

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА КОЕФІЦІЄНТ ТЕНЗОЧУТЛИВОСТІ ОДНОШАРОВИХ ПЛІВОК НІКЕЛЮ

*Бібик В. В., к.ф.-м.н., доцент; Гришук О. С., аспірант;
Зимовець В. І. студентка.*

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Зростання інтересу до наноелектроніки активізує пошук нових матеріалів для чутливих елементів різних типів датчиків та інтелектуальних систем на їх основі [1, 2]. Елементи і електронні вузли сучасної контрольно-вимірювальної апаратури й сенсорної техніки в більшості випадків функціонують в умовах впливу зовнішніх магнітних полів. Знання та прогнозування фізичних закономірностей поведінки коефіцієнта тензочутливості (КТ) і вплив на його величину зовнішнього магнітного поля дозволить створити нові технологічні прийоми управління електрофізичними характеристиками плівкових матеріалів та розглянути можливість створення на їх основі чутливих елементів датчиків тиску, деформації тощо.

Отримання тонкоплівкових матеріалів проводилося методом термічного випаровування з використанням стандартної вакуумної установки ВУП-5М при кімнатній температурі та тиску залишкових газів 10^{-4} Па. Дуже багато уваги при проведенні експериментів приділялося підкладкам, оскільки дуже важливо підібрати підкладки з низькоомними контактами, щоб мінімально знизити вплив на характеристики досліджуваного об'єкта. Саме з цією метою в якості матеріалу для підкладок було вибрано тефлон, з попередньо напиленими мідними контактними майданчиками. Товщина плівок в процесі напилення вимірювалась методом кварцевого резонатора та перевірялась методом оптичної інтерферометрії, використовуючи інтерферометр Лінника (прилад МП-4), що забезпечило похибку вимірювання не більше 5%. Для вимірювання коефіцієнта тензочутливості плівок використовувався спеціально розроблений пристрій (деформаційна машина), що дозволяє деформувати плівку і одночасно вимірювати її електричний опір безпосередньо у вакуумній камері установки.

Експериментально досліджувалися тензорезистивні властивості одношарових плівок нікелю товщиною 10–50 нм при повздовжній деформації $\Delta\varepsilon_\ell$ до 1% при відсутності магнітного поля та в перпендикулярному магнітному полі індукцією 200 мТл. Приклад отриманих деформаційних залежностей зображено на рис.1. Спостерігається різка відміна I-го деформаційного циклу від наступних, що пояснюється протіканням релаксаційних процесів в плівці (частковий поворот зерен, мікропластична деформація, перерозподіл і рух дефектів кристалічної будови та іноридних атомів тощо). Дана тенденція зберігається у всьому діапазоні товщин і у випадку прикладення зовнішнього магнітного поля (рис.1, б) [3].

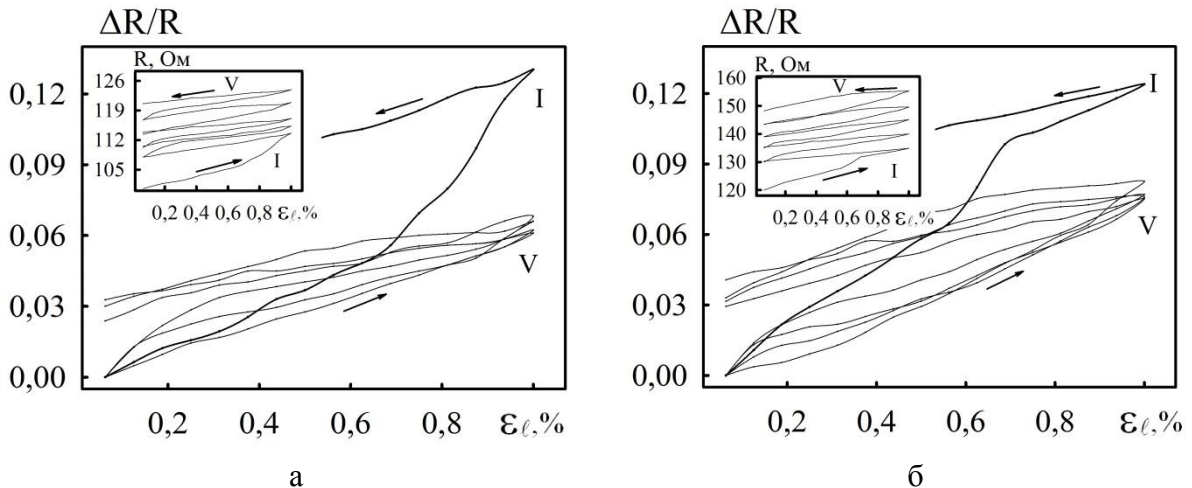


Рис. 1. Залежність відносної зміни опору $\Delta R/R_{II}$, і R від деформації ε_{ℓ} для плівкової системи $Ni(10)/P$ при $\varepsilon_{\ell} = 1\%$ для $B = 0$ (а) та $B_{\perp} = 200$ мТл (б).

Аналіз експериментальних даних показав розмірну залежність КТ від товщини (рис. 2). При внесенні зразків товщиною 10–50 нм у зовнішнє перпендикулярне магнітне поле спостерігається збільшення КТ незалежно

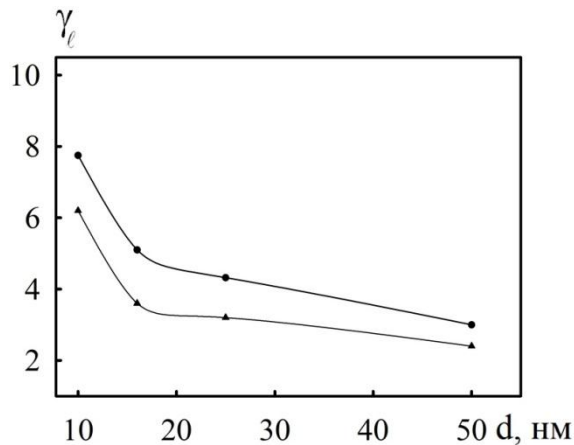


Рис. 2. Розмірна залежність коефіцієнта тензочутливості для одношарових плівок Ni : \blacktriangle — при відсутності зовнішнього магнітного поля, \bullet — в перпендикулярному магнітному полі індукцією 200 мТл.

від товщини. В області малих товщин (10–20 нм) збільшення КТ становить від 23 до 27%. Наприклад для зразка нікелю товщиною 10 нм, КТ становлять $\gamma_{IB=0} = 6,2$ та $\gamma_{IB\perp} = 7,8$. Якщо розглянути зразки товщиною від 40 до 55 нм, то збільшення КТ в магнітному полі становить 18–22%. На рис. 2 для зразків з $d = 50$ нм $\gamma_{IB=0} = 2,4$ та $\gamma_{IB\perp} = 2,9$.

Отже дослідження тензорезистивних властивостей плівок нікелю під дією магнітного поля показали збільшення КТ.

Література

1. Наноматеріали, нанопокриття, нанотехнології: Учебное пособие / [Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк и др.].— Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. — 209 с.
2. Lichtenwalner D. J. Flexible thin film temperature and strain sensor / D. J. Lichtenwalner, A. E. Hydrick, A. I. Kingon // Sens. Actuat. A. — 2007. — V.135. — P. 593 — 597.
3. Проценко С. І. Фізичні процеси і властивості наноструктурованих плівкових матеріалів із спин-залежним розсіюванням електронів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д.ф.-м. наук: спец. 01.04.07 "Фізика твердого тіла" / Проценко Сергій Іванович; Сумський державний університет. — Суми, 2011. — 40 с.