

творя 3,0 -3,4единиц и продолжительность процесса 5 мин.

Однако, формирующиеся в этих условиях покрытия имели серый цвет - 5 баллов по цветовой шкале. Из литературы известно о благоприятном влиянии гидрокси-карбоновых кислот на внешний вид хромитных покрытий. Исследовано влияние действия этих кислот на однородность и цвет формирующихся покрытий. Были исследованы лимонная, яблочная, винная, молочная и щавелевая кислоты .

Выявлено, что введение в рабочий раствор лимонной или винной кислоты в количестве 5-10 г/л благоприятно сказывается на качестве получаемых покрытий, покрытия становятся более компактными и более однородными и темными по цвету- 9 баллов по шкале черного цвета.

Известно, что хромитные покрытия обладают низкой защитной способностью и коррозионной стойкостью, чем хроматные, поэтому необходимо применять их дополнительную защиту в виде органических или неорганических тонких плёнок («top-coat») или уплотняющих составов («sealer»), которые наносятся как финишное покрытие.

В настоящей работе в качестве финишных покрытий исследованы композиции TS-1, ЦКН-26, а также составы на основе полиэтиленгликоля 4000 и силиката натрия.

Установлено, что последующая обработка черных хромитных покрытий в растворе композиции на основе силиката натрия в течение 0,5-1 минуты приводит к упрочнению хромитных пленок и, как следствие, к увеличению их защитной способности и коррозионной стойкости. При более длительной пропитке происходит ухудшение качества покрытий, связанное, по-видимому, с подтравливанием хромитного слоя в щелочном растворе силиката натрия (рН=10-12). Выявлено, что другие пропитывающие составы ухудшают декоративные характеристики получаемых слоев.

УДК 544.65:544.4:661

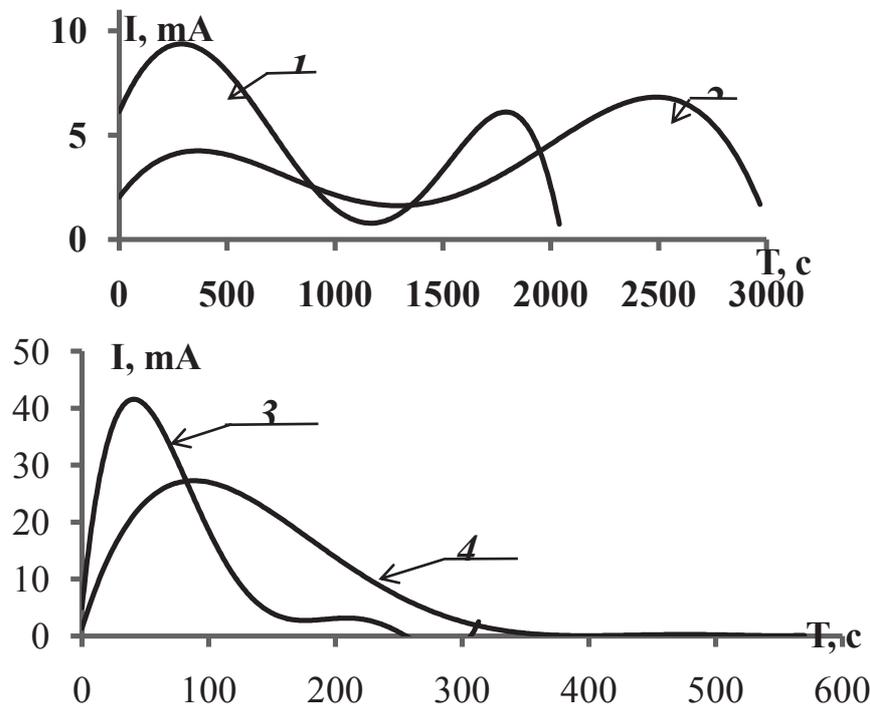
А.С. Письменская, А.А. Черник, В.В. Жилинский
(БГТУ, г. Минск)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ПЛЕНОК

В настоящее время наблюдается чрезвычайно высокий интерес к прозрачным проводящим материалам. В промышленном производстве всех типов дисплейных устройств с ежегодным объемом выпуска в сотни миллионов штук (активно-матричные ЖК- и OLED-дисплеи для телевизионной и компьютерной техники, мобильные телефоны и др.) доминируют прозрачные проводящие материалы на основе легированных

оксидов, например, In_2O_3 и SnO_2 (ITO) или ZnO с коэффициентом оптического пропускания на уровне 80 – 85% и поверхностным сопротивлением менее 50 Ом/кв. Однако разведанные мировые запасы исходных материалов, прежде всего индия, весьма ограничены и в ближайшие несколько лет промышленность неизбежно столкнется с их существенным дефицитом. В связи с этим поиск новых альтернативных материалов с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками, а также экономическими параметрами, является актуальной и практически важной задачей. Возможность формирования прозрачного слоя наноструктурированного алюминия путем выращивания нанопористого анодного оксида алюминия на поверхности управляющего дисплейного электрода является целью данного исследования.

Для достижения поставленной цели проводили изучение формирования упорядоченной наноразмерной структуры на основе алюминия на стеклянной подложке. Формирование пленок пористого анодного оксида алюминия осуществлялось в щавелевокислом электролите. При этом окончательное формирование электропроводящей структуры на поверхности стеклянных пластин происходило после химического удаления сформированного оксида алюминия с сохранением прозрачного наноструктурированного слоя металла.



1 – напряжение 60В, температура анодирования 10°C; 2 – напряжение 50В, температура анодирования 10°C; 3 – напряжение 80В, температура анодирования 15°C; 4 – напряжение 80В, температура анодирования 10°C

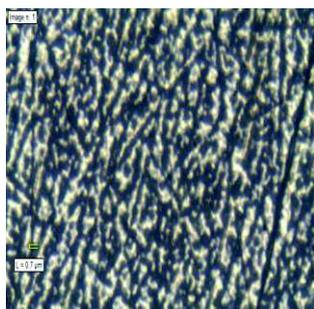
Рисунок 1 – Зависимости силы тока от времени анодирования

На графических зависимостях 1 и 2 силы тока от времени анодирования наблюдается два пика. Первый пик характеризует развитие поверхности в процессе анодирования и связан с увеличением ее активности. В тоже время с ростом оксидной пленки увеличивается ее сопротивление, что вызывает падение тока. Увеличение сопротивления пленки приводит к повышенному выделению джоулевого тепла, вследствие чего происходит разогрев электролита и слоя Al в тонких пленках, о чем свидетельствует наличие второго пика на графике. При анодировании с напряжением 60В образуется анодный оксид алюминия с более крупными порами, чем при анодировании с напряжением 50В.

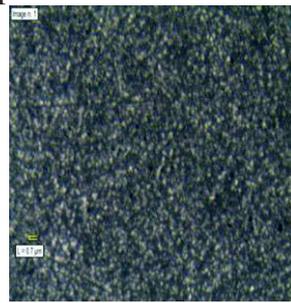
На зависимостях 3 и 4отсутствует второй пик, что означает образование мелких пор, которые способствуют более интенсивному охлаждению пленки на завершающей стадии анодирования.

Сформированный анодный оксид алюминия подвергался ступенчатому растворению в растворе содержащем, г/л: CrO₃ – 18; H₃PO₄ – 60 ($\rho = 1,69 \text{ г/см}^3$) при температуре 80 °С, до установления постоянной массы образцов. Продолжительность каждой ступени травления составляет 15 – 20 секунд. После чего образец промывался, высушивался, взвешивался. Исследования поверхности образцов осуществлялись с помощью оптического микроскопа AFFRI – MVDM8 при увеличениях x400.

Установлено, что наиболее существенное влияние на размер пор оказывает температура электролита в прианодной области: с ростом температуры от 4 до 20 °С наблюдается увеличение диаметра пор с 0,3 до 0,7 мкм. При этом увеличение напряжения с 30 до 80 В практически не влияет на изменение этого параметра.



а)



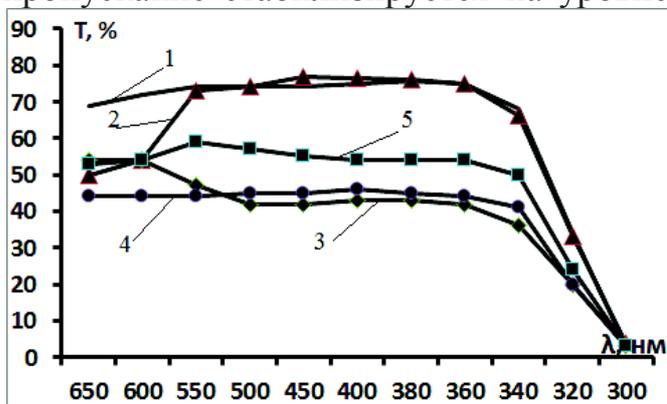
б)

а) крупные поры полученные при 15⁰С; б) мелкие поры полученные при 10⁰С

Рисунок 2 – Микрофотографии образцов после анодирования при 80 В

Крупнопористая структура аноднооксидной пленки имеющая место при повышении температуры, может быть обусловлена увеличением скорости химической реакции травления оксида алюминия при нагревании. В результате исследований была сформирована наност-

руктурированная поверхность алюминиевой пленки со следующими параметрами шероховатости: $Rz=0,0706$ мкм, максимальная глубина поры составляет 0,03 мкм и шагом между впадинами 1,6 мкм. Полученные образцы структурированных пленок алюминия обладали эффектом «затемнения – просветления». Установлено, что воздействие солнечного света приводит к уменьшению величины оптического пропускания (образцы затемнялись). После выдержки образцов в темноте, они становились более прозрачными (регенерировались). Спектры оптического пропускания представлены на рисунке 2. Показано, что увеличение времени воздействия солнечного света приводит к уменьшению оптического пропускания с 70 до 40%. Оптическое пропускание стабилизируется на уровне 40 % при воздействии солнечного света 15 и более минут.



Помещение образцов в темное место на 5 минут приводит к практически полному восстановлению оптического пропускания. Полученный эффект «затемнения-просветления» сохраняется очень длительное время.

- 1 – начальные условия; 2 – воздействие солнечного света 5 минут;
 3 – воздействие солнечного света 10 минут; 4 - воздействие солнечного света 15 минут; 5 – регенерация образца.

Рисунок 3– Спектры оптического пропускания образца после травления

Выводы. Таким образом, полученные методом самоорганизованного роста пористого анодного оксида алюминия прозрачные наноструктурированные слои алюминия имеют параметры

шероховатости, $Rz=0,0706$ мкм, максимальная глубина поры 0,03 мкм и шагом между впадинами 1,6 мкм. Характеризуются определенными оптическими свойствами, обусловленными воздействием дневного света. Эти пленки благодаря своим оптическим свойствам могут быть перспективным материалом для производства самозатемняющихся стекол, электрооптических устройств памяти, дисплейной техники различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Богомазова, Н.В. Технология полупроводников: метод, указания к лаб. работам /Н.В. Богомазова, Минск: БЕТУ, 2006. - 36 с.