



**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ: ЦЕЛИ, ДОСТИЖЕНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**PHYSICAL AND MATHEMATICAL
EDUCATION: GOALS, ACHIEVEMENTS
AND PROSPECTS**

Материалы Международной
научно-практической конференции

г. Минск, 10–13 мая 2017 г.

Materials of the International
Scientific and Practical Conference

Minsk, May 10–13, 2017

Министерство образования
Республики Беларусь

Ministry of Education
of the Republic of Belarus

Учреждение образования
«Белорусский государственный
педагогический университет
имени Максима Танка»

Belarusian State
Pedagogical University
named after Maxim Tank

**ФИЗИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ:
ЦЕЛИ, ДОСТИЖЕНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**PHYSICAL
AND MATHEMATICAL
EDUCATION:
GOALS, ACHIEVEMENTS
AND PROSPECTS**

*Материалы Международной
научно-практической конференции*
г. Минск, 10–13 мая 2017 г.

*Materials of the International
Scientific and Practical Conference*
Minsk, May 10–13, 2017

Минск
БГПУ
2017

Minsk
BSPU
2017

Таким образом, использование моделирующей программы Micro – Cap позволяет расширить и дополнить исследовательские задачи, не ограничиваясь предложенными изначально схемами лабораторного стенда. Подобная работа не может не отразиться на уровне обучения студентов, где они в первую очередь проявляют исследовательские способности, во вторую, у них возникает желание не только создавать схемы, но и их анализировать.

➤ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разевиг, В. Д. Система схемотехнического моделирования / В. Д. Разевиг. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 344 с.

УДК 548.55.001.5

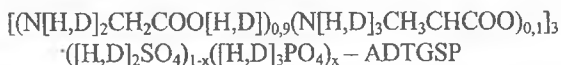
С. А. Василевский, В. Р. Соболев

Минск, БГПУ

ЭКЗОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ В ДЕЙТЕРИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛАХ TGS, МОДИФИЦИРОВАННЫХ L- α АЛАНИНОМ И ФОСФОРОМ

В современной технике важное место занимают устройства, функционирование которых обусловлено использованием отдельных или некоторой совокупности свойств, присущих сегнетоэлектрическим материалам. Сегнетоэлектрики, которые используются в устройствах различного назначения, должны обладать долговременной стабильностью свойств, используемых в этих устройствах. Разработка новых сегнетоэлектриков, стабилизация и улучшение параметров существующих сегнетоэлектриков требуют всестороннего изучения физических свойств этих материалов.

Для исследований были выращены кристаллы ADTGSP с частично замещенной сульфатной группой на фосфатную и глициновую на L – α аланин. Кристаллы выращивались при постоянных параметрах кристаллизации из водных растворов. Растворы для выращивания приготавливались путем синтеза в тяжелой воде (D₂O) соответствующих стехиометрическому соотношению количеств химически чистых аминокислотной, серной и ортофосфорной кислот и L – α аланина для получения системы:



где $x = 0,1; 0,3; 0,5$ – степень замещения сульфатной группы в растворе.

Спонтанная поляризация (P_s), определялась по петлям диэлектрического гистерезиса. Типичные зависимости $P_s(E)$ кристаллов ADTGSP представлены на рис. 1а.

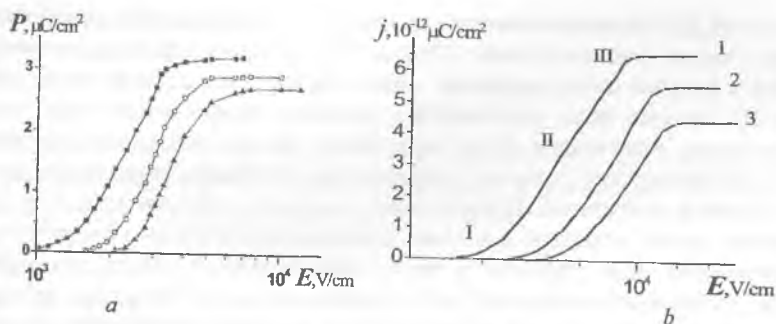


Рис. 1 Зависимости $P_s(E)$ – а и $j(E)$ – б кристаллов ADTGSP, выращенных при 35°C из растворов с 10 – 1, 30 – 2 и 50 мол.% H_3PO_4 – 3.

Направления поляризации неравноправны, на что указывает асимметрия петель и неодновременное насыщение. У всех исследованных кристаллов переполаризация начинается с некоторого порогового поля E_n , на что указывает отсутствие петель в полях $E < E_n$. С ростом поля величина переключаемой части поляризации увеличивается и достигает своего максимального значения P_s при некотором поле насыщения E_n . При дальнейшем росте поля P_s практически не изменяется.

Значения спонтанной поляризации P_s обнаруживают существенную зависимость от степени замещения сульфатной группы. Самые большие значения $P_s \sim 3,2 \text{ мкКл}/\text{см}^2$ имеют кристаллы, выращенные из растворов с 10 мол. % H_3PO_4 . С увеличением содержания H_3PO_4 в растворе значения P_s уменьшаются (рис. 1а).

Изучение экзоэлектронной эмиссии при переполаризации кристаллов ADTGSP в синусоидальном электрическом поле частотой 50 Гц проводилось одновременно с контролем процесса переключения по петлям диэлектрического гистерезиса, что позволило изучать явление переполаризации на свободной от электрода поверхности. Эмиссионный ток регистрировался с полярных Y-срезов. Результаты для образцов одного и того же состава устойчиво воспроизводились.

Типичные зависимости плотности эмиссионного тока от напряженности электрического поля представлены на рис. 1б.

Установлено, что эмиссия электронов начинается с некоторого порогового поля E_n , причем величина E_n сильно зависит от степени замещения сульфатной группы SO_4 на фосфатную PO_4 . При дальнейшем увеличении поля наблюдается увеличение плотности эмиссионного тока j , который при некотором значении поля E_n достигает своего максимального значения j_n .

Наблюдение петель диэлектрического гистерезиса одновременно со снятием

зависимостей $j(E)$ позволило выделить на кривых $j(E)$ три характерных участка (рис.1б). Участок I возникновения ЭЭ тока (определяется пороговым полем) совпадает с началом переполяризации – наблюдается ненасыщенная петля. На участке II с ростом поля увеличивается плотность эмиссионного тока, что сопровождается увеличением петли гистерезиса. Так как эксперимент проводился в изотермических условиях, поверхностная плотность переключенного заряда является константой. Наблюдаемое увеличение эмиссии может быть обусловлено ростом площади, с которой эмитируются электроны. Увеличение переключающего поля приводит к росту переключаемого объема и, следовательно, площади переключаемой части образца, как за счет роста количества переключаемых доменов, так и за счет их роста в течение полупериода цикла переключения. Участок III характеризуется насыщенной петлей диэлектрического гистерезиса, что и определяет насыщение эмиссионного тока.

Сравнивая зависимости $j(E)$ с зависимостями $P_s(E)$ (рис. 1а, б) можно отметить, что $j_n \sim P_s$. Полученные корреляции свидетельствуют о функциональной связи плотности эмиссионного тока и P_s .

Известно, что причиной возникновения экзоэмиссии является поле некомпенсированного заряда с поверхностной плотностью $\Delta\rho$.

Существующее вне кристалла поле E_a значительно деформирует потенциальный барьер, существующий на поверхности кристалла, что и обуславливает возможность туннельного выхода электронов в вакуум. Поле E_a в таком случае равно:

$$E_a = \frac{\Delta\rho}{\epsilon_0 \left(\epsilon \frac{a}{l} + 1 \right)} \quad (1)$$

где $\Delta\rho$ – поверхностная плотность заряда, ϵ – диэлектрическая проницаемость кристалла, a -зазор кристалл-детектор, l -толщина образца.

Поле E_a определяет экзоэмиссионную активность сегнетоэлектрика, которая характеризуется плотностью эмиссионного тока j с эмитирующей поверхности. При переполяризации плотность заряда на свободной поверхности переключающейся части кристалла численно равна удвоенной величине спонтанной поляризации

$$\Delta\rho = 2P_s \quad (2)$$

С учётом (2) из (1) получим:

$$E_a = \frac{2P_s}{\epsilon_0 \left(\epsilon \frac{a}{l} + 1 \right)} \quad (3)$$

Плотность эмиссионного тока j определяется величиной поля E_a .
Тогда, учитывая (3)

$$j = f(P_s) \quad (4)$$

Из (4) следует, что плотность эмиссионного тока при переполаризации кристаллов ADTGSP определяется величиной и поведением P_s , что хорошо согласуется с экспериментальными результатами.

УДК 37.026.9

С. У. Якавенка
Мінск, БДПУ

РАЗВІЦЦЁ ПАЗНАВАЛЬНАЙ САМАСТОЙНАСЦІ ВУЧНЯЎ ШЛЯХАМ ВЫКАРЫСТАННЯ ТВОРЧЫХ ЗАДАЧ

Істотным паскаральнікам фарміравання агульнавучэбных уманняў і спосабаў дзейнасці становіцца пераход да інфармацыйнага грамадства, калі кожны чалавек павінен пастаянна папаўняць свае веды, абнаўляць іх і самастойна асэнсоўваць. Найбольш прымальны шлях у гэтым кірунку заключаецца ў стварэнні ўмоў для развіцця інавацыйнага асяроддзя, у якім і павінны знаходзіцца вучні. Выхаванне патрэб у гэтым пачынаецца ў школе [1].

Пабудова сістэмы пазнавальных задач па фізіцы, увядзенне іх у вучэбны працэс дазваляюць арганізаваць кіраванне развіццём пазнавальнай самастойнасці вучняў. Пазнавальная самастойнасць – гэта такая інтэлектуальная якасць асобы, якая ўключае ў сябе ўменне самастойна прымяняць атрыманыя веды ў новай сітуацыі, творча выкарыстоўваць засвоеныя спосабы дзейнасці і ствараць новыя. Гэтыя кампаненты знаходзяцца ў цеснай сувязі паміж сабой, уяўляюць адзінае цэлае, кожны з іх з'яўляецца асновай і лагічным завяршэннем другога.

Пры рашэнні задачы вучню даводзіцца выкарыстоўваць цэлы спектр розных спосабаў дзейнасці [2]. Сюды адносяцца ўменні супастаўляць разнастайныя даныя ўмовы задачы, праводзіць адбор менавіта тых з іх, якія прыдатныя для дадзенага канкрэтнага выпадку, сачыць за логікай даследавання, пераносіць атрыманыя вынікі на больш агульныя выпадкі, ажыццяўляць доказ атрыманага рашэння і г.д. Усё гэта дасць станоўчыя вынікі толькі ў тым выпадку, калі алгарытм рашэння будзе падпарадкаваны пэўнаму парадку дзеянняў, якія вызначаюцца асноўнай праблемай задачы. Засвоеныя спосабы дзейнасці прадугледжваюць пэўную сістэму і менавіта ў рамках гэтай сістэмы становяцца сродкам дзейнасці па вырашэнні пастаўленай праблемы.

Наступным звяном у ланцугу сродкаў фарміравання пазнавальнай самастойнасці з'яўляецца творчая пошукавая дзейнасць, накіраваная на развіццё ўмення ствараць новыя спосабы рашэння задачы [3]. Такая дзейнасць прадуг-