

УДК 539.216.2 : 621.793.7

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЁНОК ЗОЛОТА
ПРИ МНОГОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ АТОМОВ

Е. Н. ГАЛЕНКО¹, С. А. ШАРКО²

¹Мозырский государственный педагогический университет
имени И. П. Шамякина
Мозырь, Беларусь

²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по материаловедению
Минск, Беларусь

Введение. Ультратонкие плёнки золота перспективны для применения в различных сферах электроники, благодаря его высокой электропроводности, оптической прозрачности [1] и химической инертности. Однако получение качественных наноразмерных слоёв золота на неродственных подложках представляет собой нерешённую проблему из-за рассогласования кристаллографических параметров плёнки и подложки.

В работе исследовались образцы слоёв золота толщиной до 100 нм, полученные на кремнии и кварце методом ионно-лучевого распыления [2] с применением многократного осаждения/распыления, и показано значительное улучшение их качества, по сравнению с аналогичными слоями, полученными непосредственным однократным осаждением.

Основная часть. Были проведены измерения образцов слоёв золота, полученных в трёх режимах: непосредственным осаждением, осаждением с дополнительным распылением и осаждением с применением методики многократного осаждения/распыления.

Осаждение основного слоя золота на подложку происходило при воздействии ионов кислорода с энергией 1,5...1,6 кэВ на мишень из золота, приводя к её распылению. Формированию слоя предшествовала дополнительная операция осаждения/распыления первоначального слоя золота толщиной 2...4 нм. Распыление этого слоя проводилось до исчезновения металлической проводимости. Энергия ионов кислорода составляла менее 0,3 кэВ.

Электрические измерения проводились стандартным линейным четырёхзондовым методом с помощью ИУС-3. Исследование морфологии поверхности образцов было проведено методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator. Спектры отражения и пропускания пленок были получены на спектрофотометре НІТАСНІ-340 в интервале длин волн от 600 до 1000 нм.

При переходе к многократному режиму осаждения происходит уменьшение удельного сопротивления плёнки золота. Величина удельного сопротивления приближается к соответствующему значению для материала в массивном состоянии (23 Ом·нм). При этом также происходит уменьшение температурного

коэффициента сопротивления (ТКС), что является свидетельством улучшения термостабильности полученных наноразмерных плёнок золота.

Согласно данным АСМ исследований, среднеквадратическая шероховатость образцов металлических плёнок, полученных с применением многократного осаждения (0,3 нм), заметно меньше, чем тех же образцов, полученных непрерывным нанесением (0,8 нм).

Коэффициенты отражения слоёв золота (рис. 1), полученных на кварцевых подложках путём многократного повторения цикла операций осаждения и распыления, начиная примерно с 700 нм, выше, чем у аналогичных слоёв, полученных без применения данной операции. Наблюдаемое увеличение отражения происходит в основном за счёт снижения пропускания, а не поглощения.

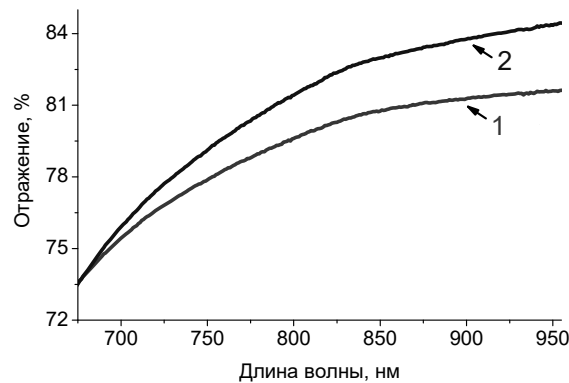


Рис. 1. Спектр отражения образцов золота на кварце, полученных непрерывным осаждением (1) и с применением многократного осаждения/ распыления (2)

Улучшение качества слоев металла при использовании дополнительной операции осаждения /распыления можно объяснить проникновением в подложку атомов золота высоких энергий. Последние становятся точечными дефектами в приинтерфейсных областях подложки. Повторное применение операций осаждения и распыления даёт возможность высокоэнергетическим атомам осаждаемого металла многократно воздействовать на уже сформированную металлическую структуру. За счёт этого происходит усиление адгезии вышележащих слоёв металла к подложке.

Заключение. Использование метода ионно-лучевого распыления при проведении дополнительной операции осаждения /распыления наноразмерного слоя золота даёт возможность получать высококачественные плёнки золота толщиной десятки нанометров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Получение методом ионно-лучевого распыления кислородом и оптические свойства ультратонких пленок золота / А. И. Стогний [и др.] // Журнал технической физики. – 2003. – Т. 73, № 6. – С. 86–89.
2. **Bundesmann, C** Tutorial: The systematics of ion beam sputtering for deposition of thin films with tailored properties / C. Bundesmann, H. Neumann // Journal of Applied Physics. – 2018. – Vol. 124. – P. 231102.