

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Е. В. ЦИНЗЕРЛИНГ

ДВОЙНИКОВАНИЕ КВАРЦА С ЗОНАРНЫМ СТРОЕНИЕМ

(Представлено академиком А. В. Шубниковым 14 XII 1953)

Зонарное строение бесцветного кварца иногда можно обнаружить после его облучения рентгеновскими лучами. Оно выражается в ряде расположенных параллельно граням ромбоэдра и призмы полос, окрашенных в дымчатый цвет различной интенсивности (рис. 1 *a*). Еще отчетливее проявляется зонарное строение кварца при его двойниковании по дофинеискому закону искусственным способом ($\alpha \rightarrow \beta$ -превращением или деформацией изгиба, кручения). Зависимость способности кварца к двойникованию ⁽¹⁾, раздвойниковыванию ⁽²⁾ и к возврату ⁽³⁾ своего исходного состояния от степени густоты окраски, а следовательно, и от степени засоренности решетки кристалла примесями, наглядно подтверждается на образцах зонарного строения.

Проследим эту зависимость на пластинке, изображенной на рис. 1 *a*, подвергая ее ряду процедур. Эта пластинка первоначально была монокристалльной. Она вырезана из трудно двойникуемого кварца параллельно отрицательному ромбоэдру (черное поле на всех рисунках). Направление оси *x* совпадает с ребром пластинки. Известно, что в такой пластинке происходит переориентация отрицательного ромбоэдра (*r*) в положительный (*R*) (белое поле) при ее искусственном двойниковании любым методом ^(4, 5).

Для уяснения процесса постепенной переориентации решетки кварца по зонарным слоям, отличающимся друг от друга различным содержанием примесей, мы прилагали моменты кручения различной величины, недостаточной для полной ее монокристаллизации. При наложении очень незначительного момента кручения или при однократном $\alpha \rightarrow \beta$ -превращении двойникование происходит по слабо окрасившимся зонам (рис. 1 *b*) параллельным граням ромбоэдра. На следующих двух фотографиях (рис. 2 *a, б*) мы имеем результаты кручения той же пластинки, но приложенные моменты кручения, последовательно возрастали. На рис. 2 *a* мы видим ряд тонких новых и укрупненных старых белых полос с преобладанием черного поля. На рис. 2 *б* мы наблюдаем преобладание белого поля с рядом более узких и в меньшем количестве широких черных полос. Кроме того, можно отметить анизотропию двойникования при сравнении этих двух последних рисунков: двойникование параллельно грани призмы происходит при большем моменте кручения и менее интенсивно, чем по грани параллельно ромбоэдру.

При детальном рассмотрении рис. 2 *б* можно заметить, что процесс монокристаллизации происходит по определенным кристаллографическим направлениям. Рис. 3 *a* дает увеличенное изображение нескольких раздвойникуемых зонарных полос (исходно черных), идущих параллельно ромбоэдру. Можно выделить три последовательных морфологических этапа постепенной монокристаллизации. Сначала мы имеем сплошную полосу, затем зубчатую в виде ступенек и, наконец, разорванную в виде отдель-

ных столбиков, вытянутых вдоль оптической оси кварца. Все эти мелкие фрагменты двойничков имеют кристаллографическое ограничение параллельно плоскостям призмы, ромбоэдров и базиса.

Если бы мы взяли исходно двойниковатую (по дофинеиному закону) пластинку с зонарным строением и стали бы ее раздвойниковывать, то мы имели бы ту же последовательность монокристаллизации в зонах различной окраски.

Получив монокристалл зонарного кварца деформацией кручения, проследим ход возврата к его первичной ориентировке. Это возможно только для кристаллической решетки кварца, загрязненного примесями. При возврате мы получаем обратную последовательность в переориентации зон по степени их засоренности примесями, по сравнению с той, которую мы наблюдали при ее постепенной монокристаллизации. Для этого следует отжигать пластинку с различной длительностью и при разных температурах.

На рис. 3 б мы имеем результат менее эффективного нагрева пластинки; возврат к отрицательному ромбоэдру происходит сначала в тех зонах, которые труднее всего поддаются процессу двойникования. Они отличаются самой темной окраской, позднее других изменили свою ориентировку и расположены параллельно граням ромбоэдра и призмы. Рисунок, относящийся к результату более длительного отжига, имеет полную параллель с рис. 1 б, если продолжить три параллельных полосы до края пластинки, приведенная в свое устойчивое состояние, а именно, двойниковые полосы, возникшие в зонах с относительно малым количеством примесей, не способны к обратной переориентации; области же темного цвета (рис. 1 а) с легкостью вернулись к своей исходной ориентировке отрицательного ромбоэдра.

Из ряда проделанных опытов явствует, что процесс искусственного двойникования является тонким индикатором для выявления внутренней морфологии кристалла.

Институт кристаллографии
Академии наук СССР

Постушило
14 XII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. В. Цинзерлинг, ДАН, 33, № 5, 368 (1941). ² Е. В. Цинзерлинг, ДАН, 57, № 4, 387 (1947). ³ Е. В. Цинзерлинг, ДАН, 90, № 5, 785 (1953).
⁴ Е. В. Цинзерлинг, Г. Г. Леммлейн, ДАН, 33, № 6, 419 (1941).
⁵ W. A. Wooster, Nora Wooster, J. L. Rycroft, L. A. Thomas, Inst. of Electr. Eng., 94, 3A, No. 16, 927 (1947).

Рис. 1. а — зонарное строение монокристалльной пластинки, выявленное при облучении рентгеновскими лучами; б — зонарное строение той же пластинки, выявленное после однократного $\alpha \rightarrow \beta$ -превращения

Рис. 2. а — зонарное строение той же пластинки, выявленное при деформации кручения с небольшим моментом кручения; б — зонарное строение той же пластинки, выявленное при деформации кручения с большим моментом кручения

Рис. 3. а — морфологические элементы процесса двойникования (деталь рис. 2б); б — частичный возврат к исходной ориентировке после отжига той же пластинки

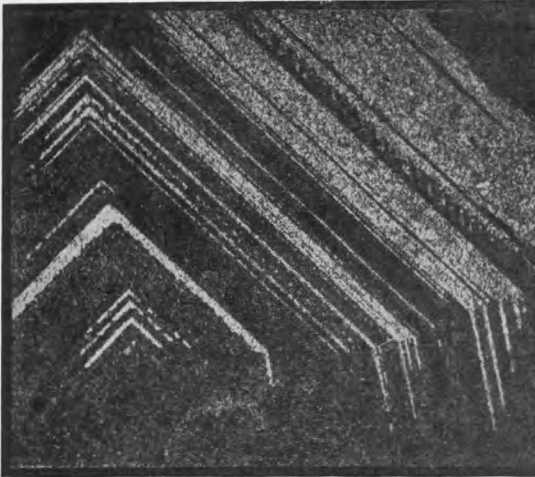


a

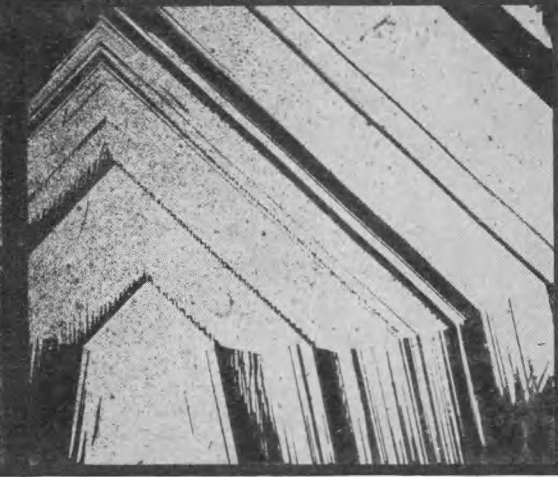


б

Рис. 1

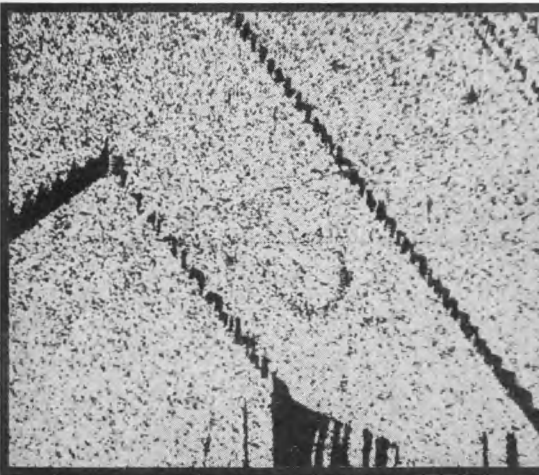


a

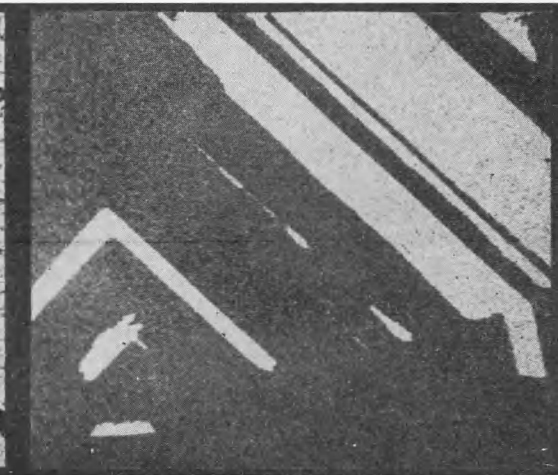


б

Рис. 2



a



б

Рис. 3