

06.3

© 1990

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ
СТРУКТУРЫ С КОМПОЗИЦИОННЫМ ЖИДКИМ
ДИЭЛЕКТРИКОМ

И.Ю. Бригаднов, Н.Т. Гурин

Важной задачей на пути создания тонкопленочных электролюминесцентных индикаторов и индикаторных панелей является повышение надежности работы электролюминесцентных элементов. Одним из путей решения этой задачи является уменьшение числа наносимых последовательно в вакууме тонкопленочных слоев электролюминесцентной МДПДМ структуры за счет использования в качестве одного из диэлектрических слоев структуры сегнетокерамической подложки с высокой диэлектрической проницаемостью [1, 2].

В настоящем сообщении приведены результаты исследования вольтяркостных характеристик МДПКМ структуры, где К – композиционный жидкий диэлектрик, и обычной тонкопленочной МДПДМ структуры, нанесенных на стеклянную подложку с прозрачным электродом. В обеих структурах в качестве электролюминесцентного слоя использовался одинаковый слой сульфида цинка (ZnS), легированный марганцем (Mn , 0,5% вес.) толщиной 0,6 мкм. В качестве тонкопленочных диэлектрических слоев использовались слои оксида циркония–иттрия ($ZrO_2-Y_2O_3$ (13%)) толщиной 0,3 мкм, а в качестве композиционного жидкого диэлектрика – смесь кремниорганической жидкости ПФМС-4 (полифенилметилсилоксановой) с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=2.5-2.7$ с порошкообразным наполнителем с высокой ϵ – титанатом бария $BaTiO_3$ ($\epsilon \approx 1800$) или сегнетокерамикой Т-7500 (титанат стронция–кальция–бария с $\epsilon \approx 7500$). Размер зерен $BaTiO_3$ составлял 5–10 мкм, сегнетокерамики 5–20 мкм. В качестве прозрачного электрода использовался слой окиси олова (SnO_2) толщиной 0,1 мкм. Вторым электродом в МДПДМ структуре служила пленка алюминия (Al) толщиной 0,3 мкм, в МДПКМ структуре – прижимной стальной электрод с микрометрической регулировкой хода. Слой ZnS наносили вакуумтермическим испарением в квазизамкнутом объеме, тонкопленочные диэлектрические слои – электроннолучевым испарением, слой Al – вакуумтермическим испарением, композиционный жидкий диэлектрик наносили в виде слоя пасты.

Вольт–яркостные характеристики (ВЯХ) исследуемых структур получены при возбуждении синусоидальным напряжением, амплитуда которого регулировалась от 0 до 360 В (частота 10 кГц), 500 В (5 кГц), 600 В (1 кГц).

ВЯХ исследованных структур представлены на рис. 1. Для МДПКМ структур характерны более пологие ВЯХ с плавным пе-

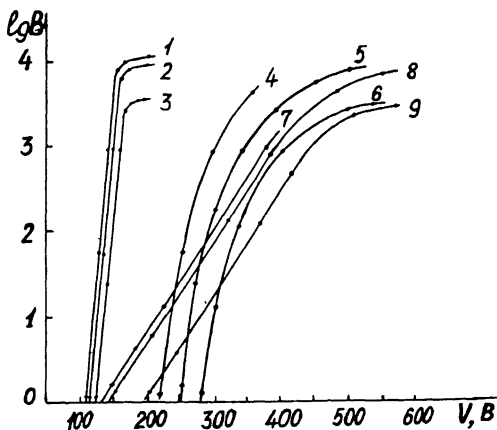


Рис. 1. Вольт-яркостные характеристики электролюминесцентных структур: МДПДМ (кривые - 1-3), МДПКМ, где K - композиционный жидкий диэлектрик, состоящий из смеси ПФМС-4 и $BaTiO_3$ толщиной (50 ± 5) мкм (кривые - 4-6) и смеси ПФМС-4 и сегнетокерамики Т-7500 толщиной (60 ± 5) мкм (кривые - 7-9); кривые 1, 4, 7 - частота 10 кГц, 2, 5, 8 - 5 кГц, 3, 6, 9 - 1 кГц. Концентрация наполнителя в смеси $\sim 50\%$ объем.

переходом области ВЯХ с высокой крутизной в область насыщения, более высокие пороговые напряжения, а также существенно более широкий диапазон сохранения работоспособности без пробоев - до напряжений 600 В, в то время как у МДПДМ структуры при достижении напряжений 190-200 В наступали отказы, связанные с пробоями. Максимальные значения яркости свечения составляли: для МДПДМ структуры - 10270 кд/м^2 (частота 10 кГц), 8020 кд/м^2 (5 кГц), 2900 кд/м^2 (1 кГц); для МДПКМ структур с композиционным жидким диэлектриком на основе $BaTiO_3$ - 5000 кд/м^2 (10 кГц, однако максимальное напряжение не достигало напряжения насыщения), 6600 кд/м^2 (5 кГц), 2750 кд/м^2 (1 кГц). Близкие значения максимальной яркости к последним данным получены для МДПКМ структур с композиционным жидким диэлектриком на основе сегнетокерамики Т-7500. В то же время ВЯХ данной структуры имели меньшие пороговые напряжения и более пологие ВЯХ. Измеренные значения ϵ на частоте 5 кГц в поле напряженностью 1 МВ/м при этом составляли: диэлектрического слоя оксида циркония-иттрия - $\epsilon \approx 19$, композиционного жидкого диэлектрика с наполнителем $BaTiO_3$ - $\epsilon \approx 54$, с сегнетокерамикой Т-7500 - $\epsilon \approx 107$. При наблюдении под микроскопом свечение МДПКМ структуры имело „пятнистую“ структуру с размерами светящихся пятен, соответствующими размерами зерен наполнителя в композиционном жидком диэлектрике. Исследования зависимости ВЯХ МДПКМ структур от толщины слоя композиционного жидкого

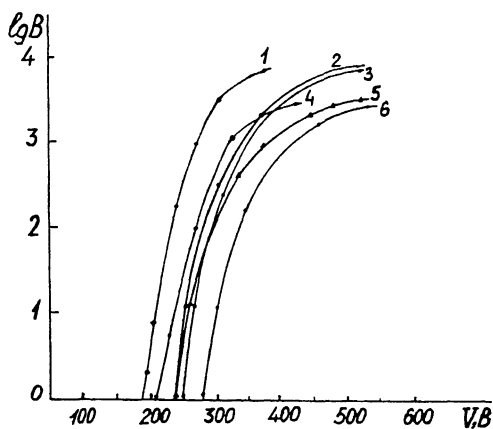


Рис. 2. Изменение вольт-яркостных характеристик МДПКМ структуры, где K - диэлектрик, состоящий из смеси ПФМС-4 и $BaTiO_3$, в зависимости от толщины диэлектрика и концентрации $BaTiO_3$ в смеси: кривые 1, 4 - толщина $d=(25\pm 5)$ мкм, концентрация $BaTiO_3 \sim 50\%$ объем., кривые 2, 5 - $d=(50\pm 5)$ мкм, концентрация $\sim 33\%$ объем., кривые 3, 6 - $d=(50\pm 5)$ мкм, концентрация $\sim 50\%$ объем.; кривые 1-3 - частота 5 кГц, кривые 4-6 - частота 1 кГц.

диэлектрика и от концентрации наполнителя $BaTiO_3$ в этом диэлектрике показывают, что с уменьшением толщины слоя до 25 мкм крутизна ВЯХ (рис. 2) возрастает, пороговое напряжение уменьшается на (55-70) В. С уменьшением объемной концентрации наполнителя в композиционном жидком диэлектрике до $\sim 33\%$ уменьшается \mathcal{E} до 42-47 и увеличивается максимальная яркость на (400-1600) кд/м², достигая 8255 кд/м² на частоте 5 кГц.

Кинетика нарастания и спада яркости исследовалась при возбуждении структур импульсным знакопеременным напряжением прямоугольной формы. Длительность импульсов составляла 100 мкс, период следования импульсов - от 200 Гц до 2 кГц, амплитуда импульсов регулировалась от 0 до 500 В. В случае МДПДМ структуры полное время нарастания яркости до максимального значения во время действия импульсов обеих полярностей составляло (40-100) мкс, полное время спада яркости - 1.6-2.6 мс, а для МДПКМ структуры соответственно 8 мкс и (0.6-1) мс. Амплитуды волн яркости в случае обеих структур были больше при подаче импульса положительной полярности на непрозрачный электрод. Такой полярности соответствуют также большие значения времени нарастания и спада в МДПДМ структуре и большее значение времени спада в МДПКМ структуре.

Таким образом, на основе приведенных исследований можно сделать следующие выводы: 1) МДПКМ структуры имеют значительно

большую электрическую прочность по сравнению с МДПДМ структурой при упрощенной технологии изготовления и практическом сохранении максимальной яркости; 2) крутизна ВЯХ МДПКМ структур меньше крутизны ВЯХ МДПДМ структуры, зависит от вида наполнителя композиционного жидкого диэлектрика и возрастает с уменьшением толщины слоя этого диэлектрика; 3) с уменьшением концентрации наполнителя в исследованных пределах возрастает максимальная яркость; 4) время нарастания и спада яркости МДПКМ структуры меньше чем МДПДМ структуры.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Сапо У., Нипомура К., Коуама Н. е.а. // Conf. Rec. Int. Display Res. Conf. San-Diego, Calif. Oct. 15-17. 1985. N.-Y. P. 173-176.
- [2] Рахлин М.Я., Родионов В.Е. // Письма ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 23. С. 2144-2147.

Поступило в Редакцию
20 июля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 23 12 декабря 1990 г.

09

© 1990

О САМОФОКУСИРОВКЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЗДУХЕ

В.П. Григорьев, А.Н. Диденко,
А.Г. Жерлицын, С.И. Кузнецов,
В.И. Цветков

Одной из основных проблем электроники больших мощностей является передача на расстояние потоков электромагнитной энергии большой плотности. Ранее в работах [1-4] теоретически была показана возможность самофокусировки и самоканализации потоков электромагнитных волн в плазме.

Нами наблюдалась экспериментально самофокусировка электромагнитного излучения десятисантиметрового диапазона длин волн при исследовании формирования потока СВЧ излучения мощностью 10^8 - 10^9 Вт в воздухе. В данной работе приводятся первые результаты этих исследований.

Схема эксперимента представлена рис. 1. Эксперименты проводились на сильноточной установке при напряжении $U=600$ кВ, токе $I=20$ кА, длительности импульса $\tau=110$ нс. Источником электромагнитного излучения являлся триод с виртуальным катодом [5]. С целью увеличения плотности СВЧ мощности осуществ-