

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белан В. В., Гутов В. И., Дейс Г. А., Коган Г. Л., Кашлатый Р. Е., Фигуровский Е. А., Матиенко Б. Г., Хлебникова Г. И., Штырова А. И. 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.
2. Styan P. O., Noble P. J. W. Improvements in or relating to integrated circuit devices. Pat. Spec. N 1268905 Cl H1R. Great Britain, 1972.
3. Мелентьев П. В. Приближенные вычисления. М., ФМ, 1962.
4. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., ФМ, 1971.
5. Fry P. W., Noble P. J. W., Rycroft R. S. Fixed — pattern noise in photomatrices.— "IEEE J. of Solid-State Circuits", 1970, vol. SC-5, N 5, p. 250—254.
6. Johnson N. L., Leone F. C. Statistics and experimental design in engineering and physical sciences. Vol. 1. J. Wiley and Sons. N.-Y., 1964.
7. Vann M. A. Self-scanned photo-diode arrays — characteristics and applications.— "Opt. and Laser Technology", 1974, vol. 6, N 5, p. 209—218.
8. Кашлатый Р. Е., Логвинский Л. М., Пальчиков Е. П., Рябченко В. В., Цукерман В. Г. Кремниевые фотодноды для интегральных фотоприемных матриц.— «Автометрия», 1977, № 2, с. 53—61.

*Поступила в редакцию 11 декабря 1978 г.*

УДК 621.383.181.48 : 681.327.68.778.38

**В. В. БЕЛАН, В. И. ГУТОВ, Р. Е. КАШЛАТЫЙ,  
Б. Г. МАТИЕНКО, В. П. РОМАНОВ, Е. А. ФИГУРОВСКИЙ,  
Г. И. ХЛЕБНИКОВА, А. С. ШТЫРОВА**  
*(Новосибирск)*

### **ГИБРИДНО-ИНТЕГРАЛЬНАЯ ФОТОПРИЕМНАЯ МАТРИЦА С ИНФОРМАЦИОННОЙ ЕМКОСТЬЮ 128×128 бит**

В настоящее время активно ведутся исследования, направленные на создание элементной базы оптической цифровой вычислительной техники. В данном сообщении обсуждаются результаты и некоторые технические проблемы, связанные с созданием гибридно-интегральных фотоматриц (ГИФ) большой информационной емкости.

Важнейшими требованиями к фотоэлектрическим преобразователям оптической цифровой вычислительной техники являются многоканальность, необходимость высокоточного разнесения каналов с заданным шагом в плоскости приема (обработки) страниц данных, высокая фоточувствительность, надежность, помехоустойчивость по оптическим и электрическим каналам, быстроедействие. В зависимости от выбранных параметров элементов оптического тракта шаг между фотоприемниками каналов может колебаться от 0,2 до 2,5 мм. На современном этапе развития полупроводниковой технологии невозможно изготовить кристаллы размерами свыше 10×10 мм<sup>2</sup>, что приводит к необходимости рассмотрения гибридно-интегральных вариантов конструкций фотоматриц. Отметим, что увеличение шага между фотоприемниками облегчает требования к изготовлению элементов оптического тракта, но усложняет изготовление фотоматриц из полупроводниковых кристаллов ввиду роста числа наружных межсоединений.

Конструкция гибридно-интегральной фотоматрицы может быть многокорпусной (каждый кристалл в отдельном корпусе) и однокорпусной

(БИС с посадкой всех кристаллов в один корпус). В первом случае выполнение высокоточного монтажа по шагу должно обеспечиваться конструкцией корпуса, во втором случае эта задача возлагается на технологию сборки. Реализация требований к фоточувствительности и помехоустойчивости в значительной мере связана со схмотехникой, конструкцией и технологией изготовления кристаллов, но обеспечивается и качеством используемой технологии сборки, и конструкцией фотоэлектрического преобразователя в целом.

При большем шаге рационально применение многокорпусной конструкторско-технологической методики сборки кристаллов. Экспериментальные исследования показали, что по проценту выхода годных ГИФ, достижимой точности посадки кристаллов, потерям информативной площади, надежности изделия в целом и по возможностям реставрации технология сборки с шариковыми (столбиковыми) выводами наилучшая по сравнению с использованием балочных выводов или разварки кристаллов с помощью проволочных соединений.

Весьма сложной является проблема разработки корпуса для ГИФ. Он не только обеспечивает защиту поверхности кристаллов от механических повреждений и исключает влияние окружающей среды, но и должен отвечать характеру технологии сборки и определенным геометрическим типоразмерам, обеспечивать с минимальными потерями ввод оптических сигналов в заданной области длин волн и иметь достаточное количество наружных выводов (порядка 250—300), допускать разгерметизацию для замены отказавших кристаллов и удовлетворять целому ряду других требований.

Известно, что использование защитного окна в корпусе приводит к сдвигу оптического луча. Например, для окна толщиной 100 мкм при угле падения луча  $20^\circ$  величина сдвига составляет 12 мкм. Замена стекла на волоконную шайбу позволяет передать при тех же условиях оптический сигнал без сдвига, но на выходе шайбы луч имеет определенный угол расхождения. Так, при начальном диаметре луча 100 мкм и угле падения  $20^\circ$  на расстоянии 40 мкм от выходной плоскости шайбы луч будет иметь диаметр, равный 128 мкм. Если при сборке расположить кристаллы с фотоматрицами на указанном расстоянии, то при размерах фотоприемника порядка  $100 \times 100$  мкм<sup>2</sup> за счет расхождения пучка на 40% уменьшится энергия на бит и увеличится уровень фоновой засветки соседних каналов.

Учитывая все изложенное выше, для создания многоэлементных ГИФ была разработана специальная технология сборки кристаллов с фотоматрицами, которая обеспечивает их посадку на стекло (волоконную шайбу) на высоте  $25 \pm 5$  мкм с погрешностью по шагу (в любой точке матрицы) не более  $\pm 10$  мкм.

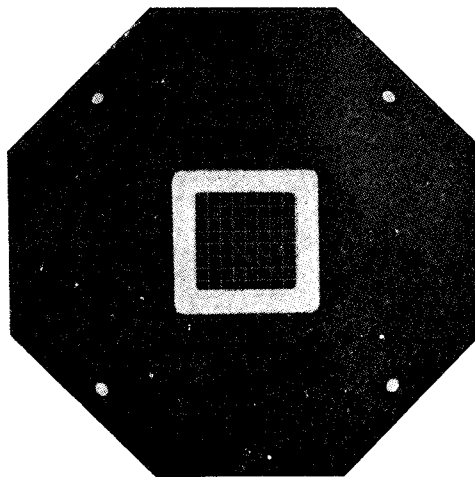


Рис. 1.

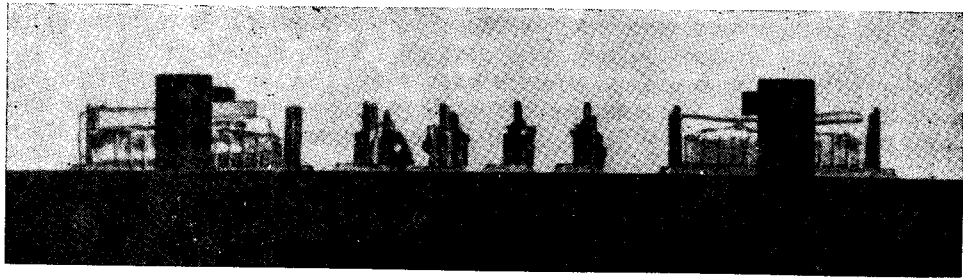


Рис. 2.

Создание многоэлементных фотоматриц связано с большим объемом разнообразных измерений на всех этапах изготовления приборов. Специфичным для ГИФ является сочетание электрических и координатных измерений в процессе высокоточной сборки, при замене кристаллов или их реставрации. Хорошо известные аппаратные и программные трудности функционального тестирования БИС в случае исследования характеристик ГИФ усугубляются необходимостью использования калиброванных по мощности источников света, что требует изготовления нестандартного оборудования и разработки новых измерительных методик.

На рис. 1 представлен внешний вид разработанной авторами экспериментальной ГИФ емкостью  $128 \times 128$  бит, предназначенной для голограммной памяти [1, 2]. Для создания матрицы было использовано 64 кристалла размером  $5 \times 5$  мм<sup>2</sup>. Кристаллы были изготовлены по МОП-технологии, и на каждом из них был размещен фрагмент емкостью 256 ( $16 \times 16$ ) бит. Адресные и разрядные шины кристаллов связаны с внешними электронными схемами обрамления через 16 стандартных 22-контактных разъемов, расположенных на задней крышке корпуса (рис. 2, 3). Габаритные размеры корпуса ГИФ  $200 \times 200 \times 40$  мм.

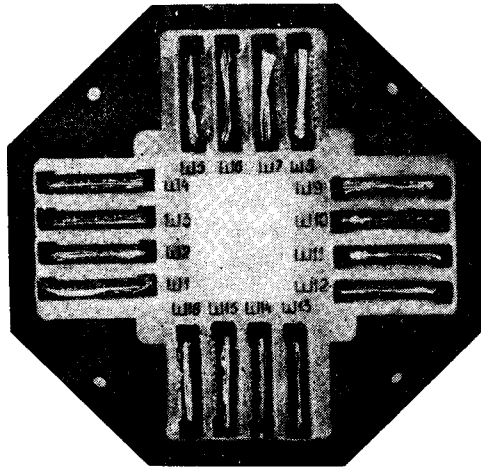


Рис. 3.

Важнейшие технические характеристики гибридно-интегральной фотоматрицы: число фотоприемных ячеек 16384 ( $128 \times 128$ ); организация фотоматрицы словарная с произвольной выборкой по 128 адресам; шаг между фотоприемными элементами 0,25 мм; размеры фотоприемника  $0,1 \times 0,1$  мм<sup>2</sup>; логические уровни выходных сиг-

налов (при нагрузке 1 кОм) лог. «0»  $\geq 100$  мВ, лог. «1»  $\leq 2$  мВ. Приведем другие параметры фотоматрицы:  
 время хранения записанной страницы  $10^{-3}$  с;  
 фоточувствительность в режиме накопления на длине волны света  $\lambda = 0,63$  мкм  $\geq 10^{-13}$  Дж/бит;  
 типовое время записи страницы в режиме накопления  $10^{-4}$  с;  
 приведенный цикл записи/чтения слова по 128 адресам  $2,28 \cdot 10^{-6}$  с;  
 напряжения питания/смещения  $-6$  В/ $+5$  В.

## 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., Гутов 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-

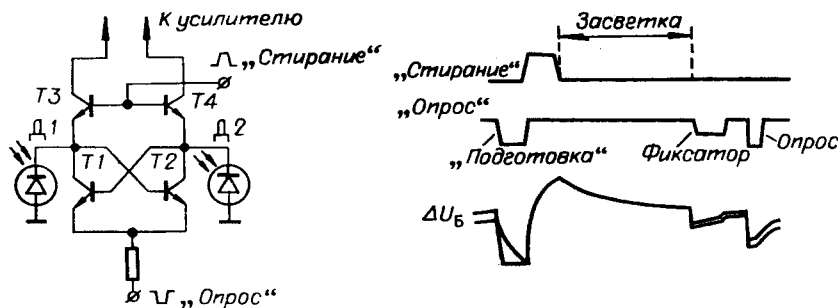


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема и временная диаграмма светочувствительного триггера.