

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКА, ЕЛЕКТРОНІКА,
ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

ФЕЕ :: 2017

**МАТЕРІАЛИ
та програма**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(Суми, 17–21 квітня 2017 року)



Суми
Сумський державний університет
2017

Властивості гранульованих плівкових сплавів на основі Fe і Au як матеріалів сенсорних елементів

Шумакова М.О., *магістрант*; Одноворець Л.В., *професор*
Сумський державний університет, м. Суми

За останні роки значно розширилась номенклатура сенсорів і галузі їх застосування, підвищились ефективність і точність вимірювання. Для задоволення постійно зростаючих потреб сучасної електроніки потрібні високочутливі швидкодіючі сенсори, функціональні в складних умовах експлуатації: у широких температурних інтервалах, магнітних полях, а також в умовах деформації, ударних і вібраційних навантажень.

Аналіз літературних даних показує, що все більш широке застосування у електронному сенсорному приладобудуванні знаходять багат шарові і багатокомпонентні плівкові матеріали (мультишари, плівкові тверді розчини (т.р.), гранульовані плівкові сплави) на основі феромагнітних і благородних металів. Основна причина підвищеної зацікавленості до таких матеріалів полягає у тому, що, змінюючи компоненти системи, їх товщину та концентрацію, можна досягти суттєвих змін у електрофізичних і магніторезистивних властивостях, зокрема, отримати відносно мале значення термічного коефіцієнта опору - ТКО (висока термостабільність), велике значення коефіцієнта тензочутливості - КТ (висока чутливість до деформації) або спостерігати ефект гігантського магнітоопору (ГМО). Оскільки у таких матеріалах проявляється вплив на кінетичні явища таких факторів як процеси фазоутворення, дифузійні процеси, інтерфейсне розсіювання електронів провідності, термічні макронапруження та ін., то розуміння фізичних причин виникнення кожного з них дозволяє встановити їх взаємозв'язок із властивостями плівки та виготовити чутливі елементи сенсорів з наперед заданими параметрами, стабільними або дуже чутливими до впливу зовнішніх фізичних полів.

Мета роботи полягала у дослідженні фазового складу і тензорезистивних властивостей в широкому інтервалі деформації гранульованих плівкових сплавів на основі Fe і Au.

Плівкові зразки отримувалися методом одночасної конденсації у вакуумі 10^{-4} Па відомої маси Fe і Au із наперед заданою розрахунковою концентрацією компонент ($c_{Fe} = 20 - 85$ ат.% із кроком 5 ат.%). Точність

розрахункових концентрацій контролювалась методом РМА, що дало можливість дослідити концентраційну залежність КТ. Для реалізації такого фазового складу товщина зразків повинна мати величину 20 – 30 нм. Дослідження структурно-фазового стану здійснювалося за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу ПЕМ-125К. Розрахунок величини середнього – інтегрального КТ $(\gamma)_{\text{int}}$ здійснювався за тангенсом кута нахилу деформаційних залежностей або усереднення миттєвих значень – диференціального КТ $(\gamma)_{\text{dif}}$ по усьому деформаційному інтервалу. Інтегральний та диференціальний КТ визначались за співвідношеннями:

$$(\gamma)_{\text{int}} = \frac{\Delta R}{R(0)_{\varepsilon_l}} = \frac{R(\varepsilon_l) - R(0)}{R(0) \cdot \varepsilon_l}; \quad (\gamma)_{\text{dif}} = \frac{1}{R_l} \cdot \frac{dR}{d\varepsilon_l},$$

де $R(\varepsilon_l)$ – опір плівки при деформації ε_l ; $R(0)$ – опір недеформованого зразка.

Дослідження тензорезистивних властивостей плівок в інтервалі деформацій $\Delta\varepsilon_l = (0 - 2)\%$ проводилося за допомогою автоматизованої системи, що дало можливість здійснити велику кількість деформаційних циклів у статичному і динамічному режимах роботи при швидкості деформації від 0 до 0,1%/с.

Установлено, що в тонких плівках ($d \cong 20 - 30$ нм), отриманих одночасною конденсацією атомів Fe і Au формується неупорядковані т.р. ГЦК Au(Fe) та ОЦК α -Fe(Au) (більш детально див. [1]). Структурний перехід супроводжується диспергуванням кристалічної структури і, як наслідок цього, збільшенням ефективності зерномежового розсіювання електронів. Це спричиняє аномальне збільшення інтегральної величини коефіцієнта тензочутливості (від 2 до 80 одиниць) при пластичній деформації в інтервалі концентрацій Fe від 55 до 70 ат.%, що може бути використано при формуванні тензорезисторів та чутливих елементів сенсорів переміщення і деформації.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми кафедри прикладної фізики Сумського державного університету № 0115U000689.

1. O.V. Pylypenko, L.V. Odnodvoretz, I.Yu. Protsenko, M.O.Shumakova, *Probl. Atomic Sci. Technol.* №5(67), 131 (2016).

Керівник: Проценко І.Ю., *професор*