

Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

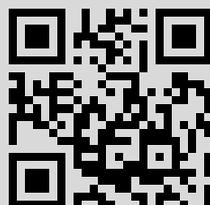
A. M. Andriesh, D. I. Tsiulyanu,
G. M. Tridukh, ELECTRICALLY-CONTROLLED
LIGHT-SENSITIVE STRUCTURES BASED ON
CHALCOGENIDE GLASSY SEMICONDUCTORS,
Zhurnal Tekhnicheskoi Fiziki, 1983, Volume 53,
Issue 4, 715–718

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that
you have read and agreed to these terms of use
<http://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 81.180.74.152

January 22, 2021, 14:13:27



УДК 537.311.33

ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМЫЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. М. Андриеш, Д. И. Циуляну, Г. М. Тридох

Представлены результаты экспериментального исследования процесса записи изображения на электроуправляемых тонкослойных структурах халькогенидный стеклообразный полупроводник—металл. Показано, что светочувствительность структур определяется величиной электрического поля, интенсивностью падающего излучения и толщиной металлического покрытия. Наблюдаемый пороговый характер зависимости светочувствительности от приложенного напряжения и отклонение от закона взаимозаместимости в области больших интенсивностей падающего света интерпретируются в рамках модели, предполагающей перенос вещества ионными носителями тока через потенциальный барьер на границе халькогенидный стеклообразный полупроводник—металл.

Халькогенидные стеклообразные полупроводники (ХСП) широко используются в устройствах регистрации оптической информации [1]. Для реализации принципа управляемой фотографической чувствительности [2] перспективными могут оказаться устройства, работающие на основе эффекта электростимулированных химических превращений на границе ХСП—металл [3]. Эффект заключается в том, что при приложении электрического поля к тонкослойной структуре проводящий слой—ХСП—металл (рис. 1, а) происходит химическое взаимодействие металлического электрода с ХСП, в результате чего оптическая плотность и коэффициент отражения структуры уменьшаются. Скорость изменения оптических параметров структуры зависит от плотности тока через ХСП и может изменяться в широких пределах под влиянием внешних воздействий, например освещения [4]. Последнее может быть использовано для создания электроуправляемых фотографических структур (ЭФС) на основе ХСП [3–6].

В предыдущих работах исследовалась кинетика изменения коэффициентов оптического пропускания и отражения ЭФС в зависимости от спектрального состава света [5, 6] и температуры [7]. Опубликованы также данные относительно влияния влажности окружающей среды на скорость изменения оптических параметров ЭФС [8].

В настоящей работе приводятся результаты исследования светочувствительности ЭФС SnO_2 —ХСП—Al.

Методика эксперимента

В качестве ХСП в данной работе использовались различные составы систем As—S(Se)—Ge. Общий вид исследуемой структуры и полученного на ней изображения фотографической миры представлены соответственно на рис. 1, а и б.

Светочувствительность структур определялась из результатов измерений изменения во времени оптического пропускания. В качестве зондирующего света использовался свет из области полной прозрачности выбранного состава ХСП. Измерения проводились при различных значениях напряженности электрического поля и уровня записывающего излучения.

Аналогичные опыты проводились на полученных в идентичных условиях образцах, отличающихся только толщиной верхнего алюминиевого электрода. Функция почернения рассчитывалась как

$$S = \lg T_0/T, \quad (1)$$

где T_0 — коэффициент пропускания на участке образца без верхнего алюминиевого электрода, T — коэффициент пропускания всей структуры подложка— SnO_2 —ХСП— Al .

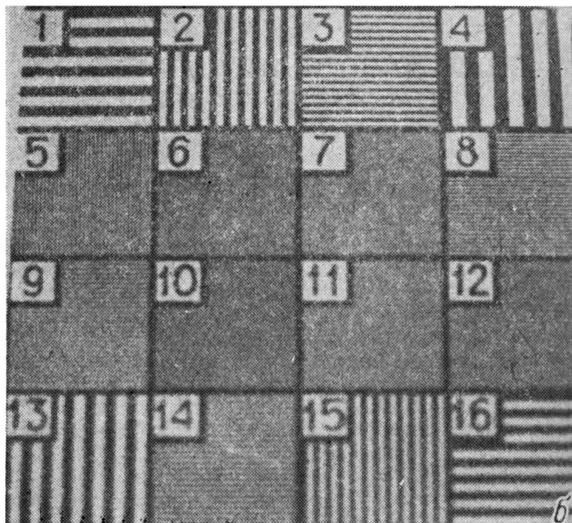
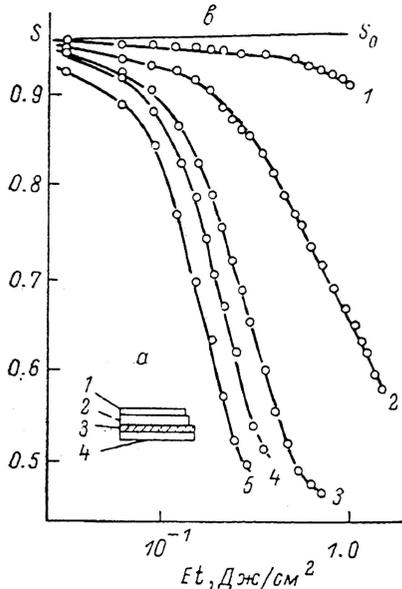


Рис. 1.

a — схематическое изображение светочувствительной структуры. 1 — Al , 2 — ХСП, 3 — SnO_2 , 4 — подложка; *б* — изображение фотографической «миры»; *в* — характеристические кривые ЭФС при напряжениях 5 (1), 10 (2), 15 (3), 20 (4) и 25 В (5).

Интенсивность падающего излучения поддерживалась постоянной в течение всего процесса измерений. Уровень вуали в процессе измерений оставался, как правило, неизменным. В связи с этим уровень вуали контролировался только в начале и в конце опыта.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

На рис. 1, *в* представлены типичные зависимости функции оптического почернения ЭФС от времени приложения напряжения при различных значениях приложенного напряжения и постоянном уровне освещения. Как видно, в области больших экспозиций на всех кривых имеется линейный участок, который с ростом приложенного напряжения сдвигается в сторону меньших значений количества освещения. Такой же линейный участок наблюдается и в области малых экспозиций, однако его крутизна намного меньше, чем в области больших экспозиций. С ростом времени приложения напряжения функция почернения приближается к нулю.

Для количественного определения светочувствительности была использована величина, обратно пропорциональная количеству освещения Et , необходимого для изменения оптической плотности, выраженной через функцию почернения, на 0.05. Таким образом,

$$\eta = 1/(Et)_{S=0.05}. \quad (2)$$

В этом выражении коэффициент пропорциональности условно приравнялся к единице.

Как уже отмечалось выше, светочувствительность ЭФС сильно зависит от величины приложенного напряжения. Типичные полевые зависимости светочувствительности, полученные для нескольких значений уровня освещения, представлены на рис. 2, а. Как видно, светочувствительность линейно возрастает с ростом приложенного напряжения

$$\eta = k(V - V_0), \quad (3)$$

где k — коэффициент пропорциональности, зависящий от интенсивности освещения.

С ростом интенсивности освещения коэффициент k линейно уменьшается (рис. 2, б). С учетом этого выражение для светочувствительности можно переписать так:

$$\eta = k_0(1 - E/E_m)(V - V_0), \quad (4)$$

где E — интенсивность освещения; E_m — интенсивность освещения, при которой структура перестает быть светочувствительной; k_0 — постоянная, не зависящая от интенсивности освещения и напряжения.

Другими словами, с ростом интенсивности падающего излучения светочувствительность ЭФС почти линейно падает. Последнее иллюстрируется рис. 3, на котором представлена зависимость светочувствительности ЭФС от уровня освещенности.

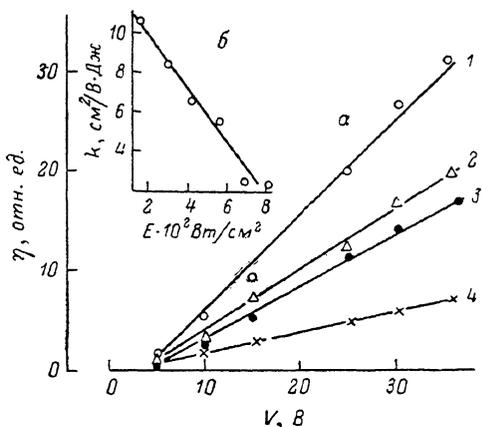


Рис. 2. Зависимости светочувствительности от приложенного напряжения (а) при освещенностях ($\cdot 10^{-2}$ Вт/см²) 1.38 (1), 4.12 (2), 5.5 (3), 6.9 (4) и коэффициента пропорциональности k от уровня освещения (б).

щения при различных напряжениях (1 — 5, 2 — 10, 3 — 15, 4 — 25, 5 — 30 В). Поскольку светочувствительность зависит от уровня освещенности, то, естественно, должна наблюдаться зависимость светочувствительности от толщины экспонируемого алюминиевого электрода при заданном уровне интенсивности освещения. Это видно из рис. 4, где показана зависимость светочувствительности ЭФС от толщины верхнего алюминиевого покрытия при различных значениях приложенного напряжения (1 — 10, 2 — 15, 3 — 20, 4 — 25 В) и освещенности $5.5 \cdot 10^{-5}$ Дж/см². В связи с методическими трудностями определения малых толщин алюминиевого слоя по осям абсцисс отложена величина, пропорциональная толщине алюминиевого слоя, а именно $\lg(1/\tau)$, где τ — коэффициент оптического пропускания слоя.

Как следует из полученных данных, в области малых толщин наблюдается тенденция роста светочувствительности. Более сильное изменение светочувствительности наблюдается в области сравнительно больших толщин, при этом с ростом толщины алюминиевого покрытия светочувствительность падает. Анализ приведенных в работе результатов показывает, что одной из характеристик особенностей рассматриваемого фотографического процесса является пороговый характер зависимости светочувствительности от приложенного напряжения. Наличие порога в зависимости светочувствительности от приложенного к ЭФС напряжения вытекает из модели электростимулированного эффекта памяти, описанной авторами в [6, 7]. В этой модели предполагалось, что перенос вещества осуществляется ионными носителями тока. Перенос ограничивается потенциальным барьером на границе между алюминием и ХСП. Следовательно, для преодоления этого барьера необходимо приложить к структуре определенное напряжение, которое и определяет величину порогового напряжения.

Факт уменьшения светочувствительности с ростом освещенности свидетельствует о том, что стимулирующее воздействие электрического поля и освещения на интенсивность фотографического процесса происходит на фоне другого процесса, тормозящего взаимодействие алюминиевого покрытия с материалом ХСП. Это может быть следствием ряда причин, например, таких как образование вблизи электрода слоя с продуктами реакции взаимодействия алюминия с ХСП, изменение зарядового состояния взаимодействующих элементов, фотострук-

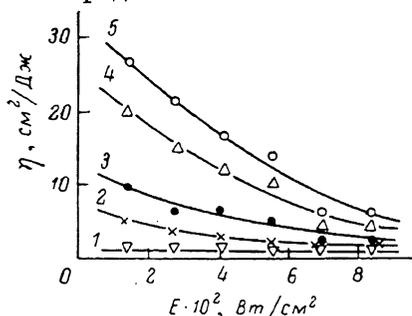


Рис. 3.

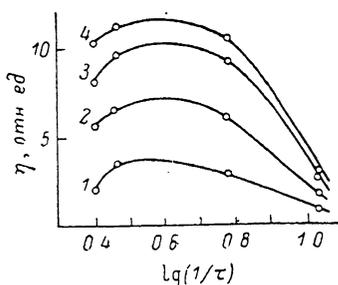


Рис. 4

турные изменения ХСП и др. Поэтому механизм воздействия света на рассматриваемую ЭФС требует дальнейшего изучения.

Что же касается зависимости светочувствительности от толщины верхнего алюминиевого электрода, то ясно, что чем толще электрод, тем меньше света попадает в зону контакта металл—полупроводник. Поскольку при малых освещенностях светочувствительность выше (рис. 3), то с ростом толщины слоя алюминия должен наблюдаться рост светочувствительности. Этим, по-видимому, и объясняется тенденция роста светочувствительности в области малых толщин слоя алюминия (рис. 4). При больших толщинах алюминиевого покрытия уменьшается доступ влаги к области контакта, которая, как было установлено в [8], сильно влияет на интенсивность эффекта электростимулированных химических превращений.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о сложном механизме влияния света на интенсивность электростимулированных химических превращений на границе металл—ХСП, приводящем к отклонениям от закона взаимозаместимости. Вместе с тем эти данные показывают, что рассматриваемые ЭФС наиболее эффективны при малых освещенностях, высоких напряженностях электрического поля и оптимальных толщинах верхнего металлического покрытия.

Литература

- [1] В. М. Любин. Структура и свойства некристаллических полупроводников, 415. «Наука», Л. (1976).
- [2] Л. Г. Парицкий, С. М. Рывкин. ФТП, 4, 764 (1970).
- [3] А. М. Андриеш, Д. И. Циуляну. Письма ЖТФ, 2, 38 (1976).
- [4] А. М. Андриеш, В. М. Ганин, Б. Т. Коломиец и др. Письма ЖТФ, 1, 578 (1975).
- [5] А. М. Андриеш, В. М. Ганин, Б. Т. Коломиец и др. Тез. докл. II Всес. конф. «Бесеребряные и необычные фотографические процессы», 29. Кишинев (1975).
- [6] А. М. Андриеш, Д. И. Циуляну, В. М. Ганин и др. Структура и свойства некристаллических полупроводников, 456. «Наука», Л. (1976).
- [7] А. М. Andriesh, D. I. Tsiulyanu. Proceedings of the Conference «Amorphous semiconductors, 76». Publishing House of the Hungarian Academy of sciens, Budapest, 1977, p. 165.
- [8] В. В. Корсаков, В. Г. Цукерман. Письма ЖТФ, 2, 10 (1976)..