

Болометрический детектор

Есман А. К., Зыков Г. Л., Потачиц В. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В работе рассматриваются пути повышения пространственного разрешения болометрического детектора на термочувствительных плёнках при одновременном увеличении быстродействия. Приведены структурная схема и принцип работы разработанного детектора. Показано, что уменьшение габаритов позволяет при создании на его основе матричного инфракрасного приемника повысить пространственное разрешение в 1,5 раза при одновременном увеличении быстродействия.

В субмиллиметровом диапазоне длин волн наиболее эффективными приемниками являются болометры, т. е. устройства, у которых чувствительным элементом [1] является поглотитель, нагревающийся под действием излучения [2-4]. Болометр – это прибор, предназначенный для индикации и измерения теплового излучения (оптического или инфракрасного (ИК) диапазона частот электромагнитного излучения).

Целью данной работы является повышение пространственного разрешения устройства на термочувствительных плёнках при одновременном увеличении быстродействия.

На рис. приведены вертикальный разрез (рис., а) и вид сверху (рис., б) устройства.

Первая 1 и вторая 2 болометрические пленки выполнены методами фотолитографии и плазмохимического газофазного осаждения из аморфного гидрированного кремния. Подложка 3 – это стандартная пластина высокоомного кремния. Площадь второй болометрической пленки 2 равна площади металлической пленки 4. Металлическая пленка 4 толщиной 0,5 мкм выполнена методами вакуумной технологии из нихрома. Диэлектрическая пленка 5 – это слой окиси кремния толщиной 0,2 мкм, полученный термическим окислением кремния. Светоотражающая пленка 6 толщиной 0,6 мкм выполнена методами вакуумной технологии из алюминия. Открытая резонансная структура 7 – это как минимум две проводящие структуры 8 треугольной формы, выполненные из пленок хрома толщиной 0,5 мкм методами вакуумной технологии с топологией, приведенной на рис., б. Первые 9 и вторые 10

центральные самоподобные элементы треугольной формы - это удаленные части из проводящих структур 8.

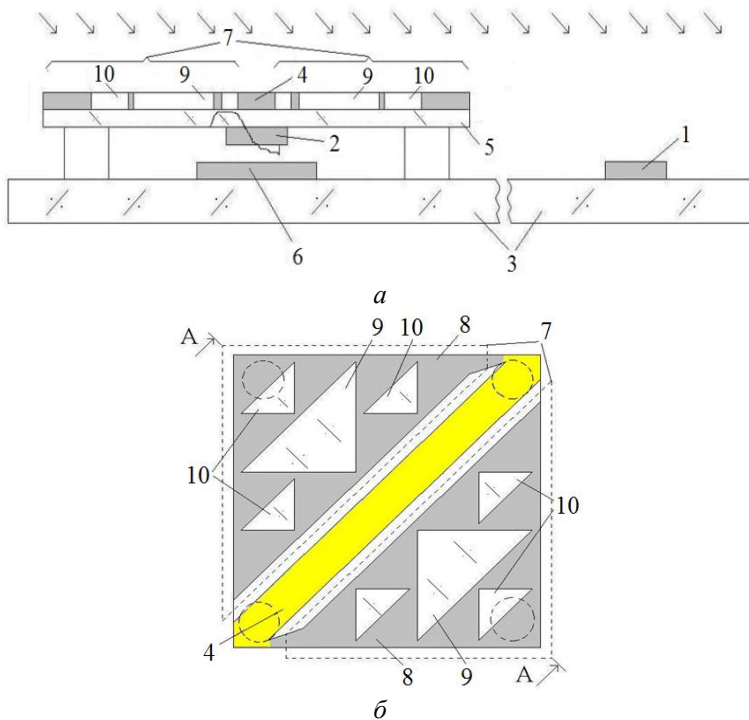


Рис. Болومترический детектор:

a – вертикальный разрез, *б* – вид сверху:

- 1 – первая болометрическая пленка, 2 – вторая болометрическая пленка,
 3 – подложка, 4 – металлическая пленка, 5 – диэлектрическая пленка,
 6 – светоотражающая пленка, 7 – открытая резонансная структура,
 8 – проводящие структуры, 9 и 10 – первые и вторые центральные
 самоподобные элементы треугольной формы соответственно

Работает устройство следующим образом. В исходном состоянии все элементы фотодетектора находятся при температуре окружающей среды и поэтому электрические сопротивления первой 1 и второй 2 болометрических пленок будут одинаковыми. Затем входное информационное ИК излучение широкого спектрального диапазона поступает на вход устройства, т.е. на первую 1, вторую 2 болометрические пленки и окружающие их элементы

устройства. Т.к. первая болометрическая пленка 1 расположена на подложке 3 и термически с ней связана, то входное ИК информационное излучение не изменит их температуру ввиду значительной общей массы этих термически связанных элементов. Металлическая пленка 4 нагревается поглощенным ею ИК излучением, а часть прошедшего через неё излучения поглощается второй болометрической пленкой 2 и нагревает её. Геометрические размеры этих элементов определяют длины волн поглощаемого и преобразуемого ими коротковолнового ИК диапазона. Длинноволновая часть входного ИК излучения взаимодействует с открытой резонансной структурой 7, вызывая появление переменных напряжений и тем самым токов соответствующих частот в проводящих структурах 8. Т. к. металлическая пленка 4 является нагрузкой открытой резонансной структуры 7, то она также ещё нагревается и электрическим током. Причем с открытой резонансной структурой 7 эффективно взаимодействует электромагнитное ИК излучение как с длинами волн, кратными геометрическим размерам проводящих структур 8, так и с длинами волн, кратными размерам первых 9 и вторых 10 центральных самоподобных элементов треугольной формы, а также их общим периметрам. Та же часть входного коротковолнового ИК излучения, которая прошла сквозь металлическую пленку 4 и вторую болометрическую пленку 2, отражается от светоотражающей пленки 6 и возвращается для повторного поглощения и аналогичного преобразования.

Таким образом, болометрическая пленка 2 нагревается как за счет поглощения коротковолновой части входного информационного ИК излучения, так и электрическим током, полученным за счет преобразования длинноволновой части этого излучения. Сравнивая электрические сопротивления первой 1 и второй 2 болометрических пленок получают информацию об интенсивности входного информационного ИК излучения широкого спектрального диапазона.

В связи с тем, что в данном устройстве размеры всех элементов значительно меньше, чем длины волн преобразуемого ИК электромагнитного излучения, то общий размер его уменьшается. Показано, что уменьшение габаритов позволяет при создании на его основе матричного ИК приемника повысить пространственное разрешение в 1,5 раза при одновременном увеличении быстродействия. Размеры, а, следовательно, и теплоемкость металлической пленки 4 и второй болометрической пленки 2, задают время нагревания и охлаждения.

Такие матрицы могут стать основой изображающих радиометров для наземных и космических астрономических комплексов, систем безопасности (обнаружение скрытого оружия, взрывчатки и др. под одеждой), медицинской диагностики, контроля окружающей среды и различной продукции.

Литература

1. Роках, А. Г. Сублимированные фотопроводящие пленки типа CdS: история и современность / А. Г. Роках // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Физика. – 2015. – № 2. – С. 59–65.
2. Фотодетектор: патент Республики Беларусь № 16608 / А. К. Есман, Г. Л. Зыков // Официальный бюллетень. – 2012. – № 6. – С. 141.
3. Есман, А. К. Приемник субмиллиметрового диапазона длин волн на искусственных материалах / А. К. Есман, Г. Л. Зыков, В. А. Потачиц // Приборы и техника измерений. – 2015. - № 1(10). – С. 5–9.
4. Есман, А. К. Селективный приемник терагерцового излучения / А. К. Есман, Г. Л. Зыков, В. А. Потачиц // Проблемы физики, математики и техники. – 2014. – № 4. – С. 10–13.

УДК 37.01:378.4 (476)

Использование компьютерных технологий для контроля знаний студентов при выполнении физического практикума в рамках работы совместного факультета ТИПСЭАД-БНТУ

Юркевич Н. П.¹, Савчук Г. К.¹, Ахмедов А. П.², Мирсаатов Р. М.²,
Темирова М. А.², Худойберганов С. Б.²

¹Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь,

²Ташкентский институт по проектированию, строительству
и эксплуатации автомобильных дорог
Ташкент, Республика Узбекистан

В работе рассмотрены вопросы организации тестового контроля знаний при обучении студентов курсу общей физики. Показана необходимость разработки тестовой базы данных при проведении лабораторного физического практикума. Разработаны варианты вопросов и задач для эффективной реализации контроля знаний студентов технического вуза.

При организации учебного процесса по образовательной программе в рамках работы совместного факультета ТИПСЭАД-БНТУ необходимо учитывать, что изучение каждой дисциплины проходит в сжатые сроки, в рамках которых следует обеспечить выполнение учебной программы и учебных планов данной специальности. Особенностью такой организации учебного процесса является высокая интенсивность информационной составляющей и, соответственно, нагрузок на студентов при выполнении всех видов занятий по данной дисциплине [1].

В курсе физики студентам необходимо освоить теоретический объем