

Рис. 4.



Рис. 5.

где V — коэффициент контрастности, W — суммарная плотность энергии, мДж/см^2 ; $\eta_{\text{эфф}}$, %.

Запись голограммы. В качестве иллюстрации была произведена запись динамической Фурье-голограммы цифрового объекта. Оптическая схема показана на рис. 4, где 1 — неодимовый ОКГ; 2, 2', 2'' — зеркала; 3 — объект (цифра 10 на стандартной мире размером 1 мм); 4 — линза с фокусным расстоянием 0,5 мм; 5, 5' — полупрозрачные зеркала; 6 — образец кремния толщиной 0,5 мм; 7 — электронно-оптический преобразователь. Фотография изображения восстановленной голограммы на свободных электронах в кристалле кремния показана на рис. 5.

В заключение авторы выражают благодарность В. М. Семибаламуту за проведение вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. P. Woerdman and B. Bolger. Diffraction of light by a laser induced grating in Si.— "Phys. Lett.", 1969, vol. 30A, № 3, p. 164.
2. J. P. Woerdman. Diffraction of light by laser generated free carriers in Si: dispersion or absorption? — "Phys. Lett.", 1970, vol. 32A, № 5, p. 305.
3. J. P. Woerdman. Formation of a transient free carrier hologram in Si.— "Opt. Commun.", 1970, vol. 2, № 5, p. 212.
4. W. B. Gausber, J. C. Bushnell. Laser-induced infrared absorption in silicon.— "J. Appl. Phys.", 1970, vol. 41, № 9, p. 3850.
5. Ю. Ю. Вайткус, К. Ю. Ярашюнас. Исследование динамических голограмм на свободных носителях в кремнии.— «Лит. физ. сб.», 1974, т. XIV, № 2, с. 345.

Поступила в редакцию 7 апреля 1976 г.

УДК 681.327.17

Н. А. ВЛАСОВ, Э. Л. КАЩЕЕВ, Т. Н. МАНТУШ,
Б. Н. ПАНКОВ, Е. Ф. ПЕН
(Новосибирск)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ФОТОПРИЕМНЫХ МАТРИЦ

Развитие техники голограммных запоминающих устройств зависит от создания ряда элементов, отвечающих определенным требованиям. Одним из таких элементов является фотоприемная матрица, с помощью которой производится фотоэлектрическое преобразование и считывание

страниц оптической памяти. При изготовлении интегрально-гибридных фотоприемных матриц, наряду с контролем статических параметров (крутизны люкс-амперной характеристики, порога чувствительности, величины темнового тока и тока утечки), необходимо производить и функциональный контроль, в процессе которого выявляется, может ли быть записан и считан заданный цифровой тест по любому адресу с максимальной скоростью и калиброванной оптической энергией бита. Для проведения такого контроля целесообразно использовать ЭВМ, возложив на нее функции управления и обработки.

Тесты должны выбираться с учетом особенностей топологии и взаимодействия элементов схемы. Для фотоприемной матрицы с X—Y организацией испытательные тесты должны контролировать динамические параметры отдельных ячеек, взаимное влияние ячеек, имеющих общую выходную шину, взаимное влияние соседних шин друг на друга и т. д. Помимо элементарных тестов, состоящих из одних нулей или единиц, проверяющих фотоматрицу на общую работоспособность, для этой цели следует применять быстроменяющиеся взаимно-обратные «шахматные поля», тест «дождь» (последовательная запись и считывание «1» во все строки, а затем запись и считывание «0» в той же последовательности), а также «бегущую единицу» и «бегущий нуль» (последовательное перемещение «1» или «0» по всему полю матрицы на фоне «0» или «1» соответственно). При успешном прохождении этих тестов на заданной частоте можно предполагать безошибочную работу фотоматрицы и при произвольной комбинации «0» и «1».

Специфика контроля заключается в том, что информация в фотоприемную матрицу записывается параллельно сразу во все ячейки, и поэтому генератор испытательных тестов должен иметь выход в виде двумерной светоизлучающей матрицы, обладающей малой инерционностью. Воспроизвести оптические цифровые тесты и обеспечить их быструю смену можно было бы непосредственно ГЗУ с помощью набора тестовых голограмм и дефлектора. Однако для контроля фотоприемных матриц такой путь неприемлем, поскольку на результаты эксперимента одновременно будут влиять неравномерность распределения оптической мощности по битам в голограмме, шумы голограммы, погрешности, вносимые дефлектором и т. д., в результате чего о свойствах собственно фотоматрицы судить было бы трудно.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что в качестве светоизлучающей матрицы может быть использована наборная матрица светодиодов, предварительно отобранных по мощности излучения. Такая матрица может обеспечить высокую скорость смены оптических тестов и идентичность оптической мощности во всех битах при регулировке токов светодиодов. Поле светоизлучающей матрицы с помощью оптической системы уменьшается и совмещается с полем фотоприемной матрицы. Изготовление светоизлучающей матрицы большого размера, например 32×32 , имеет чисто технические трудности. Однако следует учесть, что в настоящее время интегрально-гибридные фотоприемные матрицы изготавливаются из отдельных матриц-фрагментов небольшого размера, например 8×8 , выращенных на одном кристалле. Очевидно, что факторы, ограничивающие динамические параметры фотоматрицы, в гораздо большей степени проявляются в пределах одного кристалла, чем между соседними кристаллами, поэтому матрицу большого размера можно подвергнуть контролю пофрагментно, перемещая отдельные ее фрагменты в плоскости изображения светоизлучающей матрицы.

В ИАиЭ СО АН СССР разработана автоматизированная установка для функционального контроля интегрально-гибридных фотоматриц.

Установка работает с ЭВМ «Электроника-100», которая выполняет следующие основные функции:

- 1) генерирование и хранение в памяти тестовых комбинаций в виде набора машинных слов, соответствующих оптическим тестам;
- 2) управление светодиодной матрицей;
- 3) считывание информации с фотоприемной матрицы;
- 4) сравнение считанных слов с тестовыми и выдача результатов контроля на внешнее устройство визуализации (телетайп или «Videoton»).

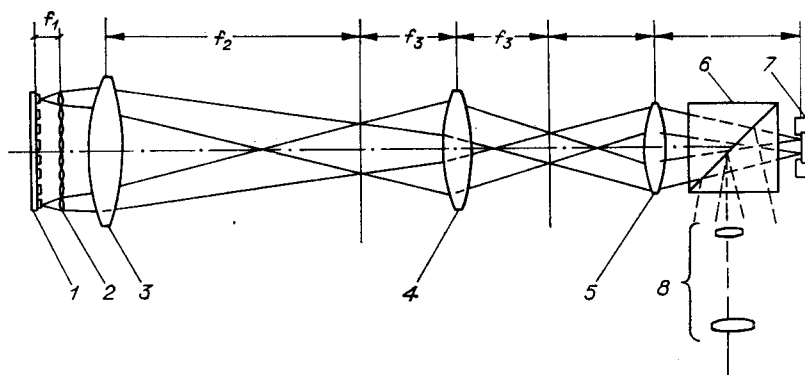


Рис. 1.

Оптическая система установки изображена на рис. 1, где 1 — матрица светодиодов, 2 — линзовый растр, 3 — коллективная линза, 4 и 5 — система проектирования, 6 — светоделительный кубик, 7 — фотоматрица, 8 — микроскоп.

Оптическая система имеет два каскада уменьшения изображения светодиодной матрицы. Коэффициент уменьшения первого каскада равен отношению $K_1 = f_2/f_3 = 8$. Второй каскад (объектив 5) обеспечивает проектирование изображения светодиодной матрицы на матрицу фотоприемников с дополнительным четырехкратным уменьшением. Использование объектива 5 позволяет свободно разместить между ним и фотоматрицей светоделительный кубик для одновременного наблюдения поверхности фотоматрицы и спроектированного на нее изображения светодиодной матрицы.

Общий коэффициент уменьшения системы $K = 32$. При шаге между светодиодами 8 мм это соответствует шагу между изображениями светодиодов 0,25 мм и согласуется с шагом между фотоприемниками.

Линзовый растр 2 и коллективная линза 3 использованы с целью уменьшения световых потерь. Отметим также, что при выборе параметров оптических элементов системы следует учитывать величину расходимости светового пучка от светодиода. Так, например, если расходимость равна ω , то из соображений световых потерь коэффициент уменьшения K_1 целесообразно выбирать $\sim 1/\omega$. Фотоприемная матрица устанавливается на юстировочном приспособлении, позволяющем перемещать ее в двух взаимно перпендикулярных направлениях и вращать вокруг оси.

Схема управления матрицей светодиодов (МСД) приведена на рис. 2. Матрица состоит из 64 отдельных светодиодов АЛ-307Б, каждый из которых подключен к питанию через транзисторный ключ. Ключи, относящиеся к одной строке, управляются 8-разрядными регистрами Р2, число которых равно числу строк. Информация в регистр Р2 поступает из регистров Р1. Информационные входы регистров подключены к ЭВМ через ключи, управляемые дешифратором (Дш). Для включения светодиодной матрицы в соответствии с заданной тестовой структурой от ЭВМ поступает восемь слов.

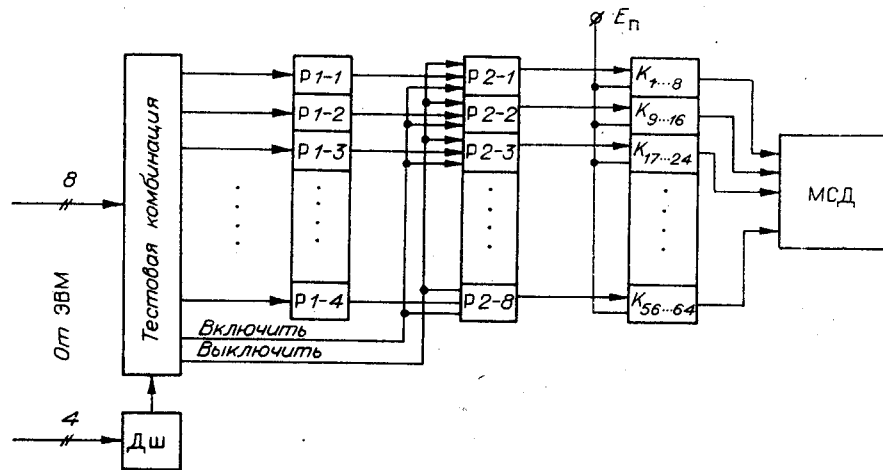


Рис. 2.

Первые четыре разряда каждого слова содержат код строки, а остальные восемь разрядов — код, соответствующий тестовой структуре. Дешифратор по коду строки направляет код тестовой структуры в регистры P1. После того как все восемь регистров P1 заполнены, из ЭВМ через дешифратор подается код, соответствующий команде включения, которая поступает одновременно на все восемь регистров P2. При этом содержимое регистров P1 переписывается в регистры P2 и на светодиодной матрице высвечивается набранная тестовая структура. Эта структура может быть, согласно программе, заменена следующей или выключена командой. Светодиоды работают в импульсном режиме с током до 0,5 А при длительности импульса не более 100 мкс. Во время действия светового импульса происходит накопление заряда в элементах фотоприемной матрицы и оптический тест запоминается в ней в виде электрических потенциалов. По истечении заданного времени накопления светодиодная матрица выключается.

Система считывания и ввода информации в ЭВМ (рис. 3) предназначена для работы с фрагментом фотоприемной матрицы 8×8 элементов. В цикле считывания формируются импульсы стирания и считывания, поступающие на адресные шины матрицы с интервалом, равным времени накопления.

Сопряжение с ЭВМ осуществляется по шинам программируемого обмена (ШПО) и по шинам разрыва данными (ШРД). При поступлении команды на считывание запускается сдвиговый регистр импульсов стирания (РИС) с тактовой частотой, задаваемой машиной через делитель частоты (ДЧ). Максимальная частота — 500 кГц. Делитель частоты позволяет снизить ее до 250 и 125 кГц. Одновременно с РИС запускается кипп-реле накопления (КРН), с помощью которого устанавливается и регулируется время накопления, и подается сигнал на триггер запроса разрыва (ТЗР). Машина устанавливается в состояние разрыва. По истечении времени накопления запускается сдвиговый регистр считывания (РИЧ). Импульсы с обоих регистров через согласователь уровня (СУ) поступают на адресные шины фотоматрицы.

С каждым импульсом РИЧ на разрядных шинах фотоматрицы (ФМ) появляются информационные сигналы, соответствующие разрядам данного слова. Эти сигналы поступают на стробируемый восьмиканальный пороговый усилитель (УП), после которого они имеют логические уровни. Информационный байт вводится в буферный регистр (БР), а затем через блок сопряжения (БС) в память машины.

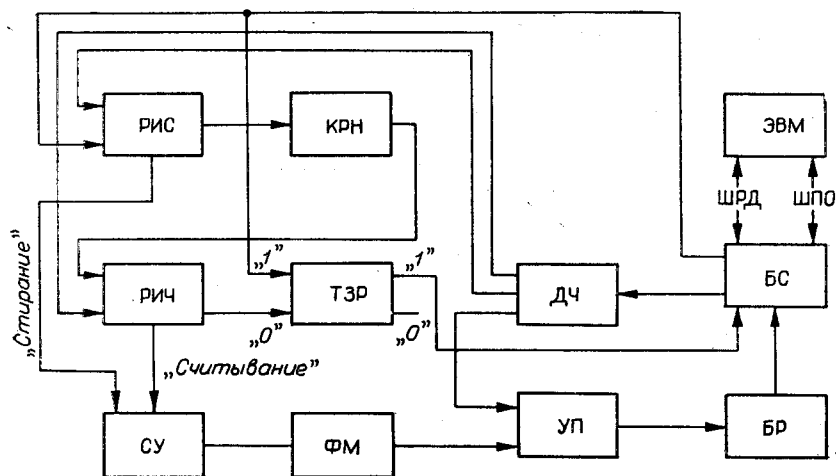


Рис. 3.

Последний, девятый импульс РИЧ выводит машину из состояния разрыва, возвращая к программному управлению.

Управляющая программа позволяет прогнать все тесты подряд, вызвать любой из них и повторить его заданное число раз или запустить любой тест в циклическом режиме для наблюдения сигналов на экране осциллографа. Результаты тестирования выводятся на экран в двоичном коде с указанием ошибки.

В заключение приведем технические характеристики установки: размер оптической тестовой структуры 8×8 ; длина волны светящихся диодов 670 мкм; максимальная оптическая мощность в одном бите 0,5 мкВт; минимальное время смены теста 30 мкс; время считывания фотоматрицы 16—64 мкс; длительность считывающих импульсов 2—8 мкс.

Поступила в редакцию 21 мая 1976 г.

УДК 535.8 : 535.241.13 : 535.315

И. С. ГИБИН, Н. Н. КАМЕНЕВ, Ю. Н. ТИЩЕНКО,
А. В. ТРУБЕЦКОЙ
(Новосибирск)

ПРИЗМЕННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДВУХКООРДИНАТНЫХ АКУСТООПТИЧЕСКИХ ДЕФЛЕКТОРОВ СВЕТА

В акустооптических дефлекторах (АОД) для согласования геометрии отклоняющих ячеек с геометрией освещающего светового пучка, а также для увеличения углов отклонения и уменьшения диаметров отклоненных световых пучков необходимо применять специальные оптические системы. В зависимости от размеров и типов акустооптических ячеек (АОЯ) параметры и геометрия оптических систем могут быть различными. Известны АОД с использованием квадратных [1] и прямоугольных [2] АОЯ.