

Название: Процессы нанотехнологии - учебное пособие (Илюшин В.А. Величко А.А.)

Жанр: Технические

Просмотров: 177



1.1.6. дифракция быстрых электронов

Среди всех методов исследования роста кристаллов в реальном времени наиболее важным является ДБЭ. В методе ДБЭ электронный пучок с энергией 10–50 кэВ падает на исследуемую кристаллическую поверхность под скользким углом $1^\circ \dots 2^\circ$. В этих условиях электроны, несмотря на высокую энергию, проникают на глубину всего нескольких атомных слоев. Поэтому метод ДБЭ позволяет получить информацию о кристаллической структуре поверхности. Расстояние между наблюдаемыми на флуоресцентном экране дифракционными полосами связано с периодом расположения атомных рядов на поверхности

кристалла соотношением $T = t_2 - t_1$, где
$$P_{\text{ср}} = \frac{\vartheta}{T} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} [S(t)]^2 dt = \frac{1}{T} \sum_{n=0}^{\infty} C_n \|\varphi_n\|^2$$
 – расстояние между рядами атомов в направлении, параллельном падающему

пучку, $\Psi_{\text{об}}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ – расстояние между рефлексами на экране, ϑ – расстояние между образцом и экраном, $\Psi(t)$ – длина волны де Бройля для электрона. Произведение b может быть определено на образце с известным параметром решетки. Полученное значение может быть использовано для

определения параметра
$$P_{\text{ср}} = \frac{\vartheta}{T} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} [S(t)]^2 dt = \frac{1}{T} \sum_{n=0}^{\infty} C_n \|\varphi_n\|^2$$
 исследуемого образца при неизменности геометрии эксперимента и энергии электронов.

По виду дифракционной картины можно быстро оценить структуру, размеры и качество наблюдаемого кристаллического слоя. Присутствие на картине диффузного фона соответствует аморфному материалу. Наличие полуколец свидетельствует о том, что структура поверхности является поликристаллической. В том случае, когда исследуемый образец имеет монокристаллическую структуру, дифракционная картина представляет собой систему упорядоченных относительно друг друга рефлексов в виде световых пятен (точек) или полос (тяжей). Последние наблюдаются в том случае, если поверхность является атомарно гладкой, причем, чем совершеннее поверхность, тем уже полосы на изображении. Длина стержней обратно пропорциональна толщине области дифракции. Если наблюдаются линии Кикучи (световые полосы, расходящиеся веерообразно), то исследуемый кристалл обладает высокой степенью структурного совершенства. Огрубление рельефа поверхности приводит к увеличению проникновения электронов в кристалл (увеличивает толщину области дифракции) и полосы распадаются в сетку точечных рефлексов. Если при разупорядочении рельефа нарушается структура поверхностного слоя, исчезают также и Кикучи-линии. Наличие рефлексов V-образной формы свидетельствует о фасетировании поверхности, т.е. об образовании регулярно расположенных наклонных граней. Образование двойников приводит к наложению дифракционных картин от областей кристалла нормальной и двойниковой упаковкой атомов.

Рассмотрим изменение электронограммы во время предэпитаксиальной подготовки подложки. В начальный момент обычно наблюдаются размытые точечные рефлексы на достаточно сильном диффузном фоне, свидетельствующем о наличии на поверхности защитного слоя оксида. С ростом температуры подложки интенсивность рефлексов увеличивается по мере десорбции защитного слоя. Последующий отжиг приводит к сглаживанию поверхности. Точечные рефлексы вытягиваются в стержни. В некоторых случаях даже могут наблюдаться дополнительные стержни, свидетельствующие об изменении кристаллической структуры на поверхности.

Известно, что чистая поверхность кристалла реконструируется к структуре с минимальной поверхностной энергией, которую принято называть сверхструктурой. Размер элементарной ячейки реконструированной кристаллической решетки отличается от размера элементарной ячейки в объеме кристалла. Поэтому на дифракционной картине ДБЭ между основными полосами появляются полосы дробного порядка.

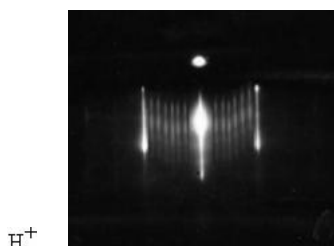


Рис. 6. Картины ДБЭ реконструированной поверхности кремния

Слева – Si(100)-(2'1); справа – Si(111)-(7'7)

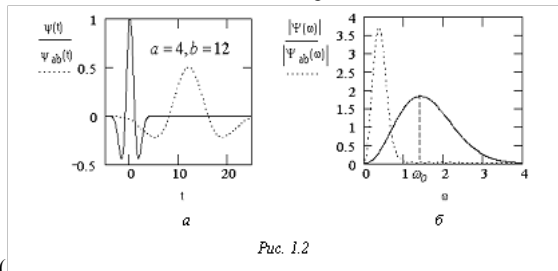
Сверхструктура может быть охарактеризована произведением $(m'n)$, в котором числа m и n показывают, во сколько раз увеличился размер элементарной ячейки вдоль азимутов, совпадающих со сторонами не перестроенной элементарной ячейки. Если при перестройке появляется центр инверсии, ставят букву C : $C(m'n)$. Образованию сверхструктуры $(m'n)$ соответствует появление на дифрактограмме между каждой парой соседних тяжей не перестроенной структуры (ей соответствует обозначение $(l'1)$) $m-1$ тяжей дробного порядка в одном азимуте и $n-1$ – в другом. В качестве примера на рис. 6 показаны

дифрактограммы от чистой реконструированной поверхности кремния. Для правильной идентификации сверхструктуры в общем случае недостаточно наблюдений только в двух азимутах. Например, поверхность, имеющая доменную структуру с участками типа (2'1) и (1'2), может быть ошибочно идентифицирована как (2'2).

Наиболее важной в практическом отношении ориентацией поверхности GaAs и других соединений



является ориентация (100). Поверхность (100) не является полярной и може содержать атомы мышьяка и галлия в различных пропорциях. Преимущественный состав поверхностного монослоя сильно зависит от внешних условий, прежде всего от температуры, от интенсивностей пучков мышьяка и галлия у поверхности подложки и от их отношения. В связи с этим на (100)-поверхности арсенида галлия наблюдается большое количество поверхностных сверхструктур, способных обратимо трансформироваться из одной в дру- гую. Эти структуры в зависимости от степени заполнения поверхности мышьяком $\Psi_{ab}(t)$ принято разделять на стабилизированные мышьяком ($\omega \sim 1/a$) и



стабилизированные галлием ().

К первой группе относятся сверхструктуры (2'4) и (2'1), ко второй – (4'1), (4'2), (4'6) и (3'6). При ω_0 наблюдаются структуры (3'1) и (1'1). Условия существования сверхструктур приведены на рис. 7.

$\Delta\omega$

Рис. 7. Фазовая диаграмма реконструкций поверхности

GaAs(100) в зависимости от температуры и отношения

интенсивностей пучков As и Ga

Оцените книгу:

Проголосовало: 1 Рейтинг: 5

1

2

3

Комментарии:

5

Для данной книги нет комментариев.

6

Добавление комментария:

8

9

10

Ваше имя:

Текст комментария: (HTML не поддерживается)

Введите сумму чисел с картинки:

7 + 6 =

Разделы так сказать)

- [Гуманитарные](#)
- [Информатика](#)
- [История](#)
- [Кулинария](#)
- [Медицина](#)
- [Педагогика](#)
- [Право](#)
- [Психология](#)
- [Спорт](#)
- [Технические](#)
- [Философия](#)
- [Химия](#)
- [Экономика](#)



Количество литературы

Всего: 763 [читаем](#)

Лучшие из лучших

[Философия для специалиста - учеб. пособие. \(Т.О. Бажутина\)](#)

[Экономика природопользования - Задачи и упражнения \(В.А. Шоба\)](#)

[Политология - Учеб. пособие. \(Денисенко Н.А.\)](#)

[Франчайзинг в сфере малого предпринимательства - учебное пособие \(А. Е. Леонов\)](#)

[Основы финансового функционально-стоимостного анализа - учебное пособие \(Щербаков В. А., Приходько\)](#)

[Направление системы электросвязи Часть 1 - учебное пособие \(Анатолий Денисов, Константин Алексеев\)](#)

[Маркетинг - учебное пособие \(О. А. Кислицына, С. И. Потапович, В. К. Стародубцева\)](#)

[Практикум по конфликтологии - учебное пособие \(И.А. Скалабан\)](#)

[Информатика. Алгоритмический язык Фортран - учебное пособие \(Худяков Д.С., Саблина Г.В.\)](#)

[Основы работоспособности технических систем. Автомобильный транспорт - учебное пособие \(Атапин, В.Г.\)](#)

Все права защищены! Копирование материалов сайта возможно при наличии ссылки на наш сайт.

Copyright © 2012, Литературный портал онлайн