

Курявцев С. И., Кузьмин А. Ю., Поляков Е. В.

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Работа выполнена под руководством, к.т.н., доц. Тялиной Л.Н.

ТГТУ, Кафедра «Материалы и технология»

Для регистрации инфракрасного (ИК) излучения в настоящее время используются многие типы первичных измерительных преобразователей (ПИП), которые создают на основе различных материалов. Среди них наиболее распространёнными являются узкозонные сплавы КРТ (кадмий-ртуть-теллур) и СОТ (свинец-олово-теллур), поскольку обладают высокой селективной чувствительностью к инфракрасному излучению. Тем не менее, возможность их применения ограничена весьма узким диапазоном принимаемого излучения, а также технология производства связана с использованием в высшей степени ядовитых и взрывоопасных материалов. Поэтому в настоящее время проблема поиска новых, более технологичных материалов, обладающих достаточной чувствительностью к электромагнитному излучению, остаётся актуальной. В рамках данной проблемы в работе были изучены свойства различных систем элементов, на основе которых существует возможность получения детекторов лучистых потоков малой энергии.

Сплав $Cd_{1-x}Sn_xS$ оказался наиболее перспективным для применения в этой области, что подтвердили исследования его свойств [1],[2].

На основе этого сплава разработана конструкция ПИП, подтверждённая патентом на изобретение [3].

Конструкция преобразователя представляет собой фоторезистивную матрицу в виде керамической подложки с тонкопленочными ПИП, каждый из которых выполнен из сплава $Cd_{1-x}Sn_xS$ с различной концентрацией легирующего компонента. С целью компенсации влияния темновых токов каждый ПИП дублирует аналогичный пленочный элемент, закрытый от излучения экраном. Это позволяет фиксировать темновой ток и учитывать его в процессе измерения.

Основными преимуществами разработанного ПИП являются возможность компенсации влияния темновых токов и расширение диапазона принимаемого излучения за счет создания ряда селективно работающих ПИП, область чувствительности которых совокупно охватывает заданный диапазон ИК излучения. В соответствии с проведенными исследованиями установлено, что на основе рассматриваемого сплава существует

возможность создания преобразователя для работы в диапазоне 5...12 мкм.

В рамках проводимых исследований разработана микропроцессорная система контроля спектральной плотности ИК излучения, в которой в качестве ПИП используется описанный ранее преобразователь (рис. 3).

На рис. 6 представлена схема микропроцессорной системы. Функционально ее можно разделить на несколько частей: ПИП в виде матрицы тонкопленочных фоточувствительных элементов на основе сплава $Cd_{1-x}Sn_xS$, блок компенсации и блок преобразования измерительной информации.

Для преобразования измерительной информации микропроцессорная система содержит коммутатор 6, второй усилитель 7, предназначенный для усиления сигнала с коммутатора до нормированного уровня аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 8, микропроцессор 9 и блок управления 11 для ввода параметров и программы в память микропроцессора с последующим отображением на дисплее 10.

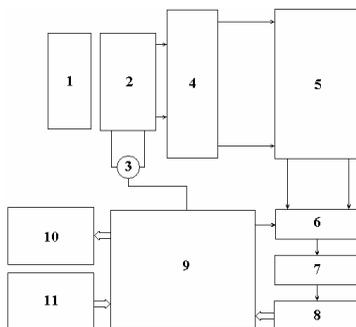


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы контроля спектральной плотности ИК-излучения:

1 – модулятор; 2 – резистивная матрица; 3 – источник напряжения; 4 – катодный повторитель; 5 – узкополосный усилитель; 6 – коммутатор; 7 – второй усилитель; 8 – АЦП; 9 – микропроцессор; 10 – индикатор; 11 – блок управления

Измерительная система работает следующим образом. С блока управления вводится программа, составленная в соответствии с алгоритмом обработки информации. Тестовыми сигналами проверяется правильность работы прибора. Поток излучения с заданной модулятором 1 частотой попадает на ПИП 2. Опрос матрицы производится с помощью команд по заданной программе. Для усиления сигнала, возникающего на ПИП при его освещении, используется многополосный программируемый усилитель 5 с малым уровнем собственных шумов. Для согласованной работы уси-

лителя с низкоомным входом и ПИП с высоким номинальным сопротивлением в цепь включен катодный повторитель 4. Напряжение с ПИП поступает на управляемый микропроцессором 9 коммутатор 6, который поочередно подключает ячейки ПИП излучения, предназначенные для работы в разных диапазонах ИК-спектра. Усиленное до нормированного уровня напряжение поступает на АЦП 8, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой код, передающийся в микропроцессор 9, где по программе, составленной в соответствии с алгоритмом работы системы, происходит расчет значения фототока в соответствии с законом Ома. Результаты записываются в оперативную память микропроцессора и затем вызываются оператором на индикатор 10 в любое время после окончания измерения.

Программное обеспечение разработанного микропроцессорного устройства представлено на основе алгоритма работы микропроцессорной измерительной системы (рис. 7).

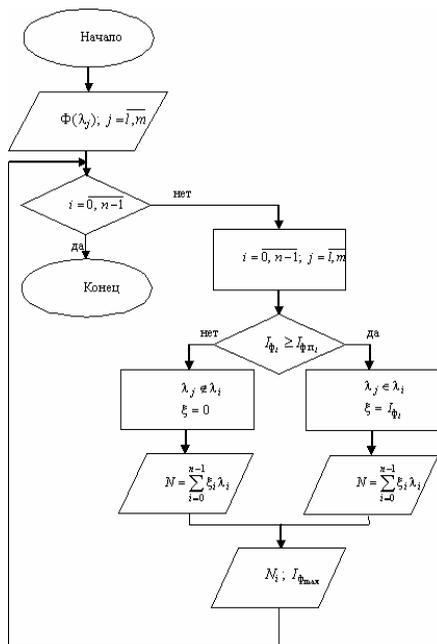


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы микропроцессорной системы

В начале работы микропроцессорной системы производится сканирование по адресам фоторезистивной матрицы: $\Phi(\lambda_j)$. Следующим этапом

работы алгоритма, после обеспечения его цикличности происходит измерение фототока в цепи соответствующего ПИП, и сравнение его с пороговым значением ($I_{\phi_i} \geq I_{\phi_{п.и}}$). Система в случае «ДА» производит формирование цифрового кода N . На заключительном этапе работы программы производится индикация результатов измерения в виде цифрового кода и максимального значения фототока на одном из ПИП резистивной матрицы. В случае «НЕТ» действия алгоритма ограничиваются формированием цифрового кода.

Распределение по спектру плотности излучения любых тел характеризуется плавной кривой, имеющей один максимум и спадающий до нуля при изменении длины волны к нулю или бесконечности. В каждом случае преобладание в спектре какой-либо волны соответствует конкретному значению спектральной плотности лучистого потока, значения которой являются справочными величинами.

С целью повышения точности измерений в работе проведена метрологическая оценка результатов измерений, которая показала, что в диапазоне длин волн 9...16 мкм суммарная погрешность измерения значений фототока составляет 30 %. В рабочем интервале для ПИП излучения на основе сплава $Cd_{1-x}Sn_xS$ погрешность измерения ± 3 %.

Список литературы

1. Е. В. Поляков, Ю. А. Брусенцов, А. М. Минаев. Использование сплава $Cd_xSn_{1-x}S$ в детекторах электромагнитных излучений инфракрасного и видимого спектров. Вестник Тамбовского государственного технического университета. - 2001.-Т. 7, №1.- С. 101-105.
2. Поляков Е. В. Брусенцов Ю, А, Минаев А. М. Воленко Е. А. Получение тонких плёнок сульфида олова методом вакуумного испарения/ Труды ТГТУ: Сборник научных статей молодых учёных и студентов. Вып. 9. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. 184 с
3. Пат. 2189667 Российская Федерация, МПК 7Н 01 L 31/09, 31/115, G 01 T 1/24, Первичный измерительный преобразователь ультрафиолетового и гамма-излучений, осуществляющий компенсацию погрешностей, вызванных влиянием темновых токов / Поляков Е.В., Брусенцов Ю.А., Пручкин В.А., Минаев А.М., заявитель и патентообладатель Тамбовский гос. техн. ун-т.- 20001116410/28; заявл. 21.06.00; опубл. 21.09.02, бюл. №26 (II ч.).- С.448-449.