

to minimize sizes; output signal of these IC is stable in relation to supply voltage (instability of output signal is equal 0.01...0.05%). These IC are characterized by minimum supply voltage (from 2V), simplicity of structure, what allows to make the low cost of their production; by possibility of temperature measuring in a narrow temperature range (from 1⁰C and more). Functions of these IC are extended.

1. *Hotra O.Z. Universal transducers of thermosensor bipolar IC with the scale of relative temperatures // Measuring technique and metrology. – 2000. – №.57. – P.73–76.*

2. *Golyaka R., Hotra O., Kalita W. Optimization of thermosensitive IC functioning // Proc. 22 IMAPS Poland Conf. – Zakopane (Poland). – 1998.- –P.167–170.*

3. *Hotra O., Kalita W., Slosarcik S., Pietrikova A., Saliga J. Thermosensitive IC for relative temperature determination // Radioengineering. – 2002. – Vol.11 №2. – P.31–34.*

4. *Hotra O. Investigation of characteristics of thermosensor devices with transduction on differential cascade // Journal of the Lviv Politehnic National University, “Electronics”. – 2001. – №423. – P.46–50.*

УДК 621.383

Н.В. Дорош¹, Г.Л. Кучмій¹, Л.М. Смеркло², В.І. Горбулик³

¹Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра електронних приладів,

²Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут, Львів

³ОКБ “Рута”, Чернівці

ЛАЗЕРНО-СТИМУЛЬОВАНЕ ОСАДЖЕННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМ

© Дорош Н.В., Кучмій Г.Л., Смеркло Л.М., Горбулик В.І., 2004

Проаналізовано методи лазерно-стимульованого осадження тонких плівок та наведено оптимальні режими лазерного осадження міді та нікелю.

In a paper the methods of laser-induced precipitation of thick film were carried out. The optimal regimes of laser precipitation of copper and nickel were presented.

Нині майже всі операції напівпровідникової електроніки при виготовленні інтегральних мікросхем (ІМС) можуть бути виконані за допомогою лазерів. Лазерна технологія забезпечує високу роздільну здатність, локальність, високу швидкість обробки поверхні та можливість використання малоопераційних технологій.

Цікавим є використання рідкофазного лазерного осадження матеріалів для осадження тонких плівок. В основі майже всіх процесів підгонки електричних параметрів плівкових елементів, а також процесів розмірної обробки, коригування топології лежить метод видалення частини плівкового покриття лазерним, електрохімічним або механічним способом. Але всі ці методи не дають змоги відновлювати пошкодження з'єднань або зменшувати номінали резисторів. Застосування локального лазерного осадження дає змогу зменшувати номінали резисторів, збільшуючи геометричні розміри, виправляти дефекти металізації типу “розрив”, “прокол”, коригувати дефекти фотошаблонів.

Метою нашої роботи було осадження плівок Cu, Ni, Cr на плівкові шари Cr, Ni, NiCr, Cu.

Лазерно-стимульоване рідкофазне осадження можна здійснювати двома методами – електрохімічним і безелектродним. Принцип електрохімічного осадження полягає в тому, що звичайне електрохімічне осадження в електролітичній ванні локалізується в області електрода в місці опромінення лазерним променем. Швидкість осадження підвищується на 3 – 4 порядки [1]. Скануючи променем поверхню електрода, можна одержувати потрібний рисунок без застосування маски. Різке підвищення швидкості осадження в області опромінення катода пояснюється термічною дією лазерного променя на межу розділу “електроліт–катод”, внаслідок якого виникає локальне збільшення струму в цій області порівняно з темновими областями катода [2].

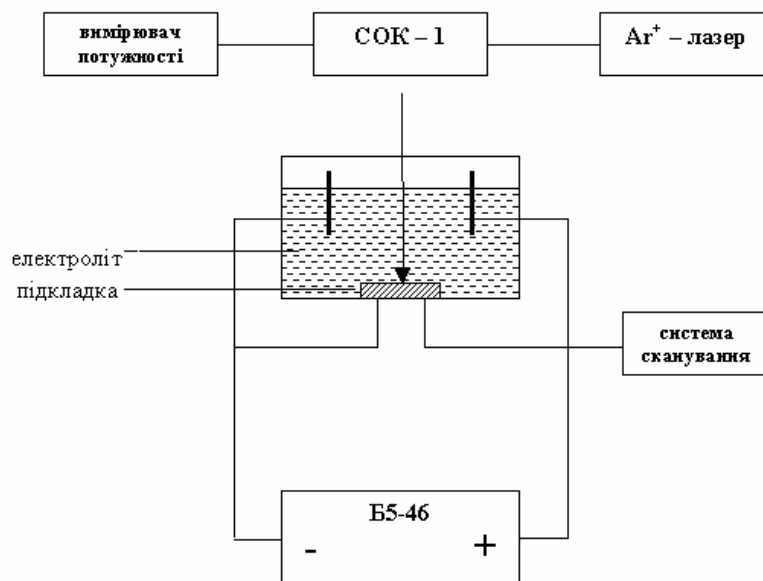


Рис. 1. Схема робочої установки лазерно-стимульованого рідкофазного осадження

Безелектродне осадження буває двох типів – обмінне і каталітичне осадження. Принцип каталітичного осадження ґрунтується на хімічному відновленні металу покриття на поверхні каталітично активного металу основи. Донором електронів є відновник в розчині. Якщо метал підкладки не є каталітично активним, його ініціюють різними методами, наприклад: короточасним включенням підкладки як катода в коло постійного струму або хімічним методом. Швидкість осадження сильно залежить від температури розчину. Осадження відбувається при температурах 60 – 90°C. Опромінення лазером межі розділу “розчин – підкладка” при кімнатній температурі, призводить до локального осадження металу в опроміненій області за рахунок локального підвищення температури.

Принцип обмінного осадження полягає в такому: підкладка повинна бути більш електропроникною, ніж метал покриття в розчині, щоби стати донором електронів. Розчин для обмінного осадження не містить речовини-відновника. Обмінне осадження також залежить від температури. Опромінення лазером межі розділу “розчин – метал” змінює умови обміну електронами та електрохімічні параметри поверхні, за рахунок чого стає можливим локальне осадження металу з розчину.

Електрохімічне осадження матеріалів здійснювалося на полікорові підкладки з напиленими електровакуумним способом плівками Cu, Cr, NiCr товщиною 1 мкм на підкладку типу Ni – Cr – полікор (Ni осаджений хімічним методом із стандартного розчину). Розмір підкладок 6x4,5 см і 3x4,5 см. Безелектродне осадження виконувалося на ситалові підкладки з плівковими шарами з Cu (товщина 1,1 мкм), Ni – Cu (0,8 мкм), Cr – Cu (0,1 мкм). Всі розчини для осадження наведені в табл. 1. Всі розчини, за винятком електроліту хромування, є прозорими для лазерного випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 514$ нм. Осадження здійснювалося з допомогою cw Ag^+ - лазера ЛГН – 406. Схема робочої установки наведена на рис. 1. Лазерний промінь фокусувався на підкладку за допомогою оптичної системи СОК – 1. Проста система сканування дала змогу одержувати смужки осадженого металу на підкладках. В електрохімічній системі застосовувався свинцевий анод.

Із розчинів № 1 і № 4 (табл. 1) нами були осаджені смужки міді на підкладки Cu - Cr - ситал (плівка міді товщиною 1,1 мкм) та Ni - Cu - ситал (товщина Ni-Cu - 0,8 мкм). Діаметр променя становив 25 мкм, час експонування кожної точки на поверхні – 0,8 с на Ni та 0,4 на Cu. Залежність товщини смужок міді, осаджених на Ni від потужності лазера, наведена на рис. 2.

Розчини для лазерно-стимульованого осадження металів

Cu	CuSO ₄ ·5H ₂ O, 225 g [1] H ₂ SO ₄ (5%), 50 мл HCl(10%), 0.3 мл	CuSO ₄ ·5H ₂ O, 225 g [4] H ₂ SO ₄ (13%), 50 мл HCl(10%), 0.3 мл
	CuSO ₄ ·5H ₂ O, 225 g [1a] H ₂ SO ₄ (конц.), 50 мл HCl(10%), 0.3 мл	CuSO ₄ ·5H ₂ O, 225 g [4a] H ₂ SO ₄ (конц.), 50 мл HCl(10%), 0.3 мл
Ni	NiSO ₄ , 300 – 350 g [2] NiCl ₂ , 45 – 60 g Борна кислота, 30 – 40	NiSO ₄ , 300 – 350 g [5] ГПФNa, 30 g Янтарно-кислий Na, 20.3 g
Cr	Хромовий ангідрид, 150 – 175 g H ₂ SO ₄ (20%), 1.5 – 1.75 g [3]	
Ni		NiCl ₂ ·6H ₂ O, 27.25 g [6] Борна кислота, 6.25 g рН (HCl), 2.5

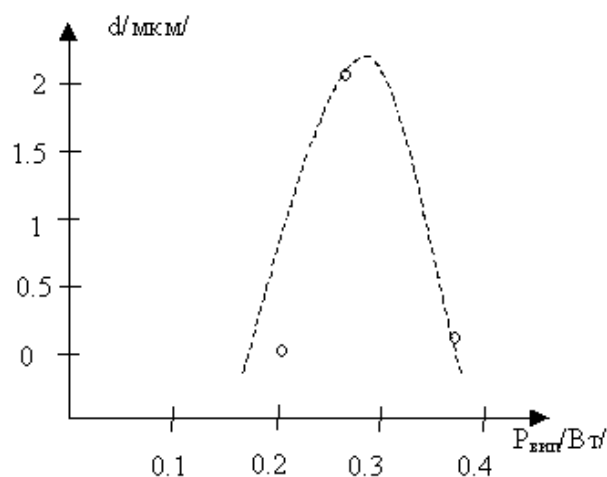


Рис. 2. Залежність товщини осадженого шару Cu на Ni від потужності лазера

Для цих умов осадження оптимальна потужність лазерного випромінювання становить 0,25...0,3 Вт. Експериментальні результати осадження плівок міді та нікелю електрохімічним методом наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Експериментальні дані з осадження металів електрохімічним способом, за допомогою лазерного випромінювання

Осаджуваний матеріал	Матеріал підкладки	$I_{\text{макс}}$, mA/cm ²	P, Вт	№ розчину
Cu	Cr, NiCr	0.6 – 3.6	0.25	1, 1a, 4
	Ni	1.2	0.27 – 0.25	
	Cu	1.5	0.27 – 0.25	
Ni	Cu	1.1	0.67	2
	NiCr, Cr	3.7	0.75	

За даними експерименту можна зробити висновок, що при оптимальній потужності випромінювання найбільша товщина осаджених шарів (до 20 – 30 мкм на мідних підкладках) досягається через підвищення часу експонування до 10 – 15 хв і зміною складу і концентрації розчину.

Смужки нікелю були одержані методом безелектродного каталітичного осадження . На рис. 3 наведена залежність товщини смужок нікелю від потужності лазерного випромінювання.

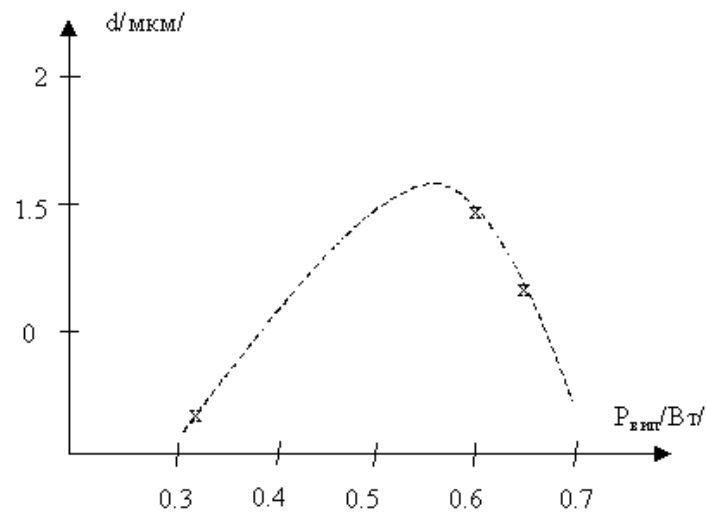


Рис. 3. Залежність товщини осадженого шару Ni на Ni від потужності лазера

Отже, в результаті експериментальних досліджень методом рідкофазного лазерно-стимульованого електрохімічного осадження були одержані тонкі шари Cu, Ni на підкладках, покритих плівками Cu, Ni, Cr, NiCr, визначені оптимальні режими потужності лазерного випромінювання та часу експонування.

1. Готра З.Ю., Осадчук В.В., Кучмий Г.Л. Диффузионное легирование в современной технологии кремниевых ИС // ЗЭТ. – М/, №5, 1990. – С.64.

2. Laser enhanced electroplating and maskless pattern generation // E. Tynan, E. Blum. Appl.Pphys.Lett., 35(90), 1989, P.35-42.