



Конкурс для школьников «Гениальные мысли» Автореферат проекта призера III степени

Название работы – Получение наночастиц оксида висмута пиролизом аэрозолей и последующее исследование данных структур.

Автор – Сорвачев Вадим Андреевич, 11 класс, Муниципальный бюджетный лицей № 1 г. Орла.

Соавтор – Юхновец Маргарита Сергеевна, 10 класс, муниципальная бюджетная средняя общеобразовательная школа №50 г. Орла.

Руководитель – Хрипунов Юрий Вадимович, директор РМЦ ДОД, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики Орловского государственного университета имени И.С.Тургенева, г. Орел.

Основная идея работы, цели, задачи

Цель исследования:

На данном этапе целью нашего проекта является разработка технологий и получения наноструктур на основе висмута.

Задачи исследования:

1. Разработка способа синтеза наночастиц висмута.
2. Нанесение данных частиц на подложку.
3. Последующее изучение полученных структур при помощи оптического и зондового микроскопа.

Актуальность и новизна работы

Висмут — химический элемент с атомным номером 83. Висмут является полуметаллом, что обуславливает его применение в термоэлектричестве. Кроме того, висмут используют в качестве материала для создания полупроводниковых приборов для военной и гражданской техники.

Главной проблемой применения висмута в термоэлектричестве и повышении эффективности являются особенности его энергетической структуры. Повышение эффективности его термоэлектрических свойств, связывают с получением наноструктур, как самого полуметалла, так и его сплавов.

Данная работа направлена на разработку технологии получения наночастиц на основе висмута и исследование их геометрических характеристик.

Используя разработанную нами технологию получения данных структур возможно довольно быстро, по сравнению с уже существующими технологиями, получить результат. Так же приведенная нами технология позволяет нам наносить наночастицы на различные подложки, что в свою очередь дает возможность нам более детально изучить данные структуры, путем исследования взаимодействий подложки с полученными образцами.

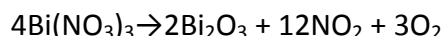
Основные результаты

Получение раствора

Для получения раствора нитрата висмута мы использовали порошок $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$. Данный порошок был растворен в дистиллированной воде. Для более быстрого протекания растворения были использованы концентрированная азотная кислота (HNO_3) в малых объемах, а так же ультразвуковая установка.

Получение наночастиц

Для получения наночастиц мы использовали способ термического разложения. Уравнение реакции приведено ниже:



В ходе работы водный раствор нитрата висмута (концентрацией 0,02 М) переводили с помощью компрессорного распылителя в состояние аэрозоля (диаметр капли 4 ± 1 мкм), который с газом-носителем воздухом (скорость потока ~ 0.25 м/с) переносится в цилиндрический кварцевый реактор (длина 210 мм, внутренний диаметр 25 мм), нагретый до постоянной температуры $750 \pm 2^\circ\text{C}$. В реакторе происходит термолиз и оседание продуктов реакции на подложку, в качестве которой выступал алюминий (А99) предварительно подготовленный по методике.



Рис.1



Рис.2



Рис.3

Исследование полученных структур

Контроль поверхности осуществлялся с помощью металлографического микроскопа АЛЬТАМИ МЕТ-1 М с увеличением в 400 и в 800 раз, а так же с помощью сканирующего зондового микроскопа СММ-2000 в атомно-силовом режиме, контактная мода.

Получены следующие снимки:

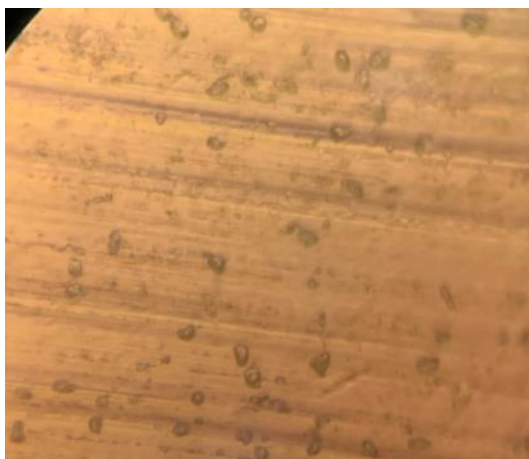


Рис.4

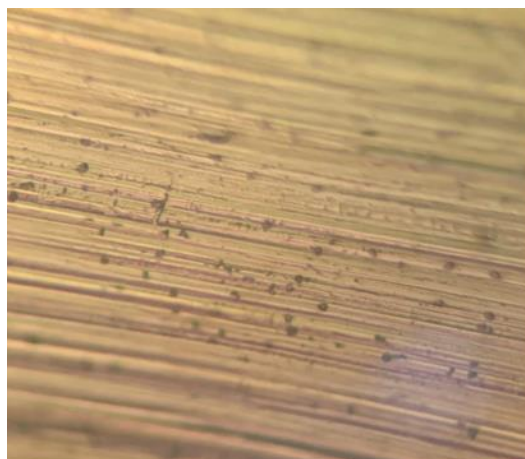


Рис.5

На изображениях, полученных с использованием металлографического микроскопа, можно обнаружить огромное количество глобул, предположительно являющихся напыленными структурами на основе висмута, а так же некие борозды, свойственные для поверхности алюминия.

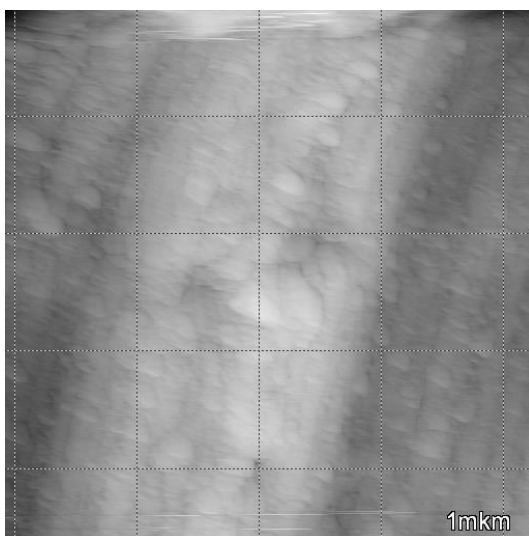


Рис.6



Рис.7

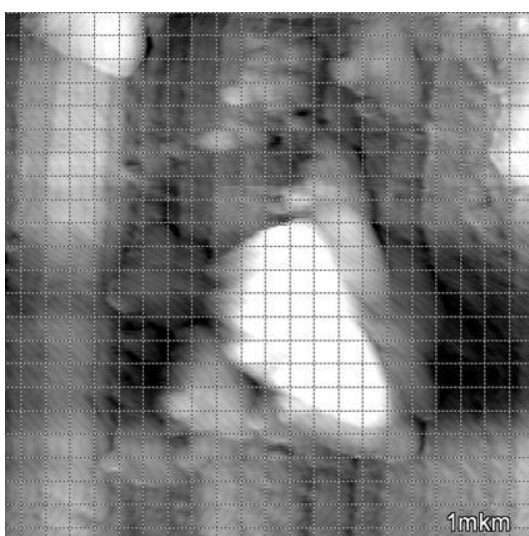


Рис.8

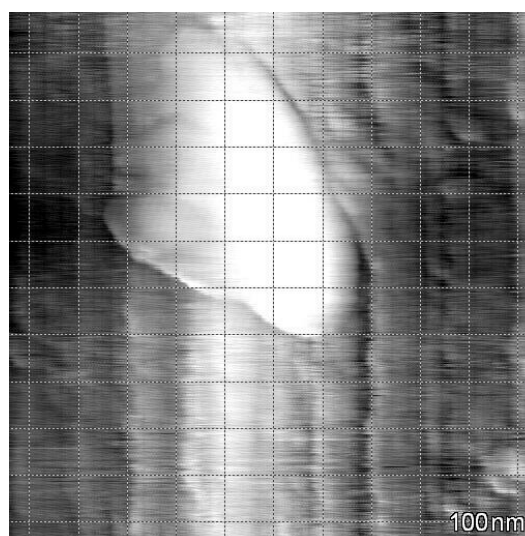


Рис.9

С помощью зондового микроскопа SMM-2000 нам удалось обнаружить крупные образования пирамидальной формы, схожей по геометрическим параметрам с кристаллической решеткой висмута. Используя программу Scan Master for SMM-2000, нам удалось измерить углы основания данных образований, которые равны примерно 60° .

Следовательно, данные частицы действительно представляют структуру на основе висмута.

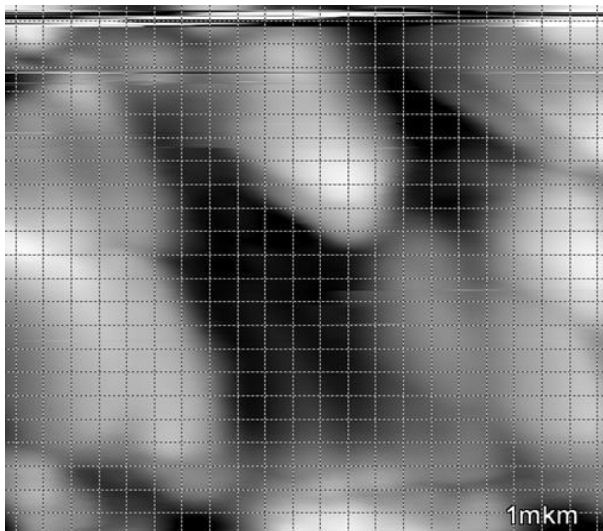


Рис.10

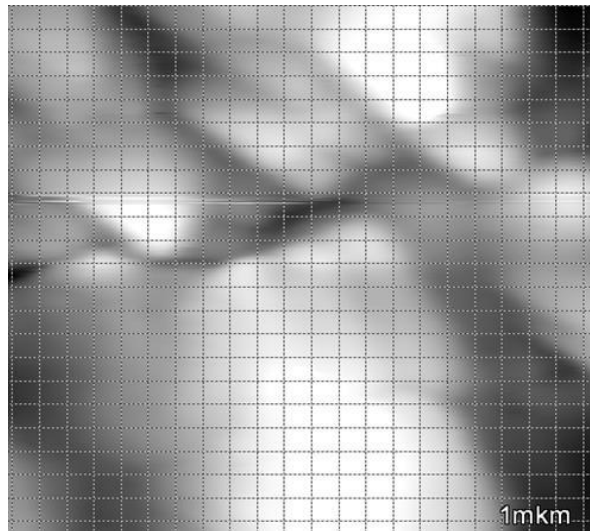


Рис.11

На данных изображениях частицы были получены путем термического осаждения на подложку покрытую алюмосиликатом. В предыдущем случае использовалась подложка из алюминия (А99), но в данном эксперименте подложка была заменена на алюминиевую пластинку с нанесенной на нее алюмосиликатной пленки. После получения показаний зондового микроскопа, было замечено что наночастицы висмута группируются вместе (наслаиваются друг на друга) образуя угол в 120° . Предположительно, данное явление вызвано абсорбцией подложки с нанесением алюмосиликата по отношению к чистой алюминиевой подложке.

При более детальном исследовании полученных наночастиц в программе Scan Master for SMM-2000 было выявлено, что данные структуры так же имеют углы в 60° при основаниях, что соответствует кристаллическим параметрам кристаллической решетки висмута.

Что бы лучше изучить полученные структуры, благодаря программе Scan Master for SMM-2000, мы смогли построить объемные проекции изображений зондового микроскопа.

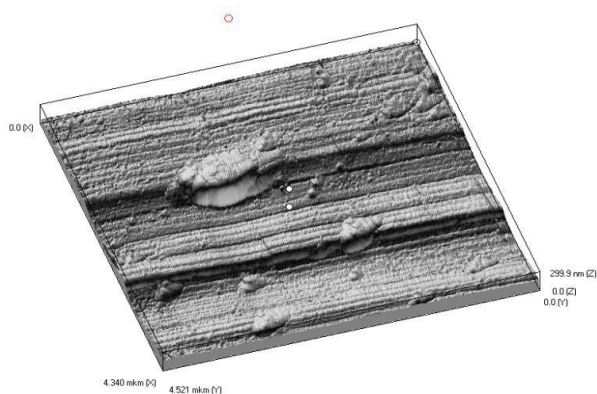


Рис.12

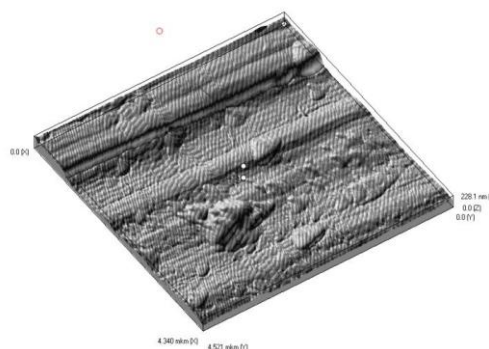


Рис.13

Выводы, заключение, перспективы

В результате, нами разработана технология получения микро и наночастиц на основе висмута на поверхности алюминиевой фольги. Геометрические параметры частиц соответствуют данным кристаллической решетки висмута. Дальнейшие исследования позволят уточнить и установить некоторые зависимости образования количества, размеров и параметров данных структур от параметров процесса их получения.

В перспективе на основе данных структур возможно создание более компактных и производительных элементов для охлаждения составляющих компьютеров и вычислительных устройств, за счет термоэлектрического эффекта. Так же одним из преимуществ элементов охлаждения на основе наночастиц висмута является возможность использования данных устройств без дополнительных обязательных составляющих, таких как вода или воздух.

Список цитированных источников

1. © Nesterov Dmitry 2007 http://nesterovdmitriy.narod.ru/03-Nauchnaya_Deyat/pharm_chem/bism_subnitr.htm
2. Синтез субмикрочастиц SrO и BaO методом термического разложения аэрозолей © 2018 А. И. Горшков, Е. Н. Грибанов, Э. Р. Оскотская
3. Сканирующая туннельная микроскопия многослойной полупроводниковой структуры А. М. Трояновский, В. С. Эделбман, М. С. Хайкин
4. Грабов В. М., Демидов Е. В., Камаров В. А., Климантов М. М., Сканирующая зондовая микроскопия поверхности кристаллов и пленок висмута.
5. Чиркин В. С. Теплофизические свойства материалов. — Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. — С. 187—192. — 356 с.
6. Юхин Ю. М., Михайлов Ю. И. Химия висмутовых соединений и материалов. — СО РАН, 2001. — С. 19—21. — 360 с.
7. Лидин Р.А. и др. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов. — 3-е изд., испр. — М.: Химия, 2000. — 480 с. — ISBN 5-7245-1163-0.