

не удалось получить кривую 2, впервые она была получена в 1970 В. Н. Шемелевым, М. В. Кругловым и В. П. Проинным при измерении фотоэлектронной эмиссии в монокристаллах Ge и Si.

Метод Р. с. в. используется для исследования структуры тонких приповерхностных слоёв монокристаллов, деформированных в результате внеш. воздействий (диффузии примесей, ионной имплантации, эпитаксиального наращивания плёнок разл. состава и т. д.). Этим методом изучают также структурное состояние примесных атомов в кристаллах и адсорбиров. слоёв на его поверхности, определяют степень аморфизации приповерхностных слоёв, измеряют разбухание кристаллич. структуры, приводящее к сдвигу атомных плоскостей по сравнению с исходным положением на малые доли ангстрема.

Ширина угл. области полного дифракц. отражения составляет величину порядка угл. секунды ( $\sim 0,5 \cdot 10^{-5}$  рад). Поэтому для эфф. развития метода разрабатывается прецизионная гониометрич. аппаратура (см. *Рентгеновский гониометр*), работающая в автоматич. режиме и управляемая ЭВМ. С помощью этой аппаратуры кристалл можно поворачивать в прямом и обратном направлениях через положение полного дифракц. отражения в течение неск. ч, причём положение кристалла сохраняется с точностью до сотых долей угл. секунды. Разрабатываются также новые эфф. счётчики вторичных излучений.

Р. с. в. возникают также при динамич. дифракции др. типов излучений (электронов, нейтронов, ядерного гамма-излучения) с длиной волны ок. 10 нм.

Лит.: Ковальчук М. В., Кон В. Г., Рентгеновские стоячие волны — новый метод исследования структуры кристаллов, «УФН», 1986, т. 149, с. 69. В. Г. Кон.

**РЕНТГЕНОВСКИЙ ГОНИОМЕТР** — прибор для одновремен. регистрации направления дифрагированного на исследуемом образце рентг. излучения и положения образца в момент возникновения дифракции. Р. г. может быть самостоят. прибором, регистрирующим на фотоплёнке или пластине с фотостимулиров. люминесценцией дифракц. картину; в этом случае он представляет собой *рентгеновскую камеру*. Р. г. называют также все гониометрич. устройства, являющиеся составной частью *рентгеновских дифрактометров* и служащие для установления образца в положение, соответствующее условиям возникновения *дифракции рентгеновских лучей*, и детектора — в направлении дифрагиров. лучей.

В Р. г. с фоторегистрацией или с люминесцирующими пластинами для исследования монокристаллов или текстур выделяют дифракц. конус, соответствующий при вращении образца исследуемой кристаллографич. плоскости в обратном пространстве. Фотоплёнка и образец движутся синхронно, поэтому одна из координат на плёнке соответствует азимутальному углу дифрагиров. луча, вторая — углу поворота образца [так работают Р. г. Вайсенберга (рис. 1) и текстурный Р. г. Жданова]. В Р. г. дифрактометров для монокристаллов может быть использована аналогичная геом. схема,

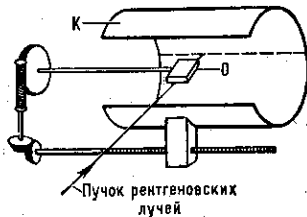
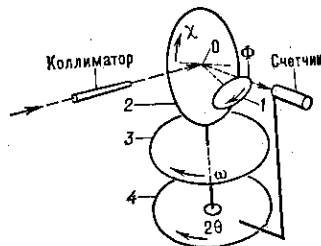


Рис. 1. Схема рентгеновского гониометра типа Вайсенберга. Зубчатые передачи и ходовой винт обеспечивают синхронное движение исследуемого образца (О) и цилиндрической кассеты (К) с рентгеновской плёнкой.

однако угол поворота образца и углы поворота и наклона счётчика в этом случае отсчитываются независимо по угл. датчикам, установленным на соответствующих валах. В случае использования двумерных позиционно-чувствит. детекторов в гониометре

отсчитывается только угол поворота образца, а углы поворота и наклона дифрагиров. пучка пересчитываются из координат дифракц. пятна в детекторе. В рентг. дифрактометрах для исследования монокристаллов и текстур с точечным счётчиком широко применяется т. н. экваториальная геометрия: счётчик перемещается только в одной экваториальной плоскости, а образец поворачивается вокруг трёх эйлеровых осей таким образом, чтобы нормаль к заданной кристаллографич. плоскости в отражающем положении располагалась в экваториальной плоскости (рис. 2).

Рис. 2. Схема экваториального четырёхкружного гониометра для исследования монокристаллов. Лимб 1 измеряет  $\Phi$  — угол поворота кристалла вокруг оси гониометрической головки; лимб 2 регистрирует  $\chi$  — угол наклона оси  $\Phi$ ; лимб 3 измеряет  $\omega$  — угол вращения кристалла относительно главной оси гониометра; лимб 4 измеряет угол поворота счётчика 2 $\theta$ .



В Р. г. для исследования монокристаллов на образец направляется пучок с сечением  $\sim 0,1 \div 0,5$  мм, сформированный коллиматором, состоящим из двух круглых диафрагм или двух фокусирующих зеркал полного внеш. отражения (см. *Рентгеновская оптика*). Чаще всего излучение монохроматизируется с помощью монохроматора из пиролитич. графита.

В Р. г. для исследования поликристаллич. образцов для повышения интенсивности дифракц. излучения используют первичные пучки с расходимостью в неск. градусов. Для получения высокого (в сотые и тысячные доли градуса) угл. разрешения применяются фокусирующие схемы Брэгга — Брентано, Зеемана — Болина или Гинье. Эти Р. г. являются двусосными, с двумя коаксиальными осями. Для формирования пучков в них используются щели, монохроматизация пучков осуществляется с помощью фокусирующих монохроматоров из монокристаллов или пиролитич. графита на первичном и дифрагиров. пучках, а также селективных фильтров.

В одноосных малоугловых Р. г. основой является щелевой коллиматор, обеспечивающий мин. расходимость первичного пучка. Особенность Р. г. для исследования поверхностных слоёв монокристаллов методом *рентгеновских стоячих волн* — наличие встроенного пропорц. счётчика электронов, анализирующего электроны, выходящие из образца при дифракции рентг. лучей.

Лит.: Уманский М. М., Аппаратура рентгеноструктурных исследований, М., 1960; Хейкер Д. М., Рентгеновская дифрактометрия монокристаллов, Л., 1973; Современная кристаллография, т. 1, М., 1979. Д. М. Хейкер.

**РЕНТГЕНОВСКИЙ ДИФРАКТОМЕТР** — прибор для измерения интенсивности и направления рентг. пучков, дифрагированных на исследуемом образце (см. *Дифракция рентгеновских лучей*). Р. д. применяется для решения разл. задач *рентгеновского структурного анализа, рентгенографии материалов, исследования реальной структуры монокристаллов*. Он позволяет измерять интенсивность дифрагированного в заданном направлении излучения с точностью до десятых долей % и угол дифракции с точностью от неск. минут до долей секунды.

Р. д. состоит из источника рентг. излучения, рентг. гониометра, в к-рый помещают исследуемый образец, детектора излучения, электронного измерительно-регистрирующего устройства, управляющей ЭВМ. В Р. д. в отличие от камер для регистрации излучения не используют фотоматериалы или люминесцирующие пластины, а применяют сквintилляционные, пропорциональные, полупроводниковые детекторы (см. *Детекторы* ч а с т и ц, *Ионизирующее излучение*). В процессе измерения счётчик перемещается в гониометре и регистри-