

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 539.217.1

Калмыков

Евгений Юрьевич

Микроэлектронный газоанализатор на основе пористого карбида кремния.

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-41 80 03 Нанотехнологии и наноматериалы (в электронике)

Научный руководитель

Родионов Ю. А.

К.т.н., доцент кафедры МНЭ

Минск, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Для контроля технологических сред и безопасности производства, необходимы датчики различных неэлектрических величин и в том числе датчики состава газов. В настоящее время, для этих целей широко используются датчики на основе полупроводников. В качестве чувствительных элементов в таких датчиках используют окислы металлов, органические полупроводники, кремний. Особенно перспективными являются разработки на пористом кремнии, поскольку работа полупроводникового датчика тем эффективнее, чем больше развита поверхность кристалла. Недостатком таких датчиков является недостаточно высокий диапазон рабочих температур, их низкая селективность и стабильность. Поэтому, для высокотемпературной электроники перспективны разработки газочувствительных датчиков на основе пористого карбида кремния.

В настоящее время, имеется ограниченное число работ, посвященных их созданию. До настоящего времени крайне мало исследовано влияние морфологии пористого карбида кремния на его газочувствительность. Создание таких устройств актуально, так как позволяет решать комплексную задачу мониторинга атмосферы, контроль технологических сред и безопасности промышленного производства с использованием устройств экстремальной электроники.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований

Тема диссертационной работы соответствует подразделу 6.7 «Нанотехнологии, наноструктуры и наноматериалы в электронике, оптике, оптоэлектронике» приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2011 – 2015 гг., утверждённых Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 19 апреля 2010г., № 585. Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является разработка и исследование чувствительности к аммиаку сенсоров на основе пористого карбида кремния. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- 1 Оптимизировать технологию получения пористого карбида кремния при различных режимах анодирования.
- 2 Провести исследования чувствительности пористого слоя к аммиаку в зависимости от условий его получения.
- 3 Разработать технологический процесс формирования сенсора на основе пористого карбида кремния.

Личный вклад соискателя

В диссертационной работе изложены результаты, которые были получены автором самостоятельно и в соавторстве, при этом автор оптимизировал условия получения пористого слоя на карбиде кремния, отработал методику проведения быстрого термического отжига титана на пористом карбиде кремния в вакууме, для формирования контактов, исследовал полученные характеристики, сформировал структуры сенсоров и экспериментально исследовал их на чувствительность к аммиаку, осуществил обработку, анализ и обобщение полученных результатов.

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты диссертации обсуждались на 49-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск 2013г.

Опубликованность результатов диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано две статьи в сборниках материалов конференций.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка цитируемой литературы из 61 наименования.

Во введении обоснована актуальность темы.

В первой главе приведен обзор современных высокотемпературных датчиков газа, рассмотрен механизм газовой чувствительности полупроводников, показана перспективность использования пористого карбида кремния при создании газовых сенсоров.

Во второй главе рассмотрены оптимальные режимы получения пористого карбида кремния, проанализированы реакции SiC с компонентами электролита и определен механизм образования пор, исследована морфология пористого карбида кремния в зависимости от режимов его получения для создания газочувствительных структур.

Выбрана оптимальная технология получения пор на карбиде кремния, необходимая для изготовления газовых датчиков.

Показано, что в сильно легированных подложках, по сравнению со слабо легированными, формируется пористый слой с порами меньшего диаметра и объема, но с большей (в несколько раз) их концентрацией.

Дана термодинамическая оценка осуществимости парциальных анодных реакций карбида кремния с компонентами электролитов и предложен механизм образования пористого карбида кремния в растворах фтористоводородной кислоты.

В третьей главе представлены исследования газочувствительности пористого карбида кремния к парам аммиака. Разработан технологический процесс изготовления датчика газа на основе пористого карбида кремния.

Определена температура максимальной чувствительности пористого карбида кремния к парам аммиака. Установлено, что для образцов, полученных при больших плотностях тока анодирования температура максимальной чувствительности смещается в сторону более высоких температур. Разработаны основы технологических процессов формирования газочувствительного слоя на основе por-SiC. Предложен технологический маршрут создания сенсора чувствительного к аммиаку на основе пористого SiC.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведенной работы были получены следующие основные результаты:

1. На основе проведенного обобщенного анализа газовых датчиков, используемых для контроля технологических сред и безопасности промышленного производства, показана перспективность разработки для высокотемпературной электроники датчиков на основе пористого карбида кремния и структур пористый SiC.

2. Установлено, что диаметр пор в n-6H-SiC с концентрацией примеси $1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, необходимый для создания газочувствительного слоя при плотности тока анодирования от 20 до 140 mA/cm^2 , лежит в диапазоне 12-170 нм.

3. Разработана лабораторная технология изготовления датчиков на основе пористого SiC.

4. Определена температура максимальной чувствительности пористого карбида кремния к парам аммиака. Установлено, что для образцов, полученных при больших плотностях тока анодирования температура максимальной чувствительности смещается в сторону более высоких температур.

5. Предложена перспективная технология создания сенсора на основе пористого карбида кремния.

Список публикаций соискателя

- [1-А.] Калмыков Е. Ю. Микроэлектронный сенсор концентрации аммиака / Е.Ю. Калмыков Ю. А.Родионов // Физика конденсированного состояния: материалы 22-й международной научно-практической конференции аспирантов, магистрантов и студентов – Гродно, 2014 – С170.
- [2-А.] Калмыков Е. Ю. Микроэлектронный сенсор концентрации аммиака на основе пористого карбида кремния / Е.Ю. Калмыков Ю. А.Родионов // Тезисы 49-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск, 2013 – (отдано в печать)