

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2840569

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Кухарова Татьяна Валерьевна (RU), Ильюшин Юрий Валерьевич (RU), Носова Виктория Андреевна (RU)*

Заявка № 2024119623

Приоритет изобретения 12 июля 2024 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 26 мая 2025 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 12 июля 2044 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





(51) МПК  
*G01K 3/00* (2006.01)  
*G01K 7/00* (2006.01)  
*G01K 13/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*G01K 3/00 (2025.01); G01K 7/00 (2025.01); G01K 2213/00 (2025.01); G01K 2217/00 (2025.01); G01K 13/00 (2025.01)*

(21)(22) Заявка: 2024119623, 12.07.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.07.2024

Дата регистрации:  
26.05.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.07.2024

(45) Опубликовано: 26.05.2025 Бюл. № 15

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
 ФГБОУ ВО СПбГУ, Патентно-лицензионный  
 отдел

(72) Автор(ы):

Кухарова Татьяна Валерьевна (RU),  
 Ильюшин Юрий Валерьевич (RU),  
 Носова Виктория Андреевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Санкт-Петербургский горный  
 университет императрицы Екатерины II"  
 (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2799233 C1, 04.07.2023. RU  
 2813452 C1, 12.02.2024. RU 2507542 C2,  
 20.02.2014. CN 202836816 U, 27.03.2013. CN  
 205333219 U, 22.06.2016. DE 102007019925 A1,  
 13.11.2008.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННОГО  
 ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области автоматизации технологических процессов и производств. Раскрыто устройство для диагностики пространственно-распределенного температурного поля, в котором корпус выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда, измерительный модуль выполнен в форме многогранника из полых трубок, которые жестко соединены между собой в ячейки, в каждой ячейке в местах соединения полых трубок выполнены квадратные сквозные отверстия, в которых установлены датчики ds18620 и конденсаторы с возможностью съема,

которые соединены через переходники, шинопроводы соединены с входами мультиплексоров, при этом датчики выполнены с возможностью передачи полученных данных через шинопроводы на мультиплексоры, не менее четырех мультиплексоров установлены на нижней стороне корпуса симметрично относительно друг друга на равном расстоянии от корпуса. Изобретение обеспечивает повышение точности диагностики пространственно-распределенного температурного поля и повышение срока эксплуатации электролизера. 3 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01K 3/00* (2006.01)  
*G01K 7/00* (2006.01)  
*G01K 13/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G01K 3/00 (2025.01); G01K 7/00 (2025.01); G01K 2213/00 (2025.01); G01K 2217/00 (2025.01); G01K 13/00 (2025.01)*

(21)(22) Application: **2024119623, 12.07.2024**

(24) Effective date for property rights:  
**12.07.2024**

Registration date:  
**26.05.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **12.07.2024**

(45) Date of publication: **26.05.2025 Bull. № 15**

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU  
VO SPGU, Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Kukharova Tatiana Valerevna (RU),  
Iliushin Iurii Valerevich (RU),  
Nosova Viktoriia Andreevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR DIAGNOSTICS OF SPATIALLY DISTRIBUTED TEMPERATURE FIELD**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to automation of technological processes and production. Disclosed is a device for diagnosing a spatially distributed temperature field, in which the housing is made in the form of a rectangular parallelepiped, the measuring module is made in the form of a polyhedron of hollow tubes that are rigidly connected to each other into cells, in each cell at the connection points of the hollow tubes, square through holes are made, in which ds18620 sensors and capacitors are installed with possibility of removal,

which are connected through adapters, busbars are connected to inputs of multiplexers, wherein the sensors are configured to transmit the obtained data through the busbars to the multiplexers, at least four multiplexers are mounted on the underside of the housing symmetrically with respect to each other at an equal distance from the housing.

EFFECT: invention provides higher accuracy of diagnostics of spatially distributed temperature field and longer service life of electrolysis cell.

1 cl, 3 dwg

**RU 2 840 569 C1**

**RU 2 840 569 C1**

Изобретение относится к области автоматизации технологических процессов и производств и может быть использована для точной диагностики температурного поля при электролизе алюминия.

5 Известен датчик температуры (патент РФ № 2158419, опубл. 27.10.2000), которое включает содержащий тонкопленочный медный терморезистор с защитным слоем, снабженный контактами из меди в виде площадок и расположенный на поверхности изолирующей подложки, отличающийся тем, что терморезистор и контактные площадки расположены на адгезионном слое из тугоплавкого металла, защита терморезистора и контактных площадок выполнена из тугоплавкого металла толщиной 0,09 - 0,1 мкм с областью перекрытия 2 - 6 мкм по периметру элементов и из слоя неорганического диэлектрика, в котором в области контактных площадок сформированы "окна" для контактных узлов, куда нанесен токопроводящий слой, причем зона перекрытия токопроводящего узла с терморезистором составляет 0,1 - 0,5 мм, а по остальному периметру контактной площадки - 15 - 20 мкм.

15 Недостатком данного устройства является малое количество датчиков, что снижает точность диагностики. Также к недостаткам относится отсутствие программного обеспечения для визуализации результатов контроля.

Известен датчик температуры (патент РФ № 2222790, опубл. 27.01.2004), которое содержит тонкопленочный медный термометр с защитными слоями, снабженный контактами из меди и расположенный на поверхности изолирующей подложки, у которого терморезистор и контактные площадки расположены на адгезионном слое из тугоплавкого металла, защита терморезистора и контактных площадок выполнена из тугоплавкого металла толщиной 0,09-0,1 мкм с областью перекрытия 2-6 мкм по периметру элементов из слоя неорганического диэлектрика, в котором в области контактных площадок сформированы "окна" для контактных узлов, куда нанесен токопроводящий слой, причем зона перекрытия токопроводящего узла с терморезистором составляет 0,1-0,5 мм, а по остальному периметру контактной площадки – 15-20 мкм, отличающийся тем, что терморезистор выполнен в виде многослойной структуры Cu-Cr-Cu в форме меандра, причем толщина слоя хрома составляет 0,05-0,06 мкм.

30 Недостатком данного устройства является малое количество датчиков, что снижает точность диагностики. Также к недостаткам относится отсутствие программного обеспечения для визуализации результатов контроля.

Известен температурный датчик (патент РФ № 2065143, опубл. 1996.08.10), которое содержит тонкопленочный медный терморезистор с защитным слоем, снабженный контактами из меди в виде площадок и расположенный на поверхности изолирующей подложки, контактные площадки расположены на адгезионном слое из хрома, нанесенном на подложку и защитный слой терморезистора, выполненный из тугоплавкого металла, при этом протяженность областей перекрытия контактных площадок и терморезистора составляет 0,1- 0,3 мм, а толщина защитного слоя 0,03-0,05 мкм.

Недостатком данного устройства является малое количество датчиков, что снижает точность диагностики.

Известен тонкопленочный тепловой датчик с волноводным входом для измерения мощности импульсного СВЧ излучения (патент РФ № 2447453, опубл. 10.04.2012), представляет собой поглощающую термочувствительную пленку, выполненную в виде V-образного клина и расположенную в плоскости электрического поля основной волны в волноводе, отличающийся тем, что для повышения быстродействия датчика и

достижения заданной погрешности  $\delta$  воспроизведения формы импульса длительностью  $\tau_0$  указанная поглощающая термочувствительная пленка выполнена в виде конечного числа  $N$  дискретных термочувствительных элементов (тонкопленочных высокоомных резисторов) шириной  $a$ , длиной  $b$  и толщиной  $d$  с сопротивлениями  $R_{0i}$  ( $i=1, 2, \dots, N$ ) и температурным коэффициентом сопротивления  $\alpha_1$ , последовательно-параллельно соединенных так, чтобы общее сопротивление всех соединительных шин  $r$ , импеданс свободного пространства  $Z_0$  и эффективное сопротивление  $R = \sum R_i$ ,  $1/R_i = \sum 1/R_{0j}$  удовлетворяло соотношению  $R+r=Z_0=120\pi$  Ом,  $R>r/\delta$ , равномерно распределенных на диэлектрической подложке, имеющей форму клина толщиной  $d_1$  с температуропроводностью  $\chi_1$ , покрытого адсорбирующим тонким слоем диэлектрика толщиной  $d_2 < \chi_2 d_1 / (N \cdot \chi_1)$  и температуропроводностью  $\chi_2$ , причем это равномерное распределение ограничено с наружной стороны краями клина, а с внутренней стороны ограничено кривой, имеющей  $V$ -образную форму, причем необходимо выполнение соотношения:  $a \cdot b / 2 \chi_1 \tau_0 < \delta$ , а расстояние между термочувствительными элементами должно быть не менее  $d_1/3$ .

Недостатком данного устройства является малое количество датчиков, что снижает точность диагностики. Также к недостаткам относится отсутствие программного обеспечения для визуализации результатов контроля.

Известен датчик температуры (патент РФ № 2037792C1, опубл. 19.06.1995). Датчик температуры, содержащий термочувствительный элемент в виде слоя германия на подложке из электроизоляционного полупроводникового материала, размещенный в корпусе с основанием и крышкой и снабженный проволочными выводами, закрепленными на концах термочувствительного элемента, отличающийся тем, что каждый из проволочных выводов дополнительно закреплен изолирующим криоклеем в двух точках по своей длине соответственно на основании и в крышке корпуса, причем длины частей выводов между точками их крепления в корпусе и на термочувствительном элементе относятся как 1:1, а подложка в качестве материала которой использован арсенид галлия, закреплена на основании корпуса изолирующим криоклеем с высокой теплопроводностью.

Недостатком данного устройства является малое количество датчиков, что снижает точность диагностики. Также к недостаткам относится отсутствие программного обеспечения для визуализации результатов контроля.

Известен датчик температуры на аморфной металлической ленте (патент РФ № 129634, опубл. 27.06.2013). Устройство состоит из аморфной металлической ленты, содержащий каркас, внутри которого расположен чувствительный элемент с электрическими выводами, отличающийся тем, что чувствительный элемент выполнен в виде узкой полоски с наведенной осью легкого намагничивания, вырезанной из аморфной металлической ленты на основе переходных металлов, на чувствительный элемент намотана медная катушка индуктивности, а на каркас намотан соленоид, выходы которого соединены с регулируемым источником постоянного электрического тока.

Недостатком данного устройства является малое количество датчиков, что снижает точность диагностики. Также к недостаткам относится отсутствие программного обеспечения для визуализации результатов контроля.

Известно устройство для диагностики электромагнитного поля (патент РФ № 2799233, опубл. 04.07.2023), принятое за прототип. Устройство содержит датчик-измеритель магнитного поля, измерительный модуль, мультиплексор, микроконтроллер, рабочую станцию, корпус. Корпус выполнен в форме куба из токонепроводящего материала, на

нижней части которого выполнены отверстия, внутри корпуса установлен измерительный модуль в форме куба из полых трубок, которые жестко соединены между собой в ячейки, которые выполнены в форме квадрата, а в местах соединения полых трубок выполнены квадратные сквозные отверстия, в которых установлены датчики с возможностью съема, в качестве датчика - измерителя магнитного поля используют датчики Холла, которые соединены через переходники между собой шинопроводами, и подключенные к входу мультиплексора, который выходом соединен с входом микроконтроллера, выходы которого соединены с рабочей станцией, представляющей собой персональный компьютер с разработанным специальным программным обеспечением.

Недостатком данного устройства является малое количество мультиплексоров, что значительно снижает скорость обработки информации, поступающей с датчиков.

Техническим результатом является повышение точности диагностики пространственно-распределенного температурного поля и повышение срока эксплуатации электролизера.

Технический результат достигается тем, что измерительный модуль выполнен в форме многогранника, в каждой ячейки, в местах соединения полых трубок выполнены квадратные сквозные отверстия, в которых установлены датчики ds18620 и конденсаторы с возможностью съема которые соединены через переходники, а между собой через шинопроводы, не менее четырех мультиплексоров установлены на нижней стороне корпуса симметрично относительно друг друга на равном расстоянии от корпуса, на треноге, с возможностью съема закреплен конвектор, который установлен над верхней поверхностью корпуса.

Устройство для диагностики электромагнитного поля поясняется следующими фигурами:

фиг.1 – вид сверху устройства для диагностики электромагнитного поля,

фиг. 2 – вид соединения измерительного комплекса, состоящего из полых трубок с датчиками ds18620, конденсаторов и мультиплексоров при помощи шинопроводов,

фиг. 3 – вид размещения датчика ds18620 и конденсатора в местах пересечения трубок,

где:

1 – корпус;

2 – мультиплексор;

3 – микроконтроллер;

4 – рабочая станция;

5 – датчик ds18620;

6 – конденсатор

7 – ячейка;

8 – трубка;

9 – шинопровод;

10 – измерительный модуль;

11 – тренога;

12 – конвектор;

13 – переходник;

14 – нижняя сторона корпуса.

Устройство для диагностики пространственно-распределенного температурного поля содержит корпус 1, выполненный в форме куба, из токонепроводящего материала, например из дерева. Измерительный модуль 10 выполнен в форме многогранника из полых трубок 8. Трубки 8 жестко соединены между собой под углом 90° в ячейки 7.

Ячейки 7, выполнены в форме квадрата, размером 400 x 400 мм. В каждой ячейки 7 в местах соединения полых трубок 8 выполнены квадратные сквозные отверстия, в которых установлены датчики ds18620 5 и конденсаторы 6 с возможностью съема. Датчики ds18620 5 и конденсаторы 6 соединены через переходники 13, а между собой  
 5 через шинопроводы 9. В низу корпуса 1 выполнены отверстия, в которые установлены шинопроводы 9 соединенные с входами мультиплексов 2. Не менее четырех мультиплексов 2 установлены на нижней стороне корпуса 14 симметрично относительно друг друга на равном расстоянии от корпуса 1. Выходы мультиплексов 2, соединены проводами с входами микроконтроллера 3, выход которого соединен с  
 10 входом рабочей станции 4, которая представляет собой персональный компьютер с разработанным программным обеспечением. Рядом с корпусом 1 установлена тренога 11, на которой с возможностью съема закреплен конвектор 12, который установлен над верхней поверхностью корпуса 1.

Устройство для диагностики пространственно-распределенного температурного  
 15 поля работает следующим образом. Конвектор 12 подключают к источнику питания и имитирует пространственно-распределенное температурное поле, которое генерирует электролизер. На измерительный модуль 10 подается входное воздействие в виде пространственно-распределенного температурного поля. Конденсаторы 6 фильтруют помехи и сводят к минимуму пульсации пространственно-распределенного  
 20 температурного поля. Датчики ds18620 5 измеряют интенсивность воздействия пространственно-распределенного температурного поля на измерительный модуль 10. Датчики ds18620 5 передают полученные данные об интенсивности воздействия пространственно-распределенного температурного поля в точку пространства, например  
 25 ослабление или усиление, через информационный шинопровод 9, на мультиплексы 2. Мультиплексы 2 объединяют сигналы, полученные с датчиков 5 в единую функцию выхода, и передает в микроконтроллер 3. Микроконтроллер 3 выполняет обработку сигнала, полученного с мультиплекса 2, осуществляет интерпретацию полученного сигнала в форму, которую обрабатывает рабочая станция 4. Посредством программного  
 30 обеспечения, рабочая станция 4 выполняет обработку полученного сигнала и выполняет построение графического изображения распределения интенсивности влияния пространственно-распределенного температурного поля на измерительный модуль 10. Полученная графическая интерпретация позволяет отследить динамику изменения пространственно-распределенного температурного поля, которое генерирует  
 35 электролизер в процессе эксплуатации, спрогнозировать момент его износа и выработать комплекс мероприятий по увеличению срока службы электролизера.

Устройство для диагностики пространственно-распределенного температурного поля за счет установки датчиков ds18620, конденсаторов и мультиплексов более точно отслеживает изменения, сводит к минимуму пульсации и фильтрует помехи  
 40 пространственно-распределенного теплового поля электролизера, что приводит к повышению точности диагностики и увеличению срока эксплуатации электролизера.

#### (57) Формула изобретения

Устройство для диагностики пространственно-распределенного температурного поля, включающее датчики, измерительный модуль, шинопроводы, корпус из  
 45 токонепроводящего материала, на нижней части которого выполнены отверстия, микроконтроллера, выходы микроконтроллера соединены с рабочей станцией, представляющей собой персональный компьютер с разработанным программным обеспечением, отличающееся тем, что корпус выполнен в форме прямоугольного

параллелепипеда, измерительный модуль выполнен в форме многогранника из полых трубок, которые жестко соединены между собой в ячейки, в каждой ячейке в местах соединения полых трубок выполнены квадратные сквозные отверстия, в которых установлены датчики ds18620 и конденсаторы с возможностью съема, которые  
5 соединены через переходники, шинопроводы соединены с входами мультиплексоров, при этом датчики выполнены с возможностью передачи полученных данных через шинопроводы на мультиплексоры, не менее четырех мультиплексоров установлены на нижней стороне корпуса симметрично относительно друг друга на равном расстоянии от корпуса.

10

15

20

25

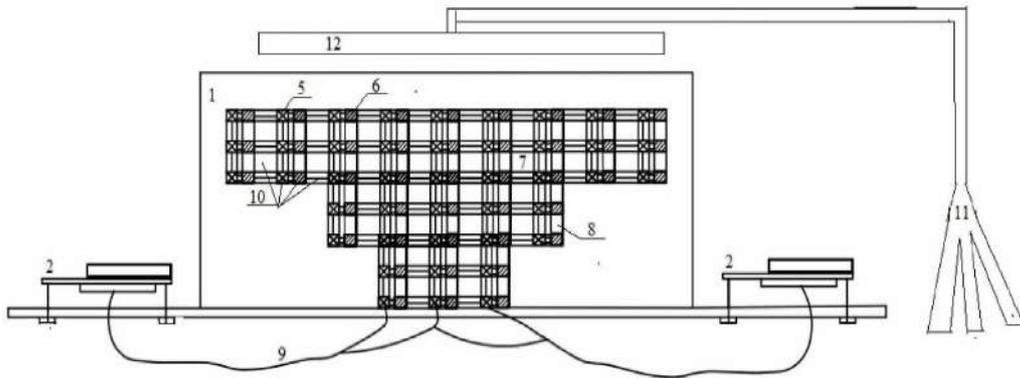
30

35

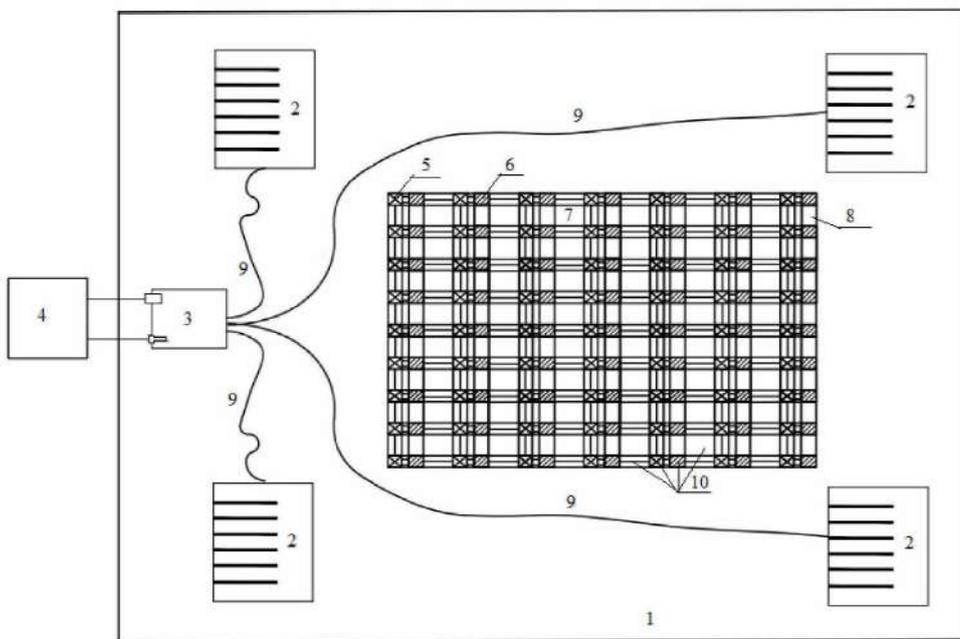
40

45

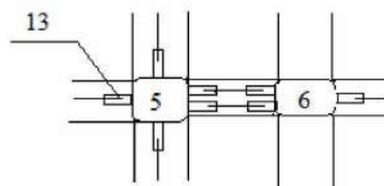
1



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3