

СИНТЕЗ ТОНКИХ ПЛІВОК CdS МЕТОДАМИ ГІДРОХІМІЧНОГО ОСАДЖЕННЯ

Т. О. Петрова^{1, a}, А. В. Гільчук¹, Ю. Ю. Бачеріков², А. Г. Жук²

¹Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Фізико-технічний інститут

²Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

Анотація

У даній роботі наведено результати експериментального дослідження впливу початкових реагентів та процесу виготовлення тонких плівок CdS на скляній підкладці методом гідрохімічного синтезу на їхню провідність. Аналіз експерименту дозволив виявити, що за однакових оточуючих умов плівка з найбільшою провідністю була отримана з використанням простих водних розчинів, що містять сульфат кадмію, як джерела кадмію, і тіомочевину як джерело сірки та гідроксид амонію як комплексний агент. Перспективою даного дослідження є провення експериментів з контролем кристалічної структури плівки методом рентгеноструктурного аналізу і її складу методом рентгеноспектрального аналізу.

Ключові слова: CdS, гідрохімічне осадження

1. Вступ

Тонкоплівкові сонячні елементи на основі CZTS стають все більш поширеними і затребуваними як на виробництвах, так і в особитому використанні. Це пояснюється рядом їхніх переваг: гнучкість, мала товщина, ударостійкість, невелика собівартість та стабільність вихідної потужності.

Більшість тонкоплівкових сонячних елементів мають будову, схема якої представлена на Рис. 1. На скляну підкладку наносять шар оксиду олова індію ITO. CZTS та CdS виступають в якості основного поглинаючого шару (тип p) та буферного шару (тип n) відповідно. Легований алюмінієм ZnO використовується для зниження послідовного опору елемента.[5]

Найважливішим етапом створення сонячного елемента, будову якого описано вище, є отримання електропровідної плівки CdS та дослідження її властивостей. У роботі досліджена електропровідність плівок, проте для більш детального аналізу отриманого результату необхідно продовжити експерименти з контролем кристалічної структури плівки методом рентгеноструктурного аналізу і її складу методом рентгеноспектрального аналізу.

CdS став важливим з'єднанням через його виняткові оптоелектронні властивості у видимому діапазоні. Це відкриває великий потенціал для виготовлення сонячних елементів, фотодетекторів, світлодіодів, нанодатчиків, біомедичних пристроїв візуалізації та інших оптоелектронних пристроїв.

Електричні і оптичні властивості тонких плівок CdS дуже чутливі до умов і техніки, яка використовується. Отже вивчення властивостей CdS

^atetiana.petrovaa@gmail.com

по відношенню до різних методик осадження, а також умов навколишнього середовища є важливим питанням. [3]

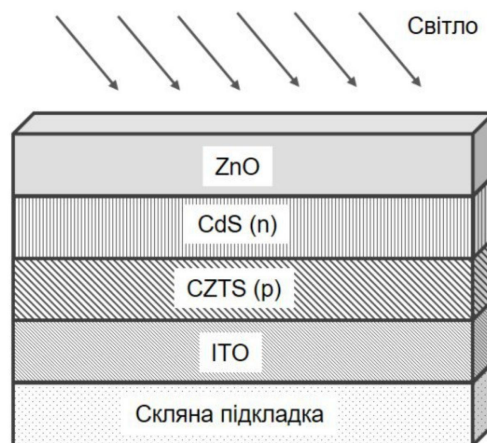


Рис. 1. Схема розташування складників тонкоплівкового сонячного елемента на основі CZTS

2. Подробиці експерименту

Тонкі плівки CdS були отримані шляхом гідрохімічного осадження, схема якого представлена на Рис.2. Осадження плівок проводилось на попередньо знежирені скляні підкладки розміром 75 × 25 мм. Підкладки ретельно протирають содою, промивають водою та проводять травлення поверхні з метою збільшення адгезії плівки.

Після завершення підготовчого етапу, підкладки окунають у розчин, який знаходиться на нагріва-

чі, що забезпечує підтримку однакової температури протягом усього процесу.

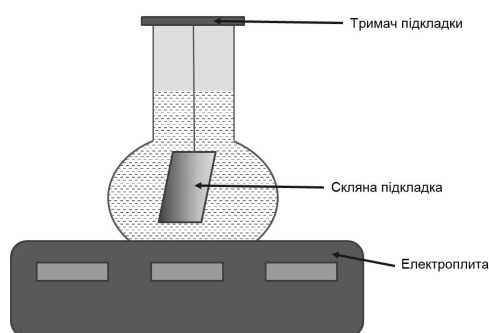


Рис. 2. Схема установки для проведення гідрохімічного синтезу CdS

Метод гідрохімічного осадження плівок халькогенідів металів в останні роки завойовує все міцніші позиції в тонкоплівковому напівпровідниковому матеріалознавстві, враховуючи простоту його технологічного оформлення і ефективність функціональних властивостей одержуваних матеріалів.[4]

Процес гідрохімічного синтезу проводився 2 години при температурі 85°C.

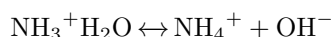
Гідрохімічне осадження плівок сульфідів металів проводиться з реакційної суміші, що містить сіль металу, луг, тіомочевину і комплексоутворюючий агент. Введення останнього значно уповільнює процес синтезу, забезпечуючи утворення і зростання плівки.

У даній роботі було проведено гідрохімічний синтез плівки трьома способами. Використовувались наступні склади реакційної суміші, моль/л [2]:

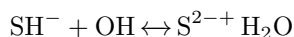
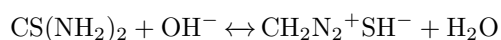
- $[CdSO_4] = 0.1$, $[Na_3Cit] = 0.6$, $[CSN_2H_4] = 0.15$ – цитратна система;
- $[CdSO_4] = 0.1$, $[NH_4OH] = 4.0$, $[CSN_2H_4] = 0.58$ – аміачна система;

CdS формується наступним чином [1]:

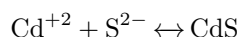
Катіонічний розчин вивільняє Cd^{+2} з солі:



Далі відбувається гідроліз тіомочевини, яка дає S^{2-} :



Остаточо, CdS отримується комбінацією Cd^{+2} та іонів S^{2-} :



- $[CdSO_4] = 0.1$, $[Na_3Cit] = 0.34$, $[NH_4OH] = 4.0$, $[CSN_2H_4] = 0.59$ – цитратно-аміачна система.

Лимоннокислий натрій, водний розчин аміаку і етилендіамін в реакційній суміші виконують роль комплексоутворюючого агента для кадмію, а аміак – ще і лужного агента.

3. Результати та обговорення

Після закінчення осадження, скляні підкладки виймалися з розчину і декілька годин сушилися при кімнатній температурі. Отримана плівка представлена на Рис.3.

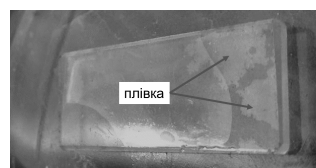


Рис. 3. Фото отриманої плівки

Далі за допомогою мультиметра було оцінено провідність плівок. При однакових умовах гідрохімічного осадження аміачна система виявилась найефективнішою. Проте були виявлені проблеми з повторюваністю виготовлення плівки, що ймовірно пов'язано з недостатнім термостатуванням.

4. Висновки

У даній роботі було розглянуто декілька способів отримання плівки CdS на скляній підкладці яку отримували методом гідрохімічного синтезу. Було отримано наступний результат: за однакових умов перебігу процесу плівка, яка зроблена у аміачній системі, була кращою, ніж з цитратної, або аміачно-цитратної системи. Для обширного дослідження інших властивостей тонких плівок треба провести експерименти з контролем кристалічної структури плівки методом рентгеноструктурного аналізу і її складу методом рентгеноспектрального аналізу.

Перелік використаних джерел

1. A. Djelloul, M. Adnane, Y. Larbah, M. Zerdali, C. Zegadi, A. Messaoud. Effect of Annealing on the Properties of Nanocrystalline CdS Thin Films Prepared by CBD Method // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2016. – Vol. 8. – P. 1–5.
2. Л. Н. Маскаева, В. Ф. Марков, С. С. Туленін, Н. А. Форостяная. Гидрохимическое осаждение тонких пленок халькогенидов металлов : практикум // Изд-во Урал. ун-та. – 2017. – С. 113–117.
3. N. Gopakumar, P. S. Anjana, P. K. Vidyadharan Pillai. Chemical bath deposition and characterization of CdSe thin films for optoelectronic applications // Journal of Materials Science. – 2010.
4. D. Mugle, G. Jadhav Short Review on Chemical Bath Deposition of Thin film and Characterization // International Conference on Condensed Matter and Applied Physics. – 2015.
5. Uday Saha, Md. Kawsar Alam Boosting the efficiency of single junction kesterite solar cell using Ag mixed Cu₂ZnSnS₄ active layer // Department of Electrical and Electronic Engineering, Bangladesh University of Engineering and Technology. – 2018.