

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
ТОВ «НВО «ПРОМІТ»
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО

Матеріали I Міжнародної науково-практичної
конференції

(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)

Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2016

ВИСОКОЕФЕКТИВНЕ НАПИЛЕННЯ ШАРУВАТИХ СТРУКТУР ПЕРІОДИЧНИМИ ЛАЗЕРНИМИ ІМПУЛЬСАМИ

*Жигуц Ю. Ю., док. техн. наук, Опачко І. І., док. фіз.-мат. наук,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород*

Вступ. Для оптимізації технологічного процесу ефективного застосування ексимерних лазерів для потреб плівкових технологій необхідна інформація про основні параметри пари, що конденсується на підкладку. Однак, в небагатьох попередніх працях, в яких досліджувались властивості плівок, отриманих розпиленням мішені наносекундними лазерними імпульсами, властивості парової фази практично не досліджувались. В той же час, мас-спектрометричні та зондові дослідження парової фази дають змогу визначити ряд важливих параметрів конденсації, оптимізувати сам процес осадження, внести ясність в розуміння фізики випаровування складних мішеней. Після аналізу стану перерахованих вище проблем була сформована мета даної роботи.

Мета роботи. Розробити спосіб формування періодичних структур при опроміненні цугом лазерних імпульсів, що забезпечує отримання якісних гетерогенних та надграткових структур.

Теоретичні дослідження. Для підвищення технологічності процесу отримання багатошарових структур, зниження вимог до вакуумних умов нами запропонований і реалізований спосіб створення таких періодичних структур за допомогою цуга лазерних імпульсів [1]. Застосування лазерного випромінювання тривалістю $\tau \leq 10^{-7}$ с з імпульсною густиною потужності $q \geq 10^8$ Вт/см² дає змогу отримати плазмові згустки з різко обмеженими енергетичними інтервалами E_{\min} , E_{\max} . Розглянемо варіант реалізації способу отримання періодичних структур при дії на мішені цуга лазерних імпульсів при виконанні умови

$$T_{oc} = \frac{l_1}{v_{1\min}} = \frac{l_1 \sqrt{m_1}}{\sqrt{2E_{1\min}}} \leq \frac{l_2 \sqrt{m_2}}{\sqrt{2E_{2\max}}} = \frac{l_2}{v_{2\max}}, \quad (1)$$

або

$$K = \frac{l_1}{l_2} \leq \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \cdot \sqrt{\frac{E_{1\min}}{E_{2\max}}}, \quad (2)$$

де T_{oc} – характерний час осадження шару матеріалу, l_1 та l_2 – відстані від мішеней 1 та 2 до підкладки, m_1 та m_2 – маса компонент; $v_{1\min}$ та $v_{2\max}$ – мінімальна та максимальна швидкості компонент плазми.

Експериментальні дослідження. Найбільш прийнятною практичною реалізацією запропонованого способу [2] є напилення періодичної структури цугом імпульсів наносекундної тривалості з міжімпульсним інтервалом 10^{-5} – 10^{-4} с. Для досягнення цієї мети можуть застосовуватися як модифіковані серійні твердотільні лазери (рубінові, неодимові), що працюють як в

автоколивальному режимі, так і в наносекундні ЛПМ з середньою потужністю $P_{\text{ср}}=100$ Вт.

В наших експериментах (для оптимального режиму) згідно (2) відстань підкладка-мішень Si складала $L_1=16$ мм, а відстань підкладка-SiC-мішень – $L_2=50$ мм. Випромінювання за допомогою світлоподільного клину ділилось так, що на Si-мішень попадало 0,1 загальної енергії лазерного імпульсу, і 0,9 – на SiC-мішень. Результати експериментів з перевірки можливості отримання періодичних структур як при дотриманні оптимальних умов, так і з їх порушенням приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати експериментального напilenня

№ з/п	$K = \frac{l_1}{l_2}$	p, торр	Δt , с	$\gamma = p \cdot \Delta t$ $\gamma_{\text{опт}} = 2,5 \cdot 10^{-9}$, торр·с	Наявність позитивного ефекту	Примітка
1	0,32 (оптимум)	10^{-5}	10^{-5}	10^{-10} $\gamma < \gamma_{\text{опт}}$	+	
2	1 $K > K_{\text{опт}}$	10^{-5}	10^{-5}	10^{-10} $\gamma < \gamma_{\text{опт}}$	–	перекривання плазмових згустків
3	0,32 (оптимум)	10^{-5}	$8 \cdot 10^{-2}$	10^{-6} $\gamma > \gamma_{\text{опт}}$	–	вкорінення домішок залишкового газу, в спектрі наявні лінії N, C, O

При дотриманні критеріїв (1) та (2), що показано в табл. 1 №1, отримана періодична структура з шести шарів Si та шести шарів SiC (оптимальний режим напilenня 1). Недотримання умови (1), що показано і табл. 1 № 2, призводить до перекривання плазмових згустків і, як наслідок, розмивання періодичної структури (режим з перекриттям плазмових згустків).

Висновки. Результати експериментальних досліджень вказують на можливість отримання періодичних структур при опроміненні цугом лазерних імпульсів при дотриманні умов (1) та (2), порушення яких (№2 та №3 табл. 1) призводить до відсутності позитивного ефекту.

Одним з варіантів реалізації вказаних теоретичних і експериментальних досліджень в області напilenня плівок з синхронних факелів в розроблені пристроїв для отримання надграткових структур.

Список літератури

1. Mc.Clung F. G. Giantopticalpulsationsfromruby/ F. G. Mc.Clung, R. W. Hellward// J.Appl. Phys.1962. – V. 33. – P. 828 - 830.
2. Земсков К. И. Усилители яркости изображений в оптических системах / К. И. Земсков, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш // Труды ФИАН. – 1991. – Т. 206. – С. 1 - 62.