

## СТРУКТУРА І ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШАРІВ ЙОДИДУ МІДІ НА ГНУЧКИХ ПІДКЛАДКАХ ДЛЯ ТОНКОПЛІВКОВИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Бігас С.П.<sup>1</sup>, Ключко Н.П.<sup>1</sup>, Клєпікова К.С.<sup>1</sup>, Копач В.Р.<sup>1</sup>, Жадан Д.О.<sup>1</sup>,  
Петрушенко С.І.<sup>2</sup>, Дукаров С.В.<sup>2</sup>, Любов В.М.<sup>1</sup>, Кіріченко М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,

<sup>2</sup> Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків

Термоелектричні (ТЕ) матеріали становлять великий інтерес завдяки здатності перетворювати температурні градієнти між гарячими і холодними зонами систем безпосередньо на електрику у складі термоелектричних генераторів (ТЕГ). Перспективним напрямком є використання тонкоплівкових ТЕ матеріалів на поверхні гнучких підкладок таких як поліетилентерефталат (PET) та поліілід (PI). Поряд із надійністю через відсутність рухомих частин, відносно довговічністю та безшумною роботою, ТЕГ забезпечує такі переваги для великої кількості різних приладів як портативність та спроможність об'єднувати багато компонентів та з'єднань між ними, тобто масштабування. Йодид міді кубічної модифікації ( $\gamma$ -CuI, далі – CuI) визнано перспективним матеріалом термоелектрики у якості напівпровідника  $p$ -типу.

Тонкі плівки CuI були виготовленні методом SILAR на підкладках із поліетилентерефталату і полііліду. Осадження плівок йодиду міді проводили з використанням у якості катіонного прекурсора водного розчину, що містив 0,1 М CuSO<sub>4</sub> і 0,1 М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, де утворювався комплекс Na[Cu(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)], з якого іони Cu<sup>+</sup> вивільнялися в розчин. Для реакції міцно адсорбованих іонів Cu<sup>+</sup> на поверхні підкладок з іонами I<sup>-</sup> для отримання моношарів CuI гнучкі підкладки занурювали у водний розчин NaI (аніонний прекурсор), концентрація якого становила 0,075 або 0,1 М. Товщину плівок CuI в діапазоні 0,40-0,45 мкм на підкладках PET і 0,14-0,50 мкм на підкладках PI визначали гравіметрично.

Рентгенівські дифрактограми для зразків плівок йодиду міді, нанесених на підкладки PET та PI, містять виключно дифракційні піки, які належать до кубічної структури йодиду міді ( $\gamma$ -CuI, JCPDS # 06-0246). Отже, всі плівки CuI є однофазними і полікристалічними. Виявлено, що середній розмір кристалітів в плівках CuI на підкладках PI (58–79 Å) менший, ніж у плівок на підкладках PET (45–91 Å). Плівки CuI на PET мають менші мікронапруження  $(1,3-1,4) \times 10^{-2}$  (відн. од),  $(1,2-5) \times 10^{-3}$  (відн. од),  $4,7 \times 10^{-4}$  (відн. од.), ніж плівки CuI на PI, у яких мікронапруження  $1,12 \times 10^{-2}$  (відн. од.) або  $(1,4-4,7) \times 10^{-3}$  (відн. од.). Щільність дислокацій у плівках CuI на PET дещо більша  $(1,2 - 4,8) \times 10^{16}$  (ліній/м<sup>2</sup>), ніж у плівок на підкладках PI  $(1,57 - 2,97) \times 10^{16}$  (ліній/м<sup>2</sup>). Всі плівки CuI на PET і PI є напівпрозорими у видимому діапазоні. Ширина забороненої зони  $E_g$  для прямих оптичних переходів в плівках CuI на підкладках PET та PI є типовою для цього матеріалу, 2,95–2,98 еВ на підкладках PET та дещо меншою (2,80–2,85 еВ) для CuI на підкладках PI. Середня енергія Урбаха  $E_o$  плівок CuI, ~0,05-0,71 еВ на підкладках PET та ~0,95 - 2,77 еВ на підкладках PI, є великою через значну кількість кристалічних дефектів.