

центра мембраны, а оптическая мощность W_2 наоборот - увеличивается.

- изменение расстояния x_0 между ВОК и мембраной на $0,1...0,2$ мм ведет к изменению чувствительности преобразования в 2 и более раза;
- перемещая центр мембраны вдоль оси X на $0,5d_c$ можно добиться существенной (до 30 %) глубины модуляции оптического сигнала;
- целесообразно использовать волоконно-оптический кабель, в котором три подводящих оптических волокна и четыре отводящих оптических волокна, в этом случае чувствительность преобразования и глубина модуляции оптического сигнала выше.

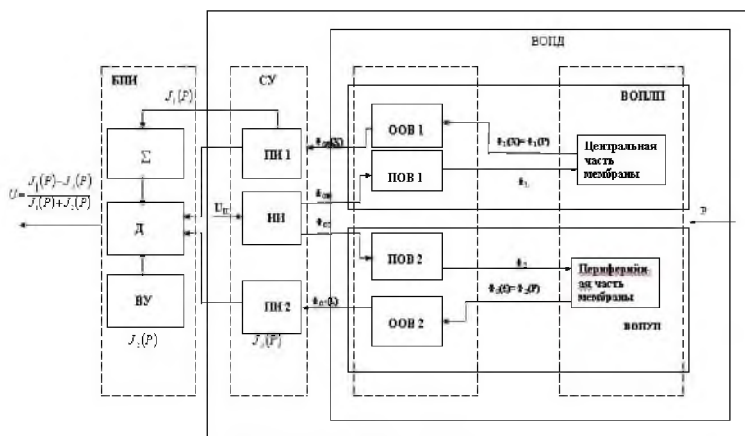


Рис.1. Структурная схема дифференциального волоконно-оптического датчика давления отражательного типа

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили теоретические положения работы

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РАССЕЯНИЯ ЭНЕРГИИ В ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ КОНДЕНСАТОРАХ

А.И.Мишин

Ульяновское высшее военное инженерное училище связи, г. Ульяновск

Были проведены теоретические исследования и математическое моделирование рассеяния электрической энергии в люминесцентных пленках тонкопленочных электролюминесцентных конденсаторов, кинетики этих

процессов и зависимости характеристик от свойств многослойных структур и условий возбуждения электролюминесценции.

В качестве основных исходных положений разрабатываемой математической модели рассеяния электрической энергии в тонкопленочных электролюминесцентных конденсаторах были использованы следующие свойства данных структур.

1. Пленки люминесцентных материалов, используемые в тонкопленочных электролюминесцентных конденсаторах, являются высокоомными, поэтому рассеяние энергии в предпороговом режиме возбуждения электролюминесценции при расчетах не учитывалось.

2. Используемые в тонкопленочных электролюминесцентных конденсаторах пленки диэлектрических материалов обладают высокими изолирующими свойствами, поэтому при расчетах можно было не учитывать омические потери энергии в пленках диэлектриков.

3. Исследования электронных процессов в тонкопленочных электролюминесцентных структурах показали, что кинетика изменения электрических характеристик определяется процессом поляризации в слое люминофора. Поверхность люминофора можно считать квазиизолированной, т.е. способной экранировать большую часть заряда. Перезарядка поверхностных ловушек происходит путем туннелирования электронов из граничных состояний в зону проводимости люминофора, что определяет резкую левую зависимость процесса.

4. При анализе процессов возбуждения электролюминесценции в тонкопленочных конденсаторах знакопеременным напряжением, изменяющимся по заданному закону, например, пилообразным или гармоническим, применяется модель квазистационарного самоэкранирования слоя люминофора. В этом случае скорость изменения переносимого заряда определяется не инерционностью процессов перезарядки граничных состояний и переноса электронов, а скоростью изменения внешнего напряжения. Величина рассеиваемой мощности электрического поля в этом случае определяется скоростью изменения внешнего напряжения.

5. В разработанной математической модели рассчитывалось рассеяние электрической энергии в тонкопленочном электролюминесцентном конденсаторе в рабочих режимах возбуждения свечения без учета потерь мощности в элементах схем управления, которые определяются конкретным составом схем и различием режимов возбуждения.

Электрическая мощность, которая выделяется в слое люминофора на единице площади поверхности тонкопленочной структуры: $p = j_{LA} V_L$, а энергия электрического поля, рассеиваемая в пленке люминофора на единице площади электролюминесцентного конденсатора за некоторое время t , определяется как

$$A(t) = \int_0^t j_{LA}(t) \cdot V_L(t) dt,$$

где j_{LA} - плотность тока проводимости в люминофоре; V_L - падение напряжения на люминесцентном слое.

Показано, что при возбуждении электролюминесценции знакопеременным импульсным напряжением зависимость электрической мощности, рассеиваемой в люминесцентной пленке при протекании тока проводимости, от времени после приложения прямоугольного импульса напряжения описывается следующим соотношением:

$$p(t) = j_{LA}(t) \cdot V_L(t) = \frac{C_D^2 \cdot V_F^2}{(C_D + C_L)(t + \tau_F) \cdot \left[\ln \left(\frac{t}{\tau_F} + 1 \right) + \frac{V_F}{V - V_0} \right]^3},$$

где C_D и C_L - емкости диэлектрических и люминесцентных слоев, соответственно; V_F и τ_F - параметры, определяемые конструкцией и материалами тонкопленочных электролюминесцентных конденсаторов и условиями возбуждения.

Электрическая энергия, выделяемая в пленке люминофора за один период, получается суммированием рассеиваемой энергии по всем четырем промежуткам времени. Значение этой величины вычисляется с помощью уравнения

$$A(T) = \frac{2C_D^2}{C_D + C_L} \cdot \left\{ V_1 \left[V_1 - V_{F1} \left(\frac{1}{\ln \frac{t_1}{\tau_{F1}}} + \frac{1}{\ln \frac{t_4}{\tau_{F4}}} \right) \right] + V_3 \left[V_3 - V_{F3} \left(\frac{1}{\ln \frac{t_2}{\tau_{F2}}} + \frac{1}{\ln \frac{t_3}{\tau_{F3}}} \right) \right] \right\},$$

где V_1 , t_1 и V_3 , t_3 - напряжения и длительности импульсов разной полярности; t_2 и t_4 - длительности промежутков между импульсами; V_{F1} , V_{F4} и τ_{F1} , τ_{F2} , τ_{F3} , τ_{F4} - параметры, определяемые конструкцией и материалами тонкопленочных электролюминесцентных конденсаторов и условиями возбуждения (амплитудой, частотой и скважностью импульсов).

При возбуждении электролюминесценции в тонкопленочных структурах напряжением, изменяющимся с конечной скоростью, процессы перезарядки граничных ловушек, определяющие изменение поляризованного заряда, распределения электрического поля и тока в электролюминесцентных конденсаторах, протекают в квазистационарном режиме, что подтверждается экспериментальными исследованиями тока в многослойных структурах при возбуждении пилообразным и синусоидальным напряжением. Квазистационарный режим характеризуется равенством скорости измене-

ния заряда на обкладках электролюминесцентного конденсатора и скорости изменения поляризационного заряда и обусловлен высокой скоростью перезарядки состояний границ раздела люминофор-диэлектрик.

Если электролюминесценция в тонкопленочных структурах возбуждается симметричным пилообразным напряжением, т.е. $dV/dt = v = \text{const}$, то величина выделяющейся в люминофоре электрической мощности будет постоянной:

$$p(t) = p_v = \frac{C_D^2 \cdot V_\tau}{C_D + C_L} v = \frac{4fC_D^2}{C_D + C_L} V_\tau V_A,$$

где f - частота; V_A – амплитуда симметричного пилообразного напряжения. Когда возбуждение электролюминесценции в тонкопленочной структуре производится напряжением, изменяющимся по гармоническому закону

$$V = V_A \sin \omega t,$$

где V_A и ω - амплитуда и циклическая частота переменного напряжения, то изменение со временем величины рассеиваемой мощности обуславливается временной зависимостью тока проводимости в люминофоре

$$p(t) = \frac{\omega C_D^2}{C_D + C_L} V_\tau V_A \cos \omega t = \frac{2\pi \cdot f \cdot C_D^2}{C_D + C_L} V_\tau V_A \cos 2\pi f t.$$

Выражение для средней рассеиваемой мощности может быть получено усреднением выделяющейся в люминофоре энергии за период изменения напряжения:

$$p_{cp} = \frac{A(T)}{T} = 4f \frac{C_D^2}{C_D + C_L} V_\tau (V_A - V_\tau).$$

Получено совпадение выражений для рассеиваемой энергии в люминофоре при возбуждении электролюминесценции в многослойной структуре симметричным пилообразным и синусоидальным напряжением, что обусловлено предположением о квазистационарном режиме протекания электронных процессов в тонкопленочных электролюминесцентных излучателях в данных условиях, подтвержденное результатами экспериментальных исследований. Полученные соотношения для рассеиваемой энергии и мощности позволяют проанализировать влияние конструктивных параметров и условий возбуждения тонкопленочных электролюминесцентных излучателей.