



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,
ОКПО 02068574

Политехническая ул., 29, С.-Петербург, 195251
Телефон (812) 297-20-95, факс 552-60-80
E-mail: office@spbstu.ru

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского
политехнического университета
Петра Великого

В.В. Сергеев

« 14 » 2017

№ _____

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о диссертационной работе Т. А. Мерделиной на тему «Влияние процессов экранирования на диэлектрические свойства и температуру Кюри проводящих сегнетоэлектрических материалов», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Интерес к проводящим сегнетоэлектрикам связан с сосуществованием в этих веществах сегнетоэлектрических и полупроводниковых свойств. Наличие в кристалле внутреннего поля приводит к скоплению зарядов на доменных границах и других неоднородностях. Экранирование уменьшает свободную энергию и делает энергетически возможным монодоменизацию кристалла или изменение температуры Кюри. Накопление носителей заряда на границах зерен в сегнетоэлектрических композитах ведет к существенному увеличению эффективной диэлектрической проницаемости за счет Максвелл-Вагнеровской поляризации.

Исследования в данном направлении стимулируются возможностью широкого практического применения таких материалов в микро- и нанoeлектронике. Использование сегнетоэлектриков в многослойных

структурах, например, в контакте с полупроводниками, значительно расширяет их функциональные возможности, так как параметры подобных структур могут изменяться под воздействием электрического поля. К таким устройствам можно отнести сегнетоэлектрические туннельные диоды, сегнетоэлектрические полевые транзисторы, управляемые конденсаторы и различные датчики.

В связи с этим появляется необходимость исследования влияния процессов экранирования на диэлектрические свойства и температуру Кюри однородных и неоднородных сегнетоэлектрических материалов. В данной диссертационной работе в качестве объектов исследования выбраны: проводящие монокристаллы $\text{KNbO}_3(\text{Sm})$; гетероструктуры на основе пленок BaTiO_3 (n -типа) и кремниевых подложек (p -типа); проводящие композиты $(\text{KH}_2\text{PO}_4)_{1-x}/(\text{Pb}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}\text{Te})_x$; композиты на основе пористых металлических матриц с внедренными сегнетоэлектриками KNO_3 , NaNO_2 и TGS. Из выше изложенного следует, что **актуальность** темы диссертационной работы не вызывает сомнений. Она своевременна как с точки зрения фундаментальной, так и прикладной науки.

Целью представленной диссертационной работы является установление физических механизмов влияния свободных носителей заряда на диэлектрические свойства и температуру Кюри неоднородных сегнетоэлектрических структур.

Для достижения поставленной цели был решён ряд задач: исследованы температурные и частотные зависимости диэлектрических свойств проводящих монокристаллов KNbO_3 с разными концентрациями свободных носителей; исследованы линейные и нелинейные диэлектрические свойства пленок BaTiO_3 , полученных методом импульсно-лазерного осаждения на кремниевой подложке; изучено влияние $\text{Pb}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}\text{Te}$ на диэлектрические свойства композитов $(\text{KH}_2\text{PO}_4)_{1-x}/(\text{Pb}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}\text{Te})_x$; методом дифференциальной сканирующей калориметрии исследованы фазовые переходы для сегнетоэлектриков KNO_3 , NaNO_2 , TGS в порах металлических матриц.

Научная новизна. К новым и наиболее важным научным результатам, полученным в работе, можно отнести следующее.

1. Впервые методом генерации третьей гармоники исследованы нелинейные диэлектрические свойства проводящих пленок BaTiO_3 толщиной 70 нм на кремниевой подложке и определены температурные сдвиги фазовых переходов.
2. Изучено влияние $\text{Pb}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}\text{Te}$ на сегнетоэлектрические свойства композитов $(\text{KN}_2\text{PO}_4)_{1-x}/(\text{Pb}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}\text{Te})_x$ ($x = 0,2; 0,3; 0,4$) и обнаружен дополнительный механизм поляризации в сегнетоэлектрической фазе.
3. Применение метода дифференциальной сканирующей калориметрии позволило впервые исследовать фазовые переходы для сегнетоэлектриков в порах металлических матриц и обнаружить сдвиги T_c для KNO_3 и NaNO_2 .

Достоверность результатов диссертационной работы и обоснованность выводов определяется комплексным использованием современных экспериментальных методов, применением стандартной измерительной аппаратуры, использованием надежных теоретических методов и апробацией результатов.

Практическая значимость работы заключается в следующем. Автором показано, что для проводящих сегнетоэлектриков ниже температуры Кюри появляется дополнительный вклад в диэлектрическую проницаемость. Вклад свободных носителей заряда в диэлектрический отклик неоднородных сегнетоэлектрических материалов пропорционален спонтанной поляризации, концентрации свободных носителей и площади доменных границ или зерен в поликристаллических материалах и композитах. Влияние внешнего экранирования на температуру Кюри малых сегнетоэлектрических частиц тем сильнее, чем большей спонтанной поляризацией они обладают. Полученные Т.А. Мерединой результаты расширяют и уточняют представления о влиянии свободных носителей заряда на свойства неоднородных сегнетоэлектрических материалов, что является важным как в общефизическом плане, так и в плане конкретных приложений.

По работе имеются следующие **замечания**:

1. В представленной работе недостаточно подробно описаны методики приготовления исследуемых образцов, в частности непонятно, как отслеживалась степень заполнения пор проводящей танталовой матрицы.
2. Из текста диссертации неясно как метод нелинейной диэлектрической спектроскопии помогает повышать точность определения температур фазовых переходов.
3. Очевидно, что изменения в характере фазовых переходов в пленке BaTiO_3 на кремневой подложке обусловлены как процессами экранирования, так и влиянием самой подложки. Из текста диссертации остается неясным, почему автор считает, что из этих двух механизмов именно экранирование оказывает наиболее существенное влияние.
4. Автор не приводит значения погрешности определения электрофизических параметров исследованных образцов (см. табл. 3.2.1 и графики 3 главы).
5. В тексте диссертации имеются стилистические неточности и опечатки (см. стр. 64, 67, 68, 75 и др.)

Сделанные замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы. Результаты работы могут использоваться в научных исследованиях, проводимых в вузах и институтах РАН, а также в научно-исследовательских организациях, занимающихся исследованиями и разработками в области твердотельной микроэлектроники.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и п. 1, 5, 7 Паспорта специальностей ВАК для физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния. Основные результаты диссертации опубликованы в научной печати, неоднократно докладывались на конференциях и семинарах различного уровня и известны в кругу специалистов. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Работа выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-исследовательской работой, посвященной решению актуальной

физической проблемы, имеющей важное научно-техническое значение. Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Меределина Татьяна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Доклад Т. А. Меределиной по материалам кандидатской диссертации заслушан на семинаре кафедры физической электроники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, 195251, Политехническая, 29, II уч. корпус. Заведующий кафедрой д.ф.-м.н. Филимонов Алексей Владимирович, e-mail: filimonov@rphf.spbstu.ru, моб. тел.: +7(911)215-12-18; сайт: <http://phys-el.spbstu.ru/>

Отзыв на данную диссертационную работу заслушан, обсуждён и утверждён на заседании кафедры 22 февраля 2017 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой физической электроники,

д.ф.-м.н., доцент

А.В. Филимонов

Секретарь кафедры

Н.В. Дворецкая