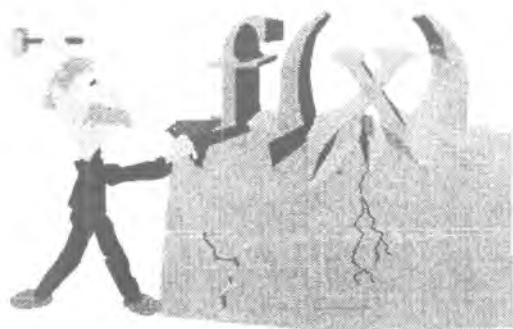


# АКТУАЛЬНЫЯ ПРАБЛЕМЫ

*фізікі,  
матэматыкі,  
інфарматыкі*



С целью расширения диапазона частот лазерного излучения использована генерация второй (кристалл  $\text{LiIO}_3$ ), третьей и четвертой (КДР) гармоник по внерезонаторной схеме преобразования.

Зависимость пиковой мощности излучения второй гармоники  $P_{\text{пик}}$  от частоты повторения импульсов  $f$  (рис. 3) имеет максимум в области 4–8 кГц. Максимальная средняя мощность на длине волны 0,53 мкм составляет 0,038 Вт. Коэффициент преобразования без дополнительной подфокусировки в кристалле ~ 1%.

Максимальная средняя мощность третьей (355 нм) и четвертой (266 нм) гармоник получена на частоте 5–7 кГц и составляет ~0,0001 Вт.

Зависимость  $P_{\text{ср}}$ ,  $P_{\text{пик}}$  и  $t$  от частоты следования импульсов

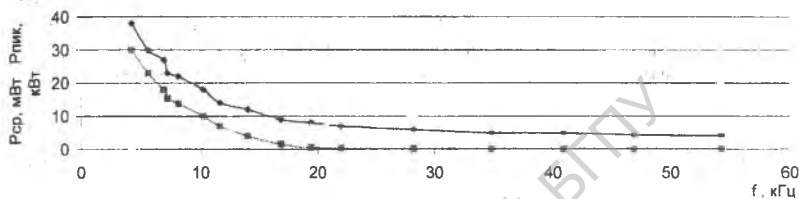


Рис. 3

Таким образом, в результате исследования пространственных, временных, частотных и энергетических характеристик оптимизирован режим работы лазера с заданной конфигурацией резонатора; с использованием нелинейных кристаллов расширен диапазон спектрального состава лазерного излучения. Не обнаружено принципиальных препятствий для использования данного лазера для работы в режиме пассивной синхронизации мод с получением импульсов пикосекундной длительности и дальнейшего исследования эффектов внутррезонаторного ВКР преобразования.

Т. В. Грязина, В. И. Януть

## ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕГИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛОВ TGS

Практическое использование сегнетоэлектрических кристаллов в различных областях современной диэлектроники обусловлено специфическими особенностями перестройки их структуры при внешних воздействиях. Все виды возможных воздействий, кроме механических (прямой пьезоэффект), при детальном рассмотрении сводятся к отклику структуры сегнетоэлектрика на внешнее электромагнитное поле, а в большинстве случаев — на его переменную электрическую составляющую. Поэтому изучение процессов динамики структуры любого, а нового в особенности, сегнетоэлектрического кристалла является необходимым как с точки зрения его практического использования, так и с целью изучения возможностей целенаправленного улучшения его сегнетоэлектрических характеристик.

Получение качественных модифицированных кристаллов на основе триглицинсульфата (TGS) с заранее прогнозируемыми характеристиками [1] невоз-

можно без знания влияния групп-модификаторов на их изменение, а следовательно, на процессы зарождения и последующей динамики структуры кристалла.

В отличие от линейных диэлектриков, реакция сегнетоэлектрического кристалла на воздействие поля является следствием перестройки его доменной структуры. В одноосных сегнетоэлектрических кристаллах, типичным среди которых является триглицинсульфат (TGS), возможно существование только антипараллельных доменов с противоположными направлениями суммарных векторов поляризации. Поэтому перестройка доменной структуры представляется в виде взаимосвязанных между собой процессов: процесса зарождения микродоменов (кластеров поляризации) и процесса их развития (прорастания через кристалл). Процесс изменения поляризации на противоположный (переполаризация) в таких кристаллах представляют как обратный процесс. Физическое моделирование процессов переполаризации таких кристаллов основано на использовании ряда методик, отличающихся между собой способами воздействия на их структуру и регистрации соответствующих параметров ее отклика на эти воздействия.

В данном исследовании изучены процессы зарождения и последующей динамики структуры модифицированных кристаллов дейтерированного триглицинсульфата (DTGS), полученных в результате частичного замещения его сульфатной и глициновой групп соответственно группами  $PO_4$  и L-валином (кристаллы LVDTGSP).

Выбор методики исследования [2] обусловлен тем, что в отличие от иных методик, основанных на использовании полей, изменяющихся по гармоническому закону, когда скорость изменения поля сравнима со скоростями отклика структуры кристалла, она позволяет моделировать поведение этой структуры в условиях квазистабильности внешнего электрического воздействия.

Суть методики заключается в том, что скорость подачи (снятия) электрического поля на кристалл во много раз превышает скорость отклика его структуры, а время нахождения кристалла в квазипостоянном поле и вне его несоизмеримо больше времени его включения и выключения. Это позволяет исследовать не только интегральные характеристики процесса переполаризации, но и судить о микроскопических процессах, связанных с зарождением кластеров поляризации.

Установка для исследований описана в [3]. Возможности установки позволили варьировать длительность импульсов напряжения, подаваемого на кристалл, в пределах от 10 мкс до 100 мс. Измерения проведены при длительности импульсов 10 мс, что во много раз больше полного времени переполаризации ( $t_s$ ). Частота следования импульсов составляла 500 Гц.

Как показали исследования, импульсы тока переполаризации кристаллов LVDTGS и LVDTGSP различаются как по параметрам так и по форме. Для кристаллов LVDTGS импульсы тока переключения в различных направлениях практически одинаковы, что свидетельствует о равноправности этих направлений, т. е. об отсутствии статического униполярности. У кристаллов LVDTGSP направления поляризации неравноправны. У них имеется внутреннее статическое поле. Импульс тока переключения в направлении естественной униполярности для них больше по амплитуде и меньше по времени, чем импульс тока при переключении в противоположном направлении. Импульс тока самопроизвольной деполаризации после переключения кристалла в направлении естественной униполярности меньше по

амплитуде и больше по времени, чем импульс деполяризации после переключения кристалла в противоположном направлении.

Типичные зависимости максимальной плотности тока переключения от напряженности внешнего поля  $j_{\max}(E)$  кристаллов LVDTGS и LVDTGSP также различны. Процессы переключения начинаются при достижении некоторого порогового поля  $E_n$ , величина которого для этих кристаллов неодинакова. Кристаллы LVDTGS легко переключаются, начиная со значений поля  $E_n \leq 0,7$  кВ/см, в то время как структура кристаллов LVDTGSP начинает реагировать на импульсные поля напряженностью  $E_n = (0,8 - 0,9)$  кВ/см в зависимости от температуры измерения. По мере увеличения напряженности поля значения  $j_{\max}$  возрастают, причем для кристаллов LVDTGS в большей степени, чем для кристаллов LVDTGSP. Вид графических зависимостей  $j_{\max}(E)$  исследованных кристаллов качественно совпадает с полевыми зависимостями обратной величины полного времени переполаризации  $1/t_s(E)$ . С увеличением поля величина  $1/t_s$  растет, причем при  $E = \text{const}$  значения  $1/t_s$  кристаллов LVDTGSP меньше, чем у кристаллов LVDTGS. С увеличением температуры измерения при постоянстве напряженности поля  $E$  значения  $j_{\max}$  и  $1/t_s$  увеличиваются.

Результаты исследования полевых зависимостей времени нарастания ( $t'$ ) импульса тока переключения, которое связывается с процессами зарождения кластеров поляризации, свидетельствуют о том, что эти зависимости аппроксимируются на экспоненциальную функцию. Для кристаллов LVDTGSP график этой зависимости смещен в область более сильных полей.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о значительном влиянии групп-модификаторов на процессы возникновения униполярности кристаллов и изменения их переполаризационных характеристик. Ход полевых зависимостей плотности тока и обратного времени переполаризации указывает на возможность интерпретации полученных результатов на основе модели, предложенной в работе [2]. Следует предположить, что процесс зародышеобразования в исследуемых кристаллах инициируется L-валином, а группа  $\text{PO}_4$  ответственна за статическую униполярность кристаллов. Молекула L-валина, очевидно, замещая одну из молекул глицина, сама является переполаризуемым диполем, в значительной степени активизирующим процессы зародышеобразования.

#### *Литература*

1. Цедрик М. С. Физические свойства кристаллов семейства триглицинсульфата в зависимости от условий выращивания. Мн., 1986.
2. Мерц В. Образование домена и движение доменной стенки в сегнетоэлектрическом монокристалле // Физика диэлектриков. М., 1960. С. 286–289.
3. Цедрик М. С., Заборовский Г. А., Янугъ В. И. Импульсная переполаризация высоколегированных кристаллов LATGS // Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики. Калинин, 1989. С. 21–27.