

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОДРОТІВ АНСЕРМЕТА

магістр. Рябко І.М.

На сьогоднішній день багат шарові плівкові структури знаходяться в центрі інтенсивних наукових досліджень. Насамперед це пов'язано з перспективою їх практичного застосування в якості магнітних елементів у різноманітних пристроях зберігання та обробки інформації, а також в сенсорній техніці. У цьому напрямку особлива увага приділяється полікристалічним нанодротам. Найбільші досягнення в цій області має швейцарська група вчених, яка працює в Політехнічній федеральній школі Інституту експериментальної фізики м. Лозанна під керівництвом Д. – Ф. Ансермета. В їхніх роботах основна увага приділяється розробленню методики виготовлення плівкових і гранульованих нанодротів та дослідженню їх гальваномагнітних властивостей (магнітоопір та гігантський магнітоопір)[1 - 3].

Найбільш широко досліджуються чотири типи нанодротів, які відрізняються один від одного своєю морфологією:

- гранульований нанодріт;
- гомогенний нанодріт Ni ($l=6000$ нм, $d=80$ нм);
- гібридний нанодріт $[\text{Co}(10)/\text{Cu}(10)]_n/\text{Ni}(1000)$;
- гібридний нанодріт $\text{Cu}(1000)/[\text{Co}(10)/\text{Cu}(10)]_m/\text{Cu}(4900)$.

Виготовлення нанодротів першого типу відбувається в два етапи [1] (рис. 1). На першому етапі всередину корундової мембрани, отриманої трековим методом, під тиском впроваджуються частинки Со або С. При цьому наночастинки Со знаходяться у феромагнітному стані і в деяких випадках покриваються від трьох до п'яти шарами вуглецю. На другому етапі нанодроти із наночастинок Со у неферомагнітному стані осаджуються електрохімічним

методом у пори мембрани ($l = 50$ мкм, площа перерізу $S = 12.5 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$, $l/S = 4 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$). При отриманні нанодротів 2–4 типів звичайно використовують методи електрохімічного або хімічного осадження, яке завершується нанесенням на одну з граней мембрани металевої плівки.

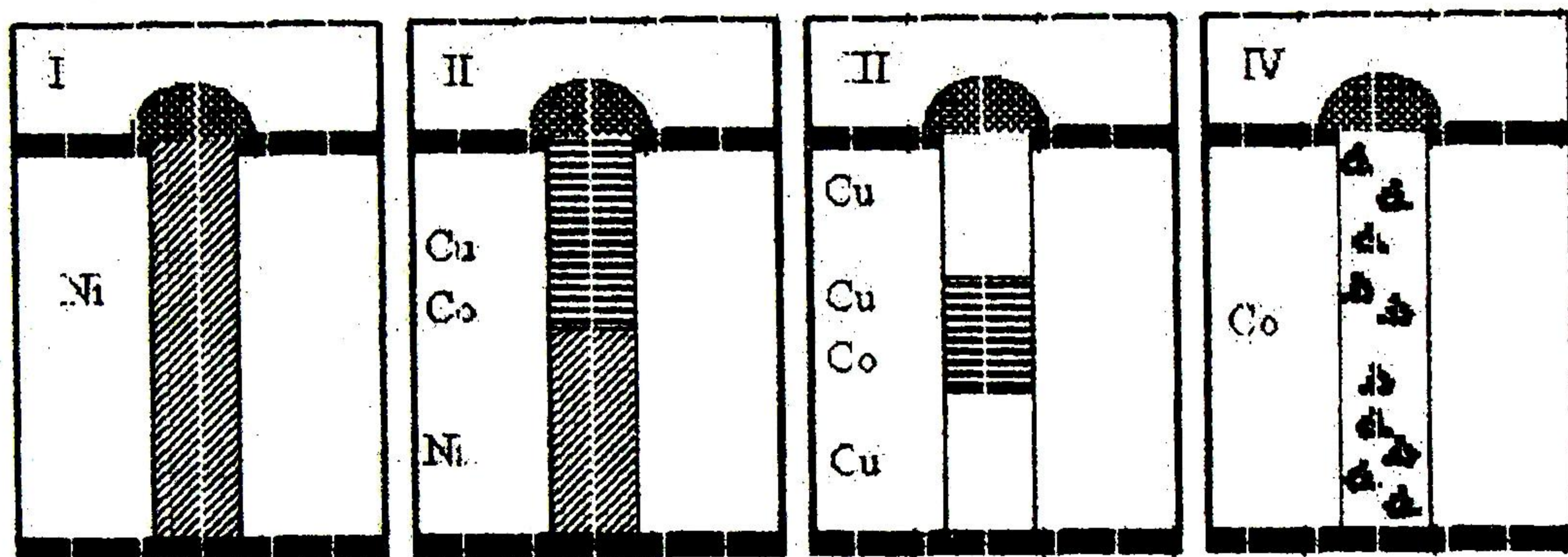


Рисунок 1 – Схематичне зображення морфології нанодротів Ансермета: I - гранульований нанодріт; II - гомогенний нанодріт Ni ($l=6000$ нм, $d=80$ нм); III - гібридний нанодріт $[\text{Co}(10)/\text{Cu}(10)]_{150}/\text{Ni}(3000)$; IV - гібридний нанодріт $\text{Cu}(1000)/[\text{Co}(10)/\text{Cu}(10)]_5/\text{Cu}(4900)$.

Ріст нанодротів при електрохімічному осадженні починається на кінцях пор на дні отвору, а при хімічному осадженні – навпаки. Фактор форми і довжину нанодрота можна контролювати масою осадженого металу. При отриманні нанодротів можна користуватися як шаблонами, так і наномембранами. Геометричні розміри нанодротів залежать від розмірів пор корундових мембран.

Корундові мембрани отримують методом анодизації і, змінюючи умови анодизації (склад електроліту, час осадження, температуру та напругу), можна контролювати діаметр пор та відстань між центрами двох сусідніх пор.

Згідно з літературними даними [1 – 3] у нанодротах

всіх чотирьох типів спостерігається ефект гігантського магнітоопору. Гігантський магнітоопір представляє собою явище аномальної зміни електричного опору під дією зовнішнього магнітного поля в багатошарових плівкових системах, що складаються з магнітних і немагнітних матеріалів, що чергуються. Для нанодротів характерно те, що ефект гігантського магнітоопору в ССР-геометрії (електричний струм перпендикулярний до межі поділу шарів у багатошаровій структурі) порівняно з традиційною СРІ-геометрією (електричний струм паралельний до площини багатошарової структури та шарам у ній) має значно більші значення. Але його величина не перебільшує 4-%.

У відповідності з рекомендаціями [4] нами розроблена методика отримання корундових наномембран, осадження в них полікристалічних нанодротів Ni та вимірювання їх електричних характеристик.

1. Wergrove J. – E., Sallin A. et all. Magnetoresistance properties of granular nanowires composed of carbon nanoparticle embedded in Co matrix // *Phys. Rev. B.* – 2001. – V.65. – P. 12407 – 12411.
2. Wergrove J. – E., Kelly D. et all. Tailoring anisotropic magnetoresistance hysteresis loops with spin-polarized current injection // *J. Appl. Phys.* – 2001. – V. 61, №11. – P. 7127 – 7129.
3. Voegeli B., Blondel A. et all. Electron transport in multilayered Co/Cu nanowires // *J. Magnetism and Mag. Mat.* – 1995. – V.151. – P. 388 – 395.
4. Zheng J., Menen L. et all. Magnetic properties of Ni nanowires in self-assembled arrays // *Phys. Rev. B.* – 2000. – V.62. – P. 12282 – 12286.