

УДК 621.315.529

Ярослав Яворський, Ростислав Яворський

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ, Україна*

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНИХ МІКРОПІЧОК ДЛЯ ОСАДЖЕННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК І НАНОСТРУКТУР

Тонкі напівпровідникові плівки та наноструктури мають широкий спектр використання як ефективні активні елементи у джерелах і детекторах електромагнітного випромінювання у різних діапазонах довжин хвиль, фільтрах і відбиваючих покриттях, тощо. У роботі запропоновано удосконалені раніше розроблені конструкції вакуумних нагрівачів, які дають можливість отримувати серії парофазних конденсатів у єдиному циклі за різних технологічних факторів: різної товщини $h=(0,1-5)$ мкм при сталій температурі осадження $T_n=(300-570)$ К; однакової товщини h при різних T_n у відзначених вище межах.

З метою реалізації першого завдання – отримання конденсату однакової товщини при заданій температурі осадження – вакуумний нагрівник складається з п'яти мікропічок (рис. 1а,б), виготовлених з брусків вакуумної міді розміром $40*20*8$ мм³. У корпусі мідних брусків 1 просвердлені отвори під керамічні трубки 2, які служать електричним ізолятором між корпусом і нагрівальним елементом 3. Знизу корпус має площадку з тримачами 4 для матеріалу підкладки 6. Для зменшення теплових втрат поверхнею підкладок і надання потрібної конфігурації конденсату встановлені екрани 5 з танталу товщиною 0,3 мм. Усі мікропічки градуювалися під однакову температуру шляхом підбору опору ніхромової дротинки діаметром 0,3 мм. Температури пічок вимірюються термопарами ”хромель-копель”, поміщених у їх корпус поблизу підкладок. Система мікропічок прикріплена діагонально до поворотного кронштейна, нагрівальні елементи з'єднані паралельно (рис. 2).

Отримання парофазних напівпровідникових конденсатів здійснюють таким чином (рис. 2). Випарник 7 завантажують наважкою із досліджуваної речовини (наприклад порошок із синтезованої сполуки плюмбум телуриду), Наперед заготовлені підкладки 4 (наприклад свіжі сколи слюди) закладають у пічки 1. При перекритій заслінці 5 нагрівають до заданої температури мікропічки 1 з підкладками 4 та випарник із наважкою. Підводять одну із пічок під отвір 6 у заслінці над випарником і здійснюють осадження пари на підкладку протягом певного фіксованого часу. Потім перекривають заслінкою потік пари із випарника, підводять поворотом наступну із секційних мікропічок з підкладкою, відкривають заслінку і проводять осадження із іншим часом.

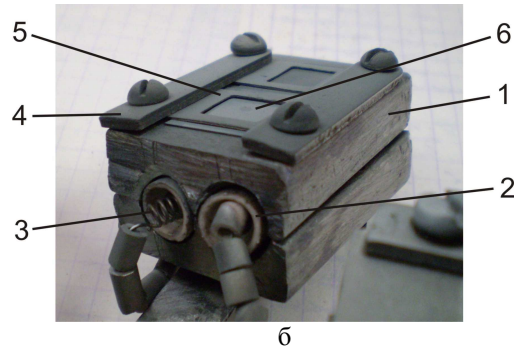
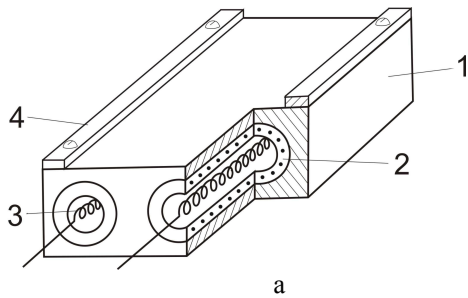


Рисунок 1 - Конструктивна схема (а) і світлина вакуумної мікропічки: 1 – корпус, 2 – керамічна трубка, 3 – спіраль нагрівника, 4 – тримачі підкладок.

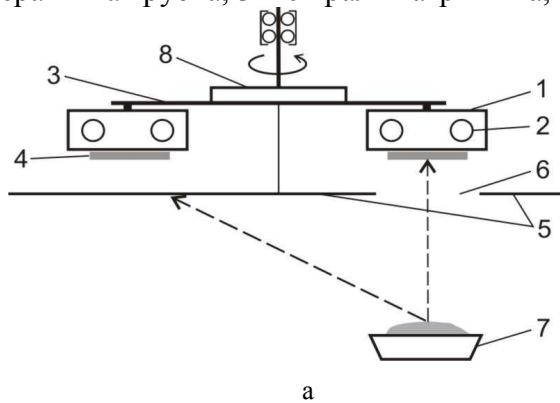


Рисунок 2 - Конструктивна схема пристрою для отримання плівок і наноструктур

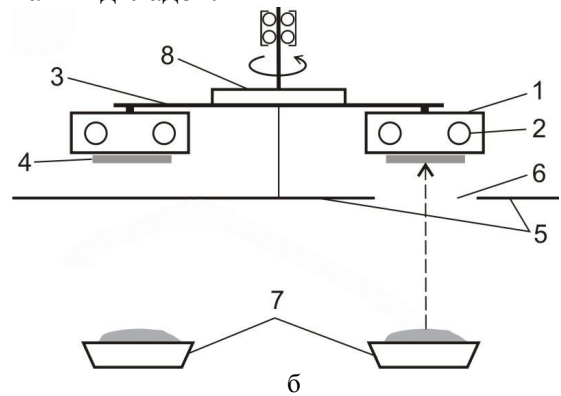


Рисунок 3 - Конструктивна схема пристрою для отримання двошарових парофазних тонкопліткових наноструктур.

Описаний процес повторюють п'ять разів для кожної мікропічки із підкладками. Для реалізації другого завдання – отримання конденсату однакової товщини при різних температурах осадження – пристрій (рис. 3) містить наступні конструктивні елементи: систему мікропічок (1) із нагрівниками (2) які розміщені по колу за допомогою радіальних кронштейнів (3); підкладки (4) для осадження пари; рухому заслінку (5) із асиметрично розміщеним отвором (6); механічну систему для повороту мікропічок (8) та два випарники (7) із наважками різних речовин. Задані температури пічок встановлюються опором ніхромових нагрівачів за рахунок зміни їх довжини.

Отримання наноструктур здійснюють таким чином: випарники 7 (рис. 3) завантажують наважками різних сполук (наприклад перший випарник порошком плюмбум телуриду, а другий сріблом). Підготовлені підкладки 4 (наприклад пластинки скла) закладають у пічки 1. При перекритій заслінці 5 нагрівають до заданих температур мікропічки з підкладками та перший випарник з наважкою. Підводять одну з пічок під отвір 6 у заслінці над першим випарником і здійснюють осадження пари матеріалу на підкладку протягом певного фіксованого часу. Потім перекривають заслінкою 5 потік пари з випарника, підводять поворотом наступну із секційних мікропічок з підкладкою, відкривають заслінку і проводять осадження на іншу підкладку при цьому ж часі осадження. Процес повторюють п'ять разів для кожної мікропічки з підкладками, після чого перекривають заслінку і перший випарник

виключають. Крім того, запропонований пристрій дозволяє отримання двошарових тонкоплівкових структур.

Запропоновані пристрої осадження пари у відкритому вакуумі доступні у реалізації і піддаються автоматизації. Їх можна ефективно використовувати для розв’язання різних задач тонкоплівкового матеріалознавства у вакуумних постах типу ВУП-5К та інших вакуумних установках.