



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01T 1/11 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023133111, 14.12.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.12.2023

Дата регистрации:  
24.07.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.12.2023

(45) Опубликовано: 24.07.2024 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Шульгин Дмитрий Борисович

(72) Автор(ы):

Вохминцев Александр Сергеевич (RU),  
Минин Максим Геннадьевич (RU),  
Ищенко Алексей Владимирович (RU),  
Вайнштейн Илья Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

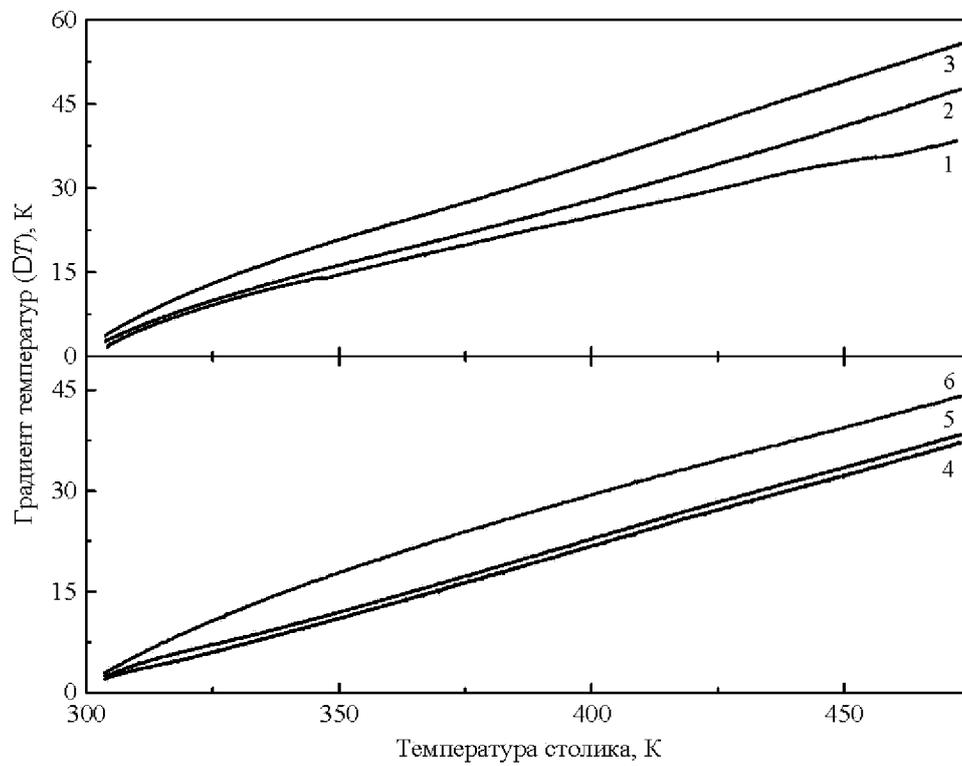
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 1422866 A1, 19.06.1986.  
А.С.Вохминцев, М.Г.Минин, Д.В.Чайкин,  
И.А.Вайнштейн, Высокотемпературная  
приставка для флуоресцентного спектрометра  
Perkin Elmer LS55 для измерения  
спектральных характеристик  
термолюминесценции, Приборы и техника  
эксперимента, 2014, N 3, с. 139-143. RU 87801  
U1, 20.10.2009. RU 152424 U1, 27.05.2015. SU  
1254357 A1, (см. прод.)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

(57) Реферат:

Устройство для люминесцентных измерений может быть использовано в термолюминесцентной дозиметрии, особо в скоростной термолюминесцентной дозиметрии. Устройство для люминесцентных измерений, включающее блок нагрева образца ТСЛ-датчика, вход которого соединен с выходом блока управления, блок контроля температуры образца, фотоэлектронный умножитель в регистрирующем канале устройства и компьютер, характеризующееся тем, что в блоке контроля температуры образца для определения градиента температур на верхней и нижней поверхностях применяемого/исследуемого образца ТСЛ-

датчика предусмотрены две термодпары для регистрации фактической температуры как верхней, так и нижней поверхностей образца ТСЛ-датчика. Особенности устройства является то, что обе термодпары включены в независимые усилительные каналы, разница сигнала с которых используется для корректировки дозиметрических измерений и существенно повышает достоверность измерений, а также точность корректной оценки значений параметров дозиметрических зависимостей и механизмов термостимулированной люминесценции в детекторных материалах твердотельной дозиметрии. 2 ил.



Фиг. 2

(56) (продолжение):  
 30.08.1986. CN 216816950 U, 24.06.2022.

R U 2 8 2 3 5 8 1 C 1

R U 2 8 2 3 5 8 1 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01T 1/11 (2024.01)*

(21)(22) Application: **2023133111, 14.12.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**14.12.2023**

Registration date:  
**24.07.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **14.12.2023**

(45) Date of publication: **24.07.2024** Bull. № 21

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr  
intellektualnoj sobstvennosti, Shulgin Dmitriy  
Borisovich**

(72) Inventor(s):

**Vokhmintsev Aleksandr Sergeevich (RU),  
Minin Maksim Gennadevich (RU),  
Ishchenko Aleksei Vladimirovich (RU),  
Vainshtein Ilia Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational  
Institution of Higher Education Ural Federal  
University named after the first President of  
Russia B.N.Yeltsin (RU)**

(54) **LUMINESCENT MEASUREMENT DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: measurement.

SUBSTANCE: device for luminescent measurements can be used in thermoluminescent dosimetry, especially in high-speed thermoluminescent dosimetry. Device for luminescent measurements, including a sample heating unit of a TSL sensor, the input of which is connected to the output of the control unit, a sample temperature control unit, photomultiplier tube in recording channel of device and computer, characterized by the fact that in the sample temperature control unit for determining the temperature gradient on the upper and lower surfaces of the used/analysed sample of the TSL sensor, there are two thermocouples

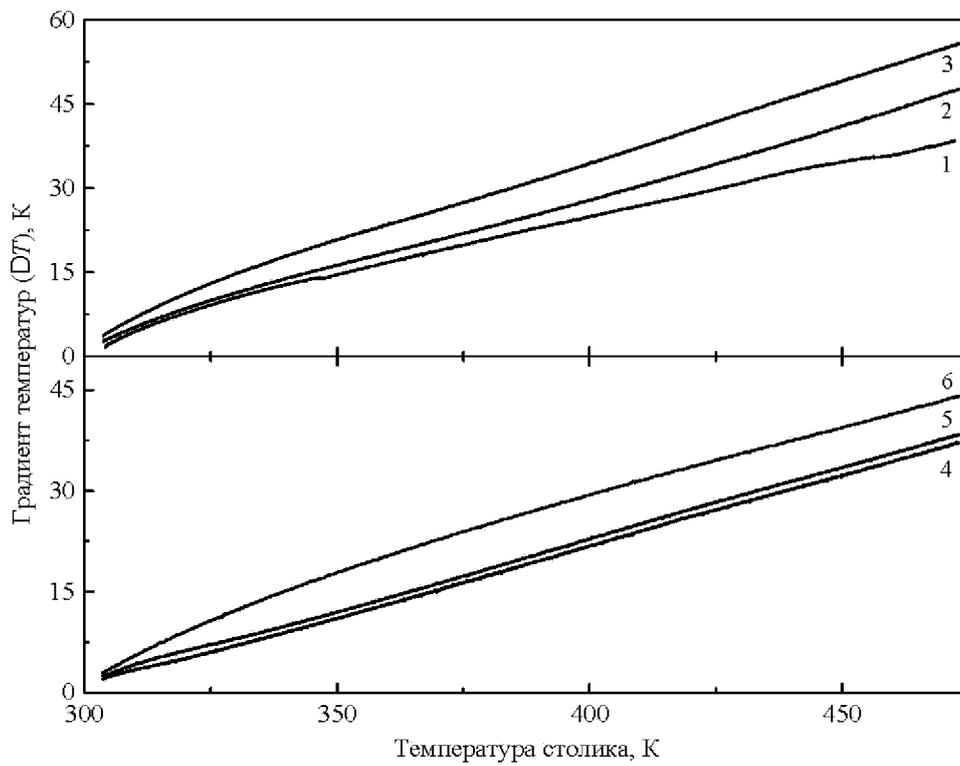
for recording the actual temperature of both the upper and lower surfaces of the sample of the TSL sensor.

EFFECT: features of the device are that both thermocouples are included in independent amplifying channels, the signal difference from which is used to correct dosimetric measurements and significantly increases the reliability of measurements, as well as accuracy of correct estimation of values of parameters of dosimetric dependences and mechanisms of thermally stimulated luminescence in detector materials of solid-state dosimetry.

1 cl, 2 dwg

**RU 2 823 581 C1**

**RU 2 823 581 C1**



Фиг. 2

RU 2823581 C1

RU 2823581 C1

Изобретение относится к устройствам для люминесцентных измерений и может быть использована в термолюминесцентной дозиметрии, особо в скоростной термолюминесцентной дозиметрии при скоростях нагрева термодатчиков, в частности, монокристаллов, пластин толщиной  $> 1$  мм с низким коэффициентом теплопроводности и скоростях нагрева свыше  $1$  К/с, требующих учета возникающего из-за тепловой инерции градиента температур на нижней и верхней поверхности термодатчика для корректировки кривых термостимулированной люминесценции (ТСЛ) для увеличения степени достоверности дозиметрических измерений.

Известно устройство для определения поглощенной дозы ионизирующего излучения [В. Штольц, Р. Бернхард, Дозиметрия ионизирующего излучения, пер. с англ., Рига, Зинатне, 1982, стр. 97-98, рис. 22], включающее дозиметрический датчик (термолюминесцентный кристаллофосфор), блок нагрева указанного дозиметрического датчика и блок регистрации ТСЛ путем измерения ее интенсивности с помощью фотоэлектронного умножителя с усилителем-преобразователем сигнала, с самописцем для записи ТСЛ и со счетно-печатающим устройством.

Недостатком известного устройства для люминесцентных измерений является то, что оно при измерении ТСЛ не позволяет измерять и учитывать эффекты, обусловленные градиентом температур для образцов повышенной толщины более  $1$  мм при повышенных скоростях нагрева, что необходимо для увеличения степени достоверности и информативности дозиметрических измерений.

Известна также полезная модель устройства для люминесцентных измерений, а именно люминесцентного спектрометра [патент РФ 87801, опубликован 20.10.2009], включающая фотоэлектронный умножитель, монохроматор, оптическую систему, компьютер, держатель исследуемого образца, источники возбуждения люминесценции в виде источника рентгеновского излучения и лазеров. Недостатком известного устройства является невозможность проведения термолюминесцентных исследований из-за отсутствия устройства нагрева исследуемого образца.

Известно устройство для исследования термо- и оптически-стимулированной люминесценции различных оптических материалов фирмы Riso (Дания) [[http://www.nutech.dtu.dk/english/products-and-services/radiation-instruments/tl\\_osl\\_reader](http://www.nutech.dtu.dk/english/products-and-services/radiation-instruments/tl_osl_reader)], включающее держатель исследуемого образца с устройством нагрева образца, выполненным на основе прямоугольной пластинки сплава высокого сопротивления, нагреваемой регулируемым синусоидальным током частотой  $20$  кГц, блок управления, источники возбуждения люминесценции (бета- и гамма излучения), фотоэлектронный умножитель, широкополосные оптические фильтры для выделения определенного рабочего диапазона спектра и компьютер.

Недостатком такого устройства является отсутствие возможности при измерении термостимулированной люминесценции измерять и учитывать эффекты, обусловленные градиентом температур для образцов повышенной толщины более  $1$  мм при повышенных скоростях нагрева, что необходимо для увеличения степени достоверности и информативности дозиметрических измерений.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является высокотемпературная приставка для флуоресцентного спектрометра Perkin Elmer LS55 для измерения спектральных характеристик термолюминесценции. Авторы А.С. Вохминцев, М.Г. Минин, Д.В. Чайкин, И.А. Вайнштейн. Приборы и техника эксперимента, 2014, №3, с. 139-143.

Высокотемпературная приставка позволяет проводить люминесцентные измерения в диапазоне до  $773$  К в режиме линейного нагрева и термостатирования. Приставка

состоит из нагревательного столика с термопарой, силового блока, блока удаленного запуска и контрольно-измерительного блока.

Недостатками указанной приставки является то, что при измерении ТСЛ из-за наличия только одной термопары в устройстве регистрируется только температура нагревательного столика, соответственно нижней поверхности образца, или температура верхней поверхности образца. Это приводит к тому, что известная высокотемпературная приставка при измерении кривых ТСЛ для толстых термолюминесцентных датчиков, в частности, монокристаллов, или керамических пластин толщиной  $> 1$  мм с низким коэффициентом теплопроводности и скоростях нагрева свыше  $1$  К/с не позволяет для коррективировки зарегистрированных термолюминесцентных кривых учитывать возникающий из-за тепловой инерции градиент температур до  $15-20$  °С и выше на поверхностях применяемых термолюминесцентных датчиков, что необходимо для снижения экспериментальной ошибки, увеличения степени достоверности проведенных дозиметрических измерений а также точности корректной оценки значений параметров дозиметрических зависимостей и механизмов термостимулированной люминесценции в детекторных материалах твердотельной дозиметрии.

Технической проблемой, решаемой предлагаемой полезной моделью, является разработка устройства для люминесцентных измерений, которое позволяет корректировать регистрируемые кривые ТСЛ с учетом возникающего из-за тепловой инерции градиента температур на поверхностях термолюминесцентных датчиков, используемых при измерениях, в частности, монокристаллов, или керамических пластин толщиной  $> 1$  мм, с низким коэффициентом теплопроводности в широком диапазоне скоростей нагрева свыше  $1$  К/с, что необходимо для снижения ошибок и увеличения степени достоверности проведенных дозиметрических измерений.

Для решения этой технической проблемы предлагаемое устройство для люминесцентных измерений включает нагревательный столик, на котором расположены исследуемый объект и термопара для измерения температуры верхней поверхности нагревательного столика, включенная в усилительный канал блока управления, образующие блок нагрева исследуемого объекта, соединенный с выходом блока управления, монохроматор для измерения в различных спектральных диапазонах от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного и фотоэлектронный умножитель, подключенные последовательно к выходу блока нагрева, а также шину управления и передачи сигналов и компьютер, соединенные с блоком управления. При этом на верхней поверхности объекта установлена вторая термопара, в блоке управления введен второй независимый усилительный канал, первая термопара включена в первый усилительный канал блока управления, вторая термопара включена во второй усилительный канал, а блок управления выполнен с возможностью измерения разности сигналов с двух термопар для определения градиента температур между нижней и верхней поверхностями объекта.

Устройство для люминесцентных измерений поясняется фигурами:

Фиг. 1 - блок-схема устройства для измерения люминесценции с использованием стандартных ТСЛ-датчиков или для измерения/исследования ТСЛ новых разрабатываемых образцов термодатчиков;

Фиг. 2 - температурный градиент между нижней поверхностью ТСЛ-датчика/предметным столиком и верхней поверхностью ТСЛ-датчика/образца для различных толщин датчиков и скоростях нагрева.

На Фиг. 1 приведена блок-схема устройства для люминесцентных измерений, которая содержит блок нагрева 1 термолюминесцентного датчика или нагрева исследуемого

образца нового материала для термодатчика. Датчик/образец, расположенный на внешней поверхности нагревательного столика (на схеме показан пунктиром) нагревается с установленной постоянной скоростью. Температура образца контролируется с использованием термопары 11, которая расположена на верхней поверхности образца. Выводы термопары 11 являются выходами 12, 13 блока нагрева 1 и соединены с входами 14, 15 усилительного канала У1, являющегося частью блока управления 8. Вблизи нагревателя в верхней части поверхности нагревательного столика размещена термопара 16. Выводы термопары 16 являются выходами 17 и 18 блока нагрева 1 и соединены со входами 19 и 20 усилительного канала У2, являющегося частью блока управления 8. Блок управления 8 имеет в своем составе два независимых усилительных канала У1 и У2, а так же вычислительное устройство ВУ, позволяющее осуществлять арифметические операции с сигналами на выходе усилительных каналов У1 и У2.

Возникающая в блоке 1 широкополосная люминесценция 2 (показана стрелками) от измеряемого ТСЛ-датчика/образца регистрируется монохроматором 3, узкополосный сигнал 4 с выхода которого передается на фотоэлектронный умножитель 5. Электрический сигнал с выхода 6 фотоэлектронного умножителя поступает на вход 7 блока управления 8, который с использованием шины управления и передачи сигналов 9 связан с компьютером 10. Компьютер 10 преобразует электрические сигналы с термопар 11 и 16 и фотоэлектронного умножителя 5 в показания температуры образца, градиента температур и интенсивности люминесценции. При этом, электрические сигналы с входов 19 и 20 блока управления 8 позволяют контролировать температуру блока нагрева 1 и не допускать превышения установленного предела, а сигналы с входов 14 и 15 блока 8 позволяют измерять температуру верхней поверхности образца, вычислительное устройство ВУ при этом позволяет определять разность температур, измеренных термопарами 11 и 16. Полученные зависимости интенсивности термолюминесценции образца от температуры выводятся на экран компьютера и сохраняются в файле данных.

На Фиг. 2 показаны зависимости температурного градиента от температуры предметного столика при варьировании как толщины, так и скорости нагрева для образцов слюды толщиной: 1мм (кривая 1), 2мм (кривая 2) и 3 мм (кривая 3) при скорости нагрева 2 К/с, а также для различных скоростей нагрева: 0.5 К/с (кривая 4), 1 К/с (кривая 5) и 5 К/с (кривая 6) при толщине образца 1 мм.

При увеличении толщины от 1 до 3 мм  $\Delta T$  изменяется от 38 до 56 К при температуре 473 К, а при увеличении скорости нагрева от 0.5 до 5 К/с величина  $\Delta T$  изменяется от 37 до 44 К при 473 К. Полученные данные показывают, что в образце возникает температурный градиент, который необходимо учитывать при построении истинной кривой ТСЛ и определении кинетических параметров при проведении измерений/исследований методом вариации скоростей нагрева. Следовательно, разработанное устройство для люминесцентных измерений позволяет определять градиент температур между верхней и нижней поверхностями образцов для повышения корректности термолюминесцентных измерений, а также для повышения точности корректной оценки значений параметров дозиметрических зависимостей и механизмов термостимулированной люминесценции в детекторных материалах твердотельной дозиметрии и достоверности получаемых научных результатов в целом ряде других спектроскопических и люминесцентных методик, связанных с нагревом образцов.

(57) Формула изобретения

Устройство для люминесцентных измерений, включающее нагревательный столик, на котором расположены исследуемый объект и термопара для измерения температуры верхней поверхности нагревательного столика, включенная в усилительный канал блока управления, образующие блок нагрева исследуемого объекта, соединенный с выходом блока управления, монохроматор для измерения в различных спектральных диапазонах от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного и фотоэлектронный умножитель, подключенные последовательно к выходу блока нагрева, а также шину управления и передачи сигналов и компьютер, соединенные с блоком управления, отличающееся тем, что на верхней поверхности объекта установлена вторая термопара, в блок управления введен второй независимый усилительный канал, при этом вторая термопара включена во второй усилительный канал, а блок управления выполнен с возможностью измерения разности сигналов с двух термопар для определения градиента температур между нижней и верхней поверхностями объекта.

15

20

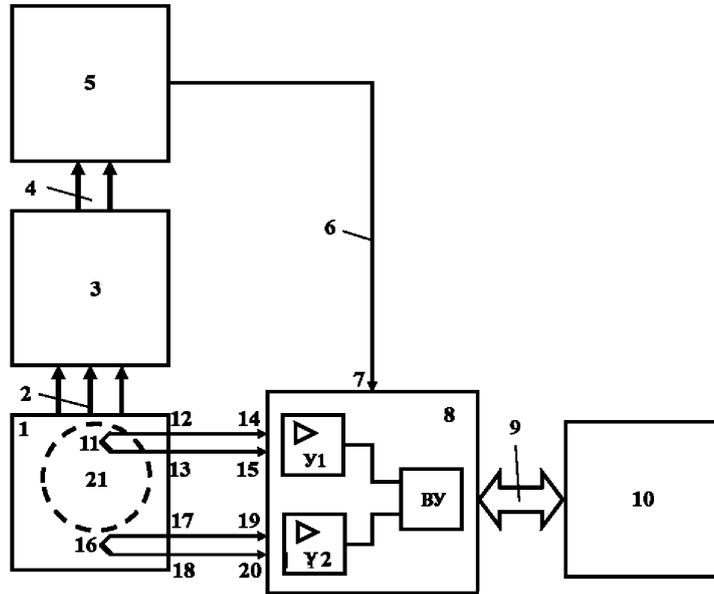
25

30

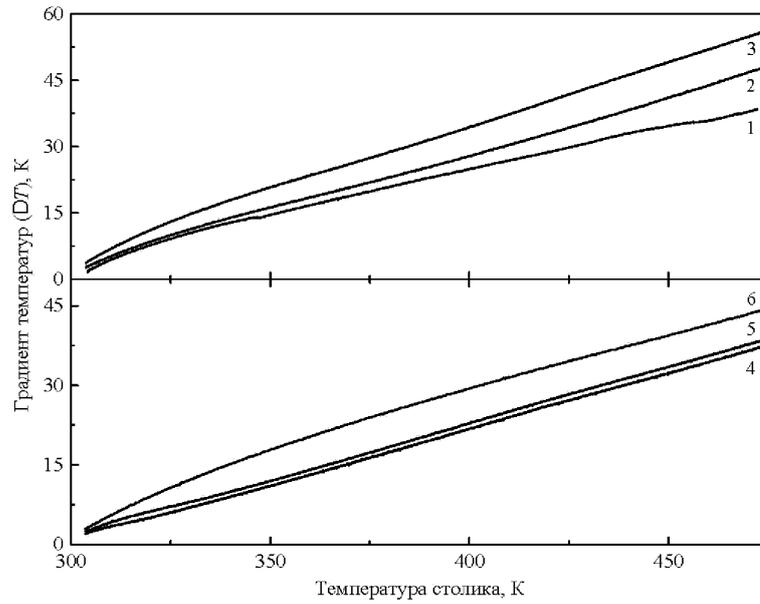
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2