

НАПІВПРОВІДНИКОВІ ОКСИДНІ НАНОТРУБКИ

А. Ф. Дяденчук

Бердянський державний педагогічний університет, м.Бердянськ, Україна
djadenchukalena@rambler.ru

У даній роботі виготовлення масивів вбудованих нанотрубок оксиду цинку відбувалося в процесі відпалу поруватої поверхні ZnSe, отриманої методом електрохімічного травлення, в потоці атомарного кисню. Отримання нанотрубок здійснювалося в два етапи. На першому етапі отримували порувату поверхню ZnSe. На другому етапі, поруваті зразки відпалювали протягом 50 хв в потоці атомарного кисню при температурі 400 °С.

Ключові слова: електрохімічне травлення, відпал у потоці атомарного кисню, нанотрубки оксиду цинку.

УДК 539 (PACS 78.30Fs, 78.55m)

У даний час зусилля багатьох вчених усього світу спрямовані на вивчення напівпровідникових нано- і мікроелементів. Одним із важливих технологічних матеріалів є оксид цинку ZnO, що представляє інтерес в якості функціонального матеріалу для застосування в багатьох областях науки, техніки і медицини. З огляду на перспективність застосування даного з'єднання інтерес представляє розробка простих і ефективних методів його отримання.

Однак синтез оксидних нанониток ускладнений. Кількість використовуваних для цієї цілі методів вельми обмежена [1-2].

У даній роботі виготовлення масивів нанотрубок оксиду цинку відбувалося в процесі відпалу пористої поверхні ZnSe в потоці атомарного кисню.

Отримання нанотрубок здійснювалося в два етапи. На першому етапі отримували пористу поверхню ZnSe. На другому етапі пористі зразки відпалювали протягом 50 хвилин у потоці атомарного кисню при температурі 400 °С.

Порувата поверхня ZnSe була отримана методом електрохімічного травлення монокристалічного ZnSe n-типу провідності. В якості анода використовували зразки ZnSe, платина виконувала роль катоду. На зворотну сторону зразка в якості контакту напилювали цинк. Джерелом струму був блок живлення.

У роботі [3] нами описуються особливості отримання пористого шару на поверхні монокристалічного селеніду цинку n-типу. Дослідження морфології поверхні por-ZnSe отримані за допомогою скануючого електронного мікроскопа JSM-6490 показують, що пори розташовані в хаотичному порядку по всій поверхні зразка. У деяких ділянках

спостерігається скупчення масивних пор. Поперечний переріз поруватого шару має складну структуру, його товщина складає 10 мкм.

На другому етапі, пористі зразки відпалювали протягом 50 хв в потоці атомарного кисню при температурі 400 °С. Процеси відпалу відбувалися наступним чином.

Пористий ZnSe був завантажений у проточну систему. З одного боку у проточну систему подавали атомарний кисень, інший був підключений до турбомолекулярного насоса.

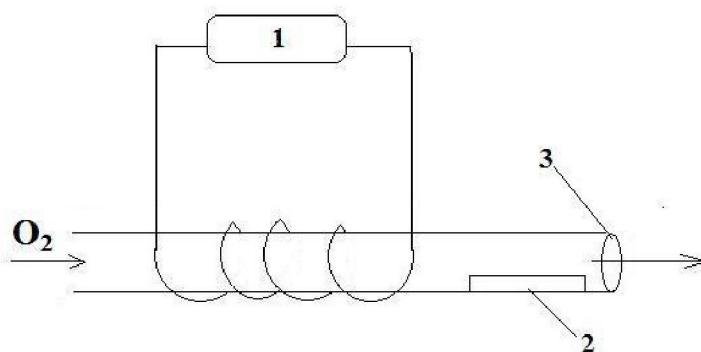


Рис. 1. Схема для проведення відпалу в кисні:
1 – генератор УВЧ, 2 – поруватий зразок, 3 – турбомолекулярний насос.

Після відпалу пориста поверхня зазнає значних змін.

Якщо на пористу плівку падає потік атомарного кисню, то на поверхні відбувається утворення оксиду цинку. При осадженні на поверхню ZnSe атомів О однією з важливих проблем є заміщення атомів Se атомами О, що призводить до формування тонкого шару ZnO на поверхні ZnSe.

Процес анодування призводить до утворення квантових ниток з діаметрами від декількох одиниць до сотень нанометрів. Змінюючи умови анодування можна отримати не тільки систему ниток, але і менш регулярну систему структуру типу корала або губки. Після анодування проводиться відпал отриманого пористого шару в потоці атомарного кисню для отримання вбудованих нанотрубок ZnO. У результаті окислення відбувається зменшення поперечних розмірів ниток ZnSe при збереженні їх механічної міцності (за рахунок перетворення поверхневого шару нитки в окисел) і низькій швидкості поверхневої рекомбінації.

За результатами скануючої електронної мікроскопії встановлено, що всі квантові нитки утворюють пористу структуру. На мікрофотографіях чітко видно структури, що складаються з квантових ниток з розмірами порядку десятків нанометрів.

Моделлю отриманих нанотрубок є циліндричний шар простору нескінченної довжини з внутрішнім радіусом a і зовнішнім b .

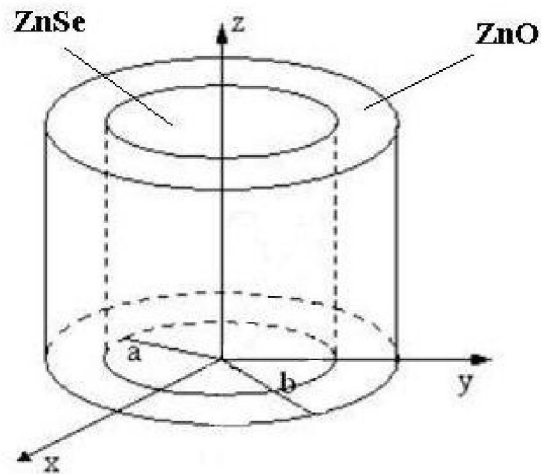


Рис. 2. Фрагмент структури моделі.

Дані нанотрубки - модель квантового дроту. Взаємодія між електронами провідності ZnSe і оточуючим їх каркасом з нанотрубки ZnO моделюється двовимірною циліндричною прямокутною ямою з нескінченно високими стінками. Завдання визначення стаціонарних станів руху електрона зводиться до вирішення рівняння Шредінгера.

Література

1. Дьячков П. Н. *Углеродные нанотрубки : строение, свойства, применения* / П. Н. Дьячков. – М. : Бинوم, 2006. - 293 с.
2. Лозовик Ю. Е. *Свойства и нанотехнологические применения нанотрубок* / Ю. Е. Лозовик, А. М. Попов // УФН, т. 177, № 7. - 2007. - С. 786-799.
3. Дяденчук А. Ф. *Получение пористого ZnSe методом электрохимического травления* / А. Ф. Дяденчук, В. В. Кидалов // ЖНЕФ, т. 5, № 3. – 2013. – С. 03033(3сс).