

ЛИТЕРАТУРА

1. Хила В. Исследование голографической памяти большой емкости.— «Зарубеж. радиоэлектроника», 1972, № 10, с. 47.
2. Chamberlain S. G. Photosensitivity and scanning of silicon image detector arrays.— "IEEE J. of Solid-State Circuits", 1969, vol. SC-4, N 6, p. 333—342.
3. Кашлатый Р. Е., Кожевникова А. М., Кругликов С. В., Телицин Н. А., Фигуровский Е. А., Хлебникова Г. И., Юдина Л. П. Интегрально-гибридная фотоматрица для оптических ЗУ.— «Автометрия», 1977, № 2, с. 50—53.
4. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных приборах. Л., «Энергия», 1974.
5. Магдич Л. Н., Панкратов В. М. Модуляторы света.— «Электрон. пром-сть», 1976, № 3, с. 74—76.
6. Ефанов В. М., Корчагин И. Я., Куликов С. Н., Курочкин В. В., Матушкин Г. Г., Фигуровский Е. А. Цифровой микроэлектронный милливольтметр.— В кн.: Аналого-цифровые преобразователи. (Труды семинара.) Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1971.
7. Дроздов Е. А., Пятибратов А. П. Автоматические преобразователи и кодирование информации. М., «Сов. радио», 1964.

Поступила в редакцию 2 марта 1978 г.

УДК 535.2 : 621.383+621.383.181.48

Е. А. ФИГУРОВСКИЙ, В. А. ХЛУСОВ

(Новосибирск)

УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ p-КАНАЛЬНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ПРИБОРАХ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ

Одно из перспективных направлений современной оптоэлектроники — создание различного рода функциональных узлов с использованием полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС). Однако широкое применение ФЭП на ПЗС в значительной мере сдерживается тем, что нет специальных генераторных устройств формирования управляющих импульсов, не разработаны общие принципы подхода к проектированию и реализации таких устройств, что вынуждает разработчиков ФЭП самостоятельно решать эти вопросы. В литературе описаны лишь частные случаи исполнения устройств управления, главным образом для двух- и трехфазных линеек на ПЗС [1, 2].

В настоящей статье описаны разработка и реализация принципов построения универсального многотактного устройства для матричных и линейных двух- и трехфазных p-канальных ПЗС с различной информационной емкостью, пригодного не только для построения ФЭП, но и для исследования свойств и измерения параметров экспериментальных ПЗС-структур.

В данном случае под универсальным устройством управления понимается электронное устройство, позволяющее для p-канальных ПЗС: изменять в широком диапазоне частоты считывания и кадров; исследовать двух- и трехфазные линейные и матричные ПЗС с информационной емкостью до 2^{16} бит; осуществлять независимые регулировки всех управляющих напряжений и формы тактовых импульсов (ТИ); производить считывание как непосредственно, так и с промежуточным хранением информации;

сохранять геометрически правильную развертку видеоконтрольного устройства при восстановлении проецируемого на матрицу ПЗС изображения независимо от совокупности перечисленных изменяющихся факторов.

Исследования показали, что реализация такого устройства управления возможна при формировании всех временных последовательностей на цифровых интегральных схемах с использованием стандартных генераторов для задания частот кадров и считывания, выполнении регулируемых ТИ с помощью цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) и быстродействующих ключевых схем.

Функциональная схема разработанного устройства управления описана применительно к ФЭП, включающему в себя матрицу трехтактных ПЗС с информационной емкостью 32×32 бит, разделенную на две равные части (секции накопления и хранения), выходной затвор матрицы и регистр считывания с входными и выходными затворами и p^+ -диффузионными областями. Каждая из секций матрицы и выходной регистр считывания имеют по три управляющих шины (фазы), на которые подаются ТИ ступенчатой формы с независимо регулируемыми уровнями записи, хранения, накопления и постоянного смещения. Кроме того, на первую фазу подается импульс накопления, имеющий регулируемую амплитуду.

Длительности импульсов записи и хранения составляют соответственно $1/6$ и $1/3$ части периода ТИ независимо от частоты считывания. Длительность импульса накопления определяется разницей между длительностью кадра и временем считывания. На выходной затвор матрицы подается постоянное регулируемое напряжение и при необходимости импульсное, синхронизованное с началом импульса записи на первой фазе секции хранения и с регулируемой длительностью импульса.

Ниже показаны функциональная схема устройства управления (рис. 1) и возможные варианты реализации отдельных ее узлов. Усилители-ограничители 1 преобразуют подводимый от внешнего генератора синусоидальный сигнал с частотой f в последовательность прямоугольных импульсов типа меандр (сигнал М), которая используется для формирования всех временных последовательностей тактовых импульсов и является опорной для частоты горизонтального переноса. Опорная частота вертикального переноса образуется путем деления последовательности М формирователем 2. Коэффициент деления частоты выбирается кнопочным переключателем 3 «Размер строки» в зависимости от информационной емкости исследуемого ФЭП. Опорные частоты вертикального и горизонтального переносов поступают на электронный коммутатор 4, управляющий работой трех аналогичных блоков формирования последовательностей тактовых импульсов (БФПИ) 5—7.

Из блоков БФПИ сформированные в цифровом виде импульсы записи, хранения и накопления через ключевые каскады 8—11 поступают на схемы формирования амплитуды ТИ 12—15, представляющие собой цифроаналоговые преобразователи. Сформированные ступенчатые импульсы имеют независимую регулировку уровней записи, хранения, накопления и постоянного смещения. Входные и выходные затворы и $p-n$ -переходы регистра управляются от блока постоянных смещений 16.

Развертка видеоконтрольного устройства (ВКУ), в качестве которого используется осциллограф С1-54, получается с помощью формирователей кода развертки 18 и 20 по координатам X и Y . Формирователь 18 управляется импульсами, поступающими от делителя частоты 28, коэффициент деления которого (на 2 или 3), как и блоков 5—7, устанавливается тумблером 30 в соответствии с числом фаз исследуемого ФЭП.

Цифровой код развертки подается на ЦАП 21 и 22, с которых снимается ступенчатое напряжение горизонтальной X и вертикальной Y

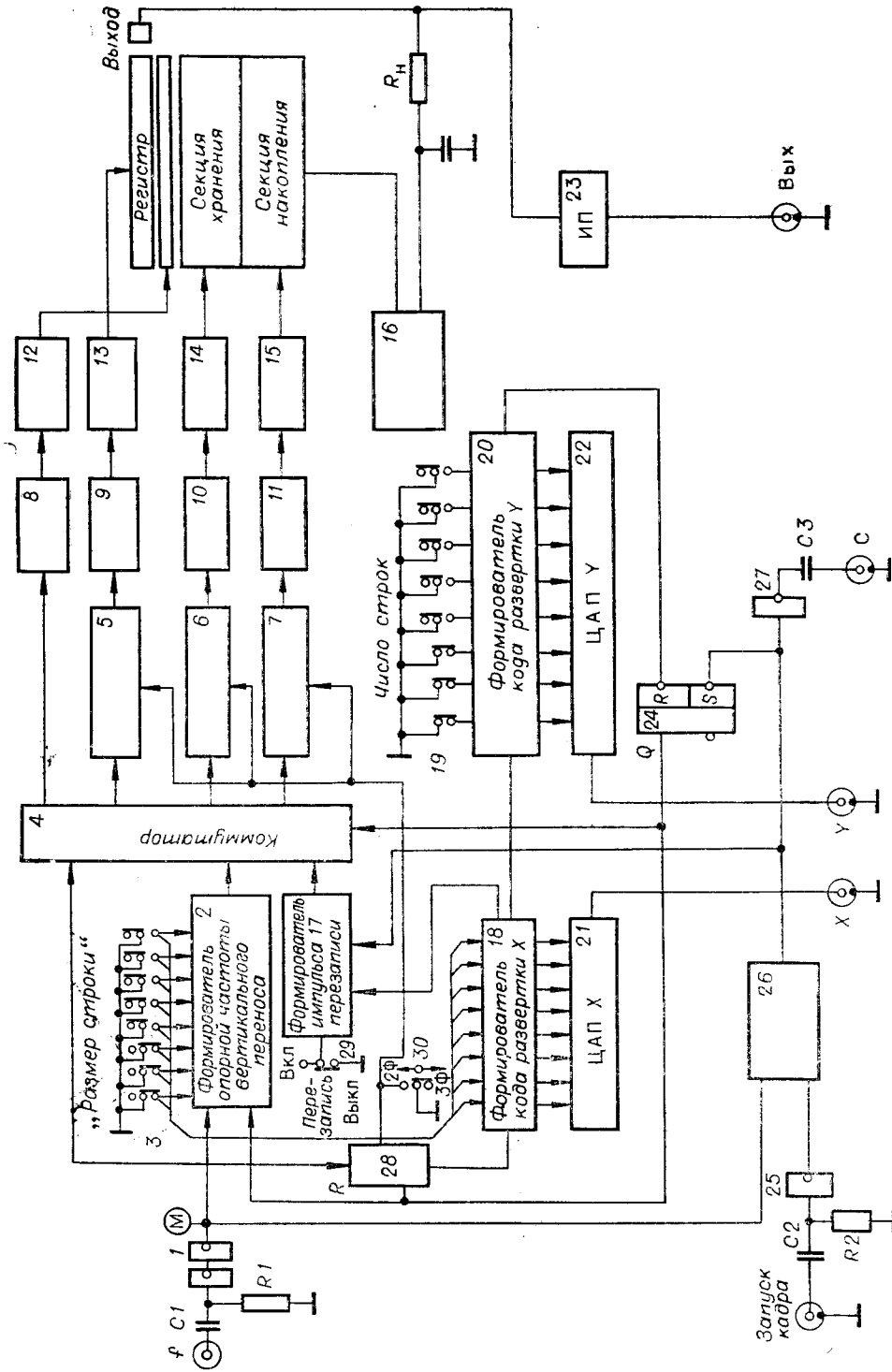


Рис. 1.

разверток ВКУ. Применение ЦАП в отличие от других способов формирования развертки позволяет изменять в широких пределах частоту считывания без изменения размеров раstra ВКУ, переходить от одной информационной емкости исследуемого ФЭП к другой.

По окончании считывания матрицы с последнего разряда формирователя кода развертки Y на вход R RS -триггера 24 подается импульс, устанавливающий выход Q в состояние «0», чем блокируется дальнейшая работа счетчиков 2,28. С этого момента коммутатор 4 формирует импульс накопления, подаваемый на первую фазу матрицы.

С приходом от внешнего генератора импульса запуска кадровой развертки последний через вентиль 25 поступает на схему выделения импульса 26 [3]. Выделенный из последовательности M одиночный импульс переводит выход Q триггера 24 в состояние «1» и снимает блокировку счетчиков 2,28. Таким образом, процесс считывания повторяется. Импульсы синхронизации развертки осциллографа C для наблюдения развернутой осциллограммы видеосигнала формируются с помощью вентиля 27. Видеосигнал с выходного $p-n$ -перехода ФЭП, выделяющийся на резисторе нагрузки R_n , через истоковый повторитель 23 поступает на разъем «Вых».

Рассматриваемое устройство управления позволяет считывать информацию в режимах перезаписи и непосредственного считывания. В первом режиме при установке переключателя 29 в положение «Вкл» с приходом кадрового импульса запуска на схему коммутатора 4 от формирователя 17 поступает импульс перезаписи, в течение которого на секции накопления и хранения ФЭП подаются тактовые импульсы с частотой, равной частоте TI выходного регистра, и информация из секции накопления переписывается в секцию хранения. По окончании импульса перезаписи на первую фазу секции накопления подается импульс накопления, а на фазы секции хранения — тактовые импульсы вертикального переноса до окончания считывания.

Во втором режиме переключатель 29 находится в положении «Выкл». При этом в течение времени накопления информация накапливается во всем массиве матрицы и с приходом кадрового импульса запуска построчно переносится в выходной регистр и считывается.

Формирователь опорной частоты вертикального переноса 2 и формирователи кода разверток 18 и 20 построены по схеме двоичного синхронного счетчика со сквозным переносом на JK -триггерах [3]. Коэффициенты деления счетчиков устанавливаются от 2 до 2^8 переключателями 3 и 19.

Блоки формирования последовательности тактовых импульсов 5—7 выполнены по схеме делителей частоты на JK -триггерах. Коэффициент деления на 2 или 3 устанавливается в зависимости от числа фаз ФЭП. Дополнительная логика на выходе блока позволяет получить отдельные последовательности импульсов записи, хранения и накопления.

Одна из особенностей считывания выходных сигналов с ФЭП, где выходным элементом служит $p-n$ -переход, — необходимость получения считывающего устройства с весьма малой входной емкостью: амплитуда выходного напряжения в первом приближении обратно пропорциональна входной емкости.

Широкополосный истоковый повторитель (ИП) 23 на МДП-транзисторе с изолированным затвором (рис. 2) построен по схеме с компенсацией проходной емкости [4], осуществляемой за счет следящей обратной связи с выхода повторителя на сток МДП-транзистора. Результирующая входная емкость повторителя не превышает 0,05 пФ, выходное сопротивление менее 100 Ом, коэффициент передачи по постоянному току не хуже 0,99.

Цифроаналоговые преобразователи 21 и 22, формирующие ступенчатые напряжения горизонтальной и вертикальной разверток ВКУ, вы-

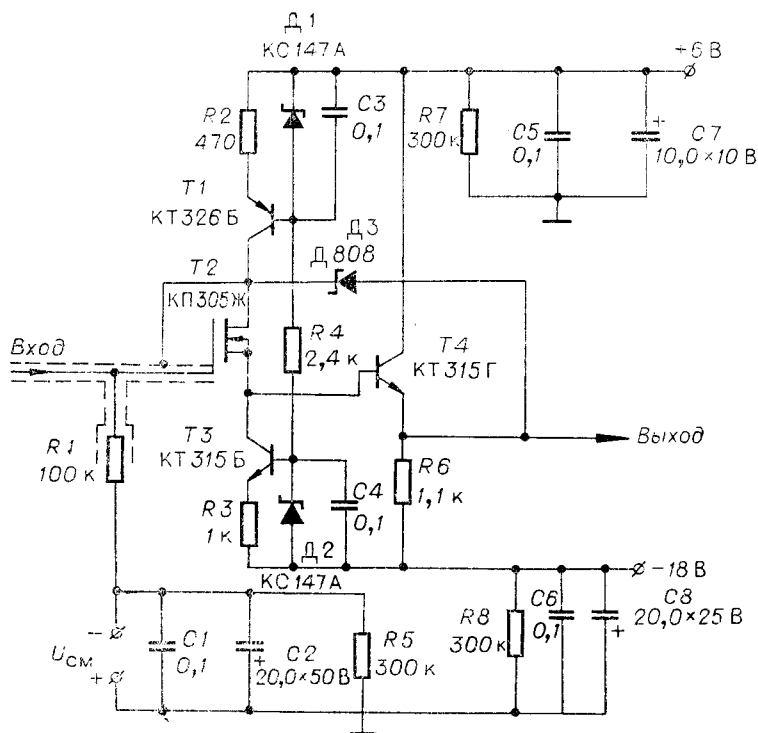


Рис. 2.

полнены по схеме суммирования токов на весовых резисторах и диодных ключах и управляются непосредственно от логических уровней ТТЛ. Дискретность ступенчатого напряжения составляет 10 мВ с погрешностью не более 5%.

Описанное устройство управления совместно со светотехническим блоком конструктивно объединено в макет установки для исследования динамических параметров ФЭП на ПЗС.

Светотехнический блок, предназначенный для проецирования изображения тестовой таблицы на поле матрицы, выполнен на базе бинокулярного микроскопа МБС-2. Вместо правого окуляра установлены кассеты для тестовой таблицы и оптических фильтров, а также источник света — лампа СЦ-82. Левый окуляр микроскопа предназначен для визуального совмещения изображения тестовой таблицы со светочувствительным полем матрицы ФЭП, который устанавливается в контактную колодку на подвижном столике микроскопа.

В состав макета входят также устройство для питания светотехнического блока и цифровой вольтметр для установки и контроля режимов электродов исследуемых ФЭП.

Заключение. В результате разработки реализовано устройство управления со следующими характеристиками: максимальная частота считывания 1 МГц, длительность фронтов ТИ ≤ 50 нс, минимальная частота кадров 0,1 Гц, пределы регулирования управляющих постоянных и импульсных напряжений 0 ÷ 20 В, нагрузочная способность выходных импульсных устройств до 400 пФ, нелинейность развертки ВКУ 5%, максимальная информационная емкость исследуемого ФЭП 256×256 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Вето А. В., Бугрименко Г. А., Крымко М. М., Мордкович В. Н., Пресс Ф. П., Рубинштейн Д. И., Хатунцев А. И. Проблемы, связанные с разработкой приборов с зарядовой связью.— В кн.: Микроэлектроника. Вып. 8. М., «Сов. радио», 1975.
2. Демьяновский О. Б., Обиденко Е. А. Генератор тактового питания приборов с зарядовой связью.— «Электрон. техника, сер. 11. Комплексная микроинтегральная радиоэлектронных устройств и систем», 1975, вып. 3, с. 24.
3. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных приборах. Л., «Энергия», 1974.
4. Гозлинг В. Применение полевых транзисторов.— В кн.: Библиотека по радиоэлектронике. Вып. 27. М., «Энергия», 1970.

Поступила в редакцию 23 ноября 1978 г.

УДК 681.327.68 : 621.325.66

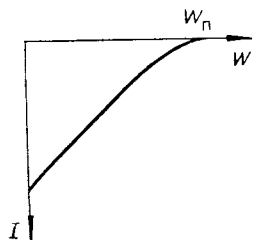
В. Е. БУТТ, Б. Н. ПАНКОВ

(Новосибирск)

УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОТОМАТРИЦЫ С СИСТЕМОЙ СЧИТЫВАНИЯ СТРАНИЦ ИНФОРМАЦИИ В ОПТИЧЕСКОМ ЗУ

Для считывания страниц информации, представляющих в оптических ЗУ двумерные распределения двухградационных оптических сигналов, используется фотоматрица (ФМ) — многоэлементный фотоэлектрический преобразователь восстановленных оптических изображений страниц информации в их электрический аналог — цифровой код [1]. В ФМ, кроме собственно фотоэлектрического преобразования сигналов, осуществляются их предварительное усиление и коммутация [2]. Реализуется ФМ как на дискретных компонентах, так и в интегральном или интегрально-гибридном исполнении. В интегральных и интегрально-гибридных ФМ, выполняемых наиболее успешно с использованием МОП-технологии, предусматриваются режим накопления заряда и параллельно-последовательное считывание страниц информации с произвольным доступом к считываемым словам страницы.

На рис. 1 приведена зависимость амплитуды выходного электрического сигнала (например, тока) ячейки такой ФМ от энергии W оптического сигнала, поступающего на ее входной фотоприемник за время накопления. Приведенная характеристика иллюстрирует пороговые свойства такой ячейки, заключающиеся в том, что при попадании на ячейку $W > W_p$ выходной сигнал ячейки практически не изменяется при дальнейшем увеличении W . Использование внешнего устройства с регулируемым порогом позволяет определять с помощью той же ФМ входные оптические сигналы, у которых энергия меньше, чем W_p . Это



дает возможность снизить уровень оптической энергии, необходимой для восстановления страницы информации.

Для сопряжения ФМ, изготовленной по МОП-технологии, с системой считывания, выполняемой, как правило, на ТТЛ-схемах, требуется

Рис. 1. Зависимость выходного тока I ячейки ФМ от энергии W света, падающего на фотоприемник.