

19
ПРОСТОЙ МЕТОД НАБЛЮДЕНИЯ ОСЕВОГО
И МЕЖПЛОСКОСТНОГО КАНАЛИРОВАНИЯ

В.В.Скворцов, И.И.Богдановская

Использование радиоактивных источников для наблюдения или исследования ориентационных эффектов затруднено вследствие малых размеров каналов и невозможности получения достаточно интенсивного потока частиц вдоль плотноупакованных направлений в кристаллах. Обычно изучается анизотропия вылета тех или иных частиц из монокристаллов [1], либо используется метод так называемой каналогрaфии [2]. В большинстве же случаев применяются ускорители.

В настоящей работе рассматривается простой метод с использованием точечного радиоактивного источника, позволяющий наблюдать картинки межплоскостного и осевого каналирования и изучать некоторые его характеристики. Схема опыта приведена на рис. 1, а.

Источник 1 представляет собой платиновую проволочку диаметром 0,5 мм, конец которой оплавлен в виде шарика диаметром 0,8 мм. На переднюю полусферу шарика электролитически нанесен Po^{210} . Общая активность источника около 1 мкюри, удельная активность ~ 200 мкюри/см². Перед источником помещались диафрагмы 2 с диаметром от 0,2 до 0,8 мм.

В качестве исследуемого объекта были взяты монокристаллические пленки из кремния толщиной 25–35 мк (пленки были изготовлены И.Р.Байджановым, за что авторы приносят ему свою благодарность).

Детектором служила обычная фотопластинка. Расстояние между источником и пленкой Si, а также между Si и фотопластинкой можно было плавно изменять и измерять с точностью до 0,1 мм. Кассета с источником, пленкой и фотопластинкой помещалась в вакуумной камере,

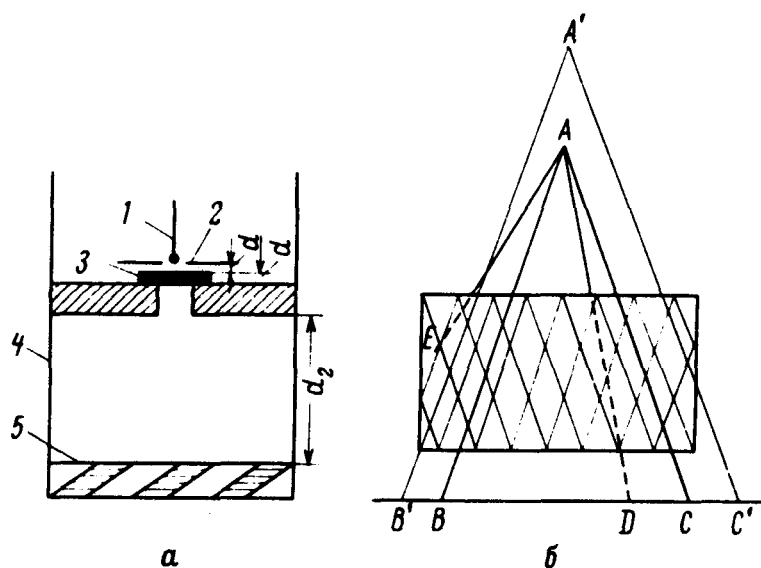


Рис. 1. Схема метода: 1 – источник, 2 – диафрагма, 3 – кристалл, 4 – светонепроницаемая камера, 5 – фотопластинка

Принцип метода ясен из рис. 1, б. Предположим, что направления плотноупакованных осей монокристаллической пленки 3 совпадают с направлением штриховки на рисунке. Из точки A во всех направлениях вылетают α -частицы. Основная часть либо полностью поглощается в пластинке кремния, либо теряет в ней значительную энергию и создает слабое почернение на фотопластинке (траектории AD и AE). Те же α -частицы, которые попадают в каналы (траектории AB и AC), теряют меньшую энергию и создают значительное почернение, в результате чего на фотопластинке возникает система линий и пятен, отражающих расположение основных осей и плоскостей в кристалле.

Время экспозиции зависит от активности источника, толщины фольги и расстояния между источником и фотопластинкой. В нашем опыте оно менялось от 14 до 36 часов.

Результаты опытов показаны на рис. 2, а, б. По характеру расположения линий на фотографии видно, что поверхность пластинки Si парал-

лельна плоскости (111). Отчетливо видны линии, соответствующие плоскостям (100) – они образуют большой равносторонний треугольник, (110)–пересекающиеся в центре и (111) – образуют малый треугольник.

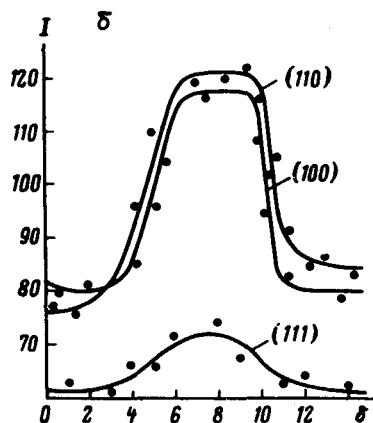
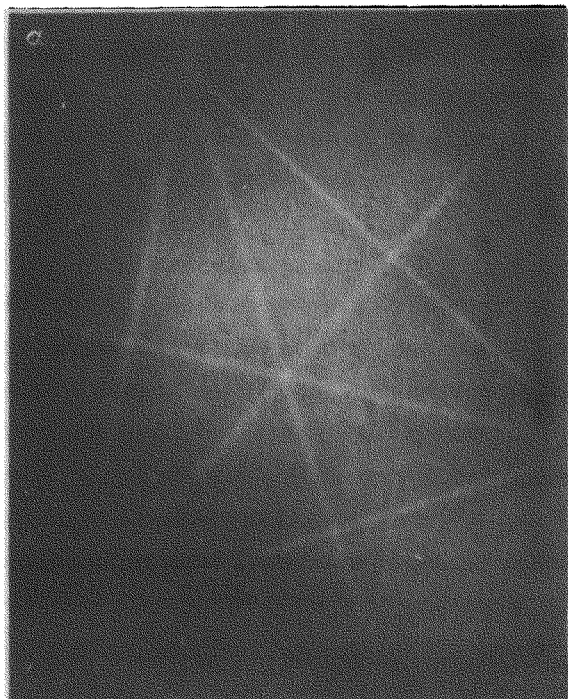


Рис. 2

Полученную картину следует отличать от так называемых звездных картин, изучавшихся в работе [3]. Там хорошо коллимированный пучок частиц направлялся точно вдоль осевого канала и за счет взаимодейст-

вия с рядами выталкивался в межплоскостные каналы. Здесь же с самого начала частицы падают на кристалл во всевозможных направлениях и попадают в межплоскостные каналы под различными углами к главным осям. Такая картина несколько похожа на картины, получаемые по методу Тулинова [4; 5], однако в его случае на фотографии видны следы рядов и плоскостей, у нас же следы, так сказать, "междурядий".

Описанный метод может найти в некоторых случаях практическое применение. В частности, он позволяет сравнительно просто определить, является ли данная пленка монокристаллом или состоит из отдельных блоков. При наличии блоков должны наблюдаться изломы на фотографии, которую, следуя [2], можно назвать каналогаммой. Этот метод можно также использовать для определения ориентации и ориентирования монокристаллических пленок толщиной в единицы — десятки микрон. Чтобы каналогамма получалась достаточно четкой, толщина кристалла должна быть порядка пробега неканализованных частиц. Если толщина кристалла значительно меньше пробега, следует уменьшить энергию падающих частиц, поместив между источником и диафрагмой фольгу соответствующей толщины. Основной недостаток метода — очень большая выдержка. Однако иногда этот недостаток компенсируется возможностью обойтись без ускорителя или без электронографа.

Меняя расстояние между источником и пластинкой кристалла, или перемещая источник вдоль поверхности кристалла, можно подвергать исследованию различные участки пластинки (рис. 1, б положение источника A' , траектории $A'B'$ и $A'C'$). При наличии источника меньших размеров можно определить ориентацию отдельных блоков в пластинке (и вообще исследовать очень маленькие участки кристалла).

На рис. 2, б представлены результаты фотометрирования каналогаммы по различным направлениям. Они сводятся к следующему: 1. Интенсивность линий, соответствующих плоскостям с различной плотностью упаковки, различна. Наиболее интенсивные линии дают плоскости (110), наименее четкие (из видимых на фотографии) — плоскости (111). 2. Угловая ширина линии, с одной стороны, характеризует угол вылета канализованных частиц из кристалла и, следовательно, зависит от параметров канала и энергии частиц при вылете, с другой, — зависит от размеров источника и расстояния до фотопластинки. Так как это расстояние нельзя сделать достаточно большим (из-за увеличения экспозиции), то при использовании источника диаметром 0,5 мм ширина линии определяется, в основном, этим последним фактором. 3. Профиль линии имеет

сложную форму, далекую от гауссовской и определяется также двумя факторами: угловым распределением частиц в каналах и неоднородностью активного слоя источника.

Ташкентский
государственный университет
им. В.И. Ленина

Поступила в редакцию
11 октября 1969г.

Литература

- [1] B. Domeij. Arkiv Fysik, 32, 179, 1966.
- [2] I. Quere. J. de Physique, 29, 215, 1968.
- [3] S. Eisen. Phys. Lett., 23, 401, 1966.
- [4] А.Ф.Тулинов. Письма в ЖЭТФ, 2, 48, 1965.
- [5] А.Ф. Тулинов. Успехи физических наук, 87, 585, 1965.