

ния И на входах декад, что приводит к образованию цепей переноса импульсов переполнения из младших декад в старшие. В моменты счета ДТ выключен и импульсы досчета на входы декад не поступают.

Поскольку один такт используется для счета и десять для индикации, частота тактовых импульсов должна быть не менее чем в 11 раз больше максимальной частоты счетных импульсов.

Схема счетчика, показанная на рисунке, разработана применительно к феррит-транзисторным элементам, для которых индикация состояния вызывает существенные затруднения. Но счетчики с досчетом между счетными импульсами могут быть выполнены на любых других логических элементах, в том числе и на интегральных схемах. Например, для потенциальных логических элементов необходимо ДТ заменить на RS-триггер и схему совпадения, с помощью которых будут формироваться импульсы досчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мак — Дугал. Применение ламп с холодным катодом, ч. 2.— Электроника (русский перевод), 1965, № 6.
2. В. С. Куземко, Л. С. Ситников, С. Е. Токовенко. Динамическая индикация в цифровых измерительных приборах.— Автометрия, 1969, № 2.

Поступило в редакцию 6 марта 1972 г.

УДК 621.3.032.36

Т. М. ДУЖИЙ, Б. М. РАБИН, И. С. СТАСЮК
(Львов)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОВСПЫШКИ ПРОСВЕЧИВАЮЩИХ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫХ ТРУБОК С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Как известно, для считывания информации с оптических изображений и последующего ввода в ЭВМ используют сканирующие автоматы с механической и электронной разверткой. В последних в качестве генератора бегающего светового пятна применяются просвечивающие электроннолучевые трубки (ЭЛТ). Особенностью работы таких систем является то обстоятельство, что считываемый элемент подвергается воздействию светового потока во время излучения световой энергии с сопряженного участка люми-

нофорного покрытия трубки, который работает как импульсный источник света, хотя в целом люминесцентный экран действует как непрерывный источник излучения.

Для увеличения объема и скорости считываемой информации применяют трубки с высокой разрешающей способностью, диаметр сфокусированного электронного луча которых 15—25 мкМ, а люминесцентный экран состоит из кристаллофосфоров с очень коротким послесвечением 0,05—0,5 мкс.

При рабочих токах луча 5—8 мкА плотность тока в сфокусированном пятне равна приблизительно 2—3 А/см². При таких плотностях тока возбуждения люминофорного покрытия на процесс излучения начинают влиять явления насыщения и утомления

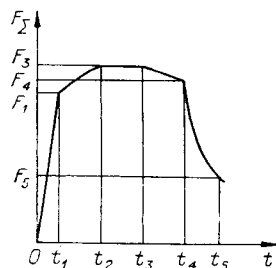


Рис. 1.

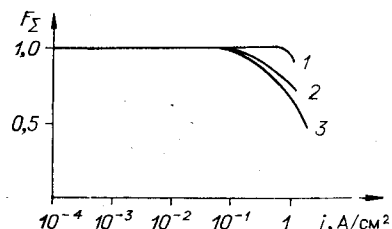


Рис. 2.

люминесценции, проявляющиеся в замедлении роста светового выхода с увеличением тока луча. Были изучены характеристики импульсной вспышки — световспышки люминофорных покрытий из трех кристаллофосфоров, применяемых для просвечивающих ЭЛТ с высоким разрешением: окиси алюминия $Al_2O_3 \cdot Ce$, силиката иттрия $Y_2SiO_5 \cdot Ce$ и окиси цинка $ZnO \cdot Zn$. При возбуждении экрана прямоугольным импульсом длительностью τ ход изменения лучистого потока F имеет в наиболее общем случае вид, представленный на рис. 1 [1], где $0t_1$ — быстрое нарастание лучистого потока F ; t_1t_2 — замедление роста; t_2t_3 — участок динамического равновесия между возбуждением и излучением; t_3t_4 — участок обратимого утомления; t_4t_5 — время послесвечения на уровне $1/e$ от значения при $t=t_4$; $0t_4=\tau$ — длительность возбуждения люминофора. Величина этих участков зависит от вида люминофора, плотности тока луча и длительности возбуждения.

В табл. 1 приведены параметры световспышки для трех люминофоров при длительности возбуждения 0,2, 1 и 10 мкс и плотности тока 10^{-4} и 2 А/см².

На рис. 2 показана зависимость светосуммы $F_{\Sigma} = \int F dt$ от плотности тока при токе луча $I_{\lambda} \approx 7$ мкА (1 — $Y_2SiO_5 \cdot Ce$; 2 — $Al_2O_3 \cdot Ce$; 3 — $ZnO \cdot Zn$). Как видно, насыщение люминесценции начинает сказываться при плотности тока больше 10^{-1} А/см².

Таблица 1

Плотность тока j , А/см ²	Длительность импульса τ , мкс	Тип люминофора	$0t_1$, мкс	t_1t_2 , мкс	t_2t_3 , мкс	t_3t_4 , мкс	t_4t_5 , мкс	F_1/F_2	F_4/F_2
10^{-4}	0,2	Al_2O_3Ce	0,05	0,15	—	—	0,03	0,75	—
		Y_2SiO_5Ce	0,05	0,15	—	—	0,04	0,75	—
		$ZnOZn$	0,2	—	—	—	0,5	—	—
	1	Al_2O_3Ce	0,05	0,2	0,75	—	—	0,66	—
		Y_2SiO_5Ce	—	0,4*	0,6	—	—	—	—
		$ZnOZn$	0,8	0,2	—	—	—	0,85	—
10	Al_2O_3Ce	—	—	10	—	—	—	—	
	Y_2SiO_5Ce	—	—	10	—	—	—	—	
	$ZnOZn$	1	9	—	—	—	0,5	—	
2	0,2	Al_2O_3Ce	0,04	—	0,06	0,1	0,03	1	0,9
		Y_2SiO_5Ce	0,05	0,15	—	—	0,04	0,75	—
		$ZnOZn$	0,08	0,12	—	—	0,07	0,6	—
	1	Al_2O_3Ce	—	0,1*	0,1	0,8	—	—	0,6
		Y_2SiO_5Ce	—	0,3*	0,7	—	—	—	—
		$ZnOZn$	—	0,3*	0,7	—	—	—	—
	10	Al_2O_3Ce	—	—	—	10	—	—	0,8
		Y_2SiO_5Ce	—	—	2	8	—	—	0,5
		$ZnOZn$	—	—	1	9	—	—	0,5

* Осциллограмма сжата в направлении оси времени, поэтому трудно определить участки быстрого и медленного нарастания лучистого потока.

На рис. 3 приведена кривая световспышки для $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Ce}$ при плотности тока 10^{-4} и 2 A/cm^2 . Для количественных оценок важно знать, что мгновенная яркость светового пятна просвечивающих ЭЛТ с высоким разрешением, измеренная методами объективной фотометрии [2, 3], равна $10^5 - 10^6 \text{ кд/м}^2$. Были измерены энергетические светотдачи люминофоров $\text{Y}_2\text{SiO}_5\text{Ce}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Ce}$ и ZnOZn . Они относятся между собой 9 : 5 : 1 соответственно.

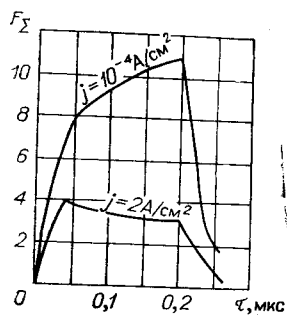


Рис. 3.

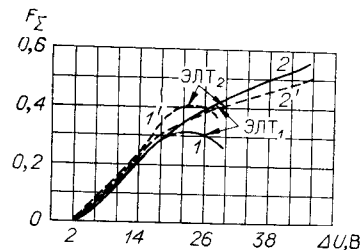


Рис. 4.

На рис. 4 представлена зависимость лучистого потока от напряжения модуляции $\Delta U (\Delta U = U_m - U_{\text{зап}} - \text{модуляционная характеристика; } U_m - \text{управляющее напряжение; } U_{\text{зап}} - \text{запирающее напряжение})$ в непрерывном (кривые 1, 1') и импульсном режимах (кривые 2, 2'). Представляет особый интерес то обстоятельство, что во втором случае

Таблица 2

Тип люминофора	τ , мкс	Напряж. на аноде U_a , кВ
$\text{Y}_2\text{SiO}_5\text{Ce}$	$7 \cdot 10^4$	—
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{Ce}$	$6 \cdot 10^5$	10
ZnOZn	$7 \cdot 10^5$	—
$\text{Y}_2\text{SiO}_5\text{Ce}$	940	—
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{Ce}$	720	15
ZnOZn	510	—
$\text{Y}_2\text{SiO}_5\text{Ce}$	96	—
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{Ce}$	71	20
ZnOZn	35	—

лучистый поток монотонно возрастает с увеличением ΔU , тогда как в первом случае имеет место загиб модуляционной характеристики при напряжении модуляции 20—22 В. Таким образом, представляется возможность получить больший лучистый поток, выбрав соответствующий импульсный режим работы катода. Подлежит выяснению, почему в разных экземплярах трубок начальный участок кривой модуляционной характеристики в непрерывном режиме лежит выше или ниже кривой модуляционной характеристики для импульсного режима.

В рабочем режиме в просвечивающей трубке мощность пучка составляет приблизительно 400 Вт/мм^2 . Как известно [4], не более 1% этой мощности превращается в лучистую энергию, остальная часть переходит в тепло, вызывая разогревание участка возбуждения, а при длительном пребывании луча на одном месте происходит необратимое разрушение люминофорного покрытия — прогорание люминофора.

Экспериментально было оценено время непрерывного возбуждения люминесцентного покрытия просвечивающих ЭЛТ с высоким разрешением сфокусированным лучом в 7—8 мкА, за которое лучистый поток уменьшается

на 15—20%. Результаты измерения даны в табл. 2. Как видно, наиболее стойким к выгоранию является люминофор $\text{Y}_2\text{SiO}_5\text{Ce}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. М. Рабин, М. И. Резник. Некоторые импульсные характеристики люминесцентных экранов с очень коротким послесвечением.— Материалы XIX совещания по люминесценции, ч. II. Рига, 1970.
2. В. С. Гдалин и др. Измерение яркости пятна просвечивающих и приемных ЭЛТ.— Техника кино и телевидения, 1971, № 4.
3. Т. М. Дужий и др. Оценка яркости светового пятна ЭЛТ.— ПТЭ, 1968, № 6.
4. Elliot. Limitations on High Energy Cathode Ray Tube Beams with Regard to Phosphor Life.— 6th National Symposium Society for information, 1965.

Поступило в редакцию 3 июля 1972 г.