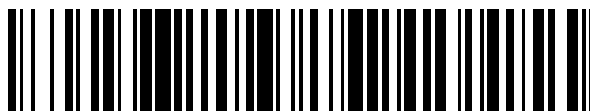


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 698 073**

51 Int. Cl.:

H05B 3/10 (2006.01)

C08L 71/10 (2006.01)

C08L 79/08 (2006.01)

C09D 5/25 (2006.01)

H05B 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2009** **PCT/CA2009/000525**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.10.2009** **WO09129615**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2009** **E 09735779 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018** **EP 2279648**

54 Título: **Elemento calefactor de película gruesa, aislada, termoplástica a altas temperaturas**

30 Prioridad:

22.04.2008 US 71336

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

30.01.2019

73 Titular/es:

DATEC COATING CORPORATION (100.0%)
130 Matheson Blvd. East, No. 2
Mississauga, ON L4Z 1Y6, CA

72 Inventor/es:

OLDING, TIMOTHY RUSSELL y
RUGGIERO, MARY ANN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 698 073 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Elemento calefactor de película gruesa, aislada, termoplástica a altas temperaturas

Referencia cruzada a solicitudes de EE.UU. relacionadas

- 5 Esta solicitud de patente se relaciona con, y reivindica el beneficio prioritario de, la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos, número de serie 61071,336 registrada el 22 de abril de 2008, en inglés, titulada THICK FILM HIGH TEMPERATURE THERMOPLASTIC INSULATED METAL BASED HEATING ELEMENT (ELEMENTO CALEFACTOR DE PELÍCULA GRUESA AISLADA TERMOPLÁSTICA A ALTAS TEMPERATURAS, BASADO EN METALES).

Campo de la invención

- 10 La presente invención se refiere a un elemento calefactor de película gruesa, resistiva, aislada, termoplástica a altas temperaturas, adecuado para sustratos que tienen un bajo punto de fusión y/o un alto coeficiente de expansión térmica (CTE) y a un método para producir el mismo usando métodos de síntesis de recubrimientos de materiales compuestos.

Antecedentes de la invención

- 15 Los elementos calefactores de película gruesa han sido buscados durante mucho tiempo debido a su capacidad para proporcionar diseños versátiles, altas densidades de energía, calor uniforme y calentamiento y enfriamiento rápidos. Estos tipos de diseños de elementos son muy eficientes para el calentamiento directo, ya sea colocando el elemento de película gruesa en contacto con el componente que se está calentando o cuando se requiere que irradian calor al entorno.

- 20 Se aplica una tensión a la película gruesa resistiva a través de pistas conductoras o directamente a la película gruesa resistiva. Este es un diseño de elemento deseable, ya que es de perfil bajo y ligero, proporciona un rápido calentamiento y enfriamiento, proporciona un calor muy uniforme y proporciona energía a bajas temperaturas, lo que da como resultado un funcionamiento más seguro del elemento calefactor.

- 25 Los sustratos metálicos, tales como el aluminio y las aleaciones de aluminio y las calidades austeníticas de acero inoxidable, tal como el acero inoxidable de la serie 300 (300SS), son deseables para esta aplicación debido a sus excelentes características de rendimiento térmico. El aluminio y las aleaciones de aluminio son particularmente deseables para esta aplicación porque tienen una transferencia térmica de 10 a 20 veces mayor que la del acero inoxidable, lo que hace que los calentadores de película gruesa sobre estos sustratos sean de acción térmica rápida y tengan una baja densidad para un elemento calefactor muy ligero y eficiente.

- 30 La técnica anterior muestra una capa aislante (esmalte de vidrio) aplicada al sustrato para aislar eléctricamente del sustrato la película gruesa resistiva. Los productos a base de vidrio producidos por compañías tales como DuPont, Ferro y Electro-Science Laboratories, Inc. (ESL) utilizan una combinación de aglomerante de vidrio fluido en estado fundido y componentes aislantes como cargas. Varias combinaciones de óxidos metálicos en la frita de vidrio de película gruesa disminuyen la temperatura de fusión del vidrio para que fluya y produzca una matriz de vidrio continua, que contiene el material carga, a temperaturas de horneado adecuadas.

- 35 Las fritas de vidrio de película gruesa típicas están diseñadas para ser horneadas a temperaturas superiores a 800°C y se usan típicamente sobre sustratos hechos de aceros inoxidables ferríticos, como el acero inoxidable de la serie 400 (400SS). Sin embargo, es difícil producir capas aislantes eléctricamente viables sobre sustratos metálicos a temperaturas más bajas, tales como el aluminio y las aleaciones de aluminio, que tienen una temperatura de fusión baja (menos que 660°C) u otros sustratos que tienen un coeficiente de expansión térmica relativamente alto (22-26 ppm/K). Las capas aislantes a base de esmaltes que se usan comúnmente para sustratos de aceros inoxidables ferríticos no se pueden usar para sustratos de aluminio o de aleaciones de aluminio o sustratos de aceros inoxidables austeníticos, ya que los coeficientes de expansión térmica no coincidentes dan como resultado el agrietamiento de la capa eléctricamente aislante durante el procesamiento inicial o bajo el ciclo térmico del calentador. Además, estos recubrimientos de esmalte deben aplicarse a temperaturas típicamente superiores a 600°C, la cual está muy cerca de la temperatura de fusión de los sustratos de aluminio o de aleaciones de aluminio para producir una capa estable eléctricamente aislante.

- 40 Se pueden lograr temperaturas de fusión por debajo de 600°C, pero tienen varias limitaciones. Muchos de estos aislantes tienen plomo o Cd en las fritas de película gruesa. Sin embargo, las formulaciones de película gruesa utilizadas para producir este elemento deben estar exentas de plomo para cumplir con la Directiva RoHS adoptada por Europa en 2006. Además, estos aislantes no tienen la resistencia dieléctrica requerida para cumplir con las normas de seguridad reglamentarias.

- 45 Se pueden lograr temperaturas de fusión por debajo de 600°C, pero tienen varias limitaciones. Muchos de estos aislantes tienen plomo o Cd en las fritas de película gruesa. Sin embargo, las formulaciones de película gruesa utilizadas para producir este elemento deben estar exentas de plomo para cumplir con la Directiva RoHS adoptada por Europa en 2006. Además, estos aislantes no tienen la resistencia dieléctrica requerida para cumplir con las normas de seguridad reglamentarias.
- 50 Para formar una capa eléctricamente aislante sobre materiales sustrato a baja temperatura se pueden usar formulaciones de polímeros de bajo o ningún flujo en estado fundido, tal como como la poliimida. Sin embargo, estas formulaciones de polímeros tienen: (1) una limitación de baja temperatura, (2) no son capaces de transferir el amplio

intervalo de densidades de energía requeridas para aplicaciones de elementos calefactores industriales y de consumo al calentamiento del sustrato, (3) no proporcionan el rendimiento requerido de aislamiento eléctrico, (4) no pueden soportar las condiciones de procesamiento de las películas gruesas resistivas, o (5) comprometen la integridad de la película gruesa resistiva depositada.

- 5 Los problemas anteriores con los materiales aislantes tradicionales requieren una solución de materiales únicos para sustratos que tienen un bajo punto de fusión o un alto coeficiente de expansión térmica (CTE). El documento US 2002/155303 A1 describe un dispositivo que incluye un recubrimiento eléctricamente aislante que consta de dos capas separadas. La primera capa está hecha de una poliimida que se rellena con una carga aislante y la segunda capa se obtiene por medio de un procedimiento sol-gel mezclando un organosilano con agua.

10 Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar un elemento calefactor de película gruesa integrado sobre un sustrato que pueda procesarse por debajo de 600°C para que pueda usarse con aluminio, aleaciones de aluminio, materiales sustrato de baja temperatura y/o alto CTE, tenga propiedades de aislamiento eléctrico adecuadas en ciclos de temperatura de aproximadamente 250°C (o mayor) y sea capaz de operar en un amplio intervalo de densidades de energía para aplicaciones de elementos calefactores industriales y de consumo.

15 Para ello, en la presente memoria se describen polímeros termoplásticos, fluidos en estado fundido a alta temperatura, mezclados con una carga en partículas, junto con formulaciones de una película gruesa exenta de plomo eléctricamente resistiva y una pista de un electrodo conductor, que pueden depositarse y hornearse para formar un elemento calefactor integrado de película gruesa que puede procesarse a temperaturas inferiores a 600°C. Este elemento calefactor de película gruesa es capaz de operar en un amplio intervalo de densidades de energía para aplicaciones de elementos calefactores industriales y de consumo, con propiedades de aislamiento eléctrico adecuadas en ciclos de temperatura de aproximadamente 250°C, lo que lo hace muy útil para la integración en una amplia gama de productos comercialmente útiles.

25 En particular, la presente invención proporciona un elemento calefactor de película gruesa que comprende un sustrato, una capa dieléctrica aislada eléctricamente que comprende un material compuesto tipo polímero termoplástico fluido en estado fundido a alta temperatura/carga, una película gruesa exenta de plomo eléctricamente resistiva que se puede producir mediante la tecnología sol-gel para fabricar materiales compuestos. Opcionalmente, una película gruesa conductora que se usa para hacer la conexión eléctrica al elemento resistivo y, opcionalmente, una capa superior que se usa para proporcionar un aislamiento eléctrico adicional y/o protección contra la humedad y la oxidación. Este elemento calefactor proporciona calentamiento y enfriamiento rápidos y eficientes, puede diseñarse para proporcionar una distribución uniforme de la temperatura y suministra energía a temperaturas de funcionamiento más bajas, lo que resulta en una mayor seguridad del elemento.

35 El elemento calefactor de película gruesa es rentable y puede proporcionar una solución competitiva en una amplia gama de aplicaciones. Estas incluyen, pero no se limitan a, calentadores espaciales, calentadores de habitaciones, calentadores de dispositivos, descongeladores de refrigeradores, señalización con calefacción, calentadores de alimentos y bebidas y calentadores de aceite, sólo por mencionar unas pocas.

40 En vista del hecho de que una gran cantidad de aplicaciones comerciales utilizan aluminio o aleaciones de aluminio, las formulaciones conductoras y resistivas para obtener materiales compuestos por sol-gel, empleadas en ciertas realizaciones de esta invención, se han seleccionado de modo que puedan procesarse sobre los sustratos a temperaturas inferiores a 600°C. Además, estos materiales no requieren la adición de plomo o cualquier otro material peligroso para procesar el elemento calefactor, de acuerdo con la Directiva RoHS adoptada por Europa en 2006.

45 Un recubrimiento dieléctrico que comprende una capa eléctricamente aislante de material compuesto polímero termoplástico a alta temperatura/carga se deposita sobre el sustrato y se procesa a una temperatura inferior a 600°C para formar el sustrato recubierto con la capa dieléctrica. El polvo de polímero termoplástico se rellena con un material particulado exento de plomo que no presenta un flujo significativo en estado fundido hasta la temperatura de procesamiento del polímero (que no debe exceder aproximadamente 600°C cuando se usan sustratos basados en aluminio). La carga incorporada en la capa termoplástica proporciona un mejor coeficiente de expansión térmica que se ajusta entre la capa termoplástica a alta temperatura y la película gruesa exenta de plomo eléctricamente resistiva depositada adicionalmente y la o las pistas de electrodos eléctricamente conductores.

50 El material carga integrado en la capa termoplástica aumenta la conductividad térmica de la capa resultante de material compuesto polímero termoplástico/carga para producir una mejor transferencia de calor al sustrato y evita la generación de "puntos calientes", y proporciona una capa de unión para que la película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo y la pista del electrodo eléctricamente conductora no se hundan fiable y consistentemente en la capa aislante de material compuesto polímero termoplástico/carga cuando cualquiera de las películas gruesas resistivas exentas de plomo depositadas adicionalmente o de las pistas de electrodos eléctricamente conductoras se procesan a una temperatura cercana o superior a la temperatura de fusión del polímero termoplástico a alta temperatura, para evitar comprometer la integridad del aislamiento eléctrico.

A continuación, se deposita sobre el sustrato recubierto una película gruesa resistiva de material compuesto mediante tecnología sol-gel y se procesa para formar un elemento calefactor de película gruesa. Los constituyentes del sol-gel se seleccionan de modo que puedan procesarse por debajo de 600°C en el caso de que el sustrato sea aluminio, aleaciones de aluminio o similares. La tensión se puede aplicar directamente a esta resistencia o a través de una pista conductora que se conecta a la película gruesa resistiva y también se deposita sobre el sustrato aislado recubierto con una capa dieléctrica a una temperatura inferior a 600°C. Si es necesario, se puede depositar una capa superior sobre la capa calefactora eléctricamente resistiva para proporcionar al elemento calefactor integrado protección contra la oxidación, resistencia a la humedad y aislamiento eléctrico.

Por lo tanto, en un aspecto de la invención se proporciona un elemento calefactor de película gruesa exenta de plomo sobre un sustrato, que comprende:

Un recubrimiento dieléctrico ubicado en dicha superficie, recubrimiento dieléctrico que se fabrica a partir de un polímero termoplástico a alta temperatura eléctricamente aislante y fluido en estado fundido, mezclado con una cantidad preseleccionada de un material carga;

y

Una película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo, ubicada sobre dicho recubrimiento dieléctrico, que tiene una resistencia, tal que cuando se aplica una tensión a dicha película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo se calienta de manera sensible.

La presente invención proporciona un procedimiento para producir un recubrimiento sellado, basado en un polímero termoplástico eléctricamente aislante, sobre una superficie de un sustrato, que comprende las etapas de:

a) Producir un recubrimiento dieléctrico sobre dicha superficie del sustrato:

i) Mezclando en una disolución un polvo de polímero termoplástico a alta temperatura, fluido en estado fundido, y una cantidad preseleccionada de un material carga en polvo, para formar una dispersión estable y uniforme;

ii) Aplicando dicha dispersión estable uniforme a una superficie del sustrato para proporcionar un recubrimiento sobre la misma;

iii) Procesando térmicamente dicho sustrato recubierto a una temperatura suficiente para eliminar cualquier componente volátil y/u orgánico de dicha dispersión uniforme y estable, y hacer fluir el polvo de polímero termoplástico en estado fundido y producir al menos un recubrimiento eléctricamente aislante que contenga el material carga sobre dicho sustrato;

b) Depositando una formulación de película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo sobre una superficie superior de dicho al menos un recubrimiento eléctricamente aislante, y procesando térmicamente dicha formulación de película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo para producir una película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo; y

c) Aplicando un conductor eléctrico en contacto eléctrico con dicha película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo, para aplicar energía eléctrica a dicha película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo para calentarla.

La presente invención también proporciona un artículo que tiene un componente metálico calentado, que comprende:

a) Un artículo que tiene un componente metálico configurado para entrar en contacto con otro artículo, componente metálico que tiene una superficie;

b) Un elemento calefactor de película gruesa exenta de plomo formado sobre la superficie del componente metálico para calentar dicho componente metálico, incluyendo dicho elemento calefactor de película gruesa exenta de plomo:

i) Un recubrimiento dieléctrico ubicado sobre dicha superficie, siendo dicho recubrimiento dieléctrico una película gruesa eléctricamente aislante basada en un polímero termoplástico a alta temperatura fluido en estado fundido, que contiene una cantidad preseleccionada de un material carga;

ii) Una película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo ubicada sobre dicho recubrimiento dieléctrico,

iii) Un conductor eléctrico en contacto eléctrico con dicha película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo; y

c) Una batería conectada a dicho conductor eléctrico y un interruptor para conectar eléctricamente dicha

batería a dicho conductor eléctrico, de manera que cuando dicho interruptor se enciende se aplica una tensión a través de dicho conductor eléctrico para que dicha película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo se caliente.

- 5 Se puede realizar una comprensión adicional de los aspectos funcionales y ventajosos de la invención por referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La invención se entenderá más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de la misma tomada en conexión con los dibujos adjuntos, que forman parte de esta solicitud, y en los cuales:

- 10 La **figura 1a** es una vista desde arriba de una realización de un elemento calefactor de película gruesa aislada termoplástica a alta temperatura construido de acuerdo con la presente invención;

La **figura 1b** es una vista en sección transversal del elemento calefactor de la **figura 1a** tomada a lo largo de la línea **A-A**;

La **figura 2a** es una vista desde arriba de otra realización de un elemento calefactor de película gruesa aislada termoplástica a alta temperatura construido de acuerdo con la presente invención; y

- 15 La **figura 2b** es una vista en sección transversal del elemento calefactor de la **figura 2a** tomada a lo largo de la línea **B-B**.

Descripción detallada de la invención

- 20 En términos generales, los sistemas descritos en la presente memoria se dirigen a un elemento calefactor de película gruesa basado en sustratos aislados termoplásticos a alta temperatura y a un método para producir el mismo utilizando métodos de síntesis de recubrimientos con materiales compuestos. Como se requiere, en la presente memoria se describen realizaciones de la presente invención. Las figuras no están a escala. Para fines de enseñanza y no de limitación, las realizaciones ilustradas se dirigen a un elemento calefactor de película gruesa basada en metales aislados con polímeros termoplásticos a alta temperatura y a un método para producir el mismo utilizando métodos de síntesis de recubrimientos con materiales compuestos.

- 25 Cuando se usa en este documento, el término "aproximadamente", cuando se usa junto con intervalos de dimensiones de partículas u otras propiedades o características físicas, pretende cubrir ligeras variaciones que pueden existir en los límites superior e inferior de los intervalos de dimensiones.

- 30 Tal como se usa en la presente memoria, la frase "película gruesa eléctricamente aislante basada en un polímero termoplástico a alta temperatura, fluido en estado fundido, significa que se puede aplicar una tensión específica a través de la dimensión del espesor de la película gruesa y no se produce un fallo eléctrico o un nivel inaceptable de corriente de fuga tal que la película se denomina eléctricamente aislante, que la estructura de la película incluye un polímero termoplástico fluido en estado fundido formado a partir de polvos termoplásticos fluidos en estado fundido a una temperatura típicamente superior a 250°C, y que la estructura de la película gruesa soporta altas temperaturas, manteniendo una estructura sólida a temperaturas de operación superiores a 180°C.

- 35 La expresión "película gruesa", como se usa en la presente memoria, se refiere a recubrimientos que en general tienen un espesor $> 1 \mu\text{m}$. Mientras que las expresiones "películas gruesas" y "películas delgadas" son relativas, en la industria de los recubrimientos, "película delgada" generalmente se refiere a las tecnologías que utilizan recubrimientos gruesos nano o submicrónicos, típicamente hechos para aplicaciones ópticas y electrónicas que utilizan técnicas tales como pulverización, PVD, MBE, etc., que en algunos casos asientan capas gruesas atómicas del recubrimiento. Por otra parte, "película gruesa" generalmente se refiere a las tecnologías utilizadas para recubrimientos que son $> 1 \mu\text{m}$ y pueden producirse por deposición de varias capas sucesivas utilizando técnicas como el proceso de serigrafía. Mientras que "película gruesa" generalmente se refiere a películas con un espesor en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 500 μm , que cubriría el intervalo para la mayoría de las aplicaciones calefactoras de artículos comerciales, se apreciará que las películas más gruesas, por ej.,
- 40 aproximadamente 1000 μm o más gruesas, también están cubiertas por la expresión "película gruesa".

- Se entenderá que cuando se hace referencia a un recubrimiento dieléctrico ubicado sobre la superficie de un sustrato que está hecho de un polímero termoplástico a alta temperatura eléctricamente aislante fluido en estado fundido, mezclado con una cantidad preseleccionada de un material carga, este "recubrimiento dieléctrico" puede ser un recubrimiento monolítico depositado en un solo proceso de deposición. Alternativamente, también puede
- 50 entenderse que el "recubrimiento dieléctrico" puede comprender dos o más recubrimientos depositados y curados uno encima del otro, de modo que el "recubrimiento dieléctrico" sea de hecho dos o más recubrimientos utilizados para construir el "recubrimiento dieléctrico". Cada uno de los recubrimientos está hecho de un polímero termoplástico a alta temperatura eléctricamente aislante fluido en estado fundido, mezclado con una cantidad preseleccionada de un material carga. La cantidad de carga puede ser la misma en cada uno de los recubrimientos o
- 55 puede variarse para uno o más de estos múltiples recubrimientos.

Cuando se hace referencia a las temperaturas de procesamiento tanto para el recubrimiento dieléctrico como para la película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo que crece sobre el recubrimiento dieléctrico, se entenderá que las temperaturas descritas en la presente memoria son solo ejemplos y no se limitan a esas temperaturas o intervalos de temperatura. Las temperaturas que se pueden usar dependerán del polímero termoplástico a alta temperatura fluido en estado fundido que se utilice, el material carga que se mezcla con el polímero termoplástico, los materiales particulares usados para producir la película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo y la naturaleza del sustrato. Por ejemplo, cuando los sustratos sobre los que se forman los elementos calefactores están hechos de aluminio o aleaciones de aluminio, entonces se obtiene un límite superior de alrededor de 600°C, ya que el punto de fusión de estos materiales es de alrededor de 600°C. Por otra parte, si los aceros inoxidables son el material del sustrato, se podrían usar temperaturas de procesamiento superiores a 600°C, pero en este caso las temperaturas de procesamiento dependerían más de la naturaleza del polímero termoplástico que se esté utilizando, el material carga y los materiales usados para fabricar la película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo.

Las **figuras 1a y 1b** ilustran una realización del dispositivo combinado calefactor/sustrato mostrado en general en **10**. Más particularmente, la **figura 1a** muestra una vista superior del elemento calefactor **14**/sustrato **12** combinado mostrado en la **figura 1b** y la **figura 1b** muestra una sección transversal de la combinación. El sustrato **12** es preferiblemente un metal tal como se usa en muchos productos comerciales y puede estar hecho de aluminio, aleaciones de aluminio o aceros inoxidables de cualquier grado o calidad. Sin embargo, se apreciará que el sustrato **12** puede ser de cualquier material en tanto y cuanto tenga un punto de fusión por encima de la temperatura máxima que puede ser producida por el propio calentador.

El elemento calefactor **14** está exento de plomo (y cadmio) y puede soportar temperaturas de, por ej., 500°C. La superficie del sustrato **12** puede tratarse para proporcionar una mejor uniformidad y adhesión de las capas de recubrimiento desde la deposición hasta el procesamiento térmico y el funcionamiento del elemento calefactor. Ejemplos del tratamiento superficial de la superficie del sustrato incluyen el lijado, el frotamiento y la limpieza con chorro de arena.

El componente calefactor **14**, como se muestra en la **figura 1b**, incluye una capa dieléctrica aislante **16** y una capa calefactora eléctricamente resistiva **18** sobre la capa dieléctrica **16**, y dos tiras conductoras/barras colectoras **28** ubicadas en el borde periférico de la capa calentadora resistiva **18**. Una realización preferida de la capa dieléctrica aislante **16** que se muestra en las **figuras 1b y 2b** comprende cuatro (4) capas dieléctricas aislantes separadas **20, 22, 24 y 26** con la capa **20** ubicada en la superficie del sustrato **12**, la capa **22** sobre la capa **20**, la capa **24** sobre la capa **22** y la capa **26** sobre la capa **24**.

La capa dieléctrica **16** es una película gruesa eléctricamente aislante basada en un polímero termoplástico a alta temperatura, fluido en estado fundido. Esta capa dieléctrica eléctricamente aislante **16** está fabricada de una formulación que contiene una combinación de polvos termoplásticos fluidos en estado fundido a alta temperatura y materiales carga en un vehículo adecuado, que incluye varios constituyentes volátiles y/u orgánicos, para realizar una deposición, que pueden depositarse y procesarse térmicamente a una temperatura en el intervalo de 300-450°C para hacer fluir el polvo termoplástico en estado fundido y formar un recubrimiento cohesivo de material compuesto con las partículas carga incrustadas en una matriz termoplástica ligada que se adhiere al sustrato (que en muchas realizaciones comerciales puede ser un sustrato metálico). En una realización del dispositivo, las capas dieléctricas **20, 22 y 24** pueden ser idénticas y la capa **26** puede ser de una composición diferente de las otras tres.

Si bien se muestran cuatro capas, puede haber más o menos capas y el dispositivo actual no está restringido a cuatro capas. Depositar la capa dieléctrica total **16** en cuatro capas es para minimizar el efecto de los poros en las propiedades generales de aislamiento eléctrico del recubrimiento y asegurar que los diversos componentes orgánicos volátiles en el soporte sean eliminados durante el horneado.

Cada capa se deposita o recubre al imprimirse (por ejemplo), luego se hornea para formar una capa rígida con todos los constituyentes orgánicos volátiles eliminados excepto, por supuesto, el material orgánico fluido en estado fundido en sí mismo, y a continuación la siguiente capa se deposita hasta que se asientan las cuatro capas. Se ha encontrado que este proceso asegura capas dieléctricas de buena calidad.

Las cuatro capas dieléctricas aislantes **20, 22, 24 y 26** se producen a partir de un polímero termoplástico fluido en estado fundido a alta temperatura que al menos comprende uno de poli(sulfuro de fenileno) (PPS), polifitalamida (PPA), poliarilamida (PARA), polímero de cristal líquido, polisulfona (PS), poliétersulfona (PES), polifenilsulfona (PPSU, poliamida-imida (PAI), poliétertercetona (PEEK), poliétercetona (PEK), poliétercetonaetercetona (PEKEK) o polifenileno auto-reforzado (SRP), y puede usarse cualquier combinación de éstos.

Las **figuras 2a y 2b** muestran otra realización de un elemento calefactor en **40** que es similar al elemento **10** de la **figura 1a, 1b**, con la excepción de que el elemento calefactor **14'** ahora incluye una capa superior **42** situada en la parte superior de la capa calefactora eléctricamente resistiva **18**. Además, las tiras conductoras/barras colectoras **28** están directamente depositadas sobre el borde periférico superior de la capa dieléctrica **26** y la capa calefactora eléctricamente resistiva **18** está recubierta sobre la parte superior de la capa **26**/barras colectoras **28** como se muestra en la **figura 2b**. Sobre las películas gruesas resistivas y conductoras puede opcionalmente depositarse una capa superior **42**, que es eléctricamente aislante y preferiblemente contiene partículas carga de cerámica, vidrio o

polímero de bajo índice de fluidez a alta temperatura (fluoropolímeros, siloxanos, siliconas, poliimidas, etc.), para proporcionar protección contra la oxidación y/o para asegurar que el elemento no se vea afectado por el agua.

En ambas realizaciones del calentador ilustrado en las **figuras 1a a 2b**, la capa calefactora eléctricamente resistiva **18** se calienta uniformemente mediante la aplicación de una tensión a la capa **18** a través de las pistas conductoras **28** usando una fuente de energía **32** en las **figuras 1a y 2a**, que típicamente es una pequeña batería que generalmente es plana o tiene un perfil bajo para que se pueda ocultar en el producto comercial.

La capa dieléctrica aislante **16** es importante para el desarrollo de un calefactor funcional para uso en productos comerciales como cuchillas de afeitar y planchas para el cabello. El requisito principal para la capa dieléctrica aislante **16** es una alta resistencia de aislamiento eléctrico y una alta conductividad térmica, mientras que al mismo tiempo la capa dieléctrica **16** tiene que depositarse de tal manera que se eviten los poros. Esto se logra mediante el desarrollo de formulaciones apropiadas y parámetros de procesamiento adecuados.

Las capas de polímero termoplástico fluido en estado fundido a alta temperatura se formulan utilizando partículas de polvo de polímero termoplástico que tienen un tamaño de partícula en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 100 micrómetros, y preferiblemente tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 micrómetros. El tamaño del polvo juega un papel importante en la producción de una dispersión uniforme e un flujo uniforme de la masa fundida durante el procesamiento. Se probaron combinaciones de polvos de polímero termoplástico fluidos en estado fundido para mejorar las características de dispersión y flujo en estado fundido y la humectación de la carga, por ejemplo, se encontró que la adición de PAI a PEEK mejora las propiedades dieléctricas.

El material carga puede incluir partículas de cerámica, vidrio o polímero de alta temperatura. El material carga puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de aproximadamente 0,1 micrómetros a aproximadamente 100 micrómetros, y preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 micrómetros. En cada una de las capas dieléctricas base **20, 22 y 24**, la carga está presente en el polímero en un intervalo de aproximadamente 5-80 por ciento en peso y preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 20-60 por ciento en peso, y lo más preferiblemente está presente en una cantidad de aproximadamente 35-45 por ciento en peso.

El material carga en polvo se agrega al polvo termoplástico fluido en estado fundido a alta temperatura y tiene las siguientes funciones. En primer lugar, proporciona un coeficiente de expansión térmica mejorado entre la capa termoplástica a alta temperatura y las películas gruesas conductoras y resistivas depositadas adicionalmente tanto durante el procesamiento inicial como durante el funcionamiento del ciclo eléctrico del elemento calefactor integrado. En segundo lugar, la carga aumenta la conductividad térmica de la capa aislante para producir una mejor transferencia de calor al sustrato metálico y evitar la generación de "puntos calientes" en la capa resistiva durante el funcionamiento del calefactor. En tercer lugar, con la presencia de la carga en la capa dieléctrica, las películas gruesas resistivas o conductoras depositadas adicionalmente en la parte superior de la capa **26** no se hunden fiable y consistentemente en la capa **16** termoplástica aislante cuando cualquiera de estas películas gruesas resistivas o conductoras depositadas adicionalmente son procesadas a una temperatura cercana o superior a la temperatura de fusión de la matriz termoplástica a alta temperatura, comprometiendo la integridad del aislamiento eléctrico.

Por lo tanto, las partículas carga sirven para reforzar la capa **16**. Ejemplos de materiales cerámicos adecuados incluyen alúmina, zirconia, sílice, (opcionalmente zirconia estabilizada con ceria o zirconia estabilizada con itria), titanía, zirconato de calcio, carburo de silicio, nitruro de titanio, ferrita de zinc y níquel, hidroxiapatita de calcio y cualquiera de sus combinaciones. La alúmina tiene la conductividad térmica y la resistencia dieléctrica más altas.

Se ha observado que se prefiere la estratificación de la capa dieléctrica base **16**, tal como se ilustra en las **figuras 1b y 2b**, para lograr un espesor mínimo de 180 µm para obtener una resistencia hi-pot (alta tensión) de 3000 V a 250°C como lo requieren los estándares regulatorios, tales como IEC 60335 (Comisión Internacional Electrotécnica). Esto puede requerir lograr hasta 6 capas cuando se pulveriza o serigrafía. Para curar el revestimiento cada capa se procesa por debajo de 600°C, típicamente a 400-450°C.

Alternativamente, se puede colocar directamente sobre el sustrato una película gruesa del espesor requerido, la composición requerida y la carga de relleno antes del procesamiento a temperaturas en el intervalo de aproximadamente 400 a aproximadamente 450°C. El procesamiento térmico se realiza en aire utilizando un horno convencional o se puede usar calentamiento por infrarrojos. Una ventaja del presente elemento calefactor sobre los calefactores basados en dieléctricos de frita de vidrio es que, a diferencia de las condiciones requeridas con los calefactores basados en dieléctricos de frita de vidrio, en el presente dispositivo los parámetros de procesamiento para obtener el flujo de la masa fundida no son críticos y el perfil del horno no es crítico.

La capa dieléctrica superior **26** se agrega a las capas dieléctricas base **20, 22 y 24** para proporcionar una capa ligante que se adhiere a la capa calefactora eléctricamente resistiva **18** y las tiras conductoras **28**. La capa más superior **26**, aunque está hecha del mismo polímero termoplástico que las capas dieléctricas base **20, 22 y 24**, tiene una carga de relleno mayor que estas capas dieléctricas base, hasta un 95% en peso, y se puede aplicar y procesar de la misma manera que las capas dieléctricas base **20, 22 y 24**.

En la capa dieléctrica superior **26**, la carga está presente en el polímero en un intervalo de aproximadamente 5-95

por ciento en peso y preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 40-80 por ciento en peso, y lo más preferiblemente está presente en una cantidad de aproximadamente 60-70 por ciento en peso. La capa dieléctrica superior **26** también es útil porque proporciona una mayor estabilidad mecánica y un mejor coeficiente de expansión térmica (CTE) que facilita una mejor adaptación térmica a las capas dieléctricas aislantes **20**, **22** y **24** y la capa calefactora eléctricamente resistiva **18**, tanto durante el procesamiento como durante el posterior funcionamiento bajo energía eléctrica aplicada a temperaturas elevadas.

Una capa calefactora **18** eléctricamente resistiva basada en un material compuesto exento de plomo obtenido por sol-gel se deposita sobre el recubrimiento compuesto termoplástico y se procesa (se hornea) a una temperatura inferior a 600°C, típicamente en el intervalo de aproximadamente 400 a aproximadamente 450°C (pero no limitado al mismo) para curar el recubrimiento. La temperatura se selecciona para dar una capa **18** libre de grietas y de constituyentes volátiles y/u orgánicos. La capa gruesa resistiva **18** de material compuesto obtenido por sol-gel se puede fabricar de acuerdo con las enseñanzas de la Patente de los Estados Unidos No. 6.736.997, expedida el 18 de mayo de 2004, y la Patente de los Estados Unidos No. 7.459.104, expedida el 2 de diciembre de 2008, ambas de Olding et al. (que se incorporan a la presente memoria en su totalidad como referencia) y el polvo resistivo puede ser uno de grafito, plata, níquel, óxido de estaño dopado o cualquier otro material resistivo adecuado, como se describe en la publicación de patente de Olding.

La formulación de sol-gel es una disolución que contiene precursores de sol-gel reactivos tipo organometálicos o sales de metales que se procesan térmicamente para formar un material cerámico como alúmina, sílice, zirconia (opcionalmente zirconia estabilizada con ceria o zirconia estabilizada con itria), titanía, zirconato de calcio, carburo de silicio, nitrato de titanio, ferrita de níquel y zinc, hidroxiapatita de calcio y cualquiera de sus combinaciones o combinaciones de los mismos. El proceso sol-gel implica la preparación de una disolución líquida estable o "sol" que contiene sales metálicas inorgánicas o compuestos organometálicos tales como alcóxidos metálicos. El sol se deposita a continuación sobre un material de sustrato y experimenta una transición para formar una fase sólida tipo gel. Con más secado y cocción a temperaturas elevadas, el "gel" se convierte en un recubrimiento cerámico.

La formulación sol-gel puede ser una disolución organometálica o una disolución salina. La formulación sol-gel puede ser una solución acuosa, una solución orgánica o mezclas de las mismas.

Se puede usar una película gruesa conductora exenta de plomo para fabricar las tiras conductoras/barras colectoras **28** para hacer una conexión eléctrica al elemento de película gruesa resistiva **18**. Estas tiras conductoras **28** se depositan antes (véase la **figura 2b**) o después de la deposición del recubrimiento resistivo (véase la **figura 1b**). Puede procesarse utilizando una etapa de procesamiento separada a una temperatura de 450°C o menor o, alternativamente, puede hornearse simultáneamente con la película gruesa resistiva **18**. La película gruesa conductora exenta de plomo se puede fabricar a partir de una formulación sol-gel de materiales compuestos que contiene níquel, plata o cualquier otro polvo conductor o material en escamas adecuado. La formulación sol-gel puede prepararse a partir de, pero no se limita a, precursores orgánicos metálicos de alúmina, sílice, zirconia o titanía estabilizados en disolución.

Alternativamente, la pista conductora **28** puede producirse a partir de cualquier producto de película gruesa comercialmente disponible que esté exento de plomo y pueda procesarse térmicamente a una temperatura de 450°C o menor. Un producto de película gruesa adecuado es Parmod VLT de Parelec, Inc. que contiene un compuesto organometálico reactivo de plata, y escamas o polvo de plata dispersados en un vehículo y puede hornearse a una temperatura típicamente entre 200-450°C. Si bien Parmod VLT es un producto preferido de película gruesa conductora disponible comercialmente, debe entenderse que pueden usarse otros productos de película gruesa conductora adecuados, y que la presente invención no está limitada a estos productos ejemplo. Puesto que la película conductora no puede exponerse a las temperaturas de calentamiento en la película gruesa resistiva, algunos productos de película gruesa de plata basados en poliimida o poliamida-imida de alta temperatura también pueden ser adecuados para usar en la producción de la pista **28** de película gruesa conductora.

La presente invención se ilustrará ahora con los siguientes ejemplos no limitantes. Se apreciará que estos ejemplos y las condiciones de procesamiento para fabricar los elementos calefactores son sólo para fines de ilustración y no pretenden limitar el alcance de la presente invención. Por ejemplo, los sustratos utilizados, los constituyentes utilizados para fabricar cada una de las diferentes capas determinarán las temperaturas de procesamiento, pero se apreciará que las variaciones en el material del sustrato, el polímero termoplástico, el material carga, la composición de la capa calefactora resistiva pueden ir acompañadas de diferentes temperaturas de procesamiento y otras condiciones.

Ejemplo 1

Se fabrica un elemento calefactor **40** de película gruesa resistiva aislada termoplástica como se muestra en la **figura 2b** sobre un material sustrato **12** de SS 304 depositando y procesando las tres capas dieléctricas **20**, **22** y **24** del dieléctrico base a 400°C, usando una formulación que comprende una proporción de 25 partes de polvo Victrex 704 PEEK, 4 partes de polvo Solvay Torlon AI-50 PAI y 15 partes de polvo de alúmina P662B en peso en una dispersión uniforme y estable. Si bien Victrex 704 PEEK y Torlon PAI son polvos preferidos, debe entenderse que se pueden usar otros polvos adecuados disponibles comercialmente, y que la presente invención no está limitada a estos

productos. Se deposita un dieléctrico **26** de una sola capa en la parte superior y se procesa a 400°C, utilizando una formulación que comprende una proporción, en peso, de 7 partes de polvo Vicote 704 PEEK y 13 partes de polvo de alúmina P662B en una dispersión uniforme y estable. Se deposita una pista **28** de película gruesa conductora exenta de plomo y se procesa a 400°C usando Parmod VLT, una tinta de plata de película gruesa exenta de plomo disponible comercialmente. Se deposita una película gruesa **18** resistiva exenta de plomo y se procesa a 400°C, utilizando una formulación que comprende polvo de grafito dispersado en una disolución para sol-gel basada en alúmina. La película gruesa **18**, eléctricamente resistiva, se deposita sobre el sustrato metálico aislado con un dieléctrico basado en un polímero termoplástico **26/24/22/20**, tal que hace contacto con la pista conductora **28** para formar el elemento calefactor **40** de película gruesa.

Una formulación de capa superior que contiene en peso 35 partes de polvo Vicote 704 PEEK, 2,2 partes de polvo Solvay Torlon Al-50 PAI y 15 partes de polvo de alúmina P662B en una dispersión uniforme y estable se deposita sobre el elemento calefactor para proporcionar una capa superior **42** para proporcionar tanto protección contra la humedad como resistencia a la oxidación. Esta capa superior **42** se procesa a 400°C. Los cables conectores se unen a continuación al elemento calefactor de película gruesa **40** y se conectan a una fuente de alimentación **32** como se muestra en la **figura 2a**. Cuando se aplica una tensión V al elemento calefactor **40**, el elemento se calienta según la potencia de entrada V^2/R , donde R es la resistencia del elemento calefactor. El elemento calefactor **40** pasa un ensayo hi-pot de 3,5 kV AC a temperatura ambiente durante 60 segundos y es capaz de un funcionamiento continuo a aproximadamente 250°C.

Ejemplo 2

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, pero la pista conductora **28** se deposita y procesa a 400°C utilizando una formulación de película gruesa de plata exenta de plomo que comprende escamas de plata dispersadas en una disolución para sol-gel basada en sílice.

Ejemplo 3

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, pero el material sustrato **12** es aluminio en lugar de SS 304.

Ejemplo 4

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, pero la película gruesa resistiva **18** se deposita antes de la pista conductora **28** para que la pista conductora **28** se deposite en la parte superior de la película gruesa **18** para dar la estructura de la **figura 1b**.

Ejemplo 5

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, pero tanto la pista conductora **28** como la película gruesa resistiva **18** se depositan antes del procesado a 400°C.

Ejemplo 6

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, pero la pista conductora **28** y la película gruesa resistiva **18** se procesan a 450°C.

Ejemplo 7

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, excepto que no se incluye una capa superior **42** para dar la estructura 10 de la **figura 1b**, pero con la pista conductora **28** como se muestra en la **figura 2b**.

Ejemplo 8

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 1**, excepto que se depositan y procesan a 400°C cuatro capas de dieléctrico base que tienen la misma composición, tales como las capas **24/22/20**, y no se incluye una capa dieléctrica superior tal como la capa **26**. En este ejemplo, la capa superior del dieléctrico base no contiene PAI, ya que puede reaccionar con la pista de película de plata causando un fallo eléctrico en la pista durante la operación del elemento calefactor.

Ejemplo 9

Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica depositando y procesando las capas base **24/22/20** y dieléctrica **26** superior como en el **ejemplo 1**. A continuación, se deposita una pista de película gruesa resistiva y se procesa a 400°C usando una formulación que comprende escamas de plata en una disolución de sol-gel de alúmina. La longitud y la anchura de la pista de plata están configuradas para dar la resistencia requerida. En este ejemplo, la pista resistiva de plata (o puede estar basada en grafito) reemplaza tanto la capa eléctricamente resistiva **18** como la pista conductora **28**, ya que sus dimensiones y resistividad se

seleccionan de manera que actúa como ambas y se coloca en un patrón de pista alargado a través de la superficie para que sea capaz de calentar la superficie superior. El contacto eléctrico se realiza en los dos extremos de esta pista resistiva.

Ejemplo 10

- 5 Se fabrica un elemento calefactor de película gruesa resistiva aislada termoplástica de acuerdo con el **ejemplo 8**, excepto que la formulación para las cuatro capas dieléctricas base depositadas comprende 40 partes de polvo de PPS Ryton™, 40 partes de polvo de alúmina P662B y 1 parte de sílice ahumada en peso en una dispersión uniforme estable. Cuatro capas dieléctricas de la misma composición como **24, 22, 20**. El elemento calefactor pasa un ensayo hi-pot de 3,5 kV AC a temperatura ambiente durante 60 segundos.

10

REIVINDICACIONES

1. Un elemento calefactor (**10, 40**) de película gruesa exenta de plomo, que comprende:

Un sustrato (**12**) que tiene una superficie;

Un recubrimiento dieléctrico (**16**) ubicado sobre dicha superficie, teniendo dicho recubrimiento dieléctrico (**16**) una o más capas (**20, 22, 24, 26**), en el que cada capa de dicho recubrimiento dieléctrico (**16**) se fabrica a partir de un polímero termoplástico a alta temperatura eléctricamente aislante fluido en estado fundido, mezclado con una cantidad preseleccionada de un material carga; y

Una película gruesa (**18**) eléctricamente resistiva exenta de plomo, ubicada sobre dicho recubrimiento dieléctrico (**16**) y que tiene una resistencia, tal que cuando se aplica una tensión a dicha película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo se calienta de manera sensible.

2. El elemento calefactor según la reivindicación 1, donde dicho polímero termoplástico a alta temperatura eléctricamente aislante fluido en estado fundido se selecciona del grupo que consiste en poli(sulfuro de fenileno) (PPS), poliftalamida (PPA), poliarilamida (PARA), polímero de cristal líquido, polisulfona (PS), poliétersulfona (PES), polifenilsulfona (PPSU, poliamida-imida (PAI), poliéteretercetona (PEEK), poliétercetona (PEK), poliétercetonaetercetona (PEKEK) o polifenileno auto-reforzado (SRP), y cualquier combinación de los mismos.

3. El elemento calefactor según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicha película gruesa (**18**) eléctricamente resistiva exenta de plomo es una pista alargada asentada en un patrón a través de dicho recubrimiento dieléctrico (**16**) y tiene una longitud, anchura y resistividad seleccionadas para calentar a una temperatura seleccionada cuando la tensión se aplica a través de dicha pista alargada.

4. El elemento calefactor según las reivindicaciones 1 ó 2, que incluye dos conductores eléctricos en contacto eléctrico con dicha película gruesa (**18**) eléctricamente resistiva exenta de plomo, teniendo dichos conductores eléctricos contactos para aplicar la tensión a dichos conductores eléctricos.

5. El elemento calefactor según la reivindicación 4, en el que dichos dos conductores eléctricos son dos pistas separadas (**28**) eléctricamente conductoras de película gruesa depositadas sobre al menos una parte de una superficie superior de la película gruesa (**18**) eléctricamente resistiva exenta de plomo.

6. El elemento calefactor según la reivindicación 4, en el que dicho conductor eléctrico es dos pistas separadas (**28**) eléctricamente conductoras de película gruesa intercaladas entre dicho revestimiento dieléctrico (**16**) y dicha película gruesa (**18**) eléctricamente resistiva exenta de plomo y en contacto con al menos una parte de la película gruesa (**18**) eléctricamente resistiva exenta de plomo.

7. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho polímero termoplástico a alta temperatura, fluido en estado fundido, eléctricamente aislante, se fabrica a partir de un polvo que tiene un tamaño de partícula en un intervalo de 1 a 100 micrómetros.

8. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicho material carga se selecciona del grupo que consiste en cerámicas, vidrio y polímeros de alta temperatura, y en el que el material carga está presente en un intervalo de 5 a 95% en peso.

9. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la película gruesa (**16**) eléctricamente resistiva exenta de plomo está hecha de un material compuesto obtenido por tecnología sol-gel.

10. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el recubrimiento dieléctrico (**18**) incluye dos o más capas de películas gruesas basadas en polímeros termoplásticos a alta temperatura fluidos en estado fundido y eléctricamente aislantes, en donde una primera capa de la película gruesa basada en polímeros termoplásticos a alta temperatura fluidos en estado fundido y eléctricamente aislantes que contiene una primera cantidad preseleccionada del material carga se deposita sobre la superficie del sustrato (**12**), y en donde una segunda capa o capa subsiguiente de o de las películas gruesas basadas en materiales termoplásticos a alta temperatura, fluidos en estado fundido y eléctricamente aislantes, que contienen cantidades preseleccionadas de un material carga se depositan subsiguientemente sobre dicha primera película gruesa basada en materiales termoplásticos a alta temperatura, fluidos en estado fundido y eléctricamente aislantes.

11. El elemento calefactor según la reivindicación 10, en el que la primera cantidad preseleccionada de un material carga está presente en un intervalo de 5 a 80 por ciento en peso.

12. El elemento calefactor según la reivindicación 10, en el que una película gruesa de la parte superior, basada en un material termoplástico a alta temperatura fluido en estado fundido y eléctricamente aislante, de dichas dos o más películas gruesas, basadas en materiales termoplásticos fluidos de alta temperatura y eléctricamente aislantes, contiene una cantidad preseleccionada del material carga mayor que la cantidad preseleccionada del

material carga en las películas sobre las que se encuentra la capa de película superior (26) y en donde el material carga en la capa de película superior (26) está presente en un intervalo mayor que 5 a 95 por ciento en peso.

- 5 13. El elemento calefactor según la reivindicación 10, en el que el material carga en la película superior está presente en un intervalo de 40 a 80 por ciento en peso.
14. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que incluye una capa superior protectora (42) depositada encima de la película gruesa (18) eléctricamente resistiva exenta de plomo.
- 10 15. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que dicho sustrato (12) se selecciona del grupo que consiste en metales, aleaciones metálicas, plásticos, vidrio, cerámica y semiconductores.
- 15 16. El elemento calefactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que dicha película gruesa (18) eléctricamente resistiva exenta de plomo está hecha de una formulación de materiales compuestos para sol-gel exenta de plomo.
17. El elemento calefactor según la reivindicación 16, en el que dicha formulación para sol-gel incluye precursores reactivos para sol-gel tipo organometálicos o sales metálicas seleccionados tal que la película gruesa eléctricamente resistiva exenta de plomo comprenda un material cerámico seleccionado del grupo que consiste en alúmina, sílice, zirconia (opcionalmente zirconia estabilizada con ceria o zirconia estabilizada con itria), titania, zirconato de calcio, carburo de silicio, nitruro de titanio, ferrita de níquel y zinc, hidroxiapatita de calcio y cualquiera de sus combinaciones.
- 20 18. El elemento calefactor según la reivindicación 16, en el que dicha formulación para sol-gel es una disolución organometálica o una disolución salina.
19. El elemento calefactor según la reivindicación 16, en el que dicha formulación para sol-gel es una disolución acuosa, una disolución orgánica o mezclas de las mismas.
- 25 20. El elemento calefactor según la reivindicación 17, en el que el material cerámico se selecciona del grupo alúmina, sílice, zirconia y titania.
21. El elemento calefactor según la reivindicación 6, en el que dicho polímero termoplástico a alta temperatura, fluido en estado fundido, eléctricamente aislante, está hecho de un polvo que tiene un tamaño de partícula en un intervalo de 1 a 20 micrómetros.
- 30 22. El elemento calefactor según la reivindicación 8, en el que dicho material carga tiene tamaños de partícula en un intervalo de 0,1 a 100 micrómetros.
23. El elemento calefactor según la reivindicación 8, en el que dicho material carga tiene tamaños de partículas en un intervalo de 1 a 20 micrómetros.
24. El elemento calefactor según la reivindicación 11, en el que la primera cantidad preseleccionada de un material carga está presente en un intervalo de 20 a 60 por ciento en peso.
- 35 25. El elemento calefactor según la reivindicación 11, en el que la primera cantidad preseleccionada de un material carga está presente en un intervalo de 35 a 45 por ciento en peso.
26. El elemento calefactor según la reivindicación 13, en el que el material carga en la película superior está presente en un intervalo de 60 a 70 por ciento en peso.
- 40 27. Un procedimiento para producir un elemento calefactor según las reivindicaciones 1-26, que tiene un recubrimiento (14) basado en un polímero termoplástico sellado y eléctricamente aislante sobre una superficie de un sustrato (12), que comprende las etapas de:
 - a) Producir un recubrimiento dieléctrico (16) sobre dicha superficie del sustrato (12), teniendo dicho recubrimiento dieléctrico (16) una o más capas (20, 22, 24, 26), en donde cada capa de dicho recubrimiento dieléctrico (16) se produce: i) mezclando un polvo de polímero termoplástico a alta temperatura, fluido en estado fundido, y una cantidad preseleccionada de material carga en polvo en una disolución para formar una dispersión estable uniforme; ii) aplicando dicha dispersión estable uniforme a una superficie del sustrato (12) para proporcionar al menos una primera capa (20) de recubrimiento sobre la misma; iii) procesando térmicamente dicho sustrato recubierto a una temperatura suficiente para eliminar cualquier componente volátil y/u orgánico de dicha dispersión uniforme y estable y hacer que el polvo de polímero termoplástico fluya en estado fundido y produzca al menos una capa del recubrimiento eléctricamente aislante (16) que contiene el material carga sobre dicho sustrato, y iv) repitiendo opcionalmente las etapas (ii) y (iii) para producir una segunda capa o capas subsiguientes (22, 24, 26) del recubrimiento dieléctrico (16);
- 45 50

- b) Depositar una formulación de película gruesa exenta de plomo eléctricamente resistiva sobre una superficie superior de dicha al menos una capa eléctricamente aislante (**20, 22, 24, 26**) del recubrimiento (**16**), y procesar térmicamente dicha formulación de película gruesa exenta de plomo eléctricamente resistiva, para producir una película gruesa (**18**) exenta de plomo eléctricamente resistiva; y
- 5 c) Aplicar un conductor eléctrico (**28**) en contacto eléctrico con dicha película gruesa (**18**) exenta de plomo eléctricamente resistiva para aplicar energía eléctrica a dicha película gruesa (**18**) exenta de plomo eléctricamente resistiva para calentarla.
- 10 **28.** El procedimiento según la reivindicación 27, donde dicho polvo de polímero termoplástico a alta temperatura fluido en estado fundido se selecciona del grupo que consiste en poli(sulfuro de fenileno) (PPS), poli(italamida (PPA), poliarilamida (PARA), polímero de cristal líquido, polisulfona (PS), poliétersulfona (PES), polifenilsulfona (PPSU, poliamida-imida (PAI), poliéteretercetona (PEEK), polifenileno auto-reforzado (SRP), y cualquier combinación de los mismos.

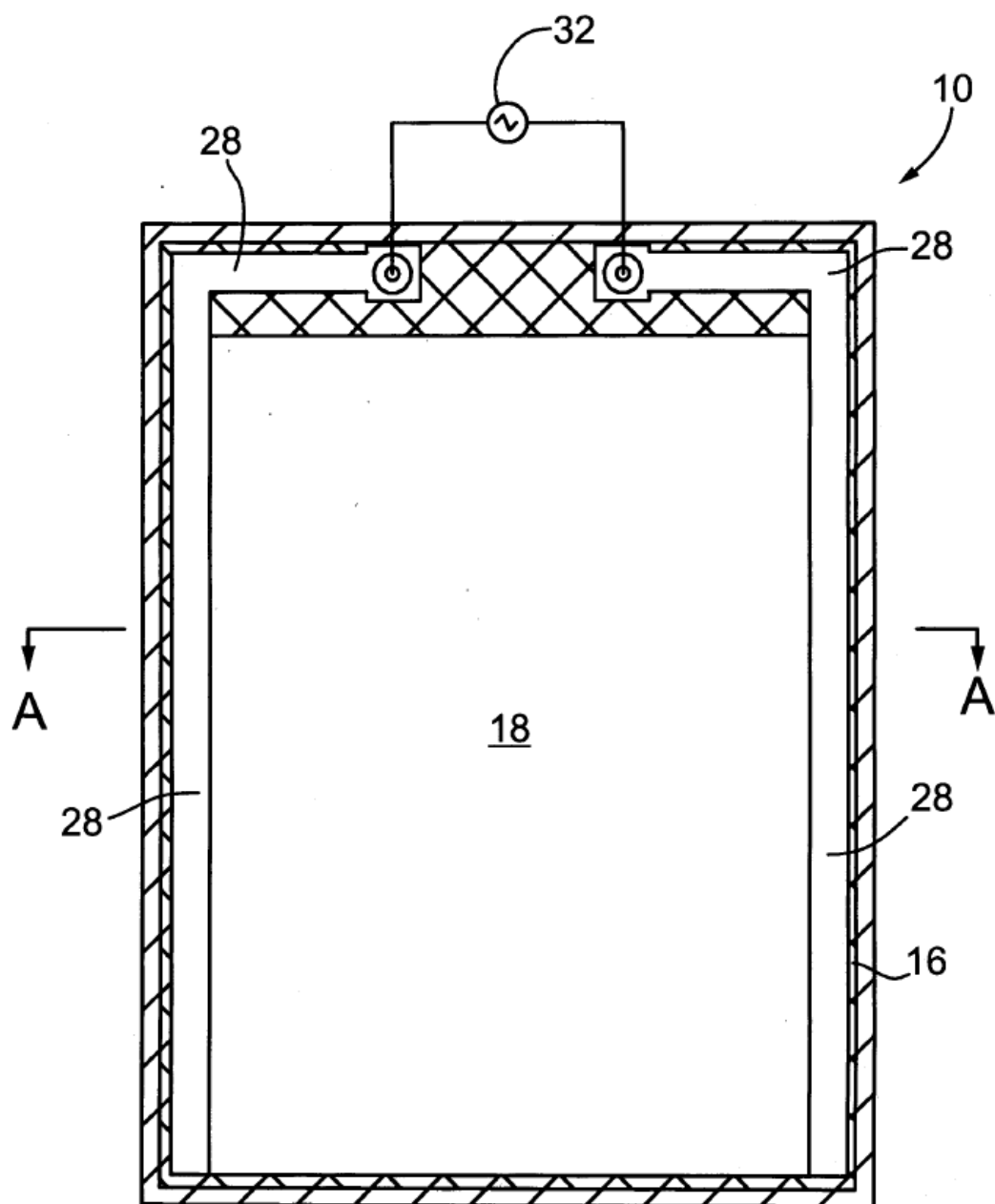


FIG. 1a

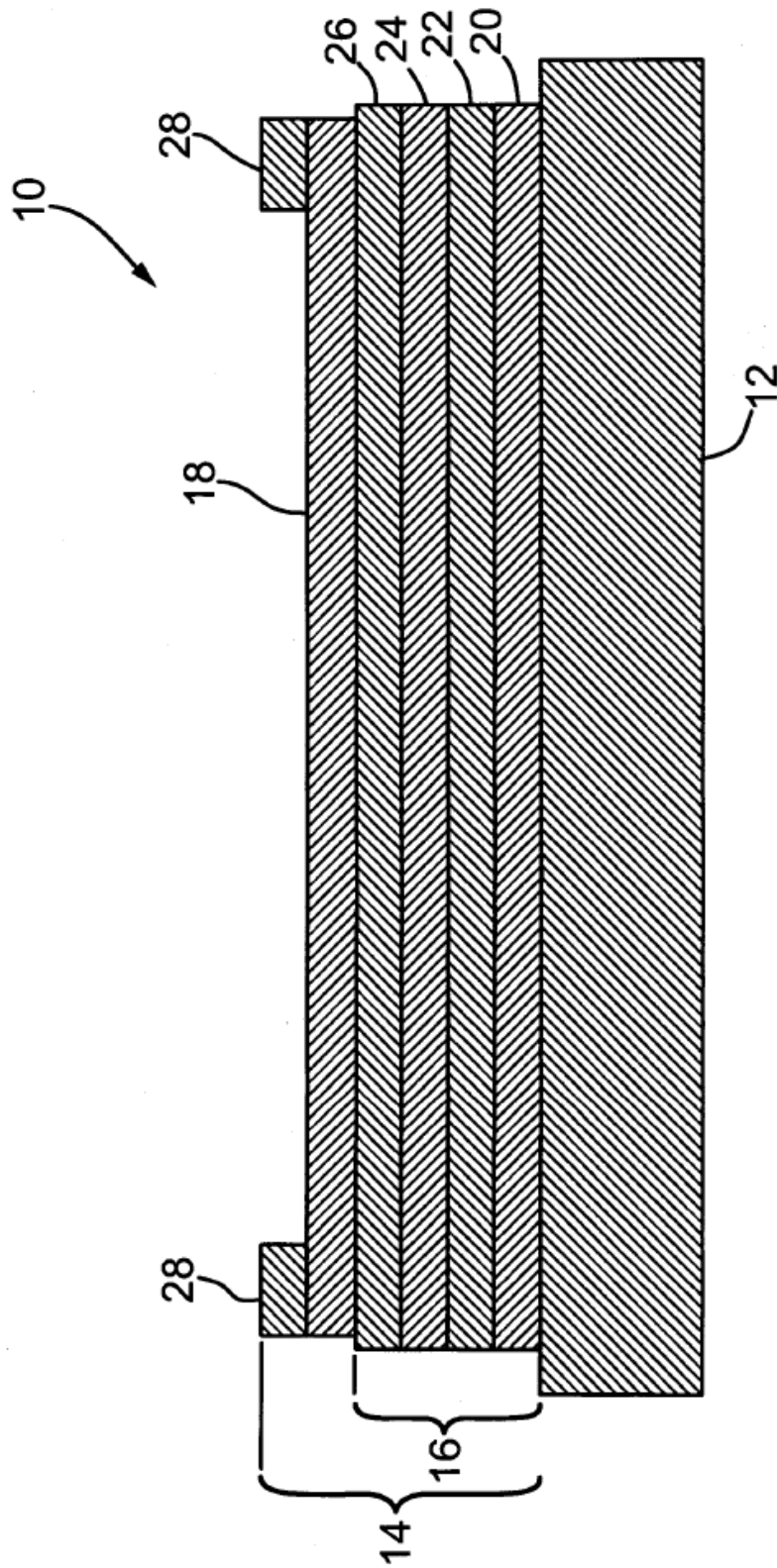


FIG. 1b

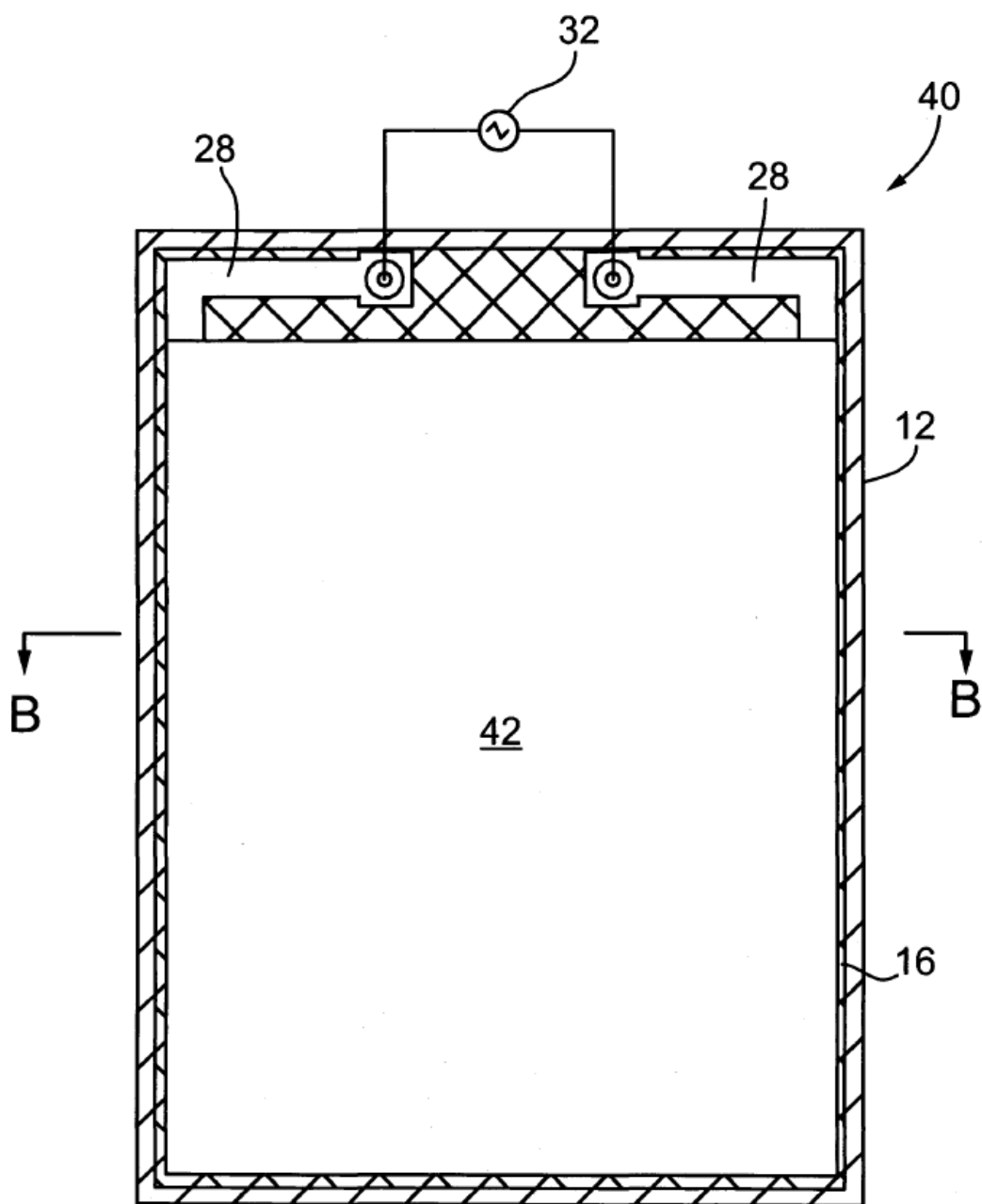


FIG. 2a

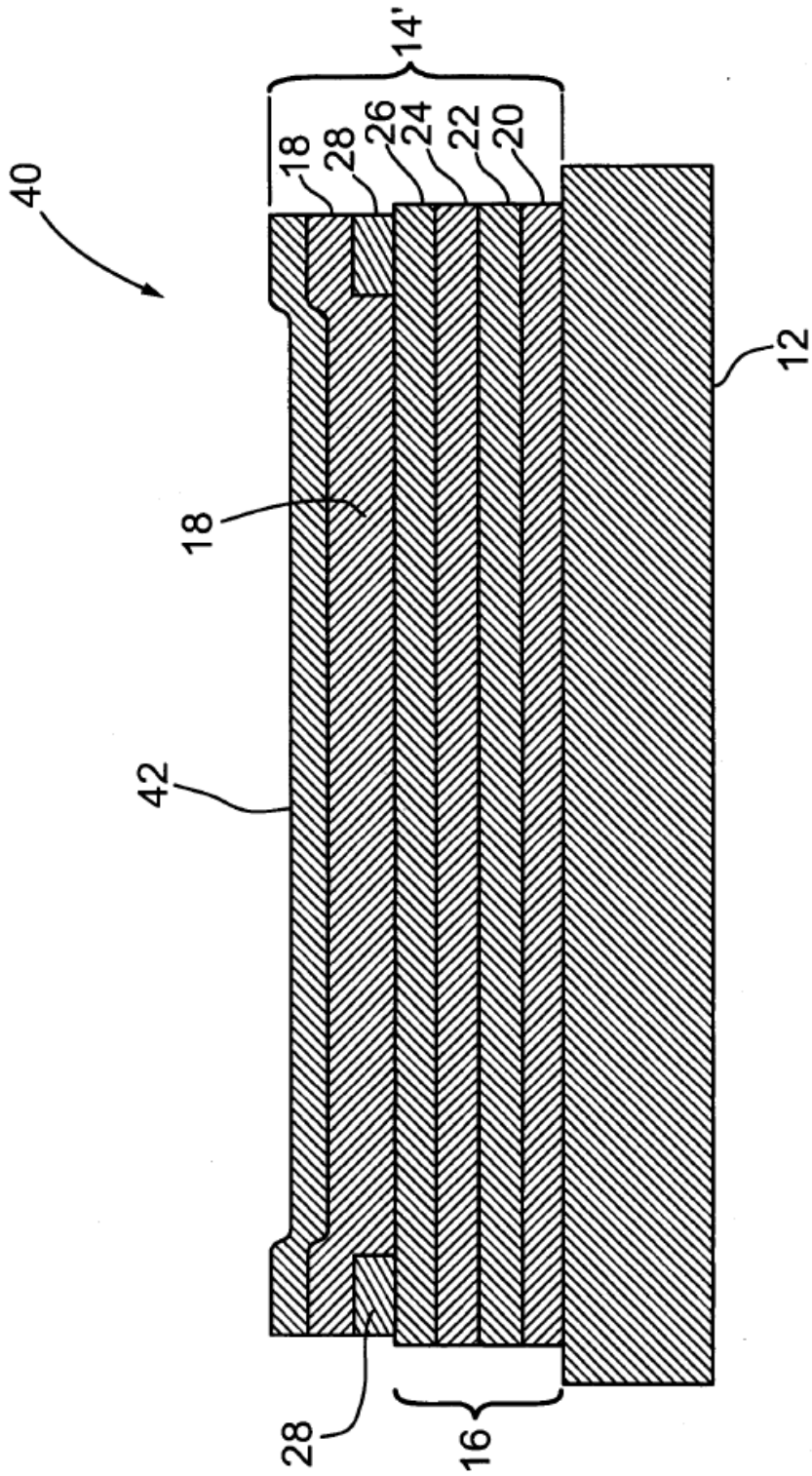


FIG. 2b