

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ НОВОГО ТИПУ

¹Національний авіаційний університет

²Одеський державний екологічний університет

kvp@nau.edu.ua

1651141@stud.nau.edu.ua

Вступ. Постановка задачі

Плівки, що мають нанокластерний растр, не завжди стабільні через мінливість морфології нанокластерів (НК), що відкриває широкі перспективи для розвитку функціональної мікроелектроніки [1,2], зокрема, для створення квантово-розмірних носіїв інформації [3]. З метою розширення можливостей практичного використання пліткових гетеропереходів (ГП) нами поставлена задача дослідити властивості аморфних плівок з квазіметалевими центрами (КМЦ) [1].

Виклад основного матеріалу

Стабілізація електричних характеристик аморфних плівок перехідних d-металів значно підвищується при легуванні елементами IV групи таблиці Менделєєва (вуглецю, кремнію, германію). Наявність цих елементів в ГП, додатково змінює електричні властивості плівок і впливає на характер їх провідності.

Нами вивчалися амфорні піроактивовані металеві плівки хрому (Cr) та нікелю (Ni), легуваних вуглецем (C), на постійному та змінному струмі в діапазоні частот 10÷109 Гц при температурах 77÷573°K.

Дослідні зразки плівок Cr і Ni були отримані методом піроактиваційного розкладання пар різних металоорганічних сполук в атмосфері інертного газу і являли собою резистивні смужки довжиною до 20 мм і шириною 0,01÷2 мм; контактні майданчики напиляли у вакуумі ~10⁻⁶ мм рт. ст. Дротяні контакти приварювали до контактних майданчиків за допомогою термокомпресійного зварювання. Процес термічного розкладання (піроліз)

супроводжується фотоактивацією молекул метало-органічних сполук ультрафіолетовим (УФ) опроміненням. При високих рівнях активації молекули розпадаються на метал і леткий органічний радикал із вуглецю, який захоплюється плівкою металу. Подібним чином відбувалося автолегування плівок вуглецем, що визначало їх напівпровідникові властивості.

У залежності від умов розкладання та інтенсивності УФ активації концентрацію домішкового вуглецю вдавалося змінювати від 0,001 до 10 ат. %. Дослідження фазового складу плівок показали, що при рівні легування ~0,1 % вуглець не утворює карбідів, а присутній у вигляді квазімакроскопічних (розмірами до 100 Å) НК, розподілених у матриці аморфного металу. Кількісні оцінки середньої відстані між центрами в піролітичних плівках типу Cr КМЦ дають величину в кілька постійних грат відповідного металу, що, очевидно, менше довжини вільного пробігу носіїв в аморфному металі.

В аморфному стані піролітичні Cr і Ni мають найбільш яскраво виражені властивості неметалічної провідності їх вольтамперні характеристики (ВАХ), містять ділянки перемикань і негативного опору. Оцінки часу життя (шляхом порівняння прямого та зворотного ходу ВАХ) плівок Cr (КМЦ) у ізолюючому стані показують, що ця величина досить велика. Так, зворотний перехід із «відкритого» у вихідний «закритий» стан здійснюється імпульсом напруги зворотної полярності. Час перемикання становить доли секунд. Зі збільшенням температури порогова напруга

перемикання монотонно зменшується від 1,2 при температурах рідкого азоту до 0,8 В при 200°C. При температурах вище 200°C ефект перемикання стає нестабільним, спостерігається мимовільний перехід у провідний металічний стан.

Нелінійність ВАХ піролітичного Ni КМЦ носить інший характер: області перемикання тут відповідає ділянка негативного опору n-типу. Температурна залежність питомого поверхневого опору плівок Cr КМЦ та Ni КМЦ показана на рис. 1.

Плівки Cr-КМЦ, морфологія яких представлена на рис. 2, мають негативну величину ТКС, плівки Ni-КМЦ в області температур нижче ~120°C мають позитивний нахил, але при більш високих температурах значення ТКС у них стає негативним.

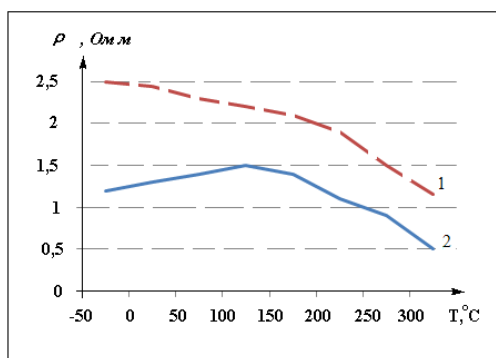


Рис. 1. Температурна залежність питомого поверхневого опору: 1- Cr КМЦ; 2- Ni КМЦ

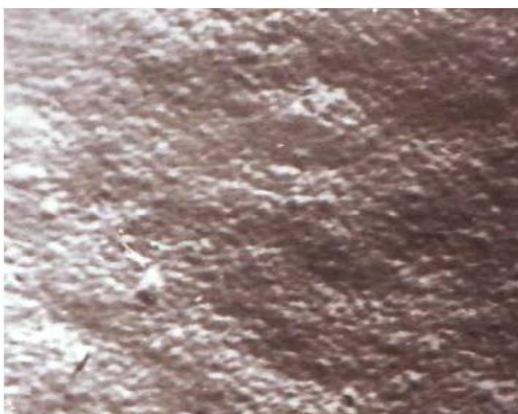


Рис. 2. Мікрофотографія плівки аморфного Cr з КМЦ вуглецю (збільшення у 8 *104)

Зіставлення експериментальних даних свідчить про складний механізм псевдо напівпровідниковій провідності в аморфних перехідних металах,

активованих вуглецевими КМЦ. Очевидно, провідність у своїй носить стрибковий характер і вимагає кінцевої енергії активації. Для стрибкового механізму провідності характерно збільшення провідності на змінному струмі, яке спостерігається нами експериментально у плівок Cr-КМЦ і Ni-КМЦ, і залежність провідності від частоти, що описується, наприклад, двоцентровою моделлю перескоків [2].

Виникнення негативного опору n-типу у піролітичного Ni-КМЦ також свідчить про наявність у структурі плівок активних центрів захоплення. Поляризуємість цих центрів має бути великою, оскільки область з негативним опором у плівок зникає вже за частот ~ 250 КГц. Зазначені вище закономірності показують, що аморфні плівки Cr і Ni за участю КМЦ можуть застосовуватися в нелінійних функціональних приладах [2-4]. При цьому, зауважимо, що на відміну від приладів з р-п-переходами в даному випадку нелінійність є власною характеристикою кластеризованого матеріалу, що істотно спрощує завдання виготовлення нелінійних приладів на основі таких аморфних плівок та їх керметизованих варіантів.

Висновки. Отримані нами результати розширюють можливості функціонального управління властивостями різних матеріалів шляхом їх кластеризації. Запропоновані результати можуть стати у нагоді при створенні абсолютно нових матеріалів для інформаційно-вимірвальних систем.

Література

1. Ковальчук В.В. Нанокластерна модифікація гетероструктур. Одеса: ОДЕКУ: ТЕС, 2022. – 226 с.
2. Находкін М.Г., Сізов Ф.Ф. Елементи функціональної електроніки. – К.: Наука, 2002. – 201 с.
3. Ковальчук В.В. Електронні процеси в наноструктурах с субфазним кремнієм. Журнал фізичних досліджень. – 2003. – №7 (4). – С. 393-401.
4. Kovalchuk V. Optical Properties of clusters. J. of Physics & Electronics, 2018. – №26 (1). – P. 29-34.

Квасніков В.П., Ковальчук В.В., Мамука К.В.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ НОВОГО ТИПУ

У роботі представлені результати дослідження аморфних плівок. Зміна властивостей таких систем реалізована шляхом впровадження у матрицю атомарних кластерів. Цей процес визначається як метод кластерної модифікації матеріалів, зокрема, плівкових гетеропереходів. Нанокластерний растр є не завжди стабільним. Це пов'язано з мінливістю морфології нанокластерів. Створення квантово-розмірних носіїв інформації подібного типу є перспективним щодо застосування у приладах нового покоління.

Kvasnikov V.P., Kovalchuk V.V., Mamuka K.V.

NEW TYPE INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS

The paper presents the results of the study of amorphous films. Changing the properties of such systems is realized by introducing atomic clusters into the solid state matrix. This process is defined as a method of cluster modification of materials, in particular, film heterojunctions. Nanocluster raster is not always stable. This is due to the variability of nanocluster morphology. The creation of quantum-sized data carriers of this type is promising for use in new generation devices.