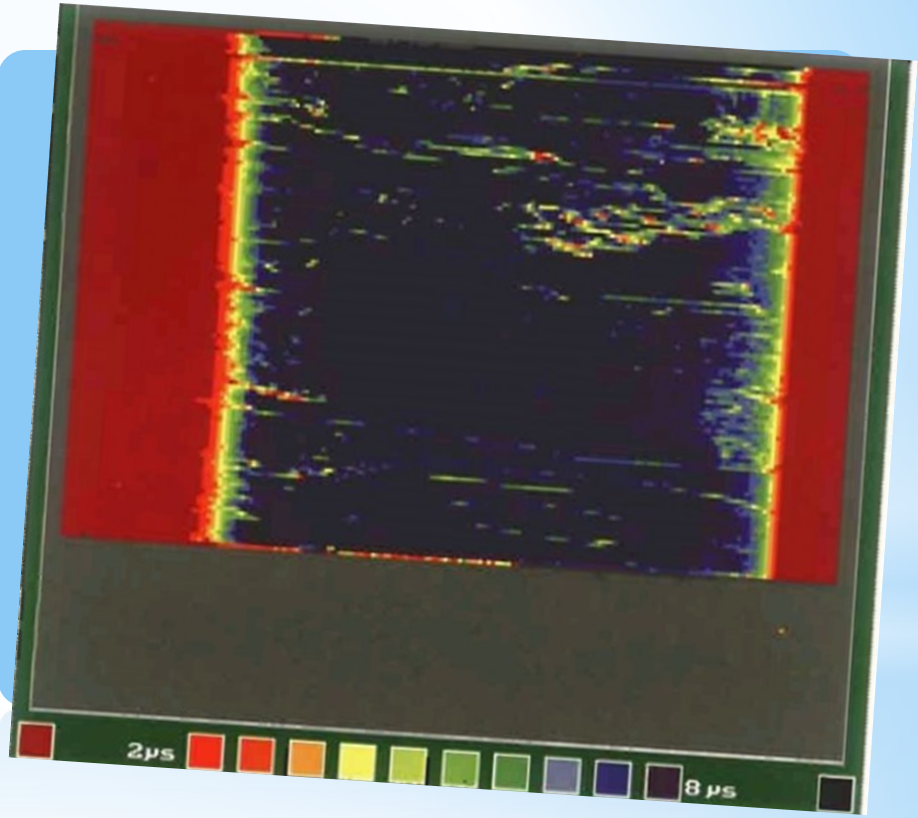
Өндірісте қолданылатын төсеніштердің көпшілігі жартылай өткізгіш өнеркәсібі үшін монокристалды кремний цилиндрлерінің диаметріне (негізінен 5 және 6 дюйм) қатысты өлшемдерге ие. Модульдердің қуат тығыздығын максималды түрде ұлғайту үшін цилиндрлер дөңгеленген бұрыштары бар квадраттар ретінде қалыптасады. Бұл вафлидің беткі алаңын сол өлшемдермен толық квадратпен салыстырғанда 2% -дан 5% -ға дейін азайтады.

Физикалық ерекшеліктер

Төсеніштің салыстырмалы кедергісі оттегі мен көміртектің түріне және құрамына байланысты топталады.

mc-Si блоктарының w-PCD сипаттамасын қарастырсақ. Бұл өлшеу әдісі коммерциялық тұрғыдан қолжетімді. Өлшеу үлгі бетінде көрсетілген микротолқынды өрістің амплитудасының анықтайды. Амплитуда өзгерісі өткізгіштікке байланысты. Жүйе бастапқы күйін қалпына келтіретін уақыт жартылай өтетін материалдың сапасына және массасы мен бетіндегі рекомбинация механизмдеріне байланысты. Әдетте, әр түрлі салымдарды бөліп алу өте қиын, ал с – Si күрделі сипаттамалары бар, олар салыстырмалы түрде жоғары легирлеу, дөрекі беттер және негізгі емес тасымалдаушыларға арналған диффузияның қысқа ұзындығы сияқты қиындықтарды күшейтеді.

* Кремний 1 x 10^{16} ат/$см^3$ туралы кедергісі бар бор легирленген және өлшеу микро толқынды өріс арқылы гамма диапазонында 904 нм кезінде лазерлік диод импульсімен сәулелендірілген үлгі үшін антеннамен біріктірілген.



Күрделі қаттау әдісімен өсірілген mc-Si

Кремний шикізат

Фотогальваникалық индустрияда ерекше кремнийлі шикізат көзі жоқ. Микроэлектроника өнеркәсібінде қолданылатын кремнийдің шамамен 10-15% -ы фотовольтаикаларды пайдалану үшін әртүрлі формаларда қол жетімді. Бұл жоғары сапалы сынықтар жылына 1800-2500 тонна шегінде және сапасы төмен қосымша 1500-2000 тонна материал.

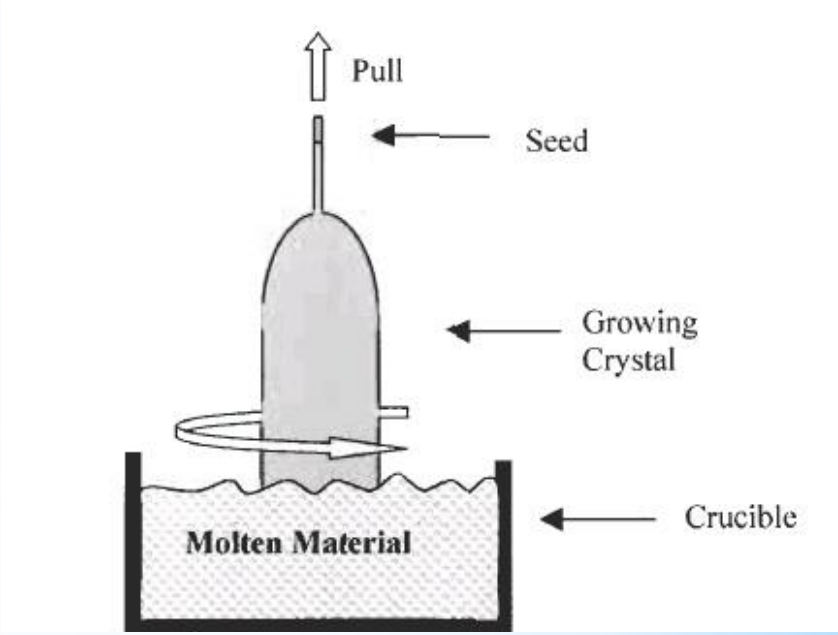
Практикалық тұрғыдан алғанда, бастапқы материалдың геометриялық ерекшелігіне байланысты шектеулер жоқ, сондықтан қазіргі уақытта фотовольтаика жартылай өткізгішті өндірістің кесу үдерістерінен кремний чиптері, кристалдардың өсу үдерістерінен шыңдар мен қалдықтар сияқты қымбат емес сынықтардан ләззат алады. Алайда, кристалдаудың түрлі әдістері әртүрлі ерекшеліктерді талап етеді. Жалпы, монокристалды және төсенішті технологиялар бастапқы материалдың жоғары сапасын талап етеді, ал мультикристалды технология шикізат тазалығына көп көңіл бөледі.

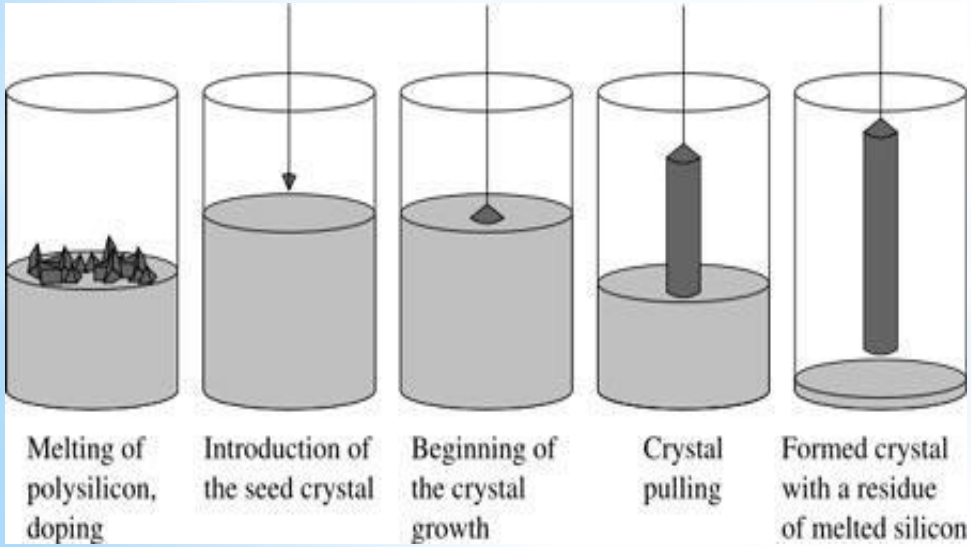
Кристаллды дайындау әдістері

* Чохральский кремнийі
* Мультикристаллды Кремний
* Электромагниттік үздіксіз құю
* Төсенішсіз технология

Чохральский кремнийі

*Монокристалды құймаларды өсірудің ең көп таралған әдісі-таза кварц тиглдегі балқытылған кремнийден бағытталған ұрықты баяу созу.



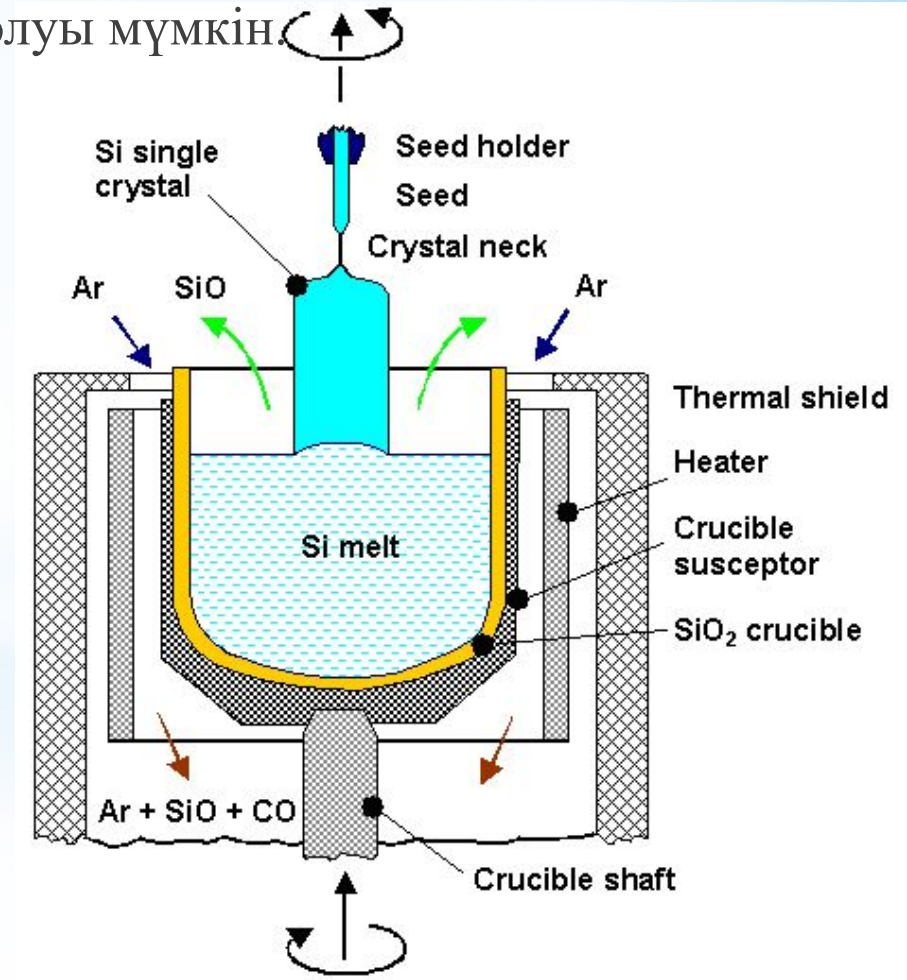


Легірлеуші элемент ретінде тек қана As, P и B қолданылады.

Кристалл сұйық Si бар ыдыстан улағыш кристалды сұйықтыққа батыру арқылы "шығарылады", содан кейін балқыманың бетінің температурасы балқыма нүктесінен сәл жоғары болғанда баяу шығарылады.

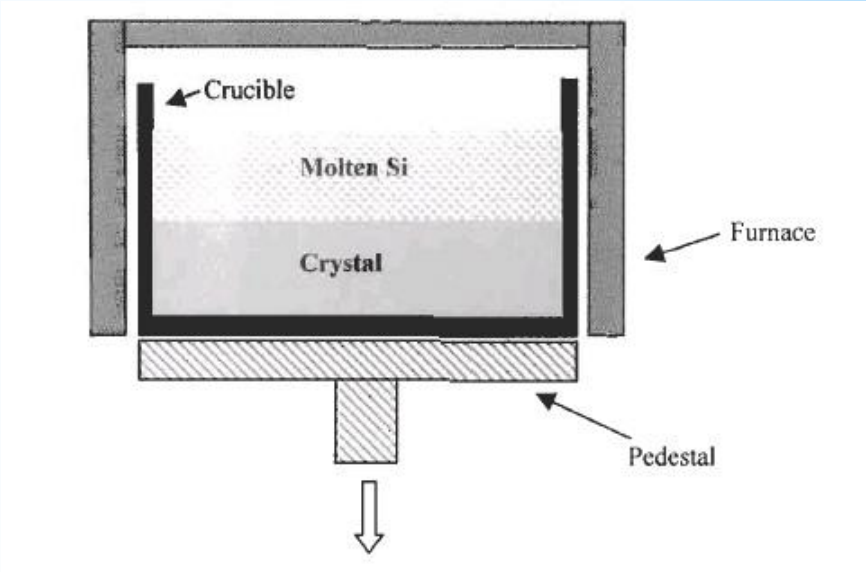
Бұл оң және теріс жағы бар: Оң жағынан, Кристалл сұйықтық қарағанда таза болады, Кристалл өсіру бір мезгілде тазалау әдісі болып табылады. Біз қазір барлық қоспалар шоғырланған кристалдың соңғы бөлігін лақтырамыз. Өйткені балқымда болған нәрсе қатаюдан кейін қатты болуы керек - тек бөлу енді басқа болуы мүмкін.

Теріс жағын анықтайды:
қоспалардың таралуы, оның ішінде элементтер мен оттегінің легірленуі - кристалдың ұзындығы бойынша өзгереді .
Мүмкін легірлеуші элементтер үшін бұл бөлу өсу жылдамдығына сезімтал тәуелділікпен үлкен әсер етуі мүмкін; жағымсыз қоспалардың сегрегация коэффициенттері төмендегі кестеде келтірілген.



Поликристаллды Кремний

Мультикристалды кремний құймаларын алуда қарапайым процесс және дененің өсуі мен құймалардың арасындағы өзара байланыс мүмкіндігінше жалпақ болып табылады. Осылайша, кремний қимасында және биіктігі 25 см-ге дейін бірнеше сантиметр үлкен бағаналармен өседі,ал ең зиянды қоспалар құйманың жоғарғы бөлігіне бөлінеді. Сапалы және өнімділігі жоғары процесті қамтамасыз ету үшін пеш кварц тигелден жасалады.



*

Шихтаны Дайындау

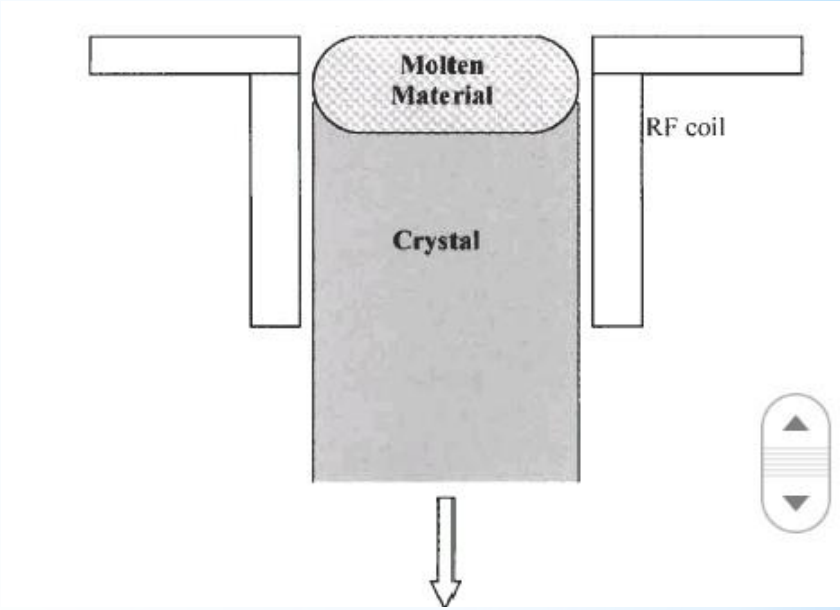
Құймалар бормен 1 x 10^{16} ат/см3 деңгейінде легірленеді. Фотовольтаикада қолданылатын үлестік кедергі мәндерінің диапазоны үшін құйманы қоспалау үшін ешқандай арнайы талаптар қажет емес. Материалдың бастапқы сипаттамаларын ескере отырып, құйманың соңғы кедергісін бақылау оңай. Қарапайым теңдеулер жиынтығы қоспаға қосылатын шикізаттың әрбір түрінің санын анықтайды. Барлық қоспалар бөлме температурасында иондалған жағдайда донор мен акцептордың концентрациясы арасындағы айырмамен анықталатын құйма салмағы мен легирлеу деңгейі шектеулер болып табылады.

Тигель

Тигель бұл mc-Si технологиясының негізінің бірі. Олар силикатты кремнийден жасалынған. Осылайша, қалыңдығы шамамен 2 см болатын қабат іске асырылуы мүмкін, ал қалыңдығын біркелкі ету үшін пішінде қос қабат болуы мүмкін. Содан кейін механикалық төзімділік үшін пісіріледі. Сұйық кремнийді қабырғаға жабыстыруға және қатайтуға және салқындату кезінде күшті кернеудің арқасында құйылған сынықты алдын алу үшін Si_3N_4 негізіндегі жабындымен қапталған.

Электромагниттік үздіксіз құю

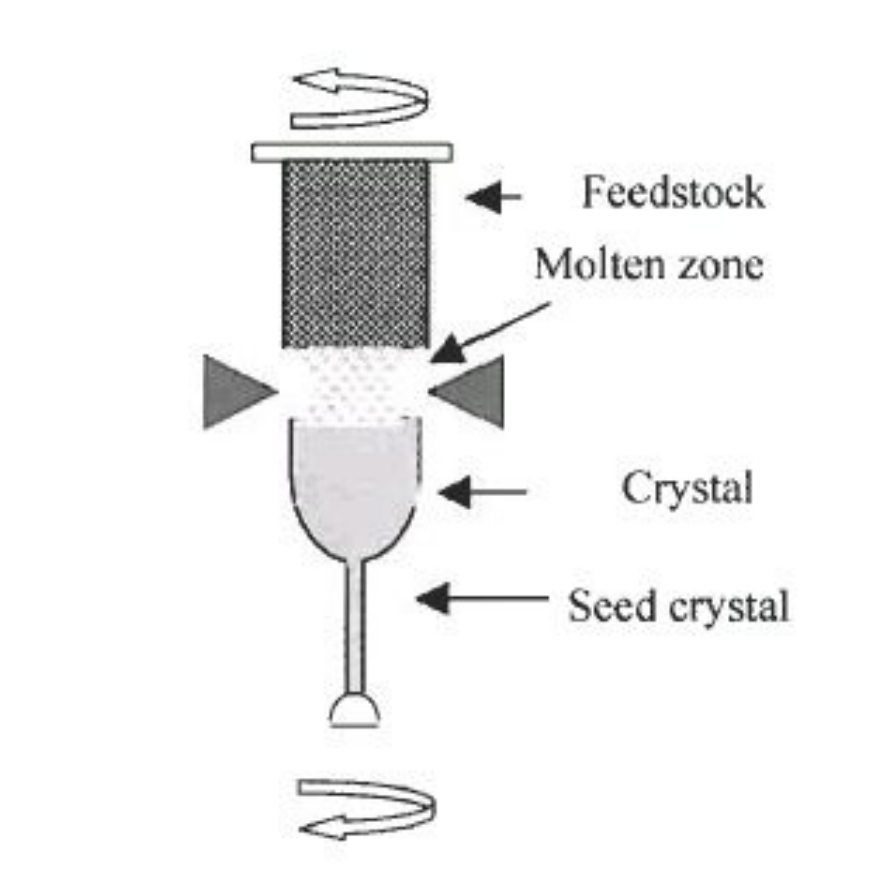
Тигель қолданылмайды, RF катушка қолданылады. Процесс аз ғана артық қысым кезінде аргонды ортада жүзеге асырылады.



Жаңа қуат материалы қосылған дейін төмен созылу керек құйма үшін жоғарғы ұшы ашық. Алынған құйма салмағы 240 кг-ға жуық ұзын бар. Бұл өсу әдісінің идеясы-электромагниттік зарядты шектей отырып, кез келген физикалық тиглді қолданудан толық аулақ болу. Дәндердің біркелкі пайда болуы және өлшемі де өте аз, бұл материалдың бастапқы сапасының төмендігіне әкеледі, яғни оттегі құрамы төмен.

Төсенішсіз технология

Төсеніш өндірісінің өзіндік құнын төмендету идеясы кремний таспасын өсірудің бірқатар технологияларын дамыту үшін төсенішті кесу кезеңін болдырмау есебінен негізгі мотивацияға айналды. Олардың жалпыға ортақ сипаты - кремний балқымасынан жұқа фольганы өндіру принципі, жиектерді шектеу немесе тұрақтандыру үшін түрлі әдістерді қолданады.



Пішіндеу

Кремнийдің монокристалды құймалары оның орнына бастары мен кабельдерін алу үшін жартылай өткізгіштің қосқыштары ретінде өңделген және құймалардың салыстырмалы түрде аз мөлшері арқасында нақты проблемаларды көрсетпейтін дөңгеленген шеттердің бөліктерін алып тастау арқылы псевдо-квадратқа қалыптасады. mc-Si блоктары болған жағдайда, блоктар бұрынғыдай сипатталғандай, миноритарлы тасымалдаушының өмір сүру уақыты мен қарсылығын тексеретін пішіндеу сатысынан кейін, материалдың дайын болуын тоқтату үшін, үстіңгі жағы мен қалдықтары алынып тасталуы мүмкін.

Төсеніш

Фотоголотикалық индустрияға арналған Si ұнтақтарын бояу - технологияның жалғыз мысалы, фотовалтика өнеркәсібінде бастапқыда дамыған жартылай өткізгіш өнеркәсібі. Диаметрі 300 мм-ге дейінгі жартылай өткізгіштік төсеніштің техникалық сипаттамалары қалыңдығын бақылауға, қалыңдығының өзгеруіне және бетінің тегістігін басқаруға арналған маши- налардың мүлдем жаңа тұжырымдамасын талап етеді. Заманауи кесу техно- логиясы сымдық аралауға негізделген.