

ВЛИЯНИЕ ФОТОАНОДНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭЛЕКТРОХРОМНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ТРИОКСИДА ВОЛЬФРАМА

М. М. Хамитов, Я. Я. Клеперис, А. Р. Лусис

Ранее нами [1] было установлено, что облучение УФ лазером аморфных пленок триоксида вольфрама WO_3 при анодной поляризации (процесс фотоанодной обработки (ФАО)) приводит к появлению «скрытого изображения», визуализация которого в последующем процессе окрашивания сопровождается более интенсивным окрашиванием облученного участка пленки по сравнению с необлученным фоном образца. Облученный участок сохраняет «память» о ФАО в течение нескольких месяцев. Эффект «памяти» наблюдается только

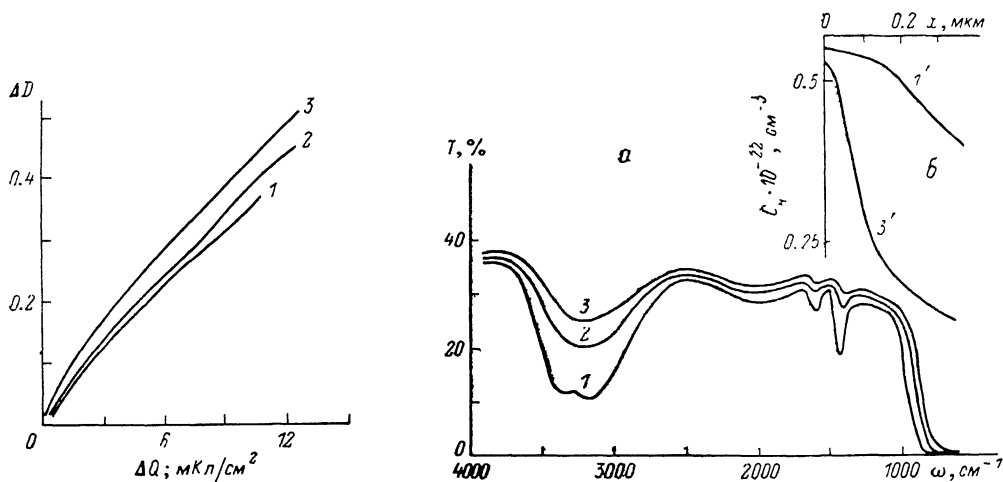


Рис. 1. Эффективность окрашивания (крутизна кривой изменения оптической плотности в зависимости от внедренного в пленке заряда) исходной (1), облученной 5 (2) и 15 мин (3) пленки триоксида вольфрама.

Рис. 2. Инфракрасные спектры (а) и распределение водорода в объеме пленки (б) для исходной (1), облученной 5 (2) и 15 мин (3) пленки триоксида вольфрама.

1', 3' — исходная и облученная 15 мин пленка в окрашенном состоянии. Содержание водорода измерялось начиная с поверхности пленки.

в тех образцах, которые были получены при определенных технологических условиях. В связи с этим в данной работе изучали влияние технологических условий получения WO_3 на эффективность ФАО и электрохромные свойства пленок после ФАО.

Пленки WO_3 получили термическим испарением в вакууме порошка WO_3 . В качестве подложек использовались стекла с прозрачным токопроводящим слоем In_2O_3 . В качестве источников оптического излучения проверили лазеры: 1) ЛГИ-21 (длина волны $\lambda=338$ нм, мощность 3 мВт, частота импульсов 100 Гц); 2) SPECTRA PHYSICS 165-08 ($\lambda=514.5$ нм, мощность до 200 мВт); 3) ЛГН-404Б ($\lambda=647$ нм, мощность до 300 мВт). Анализ содержания водорода методом ядерной отдачи (по методике [2]) производили на циклотроне У-120.

Из технологических параметров осаждения пленок WO_3 наиболее важным является температура подложки (T_n). Так, при давлении остаточных газов в камере 10^{-1} Па и скорости нанесения пленки $10 \text{ \AA}/с$ оптимальная T_n находится в интервале 400—600 К. Эффект «памяти» после ФАО в WO_3 наблюдается только при облучении азотным лазером, очевидно, условие $h\nu \geq E_g$ является необходимым для проведения ФАО. Материал испарителя значительно влияет на величину темнового тока пленок WO_3 ; полученные из Та и Тi лодочек обладают темновыми токами (в сторону анодной поляризации) на два порядка меньше по сравнению с пленками, полученными из Мо лодочек.

ФАО увеличивает электрохромную эффективность пленок WO_3 (рис. 1, где эффективность характеризуется наклоном прямой в координатах наведенной оптической плотностью к заряду, прошедшему через участок пленки во время окрашивания). Поскольку спектры

оптического поглощения окрашенных пленок до и после ФАО идентичны, то можно заключить, что после ФАО на единицу заряда образуется большее количество электрохромных центров окраски. Очевидно, ФАО в пленке WO_3 создает дополнительные дефектные места, образующие в процессе окрашивания электрохромные центры окраски. Если представить пленку WO_3 , состоящую из кластеров WO_n -полиэдров ($5 \leq n \leq 7$) [3], соединенных связями $-W-O-W-$, водой, укрепляющей кластерную сетку (встроенная вода H_2O^b), и водой, заполняющей пустоты между кластерами (адсорбированная вода H_2O^a), то состав пленки можно записать в виде $WO_{3-x} \cdot mH_2O^b \cdot nH_2O^a$. Учитывая, что дефектными местами для электрохромных центров окраски в пленке WO_3 могут быть сильно деформированные WO_n -полиэдры на поверхности кластеров [4], следует заключить, что в результате ФАО происходит разрушение кластерной сетки или самих кластеров. ИК спектры пропускания и результаты исследования профилей концентрации водорода по толщине пленки (рис. 2) показывают, что в пленке WO_3 после ФАО уменьшается содержание воды (водорода). Очевидно, происходит дегидратация пленки. Начальное просветление пленки WO_3 вследствие ФАО можно объяснить согласно Фельцу [6], утверждающему, что просветление халькогенидных стекол в оптическом диапазоне связано с дегидратацией слоя.

Увеличение интенсивности окраски в облученном слое вследствие ФАО можно объяснить образованием дополнительных мест для центров окраски, которое связано с дегидратацией пленки WO_3 . Уменьшение концентрации ОН групп в облученном слое, которые, очевидно, являются конкурентами инжектированных протонов за возможность локализации на активных местах в процессе электроокрашивания, видимо, и является причиной увеличения электрохромной эффективности пленок после УФ воздействия при анодной поляризации.

Список литературы

- [1] Хамитов М. М., Клеперис Я. Я., Лусис А. Р. // Изв. АН ЛатвССР. Сер. физ. и техн. наук. 1985. № 1. С. 84—87.
- [2] Чернов И. П., Шадрин В. Н. Анализ содержания водорода и гелия методом ядер отдачи. М.: Энергоиздат, 1988. 128 с.
- [3] Schlotter P., Pickelmann L. // J. Electronic Mat. 1982. Vol. 11. N 2. P. 207—236.
- [4] Клеперис Я. Я., Цикмач П. Д. // Электрохромизм. Рига, 1987. С. 83—99.
- [5] Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела. М., 1986. 556 с.

Институт физики твердого тела
Латвийского университета
Рига

Поступило в Редакцию
12 января 1990 г.

ГИБРИДИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С ВОЛНОВОДНЫМИ МОДАМИ МСВ В КАСАТЕЛЬНО НАМАГНИЧЕННОЙ ПЛЕНКЕ ЖИГ

В. В. Тихонов, А. В. Толкачев, Б. Т. Семен

Возбуждение гибридных волн в пленках железиттриевого граната (ЖИГ), как правило, имеет узкополосный резонансный характер. Это может быть полезным для создания частотно-селективных устройств СВЧ. Ранее эффекты гибридной моды наблюдались в спектре магнитостатических волн (МСВ) в виде резонансных особенностей на частотах синхронизма МСВ с волноводными модами спиновых [1] и акустических волн [2]. Аналогичные особенности были обнаружены и в спектре электромагнитных волн (ЭМВ) [3] на частотах синхронизма с волноводными модами МСВ. Однако в [3] был рассмотрен наиболее простой случай нормального намагничивания волновода МСВ, в то время как для практической реализации важно знать особенности этого эффекта при других ориентациях поля. В данной работе экспериментально исследованы законы дисперсии гибридных ЭМВ при касательном намагничивании пленочного волновода.