

ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ПЛІВОК НА ОСНОВІ Cu і Ti

асп. Соломаха В.А., студ. Пуда С.О.

Великий інтерес до електрофізичних властивостей тонких плівок та багатошарових плівкових систем на основі Cu і Ti насамперед пов'язаний з широким використанням Ti у сучасній мікроелектроніці в якості бар'єрного шару, що запобігає дифузії мідних елементів розводки мікросхем в кремнієву підкладку. Питання про залежність властивостей таких систем від умов їх отримання та температурної обробки визначило мету цієї роботи.

Плівкові зразки були отримані методом термічного випаровування з швидкістю $\omega \sim 0,5 \div 1$ нм/с на підкладках з ситалу при $T_n = 300$ К у вакуумі $\sim 10^{-5}$ Па. Відпалювання зразків проводилося за схемою "нагрівання-охолодження" у вакуумі $\sim 10^{-3}$ Па в інтервалі температур 300–900 К.

Експериментально було виявлено, що при відпалюванні плівок Ti до температур вище 450 К ТКО такого зразка при охолодженні має від'ємне значення, що вказує на початок активних окисних процесів вище даної температури. Тому при дослідженні двошарових зразків на першому циклі відпалювання температура не перевищувала 450 К, що давало змогу досліджувати температурну залежність опору $R(T)$ для двошарової системи, оскільки в даному інтервалі температур дифузійні процеси слабкі, а утворення домішкових фаз (оксиди, інтерметаліди) не відбувається [1].

Розглянемо характер температурної залежності опору плівок Cu/Ti (рис. 1). На кривій нагрівання можна виділити вісім ділянок. На першій ділянці від 300 до 390 – 450 К опір зразка повільно росте з температурою. На другій ділянці у температурному інтервалі $450 < T < 530$ К спостерігається практично горизонтальна ділянка кривої. Необхідно

відмітити, що в цьому інтервалі температур для одношарових плівок Cu має місце зменшення опору, пов'язане з залікуванням дефектної структури [2], тоді як опір плівок Ti збільшується за рахунок окисних процесів. Скоріше за все ці процеси компенсують один одного, дане припущення підтверджується тим, що при досягненні температури 530 К (завершення процесів залікування в одношарових плівках

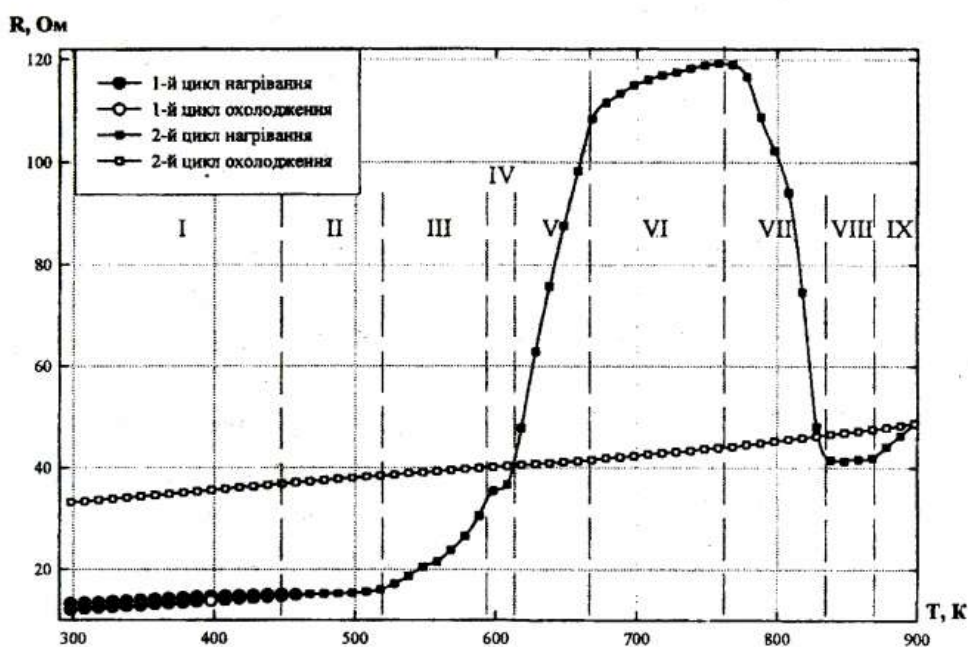


Рисунок 1 – Температурна залежність опору двошарової системи $\text{Ti}(55)/\text{Cu}(25)/\text{ситал}$

Cu) опір зразка знову починає зростати. На третій ділянці ($530 < T < 590$ К) опір зразка різко зростає. В інтервалі температур ($590 < T < 610$ К) спостерігається горизонтальна ділянка залежності $R(T)$, після чого в температурному інтервалі $610 < T < 660$ К знову має місце різке збільшення опору. Після досягнення 660 К швидкість зростання опору зменшується, але він продовжує зростати до температури 760 К. На сьомій ділянці спостерігається різкий завал на

кривій, після чого в інтервалі температур 830–860 К опір практично не змінюється. Після досягнення 860 К опір зразка знову різко зростає, що можливо пов'язано з активними окисними процесами у шарі Cu у цьому температурному інтервалі [2]. Аналіз отриманих результатів показує, що активність окислювальних процесів залежить від концентрації компонентів системи. Та, при відношенні атомарних концентрацій Ti до Cu $C^{Ti}/C^{Cu} = 1,5$ має місце зменшення опору зі зменшенням температури, у той час як при $C^{Ti}/C^{Cu} = 3$ під час охолодження зразка проявляється неметалевий характер залежності $R(T)$.

На характер залежності $R(T)$ при охолодженні і наступних циклах поряд з фактором, пов'язаним з відношенням концентрацій впливає також товщина окремих шарів, оскільки у випадку, коли плівка має більшу товщину, окислювальні процеси дають менший вклад в електрофізичні властивості.

Для коректного пояснення отриманих результатів про температурну залежність опору у плівках на основі Ti і Cu необхідне проведення електронно-мікроскопічних, електронографічних та мас-спектрометричних досліджень.

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н.П. Лякишева. Машиностроение, Москва. Т. 2. 1024 с. (1997).
2. Соломаха В.А., Черноус А.М. Фазовий склад та електропровідність металевих-оксидних плівок на основі міді // Матеріали ІХ міжнародної конференції «Фізика і технологія тонких плівок». – Івано-Франківськ: ПУ, 2003. – Т.1.– С. 172-173.