

ЛИТЕРАТУРА

1. Кручинин Н. С., Майоров В. П., Некуряшев В. Н., Никулин В. И., Соскин С. И., Халимонов В. И. Голограммное запоминающее устройство.— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1977, с. 279—283.
2. Белан В. В., Гутев В. И., Деспс Г. А., Коган Г. Л., Кашлатый Р. Е., Фигуровский Е. А., Матиенко Б. Г., Хлебникова Г. И., Штырова А. С. Разработка и исследование многоэлементных полупроводниковых и гибридно-интегральных фотоматриц для голограммных запоминающих устройств.— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1977, с. 64.

Поступила в редакцию 29 января 1979 г.

УДК 621.383+681.327.68 : 778.38

В. К. ГУСЕВ, В. К. ТОЛСТОГАНОВ, И. А. ШИЛОВ

(Москва)

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ТРИГГЕР — БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ ФОТОПРИЕМНЫХ МАТРИЦ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ДЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ЗУ

В фотоприемных матрицах (ФПМ) с накоплением заряда может быть использован светочувствительный триггер (СТ) [1]. В нашей работе рассмотрен СТ, построенный по более простой схеме (рис. 1).

СТ работает следующим образом. Перед подачей светового сигнала по шинам «Опрос» и «Стирание» поступают последовательно во времени импульсные сигналы «Подготовка» и «Стирание». В результате потенциалы на базах транзисторов T_1 и T_2 триггера выравниваются, а после окончания импульса «Стирание» все транзисторы триггера оказываются запертыми. Затем на фотодиоды D_1 и D_2 подается изображение парафазно кодированной двоичной единицы информации. В результате в процессе генерации фотоэлектрических зарядов между базами транзисторов T_1 и T_2 возникает разность потенциалов, пропорциональная разности энергий фаз парафазного оптического сигнала. После окончания засветки по шине «Опрос» поступает импульс тока опроса, который приводит к отпирианию транзисторов T_1 и T_2 и возникновению регенеративного процесса. В первом приближении начало реге-

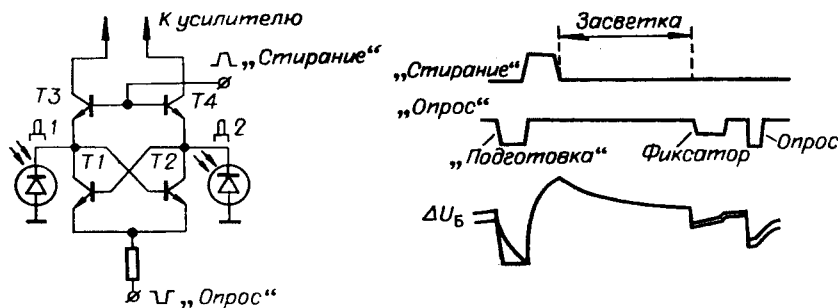


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема и временная диаграмма светочувствительного триггера.

неративного процесса при запертых коммутирующих транзисторах $T3$ и $T4$ описывается выражением

$$\text{sh}(\Delta\psi_6) = \text{sh}(\Delta\psi_{60}) \exp \theta, \quad (1)$$

где $\Delta\psi_6 = (U_{61} - U_{62})/\varphi_T$ — нормализованная разность потенциалов на базах транзисторов $T1$ и $T2$; $\theta = t/(\varphi_T C/I_{оп})$ — нормированное время; C — емкость фотодиода; $I_{оп}$ — ток опроса; $\varphi_T = 25$ мВ — тепловой потенциал.

Экспоненциальный множитель в (1) играет роль коэффициента усиления триггера. Из соотношения (1) следует, что до тех пор пока $\Delta\psi_6 \ll 1$, СТ обеспечивает линейность усиления. По мере развития регенеративного процесса создаются условия для отпираания одного из транзисторов $T3$ или $T4$ в зависимости от считываемого кода, что и регистрируется выходным усилителем.

Чувствительность СТ ограничивают следующие шумы и помехи:

1) дробовый шум электрических токов, протекающих по шинам управления СТ, из них наиболее существенным (специфическим) для коммутирующих элементов является дробовый шум токов коммутации, реально он примерно на порядок превосходит тепловой шум;

2) тепловой шум;

3) помеха неоднородности, возникающая от разброса электрических параметров парных элементов СТ;

4) кодозависимая временная помеха (предыстория) [2, 3];

5) кодозависимая пространственная помеха, эта помеха обусловлена паразитной (обычно емкостной) связью соседних СТ в ФПМ и может быть существенной в том случае, когда усиление фотозаряда происходит в разное время для соседних СТ.

На практике наиболее существенной из перечисленных величин является помеха неоднородности. Влияние предыстории в СТ может быть сведено к минимуму путем выбора амплитуды импульса стирания (рис. 2). Влияние паразитной связи между СТ в ФПМ устраняется введением общего для ФПМ предварительного импульса опроса («фиксатора»), при действии которого происходит одновременное усиление фотозаряда во всех СТ. Помеха неоднородности может быть уменьшена путем компенсации неидентичности одного из параметров СТ, например разницы темновых токов фотодиодов, некоторым изменением какого-либо другого. На практике это удобно делать путем подстройки емкости $p-n$ -перехода одного из фотодиодов с помощью изменения напряжения смещения (см. рис. 2).

Такой способ уменьшения помехи неоднородности основывается на том, что в первом приближении неоднородности СТ проявляются в виде наличия некоторых паразитных зарядов на входе СТ, которые могут подавить полезный фотоэлектрический заряд. Причем эти паразитные заряды аддитивны и являются линейными функциями от соответствующих неоднородностей. На практике при использовании такого способа компенсации неоднородностей следует учитывать разную температурную стабильность разнотипных параметров, что может сказаться на точности компенсации.

Реальная схема СТ была построена на парных биполярных транзисторах и кремниевых фотодиодах, имеющих при $U_n = 10$ В темновой ток 10 нА и емкость 10 пФ, подобран-

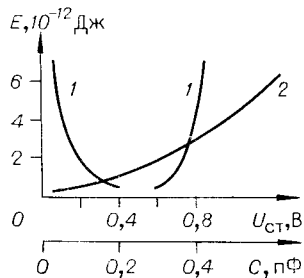


Рис. 2. Зависимость энергетической чувствительности от амплитуды импульса стирания (1) и изменения емкости одного из фотодиодов (2).

ных в пары с разбросом по величине темнового тока 1 нА и емкости 3% по номиналу. Чувствительность триггера с подстройкой составила не более 10^{13} Дж/бит по энергии и 5 нВт/бит по мощности. При этом суммарная длительность импульсов управления ~ 5 мкс.

Простота схемы и связанная с этим технологичность позволили использовать СТ в качестве базового элемента высокочувствительной ФПМ большого объема. Подобный триггер можно применить также в других зарядочувствительных схемах и устройствах, например для усиления сигналов с выхода гибридного фотоприемника на основе электронно-оптического преобразователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brojdo J. Light — sensitive flip-flops read holograms.— "Electron. Des.", 1968, N 25, p. 28—30.
2. Шилов И. А., Гусев В. К. Запоминающий элемент для коммутируемой матрицы фотодиодов.— Авт. свид-во № 438044, БИ, 1974, № 28.
3. Гусев В. К., Толстогованов В. К., Шилов И. А., Рослова М. Л. Испытание коммутируемой диод-фотодиодной матрицы в динамическом режиме.— «Вопросы радиоэлектроники, сер. ЭВТ», 1975, № 5.

Поступила в редакцию 2 марта 1978 г.

УДК 621.383.181.48 : 681.327.68 : 778.38

Р. Е. КАШЛАТЫЙ, Е. А. ФИГУРОВСКИЙ, Я. Г. ХУСАИНОВА
(Новосибирск)

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТРИЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С КООРДИНАТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В связи с выполнением работ по созданию голографических запоминающих устройств [1] широкое развитие получило такое перспективное направление оптоэлектроники, как проектирование и разработка матричных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) с координатным управлением (КУ) [2, 3]. В связи с этим актуальными для разработчиков ГЗУ и проектировщиков экспериментальных образцов устройств считывания оптической информации становятся вопросы создания измерительных систем для исследования матричных ФЭП. Последние являются сложными многоэлементными полупроводниковыми или гибридно-интегральными устройствами, способными преобразовывать проецируемые на их фоточувствительную поверхность оптические изображения в однозначно связанный с ними цифровой код.

Цель настоящей статьи — рассмотрение принципов построения универсального измерительного устройства для исследования характеристик матричных ФЭП с КУ информационной емкостью до 10^4 бит. Реализация этих принципов в работе показана на примере схемы устройства управления (УУ) для квадратного матричного ФЭП емкостью 16×16 бит.

Один из примеров организации ФЭП с координатным управлением показан на рис. 1 [3]. Здесь ячейка содержит диодный фотоприемник ФД, транзисторный ключ записи (стирания) Т1, транзисторный ключ считывания Т2 и усилительный элемент Т3, работающий на внешнюю нагрузку. При подаче на ключ Т1 отпирающего импульса (импульса стирания) емкость ФД заряжается до напряжения, равного сумме на-