

Популярность приобретают коммуникативные адаптивные системы телематики, которые подстраиваются под изменяющиеся параметры систем автомобиля, окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Телематика – новое слово в автомобильной электронике / [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://wireless-e.ru/articles/technologies/2010_02_47.php;

2. Телематические системы в автомобильной электронике / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/article/85>;

3. Телематика в автомобиле / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://711.ru/news/cards/20609-telematika-v-avtomobile-kak-ustroeno-zachem-nuzhno.html>;

4. Телематика / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>;

УДК 537.226,4:548.5

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ ТРИГЛИЦИЛСУЛЬФАТА

Учащиеся филиала группы 37В2б

*Анисимов Г.П., Магира Д.В., Мирковского. А.Д., Носа В.А.,
преподаватель Азарова С.В.*

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

Введение. Современная техника характеризуется в первую очередь ускоряющимся процессом развития электроники как науки, созданной без преобразования материально-технического обеспечения экономики. Развитие электроники в значительной мере обусловлено синтезом новых неорганических материалов, в первую очередь сегнетоэлектриков. Благодаря наличию в сегнетоэлектриках пьезоэлектрических, электрооптических и других свойств, сегнетоэлектрические материалы нашли широкое применение в лазерной и ИК-технике, гидроакустике, оптике, системе тепловидения, устройствах оперативной и долговременной памяти. Уже созданы и широко используются приборы и устройства для различных разделов радио-, оптико- и акустоэлектроники, превосходящие по ряду параметров полупроводниковые, вакуумные и другие аналоги. В качестве рабочих элементов таких приборов и устройств используются различные сегнетоэлектрики, в том числе и кристаллы группы триглицеринсульфата (TGS).

Несмотря на сложность кристаллической структуры, TGS – объект активного экспериментального и теоретического исследования, потому что, с

одной стороны такие кристаллы являются модельными для проверки как феноменологических, так и макроскопических теорий сегнетоэлектричества, с другой стороны, наиболее широко используются для создания приемников ИК-излучения, СВЧ-фазовращателей и т.д.

Однако, кристаллы TGS имеют ряд существенных недостатков: наряду с высокими пьезоэлектрическими характеристиками имеют место и нестабильность параметров, температурная деполяризация кристалла, ограниченный рабочий диапазон температур.

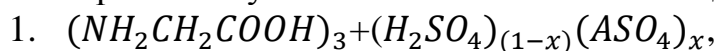
Направленное изменение условий выращивания кристаллов TGS приводит к появлению новых свойств, значительно повышающих их практическую ценность. Для более эффективного применения кристаллов TGS необходимо знать, как условие роста, вводимые модификаторы влияют на структуру (доменную и дефектную) кристаллов, что в свою очередь оказывает влияние и на все физические свойства кристаллов

Целью настоящего исследования является изучение влияния различных модификаторов (Ni, Li, K, Na, Cu, Mo, L- α -аланин) и условий роста на диэлектрические свойства кристаллов TGS.

Основная часть. Результаты исследований. Выращивание кристаллов из растворов. Приготовление образцов и методика исследований. Диэлектрические свойства модифицированных кристаллов TGS (слабые электрические поля).

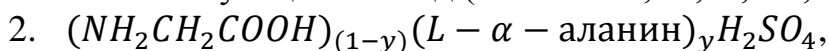
Исследуемые в данной работе модифицированные кристаллы были выращены в двухтермостатной установке при постоянных температурах роста t_p и перенасыщении растворов.

Выращивание кристаллов осуществлялось из растворов, полученных в процессе синтеза исходных компонентов: аминокислоты, серной кислоты, сернокислых солей металлов, L- α -аланина взятых в соответствующих стехиометрическом соотношении количествах для получения систем:



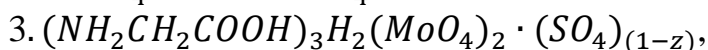
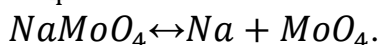
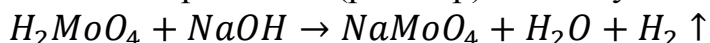
где x-содержание лиганда в растворе,

A-соответствующий лиганд (металл: Ni, Li, K, Na, Cu).



где y- содержание лиганда L- α -аланина в растворе.

Синтез указанных систем не требует специальных катализаторов химических реакций. Исключением являются кристаллы TGSMo с частично замещенной сульфатной группой SO_4 на молибденовую группу MoO_4 . Для получения кристаллов TGSMo, синтез растворов осуществляется при наличии катализатора NaOH (раствор) по следующей схеме:



где z – содержание MoO_4 в растворе.

Для изучения физических свойств модифицированных кристаллов была выбрана ортогональная кристаллографическая система для чистого TGS. Как

показали исследования, все полученные кристаллы имеют несовершенную спайность в направлении, перпендикулярном полярной оси.

Из наиболее развитых пирамид роста (001), (110), (111) вырезались блоки с учетом направления полярной (сегнетоэлектрической) оси. Образцы для исследований представляли собой пластинки размерами ~ 5 мм х 5 мм и толщиной $\sim 0,5$ мм, сколотые перпендикулярно полярной оси из соответствующих блоков. Electroды на образцы наносились In-Ga амальгамой.

При всех измерениях образцы исследуемых кристаллов крепились в специальных держателях и помещались в камеры с очищенным керосином. Собственная емкость каждой камеры не превышала (2-3) пФ. Для поддержания необходимой температуры образцов, при соответствующих измерениях, осуществлялось термостатирование с точностью регулирования температуры $\pm 0,01^\circ$.

Измерение диэлектрических характеристик (в слабых полях) модифицированных кристаллов TGS проводилось на многоцелевой установке, включающей цифровой мост E7-8, 20-канальной коммутатор каналов Я9-25 и транскриптор Ф523К согласованные между собой. Погрешность по измерению емкости составляла $\pm 0,01$ пФ, а по $tg\delta \approx \pm 1 \cdot 10^{-4}$.

Нелинейные свойства в сильных полях исследовались по протекаемому через образец переменному току.

Характер температурного изменения диэлектрических свойств модифицированных кристаллов показан на рисунок 1.

Для всех исследуемых кристаллов, диэлектрическая проницаемость ϵ обнаруживает резкую аномалию в области температуры фазового перехода вдоль полярной оси кристаллов. В сегнетоэлектрической области при температурах (20-45) $^\circ\text{C}$ далёких от точки фазового перехода для кристаллов TGS, легированных ионами Na^{2+} , Li^+ , с увеличением температуры ϵ возрастает сравнительно медленно. Для кристаллов, содержащих L- α -аланин, в этом температурном интервале происходит монотонное увеличение ϵ . Вблизи температуры фазового перехода происходит резкое увеличение значений ϵ . В параэлектрической области (выше температуры фазового перехода) диэлектрическая проницаемость медленно уменьшается с возрастанием температуры.

Как показали исследования, значения ϵ при 20 $^\circ\text{C}$, вблизи температуры фазового перехода и при 700C отличаются для различных модифицированных кристаллов (таблица 1) и зависят от вида примеси, пирамиды и температуры роста кристаллов.

Температура фазового перехода (T_c), определённая по максимальному значению ϵ составляет $T_c=(49\pm 0,1)$ $^\circ\text{C}$ для кристаллов, легированных ионами Na^{2+} , Li^+ .

Впоследствии было открыто и исследовано большое число сегнетоэлектриков. В том числе и триглицинсульфат (TGS).

Внесение сегнетоэлектрика в электрическое поле приводит к тому, что в части его доменов все диполи ориентируются вдоль линий напряженности. При плавном увеличении напряженности электрического поля происходит

поочередная ориентация одного домена за другим, таким образом, поляризация возрастает (эффект Баркгаузена). В достаточно сильном электрическом поле может быть завершена ориентация всех доменов. При уменьшении напряженности внешнего поля до нуля индуцированная поляризация в сегнетоэлектрике частично сохраняется из-за того, что многие домены сохраняют созданную электрическим полем ориентацию. Для устранения остаточной поляризации в сегнетоэлектрическом образце его необходимо поместить в электрическое поле противоположного направления. Величина напряженности этого необходимого для устранения остаточной поляризации, называется коэрцитивным полем. Для кристаллов TGS коэрцитивное поле достигает величины (200–300) В/см, но у некоторых образцов может принимать значения 90 В/см и 1000 В/см. Аномально большая диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектриков обусловлена возникновением в этих веществах в определенном интервале температур сильно выраженной самопроизвольной (спонтанной) поляризации. Даже в отсутствие внешнего поля отдельные участки сегнетоэлектрика оказываются поляризованными, но по различным направлениям. Поэтому в целом весь кристалл диэлектрика ведет себя так, как будто он вовсе не поляризован. Под действием электрического поля происходит изменение направления поляризации (изменение ориентации) отдельных, уже до этого полностью поляризованных участков сегнетоэлектрика.

Сегнетоэлектрические свойства сильно зависят от температуры. Для сегнетоэлектриков характерно наличие предельной температуры – точки Кюри, выше которой тепловое движение нарушает ориентацию диполей в домене, спонтанная поляризация исчезает и сегнетоэлектрик становится обычным диэлектриком. Точка Кюри для титаната бария близка к +120 °С, для кристаллов TGS точка Кюри около 49 °С. Переход через точку Кюри сопровождается резким изменением проницаемости. Это обусловлено тем, что при температуре Кюри происходит перестройка кристаллической структуры. Если подвергнуть образец сегнетоэлектрика одностороннему сжатию вдоль направления остаточной поляризации, то размеры образца и каждой элементарной ячейки в этом направлении уменьшаются. При этом уменьшаются расстояния между центрами отрицательных зарядов в каждой ячейке и остаточная поляризация образца в целом. В результате изменится разность потенциалов между гранями образца, перпендикулярными направлению действия силы. При растяжении образца остаточная поляризация и соответствующая ей поверхностная плотность зарядов на гранях увеличатся, что приведет к возникновению разности потенциалов противоположного знака.

Явление возникновения поляризационных зарядов при деформации называется прямым пьезоэлектрическим эффектом. Оно было открыто в 1880 г. братьями Пьером и Жаком Кюри на несегнетоэлектрическом материале – кварце.

Все сегнетоэлектрики являются пьезоэлектриками, но далеко не все пьезоэлектрики обладают сегнетоэлектрическими свойствами.

Существует и обратный пьезоэффект – деформация пьезоэлектрика при помещении его в электрическое поле. Обратный пьезоэффект объясняется тем, что при изменении направления электрического поля элементарные ячейки удлиняются или укорачиваются, а это приводит к макроскопической деформации образца. Прямой и обратный пьезоэффект широко применяется в практике для преобразования механических колебаний в электрические и электрических в механические. Сегнетоэлектрики используются для изготовления конденсаторов большой емкости, генераторов и приемников ультразвуковых волн и других радиотехнических устройств.

Выводы. Введение в раствор небольшого количества примесей Ni, Li, Mo, L- α -аланина приводит к некоторому улучшению диэлектрических параметров модифицированных кристаллов.

Введение небольшого количества примесей двойных солей Ni-Cu, K-Na, не приводит к заметному изменению параметров кристаллов TGS. При достаточно больших концентрациях таких солей отмечается уменьшение значений ϵ_{max} .

Кристаллы, выращенные в параэлектрической фазе с малым содержанием лигандов имеют более высокие значения диэлектрических параметров. Понижение температуры роста значительно уменьшает сегнетоэлектрические характеристики и приводит к значительному росту внутренних полей смещения.

Выбором режима роста, вида и концентрации вводимых примесей можно получать кристаллы группы TGS с определённым набором необходимых сегнетоэлектрических характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинова В.П., Сильвестрова И.М., Александров К.С. Кристаллография 2009. Т.4, вып.1. С.69-73.
2. Сильвестрова И.М. Кристаллография. 2001, вып.4. С.58-59.
3. Физика сегнетоэлектрических явлений / Смоленский Г.А. [и др.]. - Л. 1985. 396с.
4. Струков, Б.А., Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах / Б.А. Струков, А.П. Леванюк. - М. 1983. 240с.
5. Цедрик, М.С. Физические свойства кристаллов семейства триглицинсульфата / М.С. Цедрик. - Минск 1986. 216с.
6. Wieder. H.H., Parkenson C.R., J.Phys. and Chem. Sol.1994 V. 25, №2. P.241-245