

Эллипсометрический контроль толщины металлических плёнок

Гуськов Б. Л., Концевой Ю. А.

Определены оптические константы n и k для Al, Au, Ti, Ni для длины волны 0,6328 мкм. Установлена связь между толщиной плёнок указанных металлов и эллипсометрическим параметром ψ . Найдены предельные значения толщин плёнок при эллипсометрических измерениях.

В работах [1, 2] показано, что эллипсометрический метод [3] позволяет эффективно контролировать толщину тонких металлических плёнок. Для этого необходимо знать оптические константы металлов: показатель преломления n и коэффициент экстинкции k . Эти оптические константы определены в разных работах в широком диапазоне спектра: в ультрафиолетовом, видимом и ближнем ИК диапазонах длин волн [4,5]. Проанализированы данные, приведённые в указанной литературе, и вычислены значения n и k для длины волны 0,6328 мкм, на которой работает большинство эллипсометров. Результаты приведены в таблице.

Оптические константы металлов при $\lambda = 0,6328$ мкм

Таблица

Металл	Al	Cr	Au	Pt	Ni	Ti	Ссылка
n/k	0.5/8	3.15/3.3	0.4/3.3	1.2/4.4	1.2/4	2.15/2.95	[4]
n/k		2.8	0.18/4.0		2.0/4.15	2.3/3.6	[5]
n/k	0.5/6.05		0.2/3.19	2.3/4.8	1.7/3.5	2.3/3.21	Данная работа

В последней строке таблицы приведены данные, полученные при использовании методики, указанной в работе [2]. Видно, что существует разброс данных, связанный, по-видимому, с чистотой используемых металлов, гладкостью поверхности, на которую наносился металл, окислением поверхности, осаждением на поверхности металлов влаги или каких-либо плёнок. Спектральные измерения, на основе которых определялись оптические константы металлов в ранее проведённых исследованиях [4, 5], являются достаточно длительными, что может отражаться на состоянии поверхности металлов. Вместе с тем в нашей работе имелась возможность после проведения технологического процесса достаточно быстро определять оптические константы эллипсометрическим методом на длине волны 0,6328 мкм. Поэтому есть основание считать эти результаты достаточно надёжными. Было указано [2], что эллипсометрический параметр ψ является наиболее информативным, и на основе анализа, проведённого в настоящей работе, было установлено, что целесообразно проводить измерения при угле падения луча лазера на образец 60° .

На рисунке приведена связь между толщиной плёнок алюминия, золота, никеля и титана и эллипсометрическими параметрами ψ . Оптические константы металлов соответствуют последней строке таблицы. Здесь использованы уточнённые данные для n и k по сравнению с данными, приведёнными в [2]. Из рисунка видно, что толщину плёнок алюминия можно эффективно измерять в диапазоне толщин от 2 до 15-20 нм, а толщину плёнок золота, никеля и титана – от 2 до 30 нм при точности определения эллипсометрических параметров ψ и Δ порядка $0,1^\circ$. Диапазоны определяемых толщин плёнок могут быть существенно расширены при использовании более точных эллипсометров, позволяющих измерять углы ψ и Δ с точностью порядка $0,001-0,005^\circ$.

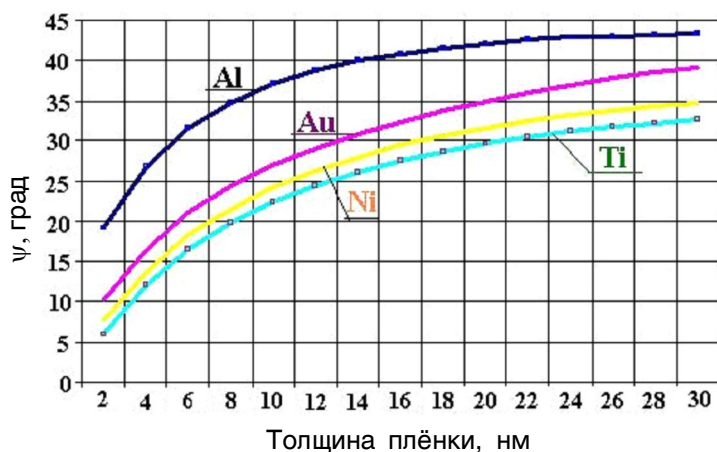


Рис. 1

Связь между толщиной плёнок Al, Au, Ni, Ti и рассчитанными эллипсометрическими параметрами ψ для плёнок разной толщины. Угол падения света на образец 60°

Литература

1. Концевой Ю. А., Завадский Ю. И., Гуськов Б. Л. Усовершенствование эллипсометрических методов контроля полупроводниковой технологии. // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы, вып. 2, с. 35-40.
2. Гладышева Н. Б., Гуськов Б. Л., Завадский Ю. И., Концевой Ю. А. Контроль толщины, оптических и электрофизических свойств металлических плёнок, применяющихся в полупроводниковой технологии. // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. 2010, вып. 2, с. 34-37.
3. Р. Аззам, Н. Башара. Эллипсометрия и поляризованный свет/ Пер. с англ. Под ред. А. В. Ржанова и К. К. Свиташева – М.: МИР, 1981, 583 с.ил.
4. Handbook of Optical Constants of Solids. Edward D. Palic. // Academic Press. Boston. 1985.
5. Johnson P. B., Christy R. W. Phys. Rev. – 1972, V .6, No.12, P. 4370-4379.

ГОТОВИТСЯ К ПУБЛИКАЦИИ

в выпуске 2(227) 2011 года

статья Васильева А. Г., Скрылёва А. С., Константинова П. Б.
 “Фотоэлектронике “Пульсара” – 40 лет!”

1 мая 1971 года в “Пульсаре” создаётся новое научно-техническое направление – фотоэлектроника. В течение ряда лет разработаны уникальные приборы – мишени вакуумных передающих телевизионных трубок, работающие в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн. Параллельно начинается проработка нового в мировой практике направления – создания приборов с зарядовой связью. Первая фоточувствительная линейка на 64 элемента появляется на свет в 1973 году. С этого момента до сегодняшних дней разработаны линейки до 12288 элементов, матрицы до 1024x1024 элементов и ТВ-модули ВЗН до 960x32 элемента и ФПУ на их основе. Разработаны глубокоохлаждаемые гибридные фоточувствительные схемы дальнего ИК-диапазона на примесном кремнии.

В настоящее время отделение фотоэлектроники разрабатывает специальные линейные и матричные фоточувствительные ПЗС приборы для ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазонов и фотоприёмные модули на их основе, а также совершенно новые приборы – электронно-чувствительные ПЗС для электронно-оптических преобразователей 5-го поколения и других гибридных вакуумных приборов.