

диффузии в этих слоях.

В основе метода резерфордовского обратного рассеяния (POP) лежат физические законы взаимодействия налетающей частицы и атома мишени: передача энергии и закон сохранения импульса при процессах упругих взаимодействий двух тел, в принципе – анализ энергетического спектра обратного рассеяния. Энергия обратно рассеянных частиц зависит от массы ядра, с которым произошло столкновение, благодаря чему метод позволяет производить анализ элементного состава вещества. Из-за энергетических потерь, испытываемых обратно рассеянными анализирующими частицами при прохождении слоя изучаемого вещества до и после рассеяния, метод является чувствительным и к глубине, на которой находятся атомы того или иного элемента. Обнаружение примеси, кроме разрешения по энергии, определяется количеством этой примеси и, следовательно, связано с величиной сигнала на энергетическом спектре обратного рассеяния, который непосредственно измеряется как выход обратно рассеянных ионов. что дает возможность судить о концентрации примеси. Чувствительность метода POP зависит от массы, порядкового номера и глубины залегания атомов определяемого элемента. Таким образом, особая чувствительность метода к тяжелым элементам позволяет экспериментально изучать малые концентрации легирующих элементов, масса которых выше массы атома матрицы. Условия отсутствия ядерных реакций и резонансов определяет верхний предел энергии ускоренных частиц в экспериментах вследствие чего, данный метод является не разрушающим, поэтому на одном и том же образце возможно проведение исследований с применением других методов. Недостатком метода является низкая чувствительность к легким элементам, что накладывает ограничения на его использование.

Таким образом, доступность высококачественной регистрационной аппаратуры и современной электронной техники, включая персональные компьютеры, а также ускорителей заряженных частиц и обуславливает развитие и освоение метода POP в настоящее время.

А. Н. Немцева, науч. рук. доц. С. А. Василевский

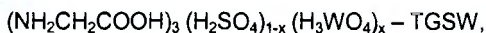
## **ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ TGS МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОСФОРОМ И ВОЛЬФРАМОМ**

Среди множества сегнетоэлектрических кристаллов особое место занимают кристаллы группы триглицинсульфата. Эти кристаллы не имеют равных аналогов по пьезоэлектрическим и нелинейно-оптическим параметрам. Однако, кристаллы TGS имеют ряд существенных недостатков, которые несколько ограничивают их применение: наряду с высоким пьезокоэффициентом имеет место его нестабильность, температурная деполяризация кристалла.

В связи с практическим применением кристаллов группы TGS в пьезоэлектрических приемниках ИК излучения возникает потребность целенаправленного изменения различных параметров кристаллов. Одним из направлений улучшения сегнетоэлектрических свойств кристаллов, рассматриваемого семейства является

приведение их в естественно униполярное состояние. Этот эффект может достигаться посредством легирования ионами металлов, а также частичным замещением глициновой группы на L- $\alpha$ -аланин. Вместе с тем, как следует из [1] тетраэдрические группы  $[\text{SO}_4]^{2-}$  кристаллов TGS являются инициирующими спонтанную поляризацию центрами, имеющими в сегнетофазе, отличные от нуля дипольные моменты. Следовательно, частичное замещение сульфатной группы  $[\text{SO}_4]^{2-}$  на ей изоморфные фосфатную  $[\text{PO}_4]^{3-}$  и вольфрамовую  $[\text{WO}_4]^{2-}$  должно оказывать существенное влияние на физические свойства модифицированных таким образом кристаллов TGS.

Нами выращены монокристаллы TGSP с частично замещенной сульфатной группой на фосфатную и кристаллы TGSW с частично замещенной сульфатной группой на вольфрамовую. Выращивание осуществлялось методом циркуляции при постоянной температуре роста ( $t_p = 35^\circ \text{C}$ ) из водных растворов, полученных в процессе синтеза соответствующих стехиометрическому соотношению химически чистых аминокислотной ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ), серной ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), ортофосфорной ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) и вольфрамовой ( $\text{H}_2\text{WO}_4$ ) кислот для получения систем:



где  $x = 0, 1, 0,3$  – степень замещенности сульфатной группы в растворе.

В работе изучены пьезоэлектрические и экзоземиссионные свойства кристаллов TGSP и TGSW. Эмиссия электронов измерялась в режиме линейного нагрева со скоростью  $\beta = 0,05 \text{ K} \cdot \text{с}^{-1}$ . Наблюдаемая плотность эмиссионного тока достигала  $\sim 10^3 \text{ A}/\text{см}^2$ , что на 2-3 порядка превышает плотности токов эмиссии у чистого TGS. Плотность эмиссионного тока у кристаллов TGSP большая, чем у кристаллов TGSW и убывает с увеличением степени замещенности сульфатной группы.

Пьезоэлектрические свойства выращенных кристаллов изучались импульсным динамическим методом. Определено влияние степени замещенности сульфатной группы на величину  $\gamma/\epsilon$  (критерий качества пироактивных материалов). Установлено, что все образцы кристаллов TGSP и TGSW проявляют пироактивность без предварительной подполяризации. Величина  $\gamma/\epsilon$  кристаллов TGSP больше, чем у кристаллов TGSW и уменьшается с увеличением степени замещенности сульфатной группы. Обнаружены корреляции свидетельствующие о функциональной связи плотности эмиссионного тока и критерием  $\gamma/\epsilon$ .

#### Литература

1. Берсукер И. Б., Вехтер Б. Г., Данильчук Г. С. и др. // ФТТ. 1969. Т.11. Вып. 9. С. 2452–2458.