



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3616832/24-25

(22) 23.05.83

(46) 23.04.85. Бюл. № 15

(72) А.А.Белоцкая, Л.В.Тихонов
и Г.В.Харькова

(71) Институт металлофизики АН
Украинской ССР

(53) 621.386(088.8)

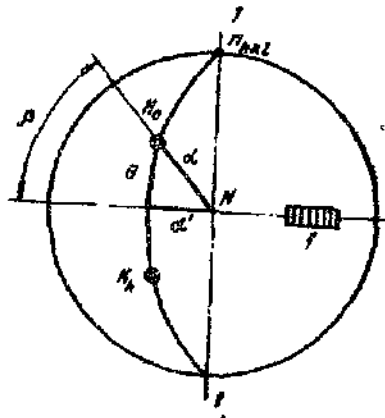
(56) 1. Швутке Г. Прямое наблюдение
несовершенств в полупроводниковых
кристаллах методом аномального про-
хождения рентгеновских лучей.

В кн.: Прямые методы исследования
дефектов в кристаллах. М., "Мир",
1965, с. 223-235.

2. Белоцкая А.А. и др. Дифрак-
ционные эффекты и метрика рефлексов
при кососимметричных съемках в транс-
миссионной рентгеновской топографии.
-"Металлофизика", 1983, 5, вып. 2,
с. 87-94 (прототип).

(54)(57) СПОСОБ КОСОСИММЕТРИЧНЫХ
СЪЕМОК В ШИРОКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ПУЧ-
КЕ ПО МЕТОДУ АНОМАЛЬНОГО ПРОХОЖДЕ-
НИЯ, включающий установку кристалла

известной ориентации в держателе на
оси гониометра, предварительную его
ориентировку, при которой нормаль
поверхности кристалла и нормаль от-
ражающей плоскости выводят в плос-
кость, содержащую ось гониометра,
вывод отражающей плоскости в косо-
симметричное брэгговское положение,
облучение входной поверхности крис-
талла пучком рентгеновских лучей
источника со штриховым фокусом, ре-
гистрацию дифракционной картины на
фотопластинку, параллельную выход-
ной поверхности кристалла, отли-
чающийся тем, что, с целью
устранения искажений метрики дифрак-
ционных топограмм и упрощения по-
следующей обработки информации, пе-
ред облучением кристалла рентгеновс-
ким пучком располагают штрих фокуса
источника рентгеновских лучей па-
раллельно плоскости, содержащей пря-
мой и дифрагированный пучки, поворо-
том источника вокруг направления пер-
вичного пучка.



Изобретение относится к исследованию кристаллов с помощью дифракции рентгеновских лучей и может быть использовано в рентгеновской трансмиссионной топографии при изучении дефектов кристаллического строения реальных кристаллов.

Известен способ рентгеновской дифракционной топографии по методу аномального прохождения с использованием симметричной лауэвской съемки в широком пучке, включающий вывод отражающей плоскости в симметричное брэгговское положение [1].

Недостатком способа является малая информативность о дефектах и их распределении в объеме кристалла вследствие того, что регистрируют дифракционную картину, соответствующую одному и тому же направлению проектирования (среднему направлению потока энергии) на выходную поверхность кристалла даже при использовании различных отражающих плоскостей.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является способ кососимметричных съемок в широком рентгеновском пучке по методу аномального прохождения, включающий установку кристалла известной ориентации в держателе на оси гониометра, предварительную его ориентировку, при которой нормаль поверхности кристалла и нормаль отражающей плоскости выводят в плоскость, содержащую ось гониометра, вывод отражающей плоскости в кососимметричное брэгговское положение, облучение входной поверхности кристалла пучком рентгеновских лучей, источника со штриховым фокусом, регистрацию дифракционной картины на фотопластинку, установленную параллельно выходной поверхности кристалла. Способ значительно расширяет проективные возможности метода аномального прохождения и является предпочтительным для количественных оценок, так как позволяет получить набор топограмм с изображением дефектов и картины их распределения в объеме кристалла в разных проекциях вследствие изменения направления проектирования благодаря изменению положения плоскости дифракции даже при использовании одной и той же системы отражающих плоскостей [2].

Недостаток известного способа состоит в том, что при съемках в широком пучке метрика топограмм искажается: выбранная на выходной поверхности кристалла прямоугольная система координат трансформируется в косоугольную, что нельзя не учитывать при определении по топограммам различных угловых величин, характеризующих структуру кристалла. Недостаток обусловлен тем, что участок (дуга), вырезаемый источником рентгеновских лучей из конуса возможных направлений падающих лучей, удовлетворяющих закону Брэгга, не перпендикулярен штриху фокуса, т.е. плоскость дифракции - плоскость содержащая прямой и дифрагированный пучки не параллельна линии штриха фокуса.

Цель изобретения - устранение искажения метрики дифракционных топограмм и упрощение благодаря этому последующей обработки информации.

Указанная цель достигается тем, что согласно способу кососимметричных съемок в широком рентгеновском пучке по методу аномального прохождения, включающему установку известной ориентации в держателе на оси гониометра, предварительную его ориентировку, при которой нормаль поверхности кристалла и нормаль отражающей плоскости выводят в плоскость, содержащую ось гониометра, вывод отражающей плоскости в кососимметричное брэгговское положение, облучение входной поверхности кристалла пучком рентгеновских лучей источника со штриховым фокусом и регистрацию дифракционной картины прямого и отраженного пучков на фотопластинку, параллельную выходной поверхности кристалла, перед облучением кристалла пучком рентгеновских лучей располагают штрих фокуса источника рентгеновских лучей параллельно плоскости, содержащей прямой и дифрагированный пучки, поворотом источника вокруг направления первичного пучка.

Предлагаемый способ был осуществлен на гониометре с вертикальной осью и исходной ориентацией штриха фокуса в экваториальной плоскости гониометра, в котором крепление рентгеновской трубки (БСВ-11 Си) до-

пускает поворот ее вокруг направления первичного пучка.

На чертеже показана полюсная фигура кристалла с нанесенным на ней схематически положением плоскости дифракции (\vec{n}_{hke} и \vec{k}_c) относительно нормали поверхности кристалла \vec{N} и штриха фокуса \vec{f} .

Исследуемую плоскопараллельную пластинку монокристалла германия с плоскостью поверхности $[111]$ устанавливали в держателе на оси гониометра. Для осуществления съемки отражением от системы плоскостей $[202]$ так, чтобы плоскость дифракции составляла с нормалью поверхности кристалла угол $\alpha' = 36^\circ$, производили предварительную его ориентировку, при которой нормаль поверхности кристалла \vec{N} $[111]$ и нормаль системы отражающих плоскостей \vec{n} $[202]$ устанавливали в плоскость, содержащую ось гониометра. Поворачивая кристалл вокруг его нормали $[111]$ на угол $\beta = 35^\circ$, затем вокруг вертикальной оси гониометра $[1-1]$ на угол $\alpha = 41,7^\circ$ выводили нормаль $[202]$ в отражающее положение. Затем, повернув источник рентгеновских лучей вокруг первичного пучка на угол $|\Omega| =$

$\arctg \frac{1}{\tg \beta \cos \alpha} = 62^\circ$ (знак угла Ω противоположен знаку угла β), облучали входную поверхность кристалла пучком рентгеновских лучей и регистрировали прямой и дифрагированный пучки на фотопластинку, установленную параллельно выходной поверхности кристалла. Для большей наглядности характера метрики топограмм в предлагаемом и известном способах на пути вышедших из кристалла пучков между кристаллом и пленкой параллельно им помещали медную сетку с прямоуголь-

ными ячейками, изображение которой накладывалось на изображение кристалла. Расстояние кристалл - фокус, кристалл - сетка, кристалл - пленка соответственно были равны 200; 1,5; 17 мм. Сравнение топограмм показало, что в предлагаемом способе прямоугольные ячейки сетки остаются косоугольными.

Значения поворотных углов кристалла β и α для заданного положения плоскости дифракции относительно нормали поверхности кристалла определяли с помощью сетки Вульфа по полюсной фигуре кристалла, или рассчитывали по формулам

$$\alpha = \arccos(\cos \theta \cos \alpha'),$$

$$\beta = \arcsin \frac{\sin \theta}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \cos^2 \alpha'}} = \arcsin \frac{\sin \theta}{\sin \alpha},$$

где θ - брегговский угол для данной системы отражающих плоскостей ($\theta_{202} = 22^\circ 40'$).

Предлагаемый способ по сравнению с известным позволяет получать дифракционные топограммы без искажения их метрики, что повышает надежность и точность информации, получаемой из топограмм о дефектах кристалла, что важно как для изучения свойств и поведения самих дефектов кристаллического строения в процессе того или иного физического воздействия на кристалл, так и для экспериментального изучения характера изображения их полей деформации на топограммах.

Способ может успешно использоваться для изучения характера дислокационных структур, формирующихся в полупроводниковых кристаллах в процессе их высокотемпературных деформаций.

Составитель Е. Сидохин

Редактор Р. Цицика

Техред С. Мигунова

Корректор О. Луговая

Заказ 2313/33

Тираж 897

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

