

В.В.Гаврушко, А.А.Сапожников, А.А.Сапожников

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОРЕЗИСТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

It is an automatic unit for measurement of the parameters of multielement photoresistor's detectors on the solid CdHgTe base, which are sensitive on spectral value from 8 to 14 micrometers is examined. As distinct from existing units, on this unit the power supply is applied to all elements of the detector at the same time when the measurements are started. The main technical treatments, which are realized in the unit, and unit's metrologic performances are presented.

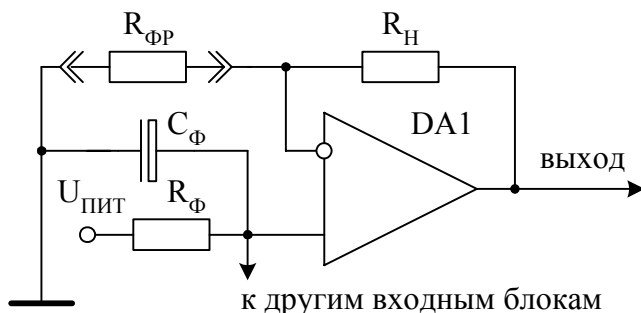
Многоэлементные криогенные фоторезисторные приемники излучения (линейки) на основе твердого раствора кадмий-ртуть-теллур (КРТ) широко применяются в тепловизионных устройствах спектрального диапазона 8...14 мкм. Важнейшими параметрами таких приемников излучения (ПИ) являются чувствительность, уровень собственных шумов и темновое сопротивление элементов линейки.

Во время прямо-сдаточных и иных испытаний измерение сигнальных и шумовых параметров многоэлементных криогенных фоторезисторных ПИ производят поэлементно, подавая напряжение питания только на измеряемый элемент. При эксплуатации же напряжение питания подается одновременно на все элементы ПИ, и это приводит к существенному отличию эксплуатационных параметров ПИ от измеренных.

В предлагаемой установке при измерении параметров питания подается одновременно на все элементы ПИ, чем снимается основное несоответствие режимов измерения и эксплуатации.

Сложность создания измерительных установок для криогенных КРТ фоторезисторов спектрального диапазона 8...14 мкм обусловлена низким темновым сопротивлением ($20 \div 50 \text{ Ом}$) последних и, как следствие, чрезвычайно низким уровнем их собственных шумов ($3 \dots 5 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$ на частоте 1 кГц). Это предъявляет весьма жесткие требования к допустимому уровню собственных шумов измерительной установки: напряжение собственных шумов, приведенных ко входу измерительной установки на частоте 1 кГц, не должно превышать $0,7 \dots 1 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$. Фоторезисторы являются пассивными преобразователями и требуют для своей работы внешнего питания. Оптимальное значение напряжений питания элементов конкретного многоэлементного ПИ определяется в процессе прямо-сдаточных испытаний и может лежать в интервале от 70 до 300 мВ, при разбросе напряжений питания отдельных элементов не более 3 мВ. При поэлементном измерении питание на измеряемый элемент ПИ подается от источника через сопротивление нагрузки 1 кОм. Для исключения влияния источника на результаты измерений напряжение шума на его выходе на частоте 1 кГц не должно превышать $2,5 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$. В установках с поэлементным измерением это обеспечивается использованием

для питания входного блока (включающего сопротивление нагрузки, фоторезистор и предварительный усилитель) химического источника тока, поскольку его потребление составляет 20...30 мА. Когда питание подается на все элементы ПИ, такое техническое решение малоприемлемо: ток потребления в этом случае может достигать 2А.



Упрощенная электрическая схема одного входного блока установки

Для устранения указанных выше противоречий входные блоки описываемой установки выполнены по схеме трансимпедансного усилителя (см.рис.) на основе сверхнизкошумящего операционного усилителя (ОУ) типа AD797 (DA1), имеющего $e_{ш} \leq 0,7 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$.

Измеряемый фоторезистор ($R_{ФР}$) подключается между общим проводом и инвертирующим входом ОУ, необходимое напряжение питания фоторезистора обеспечивается самим операционным усилителем через резистор нагрузки (R_H). Напряжения питания фоторезистора задается напряжением на неинвертирующем входе ОУ. Особенностью ОУ AD797 (кроме рекордно малых собственных шумов) являются низкие значения входного тока (менее 200 нА) и напряжения смещения нуля (типовое — 50 мкВ). Последнее позволяет, подключив неинвертирующие входы ОУ всех входных блоков к общему источнику задающего напряжения, обеспечить разброс напряжений питания отдельных элементов ПИ менее 100 мкВ. Общий ток потребления при питании от источника задающего напряжения 64 входных блоков не превышает 15 мкА, что существенно упростило задачу создания источника задающего напряжения с уровнем собственных шумов не более $0,3 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$. Операционные усилители AD797 имеют достаточно низкий коэффициент влияния нестабильности источников питания (менее $0,3 \text{ мкВ/В}$), поэтому для питания входных блоков могут использоваться сетевые источники со спектральной плотностью напряжения шумов и пульсаций на частоте 1 кГц не более $100 \text{ мкВ/Гц}^{1/2}$ при токе потребления до 2А. Хотя такие источники промышленно не выпускаются, они достаточно просто реализуются на основе линейных стабилизаторов напряжения с использованием известных мер по снижению их шума.

Установка состоит из трех блоков: сигнального, измерительно-управляющего и питания.

Сигнальный блок обеспечивает подключение многоэлементного ПИ, установку на его элементах заданного напряжения питания, усиление сигнала (шума) выбранного элемента ПИ до уровня, достаточного для нормальной работы АЦП. Он состоит из 64 параллельно работающих входных блоков, аналогового коммутатора «64 на 1», основного усилителя, формирователя сигналов управления аналоговым коммутатором и узла формирования задающего напряжения. Сигналы управления коммутатором и напряжение питания элементов ПИ поступают на сигнальный блок с измерительно-управляющего блока.

Измерительно-управляющий блок представляет собой аппаратно-программное устройство и выполнен на основе IBM совместимого персонального компьютера, оснащенного платой ввода аналоговых сигналов L305 фирмы L-card. В состав платы входят следующие программно-управляемые узлы: многоканальный 12-разрядный АЦП, 12-разрядный ЦАП и 8 линий выходных ТТЛ сигналов. АЦП платы используется для измерения уровней сигнала и шума элементов ПИ; посредством ЦАП задается напряжение их питания; линии выходных ТТЛ сигналов используются для управления аналоговым коммутатором в сигнальном блоке (т.е. для выбора элемента, параметры которого измеряются).

В установке реализован следующий алгоритм измерений:

1) производится измерение уровней шума и сигнала трех заданных элементов ПИ при изменении их напряжения питания и определяется оптимальное напряжение питания, соответствующее максимальному среднему значению отношения сигнал/шум; напряжение питания автоматически меняется в пределах от 80 до 300 мВ с шагом 20 мВ;

2) производится измерение уровней шума и сигнала всех элементов ПИ при оптимальном напряжении питания;

3) для каждого элемента ПИ рассчитываются значения сопротивления, вольтовой чувствительности и обнаружительной способности и формируется протокол измерений.

Установка рассчитана на измерение параметров приемников излучения, имеющих до 64 элементов, при подаваемом одновременно на все элементы ПИ напряжении питания. Измерение напряжений сигнала и шума элементов ПИ производится последовательно с ис-

пользованием стандартных методов [см.лит.]. Установка имеет следующие метрологические характеристики: приведенное ко входу напряжение собственных шумов для каждого из 64 каналов на частоте 1 кГц — не более $1,0 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$, диапазоны измеряемых напряжений: сигнала — от 0,5 до 5 мВ, шума — от 1 до 10 $\text{нВ/Гц}^{1/2}$, приведенная погрешность измерения напряжения сигнала — не более 2,5%, шума — не более 15%. Цикл измерения параметров 64-элементного приемника излучения производится за время, не превышающее 2,5 минуты.

ГОСТ 17772-88. Приемники излучения полупроводниковые фотоэлектрические и фотоприемные устройства. Методы измерения фотоэлектрических параметров и определения характеристик.