

# ВИКОРИСТАННЯ ТА СТВОРЕННЯ НОВІТНІХ ТОНКОПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ

асист. Соломаха В.А.

*Сумський державний університет*

Подальший розвиток багатьох галузей мікроелектроніки та електронної техніки пов'язаний з широким використанням багатошарових плівкових систем, одержаних конденсацією компонент у вакуумі. При цьому постає проблема стабільності роботи плівкових елементів мікроприладів, оскільки вона значною мірою залежить від розвитку та кінетики протікання дифузійних процесів та процесів фазоутворення в умовах термообробки або під час виготовлення приладу, або під час його експлуатації. Особливості цих процесів в тонких плівках обумовлені малими товщинами шарів, високим ступенем дефектності структури, розвинутою міжзеренною поверхнею та істотними концентраційними та фазовими неоднорідностями. На даний момент їх загальні закономірності не можна вважати точно встановленими.

Основними вимогами, що накладаються на компоненти тонкоплівкових мікросхем є висока адгезія до сусідніх шарів та малий коефіцієнт дифузії в них. Оскільки матеріалів, що мають обидві ці властивості одночасно і при цьому є добрими провідниками не існує то для вирішення проблеми використовують багатошарові плівкові системи. Протягом останніх років з точки зору адгезивних властивостей та їхніх характеристик у якості дифузійного бар'єру було вивчено багато комбінацій тонких плівок металів. Проте для використання у якості матеріалів для металізації напівпровідникових мікросхем цей список можна значно скоротити, оскільки на практиці у якості матеріалу для провідників використовують лише  $Cu$ .

Для утворення адгезивних шарів та дифузійних бар'єрів одночасно з міддю звичайно використовують тонкі плівки

хрому та титану. Тонкі плівки Cr мають чудову адгезію до більшості матеріалів завдяки своїй високій хімічній активності. При взаємодії з киснем на його поверхні утворюється тонкий оксидний шар, котрий зупиняє подальше окислення та забезпечує інертність до корозійного впливу зовні. Він давно та широко використовується як з причини простоти осадження плівок так і з причини високої адгезії плівок. При витримці плівки на повітрі на її поверхні утворюється тонкий шар  $\text{CrO}_2$ . Проте хром не є стабільним дифузійним бар'єром. Наприклад, він легко дифундує крізь шар золота. На даний час хром широко використовується в великій кількості тонкоплівкових комбінації при металізації з різним ступенем стабільності з часом. Так, мультишар Cr-Cu-Cr активно і вже довгий час використовується фірмами RCA і IBM завдяки частковій розчинності компонент. Однак реальною проблемою при роботі з такими плівками є контроль травлення при формуванні розводки мікросхем з причини утворення хромом сильних електрохімічних пар. Титан має чудову адгезію, бо легко формує оксидні, нітрідні та карбідні сполуки з сусідніми шарами. В той же час, його прекрасні гетерні властивості вимагають дуже низької концентрації води та кисню під час напилення для отримання шару чистого титану. Тому при осадженні потрібно забезпечити високий ступінь вакууму. Частіше за все титан використовують як адгезивний шар, його використання як бар'єрного матеріалу ускладнене тим, що він легко дифундує в золото та мідь. Тому титан звичайно використовується в сукупності з іншими проміжними шарами, такими як NiCr, NiV, Pt, Mo, W (стабілізація Ti вольфрамом використовувалася фірмою IBM ще наприкінці 60-х років минулого століття). Тонкоплівкова система Ti-Cu-Ni-Au в свій час була запропонована для заміни системи Ti-Pd-Au для металізації надвисокошвидкісних ІМС. Не так давно в якості бар'єрного шару почали використовувати нітрид титану TiN, котрий має чудові якості бар'єрного шару.