ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ ФИЗИКИ
НАН РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

01.04.07
А Т-83

На правах рукописи

ТУМАСЯН АРМЕН САРГИСОВИЧ

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕННЫХ СЛОЕВ ТОЛСТЫХ КРИСТАЛЛОВ

Специальность 01.04.07 - физика твердого тела

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Ереван - 1995

© National Library of Armenia OCR by Portmind

Работа выполнена в Государственном инженерном университете Армении.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, А.О.Абоян

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор Я.М.Погосян

доктор физико-математических наук, профессор М.Х.Минасянц

Ведущая организация: Ереванский физический институт

Защита диссертации состоится "16" 05 1995 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Специализированного Совета К 005.20.01 по присуждению ученой степени кандидата физико-математических наук при Институте прикладных проблем физики НАН Республики Армения по адресу : 375014 , г.Ереван - 14 , ул.Гр.Нерсисяна25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института прикладных проблем физики НАН РА .

Автореферат разослан "12" 04 1995 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат физ.-мат. наук М.А.Саркисян

2173-95

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Физика поверхности - одна из наиболее молодых и интенсивно развивающихся областей современной физики. Ее бурное развитие было предопределено созданием уникальных научных приборов , позволяющих изучать тончайшие явления , происходящие на поверхности. С другой стороны, интерес стимулировался большим значением поверхностных слоев в важнейших отраслях современной промышленности , таких, как микроэлектроника , вычислительная техника , атомная энергетика. Изучение реальных поверхностей и поверхностных слоев важно в научном аспекте для понимания физических процессов , в которых поверхность является рабочим объектом : катализа, эпитаксии, электролиза и коррозии.

Важнейшей проблемой поверхностных исследований является определение структуры поверхностей и поверхностных слоев. Среди методов, применяющихся для решения этой проблемы , весьма перспективны рентгеновские методы, основными достоинствами которых являются неразрушающий характер , высокая чувствительность к малым изменениям степени совершенства кристаллической решетки. Важным фактором является также простота и доступность приборов для рентгеновских исследований. Благодаря относительной простоте подготовки образцов и возможности измерений на воздухе , а также из-за высокой прецизионности в определении параметров кристаллической структуры , рентгеновские методы такие, как рентгеновская топография и интерферометрия, асимметричная брэгговская дифракция и трехкристальная рентгеновская дифрактометрия и т.д., широко распространены , а в некоторых областях незаменимы.

Интенсивное изучение структуры приповерхностных слоев совершенных кристаллов стимулирует широкие экспериментальные и теоретические исследования особенностей дифракции рентгеновских лучей в них. Обнаруженные в ходе этих исследований физические явления создают предпосылки для развития новых методов анализа кристаллической структуры поверхностных слоев таких совершенных кристаллов , а также способствуют дальнейшему совершенствованию существующих методов и теорий.

Целью работы является теоретическая разработка и экспериментальное осуществление рентгенографических методов исследования структуры приповерхностных слоев , нарушенных в результате диффузии и механической обработки; экспериментальные и теоре-

© National Library of Armenia

тические исследования рентгеноинтерферометрических изображений дефектов в кристаллах , возникающих при ионной имплантации.

Научная новизна. Разработана методика определения толщины приповерхностных деформированных слоев толстых совершенных кристаллов, подвергнутых механической обработке и диффузии.

Показано , что только при наличии расходимости первичного пучка на секционных топограммах , полученных от кристаллов , подвергнутых механической обработке и диффузии , приповерхностные деформированные слои проявляются в виде тонких интенсивных боковых линий.

Показано, что характер секционных топограмм , полученных от кристаллов , подвергнутых механической обработке и диффузии, определяется спектральным составом падающего излучения, а именно, наличием в спектре второй гармоники используемого характеристического излучения.

Теоретически исследован характер рентгеноинтерферометрических картин, получающихся от кристаллов, подвергнутых ионной имплантации. Получено выражение для периода интерференционной картины в зависимости от формы аморфного слоя и его ориентации в пространстве относительно отражающих плоскостей кристалла.

Экспериментально и теоретически исследованы деформации и напряжения в кристалле, подвергнутом имплантации низкоэнергетическими ионами, в зависимости от дозы имплантируемых ионов.

Практическая ценность. Результаты диссертационной работы могут быть использованы для решения широкого круга задач физики твердого тела, кристаллографии , микроэлектроники и материаловедения.

Разработанный метод неразрушающего контроля толщины нарушенного при диффузии и механической обработке слоя толстого совершенного кристалла, позволяет определить глубину залегания p - n перехода на стадии создания полупроводниковых приборов.

Теоретически разработанная и экспериментально осуществленная методика определения напряжений и деформаций в кристалле при ионной имплантации может быть использована в производстве полупроводниковых приборов.

Предложенный метод определения параметров образующегося в кристалле при ионной имплантации аморфного слоя может быть использован как при производстве полупроводниковых приборов, так и в научных исследованиях.

Основные положения , выносимые на защиту. I. Методика определения толщины нарушенного слоя непосредственным измерением ширины тонкой боковой кинематической компоненты на топограмме.
2. Методика определения напряжений в кристалле , вызванных имплантацией низкоэнергетических ионов с малыми дозами облучения.
3. Классификация рентгеноинтерференционных картин, получающихся от кристаллов , нарушенных в ходе имплантации ионами с различной энергией и дозой облучения.
4. Зависимость высокой интенсивности тонких кинематических компонент на топограмме , полученной от толстых кристаллов с нарушенными при диффузии и механической обработке поверхностными слоями, от расходимости и спектрального состава падающего излучения , а именно, от присутствия в спектре второй гармоники соответствующего характеристического излучения.

Апробация результатов работы. Основные результаты исследований , докладывались и обсуждались на совещаниях и конференциях :
I. II Совещание по Всесоюзной межвузовской комплексной программе "Рентген" , Черновцы , I987 .
2. III Совещание по Всесоюзной межвузовской комплексной программе "Рентген" , Черновцы , I989 .
3. У Всесоюзное совещание по когерентному взаимодействию излучения с веществом , Алушта , I990 .

Результаты исследований докладывались также на Научно - технических конференциях профессорско-преподавательского состава , научных работников и аспирантов ЕрПИ в I985 , I987 ,I988 , I989 г.г. .

Публикации и личный вклад. Основные результаты проведенных исследований опубликованы в восьми работах. В работах, написанных в соавторстве , автору диссертации принадлежат результаты и выводы , изложенные в диссертационной работе и приведенные в конце автореферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения , четырех глав , заключения и списка используемых источников.

Она содержит I30 страниц машинописного текста , включающего 50 рисунков , 4 таблицы, список использованных источников из I03 наименований.

© National Library of Armenia

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обсуждается актуальность исследуемых проблем, сформулирована цель работы и описаны основные результаты , полученные автором , их научная новизна и практическая ценность.

В первой главе приведены элементы динамической теории рассеяния рентгеновских лучей в идеальных кристаллах, описаны явления , возникающие при дифракции рентгеновских лучей как в геометрии Лауэ , так и в геометрии Брэгга ; рассмотрены принципы формирования интерференционных картин в рентгеновских интерферометрах.

Особое внимание уделено рассмотрению нарушений , возникающих в кристаллах , подвергнутых различным воздействиям , в частности , механической обработке , диффузии и ионной имплантации , а также анализу традиционных рентгеновских методов исследования нарушенных слоев совершенных кристаллов , таких , как рентгеновская топография , интерферометрия и т.д. .

Поскольку на всех стадиях создания полупроводниковых приборов и новых материалов необходим контроль структуры и состава полупроводниковых кристаллов , постольку весьма актуальна проблема развития и совершенствования неразрушающих рентгеновских диагностических методов.

Во второй главе дается теоретический анализ рентгеноинтерферометрических картин от кристаллов , подвергнутых ионной имплантации ; теоретически и экспериментально исследуются поля деформаций , возникающие в кристалле-анализаторе трехкристального интерферометра , подвергнутом ионной имплантации , в зависимости от дозы облучения , от направления падения на интерферометр первичного пучка.

Для теоретического анализа влияния ионной имплантации на кристалл удобно рассматривать модели , описывающие различные нарушения кристаллической структуры и соответствующие этим моделям рентгеноинтерферометрические картины.

Так,можно принять,что кристалл разбивается на две части,имеющие одинаковые межплоскостные расстояния и разделенные недифрагирующей аморфной зоной , причем этот аморфный слой возникает на глубине проникновения имплантированных ионов в кристалл. Такая модель на эксперименте может соответствовать случаю каналирования ионов , проникающих в кристалл на глубину , превышающую на порядок глубину проникновения при отсутствии каналирования . При этом в гораздо меньшей степени нарушается структура кристалла.

Другая модель предполагает разбиение кристалла на две части с различными межплоскостными расстояниями без разделяющего их аморфного слоя. Экспериментально этот случай можно осуществить при малых дозах облучения , отсутствии каналирования и достижении однородной ступенчатой концентрации ионов.

Эти модели соответствуют двум типам бикристаллов - двухкристальных интерферометров:

I. двухкристальный интерферометр, отражающие плоскости кристаллов которого параллельны друг другу и имеют одинаковые межплоскостные расстояния.Между кристаллами имеется узкая недифрагирующая зона.

2. двухкристальный интерферометр , отражающие плоскости кристаллов которого параллельны друг другу , но межплоскостные расстояния различаются , а ширина недифрагирующей зоны между ними равна нулю.

В плосковолновом приближении от интерферометра первого типа как с толстыми , так и с тонкими кристаллами, не получается интерференционная картина , т.е. не возникает периодическое распределение интенсивности дифрагированных волн. Наблюдаемое на эксперименте периодическое изменение интенсивности дифрагировавших от такого интерферометра волн (полосы смещения)объясняется наличием расходимости падающего рентгеновского пучка.

От интерферометра второго типа как с толстыми , так и тонкими кристаллами, в плосковолновом приближении интерференционная картина получается. В случае тонких кристаллов , при пренебрежении поглощением, интерференционная картина осложняется тем, что амплитуды волн, падающих на второй кристалл интерферометра, зависят от толщины первого кристалла.Кроме того , волна, падающая на первый кристалл под точным углом Брэгга, относительно отражающих плоскостей второго кристалла ориентирована под углом, отличающимся от точного угла Брэгга. В результате получается, что контраст интерференционной картины зависит от толщины и разориентации кристаллов интерферометра.

Рентгеновская интерферометрия может быть использована для изучения поперечных деформаций и напряжений , вызванных ионной бомбардировкой полупроводниковых кристаллов.

При ионной имплантации кристаллов кремния низкоэнергети -

© National Library of Armenia

ческими ионами объемные изменения , имеющие место в имплантированной области , приводят к напряженным состояниям , эквивалентным термическому расширению поврежденного слоя вглубь кристалла, и эти напряжения должны расти с увеличением концентрации имплантированных ионов.

Предполагая , что при имплантации возникает одномерное напряженное состояние , и используя закон Гука , получено , что поперечная относительная деформация кристалла ε с глубиной z изменяется линейно

$$\varepsilon = \varepsilon_x = \varepsilon_y = \left(1 - \frac{3z}{c}\right)\frac{\beta \mathcal{D}}{2c} \qquad (1)$$

где $\mathcal{D}$ - доза облучения , выраженная в единицах энергии на единицу площади,

$2c$ - толщина подвергнутого имплантации кристалла,

β - решеточный коэффициент расширения.

Учитывая , что относительная поперечная деформация ε связана с периодом муаровых полос Λ и межплоскостным расстоянием кристалла d соотношением $\varepsilon = \Delta d/d = d/\Lambda$, для результирующего интегрального напряжения получено выражение:

$$F = \frac{E}{1-\nu} c |\varepsilon| \qquad (2)$$

где E и ν - соответствующие компоненты модуля Юнга и коэффициента Пуассона.

Поскольку при имплантации возникает относительная деформация и в направлении нормали z к поверхности кристалла , то это приводит к изменению его толщины. Соответственно, для вспухания поверхности кристалла получено выражение:

$$w = (1 - \nu + 2\nu_z) F / E_z \qquad (3)$$

Полученные формулы были применены для исследования полей деформаций , возникающих в одном из блоков трехкристального интерферометра,изготовленного из совершенного кристалла кремния и подвергнутого поэтапно имплантации ионами Ar^+ с энергией 200 кэВ с дозами , возрастающими от 10^{13}ион/см^2 до 10^{15} ион/см^2. После каждого акта облучения производилась съемка, регистрирующая изменение периода дилатационного муара. Исходя из полученных с помощью топограмм микрофотометрических кривых , вычислены относительные деформации и интегральные напряжения, показывающие линейную зависимость последних от дозы имплантированных ионов.

В третьей главе теоретически в плосковолновом приближении исследованы интерференционные картины от бикристалла - интерферометра первого типа с недифрагирующей зоной (аморфным слоем) , произвольно ориентированной относительно входной и выходной поверхностей и отражающих плоскостей бикристалла. Образование такого аморфного слоя в кристалле возможно при имплантации неоднородного по энергиям и концентрациям пучка ионов. В этом случае аморфный слой может иметь переменную толщину, произвольную форму и ориентацию в пространстве,и его можно рассматривать как систему призм , аналогично оптической линзе.

Расчитан период рентгеновской интерференционной картины в зависимости от угла клиновидности φ аморфного слоя, когда ребро клина параллельно системе отражающих плоскостей,и нижняя граница аморфного слоя параллельна входной и выходной поверхностям бикристалла. Получено, в частности, что в случае плоскопараллельного аморфного слоя, что соответствует $\varphi = 0$, интерференционная картина не будет регистрироваться.

Как показывают расчеты, интерференционная картина не будет наблюдаться и в случае бикристалла с аморфным слоем градиент толщины которого параллелен отражающим плоскостям.

В общем случае ориентацию аморфного слоя внутри кристалла кроме угла φ можно характеризовать углом ψ, который составляет градиент толщины аморфного слоя с системой отражающих плоскостей бикристалла. Тогда, с учетом поглощения падающего рентгеновского излучения в обеих частях бикристалла , период интерференционной картины в направлении, перпендикулярном волновым векторам в вакууме , будет определяться выражением:

$$\Delta = \frac{\lambda\sqrt{\cos^2\theta + \sin^2\theta\sin^2\psi}\left(\cos 2\varphi + \frac{\cos^2\theta - \sin^2\theta\sin^2\psi}{\cos^2\theta + \sin^2\theta\sin^2\psi}\right)}{2\sqrt{\chi_h\chi_{\bar{h}}}\,\sin^2\varphi\cdot\sin\psi\cdot tg\theta} \qquad (4)$$

где λ - длина волны падающего излучения,

θ - угол Брэгга,

$\chi_h, \chi_{\bar{h}}$ - Фурье-компоненты поляризуемости.

Если непосредственно из топограммы измерить период Δ и угол ψ - угол между нормалью к муаровой картине и ребром фотопленки , установленной так, чтобы ребро было бы параллельно отражающим плоскостям бикристалла , то можно расчитать, используя формулу (4) , угол φ .

© National Library of Armenia

При имплантации ионами малых энергий из-за малой длины пробега толщина второй части бикристалла оказывается малой , и поэтому поглощением в ней можно пренебречь.

Если рассматривать аморфный слой плоскопараллельным , но наклоненным к входной и выходной поверхностям бикристалла под углом φ , так , что плоскость этого угла перпендикулярна отражающим плоскостям бикристалла , то для периода интерференционной картины получается выражение:

$$\Delta = \frac{\lambda(\cos^2\theta - \sin^2\theta \cdot tg^2\varphi)}{\sqrt{\chi_h \chi_{\bar{h}}} \cdot tg\varphi} \qquad (5)$$

Расчеты показывают , что для монокристаллов кремния, излучения , 220 отражения период Δ меняется от 3 мм до 0,03 мм при изменении угла φ от $0,1^0$ до 10^0 , что реально можно измерить на эксперименте.

<u>В четвертой главе</u> рассмотрены вопросы влияния деформаций вызванных диффузией и механической обработкой монокристаллов, на рентгенотопографические картины и интерпретации этих картин с целью получения количественной информации о деформированных слоях.

Представлены результаты рентгенотопографических исследований толстых совершенных кристаллов с приповерхностными слоями, деформированными при механической шлифовке и в результате диффузии различных примесей в кристалл.После введения деформаций в кристалл на топограмме возникают тонкие интенсивные линии, сопровождающие слева и справа основной рефлекс. Экспериментально показано, что тонкие линии на секционных топограммах - результат кинематического рассеяния рентгеновских лучей в приповерхностных деформированных слоях, а основной рефлекс обусловлен динамическим рассеянием в совершенной части кристалла.

В случае симметричного отражения по Лауэ тонкие линии имеют одинаковую интенсивность и равноудалены от основного рефлекса. Деформации в приповерхностных слоях кристалла проявляются также в виде контраста на основном рефлексе.

Исследование влияния асимметричности отражения на характер секционных топограмм показало, что в этом случае основной рефлекс на топограмме сдвигается относительно тонких боковых компонент, а сами компоненты имеют различную интенсивность.

Наличие поверхностных деформированных слоев в кристалле необходимое , но не достаточное условие для образования тонких боковых линий на секционной топограмме . Интенсивность этих линий оказывается гораздо выше ожидаемой , несмотря на то ,что коэффициент поглощения кинематических компонент намного больше аномально малого коэффициента поглощения при динамическом рассеянии. Поставленные эксперименты с использованием различных монохроматоров и коллиматоров с диафрагмами показали , что для формирования тонких боковых линий , обусловленных приповерхностными нарушенными слоями , необходимым условием является расходимость первичного пучка.

Исследована роль спектрального состава первичного пучка в формировании тонких боковых линий на топограмме. Спектральная интенсивность характеристического излучения велика по сравнению с интенсивностью тормозного излучения , но, с другой стороны , нормальный коэффициент поглощения для коротковолновой части непрерывного спектра намного меньше коэффициента поглощения соответствующего характеристическому излучению. Поэтому здесь существенную роль играет коротковолновая часть непрерывного спектра рентгеновской трубки с длиной волны , удовлетворяющей условию Вульфа- Брэгга во втором порядке отражения $2d\sin\theta = 2(\lambda/2)$.

Разработана методика определения толщины приповерхностных слоев , нарушенных при диффузии или в результате механической обработки , непосредственно из полученных на эксперименте секционных топограмм. Из экспериментальных исследований следует , что толщина тонкой линии на топограмме ,зависящая от таких параметров эксперимента , как ширина диафрагмы , длина коллиматора , расстояние от образца до фотопленки и т.п. , определяется также толщиной самого нарушенного слоя при прочих неизменных условиях эксперимента.

Для определения толщины нарушенного слоя исследуемого кристалла предложено использовать эталонный образец - кристалл из того же материала , поверхность которого подвергнута аналогичной обработке , причем толщина его нарушенного слоя определяется заранее каким-либо другим методом.Измеряя ширины тонких боковых линий на топограммах , отснятых от исследуемого кристалла и эталонного образца, для толщины нарушенного слоя получено сле-

© National Library of Armenia

дующее выражение:

$$\delta = \frac{x - x_0}{2\sin\theta} + \delta_0 \qquad (6)$$

где x и x_0 - ширина боковой линии на топограмме , отснятой от образца и эталонного кристалла соответственно,

δ_0 - толщина нарушенного слоя эталонного кристалла,

θ - угол Брэгга.

Можно обойтись и без эталонного образца , если при помощи кривых дифракционного отражения измерить расходимость дифрагировавшего на деформированном слое пучка. В этом случае для толщины нарушенного слоя исследуемого кристалла получено выражение:

$$\delta = \frac{x - d - L\sin 2\varphi}{2\sin\theta} \qquad (7)$$

где d - ширина диафрагмы , перпендикулярной первичному пучку и расположенной непосредственно перед образцом,

L - расстояние от входной поверхности до фотопленки вдоль отраженного пучка,

2φ - расходимость падающего излучения.

В заключении приведены основные результаты и выводы диссертационной работы.

Основные результаты и выводы.

I.Теоретически исследован характер рентгеноинтерферометрических картин, получающихся от кристаллов, подвергнутых ионной имплантации. Если при ионной имплантации образуется бикристалл с одинаковыми межплоскостными расстояниями обеих частей , между которыми имеется узкая недифрагирующая зона , то от такого бикристалла как с учетом поглощения , так и без учета поглощения муаровое распределение интенсивности не получается.

2. Если при ионной имплантации образуется бикристалл без недифрагирующей зоны с частями, отличающимися межплоскостными расстояниями , то за бикристаллом получается муаровая картина , контраст которой зависит от толщины его частей.

3.Для бикристалла с аморфным слоем переменной толщины , произвольной формы и ориентации в пространстве , образующимся при имплантации неоднородного по энергиям и концентрациям пучка ионов расчитан период интерференционной картины в зависимости от

угла клиновидности φ аморфного слоя и угла ψ , характеризующего ориентацию аморфного слоя относительно отражающих плоскостей бикристалла. Показано , что за бикристаллом всегда будет регистрироваться интерференционная картина , если угол клиновидности φ отличен от нуля.

4. Показано, что непосредственным измерением на топограмме периода интерференционной картины и угла ψ , можно рассчитать угол φ наклона аморфного слоя к входной и выходной поверхностям бикристалла.

5.Рентгеноинтерферометрическим методом исследованы деформации, вызванные ионной имплантацией в кристалле, в зависимости от дозы имплантируемых ионов.Теоретической обработкой экспериментальных данных показано, что в слое, поврежденном в результате имплантации ионами аргона с энергией 200 кэВ , интегральное напряжение линейно возрастает при изменении дозы от 10^{13}ион/см^2 до 10^{15}ион/см^2.

6. Рентгенотопографические исследования толстых совершенных кристаллов, нарушенных в процессе диффузии или механической обработки , показали появление на секционной топограмме тонких интенсивных боковых линий , обусловленных кинематическим рассеянием приповерхностных деформированных слоев кристалла, при наличии расходимости первичного пучка.

7. Показано, что при слабом поглощении данного характеристического излучения в кристалле , как динамическая , так и кинематическая компоненты могут быть обусловлены излучением одной и той же длины волны , а при сильном поглощении динамическая компонента образуется характеристическим излучением ,а кинематическая компонента - второй гармоникой дифрагируемого характеристического излучения из непрерывного спектра.

8. Разработана прямая методика для определения толщины приповерхностных деформированных слоев толстых совершенных кристаллов, подвергнутых механической обработке и диффузии.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в следующих работах:

I. Абоян А.О., Тумасян А.С. Исследование поверхностных нарушений в толстых кристаллах методом рентгеновской дифракции.Тезисы докладов II Совещания по Всесоюзной межвузовской комплексной программе "Рентген" , Черновцы , 1987 , с.I09.

© National Library of Armenia

2. Безирганян П.А., Мартиросян А.А., Абоян А.О., Тумасян А.С., Григорян А.П. Дифракция рентгеновских лучей в толстых совершенных кристаллах с сильнодеформированными слоями.Деп. в АРмНИИНТИ, №3 - Ар 89 , I5 стр.
3.Абоян А.О., Тумасян А.С. Рентгеноинтерферометрические исследования структурных искажений , возникающих в кристалле кремния при ионной имплантации. Межвузовский сборник научных трудов, изд-во ЕГУ , Физика , I992 , № I , в.I , с.44- 45 .
4.Безирганян П.А., Абоян А.О., Тумасян А.С. Рентгеногр фические исследования структурных несовершенств поверхностных слоев кристаллов , возникающих в результате ионной имплантации . Тезисы докладов III Всесоюзного совещания по межвузовской программе "Рентген" , Черновцы , I989 , стр. I08.
5. Абоян А.О., Безирганян П.А., Тумасян А.С. Рентгеноинтерферометрические исследования структуры ионноимплантированных кристаллов кремния . Тезисы докладов У Всесоюзного совещания по когерентному взаимодействию излучения с веществом. Симферополь, I990.
6. Bezirganyan P.H., Aboyan A.O., Tumasyan A.S. X-Ray diffraction in Thick Perfect Crystals with Deformed Subsurface Layers. Cryst. Res. Technol., 1988, v.23, p.893-899.
7. Aboyan A.O., Tumasyan A.S. X-Ray Topographic Study of surface Layers of Perfect Crystals Subjected to diffusion. Cryst. Res. Technol., 1990, v.25, p. K10-K14.
8. Aboyan A.O., Bezirganyan P.A., Tumasyan A.S. etc. Structural Imperfection of Crystals as a Result of Ion Implantation. Cryst. Res. Technol., 1990, v.25, p.1405-1418.

15.05.2014

ՀԱՍՏ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ԽԱԽՏՎԱԾ ՇԵՐՏԵՐԻ ԴԻԱԳՆՈՍՏԻԿԱՅԻ ՌԵՆՏԳԵՆԱԳՐԱՖԻԿ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

ԹՈՒՄԱՍՅԱՆ ԱՐՄԵՆ ՍԱՐԳԻՍԻ

Ատենախոսությունը նվիրված է հաստ բյուրեղների մեխանիկական մշակման, դիֆուզիայի և իոնային իմպլանտացիայի հետևանքով խախտված մակերևութային շերտերի ուսումնասիրությանը ռենտգենոինտերֆերաչափական և ռենտգենատեղագրական մեթոդներով, այդ նպատակին ծառայող մեթոդների կատարելագործմանը և նոր մեթոդների զարգացմանը:

Պաշտպանության են ներկայացվում հետևյալ հիմնական դրույթները՝

1. Անմիջապես ռենտգենյան տեղագրի վրա պատկերված կինեմատիկ բարակ բաղադրիչի լայնության չափման միջոցով մեխանիկական մշակման և դիֆուզիայի հետևանքով խախտված մակերևութային շերտերի հաստության որոշման մեթոդ:
2. Ցածր էներգիայով և փոքր դոզայով իոնային ճառագայթման հետևանքով բյուրեղներում առաջացած լարումների որոշման մեթոդ:
3. Իոնային իմպլանտացիայի ենթարկված բյուրեղներից ստացվող ռենտգենինտերֆերենցիոն պատկերների դասակարգում:
4. Դիֆուզիայի և մեխանիկական մշակման հետևանքով խախտված բյուրեղներից ստացված տեղագրերի վրա բարակ կինեմատիկ բաղադրիչների բարձր ինտենսիվության կախումը ընկնող ճառագայթման տարամիտությունից և ալեկտրալ բաղադրությունից, այսինքն օգտագործվող բնութագրային ճառագայթման երկրորդ հարմոնիկի առկայությունից ալեկտրում:

Ատենախոսությունում բերված արդյունքները կարող են օգտագործվել գիտահետազոտական լաբորատորիաներում, որոնք զբաղվում են պինդ մարմնի ֆիզիկայի, բյուրեղագիտության, միկրոէլեկտրոնիկայի և նյութագիտության հարցերով, ինչպես և կարող են կիրառվել կիսահաղորդչային սարքերի արտադրության ընթացքում որպես բյուրեղների կառուցվածքի վերահսկողության չքայքայող եղանակ:

© National Library of Armenia

© National Library of Armenia