

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РОСТА НА ДЕФЕКТНОСТЬ КРИСТАЛЛОВ NaCl И LiF

А.И.Непомнящих, В.И.Шефер

К настоящему времени достигнуты немалые успехи в получении малодислокационных монокристаллов германия и кремния /1-3/. Значительно в меньшей степени изучены возможности улучшения структуры щелочно-галогидных кристаллов.

В настоящей работе исследовано влияние скорости роста на плотность дислокаций и накопления F-центров на первой стадии окрашивания в кристаллах NaCl и LiF.

Кристаллы выращивались методом Киропулоса на воздухе. Скорость вращения затравки 3 об/мин. Дислокации в кристаллах выявлялись методом избирательного травления. В качестве травителя для NaCl использовалась ледяная уксусная кислота, а для LiF использовался травитель, состоящий из 100 ч. 10% H₂O₂ и 0,4 ч. CP-4.*) Кристаллы NaCl и LiF травились в течение 10 минут. Подсчет ямок травления проводился на микроскопах МБИ-6 и ПМТ-3 в отраженном свете.

Накопление F-центров измерялось на спектрофотометре СФД-2. Кристаллы (толщиной 1мм) облучались на рентгеновском аппарате УРС-55А, трубка с молибденовым антикатодом, режим работы - напряжение 55кв при токе 10ма. Были выращены кристаллы NaCl со скоростями роста 2,3,4,5 мм/час и кристаллы LiF со скоростями 5,10,20,30,40 мм/час. Типичное распределение плотности дислокаций по длине кристалла представлено на рис.1. Как видно из рисунка, наибольшая плотность дислокаций отмечается у затравки. Это связано, по-видимому, с сильным термиче-*)

Состав травителя CP-4: 50ч. 68% HNO₃:30ч. 99,8% CH₃COOH:30ч. 48% HF; 0,6 ч. Br₂.

ским напряжением в момент затравливания кристалла. Затем за счет выхода дислокаций на поверхность плотность их уменьшается и остается по всей длине постоянной и лишь в конце немного увеличивается за счет механических напряжений в момент отрыва кристалла от расплава.

Термическое

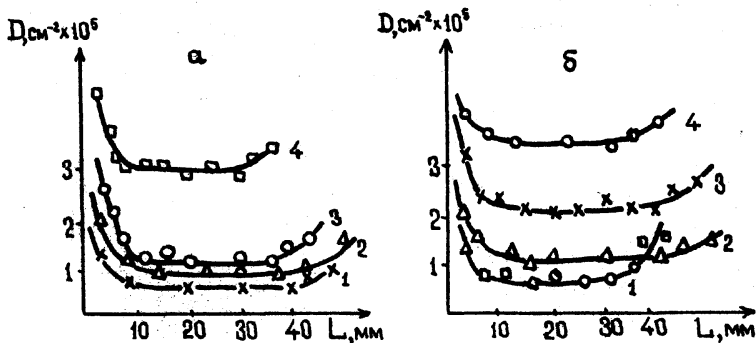


Рис.1. Распределение плотности дислокаций по длине кристалла:
 а) NaCl скорости роста 1-2 мм/час, 2-3 мм/час, 3-4 мм/час, 4-5 мм/час
 б) LiF скорости роста 1-5 мм/час, 2-10 мм/час, 3-20 мм/час, 4-40 мм/час.

Было замечено увеличение плотности дислокаций к периферийной части кристалла по сравнению с центральной. По-видимому, это связано с увеличением температурного градиента между центральной частью кристалла и периферийной.

Зависимость плотности дислокаций от скорости вытягивания представлена на рис.2.

Как видно из рисунка, плотность дислокаций для LiF изменяется почти линейно в зависимости от скорости вытягивания, для NaCl плотность дислокаций изменяется нелинейно.

Кроме того, изучалось влияние перетяжек на качество монокристаллов. Как и в работе /2/, перетяжки уменьшали плотность дислокаций. Было замечено, что плотность дислокаций в шейке

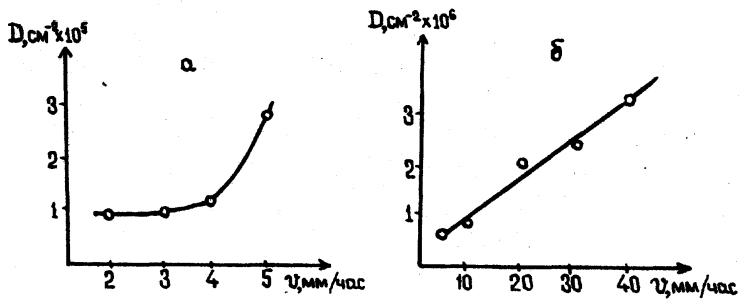


Рис. 2. Зависимость плотности дислокаций от скорости вытягивания кристаллов:

а) NaCl , б) LiF.

перетяжки меньше чем в широкой части кристалла до следующей перетяжки. Это вероятно, можно объяснить увеличением скорости роста при переходе от шейки перетяжки к широкой части за счет более быстрого опускания уровня расплава.

Радиационное окрашивание кристаллов является структурно - чувствительным свойством. По способности к окрашиванию кристаллов можно судить об их дефектности. В работах многих авторов показано, что окрашивание на первой стадии происходит в основном за счет заполнения имеющихся в кристалле дорадиационных точечных дефектов (вакансий и т.д.) /8/. Авторами работ /5,7/ исследовалось радиационное окрашивание нитевидных кристаллов, которые не содержали дислокаций, и макрокристаллов с большой плотностью дислокаций. Несмотря на такую большую разницу в дислокационной структуре, не было замечено различий в окрашивании кристаллов. Из этих данных следует, что на первой стадии окрашивания кристаллов дислокации не играют существенной роли.

Нами была изучена окрашиваемость кристаллов в зависимости от скорости выращивания. Для этого снимались спектры поглощения рентгенизированных кристаллов. Время облучения от 1 до 10 минут. На рис.3 приведены графики зависимости коэффициента поглощения в максимуме F-полосы от скорости роста кристалла. Видно, что скорость накопления F-центров увеличивается с увеличением скорости роста кристалла.

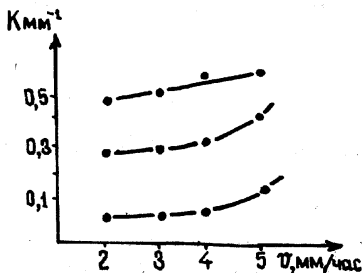


Рис.3. Зависимость коэффициента поглощения в максимуме F-полосы от скорости роста кристалла.

Время облучения: 1-1 мин.,
2-5 мин.,
3-10 мин.

Учитывая, что дислокации не играют существенной роли в окрашиваемости кристаллов, естественно сделать вывод, что изменение окрашиваемости кристаллов связано с изменением концентраций точечных дефектов. Таким образом, увеличение скорости роста кристаллов приводит к увеличению не только плотности дислокаций, но и точечных дефектов.

Исследовалось также изменение окрашиваемости кристаллов в зависимости от перетяжек. В областях кристалла, где уменьшается плотность дислокаций, уменьшается и скорость накопления F-центров на первой стадии окрашивания кристаллов. Аналогично с предыдущим можно сделать вывод, что перетяжки уменьшают концентрацию точечных дефектов.

Литература

1. Dash W.C.-Journ.Appl.Phys., 1959, 30, 459.
2. Пырегов Б.П., Аверьянов И.С., Мешин С.В., Краснов А.С. Неорганические материалы, т.IV, № 9, 1968.
3. Деш У., УЭН, 1960, № 3.
4. Альбаков А.А., Добрянский Г.Ф., Губанова В.А. Кристаллография, 1964, т.9, № 6.
5. Гольденберг С.У., Мелик-Гайказян И.Я. Физика твердого тела, 1964, № 6.
6. Гольденберг С.У., Малаев С.М. Изв.ВУЗов, сер. физич., 1968, т.I, № 7.
7. Гольденберг С.У., Мелик-Гайказян И.Я. Кристаллография, 1968, т.IЗ.
8. Луцкий Ч.Б., Роозе Н.С., Эланго М.А. Труды ИФА АН СССР, 1969, № 36.

THE INFLUENCE OF THE GROWTH CONDITIONS ON DEFECTS IN CRYSTALS OF NaCl AND LiF

A.I.Nepomnyashchikh, V.I.Shefer

The influence of growth rates and contractions on the density of dislocations and concentrations of exact defects in crystals of NaCl and LiF grown by Kyropulos method has been studied.

It is shown that the density of dislocations and exact defects in the crystals are increasing with the growth rate. The contractions decrease the density of dislocations and exact defects.