

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037596**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.04.20

(51) Int. Cl. **H05B 3/18** (2006.01)

(21) Номер заявки
201790670

(22) Дата подачи заявки
2016.03.26

(54) **ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ С ВЫСОКОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ С ОБЕИХ СТОРОН**

(31) **201610013179.3**

(56) CN-Y-2204475

(32) **2016.01.06**

CN-A-1494815

(33) **CN**

US-A1-2004238525

(43) **2019.04.30**

WO-A8-2011047471

(86) **PCT/CN2016/077443**

(87) **WO 2017/117873 2017.07.13**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

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

(72) Изобретатель:
Хан Вейкон (CN)

(74) Представитель:
Рыбина Н.А. (RU)

(57) В изобретении раскрыт толсто пленочный элемент с высокой теплопроводностью с обеих сторон, который включает 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: $Q_2 \geq Q_3$; $Q_2 \geq Q_1$ и $Q_1 = a \cdot Q_3$, $Q_2 = b \cdot Q_3$, $Q_2 = c \cdot Q_3$; и $0,1 \leq a \leq 150$, $1 \leq b \leq 2500$, $100 \leq c \leq 10000$. Толсто пленочный элемент по настоящему изобретению имеет обе стороны с высокой теплопроводностью, с одинаковой интенсивностью тепловыделения с обеих сторон, тем самым улучшая эффективность теплопередачи продукта; он может быть использован в продуктах, требующих использования продуктов с высокой теплопроводностью с обеих сторон и в значительной степени удовлетворяет рыночный спрос на multifunctional нагревательные продукты.

B1**037596****037596****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к области толстых пленок и более конкретно к толстопленочно-му элементу с высокой теплопроводностью с обеих сторон.

Известный уровень техники

Толстопленочные нагревательные элементы относятся к нагревательным элементам, в которых на подложку наносится толстая пленка экзотермического материала, и которые вырабатывает тепло при подаче питания. Обычные методы нагрева включают использование греющих трубок с электроподогревом и нагрев с положительным температурным коэффициентом (ПТК) (сопротивления). Нагревательный элемент типа греющей трубки с электроподогревом использует металлическую трубку в качестве наружного корпуса и имеет распределенную по металлической трубке нагревательную ленту спиральной формы из никеля-хрома или железа-хрома, и свободное пространство, заполненное магнезитовым оксидным клинкером с прекрасной теплопроводностью и изолирующими свойствами, и оба конца герметизированы с помощью силикагеля; метод нагрева с ПТК использует керамику в качестве экзотермического материала. При использовании как греющих трубок с электроподогревом, так и нагрева с ПТК, проводится не прямой нагрев с низким тепловым КПД, а конструкция громоздкая и имеет большие размеры. Кроме того, принимая во внимание вопросы охраны окружающей среды, эти два вида нагревателей легко загрязняются и сложны в очистке после многократного нагрева. Кроме того, ПТК-нагреватели содержат опасные вещества, такие как свинец и т.д., и легко окисляются со снижением мощности и сокращением срока службы.

Заявка Китая CN 201210320614.9 раскрывает нагревательную трубу из алюминиевого сплава для нагрева с помощью толстой пленки, которая включает тело нагревательной трубы и толстопленочную нагревательную пластину; на боковой поверхности тела нагревательной трубы выполнен установочный паз, направленный радиально внутрь; толстопленочная нагревательная пластина вставляется в установочный паз; тело нагревательной трубы имеет сквозные отверстия по обе стороны от установочного паза, проходящие в продольном направлении по телу нагревательной трубы. Нагревательная труба из алюминиевого сплава имеет такое строение, чтобы толстопленочный нагревательный контур на толстопленочной монтажной плате наносится с помощью печати на керамическую подложку или подложку из другого изолирующего материала, кроме того, толстопленочная монтажная плата покрыта еще одним слоем изолирующего материала, таким образом поверхность толстопленочной монтажной платы в целом заизолирована.

Заявка Китая CN 201010110037.1 раскрывает толстопленочное нагревательное устройство с функцией защиты от сухого горения (dry burning protection function), содержащее толстопленочный нагреватель для электрического нагрева, приспособление для электрического подключения, установленное на толстопленочном нагревателе для обеспечения соединения толстопленочного нагревателя с внешними компонентами, и защитное устройство против сухого горения, установленное на толстопленочном нагревателе; приспособление для электрического подключения и защитное устройство против сухого горения образуют цельные компоненты (whole components), и защитное устройство против сухого горения содержит по меньшей мере одно электрическое защитное устройство против сухого горения, электрически связанное с цепью управления, и одно механическое защитное устройство против сухого горения. Хотя нагревательные элементы постепенно стали применяться в области бытовых электроприборов, нагревательные тела толстопленочных элементов, упомянутых выше, прикреплены к электроприборам, и в настоящее время имеется незначительное количество независимых компонентов. На данный момент существует небольшое число толстопленочных элементов с высокой теплопроводностью с обеих сторон, используемых в быту и в производственной сфере и реализующих функцию двухстороннего равномерного нагрева.

Сущность изобретения

Для решения вышеупомянутых проблем, настоящее изобретение предлагает толстопленочный элемент с высокой теплопроводностью с обеих сторон, 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 методами печати и спекания на носителе, 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 с высокой теплопроводностью с обеих сторон по настоящему изобретению включает носитель, толстопленочное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, нанесенный на покрытие; толстопленочное покрытие представляет собой нагревательный материал, и нагрев осуществляется путем элек-

трического нагрева, причем носитель, толсто пленочное покрытие и защитный слой выбирают из материалов, удовлетворяющих следующим неравенствам: $Q_2 \geq Q_3$, $Q_2 \geq Q_1$ и $Q_1 = a \times Q_3$, $Q_2 = b \times Q_1$, $Q_2 = c \times Q_3$; и $0,1 \leq a \leq 150$, $1 \leq b \leq 2500$, $100 \leq c \leq 10000$;

где Q_1 рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{b_1};$$

Q_2 рассчитывается по формуле:

$$Q_2 = \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{b_2};$$

Q_3 рассчитывается по формуле:

$$Q_3 = \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{b_3};$$

$T_2 < T_{\text{Минимальной точки плавления защитного слоя}}$; $T_2 < T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}}$; $T_0 \leq 25^\circ\text{C}$;

где Q_1 обозначает интенсивность теплопередачи защитного слоя;

Q_2 обозначает интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия;

Q_3 обозначает интенсивность теплопередачи носителя;

λ_1 обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя;

λ_2 обозначает коэффициент теплопроводности толсто пленочного покрытия;

λ_3 обозначает коэффициент теплопроводности носителя;

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

b_1 обозначает толщину защитного слоя;

b_2 обозначает толщину толсто пленочного покрытия;

b_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;

$b_2 \leq 50$ мкм;

$b_3 \geq b_1$, $b_1 \leq 1$ мм, $b_3 \geq 1$ мм;

$T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}} > 25^\circ\text{C}$.

Защитный слой представляет собой покрытие из диэлектрического слоя, нанесенное на толсто пленочное покрытие с помощью печати или спекания, и площадь защитного слоя больше площади толсто пленочного покрытия.

Носитель представляет собой диэлектрический слой, несущий толсто пленочное покрытие, толсто пленочное покрытие наносят на носитель с помощью печати или спекания.

Коэффициент теплопроводности относится к теплопередаче материала толщиной один метр, 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) ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), и кельвины могут быть заменены на $^\circ\text{C}$).

Защитный слой, толсто пленочное покрытие и носитель плотно прилегают друг к другу на участках толсто пленочных нагревательных элементов, подвергаемых электрическому нагреву, и оба конца 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; интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия можно рассчитать как $Q_2 = \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{b_2}$ 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 обе стороны толсто пленочного элемента имеют высокую теплопроводность, причем интенсивность тепловыделения защитного слоя, толсто пленочного покрытия и носителя должны удовлетворять следующим требованиям:

(1) интенсивности теплопередачи защитного слоя и толсто пленочного покрытия должны соответствовать следующей формуле: $Q_1 = a \times Q_3$, где $0,1 \leq a \leq 150$; для толсто пленочных элементов, удовлетворяющих вышеуказанному неравенству, защитный слой и носитель толсто пленочного нагревательного элемента обладают равномерной греющей способностью, что позволяет избежать чрезмерно быстрого повышения температуры с одной стороны толсто пленочного элемента и чрезмерно медленного повышения температуры с другой его стороны и не допустить неравномерного нагрева с обеих сторон, что не даст возможности обеспечить достижение технического эффекта настоящего изобретения;

(2) интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия и интенсивность теплопередачи защитного слоя должны соответствовать следующей формуле: $Q_2 \geq Q_1$ и $Q_2 = b \cdot Q_1$, где $1 \leq b \leq 2500$; если интенсивность тепловыделения толсто пленочного покрытия намного выше, чем защитного слоя, то расчетное непрерывно вырабатываемое (continually calculated) тепло толсто пленочного покрытия не может

быть отведено, так что температура толстополеночного покрытия будет продолжать возрастать, и когда она поднимется выше минимальной точки плавления защитного слоя, защитный слой начинает плавиться или даже гореть, что разрушает структуру защитного слоя или носителя, тем самым приводя к разрушению толстополеночных нагревательных элементов;

(3) интенсивность тепловыделения толстополеночного покрытия и интенсивность теплопередачи носителя должны соответствовать следующей формуле: $Q_2 \geq Q_3$ и $Q_2 = c \cdot Q_3$, $100 \leq c \leq 10000$, если интенсивность тепловыделения толстополеночного покрытия значительно выше интенсивности теплопередачи носителя, то расчетное непрерывно вырабатываемое тепло толстополеночного покрытия не может быть отведено, так что температура толстополеночного покрытия будет продолжать возрастать, и когда она поднимется выше минимальной точки плавления защитного слоя, защитный слой начинает плавиться или даже гореть, что разрушает структуру защитного слоя или носителя, тем самым приводя к разрушению толстополеночных нагревательных элементов;

(4) температура нагрева толстополеночного 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 толстополеночные нагревательные элементы.

Когда вышеупомянутые требования выполняются, интенсивность теплопередачи защитного слоя и носителя определяется свойствами материала и толстополеночного нагревательного элемента. Формула для расчета интенсивности теплопередачи защитного слоя имеет вид

$$Q_1 = \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{b_1}$$

где λ обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя, измеряемый в Вт/(м·К), который определяется свойствами материала полученного защитного слоя; b_1 обозначает толщину защитного слоя, которая определяется технологией изготовления и требованиям к толстополеночным нагревательным элементам; T_1 обозначает температуру поверхности защитного слоя, которая определяется свойствами толстополеночных нагревательных элементов. Для расчета интенсивности теплопередачи носителя используется формула

$$Q_3 = \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{b_3}$$

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 требованиям к толстополеночным нагревательным элементам;

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

Предпочтительно носитель и толстополеночное покрытие соединены с помощью печати или спекания, толстополеночное покрытие и защитный слой соединены с помощью печати или спекания.

Предпочтительно носитель и защитный слой в области, не имеющей толстополеночного покрытия, соединены методами печати или спекания.

Предпочтительно носитель включает полиимид, органический изолирующий материал, неорганический изолирующий материал, керамику, стеклокерамику, кварц, кристаллический материал (crystal) и камень.

Предпочтительно толстополеночное покрытие представляет собой один или несколько материалов, выбранных 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).

Предпочтительно площадь толстополеночного покрытия меньше или равна площади защитного слоя или носителя.

Настоящее изобретение также предлагает использование толстополеночных элементов, которые используются в продуктах с двухсторонним нагревом.

Настоящее изобретение обеспечивает следующие положительные результаты:

(1) Толстополеночный элемент, раскрытый в настоящем изобретении, имеет обе стороны с высокой теплопроводностью с одинаковой интенсивностью тепловыделения с обеих сторон, что повышает эффективность теплопередачи продукта;

(2) Трехслойная структура толстополеночного элемента, раскрытого в настоящем изобретении, может быть связана напрямую с помощью печати или спекания, и толстополеночное покрытие будет нагревать защитный слой непосредственно, улучшая тем самым эффективность теплопроводности; кроме того, защитный слой по настоящему изобретению наносится на толстополеночное покрытие, что позволяет избежать проблемы утечки тока при подаче питания на толстополеночное покрытие и улучшить характеристики безопасности;

(3) Толстополеночный элемент по настоящему изобретению может быть использован в продуктах, требующих изделий с высокой теплопроводностью с обеих сторон, что в значительной степени удовлетворяет рыночный спрос на многофункциональные нагревательные продукты;

(4) Толстополеночный нагревательный элемент по настоящему изобретению генерирует тепло с помощью толстополеночного покрытия. Толщина толстополеночного покрытия находится в микронном диапазоне значений (under the scope of micron level), поэтому оно будет вырабатывать тепло равномерно после подачи электропитания и толстополеночный элемент имеет большой срок 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 толстополеночный элемент с высокой теплопроводностью с обеих сторон по настоящему изобретению, содержащий носитель, толстополеночное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, нанесенный на покрытие; толстополеночное покрытие представляет собой нагревательный материал, и нагрев осуществляется путем электрического нагрева, причем носитель, толстополеночное покрытие и защитный слой выбирают из материалов, удовлетворяющих следующим неравенствам: $Q_2 \geq Q_3$, $Q_2 \geq Q_1$ и $Q_1 = a \cdot Q_3$, $Q_2 = b \cdot Q_1$, $Q_2 = c \cdot Q_3$;

и $0,1 \leq a \leq 150$, $1 \leq b \leq 2500$, $100 \leq c \leq 10000$;

где Q_1 рассчитывается по формуле

$$Q_1 = \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{b_1};$$

Q_2 рассчитывается по формуле

$$Q_2 = \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{b_2};$$

Q_3 рассчитывается по формуле

$$Q_3 = \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{b_3};$$

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

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

$T_0 \leq 25^\circ\text{C};$

b_2 обозначает толщину толстополеночного покрытия, $b_2 \leq 50$ мкм;

b_1 обозначает толщину защитного слоя;

b_3 обозначает толщину носителя,

$b_3 \geq b_1$, $b_1 \leq 1$ мм, $b_3 \geq 1$ мм;

$T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}} > 25^\circ\text{C}.$

В следующих вариантах реализации представлены 20 толстополеночных элементов, изготовленных заявителем, и все полученные материалы защитного слоя, толстополеночного покрытия и носителя 20 перечисленных толстополеночных элементов удовлетворяют вышеуказанным неравенствам, конкретный (concrete) способ получения и рецептура описаны далее.

Пример.

Выбирают серебряную пасту с коэффициентом теплопроводности λ_2 для получения толстополеночного 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 толстополеночного покрытия равна A_2 , толщина составляет b_2 ; площадь защитного слоя равна A_1 , толщина составляет b_1 ; площадь носителя равна A_3 , толщина составляет b_3 .

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

$$Q_1 = \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{b_1};$$

$$Q_2 = \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{b_2}, \quad Q_3 = \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{b_3}.$$

В табл. 1-4 описаны 20 толстополеночных 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 нагревания.

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

Таблица 1

	Защитный слой				
	Коэффициент теплопроводности λ_1 (Вт/(м•К))	Толщина b_1 (мкм)	Температура поверхности T_1 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления защитного слоя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)
Пример 1	7,2	25	113	350	25
Пример 2	7,2	25	55	350	25
Пример 3	7,2	25	102	350	25
Пример 4	7,2	50	53	350	25
Пример 5	7,2	50	97	350	25
Пример 6	7,2	75	51	350	25
Пример 7	7,2	75	94	350	25
Пример 8	7,2	75	47	350	25
Пример 9	7,2	100	93	350	25
Пример 10	7,2	100	44	350	25
Пример 11	7,2	200	48	350	25
Пример 12	7,2	200	93	350	25
Пример 13	7,2	300	91	350	25
Пример 14	7,2	300	44	350	25
Пример 15	7,2	400	96	350	25
Пример 16	7,2	400	44	350	25
Пример 17	7,2	500	101	350	25
Пример 18	7,2	500	47	350	25
Пример 19	7,2	600	92	350	25
Пример 20	7,2	600	30	350	25

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 b_2 (мкм)	Площадь A_2 (м ²)	Температура нагрева T_2 (°C)	Начальная температура T_0 (°C)
Пример 1	382	50	0,016	116	25
Пример 2	382	50	0,056	56	25
Пример 3	382	40	0,016	103	25
Пример 4	382	40	0,056	54	25
Пример 5	382	30	0,016	98	25
Пример 6	382	30	0,056	52	25
Пример 7	382	30	0,016	95	25
Пример 8	382	25	0,056	51	25
Пример 9	382	25	0,016	97	25
Пример 10	382	25	0,056	46	25
Пример 11	382	30	0,016	49	25
Пример 12	382	30	0,056	95	25
Пример 13	382	20	0,016	95	25
Пример 14	382	20	0,056	45	25
Пример 15	382	30	0,016	99	25
Пример 16	382	30	0,056	46	25
Пример 17	382	35	0,016	103	25
Пример 18	382	35	0,056	49	25
Пример 19	382	25	0,016	94	25
Пример 20	382	25	0,056	36	25

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 b_3 (мкм)	Температура поверхности T_3 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)
Пример 1	7,2	1	105	350	25
Пример 2	7,2	2	42	350	25
Пример 3	7,2	3	87	350	25
Пример 4	7,2	1	43	350	25
Пример 5	7,2	2	86	350	25
Пример 6	7,2	1	40	350	25
Пример 7	7,2	2	84	350	25
Пример 8	7,2	3	38	350	25
Пример 9	7,2	1	87	350	25
Пример 10	7,2	2	40	350	25
Пример 11	7,2	3	38	350	25
Пример 12	7,2	4	78	350	25
Пример 13	7,2	1	85	350	25
Пример 14	7,2	2	39	350	25
Пример 15	7,2	3	85	350	25
Пример 16	7,2	4	34	350	25
Пример 17	7,2	3	87	350	25
Пример 18	7,2	4	31	350	25
Пример 19	7,2	1	91	350	25
Пример 20	7,2	2	36	350	25

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

$$Q_2 \geq Q_3; Q_2 \geq Q_1 \text{ и } Q_1 = a \cdot Q_3, Q_2 = b \cdot Q_1, Q_2 = c \cdot Q_3; \text{ где } 0,1 \leq a \leq 150, 1 \leq b \leq 2500, 100 \leq c \leq 10000.$$

Таблица 4

	Защитный слой	Толсто пленочное покрытие	Носитель	Q_2/Q_1	Q_2/Q_3	Q_1/Q_3	Удовлетворяют неравенствам или нет
	Интенсивность теплопередачи Q_1	Интенсивность тепловыделения Q_2	Интенсивность теплопередачи Q_3				
Пример 1	419328	11123840	10483,2	26,5278	1061	40	Да
Пример 2	467712	13263040	5846,4	28,3573	2269	80	Да
Пример 3	359424	11918400	2995,2	33,1597	3979	120	Да
Пример 4	217728	16044000	10886,4	73,6883	1474	20	Да
Пример 5	163584	14872533	4089,6	90,9168	3637	40	Да
Пример 6	145152	19252800	10886,4	132,639	1769	13,333	Да
Пример 7	107520	1421333,3	4032	13,2192	352,5	26,667	Да
Пример 8	96768	22247680	2419,2	229,907	9196	40	Да
Пример 9	82944	17602560	8294,4	212,222	2122	10	Да
Пример 10	84672	17969280	4233,6	212,222	4244	20	Да
Пример 11	13824	4889600	921,6	353,704	5306	15	Да
Пример 12	141120	49914667	7056	353,704	7074	20	Да
Пример 13	26880	21392000	8064	795,833	2653	3,3333	Да
Пример 14	26880	21392000	4032	795,833	5306	6,6667	Да
Пример 15	21312	15076267	2841,6	707,407	5306	7,5	Да
Пример 16	17136	14974400	1713,6	873,856	8739	10	Да
Пример 17	17971,2	13621029	2995,2	757,937	4548	6	Да
Пример 18	19353,6	14668800	2419,2	757,937	6063	8	Да
Пример 19	13248	16869120	7948,8	1273,33	2122	1,6667	Да
Пример 20	4032	9412480	4435,2	2334,44	2122	0,9091	Да

Результаты, приведенные в табл. 4, показывают, что все толстые пленки, полученные в примерах 1-20, удовлетворяют неравенствам, и обе стороны толстой пленки генерируют тепло равномерно, разница температур для двух сторон составляет менее 16°C. Толсто пленочный нагревательный элемент может разогреться до температуры выше 100°C за 2 мин после подачи электропитания, что показывает, что толсто пленочный нагревательный элемент по настоящему изобретению имеет высокую эффективность тепловыделения.

В табл. 5-8 приведены рабочие характеристики толсто пленочных элементов, перечисленных в сравнительных примерах 1-3 по настоящему изобретению. Все рабочие характеристики определяли так же, как в табл 1-4, и полученные данные приведены ниже.

Таблица 5

	Защитный слой				
	Коэффициент теплопроводности λ_1 (Вт/(м•К))	Толщина b_1 (мкм)	Температура поверхности T_1 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления защитного слоя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)
Сравнительный пример 1	7,2	25	102	350	25
Сравнительный пример 2	7,2	50	97	350	25
Сравнительный пример 3	7,2	75	94	350	25

Таблица 6

	Толсто пленочное покрытие				
	Коэффициент теплопроводности λ_2 (Вт/(м·К))	Толщина b_2 (мкм)	Площадь A_2 (м ²)	Температура нагрева T_2 (°C)	Начальная температура T_0 (°C)
Сравнительный пример 1	382	40	0,016	103	25
Сравнительный пример 2	382	30	0,016	96	25
Сравнительный пример 3	382	30	0,016	95	25

Таблица 7

	Носитель				
	Коэффициент теплопроводности λ_3 (Вт/(м·К))	Толщина b_3 (мкм)	Температура поверхности T_3 (°C)	$T_{\text{Минимальной точки плавления носителя}}$ (°C)	Начальная температура T_0 (°C)
Сравнительный пример 1	7,2	3	56	350	25
Сравнительный пример 2	2,7	2	55	350	25
Сравнительный пример 3	3,5	2	48	350	25

Таблица 8

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_2/Q_1	Q_2/Q_3	Q_1/Q_3	Удовлетворяют неравенствам или нет
Сравнительный пример 1	359424	11918400	1190,4	33,1	10012,09	301	Нет
Сравнительный пример 2	163584	14872533	648	90,9	22951,44	252	Нет
Сравнительный пример 3	107520	1421333,3	644	13	2207,03	166	Нет

Толсто пленочные элементы по сравнительным примерам 1-3, представленные в вышеуказанных таблицах, не удовлетворяют требованиям к материалу по настоящему изобретению при выборе материала и конструкции и не удовлетворяют неравенствам по настоящему изобретению. После подачи питания обе стороны толстой пленки не могут вырабатывать тепло равномерно, поэтому разница температур с двух сторон составляет более 40°C. Это является результатом чрезмерно быстрого повышения температуры защитного слоя и чрезмерно медленного повышения температуры носителя, что не соответствует требованиям к толсто пленочному элементу с высокой теплопроводностью с обеих сторон по настоящему изобретению, и не соответствует требованиям к продукту по настоящему изобретению, который демонстрирует интенсивность теплопередачи по настоящему изобретению. В соответствии с раскрытием сущности и идеи вышеуказанного описания изобретения квалифицированные специалисты в данной области техники по настоящему изобретению смогут внести 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 используются в качестве пояснительного примера и не должны рассматриваться как ограничивающие каким-либо образом объем настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Толсто пленочный нагревательный элемент с высокой теплопроводностью с обеих сторон, включающий носитель, толсто пленочное покрытие, нанесенное на носитель, и защитный слой, нанесенный на упомянутое покрытие, причем толсто пленочное покрытие представляет собой нагревательный материал, выполненный с возможностью нагрева путем электрического нагрева, причем носитель, толсто пленочное покрытие и защитный слой выполнены из материалов, удовлетворяющих следующим неравенствам:

$Q_2 \geq Q_3$, $Q_2 \geq Q_1$ и
 $Q_1 = a \cdot Q_3$, $Q_2 = b \cdot Q_1$, $Q_2 = c \cdot Q_3$; и
 $0,1 \leq a \leq 150$, $1 \leq b \leq 2500$, $100 \leq c \leq 10000$;
 где Q_1 рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \lambda_1 A \frac{T_1 - T_0}{b_1}$$

Q_2 рассчитывается по формуле

$$Q_2 = \lambda_2 A \frac{T_2 - T_0}{b_2}$$

Q_3 рассчитывается по формуле

$$Q_3 = \lambda_3 A \frac{T_3 - T_0}{b_3}$$

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

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

$T_0 \leq 25^\circ\text{C}$;

где Q_1 обозначает интенсивность теплопередачи защитного слоя;

Q_2 обозначает интенсивность теплопередачи толстополеночного покрытия;

Q_3 обозначает интенсивность теплопередачи носителя;

λ_1 обозначает коэффициент теплопроводности защитного слоя;

λ_2 обозначает коэффициент теплопроводности толстополеночного покрытия;

λ_3 обозначает коэффициент теплопроводности носителя;

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

b_1 обозначает толщину защитного слоя;

b_2 обозначает толщину толстополеночного покрытия;

b_3 обозначает толщину носителя;

T_0 обозначает начальную температуру толстополеночного нагревательного элемента;

T_1 обозначает температуру поверхности защитного слоя;

T_2 обозначает температуру нагрева толстополеночного покрытия;

T_3 обозначает температуру поверхности носителя;

$b_2 \leq 50$ мкм;

$b_3 \geq b_1$, $b_1 \leq 1$ мм, $b_3 \geq 1$ мм;

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

причем носитель и толстополеночное покрытие соединены с помощью печати или спекания, толстополеночное покрытие и защитный слой соединены с помощью печати или спекания.

2. Толстополеночный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что носитель и защитный слой в области без толстополеночного покрытия соединены с помощью печати или спекания.

3. Толстополеночный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что носитель включает полиимид, органический изолирующий материал, неорганический изолирующий материал, керамику, стеклокерамику, кварц, кристаллический материал (crystal) и камень.

4. Толстополеночный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что толстополеночное покрытие представляет собой один или несколько материалов, выбранных из серебра, платины, палладия (Pd), оксида палладия, золота или редкоземельных материалов.

5. Толстополеночный 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 (micarex).

6. Толстополеночный нагревательный элемент по п.1, отличающийся тем, что площадь толстополеночного покрытия меньше или равна площади защитного слоя или носителя.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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