

Эволюция доменной структуры при слиянии доменов в легированных MgO кристаллах ниобата лития

И.А. Кипенко, А.Р. Ахматханов, В.Я. Шур

Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет, 620000 Екатеринбург, Россия
e-mail: ilia_kipenko17@mail.ru

Монокристаллы ниобата лития являются одними из наиболее востребованных сегнетоэлектриков, благодаря уникальной комбинации пьезоэлектрических, электрооптических и нелинейно-оптических свойств [1]. Точный контроль доменной структуры за счёт использования методов доменной инженерии в данных кристаллах важен для создания устройств преобразования частоты лазерного излучения на основе фазового квази-синхронизма. На данный момент переключение поляризации и кинетика доменной структуры в конгруэнтном ниобате лития (CLN) достаточно хорошо изучены [2, 3]. Однако относительно низкая оптическая стойкость и высокие коэрцитивные поля кристаллов CLN, затрудняют создание нелинейно-оптических устройств. В данной работе проведено исследование эволюции доменной структуры в кристаллах CLN, легированных оксидом магния, обладающих большей оптической стойкостью и меньшими пороговыми полями [4].

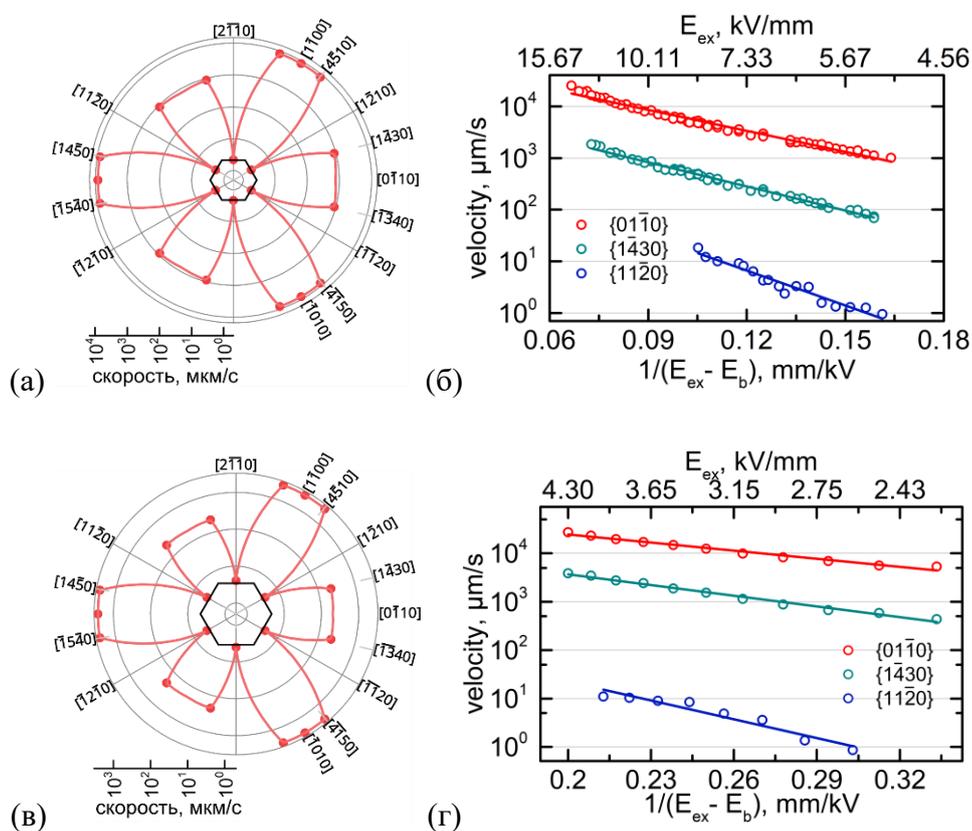


Рисунок 1. (а,в) Кинетические диаграммы Вульфа и (б,г) полевые зависимости скоростей доменных стенок в кристаллах: (а,б) MgOCLN и (в,г) MgOSLN.

В данной работе проведено *in situ* исследование эволюции доменной структуры в легированных MgO монокристаллах ниобата лития как стехиометрического (MgOSLN), так и конгруэнтного составов (MgOCLN) методом оптической микроскопии с одновременной регистрацией тока переключения. Установлено, что слияние доменов приводит к формированию и движению быстрых и сверхбыстрых доменных стенок, соответствующих импульсам Баркгаузена в токе переключения [5]. В широком диапазоне полей измерены скорости движения доменных стенок изолированных доменов, а также быстрых и сверхбыстрых доменных стенок. На основе проведённых измерений построены

кинетические диаграммы Вульфа (зависимости скорости доменных стенок от ориентации) (Рис. 1а,в).

Анализ кинетических карт переключения поляризации позволил выделить два новых типа доменных стенок, различающихся скоростями движения и направлениями. Эти стенки формируются при слиянии доменов. После слияния, аналогично процессам в CLN, образуется три типа неэквивалентных вогнутых углов: 60° угол, 120° угол, ориентированный вдоль Y^+ направления (120_{Y^+}), и 120° угол вдоль Y^- направления (120_{Y^-}). Показано, что в угле 120_{Y^-} формируются и движутся две быстрые доменные стенки, направление движения которых отклонено от Y^- кристаллографического направления на угол примерно 15° . В угле 120_{Y^+} формируется и движется дугообразная сверхбыстрая стенка, усредненное направление которой совпадает с Y^+ кристаллографическим направлением. В угле 60° формируются дугообразные сверхбыстрые стенки, эквивалентные половине дугообразной стенки в угле 120_{Y^+} .

Показано, что в MgOLN, как и в CLN, ток переключения состоит из большого числа импульсов Баркгаузена (ИБ), разделённых участками малого тока. Сравнительный анализ видеозаписи кинетики доменной структуры (кинетической карты) и тока переключения показал, что ИБ соответствуют движению короткоживущих быстрых и сверхбыстрых доменных стенок, сформированных в результате слияния доменов. На основе выявленных типов быстрых и сверхбыстрых доменных стенок проведена аппроксимация формы ИБ, которая позволила извлечь скорости быстрых и сверхбыстрых стенок. Стоит подчеркнуть, что такой метод определения скоростей стенок имеет большую точность в сравнении с точностью метода *in situ* визуализации из-за лучшего разрешения по времени системы регистрации тока (300 кГц для регистрации тока и 5 кГц для *in situ* оптической визуализации).

Измерены полевые зависимости скоростей быстрых и сверхбыстрых стенок в MgOCLN и MgOSLN. Показано, что полученные зависимости имеют активационный тип с полями смещения 1 кВ/мм для MgOCLN и 0,7 кВ/мм для MgOSLN (Рис. 1б,г).

В работе использовалось оборудование Уральского центра коллективного пользования «Современные Нанотехнологии» УрФУ. Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (грант 19-72-00083).

1. K.K. Wong, Properties of Lithium Niobate (INSPEC, The Institution of Electrical Engineers, London), 417 (2002)
2. A.A. Esin, A.R. Akhmatkhanov, V.Ya. Shur, *Applied Physics Letters* **114**, 192902 (2019)
3. A.R. Akhmatkhanov, I.A. Kipenko, A.A. Esin, V.Ya. Shur, *Applied Physics Letters* **117**, 022903 (2020)
4. Y. Furukawa, K. Kitamura, S. Takekawa, A. Miyamoto, M. Terao, N. Suda, *Applied Physics Letters* **77**, 2494 (2000)
5. I.A. Kipenko, A.R. Akhmatkhanov, A.A. Esin, V.Ya. Shur, *Ferroelectrics* **574**, 156 (2021).