



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18614 (13) U
(51) МПК (2006)
C25D 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЛОКАЛЬНОГО ЛАЗЕРНО-СТИМУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ОСАДЖЕННЯ ПЛІВОК ЦИНКУ

1

2

(21) u200605425

(22) 18.05.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Заблудовський Володимир Олександрович,
Штапенко Едуард Пилипович, Дудкіна Валентина
Василівна

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА

(57) Спосіб локального лазерно-стимульованого електролітичного осадження плівок цинку, який виконують при постійному струмі і зовнішній стимуляції лазерним випромінюванням, який **відрізняється** тим, що осадження локальних плівок цинку проводять при густині струму $0,01-0,09 \text{ A/дм}^2$ із використанням лазерного випромінювання довжиною хвилі $\lambda = 0,6943 \text{ мкм}$.

Корисна модель належить до області нанесення металевих покриттів лазерно-стимульованим електролітичним методом, а саме до області отримання локальних металевих плівок.

Відома робота з лазерно-стимульованого електроосадження металевих покриттів [Серянов Ю.В., Нестеренко М.В. Лазерно-стимулированное электроосаждение никеля на медь из сульфатного электролита. // Защита металлов. – 1991. - №3. - С.853], в якій вивчається локальне лазерно-стимульоване осадження нікелю на мідь із використанням твердотільного лазера ЛТН-102 з довжиною хвилі $\lambda = 1,06 \text{ мкм}$ та потужністю $P \leq 125 \text{ Вт}$. Причому лінії нікелю товщиною $0,1 \text{ мкм}$ у центрі зони термічного впливу утворюються вже при максимальній можливій швидкості сканування лазерного променя 3 мм/с .

До недоліків цього способу слід віднести те, що електроліт нікелювання має високий коефіцієнт поглинання світлової енергії на довжині хвилі $\lambda = 1,06 \text{ мкм}$, що призводить до зниження локального виходу металу за струмом.

Найбільш близькою по технічній сутності і досягнутому позитивному результату є робота по дослідженню лазерного електроосадження цинку із сірчаноокислого електроліту [Нестеренко М.В., Серянов Ю.В. Лазерно-стимулированное электроосаждение цинка. // Защита металлов. – 1990. - т.26. - №4. - С.679], що полягає у тому, що осадження проводять при густині струму 1 A/дм^2 з використанням лазерно-електрохімічної установки,

зібраної на базі лазера ЛТН-102 ($\lambda = 1,06 \text{ мкм}$, $P \leq 125 \text{ Вт}$). Швидкість росту плівки цинку у центрі зони термічного впливу при густині струму $0,05 \text{ A/дм}^2$ складає $0,055 \text{ мкм/хв}$.

До недоліків цього способу слід віднести те, що локальне лазерно-стимульоване електроосадження цинку здійснюється при початковій густині струму $j = 1 \text{ A/дм}^2$ і призводить до поступового рівномірного покриття усієї поверхні мідного катоду тонким шаром цинку, тобто до делокалізації процесу електроосадження.

Технічною задачею, що вирішується корисною моделлю, є:

інтенсифікація процесу нанесення металевих плівок та локальність електроосадження металевих плівок

Суть способу електролітичного осадження плівок цинку із сірчаноокислого електроліту полягає у тому, що осадження проводять при зовнішній стимуляції лазерним випромінюванням довжиною хвилі $\lambda = 0,6943 \text{ мкм}$. Новим є те, що осадження проводять при густині струму $0,01-0,09 \text{ A/дм}^2$, обраній експериментально, при якій процес електроосадження без лазерного опромінювання візуально не спостерігається.

Приклад виконання способу. Для отримання локальних плівок цинку використовували стандартний сірчаноокислий електроліт (г/л): ZnSO_4 7H₂O-250, Na_2SO_4 -75, $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ -30, при pH-4. Лазерно-електролітична установка була зібрана на базі твердотільного рубінового лазера КВАНТ-12

(13) U
18614
(11) UA
(19) U

($\lambda=694\text{нм}$, $W_{\text{max}}=2,5\text{-}3\text{Дж}$), що працює у імпульсно-му режимі ($t_{\text{imp}}=2\text{-}5\text{мс}$, $\nu=0,1\text{-}35\text{Гц}$). В раніше відомих способах осадження металевих плівок здійснювалося із використанням зовнішньої стимуляції лазерним випромінюванням ближнього ІЧ та видимого діапазонів довжин хвиль. Застосування лазерного випромінювання у процесі електроосадження металевих плівок призводить до підвищення температури межі розподілу метал / електроліт у області, що опромінюється. У наслідок локального лазерного нагріву у області опромінювання відбувається процес відновлення іонів цинку.

Присутність температурного градієнту забезпечує додатковий підвід іонів цинку, що значно підвищує швидкість осадження іонів металу на мідній підложці у області опромінювання (див. табл. 1). Експериментально обрана густина струму, при якій процес електроосадження без лазерного опромінювання візуально не спостерігається. Застосування локального лазерного нагріву прикатонової області при даній густині струму сприяє формуванню локального цинкових покриттів співрозмірних з діаметром сфокусованого лазерного променя, що дорівнює $0,5\text{мм}$.

Таблиця 1

Густина струму та відповідна швидкість осадження плівок цинку, отриманих при зовнішній стимуляції лазерним випромінюванням.

Спосіб осадження		Густина струму (j), А/дм^2		
		0,01	0,05	0,09
Прототип	Швидкість осадження, мкм/хв	0,01	0,055	0,1
Спосіб, що пропонується		0,015	0,11	0,105

При отриманні точкових покриттів катодна поверхня та джерело лазерного випромінювання залишаються нерухомими. Для формування локального цинкового покриття розміром, що перевищує діаметр сфокусованого лазерного променя, необхідно застосовувати сканування. Сканування катодної поверхні, на яку проводилось осадження локальних плівок цинку, відбувалось при поступа-

льному русі катоду відносно нерухомого лазерного променя зі швидкістю $0,01\text{см/с}$. При цьому мідну пластину переміщували у площині таким чином, що лазерний промінь викреслював на ній необхідний малюнок. Реалізовано осадження цинкових доріжок, ширина яких складала $0,5\text{мм}$. Дані про умови отримання плівок і їх властивості наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Умови лазерно-стимульованого електроосадження плівок цинку.

Спосіб осадження	W , кВт/см^2	λ , мкм	j , А/дм^2	Ширина лінії, мм	Швидкість осадження, мкм/хв
Прототип	21	1,06	0,05	2	0,055
Спосіб, що пропонується	70	0,6943	0,05	0,5	0,11

Таким чином використання лазерного електроосадження плівок цинку у оптимальних умовах ($W=70\text{кВт/см}^2$, $j=0,05\text{А/дм}^2$, $\lambda=0,6943\text{мкм}$) дозволяє отримувати локальні плівки цинку, що можуть бути

використані для реставрації дефектів захисного покриття чи нанесення мікродоз припою на мало-розмірні елементи топології друкованих плат.