

**Збірник наукових матеріалів**  
**XIV Міжнародної науково-практичної**  
**інтернет - конференції**  
*el-conf.com.ua*



**«ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ НАУКОВИХ**  
**ДОСЛІДЖЕНЬ»**

**24 листопада 2017 року**

**Частина 4**



**м. Вінниця**

фертильними. У подальшому планується дослідити можливість схрещування та отримання потомства іншими представниками роду. Зокрема, показана можливість гібридизації гупі звичайних із молінезією малоплавцевою (*Poecilia sphenops*) та меченосця зеленого (*Xiphophorus hellerii*) із пецилією звичайною (*Xiphophorus maculatus*). При цьому, як вже давно помічено, легко відбувається схрещування видів у межах одного роду, при цьому утворюються фертильні гібриди та знижується виживаність абортів та народження нежиттєздатного потомства.

Схрещування між собою різних родів, але однієї родини, у свою чергу, уже спряжене із багатьма проблемами. У першу чергу, дуже важко здійснити схрещування риб між собою, оскільки представники різних родів мають різну форму гоноподія, що змушує проводити штучне запліднення. При цьому, хоча запліднення і відбувається, дуже часто спостерігаються аборти або поява мертвнонародженого потомства. Фертильність гібридів у разі досягання статевої зрілості дуже сумнівна.

Тому дослідження міжвидової гібридизації може бути цікавим плацдармом для проведення новітніх наукових досліджень, адже проведення таких експериментів може допомогти прояснити процеси еволюції та видоутворення внаслідок гібридизації, а також у подальшому почати дослідження не тільки гібридів декоративних видів тварин, але і сільськогосподарських. При цьому завжди варто ставити на розгляд питання етичності та допустимості проведення таких досліджень, адже відкритим залишається питання, чи має людина право розпоряджатися правом природи схрещувати між собою різних тварин та створення нових видів.

#### Література:

1. Ильин М. Н. Жизнь животных : в 6 томах / М. Н. Ильин, Т. С. Расс. - М. : Издательство «Просвещение», 1971. - Т. 4, ч. 1. - 353-359 с.

---

УДК 537.621.3; 537.9

Природничі науки

### ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПІН-КЛАПАННИХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВІ Co і Ag або Au

**Шабельник Ю.М., Однорець К.С., Чешко І.В.**  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Сумський державний університет  
м. Суми, Україна

Останніми роками набув розвитку новий напрямок електроніки – спінтроніка, що вивчає специфічні явища, пов'язані зі спін-залежним перенесенням носіїв заряду у твердотільних структурах. Такими твердотільними структурами можуть бути багатошарові плівкові структури, мультишари та спін-клапани на основі плівок благородних і феромагнітних металів. Різні комбінації таких плівок повинні задовольняти ряду вимог, таких як, термічна стійкість структурно-фазового складу, стабільність характеристик у робочому діапазоні температур, деформацій, магнітних полів тощо. Для реалізації таких властивостей часто використовують плівкові системи типу феромагнетик / благородний метал на основі Co або Fe та Cu, Pt, Pd, Ag або Au, що утворюють тверді розчини (т.р.) або гранульовані сплави.

Вивченню електрофізичних властивостей таких структур приділяється велика увага [1, с.1712; 2, с.357-365], однак маловивченими залишаються питання впливу концентрації атомів магнітної компоненти на особливості структурно-фазового стану та електрофізичні властивості, впливу термовідпалювання на утворення т. р., зокрема, з елементами гранульованого стану. У даній роботі представлені експериментальні дані стосовно впливу концентрації атомів магнітної компоненти в плівковій системі на основі Co і Ag або Au на магніторезистивні властивості.

#### МЕТОДИКА ТА ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Гранульовані плівкові сплави були отримані шляхом пошарової конденсації тришарових систем Co/Ag/Co із наступною термообробкою у вакуумній установці типу ВУП-5М (тиск газів залишкової атмосфери  $10^{-3}$ - $10^{-4}$  Па). Конденсація здійснювалася методами термічного (Ag) та електронно-променевого (Co) випаровування при температурі підкладки (П)  $T_n = 300$  К, термовідпалювання проводилося до  $T_e = 700, 800$  і  $900$  К терморезистивним методом.

Для дослідження магніторезистивних властивостей використовували автоматизовану систему [3, с.107-109] та чотириточкову схему вимірювання опору при кімнатній температурі у зовнішньому магнітному полі від 0 до 450 мТл. При цьому струм був направлений паралельно площині зразка (current-in-plane), а вимірювання магнітоопору проводилися у трьох геометріях – поздовжній (лінії магнітної індукції  $B$  направлені вздовж напрямку протікання струму та паралельно площині зразка), поперечній (лінії  $B$  направлені перпендикулярно до лінії протікання струму та паралельно площині зразка) та перпендикулярній (лінії  $B$  перпендикулярні площині зразка). Величина магнітоопору визначалася за співвідношенням  $MO = \frac{\Delta R}{R(B_S)} = \frac{R(B) - R(B_S)}{R(B_S)}$  де  $R(B)$  і  $R(B_S)$  – опір плівки при заданому полі і полі насичення  $B_S$ .

Кристалічна структура і фазовий склад зразків досліджувався методами електронної мікроскопії та електронографії (прилад ПЕМ-125К).

### РЕЗУЛЬТАТИ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження фазового складу тришарових систем Co/Ag/Co/П показали, що після термовідпалювання до  $T_g = 700$  К відбувається утворення т.р. (Ag), Co на основі ГЦК ґратки з середнім параметром  $\bar{a} = 0,406$  нм та виділення наногранул Co (рис. 1). Наявність на електронограмах ліній від ГЦК та ГЦП-Co свідчить про те, що т.р. утворився не по всьому об'єму плівкової системи [4, с.965].

Порівняльний аналіз результатів, представлених у табл. 1, свідчить про те, що при термообробці до 800 К відбувається незначне зростання величини МО у всіх трьох геометрія, а при термообробці до 900 К – незначне зменшення.

Винятком є система Co(5)/Ag(10)/Co(5)/П, для якої МО збільшувався у всьому

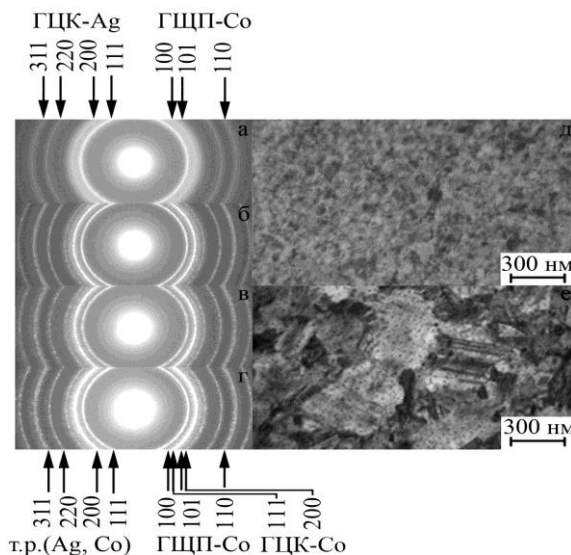


Рис. 1. Дифракційні картини (а-г) та кристалічні структури (д, е) системи Co(10)/Ag(20)Co(10)/П після конденсації (а, д) та після відпалювання до  $T_g = 700$  К(б), 800 К (в), 900 К (г, е). У дужках вказана товщина в нм.

діапазоні температур у поздовжній та поперечній геометрії вимірювання. Також треба зауважити, що зменшення величини МО при збільшенні температури відпалювання спостерігалось при  $T_g = 900$  К.

Таблиця 1 – Величина магнітоопору у трьох геометріях вимірювання для гранульованих сплавів, сформованих після термовідпалювання тришарових систем Co/Ag/Co до  $T_g = 700, 800$  і 900 К

Зразок	Загальна товщина, d, нм	$c_{Co}$ , ат.%	МО, %								
			поздовжн. геом.			попереч. геом.			перпенд. геом.		
			700 К	800 К	900 К	700 К	800 К	900 К	700 К	800 К	900 К
Co(5)/Ag(5)/Co(5)/П	15	75	-	0,55	0,50	-	0,60	0,60	-	0,45	0,40
Co(5)/Ag(10)/Co(5)/П	20	60	-	1,35	1,60	-	1,5	1,80	-	0,9	0,75
Co(5)/Ag(15)/Co(5)/П	25	50	0,50	0,55	0,45	0,6	0,7	0,60	0,50	0,50	0,40
Co(15)/Ag(10)/Co(5)/П	30	75	0,25	0,25	-	0,35	0,45	-	0,25	0,20	-
Co(5)/Ag(25)/Co(5)/П	35	38	0,30	0,55	0,40	0,5	0,55	0,55	0,40	0,50	0,45
Co(10)/Ag(20)/Co(10)/П	40	60	0,70	0,79	0,75	0,70	0,78	0,72	0,65	0,72	0,65

Результати, представлені на рис. 2, ілюструють вплив концентрації атомів Co на величину МО. Було встановлено, що розмірні залежності магнітоопору для гранульованих сплавів, сформованих після термовідпалювання тришарових систем Co(5)/Ag(x)Co(5)/П до  $T_e = 800$  (а) та 900 К (б), в трьох геометріях вимірювання мають нелінійний характер. Максимум на залежностях спостерігається при  $d_{Ag} = 10$  нм для всіх трьох геометрій. Концентрація атомів Ag та Co при цьому становить 40 та 60 ат. % відповідно. Порівнюючи отриманий

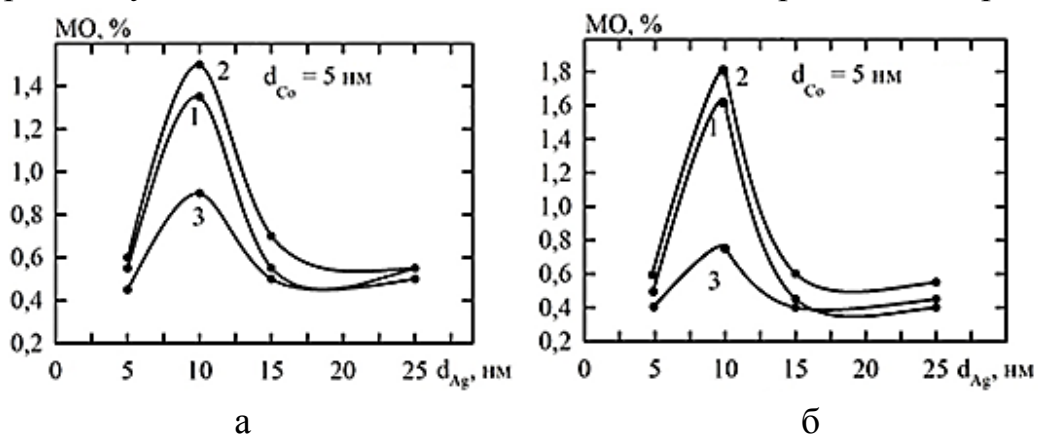


Рис. 2. Розмірні залежності магнітоопору для гранульованих сплавів, сформованих після термовідпалювання тришарових систем Co(5)/Ag(x)Co(5)/П до  $T_e = 800$  (а) та 900 К (б). Геометрія вимірювання: 1 – поздовжня; 2 – поперечна; 3 – перпендикулярна

результат з даними інших авторів треба зазначити, що спостерігається деяка невідповідність, а саме, має місце зміщення максимуму на залежностях в бік більших концентрацій у порівнянні з даними роботи [5, с.2525].

Робота виконана в рамках держбюджетної тематики № 0117U003925.

#### Література

3. Magnetic multilayers: oscillatory interlayer exchange and giant magnetoresistance / A. Fert, A. Barthelemy, P. Etienne [et al] // J. Magn. Magn. Mater. – 1992. – V.104–107. – P. 1712–1716.
4. Parkin S.S.P. Giant magnetoresistance in magnetic nanostructures / S.S.S. Parkin // Annu. Rev. Mater. Sci. – 1995. – V. 25. – P. 357–388.
5. Магніторезистивні властивості спін-вентильних структур на основі Co та Cu або Au / М.Г. Демиденко, С.І. Проценко, Д.М. Костюк [та ін.] // Ж. наноелектрон. фіз. – 2011. – Т. 3, № 4. – С. 106–113.
6. Чешко І.В. Формування метастабільних твердих розчинів у плівкових системах на основі Co і Cu, Ag та Au / І.В. Чешко, І.Ю. Проценко // Металлофіз. новейшие технол. – Т. 31, № 7. – С. 963–967.
7. High coactivity and giant magnetoresistance of CoAg, CoCu granular films