

СЛОИ РОСТА И СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА КАЛИЯ-ЛИТИЯ

А. Л. АЛЕКСАНДРОВСКИЙ, Л. М. КАЗАРЯН, П. Р. РУСЯН

Рассмотрено формирование доменной структуры в кристаллах ниобата калия-лития в зависимости от условий выращивания. Установлено, что в кристаллах, выращенных вдоль оси z , образуется упорядоченная по слоям роста доменная структура. В кристаллах, выращенных перпендикулярно оси z , обнаружено влияние градиента состава на формирование доменной структуры.

Сегнетоэлектрические кристаллы ниобата калия-лития (КЛН) выращивались из шихты состава $(K_2O)_{0,3}(Li_2O)_{0,7-x}(Nb_2O_5)_x$, где $0,44 \leq x \leq 0,46$ [1—3], состав кристаллов при этом изменялся в интервале $0,51 \leq x \leq 0,55$. Кристаллы КЛН выращивались методом Чохральского в платиновых тиглях, в печах с индукционным нагревом. Скорость вытягивания были составляла 0,7—1,0 мм/час, скорость вращения — 50—60 об/мин.

Для выращивания КЛН затравки соответствующей ориентации вырезались из материалов, изоструктурных КЛН, — ниобата бария-натрия (БНН) и ниобата бария-лития (БЛН). Такой выбор затравок позволил избежать выращивания кристаллов из сильно переохлажденных расплавов [4, 5]. В [6] для выращивания КЛН использовались затравки ниобата калия-висмута $(K_2BiNb_5O_{15})$. Выбор изоструктурной КЛН затравки с более высокой температурой плавления, по-видимому, был сделан из тех же соображений, что и в [4, 5].

Доменная структура кристаллов КЛН изучалась во взаимосвязи с полосами роста. Полосы роста — наиболее типичный дефект, встречающийся в кристаллах, выращенных из инконгруэнтных расплавов. Они связаны с нарушением стехиометрии в процессе выращивания. Независимо от природы образования проявление полос роста можно считать следствием локального изменения состава. К таким локальным изменениям может привести изменение мгновенной скорости роста, связанное в основном с флуктуациями температуры у фронта кристаллизации.

Известно [10], что слои роста повторяют форму фронта кристаллизации. Конфигурация доменов, в свою очередь, повторяет форму слоев роста [7, 8]. Общность форм доменов и слоев роста позволяет назвать такие домены доменами-слоями. Таким образом, по морфологии доменов-слоев можно судить о процессах роста практически на любой стадии выращивания кристаллов.

Доменная структура кристаллов КЛН изучалась модифицированным методом Мерца [7]. На рис. 1, 2 представлены микрофотографии домен-

ной структуры разных участков кристалла КЛН, полученные указанным методом. Основной мотив — полосчатая доменная структура, аналогичная структуре в кристаллах БНН [7, 8] и БЛН [4]. Эта структура претерпе-



Рис. 1.

Рис. 1. Доменная структура 0-градусного кристалла КЛН, выявленная модифицированным методом Мерца.

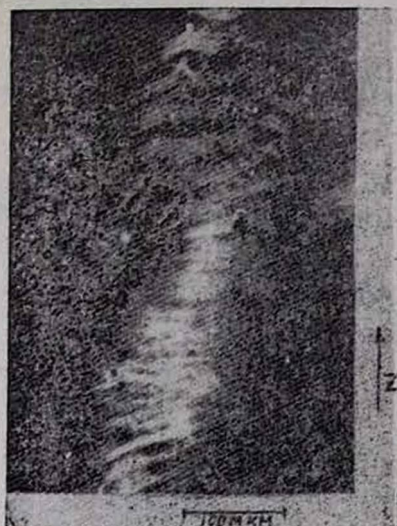


Рис. 2.

Рис. 2. Доменная структура кристалла КЛН, демонстрирующая нестабильность условий роста.

вает значительные искажения на ростовых дефектах, вытянутых вдоль направления роста.

Картина неоднородностей типа слоев роста показана на рис. 3. Сравнивая рис. 1 и 2 с рис. 3, можно отметить, что конфигурация доменов повторяет форму слоев роста и по их изменению действительно можно судить о процессах роста.

Форма доменов-слоев на рис. 2 демонстрирует нестабильность условий роста, когда поверхность раздела фаз претерпевает значительные искажения. На рис. 1 виден захват кристаллом газовых пузырьков, сопровождающийся (на фоне относительно плоской, устойчивой поверхности раздела фаз) «шлейфом», отличающим вытянутый вдоль направления роста участок с резко нарушенной поверхностью раздела фаз.

Большой интерес представляет доменная структура кристалла КЛН 90-градусной ориентации, поверхность раздела которого оформлена гранью (100). На рис. 4 показаны слои роста в этом кристалле и заметно, как ближе к середине були грань (100) переходит в другую грань с индексами (h0l). Рост гранью (100) сопровождается захватом газовых пузырьков, вытянутых в плоскости грани и явно примыкающих к ростовым слоям.

Участок доменной структуры, включающий в себя область излома на фронте кристаллизации, представлен на рис. 5. Примечательная особен-

ность доменной структуры кристалла 90-градусной ориентации — это исчезновение доменов-слоев на грани (100), несмотря на присутствие резко выраженных слоев роста. На некотором расстоянии от грани (h0l) просле-

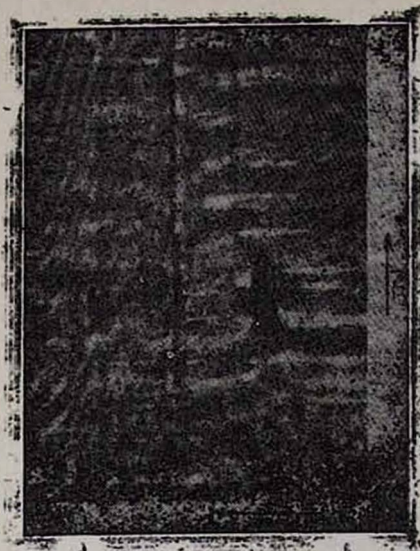


Рис. 3. Слои роста 0-градусного кристалла КЛН.

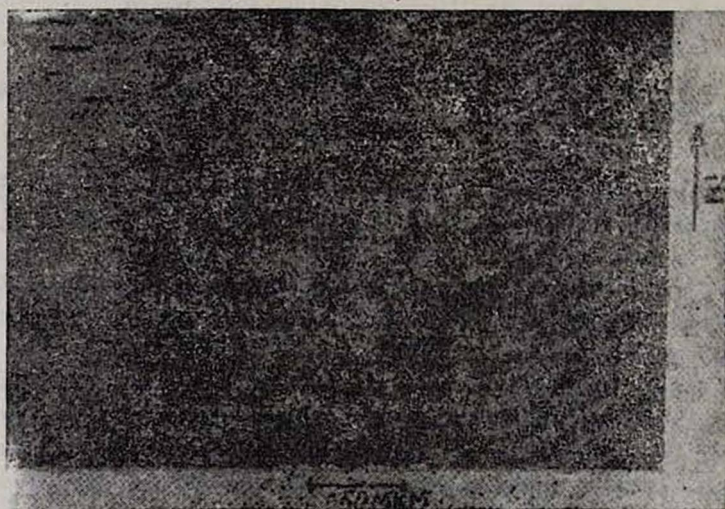


Рис. 4. Слои роста в кристаллах 90-градусной ориентации.

живаются тонкие домены, продолжающие домены-слои, но дальше, к середине грани (100), наблюдается полностью неупорядоченная по слоям роста доменная структура, состоящая из микродоменов. Этот факт подтверждает гипотезу о поляризующем действии градиента состава кристалла в слоях роста [8, 10], выдвинутую на основании исследования доменной структуры в кристаллах БНН и ниобата лития. Действительно, на грани (h0l) существует ненулевая проекция вектора $\text{grad}(\delta c)$ на полярную ось Z , где

δc —вариация состава в слоях роста. Поэтому в силу принципа симметрии Кюри вектор $\text{grad } (\delta c)$, рассматриваемый как воздействие, может вызвать поляризацию соответствующего участка кристалла.

На грани (100) $\text{grad } (\delta c)$ строго перпендикулярен оси z , поэтому принцип Кюри запрещает образование слоистой доменной структуры на этом участке кристалла. Вместо доменов-слоев в этом случае также, как и у кристаллов БНН, наблюдаются микродомены, вытянутые вдоль полярной оси.



Рис. 5. Доменная структура кристаллов КЛН 90-градусной ориентации.

Наличие микродоменов с поперечным размером около $1 \div 2$ мкм и длиной 5 мкм (в направлении оси z) было подтверждено экспериментами по генерации второй гармоники неодимового лазера в этом кристалле. При этом, как и для кристаллов БНН и БЛН с микродоменами [4, 7], наблюдалось диффузное рассеяние второй гармоники, исследование которого дало возможность оценить средние размеры микродоменов в кристаллах КЛН. Подобие доменных структур кристаллов КЛН, БЛН и БНН, первый из которых по данным ДТА имеет размытый фазовый переход, растянутый на $100\text{—}150^\circ\text{C}$, а у последнего фазовый переход сосредоточен в узкой температурной области ($\sim 1^\circ\text{C}$), свидетельствует о том, что механизм, отвечающий за образование доменных конфигураций, не связан с параметрами фазового перехода в указанных кристаллах.

Институт физических исследований
АН АрмССР

Поступила 18.II. 1981

ЛИТЕРАТУРА

1. B. A. Scott et al. Mater. Res. Bull., 5, 47 (1970).
2. T. Nagai, T. Ikeda. Jap. J. Appl. Phys., 12, 199 (1973).
3. Л. М. Казарян. Изв. АН АрмССР, Физика, 13, 241 (1978).
4. Л. М. Казарян и др. Препринт ИФИ 78-77, 1978.

5. Э. С. Вартамян и др. Кристаллография, 24, 652 (1979).
6. O. N. Adachi, A. Kawabata. Jap. J. Appl. Phys., 17, 1969 (1978).
7. А. Л. Александровский. Кандидатская диссертация, МГУ, 1977.
8. А. Л. Александровский, Ю. А. Москаев, М. И. Наумова. ФТТ, 17, 3197 (1975).
9. M. Tasson et al. Ferroelectrics, 13, 479 (1976).
10. К. Маризейн, А. Витт, Х. Гейтос. Проблемы роста кристаллов, Изд. Мир, 1968, стр. 251.

ԿԱԼԻՈՒՄ-ԼԻԹԻՈՒՄ ՆԻՈԲԱՏԻ ՍԵԳՆԵՏՈՒԼԵԿՏՐԻԿ ԴՈՄԵՆԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՃՄԱՆ ՇԵՐՏԵՐԸ

Ա. Լ. ԱԼԵՔՍԱՆԴՐՈՎՍԿԻ, Լ. Մ. ԿԱԶԱՐԻԱՆ, Պ. Ռ. ՌՈՍԻԱՆ

Փննարկված է կալիում-լիթիում նիոբատի բյուրեղներում դոմենային կառուցվածքը կախված անեցման պայմաններից: Բացահայտված է, որ Z առանցքի ուղղությամբ անեցված բյուրեղներում առաջանում է ըստ անեցման շերտերի կարգավորված դոմենային կառուցվածք: Z առանցքին ուղղահայաց ուղղությամբ անեցված բյուրեղներում հայտնաբերված է բաղադրության գրադիենտի ազդեցությունը դոմենային կառուցվածքի վրա:

GROWTH LAYERS AND FERROELECTRIC DOMAIN STRUCTURE IN POTASSIUM-LITHIUM NIOBATE CRYSTALS

A. L. ALEKSANDROVSKI, L. M. KAZARIAN, P. R. RUSIAN

The conditions of domain formation in lithium-potassium niobate (KLN) crystals are considered in dependence of the growth conditions. It is shown that in C-axis crystals the ordered domain structure is formed along the growth striations. The influence of compositional gradient on the formation of domain structure in A-axis crystals is observed.