

- [6] Гриб А.А., Рябинин А.Г., Христианович С.А. // ПММ. 1956. № 4. С. 532.
- [7] Альтшулер Л.В., Андилевко С.К., Романов Г.С., Ушеренко С.М. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 5. 1989.
- [8] Райнхарт Дж.С., Пирсон Дж. Поведение металлов при импульсивных нагрузках. М.: ИЛ, 1958. 296 с.
- [9] Беляков Л.В., Златин Н.А. // ЖТФ. 1966. Т. 36, В. 2. С. 358-364.
- [10] Курант Г., Фридрихс К.Ф. Сверхзвуковое течение и ударные волны. М.: ИЛ, 1950. 426 с.
- [11] F o w l e s G.R. // J. Appl. Phys. 1960. V. 31. P. 655.

Институт структурной
макрокинетики АН СССР

Поступило в Редакцию
10 февраля 1989 г.
В окончательной редакции
24 мая 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 17

12 сентября 1989 г.

Об.3

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ
ЗЕЛЕННЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ
С КЕРАМИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

М.Я. Рахлин, В.Е. Родионов,
В. Бойко

Важной задачей на пути создания много- и полноцветных тонкопленочных электролюминесцентных экранов является решение вопроса повышения надежности и стабильности работы монохроматических электролюминесцентных элементов зеленого, красного, голубого или синего цвета свечения [1]. Одним из путей решения этой задачи является создание электролюминесцентных структур с керамическим диэлектриком [2]. Малые рабочие напряжения, высокие значения пробивных напряжений, свойственные таким структурам, делают их весьма перспективными для широкого использования в индикаторной технике.

В настоящей работе приведены результаты по исследованию тонкопленочных электролюминесцентных излучателей (ТПЭЛИ) с керамическим диэлектриком зеленого цвета свечения со структурой МДЦМ-типа и обычных ТПЭЛИ со структурой МДЦМ-типа. У излучателей обоих типов активным слоем являлся тонкий слой сульфида цинка (ZnS), легированный тербием (TbF_3 , 5 вес. %), толщиной 0,6 мкм. В качестве диэлектрических слоев в МДЦМ-структуре использовались слои окиси иттрия, а в МДЦМ структуре -

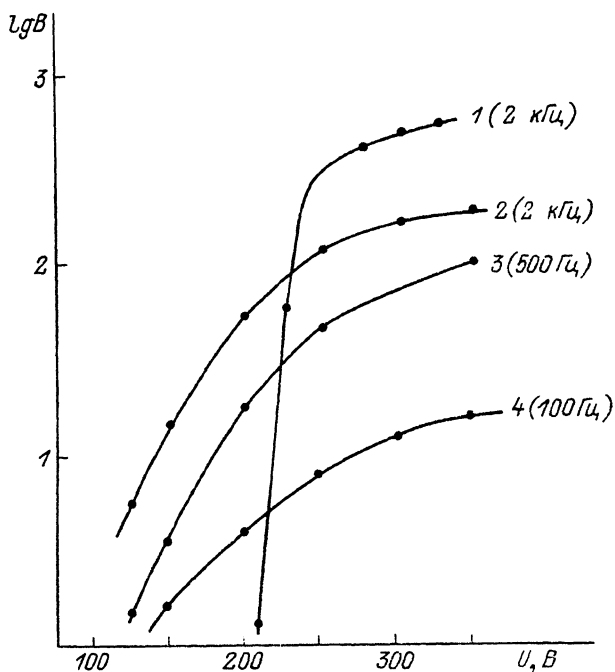


Рис. 1. Вольт-яркостные характеристики электролюминесцентных МДПДМ (кривая 1) и МДПМ (кривые 2-4) структур.

керамический диэлектрик с высокой диэлектрической проницаемостью ($\epsilon \approx 4500$) толщиной 0,3 мм. Прозрачным электродом в обоих типах излучателей использован слой окиси индия (In_2O_3), легированный оловом (Sn , 10 вес.%), толщиной 0,15 мкм. Вышеуказанные тонкие слои наносились электроннолучевым методом в вакууме.

Вольт-яркостные характеристики обоих исследуемых структур получены при возбуждении знакопеременным импульсным напряжением: амплитуда напряжения изменялась от 0 до 350 В, частота возбуждающих импульсов - от 50 Гц до 2 кГц, длительность импульсов возбуждающего напряжения составляла 10 мкс (для МДПМ-структуры) и 40 мкс - (для МДПДМ-структуры). При этом импульсы положительной и отрицательной полярности выбирались одинаковой длительности и амплитуды, а импульс отрицательной полярности подавался с задержкой, равной половине периода возбуждающего напряжения. Спектры излучения обеих структур получены на спектральном комплексе КСВУ-23 при подаче на структуры знакопеременного импульсного напряжения (280 В, 2 кГц). ВЯХ исследуемых зеленых излучателей представлены на рис. 1. Для структур МДПМ-типа характерны пологие ВЯХ (кривые 2-4), в то время как для излучателей МДПДМ типа характерны ВЯХ с двумя участками:

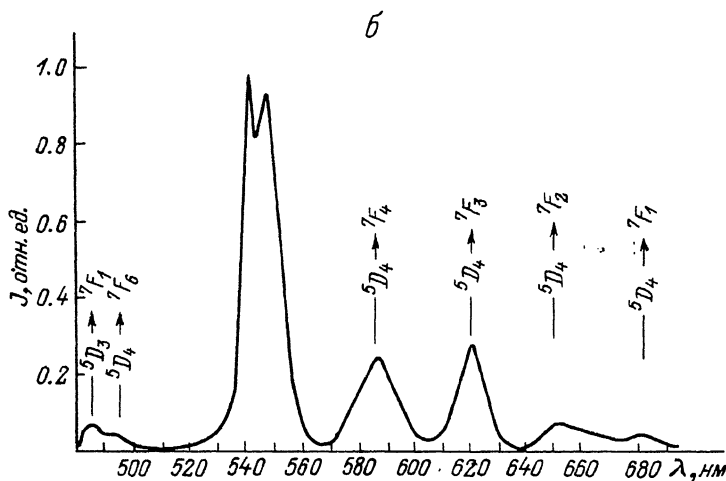
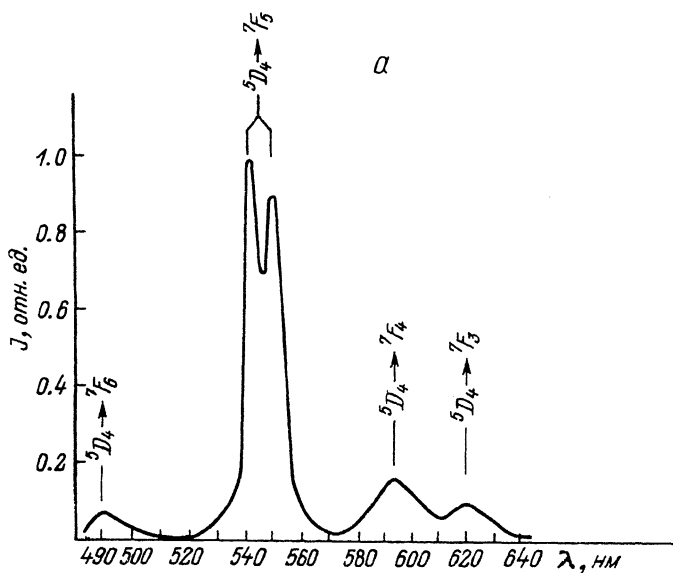


Рис. 2. Спектры излучения электролюминесцентных МДПДМ (а, 1) и МДПМ (б, 2) структур.

участок резкого возрастания яркости с ростом напряжения и пологий участок. Величина порогового напряжения для МДПМ излучателей на 100–120 В ниже соответствующих величин у МДПДМ излучателей. Излучатели МДПМ-типа сохраняли свою работоспособность до напряжений 350 В без пробоев, а МДПДМ излучатели работали до напряжений 320 В при высоких частотах (0,5–2 кГц) возбуждающего напряжения и до 300 В при низких частотах (50–200 Гц), после чего наступали отказы, связанные с пробоями.

Данные рентгенофазового анализа пленок $ZnS:TbF_3$ напыленных на керамический диэлектрик

№ п/п	$2\theta_{эксп}$ $_{hke}$	$d_{эксп}$ $_{hke}$	J_{hke}	$d_{теор}$ $_{hke}$	Индуктируемая фаза
1	22.4	3.96	15	3.99	$BaTiO_3$
2	29.0	3.07	6	3.06	$ZnSO_4 \cdot H_2O$
3	30.7	2.912	36	2.925	$\alpha-ZnS$
4	31.8	2.814	130	2.825	$BaTiO_3$
5	43.2	2.621	4	2.610	$ZnSO_4$
6	35.7	2.561	5	2.590	$ZnSO_4 \cdot 6H_2O$
7	39.2	2.298	41	2.273	$\alpha-ZnS$
8	45.5	1.99	64	1.911	$\alpha-ZnS$
9	51.2	1.784	33	1.764	$\alpha-ZnS$
10	56.4	1.631	77	1.633	$\beta-ZnS$
11	60.5	1.530	6	1.564	$\alpha-ZnS$
12	66.1	1.413	42	1.414	$\alpha-ZnS$
13	70.8	1.330	11	1.351	$\beta-ZnS$
14	75.2	1.263	33	1.251	$\alpha-ZnS$
15	79.6	1.204	15	1.209	$\beta-ZnS$

Спектральные зависимости излучения МДПДМ- и МДПМ-структур представлены на рис. 2 (кривые 1 и 2 соответственно). Эти зависимости различаются как количеством наблюдаемых полос излучения, так и интенсивностью излучения в различных полосах. В связи с тем, что в спектре излучения МДПМ-структуры наблюдается 8 полос, а у МДПДМ-структур - 5 полос, была проведена идентификация этих полос в рамках ТКП, основываясь на модели, предложенной в работе [3]. В рамках указанной модели все наблюдаемые полосы интерпретируются как переходы из состояний 5D_4 и 5D_3 иона Tb^{3+} в состояния 7F_2 (соответствующие переходы указаны на рис. 2). Различия в количестве, положении в спектре и интенсивности наблюдаемых полос электролюминесценции мы связываем с различием в симметрии ближайшего окружения ионов Tb^{3+} в кристаллической решетке ZnS . В тонкопленочных МДПДМ структурах слой ZnS растет, как правило, однофазными текстурированными и имеет столбчатую структуру; слой сульфида цинка, выращенный на керамическом диэлектрике, имеет поликристаллическую двухфазную структуру (см. данные рентгенографического анализа, таблица) с большим числом дефектов упаковки и двойников, что приводит к понижению симметрии в ближайшем окружении Tb^{3+} ,

появлению большего числа спектральных линий и их некоторому смещению. При этом большее число спектральных линий, лежащих в „красной“ области, приводит к снижению яркости свечения в „зеленой“ области спектра МДПМ-структуры.

Таким образом, проведенные исследования ВЯХ и спектральных зависимостей излучения тонкопленочных МДПМ- и МДПМ-структур с активным слоем $ZnS : TbF_3$ позволили установить: 1) структуры с керамическим диэлектриком имеют значительно более низкие пороговые напряжения; 2) ВЯХ этих структур более пологие при относительно больших яркостях свечения; 3) спектральные зависимости у МДПМ-структур характеризуются большим числом полос и некоторым их смещением, что связано с особенностями кристаллической структуры пленок $ZnS : TbF_3$, выращенных на керамике.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] М а н у э л ь Т., Л а й м а н Д. // Электроника. 1987. № 11. С. 19-33.
- [2] Yoshio Sano, Keijio Nunomura, Nobuyoshi Koyama e.a. // IEEE Trans. Electron. Dev. 1986. ED-33. N 8. P. 1155-1158.
- [3] Ф е о ф и л о в П.П. // Опт. и спектр. 1961. Т. 10. № 1. С. 142.

Институт полупроводников
АН УССР, Киев

Поступило в Редакцию
25 марта 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 17

12 сентября 1989 г.

06.2; 06.3

МАЛОШУМЯЩИЕ ЛАВИННЫЕ ФОТОДИОДЫ
С РАЗДЕЛЕННЫМИ ОБЛАСТЯМИ ПОГЛОЩЕНИЯ
И УМНОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЛАСТИ СПЕКТРА 1.6-2.4 МКМ

И.А. А н д р е е в, М.А. А ф р а и л о в,
А.Н. Б а р а н о в, Н.Н. М а р ь и н с к а я,
М.А. М и р с а г а т о в, М.П. М и х а й л о в а,
Ю.П. Я к о в л е в

В последние годы для использования в ВОСПИ привлекает внимание спектральный диапазон 2-4 мкм [1, 2]. Интерес к этому диапазону связан с возможностью получения более низких оптических потерь (10^{-2} - 10^{-3} дБ/км) в волокнах на основе флюоридных стекол, чем в кварцевых волокнах на длине волны $\lambda = 1.55$ мкм [1]. Обнадеживающие результаты по получению волокон для ИК-диапазона [2] стимулируют также создание элементной базы - источников