

Министерство образования Республики Беларусь
УО «ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 621-03-021-261; 621-039-419; 620.22-419

№ госрегистрации 20111096

Инв. №

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

«РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ
ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ РАЗЛИЧНОГО
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ,

С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ И ИЗДЕЛИЙ

«ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

*по заданию «Материалы и технологические
процессы формирования функциональных слоев изделий
электронной техники»
(заключительный)*

Начальник ЦИС

Т.В. Гончарова

Руководитель темы

к.т.н., доцент

Т.В. Молодечкина

Новополоцк 2013

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы

доцент кафедры энергетики и электронной
техники Учреждения образования «Полоцкий
государственный университет», к.т.н., доцент

Т.В. Молодечкина (разделы 1-4)

Исполнители:

вед. науч. сотрудник, к.т.н., доцент

А.В. Васюков (разделы 2)

младший научный сотрудник

В.Н. Линник (разделы 2)

научный сотрудник,
магистр технических наук

М.О. Молодечкин (разделы 1-4)

Нормоконтролер

В.Ф. Кулеш

РЕФЕРАТ

Отчет 79 с., 27 рис., 6 табл., 45 источников, 1 прил.

ОКСИД, КЕРАМИКА, ОТЖИГ, ПОГЛОТИТЕЛЬ, ЭКРАН, ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ СЛОЙ

Объектом исследования являлись толсто пленочные и керамические образцы материалов на основе оксидов, пористые композиционные структуры.

Предметом исследования являлись:

- закономерности формирования керамических структур и покрытий;
- структурные, защитные и газочувствительные свойства сформированных покрытий и слоев.

Цель работы — установления общих принципов формирования покрытий с заданными физико-химическими свойствами

При решении поставленных задач использовали следующие методы:

- синтез золь исходных веществ (олова, никеля, меди);
- получение порошков диоксида титана различными методами, в том числе методом осаждения золь-гель раствора;
- изучение морфологии порошков и покрытий методом растровой электронной микроскопии;
- рентгенофазовые исследования;
- исследование газочувствительных характеристик оксидных слоев.

Разработана методика приготовления паст и золь для формирования покрытий различного функционального назначения (экраны и поглотители ЭМИ, чувствительные слои газовых сенсоров).

Исследованы характеристики поглотителей ЭМИ, изготовленных по различным вариантам техпроцесса (методом толсто пленочной технологии и прессованием исходных порошков).

Разработана конструкция поглотителя ЭМИ, оформлена заявка на полезную модель.

Изготовлены чувствительные элементы термокаталитических сенсоров. Исследованы газочувствительные свойства, установлена чувствительность к спирту, метану.

Изготовлены и исследованы пористые композиционные структуры на основе оксидов титана, олова, алюминия. Даны рекомендации по практическому применению.

Результаты работы внедрены в учебный процесс учреждения образования «Полоцкий государственный университет».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭКРАНИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ И КОМПОЗИТОВ.....	8
1.1 Обзор существующих экранов электромагнитного излучения.....	8
1.2 Особенности формирования и характеристики керамических экранирующих материалов, полученных методом прессования.....	13
1.2.1 Обзор способов получения исходных материалов и составления шихты.....	13
1.2.2 Анализ и особенности основных технологических операций изготовления керамических экранов методом прессования.....	16
1.2.3 Изготовление керамических образцов экранирующих материалов.....	20
1.2.4 Изучение влияния условий синтеза на свойства и характеристики керамических экранирующих материалов.....	23
1.2.5 Измерение экранирующих характеристик керамических материалов.....	30
1.3 Особенности формирования и характеристики многослойного поглотителя электромагнитного излучения, изготовленного методом трафаретной печати.....	34
1.4 Исследование влияния температуры на электромагнитные характеристики поглотителей.....	42
2 ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ.....	45
2.1 Особенности конструкции и методов формирования термокаталитических газовых сенсоров.....	45
2.2 Методики получения исходных веществ.....	47
2.2.1 Методика получения золя оловянной кислоты.....	47
2.2.2 Методика получения металлического никеля.....	48
2.2.3 Изготовление нагревателя чувствительного элемента.....	48
2.2.4 Измерение характеристик чувствительного элемента.....	50
3 ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУР.....	54
3.1 Обоснование выбора исходных компонентов и особенности формирования пористой керамики.....	54
3.2 Влияние особенностей операции спекания на свойства пористой керамики.....	56

3.3 Изготовление пористых композиционных структур.....	59
3.4 Выбор метода определения пористости керамики.....	60
3.5 Исследование свойств пористой керамики.....	61
4 РАЗРАБОТКА ТЕХПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ.....	66
4.1 Техпроцесс формирования экранирующих покрытий и поглотителей ЭМИ методом трафаретной печати.....	66
4.2 Техпроцесс формирования экранирующих покрытий и поглотителей ЭМИ методом прессования порошков.....	68
4.3 Техпроцесс формирования чувствительных элементов газовых сенсоров.....	70
4.4 Техпроцесс формирования пористых композиционных структур.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Акты о внедрении результатов НИР в учебный процесс.....	79

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Мырова Л.О. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям / Л.О. Мырова, А.З. Чепиженко. - 2-е изд., перераб., и доп. - М.: Радио и связь, 1988. – 296 с.
- 2 Поглотители электромагнитного излучения. Применение в вооруженных силах: монография / Т.В. Борботько, Н.В. Колбун, Л.М. Лыньков, И.С. Терех, А.В. Хижняк. – Минск: Бестпринт, 2006. – 228 с.
- 3 Шапиро Д.Н. Основы теории электромагнитного экранирования / Д.Н. Шапиро. – Л.: Энергия, 1975. – 112 с.
- 4 Лыньков Л.М., Богущ В.А., Колбун Н.В., Борботько Т.В., Украинец Е.А. Новые материалы для экранов электромагнитного излучения // Доклады БГУИР. — 2004. — Т.2, №5. — С.152–167.
- 5 Фок В.А. Проблемы дифракции и распространения электромагнитных волн / В.А. Фок. – М.: Радио и связь. – 1970.
- 6 Крылов В.А. Защита от электромагнитных излучений / В.А. Крылов, Т.В. Юченкова. М.: Сов. радио, 1972. - 139 с.
- 7 Тюхтин А.В. Рассеяние электромагнитных волн сплошными и сетчатыми экранами в движущихся средах / А.В. Тюхтин // Электромагнитные волны и электронные системы. 1999. Т.4. № 1. С. 35-39.
- 8 Rigid electromagnetic shielding structures for video display terminals / L.M. Lynkov, T.V. Borbotko, I.S. Therach, N.V. Kolbun // «Advanced display technologies»: proceedings of 13-th Symposium, Minsk. - Minsk, Belarus, 2004. - P. 251 -254.
- 9 Лыньков, Л.М. Ослабление импульсного электромагнитного излучения полиакрилонитрильными материалами с металлическими включениями / Л.М. Лыньков, В.А. Богущ, И.С. Терех // Сборник научных статей военной академии республики Беларусь. - Минск, 2006. - №10. – С. 63 - 65.
- 10 Поглотитель электромагнитных волн: пат. С2 МПК H01Q17/00 / Н.В Зайцева, Т.А Перлина. № 2002114205: Заявл. 30.05.2002; Опубл. 27.06.2004 // Описание изобретения к патенту российской федерации / Российское агентство по патентам и товарным знакам. – 2004. с.4.
- 11 Пат. 1119 Республика Беларусь, МПК Н 01Q 17/00. Поглотитель электромагнитного излучения / Лыньков Л.М., Борботько Т.В., Колбун Н.В. - УО

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. u20030142, заявл. 04.04.2003.

12 1. Пат. 5968854 США, МПК В32В 009/00. EMI shielding fabric and fabric articles made therefrom / Vladimir Akopian, Aleksander Chirkov (США); Electromagnetic Protection. № 943957; Заявл. 3.10.1997; Опубл. 19.10.1999; НПК 442/132.-10 с.

13 Alayli Y. Interfluence of the Microwave Conductivity of a Composite Material: Potential Applications in EMI Shielding and Absorbers / Alayli Y., Djouaher R // Measur. Sci. Technol. 1997. V. 8. № 9. P. 793-797.

14 Патент Российской Федераций 2215764, МПК6 Н 01Q 17/00, 1998.

15 Патент РФ №2155420 С1, МПК Н 01 Q 17/00. "Радиопоглощающее покрытие, способ получения и управления его свойствами и устройство для дистанционного измерения отражательных свойств покрытий на объектах в СВЧ-диапазоне радиоволн".

16 Окадзаки К. Пособие по электротехническим материалам/пер. с яп. Под ред. Л.Р. Зайонца.-М.: Энергия, 1979.-432 с., ил.

17 Богородицкий Н.П., Кальменс Н.В., Ротенберг Б.А. и др. Радиокерамика. М – Л.: Госэнергоиздат, 1963, 554 с.

18 Горелик С.С., Бабич Э.А., Летюк Л.М. Формирование микроструктуры и свойства ферритов в процессе рекристаллизации. – М.: Металлургия, 1984, 110с.

19 Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учеб. Для вузов. -2-е изд., перераб и доп. – М.: Высш. Шк., 1990. – 423 с.; ил.

20 Брэгг У.Л., Кларингбулл Г.Ф. Кристаллическая структура минералов.- М.: Мир, 1967.- 383 с.

21 Е.В. Трахимович, Е.В. Вейтко, М.О. Молодечкин. Получение и свойства керамических оксидных материалов // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. Промышленность. Информационные технологии. Машиностроение и материаловедение. Приборостроение. Химическая технология. Охрана труда – Новополоцк, 2013, - Выпуск 68, с. 153-156.

22 Б.А. Голдин, Ю.И. Рябков, Н.А. Секушин, Л.Ю. Назарова. Проблемы радиопрозрачности и радиопоглощения керамических и композиционных материалов со структурой корунда (сравнительный анализ) Известия Коми научного центра Ур ОРАН, Выпуск 3, Сыктывкар, 2010, с. 66-68.

23 С.В. Катаржевская, Е.В. Трахимович, М.О. Молодечкин Управление структурообразованием в керамике // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. Промышленность. Информационные технологии.

Машиностроение и материаловедение. Приборостроение. Химическая технология. Охрана труда – Новополоцк, 2011, - Выпуск 53, с. 110-112.

24 Лазарев В.Б., Красов В.Р., Шаплыгин И.С. Электропроводность окисных систем и пленочных структур. - М.: Наука, 1978.- 168с.

25 Брусенцов Ю.А., Минаев А.М. Основы физики и технологии оксидных полупроводников: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2002, 80с.

26 Зайцев А.Н. Измерения на сверхвысоких частотах и их метрологическое обеспечение: учеб. пособие / А.Н. Зайцев, П.А. Иващенко, А.В. Мыльников. – М.: Изд-во стандартов, 1989 г. 240 с.

27 Молодечкин М.О. Композитные экраны электромагнитного излучения // Материалы 16-го Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке».Сб. Материалов форума.- Харьков: ХНУРЭ. 2012. - Т.3, С. 189-190.

28 Б.А. Голдин, Ю.И. Рябков, Н.А. Секушин, Л.Ю. Назарова. Проблемы радиопрозрачности и радиопоглощения керамических и композиционных материалов со структурой корунда (сравнительный анализ) Известия Коми научного центра Ур ОРАН, Выпуск 3, Сыктывкар, 2010, С. 66-68.

29 Заявка на полезную модель, МПК Н 01Q 17/00. Поглотитель электромагнитного излучения / Богущ В.А., Молодечкин М.О., Молодечкина Т.В. - УО Полоцкий государственный университет. u20130562, заявл. 01.07.2013.

30 Таратын И.А., Хатько В.В. Особенности сенсорного отклика термokatалитических газовых сенсоров с различным нагревателем // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2011. – Т. 1, № 3. – С. 81 – 87.

31 Morrison, S. R. Selectivity in semiconductor gas sensors / S. R. Morrison // Sensor & Actuators. – 1987. – № 12. – P. 425–440.

32 Chou, J. Hazardous Gas Monitors: A Practical Guide to Selection, Operation and Applications / J. Chou // SciTech Publishing. – 2000. – P. 260.

33 Молодечкина Т.В., Васюков А.В, Таратын И.А., Молодечкин М.О. Легированные оксиды титана как основа для формирования чувствительных элементов газовых сенсоров // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2011. – Т. 1, № 3. – С. 81 – 87.

34 www.innovatsensor.com

35 Рембеза С.И., Просвирин Д.Б., Викин О.Г., Викин Г.А., Буслов В.А. Технологические особенности изготовления микроэлектронных датчиков газов // Альтернативная энергетика и экология. – 2003. - № 1. – С. 123-124.

36 Иванов В.В., Сидорак И.А., Шубин А.А., Денисова Л.Т. Получение порошков SnO₂ разложением термически нестабильных соединений // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 2 (2010 3) 189-213.

37 Адамян А.З., Адамян З.Н., Арутюнян В.М. Золь-гель технологии получения чувствительных к водороду тонких пленок // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» АЭЭ № 8 (40) (2006).

38 Васюков А.В., Молодечкина Т.В., Линник В.Н., Молодечкин М.О. Способ приготовления золь оловянной кислоты для формирования чувствительных элементов газовых сенсоров // Новые материалы и технологии НМТ -2012. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Москва, 20-22 ноября 2012 г. – М.: МАТИ, 2012. – С.258-259.

39 A.Borskaja, M.Molodechkin, A.Apanasenko TiO₂ powders of different polymorphic modifications as a basis for detecting elements of gas sensors // National and European dimension in research: materials of junion researcher's III conference. – Novopolotsk, 2011. - Part 1 p.159-161.

40 <http://ceramics-pottery.ru/article/143/>

41 Комоликов Ю.И. Технология керамических микро- и ультрафильтрационных мембран (обзор) / Ю.И.Комоликов, Л.Л.Благинина // Огнеупоры. – 2002. – № 5.– С. 20-28

42 Балкевич В. Л. Техническая керамика: Учеб. пособие для втузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 256с., ил.

43 Матренин С. В., Слосмас А. И. Техническая керамика: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. 75с.

44 Свирская С. Н. Пьезокерамическое материаловедение: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2009. 82с. – С. 61

45 ГОСТ 2409-95. Огнеупоры. Метод определения кажущейся плотности, открытой и общей пористости, водопоглощения. М.: Издательство стандартов, 2002.