

УДК 539.216.2 : 621.793.7

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ЧАСТИЦ НА СВОЙСТВА ТОНКИХ СЛОЕВ ЗОЛОТАЕ. Н. ГАЛЕНКО¹, С. А. ШАРКО²¹Мозырский государственный педагогический университет
имени И. П. Шамякина
Мозырь, Беларусь²Научно-практический центр НАН Беларуси
по материаловедению
Минск, Беларусь

Тонкие слои золота перспективны для использования в различных областях электроники, в частности в приборостроении. Во многом это обусловлено высокими значениями электропроводности золота и его химической инертностью. Немаловажно и то, что нанометровые слои металла оптически прозрачны: более половины падающего оптического излучения пропускается при поглощении всего в 10...20 % [1].

Однако получение качественных наноразмерных слоёв золота на чужеродных подложках сопряжено с проблемой согласования по кристаллохимическим параметрам плёнки и подложки. Так, параметры кристаллических решёток золота (4,08 Å) и кремния (5,43 Å) отличаются более, чем на 10 %, что сводит на нет всякую попытку получения эпитаксиальных слоёв.

В работе исследовались наноразмерные слои золота, полученные методом ионно-лучевого распыления на кремнии и кварце с применением методики многократного напыления/распыления, и показано заметное улучшение качества плёнок, по сравнению с аналогичными плёнками, полученными с применением методики повторного напыления/распыления.

Нанесение слоя золота на подложку производилось распылением мишени золота ионами кислорода с энергией 1500...1600 эВ и плотностью тока ионов 0,1...0,25 мА/см². При использовании дополнительной операции напыления/распыления перед напылением основного слоя на подложку наносился первоначальный слой золота толщиной 2...4 нм в течение 2...3 мин. Распыление этого слоя осуществлялось ионами кислорода с энергией менее 300 эВ и плотностью тока 0,1...0,15 мА/см² до исчезновения металлической проводимости.

Были проведены измерения образцов, полученных в различных режимах: без вращения подложки и без дополнительного распыления (режим 1), напыление с непрерывным вращением подложки с дополнительным распылением (режим 2) и напылением с применением методики многократного напыления/распыления (режим 3).

Электропроводность измерялась стандартным линейным четырёхзондовым методом на основе контактного устройства ИУС-3. Затем рассчитывалось

удельное поверхностное сопротивление слоя металла (в омах на квадрат) по формуле $\rho_s \approx 4,53U/I$. Удельное сопротивление определялась из выражения $\rho = \rho_s d$, где d – толщина слоя металла. Для определения толщины всех образцов использовалась экспериментальная зависимость толщины слоя от времени напыления при заданных режимах.

В табл. 1 приведены значения удельного поверхностного сопротивления ρ_s , удельного сопротивления ρ и температурного коэффициента сопротивления (ТКС) слоев золота номинальной толщиной 13 нм, полученных в течение 300 с непрерывного напыления, в зависимости от режимов напыления.

Табл. 1. Значения сопротивления и ТКС наноразмерных слоев золота толщиной 13 нм в зависимости от режимов напыления

Параметры слоев золота	Режим получения		
	1	2	3
ρ_s , Ом/кв.	4	2,76	2,32
ρ , Ом·нм	53,2	34,67	30,86
α , K ⁻¹	$3,81 \cdot 10^{-3}$	$3,65 \cdot 10^{-3}$	$2,05 \cdot 10^{-3}$

Как видно из табл. 1, происходит уменьшение удельного сопротивления плёнки золота при переходе от первого режима получения к третьему. Величина удельного сопротивления приближается к соответствующему значению для материала в массивном состоянии (23 Ом·нм). Дополнительным свидетельством улучшения качества полученных наноразмерных плёнок золота является улучшение термостабильности, что выражается в соответствующем уменьшении ТКС.

Таким образом, метод ионно-лучевого распыления в сочетании с дополнительной операцией напыления/распыления наноразмерного слоя золота позволяет получать высококачественные слои золота в единицы – десятки нанометров. Улучшение качества слоев металла при использовании дополнительной операции напыления/распыления можно объяснить внедрением в подложку высокоэнергетических атомов золота, которые, с одной стороны, являются источниками точечных дефектов в приповерхностном слое подложки. Использование методики десятикратного напыления и распыления даёт возможность высокоэнергетической части потока осаждаемых атомов металла многократно воздействовать на уже сформированную структуру. За счет этого обеспечивается сильная адгезия слоя металла к подложке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Получение методом ионно-лучевого распыления кислородом и оптические свойства ультратонких пленок золота / А. И. Стогний [и др.] // Журн. техн. физики. – 2003. – Т. 73, № 6. – С. 86–89.