

DOI 10.53364/24138614_2021_22_3_103

УДК 621.382.681

¹Кенбай А. А., ²Болегенова С. А., ³Исатаев М.С., ⁴Туякбаев А. А., ⁵Нурулин Р. И.^{1,2,3,4,5}КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, РК¹E-mail: Kenbay.Alisher@kaznu.kz*²E-mail: Saltanat.Bolegenova@kaznu.edu.kz³E-mail: Muhtar.Isataev@kaznu.kz⁴E-mail: altai_aga@mail.ru⁵E-mail: rasim.nurulin.99@inbox.ru

БЕСКОНТАКТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

ТЕМПЕРАТУРАНЫ ӨЛШЕУДІҢ БАЙЛАНЫССЫЗ ӘДІСІ

NON-CONTACT TEMPERATURE MEASUREMENT METHOD

Аңдатпа: Жұмыста адам көзінің спектрлік сезімталдығы бар гидрогенделген аморфты кремнийдің пленкалары негізінде жасалған түс сенсорларының дизайн ерекшеліктері, температураға байланысты өзгертін қыздырылған дененің сәулелену толқын ұзындығына байланысты олардың сипаттамалары және түс сенсорының шығыс кернеуінің қарастырылып отырған дененің түсіне тәуелділігі көрсетілген.

Түйін сөздер: түс сенсоры, қыздырылған дененің радиациялық толқын ұзындығы, түс сенсорының шығыс кернеуінің қарастырылып отырған дененің түсіне тәуелділігі.

Аннотация: В работе приведены конструктивные особенности цветодатчиков, выполненных на основе пленок гидрогенизированного аморфного кремния со спектральной чувствительностью человеческого глаза, их характеристики в зависимости от длины волны излучения нагреваемого тела, изменяющегося от температуры, и зависимость выходного напряжения цветодатчика от цвета рассматриваемого тела.

Ключевые слова: цветодатчик, длина волны излучения нагреваемого тела, зависимость выходного напряжения цветодатчика от цвета рассматриваемого тела.

Abstract: The paper presents the design features of color sensors made on the basis of hydrogenated amorphous silicon films with the spectral sensitivity of the human eye, their characteristics depending on the wavelength of the radiation of the heated body, varying from temperature, and the dependence of the output voltage of the color sensor on the color of the body under consideration.

Keywords: the color sensor, the wavelength of the radiation of the heated body, the dependence of the output voltage of the color sensor on the color of the body in question.

Бесконтактные способы измерения температуры во многих случаях представляются более предпочтительными по сравнению с контактными, так как у последних измеряемая температура, практически, всегда отличается от истинной температуры объекта, при этом верхний предел измерения температуры ограничен свойствами материалов, из которых изготовлены температурные датчики [1,2]. Кроме того, ряд задач измерения температуры в

недоступных вращающихся с большой скоростью объектах не может быть решен контактным способом.

Из приборов, реализующих бесконтактный способ измерения температуры, наиболее известными являются пирометры излучения, из которых широкое применение нашли оптические пирометры с исчезающей нитью накала. Как правило, они используются для измерения температуры в рабочих пространствах металлургических печей, выплавляемого и нагреваемого металла, элементов огнеупорной кладки и т.п. Следует отметить, что с их помощью можно определять температуру лопаток авиационного двигателя при испытаниях. В данных приборах о температуре нагретого тела можно судить на основании измерения параметров его теплового излучения, представляющего собой электромагнитные волны различной длины. Эти пирометры позволяют контролировать температуру, примерно, от 100 до 6000⁰С. Одним из главных достоинств данных устройств является отсутствие влияния измерителя на температурное поле нагретого тела, так как в процессе измерения они не вступают в непосредственный контакт друг с другом. Поэтому данные методы получили название бесконтактных. Различают в основном радиационные, яркостные, цветовые, фотоэлектрические пирометры. Указанный выше оптические пирометры с исчезающей нитью накала относят к яркостным, в которых оператор, изменяя силу тока, проходящего через лампу, добивается уравнивания яркости нити накала лампы и яркости излучателя. Если яркость нити меньше яркости тела, то она на его фоне выглядит черной полоской, при большей температуре нити она будет выглядеть, как светлая дуга на более темном фоне. При равенстве яркости излучателя и нити последняя "исчезает" из поля зрения оператора. Этот момент свидетельствует о равенстве яркостных температур объекта измерения и нити лампы. При этом прибор, фиксирующий силу тока, протекающего в измерительной цепи, заранее проградуирован в значениях зависимости между силой тока и температурой, что позволяет производить считывание результата в ⁰С. Основным недостатком данных пирометров состоит в субъективности, получаемых данных измерения, которые зависят от качества зрения того или иного оператора. При этом еще не достигается непрерывность измерений. В этом плане интересным представляется работа [3], в которой предлагается измерять температуру бесконтактным способом с помощью цветодатчиков, которые через восприятие изменений цвета нагреваемого тела позволяют определять его температуру. В данном патенте вместо визуального наблюдения за изменением цвета нагреваемого тела используется цветодатчик, который, обладая высокой степенью чувствительности, позволяет осуществлять непрерывный контроль за изменением цвета нагреваемого тела, а следовательно, и за температурой. Следует отметить, что цветодатчик, обладая высокой разрешимостью, в видимой части спектра позволяет с высокой точностью следить за изменением цвета нагреваемого тела. При этом появляется возможность осуществления непрерывного контроля за температурой нагреваемого тела (рис.1).

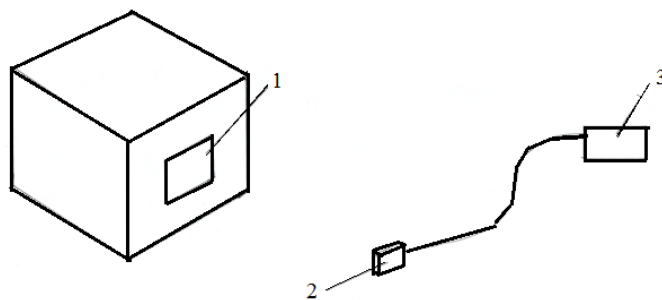


Рис.1.

На рисунке показаны объект 1, температура которого измеряется, цветодатчик 2 и вторичный прибор 3, отградуированный в единицах измерения температуры (в градусах). Следует отметить, что изменение цвета нагреваемого тела говорит об изменении его температуры. Поэтому сигнал от цветодатчика можно использовать для измерения температуры. При этом вторичный прибор должен иметь необходимые усиливающие и нормирующие преобразователи. При этом сигнал от цветодатчика усиливался с помощью оптоэлектронного усилителя, и после необходимого преобразования подавался на вход вторичного прибора 3, за показаниями которого можно было наблюдать. Исследования показали возможность практического использования такого прибора. При этом обеспечивается непрерывность контроля, а также исключается элемент субъективности при измерении температуры.

Анализ цветодатчиков [3,4,5] показал, что наиболее подходящим материалом для их изготовления являются пленки гидрогенизированного аморфного кремния. В восьмидесятых годах прошлого столетия японская фирма "Sanyo" объявила о создании цветодатчиков на аморфном кремнии. Структура этого цветодатчика приведена на рис.2.

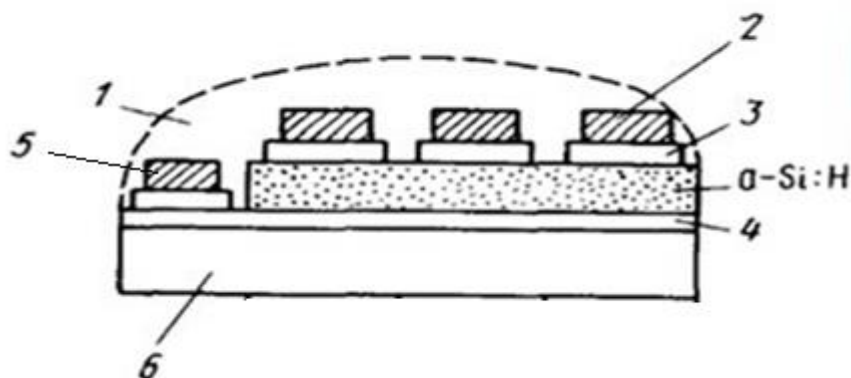


Рис.2. Поперечное сечение a-Si:H-цветодатчика:

1 - покрытие из смолы; 2 - выводной разъем; 3 - омический контакт, 4 - прозрачный контакт; 5 - выводной разъем; 6 - стеклянная подложка.

Изготовленные на a-Si:H фотодатчики обладают почти такой же спектральной фотохарактеристикой, что и глаз человека, поэтому отпадает необходимость в коррекции чувствительности, как в случае фотодатчиков на монокристаллическом кремнии. Данный цветодатчик имеет с одной стороны три расположенные рядом омические контакты 3 с выводными разъемами 2, а с другой стороны пленки гидрогенизированного аморфного кремния имеется выводной разъем 5, через омический контакт воспринимающий собираемый прозрачным контактом 4 ток. Следует отметить, что последний обычно изготавливается в виде пленок окиси индия олова, которые, являясь прозрачными, очень хорошо проводят электрический ток, из-за чего на их основе обычно изготавливают пленки, одновременно хорошо пропускающие свет и со всей площади собирающие ток. В рассматриваемом цветодатчике получается сигнал, зависящий только от спектрального состава падающего излучения. Для успешного использования такого цветодатчика необходимо его сигнал усиливать с помощью оптоэлектронного усилителя. Считается, что разрешающая способность у таких цветодатчиков достигает 0,9 нм.

В приведенном цветодатчике слой a-Si:H толщиной 0,4-0,6 мкм осаждался на стеклянные подложки с предварительно осажденной пленкой окиси индия олова, являющейся нижним электродом. В качестве верхнего электрода может служить полупрозрачный слой термически напыленного никеля. Пленки a-si:H получали методом

магнетронного распыления кремниевой мишени в аргоно-водородной атмосфере при температуре 523-543°K.

Экспериментальные исследования с применением цветодатчиков позволили получить зависимость цвета, т.е. длины волны излучения нагреваемого тела от температуры.

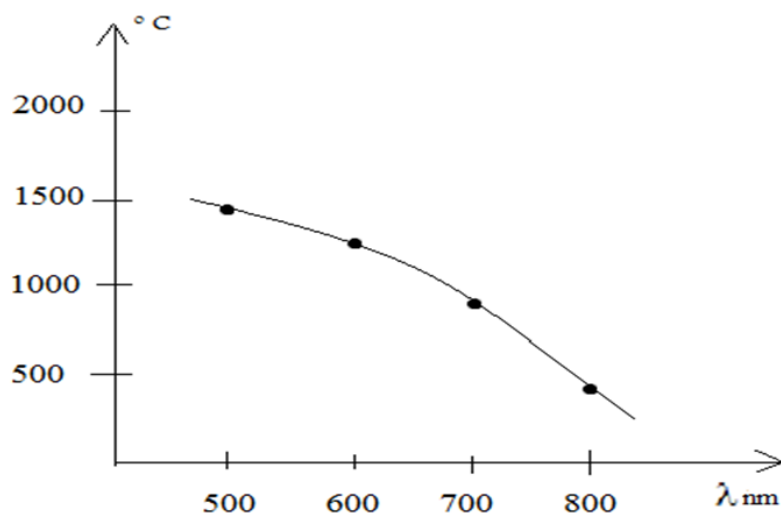


Рис.3. Зависимость длины волны излучения нагреваемого тела от температуры.

Многочисленные экспериментальные исследования цветодатчиков позволили получить зависимость их выходного напряжения от длины волны излучения нагреваемым телом, т.е. от его цвета или от цвета любого другого рассматриваемого тела.

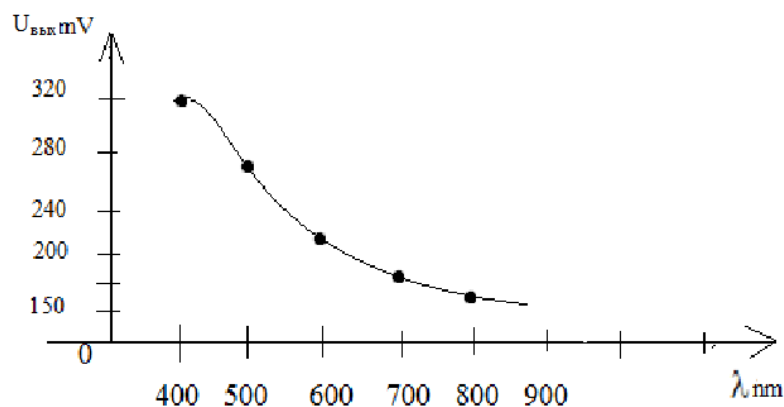


Рис.4. Зависимость выходного напряжения цветодатчика от цвета рассматриваемого тела.

Исходя из возможностей цветодатчиков – их небольших размеров и простоте в эксплуатации можно ожидать, что они будут с успехом применяться в различных областях.

Выводы

1. Использование цветодатчиков позволит создать приборы нового типа для бесконтактного измерения температуры.
2. Перспективными для изготовления цветодатчиков являются пленки гидрогенизированного аморфного кремния.

Список литературы

1. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Энергия, 1978, - 704 с.
2. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Москва, изд-во «Машиностроение», 1983, 416с.
3. Патент №15047 РК Способ измерения температуры / Алдамжаров К.Б., Туякбаев А.А., Туякбаев С.А., Туякбаев Д.А., опубл. 15.09.2009, бюл. №9.
4. Бекк В.Г. и др. Новый тип полупроводникового цветодатчика. Вестник КазГУ. Физика, 1994, с.137-141.
5. Хамакава И.М. Аморфные полупроводники и приборы на их основе. Пер. с англ: Металлургия, 1986, 314 с.

References

1. Preobrajenski V. P. Teplotehničeskie izmerenia i pribory. M.: Energia, 1978, - 704 s.
2. Kulakov M.V. Tehnologičeskie izmerenia i pribory dlä himičeskih proizvodstv. Moskva, izd-vo «Mašinstroenie», 1983, 416s.
3. Patent №15047 RK Sposob izmerenia temperatury / Aldamjarov K.B., Tuiakbaev A.A., Tuiakbaev S.A., Tuiakbaev D.A., opubl. 15.09.2009, büл. №9.
4. Bekk V.G. i dr. Novyi tip poluprovodnikovogo svetodachika. Vestnik KazGU. Fizika, 1994, s.137-141.
5. Hamakava İ.M. Amorfnye poluprovodniki i pribory na ih osnove. Per. s ang: Metalurgia, 1986, 314 s.