

ДОЦІЛЬНІСТЬ ПАРАМЕТРИЧНОГО СИНТЕЗУ МАСИВНОГО ІНДУКТОРА ДЛЯ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

Коновалов О. Я., Максимов Д. А., Петренко Н. П.

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

Інтерес до сульфїду олова (SnS) у якості абсорбера тонкоплівкових сонячних елементів пояснюється недоліками традиційних матеріалів. Наприклад, низький вміст у земній корі і висока ціна індію і галію обмежують широке використання модулів на основі диселенїду міді, індію і галію (CIGS), а токсичність кадмію піднімає проблему утилізації відпрацьованих модулів на основі телуриду кадмію (CdTe). Разом з тим, теоретичний ККД сонячних елементів на основі SnS становить до 25%. Цей напівпровідниковий матеріал є нетоксичним і недорогим, має ширину забороненої зони 1.1 – 1.5 eV, *p*-тип провідності і високий коефіцієнт поглинання світла (до 10^4 см^{-1}).

Серед методів виготовлення тонких шарів сульфїду олова електрохімічне катодне осадження з водних розчинів відзначається низькими матеріало- та енергозатратами і можливістю застосування для широкомасштабного виробництва. Існують рецепти безпосереднього одностадійного електроосадження SnS, але електроліти в них є дуже розбавленими і містять нестійке в кислому середовищі джерело сірки – тіосульфат натрію, через що процес одностадійного електрохімічного осадження сульфїду олова є нестабільним. З цієї причини у даній роботі з метою виготовлення шарів сульфїду олова для тонкоплівкових сонячних елементів ми використовували двостадійний процес. На першій стадії електрохімічно осаджувалися плівки олова, які слугували прекурсорами, а потім, на другій стадії, ці плівки шляхом сульфурізації перетворювалися в SnS.

Електрохімічне осадження плівок олова у якості прекурсорів SnS виконувалося в гальваностатичному стаціонарному режимі, в гальваностатичному режимі з ультразвуковим перемішуванням електроліту та в імпульсному режимі за умов кімнатної температури з водних пірофосфатних електролітів на скляні пластини, вкриті прозорим електропровідним оксидом SnO₂:F (FTO).

Процес сульфурізації прекурсорів SnS проводили у вакуумній установці при тиску залишкових газів у камері робочого об'єму не більше ніж 10^{-5} Па. В якості джерела сульфурізації використовували порошок сірки. Температуру підкладок регулювали в діапазоні 220 – 520 °С, а тривалість процесу сульфурізації – від 0,5 до 1,5 годин. Охолодження плівок до кімнатної температури здійснювалось у вакуумі для запобігання їх окислення.

Електроосаджені шари до і після сульфурізації досліджували методами рентген-дифрактометричного аналізу і спектрофотометричного оптичного аналізу. Морфологію поверхні шарів визначали за допомогою оптичного мікроскопа.