

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНОДНЫХ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

удельного объема продукта, расширяются и растрескиваются. С увеличением доли электролитического высокодисперсного оксида спекание улучшается и после высокотемпературного обжига при 1560°C образцы приобретают прочность. При этом относительно лучше спекается оксид, полученный в электролите из щавелевой кислоты, хуже – из сернокислотного электролита. Для спекания оксида, полученного в серной кислоте, в чистом виде необходима температура выше 1550°C. Микротвердость спеченных материалов изменяется в пределах 8 400 – 11 000 МПа. При этом в образцах, состоящих более, чем на 50% из оксидно-нитридной смеси, микроструктура такого образца показана на рис. 4, сохраняется высокая микропористость (около 30-40%), что позволяет использовать их в качестве фильтрующего материала.

ВЫВОДЫ

Предложение об использовании добавок анодного оксида алюминия в шихту для улучшения спекаемости подтверждена в ходе исследований.

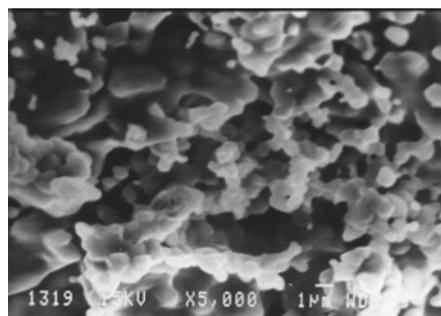


Рисунок 4 – Микроструктура спеченного керамического материала, шихта которого содержала 10 % Al_2O_3 ($H_2C_2O_4$) и 90% смеси Al_2O_3 -AlN

ЛИТЕРАТУРА

1. Болдырев В.В. Химия твердого состояния на рубеже веков // Журнал РХО, 2000. – №6. – С. 14-19.
2. Хабас Т.А., Мельников А.Г., Ильин А.П. Синтез керамических материалов на основе оксидов магния и алюминия в режиме горения // Огнеупоры и техническая керамика. – 2003. – №11. – С.14-19.

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЙ РОСТ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК НА ТАНТАЛЕ

В.В. Чернышев, В.И. Кукуев, Л.Н. Кораблин

Изучено явление фотоиндуцированного роста оксидных пленок на тантале. Облучение ультрафиолетовым светом части растущей пленки приводит к изменению интерференционной окраски, что указывает на изменение толщины пленки. Показано, что воздействие ультрафиолетового света стимулирует рост пленки. Данный вывод подтверждается как прямыми наблюдениями топографии объектов в оптическом микроскопе, так и результатами определения микротвердости и потенциалов на границе оксид-электролит оксидированных в условиях облучения или без такого облучения пленок.

ВВЕДЕНИЕ

Анодные оксидные пленки на вентильных металлах имеют важное значение в современной радиоэлектронике. Использование этих металлов в качестве диэлектрика в электролитических конденсаторах обеспечи-

ло развитие промышленного производства малогабаритных конденсаторов, занимающих видное место в радиоэлектронной аппаратуре [1]. Разработаны и стали объектом промышленного производства оксидно-полупроводниковые конденсаторы, в которых

диэлектриком также служит оксидный слой на вентильном металле, а отрицательной обкладкой – электронный полупроводник [2].

В данной работе были изучены особенности роста оксидной пленки на тантале при облучении ультрафиолетовым светом. Несмотря на то, что вопросам фотоиндуцированного роста оксидных пленок посвящен ряд работ [3], в целом проблема изучена далеко не полностью. Возможно также, что исследование фотоэффекта окажется важным источником информации для понимания электродных процессов, в настоящее время изученных крайне слабо.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Оксидирование образцов проводили в 0,1 % растворе серной кислоты при напряжениях до 200 В по методике, аналогичной [2]. Предварительно танталовую фольгу подвергали химической полировке в растворе следующего состава: 5 частей 98 % H₂SO₄, 2 части 70 % HNO₃, 2 части 48 % HF. Время полировки составляло 10 секунд.

Ряд образцов в процессе оксидирования облучали ультрафиолетовым светом, источником которого служила ртутно-кварцевая лампа.

Топографию всех пленочных образцов исследовали в металлографическом микроскопе МИМ-8М при увеличениях от 45^x до 2000^x. Определение микротвердости проводили с использованием прибора ПМТ-3. При этом в качестве вдавливающего инструмента применяли стандартную алмазную пирамиду с углом между гранями 136°, а расчет микротвердости H проводили по формуле

$$H = \frac{1854 P}{d^2} \text{ кг/мм}^2,$$

где P – нагрузка, выраженная в граммах, d – боковая поверхность отпечатка, мкм.

Для определения оптических характеристик оксидных пленок исследовали спектры отражения, полученные в приборе КСА-1 в диапазоне длин волн от 200 до 800 нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рост оксидной пленки в условиях ультрафиолетового облучения существенно отличается от аналогичного процесса, происходящего без воздействия ультрафиолета. Первое, что обращает на себя внимание – более высокая при прочих равных условиях скорость оксидирования под действием облучения. На одном и том же объекте, часть которого была защищена от воздействия освещения, толщины соответствующих участков отличались на величину до 60 %. При этом гра-

ница между пленкой, образовавшейся под воздействием облучения, и без такого воздействия была четко видна в оптическом микроскопе. Интерференционная картина отраженных лучей также указывает на более высокое значение толщины оксидного слоя в случае применения облучения.

На рис.1 представлены результаты определения микротвердости образцов оксидных пленок. Микротвердость образцов, образовавшихся без ультрафиолетового освещения, заметно меньше соответствующих значений для освещаемой пленки, хотя принципиальный вид кривых аналогичен. Увеличение микротвердости с нагрузкой связывается с воздействием подложки при глубоком проникновении алмазной пирамиды в пленку.

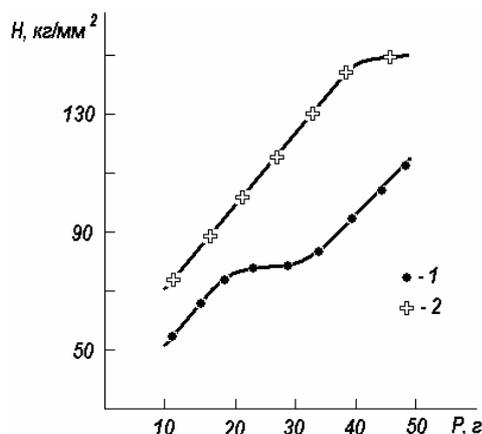


Рисунок 1 – Микротвердость образцов, оксидированных без освещения (1), и образцов, оксидированных при освещении ультрафиолетовым светом (2), в зависимости от прилагаемой нагрузки

Оксидный слой, образовавшийся под воздействием ультрафиолета, имеет менее рыхлую структуру и является более прочным. Влияние танталовой подложки на микротвердость, о чем свидетельствует горизонтальный участок на кривой, для него сказывается при более высоких значениях нагрузки. Аналогичный горизонтальный участок на кривой (1) расположен при более низких значениях P . Это обстоятельство является также свидетельством в пользу того, что толщина оксидной пленки без облучения заметно меньше.

Как толщина, так и более высокие значения микротвердости облучаемых пленок находят объяснение в рамках общего подхода к вопросам фотоиндуцированного роста анодных оксидов [3]. Свободные носители (электроны и дырки), созданные светом, образуют области пространственного заряда внутри пленки. Объемный заряд увеличивает поле на границе оксид-раствор и, следова-

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЙ РОСТ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК НА ТАНТАЛЕ

тельно, увеличивает подвижность и скорость разряда ионов. При этом поле, действующее в объеме пленки при данном токе, определяется объемными свойствами оксида, а не свойствами границы раздела. Высокая подвижность ионов способствует их локализации в соответствующих местах кристаллической решетки оксида тантала и служит предпосылкой образования пленки с более плотной структурой.

Зависимости, представленные на рис.2, по своему характеру также укладываются в рамки приведенных выше объяснений.

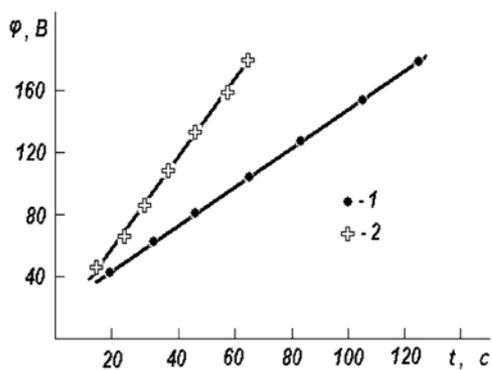


Рисунок 2 – Зависимость напряжения на границе оксид-электролит от времени оксидирования без освещения светом (1) и при освещении ультрафиолетовым светом (2)

Напряжение на границе раздела оксид-электролит пропорционально толщине растущей пленки. Если исходить из этого, многократно подтвержденного экспериментального факта, то скорость фотоиндуцированного роста заметно превышает скорость роста оксидного слоя в условиях отсутствия ультрафиолетового облучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе исследовано явление фотоиндуцированного роста анодных оксидных пленок на тантале. Анализ интерференционной окраски, а также изучение свойств пленок в месте освещения их ультрафиолетовым светом показало, что свет стимулирует рост пленок. Это подтверждают опыты по измерению микротвердости для образцов, оксидированных без освещения, и образцов, оксидированных при освещении ультрафиолетовым светом, в зависимости от прилагаемой нагрузки, а также опыты по измерению зависимости напряжения на границе оксид-электролит от времени оксидирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнг Л. Анодные оксидные пленки. – Л.: Энергия, 1967. – С. 218.
2. Тареев Б.М., Лернер М.М. Оксидная изоляция. – М., Энергия, 1975. – С.325.
3. Хасс Г., Тун Р.Э. Физика тонких пленок. Т.4. – М.: Мир, 1970. – С.168.

ТЕРМОИНЦИРИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ С ТЕРМОХРОМНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Т.Г. Черкасова, К.В. Мезенцев

Изучена возможность промышленного освоения технологии термохромных лакокрасочных материалов (ЛКМ), содержащих пигменты на основе координационных соединений металлов. Исследованы структурные превращения пигментов в твёрдой фазе. Проанализировано взаимное влияние основных и модифицирующих компонентов ЛКМ, а также различных технологических приёмов получения композиций с целью разработки унифицированной технологии получения термохромных ЛКМ обратимого и необратимого действия.

ВВЕДЕНИЕ

Отечественным производителям лакокрасочных материалов сложно конкурировать с зарубежными производителями по assor-

тименту и качеству выпускаемой продукции. К сожалению, ассортимент отечественного сырьевого рынка, особенно пигментов, пока ещё не отвечает растущим потребностям