

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039226**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.20

(51) Int. Cl. **H05B 3/02 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201790666

(22) Дата подачи заявки
2016.03.26

(54) **ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ С ЗАЩИТНЫМ СЛОЕМ, ИМЕЮЩИМ
ВЫСОКУЮ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ**

(31) **201610076006.6**

(56) CN-A-103744276

(32) **2016.02.03**

GB-DO-9703225

(33) **CN**

(43) **2019.05.31**

(86) **PCT/CN2016/077441**

(87) **WO 2017/133069 2017.08.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ГЮАНГДОНГ ФЛЕКСВАРМ
АДВАНСЕД МАТЕРИАЛС ЕНД
ТЕХНОЛОГИ КО., ЛТД. (CN)**

(72) Изобретатель:
Хан Веикон (CN)

(74) Представитель:
Рыбина Н.А. (RU)

(57) В изобретении раскрыт толсто пленочный элемент с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность, который включает носитель, толсто пленочное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, нанесенный на покрытие; толсто пленочное покрытие представляет собой нагревательные материалы, и нагрев осуществляется путем электрического нагрева, причем защитный слой, толсто пленочное покрытие и носитель выбирают из материалов, удовлетворяющих следующим неравенствам:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1} = a \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = b \times \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = c \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3};$$

где $200 \leq a \leq 10^4$, $0 < b \leq 1000$, $0 < c \leq 5 \times 10^5$; защитный слой толсто пленочного элемента по настоящему изобретению обладает высокой теплопроводностью, что делает его пригодным для продуктов с нагревом защитного слоя, тем самым улучшая эффективность теплопередачи и снижая потери тепла без нагрева с одной стороны; и толсто пленочный элемент может быть использован в продуктах, в которых только защитный слой должен иметь высокую теплопроводность.

B1**039226****039226****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к области толстых пленок и более конкретно к толстопленочному элементу с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность.

Известный уровень техники

Технология толстых пленок была разработана в 1960-х гг. и широко используется во многих отраслях промышленности после нескольких десятилетий разработок, хотя ее история непродолжительна. Толстопленочные нагревательные элементы относятся к нагревательным элементам, в которых на подложку наносится толстая пленка экзотермического материала, вырабатывающего тепло при подаче питания. Обычные методы нагрева включают использование греющих трубок с электроподогревом и нагрев с положительным температурным коэффициентом (ПТК) (сопротивления). Оба метода представляют собой методы косвенного нагрева. Как в греющих трубках с электроподогревом, так и при нагреве с ПТК используют косвенный нагрев с низким тепловым КПД и с большой по размеру и громоздкой конструкцией. Кроме того, принимая во внимание проблемы охраны окружающей среды, эти два вида нагревателей легко загрязняются и с трудом поддаются очистке после повторных включений на нагрев. А ПТК-нагреватель содержит опасные вещества, такие как свинец и т.д., и легко окисляется со снижением мощности и коротким сроком службы.

Заявка Китая CN 2011800393787 раскрывает комбинацию электрического нагревательного элемента и рассеивателя тепла, который должен им нагреваться; нагревательный элемент включает подложку, изолирующий слой, расположенный на подложке, и толстопленочный проводник, расположенный на изолирующем слое, причем вторая сторона металлической подложки находится в контакте с рассеивателем тепла, имеющим слой металлического материала на своей поверхности, обращенной к нагревателю, подложка припаяна к рассеивателю тепла, и поверхность нагревательного элемента с нанесенным толстопленочным проводником, по существу, равна поверхности рассеивателя тепла.

Из приведенного выше описания технологии понятно, что технология толстых пленок постепенно развивается, однако толстопленочные проводники вышеуказанного толстопленочного нагревательного элемента соединены с пластиной подложки с помощью изолирующего слоя, а не нанесены непосредственно на пластину подложки. Такой нагревательный элемент не может напрямую передавать тепло пластине подложки, когда на толстую пленку подают питание и она генерирует тепло, что будет влиять на интенсивность тепловыделения. Кроме того, вышеуказанное техническое решение решает проблему рассеяния тепла внешними устройствами, но не предлагает конструкции толстопленочных элементов из заданного материала для различных продуктов с целью решения проблемы сильного теплорассеяния вследствие чрезмерной температуры нагрева. Существует небольшое количество толстопленочных нагревательных продуктов, позволяющих реализовать эффекты прямого нагрева толстой пленкой, особенно при одностороннем нагреве. Способ, позволяющий воспрепятствовать теплопередаче через другую сторону во избежание потерь тепла, и использование в продуктах толстопленочных схем с защитным слоем, обеспечивающим одностороннюю теплопередачу, значительно расширяет возможности разработки нагревательных продуктов. Существующее нагревательное устройство может удовлетворять требованиям к нагреву, однако практически не существует нагревательных устройств с односторонним нагревом, или устройства имеют плохую одностороннюю теплопередачу, поэтому не могут снизить потери тепла за счет высокой односторонней теплопроводности.

Сущность изобретения

Для решения вышеперечисленных проблем настоящее изобретение предлагает толстопленочный элемент с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность, обладающий преимуществами малого объема, высокой эффективности, экологической безопасности, высоких характеристик безопасности и большого срока службы.

Понятие толстой пленки в настоящем изобретении представляет собой термин, сравниваемый с тонкой пленкой. Толстая пленка представляет собой слой пленки толщиной от нескольких микрон до десятков микрон, сформованный на носителе методами печати и спекания, материал, используемый для изготовления слоя пленки, представляет собой материал толстой пленки, и покрытие, изготовленное из толстой пленки, называется толстопленочным покрытием. Толстопленочный нагревательный элемент обладает преимуществами высокой плотности потока энергии, высокой скорости нагрева, высокой рабочей температуры, высокой скорости теплообразования, высокой механической прочности, малого объема, простоты установки, равномерного температурного поля нагрева, большого срока службы, экономии энергии и экологической безопасности и прекрасных характеристик безопасности.

Толстопленочный элемент по настоящему изобретению с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность, включает носитель, толстопленочное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, нанесенный на покрытие; толстопленочное покрытие представляет собой нагревательный материал, и способом нагрева является электрический нагрев, причем носитель, толстопленочное покрытие и защитный слой выбирают из материалов, удовлетворяющих всем следующим неравенствам:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1} = a \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = b \times \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = c \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3};$$

$$200 \leq a \leq 10^4, 0 < b \leq 1000, 0 < c \leq 5 \times 10^5;$$

$T_2 < T_{\text{минимальной точки плавления защитного слоя}};$
 $T_2 < T_{\text{минимальной точки плавления носителя}};$
 $T_0 \leq 30^\circ\text{C};$

где величина $\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}$ обозначает интенсивность теплопередачи защитного слоя;

величина $\lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2}$ обозначает скорость нагрева толсто пленочного покрытия;

величина $\lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}$ обозначает интенсивность теплопередачи носителя;

λ_1 обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя при температуре T_1 ;

λ_2 обозначает коэффициент теплопроводности толсто пленочного покрытия при температуре T_2 ;

λ_3 обозначает коэффициент теплопроводности носителя при температуре T_3 ;

A обозначает площадь контакта толсто пленочного покрытия и защитного слоя или носителя;

d_1 обозначает толщину защитного слоя;

d_2 обозначает толщину толсто пленочного покрытия;

d_3 обозначает толщину носителя;

T_0 обозначает начальную температуру толсто пленочного нагревательного элемента;

T_1 обозначает температуру поверхности защитного слоя;

T_2 обозначает температуру нагрева толсто пленочного покрытия;

T_3 обозначает температуру поверхности носителя;

$d_2 \leq 50$ мкм;

$10 \text{ мкм} \leq d_1 \leq 10 \text{ мм}, d_3 \geq 10 \text{ мкм};$

$T_{\text{минимальной точки плавления носителя}} > 25^\circ\text{C};$

защитный слой представляет собой диэлектрический слой, нанесенный на толсто пленочное покрытие способом печати или спекания, и площадь защитного слоя больше площади толсто пленочного покрытия.

Носитель представляет собой диэлектрический слой с нанесенным толсто пленочным покрытием, причем толсто пленочное покрытие, нанесенное на носитель методом печати или спекания, является подложкой толсто пленочного элемента, на которую наносят покрытие.

Коэффициент теплопроводности относится к теплопередаче материала толщиной 1 м, при разнице температур на боковых поверхностях 1 кельвин (К, $^\circ\text{C}$), через площадь, равную одному квадратному метру (1 м^2), за одну секунду (1 с) в условиях стабильной теплопередачи, единицей измерения коэффициента теплопроводности является ватт/(метр-градус) (W/(мК)), и кельвины могут быть заменены на $^\circ\text{C}$). Защитный слой, толсто пленочное покрытие и носитель плотно прилегают друг к другу на участках электрического нагрева толсто пленочных нагревательных элементов, и обе стороны толсто пленочного покрытия присоединены к внешним электродам; при подаче питания на толсто пленочное покрытие оно нагревается и становится горячим после превращения электрической энергии в тепловую энергию; ин-

тенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия можно рассчитать как $\lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2}$ по коэффициенту теплопроводности, площади контакта, начальной температуре, температуре нагрева и толщине толсто пленочного покрытия, где T_2 обозначает температуру нагрева толстой пленки.

Настоящее изобретение характеризуется тем, что толсто пленочные нагревательные элементы имеют защитный слой с высокой теплопроводностью, причем интенсивность тепловыделения защитного слоя, носителя и толсто пленочного покрытия должны удовлетворять следующим требованиям:

(1) интенсивность теплопередачи толсто пленочного покрытия и защитного слоя должны соответствовать следующей формуле:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1} = a \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3},$$

где $200 \leq a \leq 10^4$;

для толсто пленочных элементов, удовлетворяющих вышеуказанному неравенству, эффективность теплопередачи их защитного слоя выше, чем носителя, что означает, что температура защитного слоя возрастает быстро, а носителя - медленно, или что существует большая разница температур между защитным слоем и носителем при стабильном тепловом балансе, поэтому толсто пленочные элементы обычно демонстрируют технический эффект нагрева защитного слоя;

(2) интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия и интенсивность теплопередачи защитного слоя должны соответствовать следующей формуле:

$$\lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = b \times \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1},$$

где $0 < b \leq 1000$;

если интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия намного выше, чем защитного слоя, то расчетное непрерывно вырабатываемое тепло толсто пленочного покрытия не может быть отведено, так что температура толсто пленочного покрытия будет продолжать возрастать, и когда она подни-

мется выше минимальной точки плавления защитного слоя, защитный слой начинает плавиться или даже гореть, что разрушает структуру защитного слоя или носителя, тем самым разрушая толсто пленочные нагревательные элементы;

(3) интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия и интенсивность теплопередачи носителя должны соответствовать следующей формуле:

$$\lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = c \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3},$$

$$0 < c \leq 5 \times 10^5;$$

поскольку как коэффициент теплопроводности, так и интенсивность теплопередачи носителя малы, и если интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия намного выше, чем у носителя, то расчетное непрерывно вырабатываемое тепло толсто пленочного покрытия не может быть отведено, так что температура толсто пленочного покрытия продолжает возрастать, и когда она поднимается выше минимальной точки плавления носителя, то носитель начинает плавиться, или подвергается термической деформации, или даже начинает гореть, что разрушает структуру носителя, тем самым разрушая толсто пленочные нагревательные элементы;

(4) температура нагрева толсто пленочного покрытия не может быть выше минимальной точки плавления защитного слоя или носителя, нужно, чтобы она удовлетворяла требованиям: $T_2 < T_{\text{минимальной точки плавления защитного слоя}}$ и $T_2 < T_{\text{минимальной точки плавления носителя}}$, и нужно избегать чрезмерно высокой температуры нагрева, которая может разрушить толсто пленочные нагревательные элементы.

Когда вышеупомянутые требования выполняются, интенсивность теплопередачи защитного слоя и носителя определяется свойствами материала и толсто пленочного нагревательного элемента.

Для расчета интенсивности теплопередачи защитного слоя используется формула

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1},$$

где λ_1 обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя, измеряемый в Вт/(м·К), который определяется свойствами материала полученного защитного слоя;

d_1 обозначает толщину защитного слоя, которая определяется технологией изготовления и требованиями к толсто пленочным нагревательным элементам;

T_1 обозначает температуру поверхности защитного слоя, которая определяется свойствами толсто пленочных нагревательных элементов.

Для расчета интенсивности теплопередачи носителя используется формула

$$\lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3},$$

где λ_3 обозначает коэффициент теплопроводности носителя, измеряемый в Вт/(м·К), который определяется свойствами полученного материала носителя;

d_3 обозначает толщину носителя, которая определяется технологией изготовления и требованиями к толсто пленочным нагревательным элементам;

T_3 обозначает температуру поверхности носителя, которая определяется свойствами толсто пленочных нагревательных элементов.

Предпочтительно коэффициент теплопроводности носителя $\lambda_3 \leq 3$ Вт/(м·К), коэффициент теплопроводности защитного слоя $\lambda_1 \geq 3$ Вт/(м·К); где $200 \leq a \leq 10^4$, $10 \leq b \leq 1000$, $10^4 \leq c \leq 5 \times 10^5$.

Предпочтительно носитель и толсто пленочное покрытие соединены с помощью печати или спекания, толсто пленочное покрытие и защитный слой соединены с помощью печати, спекания или вакуумной адсорбции.

Предпочтительно носитель и защитный слой в области, не имеющей толсто пленочного покрытия, соединены методами печати, нанесения покрытия, напыления или спекания или с помощью клея с низкой адгезионной прочностью (mucilage glue).

Предпочтительно носитель включает полиимид, органический изолирующий материал, неорганический изолирующий материал, керамику, стеклокерамику, кварц, камень, ткань и волокно.

Предпочтительно толсто пленочное покрытие является одним или несколькими материалами, выбранными из серебра, платины, палладия (Pd), оксида палладия, золота или редкоземельных материалов.

Предпочтительно защитный слой получают из одного или нескольких материалов, выбранных из полиэфира, полиимида или полиэтиленимида (PEI), керамики, силикагеля, асбеста, материала микарекс (micagex), ткани или волокна.

Предпочтительно площадь толсто пленочного покрытия меньше или равна площади защитного слоя или носителя.

Настоящее изобретение также предлагает использование толсто пленочных элементов, которые используются в продуктах с нагревом защитного слоя.

Настоящее изобретение обеспечивает следующие положительные результаты.

(1) Защитный слой толсто пленочного элемента, раскрытого в настоящем изобретении, обладает высокой теплопроводностью, пригодной для продуктов с нагревом защитного слоя, тем самым улучшая

эффективность теплопередачи и снижая потери тепла без нагрева с обеих сторон; защитный слой по настоящему изобретению пригоден для толсто пленочных элементов, в которых на носитель может быть нанесена толстая пленка, но с малым коэффициентом теплопроводности, защитный слой по настоящему изобретению имеет высокую теплопроводность и может обеспечивать эффект односторонней теплопередачи.

(2) Трехслойная структура толсто пленочного элемента, раскрытого в настоящем изобретении, может быть связана напрямую методами печати или спекания, и толсто пленочное покрытие будет нагревать защитный слой напрямую без какой-либо промежуточной стадии, так что тепло может прямо проводиться к защитному слою, тем самым улучшая эффективность теплопроводности; и защитный слой по настоящему изобретению накрывает толсто пленочное покрытие, что позволяет избежать утечки тока из толсто пленочного покрытия после подачи на него питания и улучшает характеристики безопасности.

Толсто пленочный элемент по настоящему изобретению генерирует тепло с помощью толсто пленочного покрытия, толщина которого находится в микронном диапазоне значений, с равномерной интенсивностью тепловыделения и большим сроком службы.

Детальное описание предпочтительных вариантов реализации

Настоящее изобретение будет далее описано более конкретно со ссылками на следующие варианты реализации. Следует отметить, что приведенное далее описание предпочтительных вариантов реализации данного изобретения представлено тут только в целях иллюстрации и описания. Оно не должно рассматриваться как исчерпывающее или ограниченное конкретной раскрытой формой.

Настоящее изобретение раскрывает толсто пленочный элемент с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность, включающий носитель, толсто пленочное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, нанесенный на покрытие; толсто пленочное покрытие представляет собой нагревательный материал, и нагрев осуществляется путем электрического нагрева, причем носитель, толсто пленочное покрытие и защитный слой выбирают из материалов, удовлетворяющих следующим неравенствам:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1} = a \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = b \times \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = c \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3};$$

$$200 \leq a \leq 10^4, 0 < b \leq 1000, 0 < c \leq 5 \times 10^5;$$

$$T_2 < T_{\text{минимальной точки плавления защитного слоя}};$$

$$T_2 < T_{\text{минимальной точки плавления носителя}};$$

$$T_0 \leq 30^\circ\text{C};$$

$$d_2 \text{ обозначает толщину толсто пленочного покрытия, } d_2 \leq 50 \text{ мкм};$$

$$10 \text{ мкм} \leq d_1 \leq 10 \text{ мм}, d_3 \geq 10 \text{ мкм};$$

$$T_{\text{минимальной точки плавления носителя}} > 25^\circ\text{C};$$

$$\lambda_1 \text{ обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя,}$$

$$\lambda_3 \text{ обозначает коэффициент теплопроводности носителя, и}$$

$$\lambda_1 \geq \lambda_3.$$

В следующих вариантах реализации описаны 20 толсто пленочных элементов, изготовленных заявителем, и все приготовленные материалы защитного слоя, толсто пленочного покрытия и носителя 20 перечисленных толсто пленочных элементов удовлетворяют вышеуказанным неравенствам, причем конкретные способы получения и рецептуры приведены ниже.

Пример.

Выбирают серебряную пасту с коэффициентом теплопроводности λ_2 для получения толсто пленочного покрытия, выбирают полиимид с коэффициентом теплопроводности λ_3 для получения носителя и выбирают полиимид с коэффициентом теплопроводности λ_1 для получения защитного слоя, такие трехслойные структуры связывают путем спекания; площадь полученного толсто пленочного покрытия равна A_2 , толщина составляет d_2 ; площадь защитного слоя равна A_1 , толщина составляет d_1 ; площадь носителя равна A_3 , толщина составляет d_3 .

Подключают питание от внешнего источника постоянного тока и подают питание на толсто пленочное покрытие, толстая пленка начинает нагреваться; когда нагрев стабилизируется, измеряют температуру поверхности защитного слоя и носителя, и температуру нагрева толсто пленочного покрытия в состоянии стабильного нагрева; рассчитывают интенсивность теплопередачи защитного слоя и носителя и интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия по следующей формуле:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2}, \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}.$$

В табл. 1-4 описаны 20 толсто пленочных элементов, изготовленных заявителем, подвергнутых омическому нагреву в течение 2 мин, причем проводят измерения и получают перечисленные рабочие характеристики (коэффициент теплопроводности, температура поверхности) в соответствии с национальными стандартами, а толщина, площадь контакта, начальная температура должны быть измерены до нагрева.

Способы измерения коэффициента теплопроводности защитного слоя, толсто пленочного покрытия

и носителя описаны ниже.

(1) Включают питание и устанавливают заданное значение напряжения нагрева, устанавливают переключатель мощности устройства на 6 В и проводят предварительный нагрев в течение 20 мин.

(2) Проводят коррекцию положения нуля гальванометра со световым указателем.

(3) С учетом стандартного рабочего напряжения с поправкой на комнатную температуру потенциометра UJ31 переключатель потенциометра устанавливают в стандартное положение и регулируют рабочий ток потенциометра;

поскольку напряжение стандартной батареи меняется с температурой, поправку на комнатную температуру рассчитывают по следующей формуле:

$$E_t = E_0 - [39,94(t-20) + 0,929(t-20)^2];$$

где $E_0 = 1,0186 \text{ В}$.

(4) Помещают нагревательные пластины и нижнюю термопару на нижнюю часть тонкого образца для испытаний, верхнюю термопару на верхнюю часть тонкого образца для испытаний. Следует отметить, что термопары должны быть размещены по центру образца для испытаний, и холодный спай термопар должен быть помещен в бутылку со льдом.

(5) Переключатель потенциометра устанавливают в положение 1, измеряют начальную температуру верхней части и нижней части образца для испытаний, причем испытания можно проводить только при величине разницы температур верхней части и нижней части менее 0,004 мВ (0,1 °С).

(6) Начальное значение термоэлектрического потенциала верхней термопары устанавливают равным 0,08 мВ, включают выключатель нагрева для начала нагрева и определяют с помощью секундомера время, когда световой указатель гальванометра со световым указателем вернется к нулю, выключают источник нагрева и определяют избыточную температуру и время нагрева верхней части.

(7) Измеряют термоэлектрический потенциал нижней термопары через 4-5 мин и определяют избыточную температуру и время нагрева нижней части.

(8) Переключатель потенциометра устанавливают в положение 2, включают выключатель нагрева и измеряют ток нагрева.

(9) После завершения испытаний отключают питание и очищают инструменты и оборудование.

Температуру измеряют с помощью термопарного термометра следующим образом.

(1) Прикладывают термоэлектродную проволоку к поверхности толсто пленочного покрытия, поверхности носителя, поверхности защитного слоя нагревательных элементов и наружному воздуху.

(2) Подают на нагревательное устройство номинальную мощность, и измеряют температуру всех частей.

(3) Регистрируют температуру всех частей продуктов с заданными интервалами времени с помощью подключенного компьютера.

Толщину измеряют с помощью микрометра и затем накапливают и усредняют значения величин.

Точку плавления измеряют следующим способом.

Следящий прибор: дифференциальный сканирующий калориметр (ДСК) производства фирмы TA Instruments (US), модель DSC2920, инструмент представляет собой апробированный стандартный продукт (уровня А) в соответствии с Положением о поверке термического анализатора 014-1996.

(1) Температура окружающей среды: 20-25 °С; относительная влажность: <80%.

(2) Стандартный материал для калибровки инструмента: стандартный материал для термического анализа - индий, точка плавления стандарта 429,7485 К (156,60 °С).

(3) Метод измерений: процедура определения в соответствии со стандартом Китая "GB/T19466.3-2004/ISO".

Перед испытаниями образца проводят не менее трех измерений, чтобы убедиться в нормальной работе инструмента: помещают образец весом (1-2) мг (mg), взвешенный с точностью до 0,01 мг, в алюминиевую чашечку для образцов; условия проведения испытаний: нагрев до 200 °С со скоростью 10 °С/мин, и повторяют измерение десять раз; модель измерений (measurement model) собирает информацию о точках плавления с помощью компьютера и инструмента, определяет автоматически программу анализа регистрируемых собираемых данных и спектрограммы, и получают модель измерений непосредственно по начальной экстраполированной температуре эндотермического пика плавления; результаты измерений рассчитываются по формуле Бесселя.

В табл. 1 ниже приведены рабочие характеристики защитного слоя толсто пленочного элемента, измеренные в примерах 1-20.

Таблица 1

	Защитный слой					
	Коэффициент теплопроводности λ_1 (Вт/(м•К))	Толщина d_1 (мкм)	Температура поверхности T_1 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления защитного слоя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)	Интенсивность теплопередачи/ 10^6
Пример 1	7,22	200	110	350	25	0,036822
Пример 2	7,23	100	110	350	25	0,073746
Пример 3	7,24	80	108	350	25	0,090138
Пример 4	7,24	80	102	350	25	0,083622
Пример 5	7,24	60	100	350	25	0,0905
Пример 6	7,18	60	98	350	25	0,087356667
Пример 7	7,18	50	102	350	25	0,1548008
Пример 8	7,17	50	100	350	25	0,15057
Пример 9	7,23	40	100	350	25	0,1897875
Пример 10	7,23	40	102	350	25	0,167013
Пример 11	7,2	40	98	350	25	0,15768
Пример 12	7,2	35	108	350	25	0,204891429
Пример 13	7,15	35	90	350	25	0,159342857
Пример 14	7,15	35	90	350	25	0,212457143
Пример 15	7,16	30	101	350	25	0,290218667
Пример 16	7,24	30	100	350	25	0,181
Пример 17	7,24	30	89	350	25	0,262570667
Пример 18	7,17	25	90	350	25	0,223704
Пример 19	7,22	25	94	350	25	0,3188352
Пример 20	7,22	20	92	350	25	0,314431

В табл. 2 ниже приведены рабочие характеристики толстополеночного покрытия толстополеночного элемента, измеренные в примерах 1-20.

Таблица 2

	Толстополеночное покрытие					
	Коэффициент теплопроводности λ_2 (Вт/(м•К))	Толщина d_2 (мкм)	Площадь A_2 (м ²)	Температура нагрева T_2 (°C)	Начальная температура T_0 (°C)	Интенсивность тепловыделения / 10^6
Пример 1	385	30	0,012	118	25	14,322
Пример 2	384	30	0,012	116	25	13,9776
Пример 3	380	30	0,012	112	25	13,224
Пример 4	382	40	0,012	109	25	9,6264
Пример 5	382	50	0,01	102	25	5,8828
Пример 6	385	45	0,01	104	25	6,758888889
Пример 7	385	55	0,014	108	25	8,134
Пример 8	380	35	0,014	112	25	13,224
Пример 9	382	45	0,014	111	25	10,22062222
Пример 10	382	40	0,012	118	25	10,6578
Пример 11	382	35	0,012	106	25	10,60868571
Пример 12	380	35	0,012	114	25	11,59542857
Пример 13	380	20	0,012	108	25	18,924
Пример 14	384	25	0,016	98	25	17,94048
Пример 15	384	25	0,016	114	25	21,87264
Пример 16	385	20	0,01	110	25	16,3625
Пример 17	382	20	0,017	98	25	23,7031
Пример 18	383	30	0,012	99	25	11,3368
Пример 19	384	20	0,016	105	25	24,576
Пример 20	382	20	0,013	106	25	20,1123

В табл. 3 ниже приведены рабочие характеристики носителя толсто пленочного элемента, измеренные в примерах 1-20.

Таблица 3

	Носитель					
	Коэффициент теплопроводности λ_3 (Вт/(м•К))	Толщина d_3 (мкм)	Температура поверхности T_3 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)	Интенсивность теплопередачи /10 ⁶
Пример 1	2,2	4000	45	350	25	0,000132
Пример 2	2,1	5000	46	350	25	0,00010584
Пример 3	2,02	5500	45	350	25	8,81455E-05
Пример 4	3,4	6000	46	350	25	0,0001428
Пример 5	2,5	5800	48	350	25	9,91379E-05
Пример 6	1,5	7000	45	350	25	4,28571E-05
Пример 7	1,8	10000	46	350	25	0,00005292
Пример 8	1,9	9000	48	350	25	6,79778E-05
Пример 9	2,1	8800	48	350	25	7,68409E-05
Пример 10	1,85	9500	50	350	25	5,84211E-05
Пример 11	2	10500	50	350	25	5,71429E-05
Пример 12	2,01	6000	52	350	25	0,00010854
Пример 13	1,8	7000	49	350	25	7,40571E-05
Пример 14	1,89	8000	48	350	25	0,00008694
Пример 15	1,78	9500	50	350	25	7,49474E-05
Пример 16	2,01	11000	52	350	25	4,93364E-05
Пример 17	2,34	7800	51	350	25	0,0001326
Пример 18	2,03	8500	48	350	25	6,59153E-05
Пример 19	1,95	9500	47	350	25	7,22526E-05
Пример 20	1,84	5600	47	350	25	9,39714E-05

В табл. 4 приведены интенсивности теплопередачи, рассчитанные по рабочим характеристикам, приведенным в табл. 1, 2 и 3. Рассчитывают интенсивности теплопередачи защитного слоя, толсто пленочного покрытия и носителя по соотношениям (by ratio) для получения граничащих условий для материала, удовлетворяющих следующим уравнениям:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1} = a \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}, \quad \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = b \times \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}, \quad \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = c \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}; \quad \text{где } 200 \leq a \leq 10^4,$$

$$0 < b \leq 1000, \quad 0 < c \leq 5 \times 10^5.$$

Таблица 4

	Защитный слой	Толсто- плечное покрытие	Носитель	a	b	c	Удовлет- воряют неравен- ствам или нет
	Интенсив- ность тепло- передачи	Интенсив- ность тепло- выделения	Интенсив- ность тепло- передачи				
Пример 1	36822	14322000	132	278,95455	388,95226	108500	Да
Пример 2	73746	13977600	105,84	696,76871	189,53706	132063,49	Да
Пример 3	90138	13224000	88,14545455	1022,6052	146,70838	150024,75	Да
Пример 4	83622	9626400	142,8	585,58824	115,11803	67411,765	Да
Пример 5	90500	5882800	99,13793103	912,86957	65,003315	59339,548	Да
Пример 6	87356,66667	6758888,889	42,85714286	2038,3222	77,371186	157707,41	Да
Пример 7	154800,8	8134000	52,92	2925,1852	52,544948	153703,7	Да
Пример 8	150570	13224000	67,97777778	2214,9886	87,82626	194534,16	Да
Пример 9	189787,5	10220622,22	76,84090909	2469,8758	53,852979	133010,17	Да
Пример 10	167013	10657800	58,42105263	2858,7811	63,814194	182430,81	Да
Пример 11	157680	10608685,71	57,14285714	2759,4	67,279843	185652	Да
Пример 12	204891,4286	11595428,57	108,54	1887,7043	56,593039	106830,92	Да
Пример 13	159342,8571	18924000	74,05714286	2151,6204	118,76278	255532,41	Да
Пример 14	212457,1429	17940480	86,94	2443,7214	84,442819	206354,73	Да
Пример 15	290218,6667	21872640	74,94736842	3872,2996	75,366069	291840	Да
Пример 16	181000	16362500	49,33636364	3668,6936	90,400552	331651,93	Да
Пример 17	262570,6667	23703100	132,6	1980,1709	90,273222	178756,41	Да
Пример 18	223704	11336800	65,91529412	3393,8102	50,677681	171990,43	Да
Пример 19	318835,2	24576000	72,25263158	4412,7832	77,080573	340139,86	Да
Пример 20	314431	20112300	93,97142857	3346,0277	63,964113	214025,69	Да

Результаты, приведенные в табл. 4, показывают, что все толстые пленки, полученные в примерах 1-20, удовлетворяют неравенствам, и носитель, т.е. защитный слой, выполняет функцию генерирования тепла, и разница температур двух сторон составляет более 40°C для обеспечения выполнения функции генерирования тепла. При использовании продукта он будет снижать потери тепла, когда только защитный слой толсто-плечного элемента способен генерировать тепло, и его температура может быть повышена до более чем 100°C, что демонстрирует высокую эффективность тепловыделения толсто-плечного нагревательного элемента по настоящему изобретению.

В табл. 5-8 приведены рабочие характеристики толсто-плечных элементов в соответствии со сравнительными примерами 1-10 по настоящему изобретению. Все рабочие характеристики измерялись так же, как и в табл. 1-4, и конкретные данные приведены ниже.

Таблица 5

	Защитный слой					
	Коэффициент теплопроводности λ_1 (Вт/(м•К))	Толщина d_1 (мкм)	Температура поверхности T_1 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления защитного слоя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)	Интенсивность теплопередачи /10 ⁶
Сравнительный пример 1	7,21	80	42	350	25	0,02757825
Сравнительный пример 2	7,21	80	43	350	25	0,0292005
Сравнительный пример 3	7,22	100	92	350	25	0,0870732
Сравнительный пример 4	7,22	100	91	350	25	0,0810084
Сравнительный пример 5	7,18	200	46	350	25	0,0128163
Сравнительный пример 6	7,18	200	94	350	25	0,0644046
Сравнительный пример 7	7,15	500	45	350	25	0,007436
Сравнительный пример 8	7,22	500	100	350	25	0,058482
Сравнительный пример 9	7,22	600	42	350	25	0,0110466
Сравнительный пример 10	7,24	600	91	350	25	0,0430056

Таблица 6

	Толсто пленочное покрытие					
	Коэффициент теплопроводности λ_2 (Вт/(м•К))	Толщина d_2 (мкм)	Площадь A_2 (м ²)	Температура нагрева T_2 (°C)	Начальная температура T_0 (°C)	Интенсивность тепловыделения/10 ⁶
Сравнительный пример 1	382	22	0,018	48	25	7,188545455
Сравнительный пример 2	382	22	0,018	52	25	8,438727273
Сравнительный пример 3	382	25	0,018	98	25	20,07792
Сравнительный пример 4	382	25	0,017	96	25	18,44296
Сравнительный пример 5	382	30	0,017	48	25	4,978733333
Сравнительный пример 6	382	30	0,026	101	25	25,16106667
Сравнительный пример 7	382	32	0,026	49	25	7,449
Сравнительный пример 8	382	32	0,054	104	25	50,925375
Сравнительный пример 9	382	35	0,054	46	25	12,3768
Сравнительный пример 10	382	35	0,054	98	25	43,02411429

Таблица 7

	Носитель					
	Коэффициент теплопроводности λ_3 (Вт/(м·К))	Толщина d_3 (мм)	Температура поверхности T_3 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)	Интенсивность теплопередачи/10 ³
Сравнительный пример 1	7,18	2000	41	350	25	0,00103392
Сравнительный пример 2	7,18	2500	37	350	25	0,000620352
Сравнительный пример 3	7,18	3600	77	350	25	0,0018668
Сравнительный пример 4	7,21	1100	86	350	25	0,006797064
Сравнительный пример 5	7,21	1800	41	350	25	0,001089511
Сравнительный пример 6	7,21	2800	84	350	25	0,00395005
Сравнительный пример 7	7,19	3500	35	350	25	0,000534114
Сравнительный пример 8	7,19	3200	88	350	25	0,007643869
Сравнительный пример 9	7,19	3800	32,5	350	25	0,000766303
Сравнительный пример 10	7,2	100	91,5	350	25	0,258552

Таблица 8

	Защитный слой	Толстополеночное покрытие	Носитель	a	b	c	Удовлетворяют неравенствам или нет
	Интенсивность теплопередачи	Интенсивность тепловыделения	Интенсивность теплопередачи				
Сравнительный пример 1	27578,25	7188545,455	1033,92	26,673485	260,65996	6952,7095	Нет
Сравнительный пример 2	29200,5	8438727,273	620,352	47,070857	288,99256	13603,127	Нет
Сравнительный пример 3	87073,2	20077920	1866,8	46,643025	230,58668	10755,26	Нет
Сравнительный пример 4	81008,4	18442960	6797,063636	11,918146	227,66725	2713,3717	Нет
Сравнительный пример 5	12816,3	4978733,333	1089,511111	11,76335	388,46885	4569,6949	Нет
Сравнительный пример 6	64404,6	25161066,67	3950,05	16,304756	390,67189	6369,8097	Нет
Сравнительный пример 7	7436	7449000	534,1142857	13,922114	1001,7483	13946,453	Нет
Сравнительный пример 8	58482	50925375	7643,86875	7,6508378	870,78717	6662,2514	Нет
Сравнительный пример 9	11046,6	12376800	766,3026316	14,415454	1120,4171	16151,321	Нет
Сравнительный пример 10	43005,6	43024114,29	258552	0,1663325	1000,4305	166,40411	Нет

Толстополеночные элементы сравнительных примеров 1-10, приведенных в таблицах выше, не удовлетворяют требованиям к материалу по настоящему изобретению при выборе материала и структуры и не обеспечивают выполнение неравенств по настоящему изобретению. После подачи питания и начала вырабатывания тепла толстополеночными элементами сравнительных примеров 1-10 разница температур их обеих сторон не очень велика (is not quite different), и разница температур нагрева защитного слоя и носителя составляет менее 15°C. Толстополеночный элемент, изготовленный из выбранного материала, не соответствует требованиям к толстополеночному элементу с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность по настоящему изобретению, и не соответствует требованиям к продукту по настоящему изобретению, который бы демонстрировал (which illustrates) интенсивность теплопередачи по настоящему изобретению.

При использовании толстополеночного элемента по примерам 1-20 в зимней одежде сторона, передающая тепло защитного слоя, расположена ближе к человеческому телу, а носитель толстополеночного элемента расположен дальше от человеческого тела. При подаче питания на толстополеночный элемент он генерирует тепло, и тепло может вырабатывать только защитный слой. Толстополеночный элемент с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность, обладает следующими преимуществами: (1) только защитный слой передает тепло, и толстополеночный элемент требует использования носителя с низкими характеристиками, что позволяет обеспечить использование широкого спектра материалов в качестве подложки для нанесения толстой пленки; (2) защитный слой толстополеночного элемента должен быть очень тонким, что делает толстополеночный элемент гораздо меньшим по размерам, более аккуратным и более легким и создает более комфортные ощущения у пользователя при использовании толстополеночного устройства в одежде; (3) при использовании толстополеночного элемента в одежде только сторона, обращенная к человеческому телу, должна передавать тепло, а обратная сторона передавать тепло не должна, что позволяет избежать использования теплоизоляционного материала с задней стороны и уменьшить потери тепла. В то же время при использовании в одежде толстополеночных элементов по сравнительным примерам, теплопередающий эффект которых не очень сильно отличается для двух сторон, с защитным слоем с односторонней теплопередачей, это будет вызывать потери тепла и необходимость использования теплоизоляционного материала с задней стороны, что будет увеличивать стоимость и вес одежды и вызывать ощущение дискомфорта у пользователя.

В соответствии с раскрытием и приведенным выше описанием изобретения квалифицированные специалисты в области техники, к которой относится данное изобретение, смогут вносить изменения и модификации в вышеописанный вариант реализации, таким образом, объем настоящего изобретения не ограничен раскрытыми и описанными выше конкретными вариантами реализации, и все такие модификации и изменения настоящего изобретения не выходят за пределы объема настоящего изобретения, определяемого приложенной формулой изобретения. Кроме того, хотя в описании используются некоторые специфические термины, они приводятся в качестве пояснительного примера и не должны рассматриваться как ограничивающие каким-либо образом объем настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Толстополеночный нагревательный элемент с защитным слоем, имеющим высокую теплопроводность, включает носитель, толстополеночное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, что нанесен на упомянутое покрытие, причем толстополеночное покрытие представляет собой нагревательный материал, выполненный с возможностью нагрева путем электрического нагрева, причем носитель, толстополеночное покрытие и защитный слой выполнены с возможностью выбора материала из материалов, удовлетворяющих следующим неравенствам:

$$\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1} = a \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = b \times \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}, \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2} = c \times \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3};$$

$$200 \leq a \leq 10^4, 0 < b \leq 1000, 0 < c \leq 5 \times 10^5;$$

$T_2 < T_{\text{минимальной температуры плавления защитного слоя}};$

$T_2 < T_{\text{минимальной температуры плавления носителя}};$

$T_0 \leq 30^\circ\text{C};$

где величина $\lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{d_1}$ обозначает интенсивность теплопередачи защитного слоя;

величина $\lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{d_2}$ обозначает интенсивность тепловыделения толстополеночного покрытия;

величина $\lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{d_3}$ обозначает интенсивность теплопередачи носителя;

λ_1 обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя при температуре T_1 ;

λ_2 обозначает коэффициент теплопроводности толстополеночного покрытия при температуре T_2 ;

λ_3 обозначает коэффициент теплопроводности носителя при температуре T_3 ;

A обозначает площадь контакта толстополеночного покрытия и защитного слоя или носителя;

d_1 обозначает толщину защитного слоя;

d_2 обозначает толщину толсто пленочного покрытия;

d_3 обозначает толщину носителя;

T_0 обозначает начальную температуру толсто пленочного нагревательного элемента;

T_1 обозначает температуру поверхности защитного слоя;

T_2 обозначает температуру нагрева толсто пленочного покрытия;

T_3 обозначает температуру поверхности носителя;

$d_2 \leq 50$ мкм; $10 \text{ мкм} \leq d_1 \leq 10$ мм; $d_3 \geq 10$ мкм;

$T_{\text{минимальной температуры плавления носителя}} > 25^\circ\text{C}$;

$\lambda_1 \geq \lambda_3$;

причем носитель и толсто пленочное покрытие соединены методами печати или спекания, толсто пленочное покрытие и защитный слой соединены методами печати, спекания или вакуумной адсорбции.

2. Толсто пленочный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что коэффициент теплопроводности носителя $\lambda_3 \leq 3$ Вт/(м·К), коэффициент теплопроводности защитного слоя $\lambda_1 \geq 3$ Вт/(м·К); и $200 \leq a \leq 10^4$, $10 < b \leq 1000$, $10^4 \leq c \leq 5 \times 10^5$.

3. Толсто пленочный нагревательный элемент по п.2, отличающийся тем, что носитель и защитный слой в области без толсто пленочного покрытия соединены методами печати, нанесения покрытия, напыления или спекания или с помощью клея с низкой адгезионной прочностью (mucilage glue).

4. Толсто пленочный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что носитель включает полиимид, органический изолирующий материал, неорганический изолирующий материал, керамику, стеклокерамику, кварц, камень, ткань и волокно.

5. Толсто пленочный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что толсто пленочное покрытие представляет собой один или несколько материалов, выбранных из серебра, платины, палладия (Pd), оксида палладия, золота или редкоземельных материалов.

6. Толсто пленочный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что защитный слой получают из одного или нескольких материалов, выбранных из полиэфира, полиимида или полиэтиленимида (PEI), керамики, силикагеля, асбеста, материала микарекс, ткани или волокна.

7. Толсто пленочный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что площадь толсто пленочного покрытия меньше или равна площади защитного слоя или носителя.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2