

## КАНАЛИРОВАНИЕ $\alpha$ -ЧАСТИЦ В ОКСИ БЕРИЛЛИЯ

*Р.И.Гарбер, А.И.Федоренко*

1. Измерения пробегов быстрых заряженных частиц в кристаллических твердых телах привели к открытию явления глубокого проникновения быстрых частиц в кристаллах по каналам между плотноупакованными рядами или плоскостями атомов с малыми индексами [1–4]. Исследование этого явления проводилось в основном на кристаллах с металлической [5–8] и ковалентной [9–10] связью. Однако, как было показано аналитически [11] и в математическом эксперименте на электронной вычислительной машине, каналирование заряженных частиц может иметь место также и в ионных кристаллах, в частности в BeO [12].

Представляло интерес экспериментально исследовать каналирование быстрых заряженных частиц в кристалле BeO.

2. Окись бериллия кристаллизуется в гексагональной системе и имеет структуру типа вюрцита. BeO образует ионные кристаллы, имеющие форму призм с  $a = 2,69 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,37 \text{ \AA}$ ,  $c/a = 1,63$  и со спайностью в плоскости  $\{10\bar{1}0\}$ . Структура их представляет собой плотную гексагональную упаковку из атомов кислорода, половина тетраэдрических пустот которой занята атомами бериллия.

Характер сил взаимодействия между атомами в решетке BeO отличается от взаимодействия в кристаллах с металлической и ковалентной связью. Потенциал решетки в тех местах, где находятся положительные ионы Be – отрицателен, а там, где находятся отрицательные ионы O – положителен. Поэтому распределение потенциалов в геометрических каналах в решетке BeO очень сложное и не может быть рассмотрено с помощью простых количественных расчетов, а требуют, по всей вероятности, применения ЭВМ.

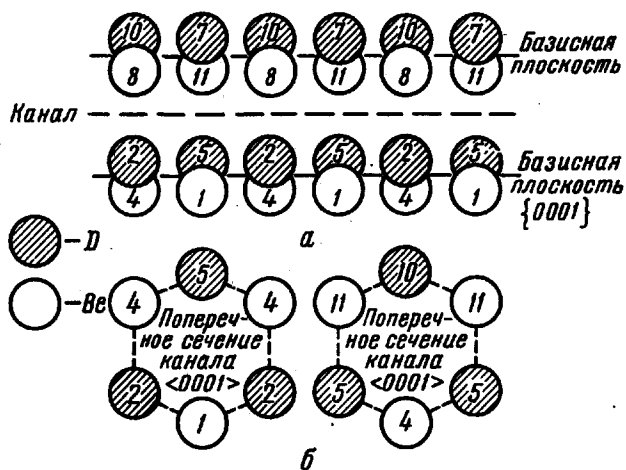


Рис.1. Структура кристалла BeO и геометрия каналов. *а* – канал между базисными плоскостями, *б* – поперечное сечение каналов, расположенных нормально к базисным плоскостям

В кристаллической структуре BeO существует два наиболее эффективных типа каналов: в направлении  $\langle 0001 \rangle$ , нормальном к базисной плоскости (рис.1, *б*) и между слоями атомов, образованными базисными плоскостями (рис.1, *а*).

3. Для проведения эксперимента в качестве источника быстрых частиц был взят Pu -239, испускающий  $\alpha$ -частицы с энергией 5,15 мэв. С 1 см<sup>2</sup> поверхности радиоактивного источника в телесном угле  $2\pi$  вылетало  $1,83 \cdot 10^6$   $\alpha$ -частиц/мин. Мишени для изучения процесса прохождения  $\alpha$ -частиц были приготовлены из аморфной и монокристаллической BeO в виде пластинок толщиной 0,5 мк (длина пробега 5 мэв  $\alpha$ -частиц в аморфной BeO составляет 0,025 мк [13]).

Мишень накладывали одной стороной на источник Pu-239, к другой стороне мишени прижимали сцинтилляционный счетчик (кристаллофосфор ZnS и фотоумножитель ФЭУ-29). Всю систему: источник-мишень-детектор, помещали в вакуумную камеру (разрежение  $\sim 10^{-5}$  мм рт.ст.).

Бомбардировка мишени из аморфной BeO не привела к обнаружению прохождения  $\alpha$ -частиц сквозь мишень. При бомбардировке монокристаллической мишени, вырезанной параллельно базисной плоскости

{0001} кристалла BeO, было зарегистрировано прохождение сквозь мишень  $\sim 8\%$   $\alpha$ -частиц от общего количества падавших на поверхность кристалла. При бомбардировке монокристаллической мишени вырезанной параллельно грани призмы первого рода {0110} кристалла BeO — прохождение составляло  $\sim 13\%$ .

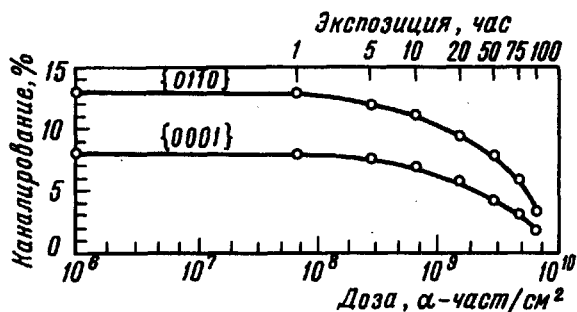


Рис.2. Зависимость канализования  $\alpha$ -частиц в BeO от интегрального потока  $\alpha$ -частиц

В первом случае прохождение  $\alpha$ -частиц было обусловлено захватом их и дальнейшим распространением по каналам вдоль направления  $\langle 0001 \rangle$  нормального к базисной плоскости и проходящего сквозь центр базисного шестигранника, во втором случае — канализованием в двумерных пустотах между соседними плотноупакованными базисными плоскостями.

С увеличением интегральной дозы бомбардирующих частиц с  $10^6$  до  $10^{10}$   $\text{см}^{-2}$  эффективность канализования упала до 2–3%, соответственно, для двух исследовавшихся ориентаций мишеней {0001} и {0110} (рис.2). По всей вероятности,  $\alpha$ -частицы не попавшие в канал или пересекающие его производят смещения атомов решетки BeO, расстрачивая при этом свою энергию, в результате чего тормозятся и остаются в мишени. Смещенные атомы решетки и внедрившиеся атомы гелия искажают структуру каналов в кристалле BeO. При встрече с такими искажениями канализуемая частица отклоняется под большим углом и тоже тормозится. В конечном счете, это приводит к общему уменьшению прозрачности кристалла для быстрых частиц, что и наблюдается экспериментально.

Физико-технический институт  
Академии наук Украинской ССР

Поступило в редакцию  
17 июля 1967 г.

### Литература

- [1] Д.К.Холмс. Сб. Физика кристаллов с дефектами, 3, Изд-во ИФ АН Груз ССР, Тб., 1966.
- [2] J.Lindhard, Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk., 34, № 14, 1965.
- [3] C.Lehman, G.Leibfried. J.Appl. Phys., 34, 2821, 1963.

- [4] M.T.Robinson, O.S.Oen. Phys. Rev., 132, 2385, 1963.
- [5] G.R.Piercy, F.Brown, J.A.Davies, M.Mc Cargo. Phys. Rev.Lett., 10, 399, 1963.
- [6] H.Lutz, R.Sizmann. Phys. Lett., 5, 113, 1963.
- [7] R.S.Nelson, M.W.Thompson. Phil. Mag., 8, 1677, 1963.
- [8] E.V.Kornelsen, F.Brown, J.A.Davies, B.Domeij, G.R.Piercy. Phys. Rev., 136, 849, 1964.
- [9] J.A.Davies, G.C.Ball, F.Brown, B.Domeij. Canad. J.Phys., 42, 1070, 1964.
- [10] C.Pöhlman, H.Lutz, R.Sizmann. Z. angew. Phys., 17, 404, 1964.
- [11] R.S.Nelson. Phil. Mag., 14, 637, 1966.
- [12] J.R.Beeler, D.C.Besco. J.Appl. Phys., 34, 2873, 1963.
- [13] Д.Уайт, Дж. Бёрк. Бериллий. ИЛ, М., 1960.