

УДК 539.2

ВЛИЯНИЕ ОГРАНИЧЕННЫХ ДЕФЕКТОВ КРИСТАЛЛА НА КИКУЧИ-ЛИНИИ

Р.К. КАРАХАНИЯН, К.Р. КАРАХАНИЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 20 ноября 2006 г.)

Получены электронограммы кремния с искривленными кикучи-линиями. Обнаружено, что искривление кикучи-линий имеет место одновременно со сдвигом точечных рефлексов из их нормальных положений. Найдено, что искривление кикучи-линий вызвано ограниченными дефектами в кристаллах кремния.

В соответствии с [1], ограниченные дефекты (точечные, дислокационные петли малого радиуса) – дефекты первого класса – приводят к сдвигу дифракционных максимумов, а протяженные дефекты (дислокации, дефекты упаковки) – дефекты второго класса – ведут к их уширению. В случае кикучи-электронограмм протяженные дефекты приводят к уширению и кикучи-линий [2,3]. Вместе с тем, о влиянии ограниченных дефектов на кикучи-линии в литературе не сообщается. В связи с этим целью настоящей работы являлось выяснение воздействия ограниченных дефектов на кикучи-линии.

Образцами для получения кикучи-электронограмм на прохождение являлись тонкие монокристаллы кремния, приготовленные химическим травлением массивных кристаллов. Кикучи-электронограммы кремния были получены на электронографе ЭГ-100М при ускоряющем напряжении 100 кВ и падении первичного пучка электронов вдоль оси [110].

Согласно элементарному механизму образования кикучи-электронограмм [4], наблюдаемые на них белые и черные пары линий должны являться прямыми. На рис.1 приведена полученная нами электронограмма кремния, на которой, кроме прямых кикучи-линий, ясно видны искривленные белые вертикальные кикучи-линии $4\bar{4}0$, $6\bar{6}0$ с избыточной интенсивностью. Вместе с тем, соответствующие этим линиям избытка черные кикучи-линии недостатка 440 и 660 , проходящие вблизи следа (000) первичного пучка на электронограмме, являются прямыми. Из рис.1 видно, что искривлены также горизонтальные кикучи-линии избытка 004 и недостатка $00\bar{4}$, при этом более заметна искривленность белой линии избытка 004 . Искривление кикучи-линий $4\bar{4}0$, $6\bar{6}0$ и 004 , $00\bar{4}$ имеет место в той части электронограммы, где

наблюдается сдвиг точечных рефлексов 004 , $\bar{2}\bar{2}4$, $4\bar{4}4$ из их нормальных положений, отвечающих известным значениям соответствующих межплоскостных расстояний. Действительно, легко увидеть, что на рис.1 точечные рефлексы 004 , $\bar{2}\bar{2}4$, $4\bar{4}4$ не лежат на одной прямой, в то время как согласно [2,3] они должны лежать на одной прямой. При этом наибольший сдвиг имеет рефлекс $4\bar{4}4$, а наименьший – рефлекс 004 . В соответствии с этим, линии избытка 004 и недостатка $00\bar{4}$ имеют наибольшую кривизну в области рефлекса $4\bar{4}4$. Аналогичным образом, белые линии $4\bar{4}0$, $6\bar{6}0$ наиболее искривлены также в окрестности точечного рефлекса $4\bar{4}4$.

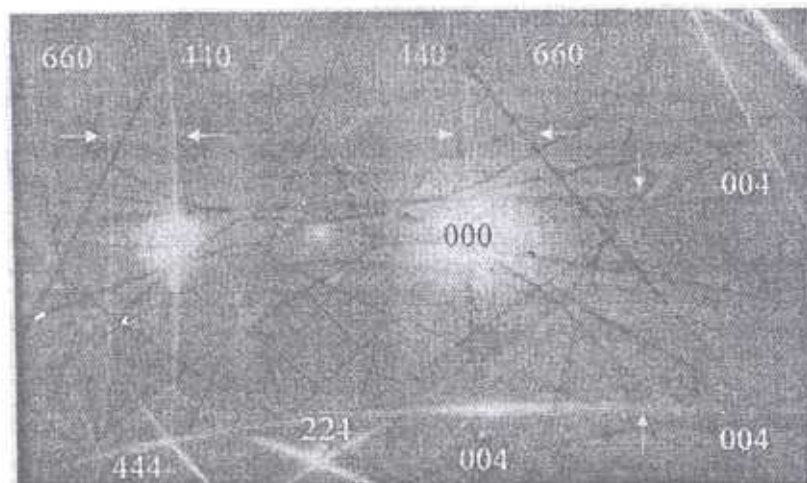


Рис.1. Кикучи-электронограмма кремния с кривыми линиями $4\bar{4}0$, $6\bar{6}0$ и 004 , $00\bar{4}$ (стрелками указаны кикучи-линии).

Нами были получены кикучи-электронограммы, на которых, кроме приведенного на рис.1 случая, наблюдалось искривление соответствующих друг другу линий избытка и недостатка и в противоположные стороны. Следует отметить, что в подавляющем большинстве исследованных образцов полученные электронограммы содержали прямые кикучи-линии и точечные рефлексы без сдвига. Электронограммы с искривленными кикучи-линиями и с рефлексами со сдвигом были получены от существенно меньшего числа образцов кремния. Искривление кикучи-линий и сдвиг точечных рефлексов были различными для разных образцов – от слабо заметных до хорошо видимых, как на рис.1.

Очевидно, что искривление кикучи-линий связано со сдвигом точечных рефлексов из их нормальных положений и имеет общую со сдвигом рефлексов причину – наличие в исследованных образцах ограниченных дефектов. Можно заключить, что ограниченные дефекты влияют на точечные рефлексы и кикучи-линии одинаковым образом: приводят к их сдвигу, в случае кикучи-линий проявляющемся в их искривлении.

Понятно, что подобно зависимости величины сдвига дифракционных

максимумов от концентрации ограниченных дефектов [1], искривление кикучи-линий также зависит от этой концентрации (например, от концентрации точечных дефектов, всегда присутствующих в кристаллах). Именно поэтому на полученных нами электронограммах кикучи-линии имели различную кривизну, обусловленную различной (по тем или иным причинам) концентрацией точечных дефектов в исследованных образцах.

Таким образом, на основе электронографических исследований впервые показано, что ограниченные дефекты кристаллов ведут к искривлению кикучи-линий.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.А.Кривоглаз. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в неидеальных кристаллах. Киев, Наукова думка, 1983.
2. G.Tomas, M.J.Goringe. Transmission electron microscopy of materials. New York - Chichester - Brisbane - Toronto, John Wiley & Sons, 1979.
3. Л.А.Жукова, М.А.Гуревич. Электронография поверхностных слоев и пленок полупроводниковых материалов. М., Металлургия, 1971.
4. D.B.Williams, C.B.Carter. Transmission electron microscopy. New York, Plenum Press, 1996.

ՍԱՀՄԱՆԱՓԱԿ ԱՐԱՏՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԻԿՈՒԶԻ-ԳԾԵՐԻ ՎՐԱ

Ռ.Կ. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Կ.Ռ. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ

Ստացված են կոր կիկուչի-գծեր պարունակող սիլիցիումի էլեկտրոնագրեր: Ցույց է տրված, որ գծերի կորացումը կապված է իրենց դիրքերից կետային անդադարձումների շեղման հետ: Եզրակացվել է, որ կիկուչի-գծերի կորացումը պայմանավորված է սիլիցիումի հետազոտված բյուրեղներում առկա սահմանափակ արատերով:

INFLUENCE OF LIMITED CRYSTALLINE DEFECTS ON THE KIKUCHI LINES

R.K. KARAKHANYAN, K.R. KARAKHANYAN

The transmission Kikuchi patterns of silicon with curvilinear Kikuchi lines are obtained. It is found that the curvature of Kikuchi lines is caused by the presence of limited defects in the samples. It is concluded that if extended defects lead to the Kikuchi lines enlargement, then the limited defects lead to the curvature of the Kikuchi lines.