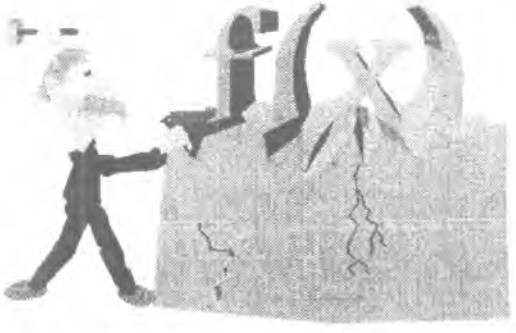
АКТУАЛЬНЫЯ ПРАБЛЕМЫ

фізікі, матэматыкі, інфарматыкі



РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

что для всех модифицированных кристаллов TGS отмечается гистерезис в зависимостях $\varepsilon(E_{\sim})$, который определяется и вводимой примесью, и температурой выращивания кристаллов.

В ходе зависимостей $\varepsilon(E_{\sim})$ образцов модифицированных кристаллов наблюдаются значительные различия и по пирамидам роста (001) и (110).

По значениям $\varepsilon_{нач}$, ε_{max}, $E_{\varepsilon max}$ рассчитана нелинейность исследованных кристаллов (табл.2). Исследования показали, что для всех кристаллов образцы из пирамиды роста (001) обладают меньшим коэффициентом нелинейности, т. е. в этой пирамиде кристаллы более «сегнетожесткие».

Наблюдаемые отличия в диэлектрических свойствах исследованных модифицированных кристаллов TGS связаны с изменением подвижности доменных стенок, которое достигается за счет введения в кристалл дефектов различной природы. Варьируя содержание различных примесей и изменяя температуру роста кристаллов можно получать кристаллы группы TGS с необходимыми сегнетоэлектрическими параметрами.

Е. И. Макарова, С. А. Василевский

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ TGS И ДТGS, ЛЕГИРОВАННЫХ L-ВАЛИНОМ

Современная техника непрерывно требует создания новых сегнетоэлектрических материалов, удовлетворяющих жестким физико-техническим требованиям. В связи с этим проблема получения сегнетоэлектриков с заранее заданными оптимальными характеристиками и исследования их физических свойств стала непременным и главным условием быстрого развития целого комплекса инженерно-физических исследований.

Среди сегнетоэлектриков важную роль играют кристаллы семейства триглицинсульфата (TGS). Они привлекают к себе внимание благодаря двум особенностям: близостью температуры фазового перехода к комнатной и возможностью выращивания больших, совершенных монокристаллов из водных растворов. В настоящее время TGS является одним из основных материалов для создания активных элементов пироэлектрических преобразователей.

Однако кристаллы TGS имеют ряд существенных недостатков, которые ограничивают их применение: наряду с высоким пиро-коэффициентом имеет место значительная его нестабильность, а также температурная деполяризация кристалла. Введение L-α-аланина улучшает стабильность, но при этом значительно увеличиваются внутренние поля, что затрудняет применение таких кристаллов.

Для использования кристаллов TGS применительно к задачам СВЧ-диапазона был выбран другой лиганд L-валин-$[(CH_3)_2CH.CH(NH_2)CO_2H]$, относящийся к той же группе аминокислот, что и L-α-аланин.

В работе исследованы диэлектрические свойства кристаллов TGS легированных L-валином — LVTGS, а также диэлектрические свойства дейтерированных

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

кристаллов LVTGS — LVDTGS. Дейтерирование кристаллов LVTGS должно расширить температурный диапазон выращенных кристаллов.

Монокристаллы LVTGS и LVDTGS были выращены из водных растворов при постоянных температурах роста (30° С) и пересыщениях с содержанием L-валина в растворе –10 моль %.

Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь проводилось с помощью цифрового моста Е 7–8 на частоте 1кГц. Образцы для исследований вырезались из пластин, сколотых из блоков, перпендикулярно к полярной оси и имели размеры ~5×5×0.5 мм. Электроды наносились индий-галиевой амальгамой.

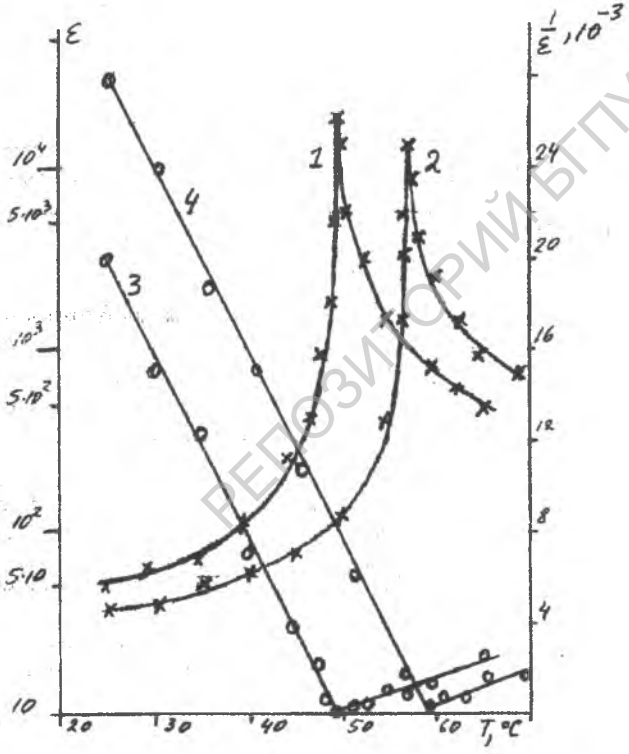


Рис.1. Зависимости ε(T) кристаллов LVTGS–1, VDTGS–2 и $\frac{1}{\varepsilon}$(T) LVTGS–3, LVDTGS–4

Как следует из полученных результатов, диэлектрическая проницаемость (ε) кристаллов LVTGS и LVDTGS обнаруживает резкую аномалию в области температуры Кюри. Температура фазового перехода, определенная по максимальному значению ε, равна 49,5° С для кристаллов LVTGS и 56,3° С для кристаллов LVDTGS (рис.1). Максимальное значение ε для кристаллов LVTGS составляет ~ $1{,}9\cdot10^4$, а для кристаллов LVDTGS ~ $1.3\cdot10^4$ (рис.1). В сегнетоэлектрической об-

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ласти, при температурах далеких от области фазового перехода с увеличением температуры фазового перехода, ε возрастает сравнительно медленно и только вблизи T_c ε начинает резко возрастать, как для кристаллов LVTGS, так и для кристаллов LVDTGS (рис1). Выше T_c диэлектрическая проницаемость кристаллов LVTGS и LVDTGS уменьшается с возрастанием температуры.

В параэлектрической области как для кристаллов LVTGS, так и для кристаллов LVDTGS выполняется закон Кюри–Вейсса. Наклон прямых $1/\varepsilon = f(T)$ практически одинаков как для кристаллов LVTGS, так и для кристаллов LVDTGS (рис.1). Средние значения постоянной Кюри–Вейсса составляют 2900–3300 для кристаллов LVTGS и LVDTGS. Отношение тангенсов углов наклонов прямых $1/\varepsilon = f(T)$ в сегнетоэлектрической фазе к наклону прямых в параэлектрической фазе для кристаллов LVDTGS равно примерно 3.0, что несколько ниже, чем у кристаллов LVTGS. Однако эти значения указывают на фазовый переход 2 рода у кристаллов LVTGS и LVDTGS.

Значения температуры фазового перехода и температуры Кюри–Вейсса позволили оценить степень дейтерирования кристаллов LVDTGS, которая составила ~80моль %.

Значительный интерес при изучении диэлектрических свойств представляет исследование характера изменения диэлектрических потерь.

Следует отметить, что у кристаллов LVDTGS значения tgδ во всем температурном интервале в сегнетофазе имеют значения приблизительно совпадающие со значениями tgδ для кристаллов LVTGS. Так для этих кристаллов значения tgδ при 30° С составляют $\sim 0.9 \cdot 10^{-2}$, в то время как для чистого TGS $\sim 2.5 \cdot 10^{-2}$.

Если у кристаллов TGS отмечается широкий размытый максимум в интервале температур 35°–45° С, то для кристаллов LVTGS и LVDTGS значения tgδ практически остаются постоянными до соответствующих температур фазового перехода. В параэлектрической области, вдали от температур фазового перехода значения tgδ для кристаллов TGS, LVTGS и LVDTGS не превышают значений $0.5 \cdot 10^{-2}$.

Проведенные экспериментальные исследования влияния дейтерирования и примеси L-валина на диэлектрические параметры кристаллов LVDTGS позволили сделать следующие выводы:

1. Введение L-валина (10 моль % в растворе) повышает максимальные значения диэлектрической проницаемости по сравнению с чистым TGS.
2. Дейтерирование кристаллов LVTGS смещает температуру фазового перехода в область ~56,3° С и уменьшает значения ε в области фазового перехода по сравнению с недейтерированными кристаллами.
3. Дейтерирование и введение в кристалл L-валина оказывают конкурирующее влияние на процесс формирования доменной структуры кристаллов LVDTGS, а, следовательно, и на все характеристики связанные с диэлектрическими и поляризационными свойствами кристалла.
4. Введение L-валина и дейтерирование кристаллов позволяет значительно расширить возможности применения кристаллов группы TGS в качестве пироприемников и модуляторов СВЧ-диапазона (рост T_c, увеличение ε_{max}, уменьшение пороговых полей).