

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

УДК 544.022.822

Гук
Андрей Феликсович

Оптические и электрофизические свойства пленок, сформированных золь-гель методом

АВТОРЕФЕРАТ

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

Научный руководитель

Гапоненко Николай Васильевич

Доктор физ.-мат. наук, профессор

Минск 2016

ВВЕДЕНИЕ

Развитие микро- и наноэлектроники во многом обусловлено динамичным ростом современных информационных технологий, которые требуют разработки все более емких и быстродействующих устройств для записи и хранения информации с возможностью перезаписи и энергонезависимости.

В течение последних двух десятилетий возрос интерес к формированию и изучению электрофизических свойств титаната стронция. Интерес к SrTiO_3 не ослабевает и в настоящее время благодаря активному использованию его в твердотельной электронике. Титанат стронция имеет кубическую решетку типа перовскита. Исследуются аномалии диэлектрических и пьезоэлектрических свойств в области структурных фазовых переходов и электрические свойства тонких пленок SrTiO_3 .

Титанат стронция применяют в технике СВЧ в качестве диэлектрических антенн, фазовращателей, параметрических усилителей. Разработка технологии формирования пленок титаната стронция представляет интерес для формирования пленочных структур электронной техники – конденсаторов, варисторов и мемристоров. Пленки титаната стронция формируют магнетронным распылением, лазерной абляцией, молекулярно-лучевой эпитаксией, золь-гель методом.

В данной диссертации исследовано формирование пленок титаната стронция золь-гель методом и изготовлены конденсаторные структуры на их основе. Золь-гель технология - один из способов получения наноматериалов, основанный на синтезе коллоидного раствора, с последующим образованием геля и пористого оксида, ксерогеля. Высокая диэлектрическая проницаемость и относительно низкий уровень диэлектрических потерь в широком диапазоне частот делают пленки SrTiO_3 перспективным материалом для создания мемристоров.

Известно, что пленки SrTiO_3 , близкие по структурным характеристикам к монокристаллу, проявляют и наилучшие электрофизические свойства, в частности, низкий уровень СВЧ потерь. Следовательно, исследования, направленные на получение монокристаллических пленок SrTiO_3 , оправданы и с точки зрения их СВЧ свойств. Таким образом, создание плоскопараллельных конденсаторных структур, не требующих высоких управляющих напряжений, на основе ориентированных пленок SrTiO_3 является актуальной и перспективной исследовательской задачей.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью данной магистерской диссертации является изучение пленок, сформированных золь-гель методом, а именно пленок титаната стронция, также исследование полученной конденсаторной структуры, на основе пленок титаната стронция.

Были поставлены следующие задачи:

1. Изучить формирование пленок золь-гель методом;
2. Изучить способы получения золь-гелей.
3. Исследовать оптические и электрофизические свойства пленок;
4. Исследовать электрофизические свойства конденсаторной структуры, сформированной на основе пленок титаната стронция.

В данной диссертации исследовано формирование пленок титаната стронция золь-гель методом и изготовлены конденсаторные структуры на их основе. Золь-гель технология - один из способов получения наноматериалов, основанный на синтезе коллоидного раствора, с последующим образованием геля и пористого оксида, ксерогеля. Высокая диэлектрическая проницаемость и относительно низкий уровень диэлектрических потерь в широком диапазоне частот делают пленки SrTiO_3 перспективным материалом для создания мемристоров.

Результаты исследования были опубликованы в следующей работе:

1. Сохраби, Х. А. Гапоненко, Н.В. Руденко, М.В. Гук, А.Ф. Завадский, С.М. Голосов, Д.А. Колосницын, Б.С. Колос, В.В. Петлицкий, А.Н. Турцевич, А.С. Синтез пленок титаната стронция и перспективы их применения в электронной технике / «Физика и техника полупроводников/ Semiconductors».

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Исследовано формирование пленок золь-гель методом.
2. Рассмотрены основные стадии золь-гель метода, сделаны выводы о недостатках данной технологии.
3. Рассмотрены свойства диоксида титана и титаната стронция.
4. Сформирована конденсаторная структура, на основе пленок титаната стронция
5. Исследованы электрофизические свойства, полученного конденсатора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над магистерской диссертацией для достижения поставленных целей выполнены следующие задачи: были сформированы пленки титаната стронция золь-гель методом, а также была получена конденсаторная структура на основе этих пленок.

Нами были синтезированы ксерогели SrTiO_3 из коллоидных растворов, затем эти золи наносились на подложки монокристаллического кремния и на структуру $\text{Pt/TiO}_2/\text{Si}$. После этого следовала окончательная высокотемпературная термообработка при температурах 500°C и 750°C в течение 30 мин.

Морфологический анализ пленок исследовался методом растровой электронной микроскопии, также были получены спектры рентгеновской дифракции. Дифрактограммы для пленок, были получены при температуре заключительной термообработки равной 750°C , т.к. при температуре равной 500°C пленки получаются аморфными.

Конденсаторная структура была сформирована на структуре $\text{Pt/TiO}_2/\text{Si}$. Толщина пленки ксерогеля титаната стронция составляла 430 нм. Результаты измерений показали, что для сформированной конденсаторной структуры среднее значение тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) составило 0.1, а среднее значение диэлектрической проницаемости $\epsilon = 190$.

Обнаружен фототок в диодных структурах SrTiO_3/Ni , причем наибольший фототок получен в пленке меньшей толщины и при прямом смещении при напряжении 12.5 В составляет 0.25 мА, а при обратном напряжении смещения -3 В ток 80 мкА.

Переход из высокоомного состояния в низкоомное осуществляется при достижении напряжения смещения на конденсаторной структуре кремний/диоксид титана/платина/титанат стронция/никель около 10 В для пленки титаната стронция толщиной около 300 нм

В диссертации раскрыты вопросы, связанные с получением пленок титаната стронция золь-гель методом и формированием на их основе конденсаторных структур. Раскрыта тема магистерской диссертации, достигнута поставленная цель, выполнены поставленные задачи.

СПИСОК ПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Сохраби, Х. А. Гапоненко, Н.В. Руденко, М.В. Гук, А.Ф. Завадский, С.М. Голосов, Д.А. Колосницын, Б.С. Колос, В.В. Петлицкий, А.Н. Турцевич, А.С. Синтез пленок титаната стронция и перспективы их применения в электронной технике / «Физика и техника полупроводников/ Semiconductors».

Библиотека БГУИР