

## УПОРЯДОЧЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕЧНЫХ ДЕФЕКТОВ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

*Г.И.Дистлер, В.В.Москвин*

Экспериментально установлено упорядоченное распределение точечных дефектов в щелочногалоидных кристаллах. Одна часть дефектов образует решетку, а другая часть находится вне решетки на некоторых средних расстояниях друг от друга.

Характер распределения точечных дефектов в кристаллах определяет механизм и кинетику многих физических и физико-химических процессов, протекающих в их объеме и на поверхности. Поэтому вопрос о том, как расположены точечные дефекты – беспорядочно или образуют различные формы упорядоченности – имеет важнейшее значение для интерпретации самых различных экспериментальных данных и для создания теории таких явлений и процессов, как, например, люминесценция, фазовые превращения, деформация, диффузия, кристаллизация, катализ. В данной статье сообщается об обнаружении упорядоченного распределения точечных дефектов в щелочногалоидных кристаллах.

Ранее было установлено [1 – 4], что зародышеобразование и рост зародышей на поверхности кристаллов происходят избирательно на точечных дефектах. Поэтому анализ ранних стадий кристаллизации (кар-

тин декорирования) позволяет по распределению декорирующих частиц визуализировать микротопографию точечных дефектов на поверхности кристаллов, которая закономерно отражает распределение точечных дефектов также и в объеме кристаллов.

Были изучены монокристаллы NaCl, в том числе и образцы, облученные рентгеновскими лучами. Методика декорирования золотом и приготовление образцов описаны в работе [3]. Распределение декорирующих частиц золота исследовалось методом малоугловой дифракции по Бассетту – Келлеру [5] и методом оптической дифракции [6, 7] на приборе, описанном в работе [8].

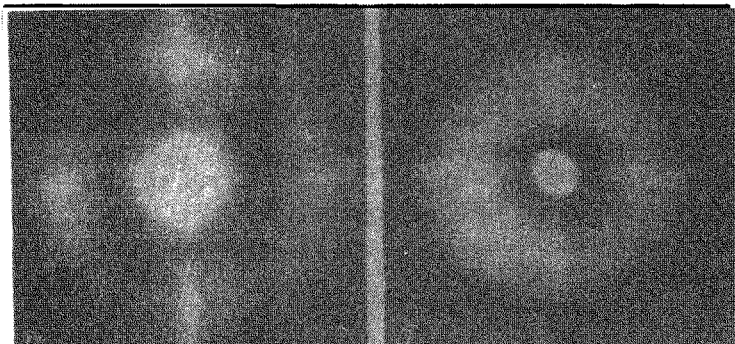


Рис. 1. Картины малоугловой дифракции электронов от декорирующих частиц золота, образовавшихся на точечных дефектах поверхности монокристаллов NaCl. Температура кристаллов: 250С (а) и 300 С (б)

На картинах малоугловой дифракции электронов от частиц золота, отделенных от поверхности кристаллов NaCl, нагретых во время декорирования до 250°C, вокруг недифрагированного электронного пучка образуется однородный диффузный ореол (рис. 1, а). Это указывает на то, что частицы золота (и, соответственно, точечные дефекты) расположены не беспорядочно, а на некотором среднем, порядка 180 Å, расстоянии относительно друг друга. Наряду с этим ореолом на снимке имеются также четыре вытянутых достаточно резких максимума, отражающие упорядоченное расположение точечных дефектов вдоль кристаллографических направлений  $\langle 100 \rangle$  и  $\langle 010 \rangle$  NaCl со средней величиной периода 180 Å, т. е. в кристаллах возникает своеобразная решетка точечных дефектов. В данном случае эта решетка довольно сильно искажена, ибо вытянутость рефлексов свидетельствует о разбросе величины периода решетки. При нагревании кристаллов NaCl до 300 С и декорировании при этой температуре резкие рефлексы малоугловой дифракции электронов по-прежнему отражают упорядоченное расположение точечных дефектов по  $\langle 100 \rangle$  и  $\langle 010 \rangle$  NaCl. Величина периода в этих направлениях, однако, уменьшается и приобретает среднее значение 120 Å (рис. 1, б). Увеличение резкости рефлексов указывает на более высокую сте-

пень совершенства решетки точечных дефектов. Диффузный ореол распадается на четыре размытых дужки, расположенные в центре резких рефлексов. Из этого следует, что точечные дефекты, ранее находившиеся вне решетки, "встраиваются" в нее, причем это сопровождается как изменением периодов решетки, так и уменьшением их разброса.

Облучение кристаллов NaCl рентгеновскими лучами приводит, как и термообработка, к увеличению упорядоченности точечных дефектов. Оптическая дифракция от электронномикроскопического изображения картины декорирования золотом облученного образца NaCl, нагретого до 300 С, представлена на рис. 2. Наблюдаемые рефлексы соответствуют решетке точечных дефектов, преимущественно радиационных, с периодом порядка 55 Å. Оси решетки, как и в необлученных кристаллах, направлены по  $\langle 100 \rangle$  и  $\langle 010 \rangle$  NaCl.

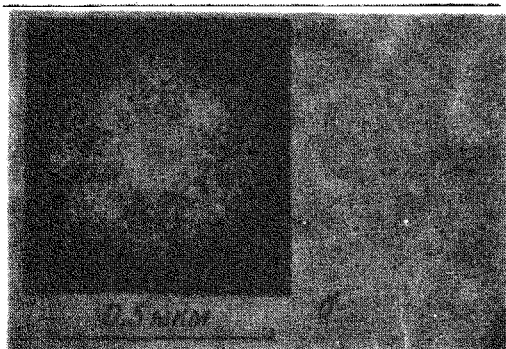


Рис. 2. Оптическая дифракция (а) от электронномикроскопической картины декорирования золотом поверхности рентгенизированного образца NaCl (б)

Из проделанных экспериментов следует важный вывод, что точечные дефекты в кристаллах расположены двояким образом: одна часть дефектов образует решетку (или решетки), а другая часть дефектов находится вне этой решетки на некоторых средних расстояниях друг от друга. В зависимости от термообработки или облучения кристаллов (и, вероятно, других воздействий) относительное количество точечных дефектов, находящихся в решетке и вне ее, может существенно изменяться.

Упорядоченное расположение точечных дефектов (в пределе — образование решетки точечных дефектов с различными периодами) существует не только в кристаллах NaCl, но и во многих других изученных нами кристаллах и, очевидно, может существенно влиять на протекающие в монокристаллах многие физические и физико-химические процессы и явления.

## Литература

- [1] Г.И.Дистлер. Изв. АН СССР, сер., физ., 32, 1044, 1968.
  - [2] P.W.Palmberg, C.J.Todd, T.N.Rhodin. J.Appl. Phys., 39, 4650, 1968,
  - [3] Г.И.Дистлер, В.Н.Лебедева, В.В.Москвин. Кристаллография, 14, 664, 1968.
  - [4] Г.И.Дистлер. Изв. АН СССР, сер. физ., 36, 1846, 1972.
  - [5] C.A.Bassett., A.Keller. Phys. Mag., 2, 817, 1964.
  - [6] A.Klug, T.E.Berger. J.Mol. Biol., 10, 565, 1964.
  - [7] Б.К.Вайнштейн, Г.И.Косоуров. Кристаллография, 11, 921, 1966.
  - [8] Г.И.Косоуров, И.Е.Лифшиц, Н.А.Киселев. Кристаллография, 16, 813, 1971.
-