

НОВЫЙ МЕТОД СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕНТГЕНОТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТИН

С. А. ШАБОЯН, П. А. БЕЗИРГАНЯН, Т. О. ЭЙРАМДЖЯН,
Г. Г. МАНУКЯН, А. Е. ГАРЦЕВА

Предложен новый метод получения рентгеновских проекционных топограмм. Показано, что сканирование источника при неподвижном образце и неподвижной пленке дает такую же четкую топограмму, какая получается при синхронном сканировании образца и пленки. Для визуализации топограмм целесообразно пользоваться сканированием источника.

Как известно, в последнее время быстро развивается рентгеновская дифракционная микроскопия. Разработаны новые методы дифракционной микрорентгенографии (в частности, метод Ланга и Бормана), позволяющие исследовать локальные микронарушения, создаваемые дислокациями и примесными атомами. Эти методы находят важное применение в исследованиях дислокационных структур совершенных полупроводниковых кристаллов кремния и германия.

При исследовании быстропотекающих структурных изменений и вообще во избежание больших экспозиций рентгеновских съемок, особенно в случае большого количества исследуемых образцов, визуализация рентгеновских дифракционных картин приобретает важное значение. Несомненно, особенно важна визуализация рентгеновских топографических картин, для получения которых требуются большие экспозиции.

Для исследования дислокационных структур кристаллов, толщины которых удовлетворяют условию $\mu t < 1$ (тонкие кристаллы), где t — толщина кристалла, а μ — коэффициент поглощения, применяют метод проекционной топографии Ланга [1]. Синхронно сканируя кристалл и рентгеновскую пленку, с помощью этого метода можно получить на пленке проекционную топограмму всего кристалла.

Для исследования толстых кристаллов ($\mu t > 6$) применяется метод Бормана [2, 3]. Обычно по методу Бормана с помощью широкого пучка получают секционные топограммы, однако для получения проекционных топограмм всего кристалла и в этом случае можно произвести сканирование [3].

Как уже указывалось, для получения дифракционной проекции всего кристалла обычно при неподвижном источнике рентгеновского излучения исследуемый кристалл и рентгеновскую пленку синхронно сканируют. Однако нетрудно убедиться в том, что для визуализации проекционных топограмм такой метод топографирования не приемлем.

Действительно, эффективность визуализации топограмм заключается в том, чтобы одновременно была видна проекционная топограмма всего кристалла; этого можно достичь благодаря большой скорости сканирования кристалла и длительности послесвечения люминесцирующих экранов. При неподвижном источнике рентгеновского излучения и сканировании

кристалла визуальное изображение дифракционной картины получается в одном и том же месте экрана неподвижного электроннооптического преобразователя.

Ясно, что проекционную топографическую картину всего кристалла одновременно можно видеть только в том случае, когда различные части кристалла будут проецироваться в различных местах экрана. Этого можно достичь следующими двумя способами:

- 1) при неподвижном кристалле и неподвижном электроннооптическом преобразователе сканированием источника рентгеновского излучения;
- 2) при неподвижном источнике рентгеновского излучения синхронным сканированием кристалла и электроннооптического преобразователя.

Нетрудно убедиться в том, что для визуализации пользоваться вторым способом нецелесообразно. Действительно, сканирование рентгено-электроннооптического преобразователя — этого достаточно большого и сложного прибора со всеми его деталями — с одной стороны, довольно сложно, а с другой стороны, сканирование экрана может отрицательно влиять на зрение, вызвать неприятное ощущение и снизить работоспособность исследователя. При фотографической регистрации сканирование рентгеновской пленки не представляет трудностей и поэтому рентгеновские проекционные топограммы обычно получают при неподвижном источнике с синхронным сканированием кристалла и рентгеновской пленки.

Оказывается, что для визуализации рентгено-топографических картин самым удобным методом является сканирование рентгеновского источника (трубки) при неподвижном кристалле и рентгено-электроннооптическом преобразователе.

Настоящая работа посвящена разработке, изготовлению и опробированию прибора для получения проекционных топограмм методом сканирования рентгеновской трубки. Прибор предназначен для дальнейшей визуализации рентгеновских проекционных топограмм. В работе с помощью этого прибора методом фотографической регистрации получены проекционные топограммы и показано, что эти топограммы по качеству ничем не отличаются от топограмм, полученных синхронным сканированием кристалла кремния и пленки. Этот прибор мы называем топограммографом.

Описание топограммографа

Схема топограммографа приведена на рис. 1. Рентгеновское первичное излучение из рентгеновской трубки 1, проходя через коллиматор 2, попадает на исследуемый кристалл 3. Дифрагированные от кристалла лучи попадают на фотопластинку 4 через щели диафрагмы 5, а прямой пучок задерживается этой же диафрагмой. Сканирование рентгеновского источника осуществляется при помощи электродвигателя 6. При помощи винтового механизма 7 осуществляется передвижение подвижной салазки 8, на которой смонтированы рентгеновская трубка 1 с диэлектрическим корпусом 9, коллиматор 2 с диафрагмой 5. Диэлектрический корпус помещен в свинцовую оболочку 10.

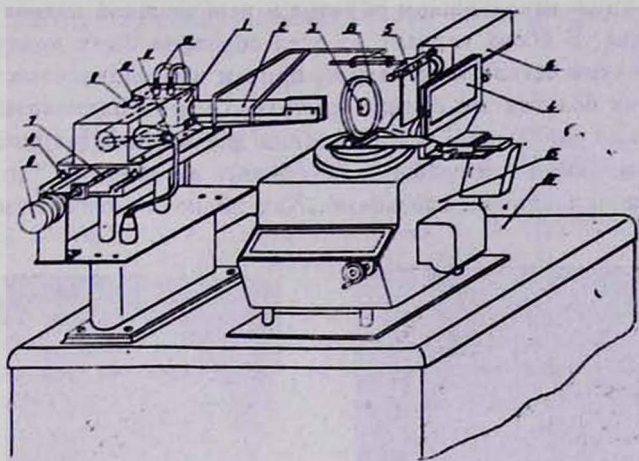


Рис. 1. Схема топографмографа.

Питание рентгеновской трубки осуществляется высоковольтным источником установки ДРОН-1,5 с помощью высоковольтного кабеля 11. Охлаждение трубки осуществляется проточной водой с помощью подводящих шлангов 12. Ориентация исследуемого кристалла осуществляется с помощью гониометра 13, счетчика 14 и вращающего устройства 15. Вся система топографмографа установлена на корпусе высоковольтного источника 16.

Исследование дислокационной структуры кремниевых кристаллов

Для опробирования топографмографа нами была исследована дислокационная структура кремниевых кристаллических образцов. Были изготовлены кристаллические пластинки размером $20 \times 10 \times 0,5$ мм³; плоскости (220) были перпендикулярны к большой поверхности и параллельны малым поверхностям этих пластинок (см. рис. 2). На них были сняты проекционные топограммы. Было использовано излучение MoK_α и отражение от плоскостей (220).

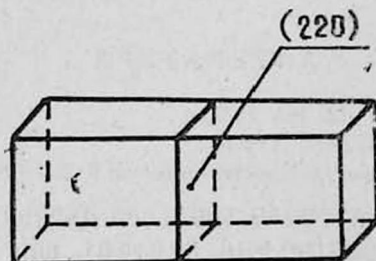


Рис. 2. Кристаллическая пластинка кремния.

Проекционные топограммы были получены двумя способами: при неподвижном источнике синхронным сканированием образца и рентгенов-

ской пленки и при неподвижном образце и неподвижной пленке сканированием источника. В обоих случаях от всех образцов были получены совершенно одинаковые четкие топограммы, причем при одинаковых источниках и коллимациях полученные снимки не только имели одинаковые четкости, но и совершенно одинаковые распределения дислокаций. На рис. 3 и 4 приведены проекционные топограммы, полученные от одного и того же образца двумя вышеуказанными способами. Как видно из этих снимков, скани-



Рис. 3.

Рис. 3. Топограмма, полученная сканированием рентгеновского источника.

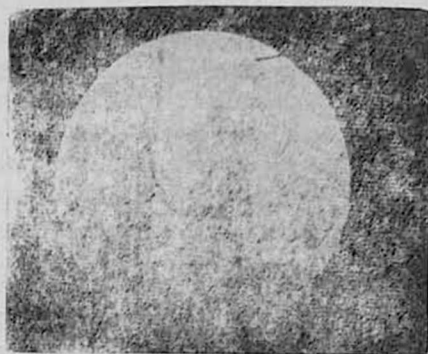


Рис. 4.

Рис. 4. Топограмма, полученная сканированием кристалла при неподвижном источнике.

рование источника и кристалла с пленкой дают совершенно одинаковые результаты.

Из изложенного можно сделать следующие основные выводы:

- 1) сканирование источника и синхронное сканирование образца и рентгеновской пленки дают одинаковые топограммы;
- 2) при визуализации проекционных топограмм всего кристалла целесообразно пользоваться сканированием источника рентгеновских лучей, оставив неподвижными образец и пленку.

Ереванский государственный
университет

Поступила 25. I. 1975

ЛИТЕРАТУРА

1. A. R. Lang. Acta Cryst., 12, 249 (1959).
2. G. Borrmann. Physik Z., 42, 157 (1941).
3. А. И. Давенко, М. Ф. Скороход. Кристаллография, 9, 284 (1954).

ՌԵՆՏԳԵՆԱՏՈՊՈԳՐԱՖԻԿ ԼԿԱՐՆԵՐԻ ՎԻԶՈՒՄԼԻԶԱՑԻԱՅԻ
ՀԵՏԱԴԱՐՁ-ՀԱՄԱՐԵՐԱՅ ՇԱՐՔՄԱՆ ՆՈՐ ՄԵԹՈԴ

Ս. Ս. ՇԱՐՈՅԱՆ, Պ. Հ. ԲԵԶԻՐԿԱՆՅԱՆ, Տ. Օ. ԷՅՐԱՄՉՅԱՆ,
Գ. Գ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Լ. Ե. ԳԱՐՅԵՎԱ

Առաջարկված է ռենտգենյան պրոեկցիոն առաքողամմայի ստացման նոր մեթոդ: Ցույց է տրվում, որ ռենտգենյան խողովակի հետադարձ-համընթաց շարժման դեպքում, երբ նմուշը և

Ֆոտոթիթեղը անշարժ են, ստացվում է նույնպիսի հետակ տոպոգրամմա, ինչպիսին ստացվում է նմուշի և ֆոտոթիթեղի սինխրոն հետադարձ-համընթաց շարժման դեպքում: Տոպոգրամման տեսանելի դարձնելու համար նպատակահարմար է օգտվել ունեղենյան խողովակի հետադարձ-համընթաց շարժումից:

NEW SCANNING METHOD FOR THE VISUALIZATION OF X-RAY TOPOGRAPHIC PICTURES

S. A. SHABOYAN, P. A. BEZIRGANYAN, T. H. EJRAMDZHYAN,
G. G. MANUKYAN, L. E. GARTSEVA

A new method for the obtaining of X-ray projection topograms is proposed, the scanning of X-ray source instead of the specimen being made. The topograms obtained by the scanning the X-ray source are as clear as those obtained by the scanning of the specimen.