

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 632**

51 Int. Cl.:

**H05B 3/46** (2006.01)  
**B64G 1/50** (2006.01)  
**F28D 15/02** (2006.01)  
**C23C 28/00** (2006.01)  
**H05B 3/00** (2006.01)  
**H05B 3/02** (2006.01)  
**H05B 3/12** (2006.01)  
**H05B 3/16** (2006.01)  
**F28D 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2017 E 17162125 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3236708**

54 Título: **Tubería de calor con calentador impreso y métodos asociados para la fabricación**

30 Prioridad:

**01.04.2016 US 201615088396**

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

**12.09.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**DUCE, JEFFREY L y  
COURTER, CHRISTOPHER D**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 724 632 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

Tubería de calor con calentador impreso y métodos asociados para la fabricación

Campo

- 5 Esta divulgación se refiere en general a componentes para vehículos, y más particularmente a una tubería de calor con un calentador impreso directamente en el mismo para uso en equipos espaciales.

Antecedentes

- 10 Los calentadores de resistencia convencionales pueden usarse en equipos espaciales. Muchos calentadores de resistencia son preformados, calentadores independientes hechos de materiales y procesos que hacen que los calentadores sean menos propicios para la integración posterior a la fabricación en componentes para equipos espaciales. Por ejemplo, algunos calentadores de resistencia convencionales utilizan un adhesivo para unir los calentadores de resistencia convencionales a los componentes del equipo espacial, como un adhesivo para unir un calentador de resistencia convencional a una tubería de calor.

- 15 La unión de calentadores de resistencia convencionales en una tubería de calor puede llevar mucho tiempo. Además, los calentadores de resistencia convencionales que están conectados a una tubería de calor pueden ocupar una gran cantidad de espacio y consumir potencia ineficientemente.

En la solicitud de Patente Europea EP 1366990 A1, se describe un mecanismo de transferencia de calor que tiene un canal de transferencia térmica a una distancia de una fuente. El mecanismo tiene un circuito de fluido con un evaporador. El evaporador tiene parte de su longitud a lo largo de una superficie de longitud máxima en contacto con el canal de transferencia térmica.

- 20 En la publicación de solicitud de patente internacional WO 2010/111364 A1, se describe una nave espacial que comprende una pluralidad de componentes eléctricos que generan calor. Un primer panel de radiador térmico y un segundo panel de radiador térmico están provistos en la nave espacial, cada panel está acoplado térmicamente a los componentes eléctricos que generan calor.

Sumario

- 25 El objeto de la presente solicitud proporciona realizaciones de tubería de calor con calentadores impresos directamente sobre los mismos, y métodos asociados para la fabricación, que superan los inconvenientes anteriormente mencionados de las técnicas de la técnica anterior. El objeto de la presente solicitud se ha desarrollado en respuesta al estado actual de la técnica, y en particular, en respuesta a las deficiencias de los calentadores convencionales unidos al equipo espacial.

- 30 De acuerdo con una realización, un calentador para equipo espacial incluye una tubería de calor. El calentador también incluye una primera capa aplicada a la tubería de calor. La primera capa puede estar hecha de un material eléctricamente no conductor. El calentador incluye además un calentador de resistencia impreso en la primera capa después de que la primera capa se aplique a la tubería de calor. El calentador incluye una segunda capa adyacente al calentador de resistencia. El calentador de resistencia puede colocarse entre la primera capa y la segunda capa, y la segunda capa puede estar hecha de un material eléctricamente no conductor.

- 35 En algunas implementaciones del calentador, el calentador de resistencia incluye un primer conductor impreso en la primera capa y un segundo conductor impreso en el primer conductor. El primer conductor puede estar hecho de un primer metal y el segundo conductor puede estar hecho de un segundo metal diferente al primer metal. El primer metal puede incluir cobre y el segundo metal puede incluir un metal resistente como el Nicrom.

- 40 De acuerdo con ciertas implementaciones del calentador, al menos una de la primera capa y la segunda capa incluyen una capa de cerámica impresa.

En ciertas implementaciones del calentador, el calentador incluye una capa de disipación electrostática aplicada sobre la segunda capa.

- 45 De acuerdo con todavía algunas implementaciones, el calentador incluye láminas múltiples. La primera capa incluye una primera lámina de las láminas múltiples, el calentador de resistencia incluye al menos una segunda lámina de las láminas múltiples, y la segunda capa incluye una tercera lámina de las láminas múltiples. Al menos una de la primera lámina y la tercera lámina pueden incluir una lámina de cerámica.

- 50 En otra realización, un vehículo incluye una tubería de calor que incluye láminas múltiples impresas en él. Las láminas múltiples incluyen una primera lámina hecha de un material eléctricamente no conductor, una segunda lámina aplicada sobre la primera lámina y hecha de un primer metal eléctricamente conductor, y una tercera lámina aplicada sobre la segunda lámina y hecha de un segundo metal eléctricamente conductor. El vehículo incluye al menos dos contactos eléctricamente conductores acoplados a la segunda lámina. El vehículo incluye además una fuente de potencia

eléctrica acoplada a al menos dos contactos eléctricamente conductores. La fuente de potencia eléctrica suministra potencia a la segunda lámina a través de al menos dos contactos eléctricamente conductores.

5 De acuerdo con algunas implementaciones del vehículo, la fuente de potencia eléctrica suministra un voltaje constante a la segunda lámina en o por encima de un voltaje de equilibrio correspondiente a una temperatura de equilibrio de la tercera lámina.

En ciertas implementaciones del vehículo, las láminas múltiples tienen una forma plana.

De acuerdo con algunas implementaciones del vehículo, las láminas múltiples incluyen una cuarta lámina aplicada sobre la tercera lámina y hecha de un material eléctricamente no conductor. La primera lámina y la cuarta hacen sándwich con la segunda lámina y la tercera lámina.

10 En algunas implementaciones del vehículo, al menos una de las láminas múltiples incluye una lámina de cerámica.

15 De acuerdo con otra realización más, un método para hacer un calentador para equipos de calefacción en el espacio incluye proporcionar una tubería de calor. La tubería de calor puede estar configurada para contener un fluido que fluye a través de la tubería de calor para facilitar la transferencia de calor. El método también incluye aplicar una primera capa eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor, imprimir un calentador de resistencia sobre la primera capa eléctricamente no conductora después de aplicar la primera capa eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor, y aplicar una segunda capa eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia para formar el calentador.

20 En algunas implementaciones del método, imprimir el calentador de resistencia sobre la primera capa eléctricamente no conductora incluye imprimir una capa eléctricamente conductora sobre la primera capa eléctricamente no conductora utilizando un primer material conductor, e imprimir una capa calentadora sobre la capa eléctricamente conductora utilizando un segundo material conductor. La aplicación de la primera capa eléctricamente no conductora en la tubería de calor puede incluir la impresión de la primera capa eléctricamente no conductora en la tubería de calor. La aplicación de la segunda capa eléctricamente no conductora en el calentador de resistencia puede incluir la impresión de la segunda capa eléctricamente no conductora en el calentador de resistencia.

25 De acuerdo con ciertas implementaciones del método, la primera capa eléctricamente no conductora incluye una cerámica.

En algunas implementaciones, el método también incluye imprimir un termopar en la primera capa eléctricamente no conductora. El método puede incluir además aplicar un recubrimiento sobre la segunda capa eléctricamente no conductora. El recubrimiento puede ser una capa conductora de disipación electrostática.

30 Las características, estructuras, ventajas y/o características descritas del objeto de la presente divulgación pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones y/o implementaciones. En la siguiente descripción, se proporcionan numerosos detalles específicos para impartir una comprensión completa de las realizaciones del objeto de la presente divulgación. Un experto en la técnica relevante reconocerá que el objeto de la presente divulgación puede ponerse en práctica sin una o más de las características, detalles, componentes, materiales y/o métodos específicos de una realización o implementación particular. En otros casos, se pueden reconocer características y ventajas adicionales en ciertas realizaciones y/o implementaciones que pueden no estar presentes en todas las realizaciones o implementaciones. Además, en algunos casos, las estructuras, materiales u operaciones bien conocidas no se muestran ni describen en detalle para evitar que se oculten aspectos del objeto de la presente divulgación. Las características y ventajas del objeto de la presente divulgación se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, o pueden aprenderse mediante la práctica del tema que se expone a continuación.

35

40

Breve descripción de los dibujos

45 Con el fin de que las ventajas del objeto puedan entenderse más fácilmente, una descripción más particular del tema brevemente descrito anteriormente se presentará por referencia a realizaciones específicas que se ilustran en los dibujos adjuntos. Al comprender que estos dibujos representan solo realizaciones típicas del objeto, no deben considerarse, por lo tanto, limitantes de su alcance. El tema se describirá y explicará con mayor especificidad y detalle a través del uso de los dibujos, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de temperatura para controlar el calor del equipo, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

50 La figura 2 es una vista en perspectiva del equipo espacial que incluye una tubería de calor con un calentador impreso, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

La figura 3 es una vista en sección transversal de una realización de una tubería de calor que puede incluir un calentador impreso, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

La figura 4 es una vista en sección transversal de un calentador impreso en una tubería de calor, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

La figura 5A es una vista en alzado lateral esquemática de un sistema para imprimir una primera capa no conductora en una tubería de calor, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

5 La figura 5B es una vista en alzado lateral esquemática de un sistema para imprimir un calentador de resistencia sobre la primera capa no conductora de la figura 5A, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

La figura 5C es una vista en alzado lateral esquemática de un sistema para imprimir una capa eléctricamente conductora del calentador de resistencia de la figura 5B sobre la primera capa no conductora de la figura 5A, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

10 La figura 5D es una vista en alzado lateral esquemática de un sistema para imprimir una capa calentadora del calentador de resistencia de la figura 5B, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

La figura 5E es una vista en alzado lateral esquemática de un sistema para imprimir una segunda capa no conductora sobre el calentador de resistencia de la figura 5B, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

15 La figura 5F es una vista en alzado lateral esquemática de un sistema para imprimir un recubrimiento sobre la segunda capa no conductora de la figura 5E, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación;

La figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de otro sistema de control de temperatura para controlar el calor del equipo, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación; y

La figura 7 es un diagrama de flujo esquemático de un método para hacer y usar un calentador para equipos espaciales, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación.

20 Descripción detallada

La referencia a lo largo de esta especificación a "una realización", "alguna realización" o lenguaje similar significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con la realización se incluye en al menos una realización de la presente divulgación. Las apariencias de las expresiones "en una realización", "en alguna realización" y un lenguaje similar a lo largo de esta especificación pueden, pero no necesariamente, todo se refiere a la misma realización. De manera similar, el uso del término "implementación" significa una implementación que tiene un rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con una o más realizaciones de la presente divulgación, sin embargo, a falta de una correlación expresa con el opuesto, se puede asociar una implementación con una o más realizaciones.

30 Como se muestra en la figura 1, y de acuerdo con una realización, un sistema 40 de control de temperatura de equipo espacial, como un vehículo (por ejemplo, una nave espacial) o una estructura en órbita (por ejemplo, satélite, estación espacial), incluye un sistema 60 de calentador integrado. Porciones del sistema 60 de calentador integrado están impresas en una tubería de calentador. En la implementación ilustrada, el sistema 60 de calentador integrado incluye un calentador 130 de resistencia, un sensor 180 de temperatura y un módulo 190 de control del calentador. El módulo 190 de control del calentador incluye hardware (por ejemplo, circuitos, relés, interruptores, conectores de I/O digital, y similares) y la lógica que controla el funcionamiento del módulo 190 de control del calentador. En algunas implementaciones, el módulo 190 de control del calentador es un microchip flexible de película delgada, que incluye, en una implementación, múltiples transistores impresos sobre un sustrato flexible. En general, el módulo 190 de control del calentador suministra potencia eléctrica al calentador 130 de resistencia que convierte la potencia eléctrica en calor. El calor generado por el calentador 130 de resistencia puede variar en respuesta al voltaje de la potencia eléctrica suministrada desde el módulo 190 de control del calentador. Por consiguiente, un módulo 192 de potencia del módulo 190 de control del calentador está configurado para regular (por ejemplo, variar o modular) el calor generado por el calentador 130 de resistencia al regular el voltaje de la potencia eléctrica suministrada al calentador 130 de resistencia. Las operaciones del módulo 192 de potencia, y otras operaciones del módulo 190 de control del calentador, pueden controlarse a través de señales digitales, como señales de modulación de ancho de pulso.

45 El sensor 180 de temperatura puede ser cualquiera de varios sensores de temperatura configurados para medir la temperatura proporcionada por el calentador 130 de resistencia para regular la temperatura del calentador 130 de resistencia a una temperatura deseada. El sensor 180 de temperatura puede ser un termopar, un sensor de temperatura digital o cualquier otro sensor de temperatura.

50 En algunas implementaciones, el módulo 194 de comunicaciones incluye hardware, tal como una antena, transceptores, controladores de interfaz de red y similares, para facilitar la recepción y transmisión de comunicaciones de datos electrónicos.

En ciertas realizaciones, el módulo 190 de control del calentador incluye además un módulo 196 de salud que controla una o más condiciones de salud del sistema 60 de calentador integrado, incluido el calentador 130 de resistencia, y comunica las condiciones de salud monitoreadas a otro dispositivo a través del módulo 194 de comunicaciones. De

5 acuerdo con algunas implementaciones, el módulo 196 de salud comunica continuamente las condiciones de salud a otro dispositivo. Alternativamente, el módulo 196 de salud puede comunicar las condiciones de salud a otro dispositivo solo cuando las condiciones de salud cumplen con un umbral. En respuesta a las condiciones de salud monitoreadas, como cuando una condición de salud cumple con un umbral, otro dispositivo puede inhabilitar de manera permanente o temporal el funcionamiento del sistema 60 de calentador integrado. Las condiciones de salud monitoreadas por el módulo 196 de salud pueden ser cualquiera de varias condiciones relacionadas con el rendimiento, la función y/o la seguridad del calentador 130 de resistencia. Por ejemplo, la condición de salud puede ser una temperatura del calentador 130 de resistencia (que puede medirse con el sensor 180 de temperatura) y el umbral puede ser una temperatura máxima permitida del calentador 130 de resistencia. De acuerdo con algunas realizaciones, el módulo 10 190 de control del calentador es operable para inhabilitar el funcionamiento del sistema 60 de calentador integrado cuando una condición de salud cumple con un umbral.

15 Con referencia a la figura 2, y de acuerdo con una realización, el equipo 200 espacial puede incluir una tubería 202 de calor que puede tener una temperatura controlada por un sistema de control de temperatura, tal como el sistema 40 de control de temperatura. Como se ilustra, el equipo 200 espacial puede ser un satélite, o el equipo espacial 200 puede ser cualquier equipo adecuado operable en entornos similares al espacio (por ejemplo, cohetes, misiles, estaciones espaciales, vehículos espaciales, simuladores espaciales). En ciertas realizaciones, el tubería 202 de calor puede incluir un calentador impreso directamente en el tubería 202 de calor para que no se use adhesivo. Dicho calentador impreso puede ser sustancialmente más pequeño que un calentador que está unido adhesivamente a una tubería 202 de calor. Por ejemplo, el calentador impreso puede ser aproximadamente 1/8 o 1/10 del tamaño de un calentador que está unido adhesivamente a la tubería 202 de calor. Además, el calentador impreso puede incluir menos elementos de calor que un calentador unido adhesivamente. Por consiguiente, el calentador impreso puede usar menos potencia para proporcionar calor a la tubería de calor que un calentador unido adhesivamente. Debe observarse que, si bien se ilustra la tubería 202 de calor como parte del equipo 200 espacial, la tubería 202 de calor puede ser parte de cualquier dispositivo adecuado, como un dispositivo fabricado para operar en un amplio rango de 25 temperaturas.

30 Con referencia a la figura 3, se ilustra una realización de una vista en sección transversal de la tubería 202 de calor que puede incluir un calentador impreso. La tubería 202 de calor puede configurarse para contener un fluido que fluye a través de la tubería 202 de calor para facilitar la transferencia de calor. Específicamente, una implementación de la tubería 202 de calor incluye una carcasa 302 exterior, una mecha 304 y una cavidad 306 de vapor. La carcasa 302 exterior y la mecha 304 pueden formarse a partir de un material conductor de calor, tal como metales que incluyen aluminio, cobre, y acero. La cavidad 306 de vapor es una porción hueca encerrada por la carcasa 302 exterior y la mecha 304. La carcasa 302 exterior de la tubería 202 de calor puede tener cualquier forma, tal como ser sustancialmente plana en dos lados, ser sustancialmente redonda, ser sustancialmente de forma ovalada, y así sucesivamente.

35 El fluido puede intercambiar calor con la carcasa 302 exterior en el siguiente ciclo, por ejemplo. El fluido puede evaporarse 308 después de absorber la energía térmica de la carcasa 302 exterior, fluyendo así desde la mecha 304 a la cavidad 306 de vapor. El fluido vaporizado puede migrar 310 a lo largo de la cavidad 306 de vapor a una porción de temperatura más baja de la tubería 202 de calor. El fluido vaporizado puede condensar 312 de nuevo en un líquido y ser absorbido por la mecha 304, liberando así energía térmica. El fluido líquido puede migrar 310 a lo largo de la mecha 304 a una porción de temperatura más alta de la tubería 202 de calor donde se repite el ciclo. 40

45 Volviendo a la figura 4, se ilustra una vista en sección transversal de un calentador 400 impreso en una tubería 202 de calor. El calentador 400 impreso incluye una primera capa 402 impresa sobre la tubería 202 de calor, un calentador 130 de resistencia impreso sobre la primera capa 210, una segunda capa 406 impresa sobre el calentador 404 de resistencia y un recubrimiento 408 impreso sobre la segunda capa 406. En algunas implementaciones, las distintas capas pueden imprimirse utilizando una tecnología de escritura directa que puede imprimirse utilizando un plasma condensado rápidamente.

50 La primera capa 402 o primera lámina está hecha de un material eléctricamente no conductor, tal como, por ejemplo, fibra de vidrio, plástico, cerámica, silicona, tela y similares. En una implementación, la primera capa 402 es una película delgada con un grosor en el rango de entre nanómetros y varios micrómetros. En otras implementaciones, la primera capa 402 tiene un grosor mayor que varios micrómetros. Como se muestra en una configuración, la primera capa 402 tiene una forma sustancialmente plana. La primera capa 402 puede ser sustancialmente rígida o no flexible en algunas implementaciones. Sin embargo, en algunas otras implementaciones, la primera capa 402 está hecha de un material flexible no rígido, de manera que se puede flexionar o mover a una forma no plana.

55 El calentador 130 de resistencia o la segunda lámina incluye un primer conductor impreso en la primera capa 402 y un segundo conductor impreso en el primer conductor, como se ilustra en las figuras 5C y 5D. En ciertas implementaciones, el primer y segundo conductores pueden considerarse láminas separadas. En una implementación, como se muestra, los conductores primero y segundo del calentador 130 de resistencia tienen una forma sustancialmente plana. El primer conductor está hecho de un primer metal y el segundo conductor está hecho de un segundo metal. El primer metal puede ser diferente al segundo metal. En varias implementaciones, el primer y segundo 60 metal pueden incluir uno o más de plata, cobre, oro, aluminio, zinc, níquel, latón, bronce, hierro, platino, acero, plomo, kanthal, nicrom, cuproníquel, una aleación de níquel, y cualquiera de varios metales resistivos. El primer y segundo

conductores pueden ser un plasma en un estado de impresión y son sólidos en un estado de impresión posterior a la impresión y el secado.

5 La segunda capa 406 o la tercera lámina está hecha de un material eléctricamente no conductor similar a la primera capa 402, tal como, por ejemplo, fibra de vidrio, plástico, cerámica, silicona, tela y similares. En una implementación, la segunda capa 406 es una película delgada con un grosor en el rango de entre un nanómetro y varios micrómetros. En otras implementaciones, la segunda capa 406 tiene un grosor mayor que varios micrómetros. Como se muestra, en una configuración, la segunda capa 406 tiene una forma sustancialmente plana. La segunda capa 406 puede ser sustancialmente rígida o no flexible en algunas implementaciones. Sin embargo, en algunas otras implementaciones, la segunda capa 406 está hecha de un material flexible no rígido, de manera que se puede flexionar o mover a una forma no plana.

El recubrimiento 408 o cuarta lámina está hecha de un imprimador conductor y puede incluir un material de disipación electrostática. Por ejemplo, el recubrimiento 408 puede incluir materiales, tales como, por ejemplo, un epoxi, un uretano, licron y similares.

15 Con referencia a las figuras 5A a 5F, en una realización, el calentador 400 impreso puede imprimirse en la tubería 202 de calor utilizando al menos un cabezal de impresión. En la realización ilustrada, un impresor (no mostrado) incluye uno o más cabezales 510 de impresión para imprimir las capas 402, 406 primera y segunda el calentador 130 de resistencia y el recubrimiento 408. Como se muestra en la figura 5A, el uno o más cabezales 510 de impresión incluyen una primera fuente 520 de material que contiene un primer material y una boquilla para dispensar un primer material 522 desde la primera fuente 520 de material. Tal como se muestra mediante flechas direccionales, el uno o más cabezales 510 de impresión se mueven de forma translacional en relación con (por ejemplo, paralelas a) una superficie de la tubería 202 de calor en la que se imprimirá la primera capa 402. Cuando el uno o más cabezales 510 de impresión se mueven a lo largo de la superficie de la tubería 202 de calor, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa el primer material 522 sobre la superficie de la tubería 202 de calor para formar la primera capa 402. De manera deseable, en algunas implementaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa un grosor uniforme del primer material 522 sobre la tubería 202 de calor para formar la primera capa 402. El primer material 522 es un material eléctricamente no conductor como se describió anteriormente.

30 Como se muestra en la figura 5B, después de imprimir la primera capa 402, el uno o más cabezales 510 de impresión, que incluyen una segunda fuente 530 de material que contiene un segundo material y una boquilla para dispensar un segundo material 532 desde la segunda fuente 530 de material, se mueve de forma translacional a lo largo de una superficie de la primera capa 402 sobre la que se va a imprimir el calentador 130 de resistencia. A medida que uno o más cabezales 510 de impresión se mueven a lo largo de la superficie de la primera capa 402, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa el segundo material 532 sobre la superficie de la primera capa 402 para formar el calentador 130 de resistencia. De manera deseable, en algunas implementaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensan un grosor uniforme del segundo material 532 sobre la primera capa 402 para formar el calentador 130 de resistencia. El segundo material 532 es un conductor (por ejemplo, material eléctricamente conductor) como se describió anteriormente.

40 En algunas realizaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión se pueden usar para imprimir el sensor 180 de temperatura y/o el módulo 190 de control del calentador en la primera capa 402. Por ejemplo, cuando uno o más cabezales 510 de impresión se mueven con relación a la superficie de la primera capa 402, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa uno o más materiales sobre la superficie de la primera capa 402 para formar el sensor 180 de temperatura y/o el módulo 190 de control del calentador. Alternativamente, uno o ambos del sensor 180 de temperatura o el módulo 190 de control del calentador se puede imprimir en la primera capa 402 durante un proceso de impresión diferente, o preformarse y acoplarse eléctricamente al calentador 130 de resistencia antes o después de que el calentador 130 de resistencia se imprima sobre la primera capa 402.

45 El calentador 130 de resistencia puede imprimirse utilizando múltiples pasos de impresión. Las figuras 5C y 5D ilustran la impresión del calentador 130 de resistencia utilizando más de un paso de impresión. Como se muestra en la figura 5C, después de imprimir la primera capa 402, el uno o más cabezales 510 de impresión, que incluyen la segunda fuente 530 de material que contiene un segundo material y una boquilla para dispensar el segundo material 532 de la segunda fuente 530 de material, se mueven de forma translacional a lo largo de una superficie de la primera capa 402 sobre la cual se imprimirá una primera capa 534 conductora. A medida que uno o más cabezales 510 de impresión se mueven a lo largo de la superficie de la primera capa 402, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa el segundo material 532 sobre la superficie de la primera capa 402 para formar la primera capa 534 conductora. De manera deseable, en algunas implementaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa un grosor uniforme del segundo material 532 sobre la primera capa 402 para formar la primera capa 534 conductora. El segundo material 532 es un conductor (por ejemplo, material eléctricamente conductor) como se describió anteriormente. En una implementación, la primera capa 534 conductora incluye circuitos utilizados para acoplar elementos de calentamiento resistivo a una fuente de potencia, entre otras cosas.

60 Como se muestra en la figura 5D, después de imprimir la primera capa 534 conductora, el uno o más cabezales 510 de impresión, que incluyen una tercera fuente 540 de material que contiene un tercer material y una boquilla para dispensar el tercer material 542 desde la tercera fuente 540 de material, se mueven de manera translacional a lo largo

- de una superficie de la primera capa 534 conductora sobre la que se imprimirá una segunda capa 544 conductora. Cuando el uno o más cabezales 510 de impresión se mueven a lo largo de la superficie de la primera capa 534 conductora, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensan el tercer material 542 sobre la superficie de la primera capa 534 conductora para formar la segunda capa 544 conductora. De manera deseable, en algunas implementaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensan un grosor uniforme del tercer material 542 sobre la primera capa 534 conductora para formar la segunda capa 544 conductora. El tercer material 542 es un conductor (por ejemplo, material eléctricamente conductor) como se describe arriba. En una implementación, la segunda capa 544 conductora incluye elementos calentadores resistivos y/o una capa calentadora, entre otras cosas.
- Como se muestra en la figura 5E, el uno o más cabezales 510 de impresión pueden usar nuevamente la primera fuente 520 de material que contiene el primer material y una boquilla para dispensar el primer material 522 de la primera fuente 520 de material. Como se muestra mediante flechas direccionales, el uno o más cabezales 510 de impresión se mueven de forma translacional en relación con (por ejemplo, en paralelo a) una superficie del calentador 130 de resistencia sobre la cual se imprimirá la segunda capa 406. A medida que uno o más cabezales 510 de impresión se mueven a lo largo de la superficie del calentador 130 de resistencia, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensan el primer material 522 sobre la superficie del calentador 130 de resistencia para formar la segunda capa 406. Debe observarse que las capas 402 y 406 primera y segunda emparedan el calentador 130 de resistencia. De manera deseable, en algunas implementaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensan un grosor uniforme del primer material 522 sobre el calentador 130 de resistencia para formar la segunda capa 406. El primer material 522 es un material eléctricamente no conductor como se describió anteriormente.
- Como se muestra en la figura 5F, el uno o más cabezales 510 de impresión incluyen una cuarta fuente 550 de material que contiene un cuarto material y una boquilla para dispensar un cuarto material 552 desde la cuarta fuente 550 de material. Tal como se muestra mediante flechas direccionales, el uno o más cabezales 510 de impresión se mueven de manera translacional en relación con (por ejemplo, en paralelo a) una superficie de la segunda capa 406 sobre la cual se imprimirá la superposición 408. Cuando el uno o más cabezales 510 de impresión se mueven a lo largo de la superficie de la segunda capa 406, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa el cuarto material 552 sobre la superficie de la segunda capa 406 para formar la superposición 408. De manera deseable, en algunas implementaciones, el uno o más cabezales 510 de impresión dispensa un grosor uniforme del cuarto material 552 sobre la segunda capa 406 para formar la superposición 408. El cuarto material 552 puede estar hecho de una imprimación conductora y puede incluir un material de disipación electrostática como se describió anteriormente.
- Volviendo a la figura 6, se ilustra un diagrama de bloques esquemático de otro sistema 600 de control de temperatura para controlar el calor del equipo. El sistema 600 de control de temperatura incluye la tubería 202 de calor que tiene el calentador 130 de resistencia impreso en él.
- Específicamente, el calentador 130 de resistencia incluye un primer conductor 602 (por ejemplo, material eléctricamente conductor) impreso directamente sobre la tubería 202 de calor (por ejemplo, como se describió anteriormente, el primer conductor 602 puede imprimirse directamente sobre la primera capa 402). El primer conductor 602 puede estar hecho de un metal que puede incluir uno o más de plata, cobre, oro, aluminio, zinc, níquel, latón, bronce, hierro, platino, acero, plomo, kanthal, nicrom, cuproníquel, una aleación de níquel, y un metal resistivo. El calentador 130 de resistencia también incluye un segundo conductor 604 (por ejemplo, material eléctricamente conductor) impreso directamente sobre la tubería 202 de calor. Específicamente, el segundo conductor 604 puede imprimirse directamente sobre la primera capa 402 y/o el primer conductor 602. En ciertas implementaciones, el primer conductor 602 se puede imprimir directamente sobre la primera capa 402 y/o el segundo conductor 604. En varias implementaciones, el primer conductor 602 y el segundo conductor 604 hacen contacto entre sí para proporcionar una conductividad eléctrica entre los conductores 602, 604 primero y segundo. El segundo conductor 604 puede estar hecho de un metal que puede incluir uno o más de plata, cobre, oro, aluminio, zinc, níquel, latón, bronce, hierro, platino, acero, plomo, kanthal, nicrom, cuproníquel, una aleación de níquel, y cualquiera de varios metales resistivos. En algunas implementaciones, los conductores 602, 604 primero y segundo pueden estar hechos de diferentes materiales. En una implementación, el primer conductor 602 incluye cobre y el segundo conductor 604 incluye nicrom o cualquiera de varios metales resistivos como el nicrom.
- El primer conductor 602 incluye una primera traza 606 conductora y una segunda traza 608 conductora usada para dirigir la potencia al segundo conductor 604. Además, el segundo conductor 604 es una capa calentadora, tal como un elemento calentador de resistencia. Un primer contacto 610 acoplado eléctricamente a la primera traza 606 conductora y un segundo contacto 612 acoplado eléctricamente a la segunda traza 608 conductora facilitan la conexión del módulo 192 de potencia (por ejemplo, fuente de potencia eléctrica) al segundo conductor 604 para proporcionar potencia al segundo conductor 604. Como se describió anteriormente, el módulo 190 de control del calentador puede controlar el módulo 192 de potencia para proporcionar una cantidad deseada de potencia al calentador 130 de resistencia. En algunas implementaciones, el módulo 192 de potencia puede suministrar un voltaje constante al calentador 130 de resistencia a o por encima de un voltaje de equilibrio correspondiente a una temperatura de equilibrio.
- Para facilitar el control del voltaje suministrado al calentador 130 de resistencia, se puede imprimir un termopar 614 sobre la tubería 202 de calor. Específicamente, el termopar 614 se puede imprimir directamente sobre la primera capa 402. El termopar 614 incluye una primera traza 616 conductora y una segunda traza 618 conductora utilizada para

dirigir la potencia al termopar 614. Un primer contacto 620 acoplado eléctricamente a la primera traza 616 conductora y un segundo contacto 622 acoplado eléctricamente a la segunda traza 618 conductora facilitan la conexión del módulo 190 de control del calentador al termopar 614 para operar y/o monitorear el termopar 614. Como se describió anteriormente, el módulo 190 de control del calentador puede usar la temperatura monitoreada desde el termopar 614 para controlar la cantidad de potencia suministrada al calentador 130 de resistencia.

Con referencia a la figura 7, se muestra una realización de un método 700 para hacer y usar un calentador para equipos espaciales. El método 700 incluye proporcionar una tubería de calor, que puede configurarse para contener un fluido que fluye a través de la tubería de calor para facilitar la transferencia de calor, en 702. Adicionalmente, el método 700 incluye aplicar una primera capa eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor en 704. En algunas implementaciones, la aplicación de la primera capa eléctricamente no conductora en la tubería de calor puede incluir la impresión de la primera capa eléctricamente no conductora en la tubería de calor. Luego, el método 700 puede incluir imprimir un termopar sobre la primera capa eléctricamente no conductora en 706. El método 700 también incluye imprimir un calentador de resistencia sobre la primera capa eléctricamente no conductora después de aplicar la primera capa eléctricamente no conductora a la tubería de calor: imprimiendo una capa eléctricamente conductora en la primera capa eléctricamente no conductora utilizando un primer material conductor en 708; e imprimir una capa del calentador sobre la capa conductora eléctricamente utilizando un segundo material conductor en 710. El método 700 incluye aplicar una segunda capa eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia para formar el calentador en 712. En ciertas implementaciones, aplicar la segunda capa eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia puede incluir imprimir la segunda capa eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia.

El método 700 puede incluir además aplicar un recubrimiento sobre la segunda capa eléctricamente no conductora, que puede ser una capa conductora de disipación electrostática, en 714. Además, el método 700 puede incluir el acoplamiento eléctrico de una fuente de potencia eléctrica a la capa conductora en 716.

El método 700 también puede incluir ajustar un voltaje aplicado a la capa conductora con base a la entrada de un termopar en 718. El voltaje puede ser un voltaje de equilibrio definido como un voltaje suficientemente alto que si se aplica constantemente a la capa del calentador permitiría que la temperatura de la capa del calentador alcance la temperatura de equilibrio. El método 700 puede incluir adicionalmente, en 720, generar calor desde la capa calentadora en respuesta al voltaje aplicado a la capa conductora.

Debe observarse que mientras muchas implementaciones incluidas en este documento describen material de impresión en una tubería de calor para formar un calentador en la tubería de calor, en algunas implementaciones, los materiales que forman el calentador pueden imprimirse en cualquier dispositivo adecuado que tenga una superficie plana, una superficie redondeada, u otro tipo de superficie.

En la descripción anterior, ciertos términos pueden usarse como "arriba", "abajo", "superior", "inferior", "horizontal", "vertical", "izquierda", "derecha", "sobre", "bajo" y similares. Estos términos se utilizan, cuando corresponda, para proporcionar cierta claridad de descripción cuando se trata de relaciones relativas. Pero, estos términos no pretenden implicar relaciones absolutas, posiciones y/u orientaciones. Por ejemplo, con respecto a un objeto, una superficie "superior" puede convertirse en una superficie "inferior" simplemente girando el objeto. Sin embargo, sigue siendo el mismo objeto. Además, los términos "incluir", "que comprende", "tener" y sus variaciones significan "que incluyen pero no se limitan a" a menos que se especifique expresamente lo contrario. Una lista enumerada de ítems no implica que alguno o todos los ítems sean mutuamente excluyentes y/o mutuamente inclusivos, a menos que se especifique expresamente lo contrario. Los términos "un", "uno" y "el" también se refieren a "uno o más", a menos que se especifique expresamente lo contrario. Además, el término "pluralidad" se puede definir como "al menos dos".

Además, los casos en esta especificación en los que un elemento está "acoplado" a otro elemento puede incluir un acoplamiento directo e indirecto. El acoplamiento directo se puede definir como un elemento acoplado a y en algún contacto con otro elemento. El acoplamiento indirecto se puede definir como el acoplamiento entre dos elementos que no están en contacto directo entre sí, pero que tienen uno o más elementos adicionales entre los elementos acoplados. Además, como se usa en este documento, asegurar un elemento a otro elemento puede incluir un aseguramiento directo y un aseguramiento indirecto. Además, como se usa en este documento, "adyacente" no necesariamente denota contacto. Por ejemplo, un elemento puede ser adyacente a otro elemento sin estar en contacto con ese elemento.

Como se usa en el presente documento, la expresión "al menos uno de", cuando se usa con una lista de ítems, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los ítems listados y que solo uno de los ítems de la lista puede ser necesario. El ítem puede ser un objeto, cosa o categoría en particular. En otras palabras, "al menos uno de" significa que se puede usar cualquier combinación de ítems o número de ítems de la lista, pero no todos los ítems de la lista pueden ser necesarios. Por ejemplo, "al menos uno de los ítems A, ítem B e ítem C" puede significar ítem A; ítem A e ítem B; ítem B; ítem A, ítem B e ítem C; o el ítem B y el ítem C. En algunos casos, "al menos uno del ítem A, el ítem B y el ítem C" puede significar, por ejemplo, sin limitación, dos del ítem A, uno del ítem B y diez del ítem C; cuatro del ítem B y siete del ítem C; o alguna otra combinación adecuada.

A menos que se indique lo contrario, los términos "primero", "segundo", etc., se usan aquí simplemente como etiquetas, y no pretenden imponer requisitos ordinales, posicionales o jerárquicos en los ítems a los que se refieren estos términos. Además, la referencia a, por ejemplo, un "segundo" ítem no requiere o excluye la existencia de, por ejemplo, un "primer" ítem o un número más bajo, y/o, por ejemplo, un "tercero" o un ítem con un número más alto.

5 Los diagramas de flujo esquemáticos incluidos en este documento generalmente se presentan como diagramas de flujo lógicos. Como tal, el orden representado y los pasos etiquetados son indicativos de una realización del método presentado. Se pueden concebir otros pasos y métodos que son equivalentes en función, lógica o efecto a uno o más pasos, o partes de los mismos, del método ilustrado. Además, el formato y los símbolos empleados se proporcionan para explicar los pasos lógicos del método y se entiende que no limitan el alcance del método. Aunque se pueden emplear diversos tipos de flecha y tipos de línea en los diagramas de flujo, se entiende que no limitan el alcance del método correspondiente. De hecho, algunas flechas u otros conectores pueden usarse para indicar solo el flujo lógico del método. Por ejemplo, una flecha puede indicar un período de espera o monitoreo de duración no especificada entre los pasos enumerados del método descrito. Además, el orden en que se produce un método particular puede o no adherirse estrictamente al orden de los pasos correspondientes que se muestran.

15 Algunas de las unidades funcionales descritas en esta especificación se han etiquetado como módulos, con el fin de enfatizar más particularmente su independencia de implementación. Por ejemplo, un módulo puede implementarse como un circuito de hardware que comprende circuitos VLSI o matriz de compuertas personalizadas, semiconductores disponibles tales como chips lógicos, transistores u otros componentes discretos. Un módulo también puede implementarse en dispositivos de hardware programables tales como matrices de puertas programables de campo, lógica de matriz programable, dispositivos lógicos programables o similares.

20 Los módulos también pueden implementarse en software para ejecución por varios tipos de procesadores. Un módulo identificado de código de programa legible por ordenador puede, por ejemplo, comprender uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones de ordenador que, por ejemplo, pueden organizarse como un objeto, procedimiento o función. Sin embargo, los ejecutables de un módulo identificado no necesitan estar físicamente ubicados juntos, sino que pueden comprender instrucciones dispares almacenadas en diferentes ubicaciones que, cuando se unen lógicamente, comprenden el módulo y logran el propósito establecido para el módulo.

25 De hecho, un módulo de código de programa legible por ordenador puede ser una única instrucción, o muchas instrucciones, e incluso puede distribuirse en varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y en varios dispositivos de memoria. De manera similar, los datos operativos pueden identificarse e ilustrarse aquí dentro de módulos, y pueden incorporarse en cualquier forma adecuada y organizarse dentro de cualquier tipo adecuado de estructura de datos. Los datos operativos se pueden recopilar como un único conjunto de datos, o pueden distribuirse en diferentes ubicaciones, incluso en diferentes dispositivos de almacenamiento, y pueden existir, al menos parcialmente, simplemente como señales electrónicas en un sistema o red. Cuando un módulo o partes de un módulo se implementan en software, el código de programa legible por ordenador se puede almacenar y/o propagar en uno o más medios legibles por ordenador.

30 El medio legible por ordenador puede ser un medio de almacenamiento tangible legible por ordenador que almacena el código de programa legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser, por ejemplo, pero no limitado a, un sistema, aparato o dispositivo electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo, holográfico, micromecánico o semiconductor, o cualquier combinación adecuada de los anteriores.

35 Los ejemplos más específicos del medio legible por ordenador pueden incluir, entre otros, un disquete de ordenador portátil, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable borrable (EPROM o memoria Flash), una memoria de solo lectura de disco compacto portátil (CD-ROM), un disco versátil digital (DVD), un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, un medio de almacenamiento holográfico, un dispositivo de almacenamiento micromecánico, o cualquier combinación adecuada de los anteriores. En el contexto de este documento, un medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser cualquier medio tangible que pueda contener y/o almacenar un código de programa legible por ordenador para su uso por y/o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones.

40 El medio legible por ordenador también puede ser un medio de señal legible por ordenador. Un medio de señal legible por ordenador puede incluir una señal de datos propagada con un código de programa legible por ordenador incorporado, por ejemplo, en banda base o como parte de una onda portadora. Dicha señal propagada puede tomar cualquiera de una variedad de formas, incluidas, entre otras, eléctricas, electromagnéticas, magnéticas, ópticas o cualquier combinación adecuada de las mismas. Un medio de señal legible por ordenador puede ser cualquier medio legible por ordenador que no sea un medio de almacenamiento legible por ordenador y que pueda comunicar, propagar o transportar un código de programa legible por ordenador para uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones. El código de programa legible por ordenador incorporado en un medio de señal legible por ordenador puede ser transmitido utilizando cualquier medio apropiado, incluyendo, entre otros, inalámbrico, cable, cable de fibra óptica, radiofrecuencia (RF), o similar, o cualquier combinación adecuada de los anteriores.

5 En una realización, el medio legible por ordenador puede comprender una combinación de uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador y uno o más medios de señal legibles por ordenador. Por ejemplo, el código de programa legible por ordenador puede propagarse como una señal electromagnética a través de un cable de fibra óptica para ser ejecutado por un procesador y almacenado en un dispositivo de almacenamiento RAM para que lo ejecute el procesador.

10 El código de programa legible por ordenador para llevar a cabo operaciones para aspectos de la presente invención puede escribirse en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos tal como Java, Smalltalk, C ++ o similar y lenguajes de programación de procedimientos convencionales, como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. El código de programa legible por ordenador puede ejecutarse completamente en el ordenador del usuario, en parte en el ordenador del usuario, como un paquete de software independiente, en parte en el ordenador del usuario y en parte en un ordenador remoto o completamente en el ordenador o servidor remoto. En este último escenario, el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluida una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN), o la conexión puede realizarse a un ordenador externo (por ejemplo, a 15 través de Internet utilizando un proveedor de servicios de Internet).

El presente objeto se puede materializar en otras formas específicas sin apartarse de su espíritu o características esenciales. Las realizaciones descritas deben considerarse en todos los aspectos solo como ilustrativas y no restrictivas. Todos los cambios que se encuentren dentro del significado y rango de equivalencia de las reivindicaciones deben incluirse dentro de su alcance.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un calentador (400) para equipo (200) espacial, que comprende una tubería (202) de calor, el calentador caracterizado por comprender además:
- 5 una primera capa (402) aplicada a la tubería de calor, la primera capa hecha de un material eléctricamente no conductor;
- un calentador (130) de resistencia impreso sobre la primera capa después de que la primera capa se aplique a la tubería de calor; y
- una segunda capa (406) adyacente al calentador de resistencia, colocándose el calentador de resistencia entre la primera capa y la segunda capa, y la segunda capa está hecha de un material eléctricamente no conductor.
- 10 2. El calentador de la reivindicación 1, en donde el calentador de resistencia comprende un primer conductor impreso sobre la primera capa y un segundo conductor impreso sobre el primer conductor, el primer conductor está hecho de un primer metal y el segundo conductor está hecho de un segundo metal diferente al primer metal.
3. El calentador de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además una capa de disipación electrostática aplicada sobre la segunda capa.
- 15 4. El calentador de cualquier reivindicación precedente, en donde el calentador comprende una pluralidad de láminas, y en donde la primera capa comprende una primera lámina de la pluralidad de láminas, el calentador de resistencia comprende al menos una segunda lámina de la pluralidad de láminas, y la segunda capa comprende una tercera lámina de la pluralidad de láminas.
- 20 5. Un vehículo (200), que comprende una tubería (202) de calor, el vehículo caracterizado porque la tubería de calor comprende una pluralidad de láminas impresas sobre la misma, en donde la pluralidad de láminas comprende una primera lámina (442) hecha de un material eléctricamente no conductor, una segunda lámina (130) aplicada sobre la primera lámina y hecha de un primer metal eléctricamente conductor, y una tercera lámina (404) aplicada sobre la segunda lámina y hecha de un segundo metal eléctricamente conductor; el vehículo comprende además:
- al menos dos contactos (610, 612) eléctricamente conductores acoplados a la segunda lámina; y
- 25 una fuente (192) de potencia eléctrica acoplada a los al menos dos contactos eléctricamente conductores, la fuente de potencia eléctrica que suministra potencia a la segunda lámina a través de los al menos dos contactos eléctricamente conductores.
6. El vehículo de la reivindicación 5, en donde la fuente de potencia eléctrica suministra un voltaje constante a la segunda lámina en o por encima de un voltaje de equilibrio correspondiente a una temperatura de equilibrio de la tercera lámina.
- 30 7. El vehículo de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en donde la pluralidad de láminas comprende una cuarta lámina aplicada sobre la tercera lámina y hecha de un material eléctricamente no conductor, la primera lámina y la cuarta lámina intercalan la segunda lámina y la tercera lámina.
8. Un método para hacer un calentador (400) para equipos (200) de calefacción en el espacio, que comprende:
- 35 proporcionar una tubería (202) de calor, caracterizada porque la tubería de calor está configurada para contener un fluido que fluye a través de la tubería de calor para facilitar la transferencia de calor, el método comprende además:
- aplicar una primera capa (402) eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor;
- imprimir un calentador (130) de resistencia sobre la primera capa eléctricamente no conductora después de aplicar la primera capa eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor; y
- 40 aplicar una segunda capa (406) eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia para formar el calentador.
9. El método de la reivindicación 8, en donde la impresión del calentador de resistencia sobre la primera capa eléctricamente no conductora comprende:
- 45 imprimir una capa eléctricamente conductora sobre la primera capa eléctricamente no conductora utilizando un primer material conductor; y
- imprimir una capa de calor en la capa eléctricamente conductora utilizando un segundo material conductor.
10. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en donde aplicar la primera capa eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor comprende imprimir la primera capa eléctricamente no conductora sobre la tubería de calor.

11. El método de la reivindicación 10, en donde aplicar la segunda capa eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia comprende imprimir la segunda capa eléctricamente no conductora sobre el calentador de resistencia.
- 5 12. El método de la reivindicación 10 u 11, en donde la primera capa eléctricamente no conductora comprende una cerámica.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, que comprende además imprimir un termopar en la primera capa eléctricamente no conductora.
- 10 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, que comprende además aplicar un recubrimiento sobre la segunda capa eléctricamente no conductora, en donde el recubrimiento es una capa conductora de disipación electrostática.

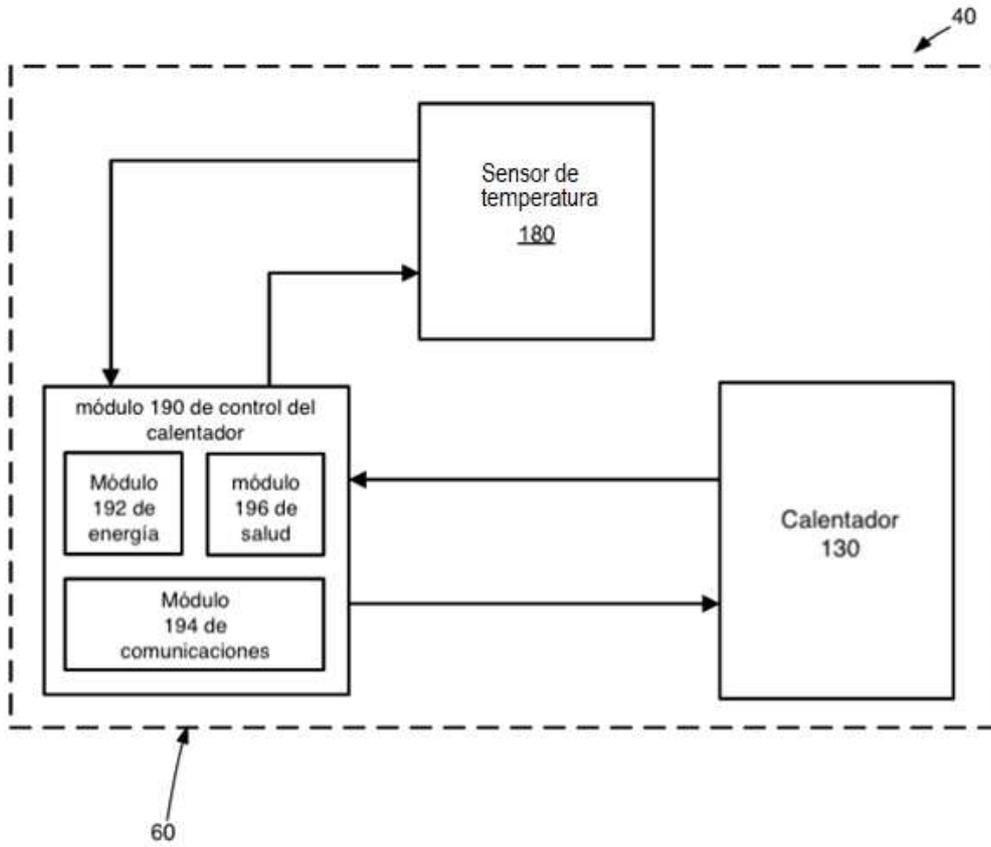


FIG. 1

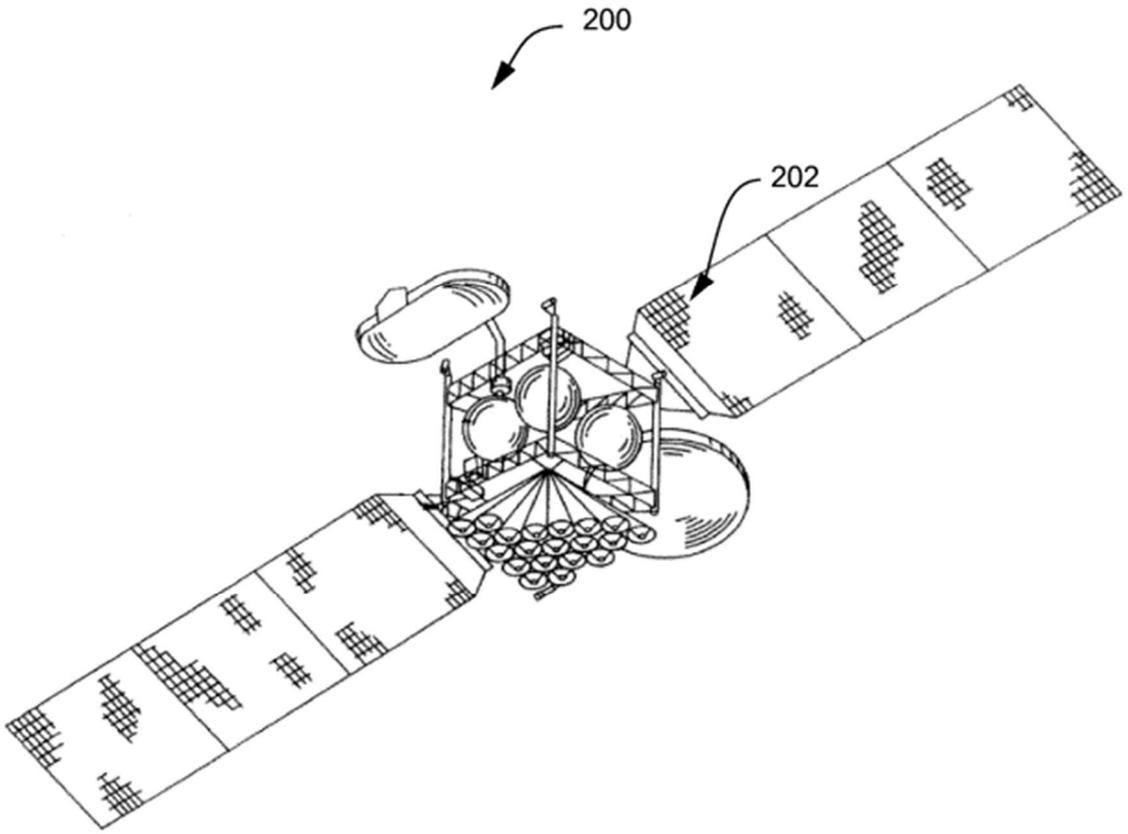


Fig. 2

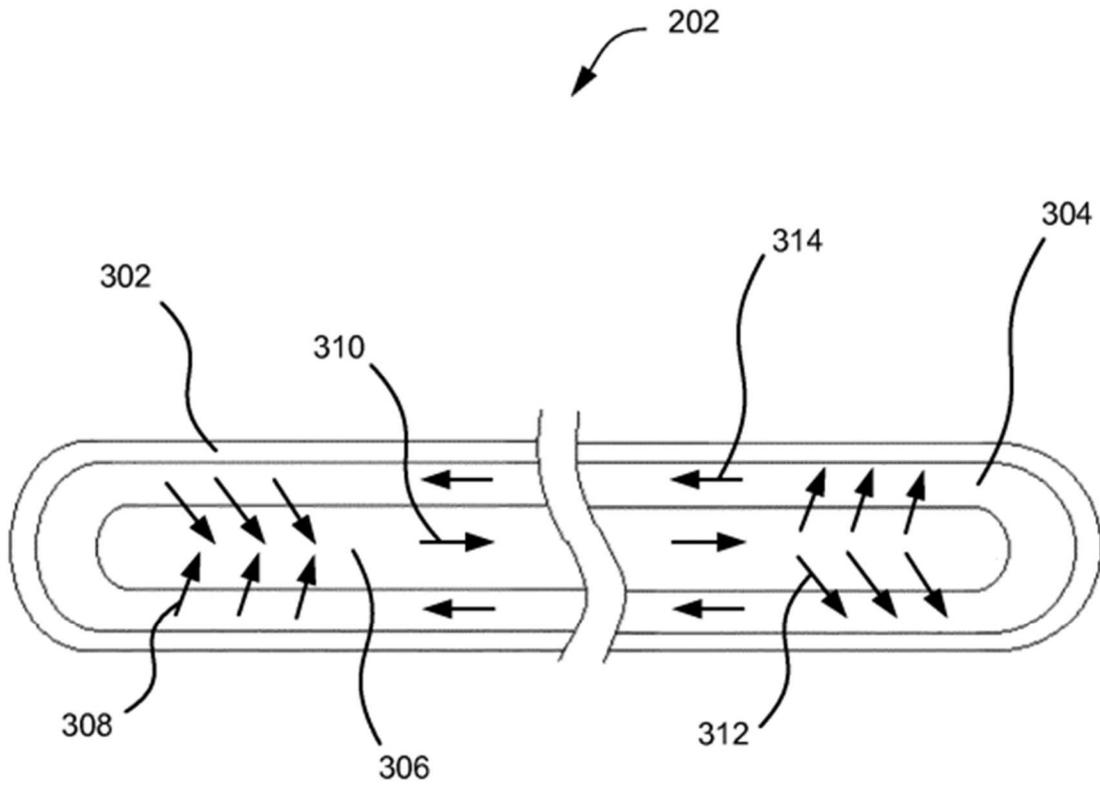


Fig. 3

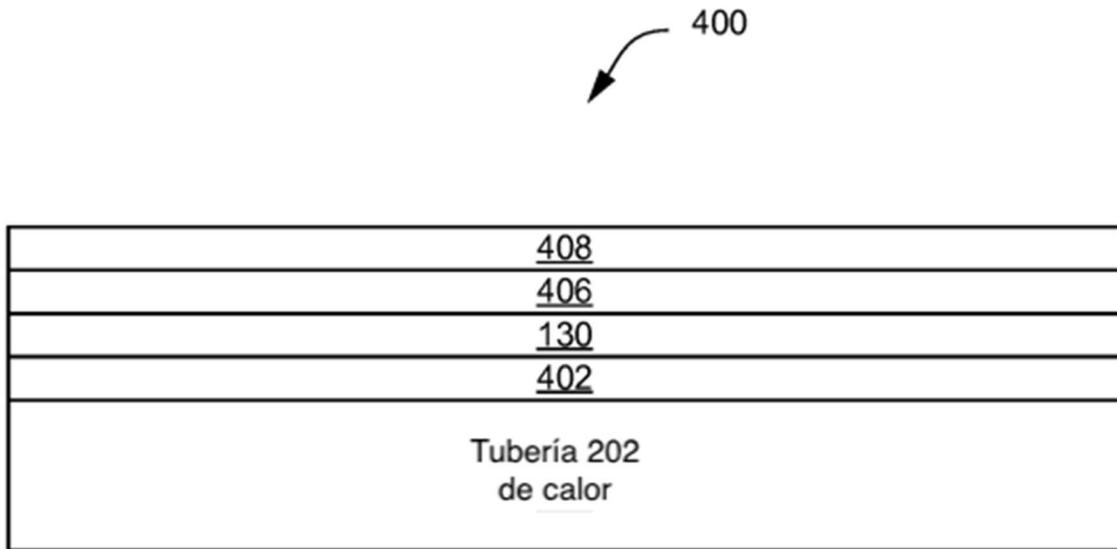


Fig. 4

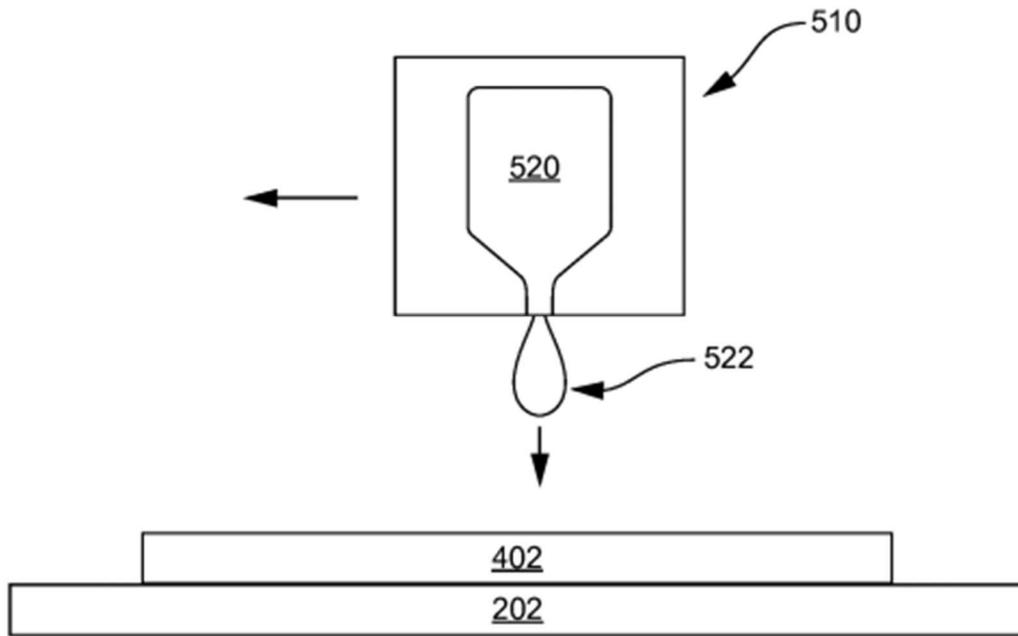


Fig. 5A

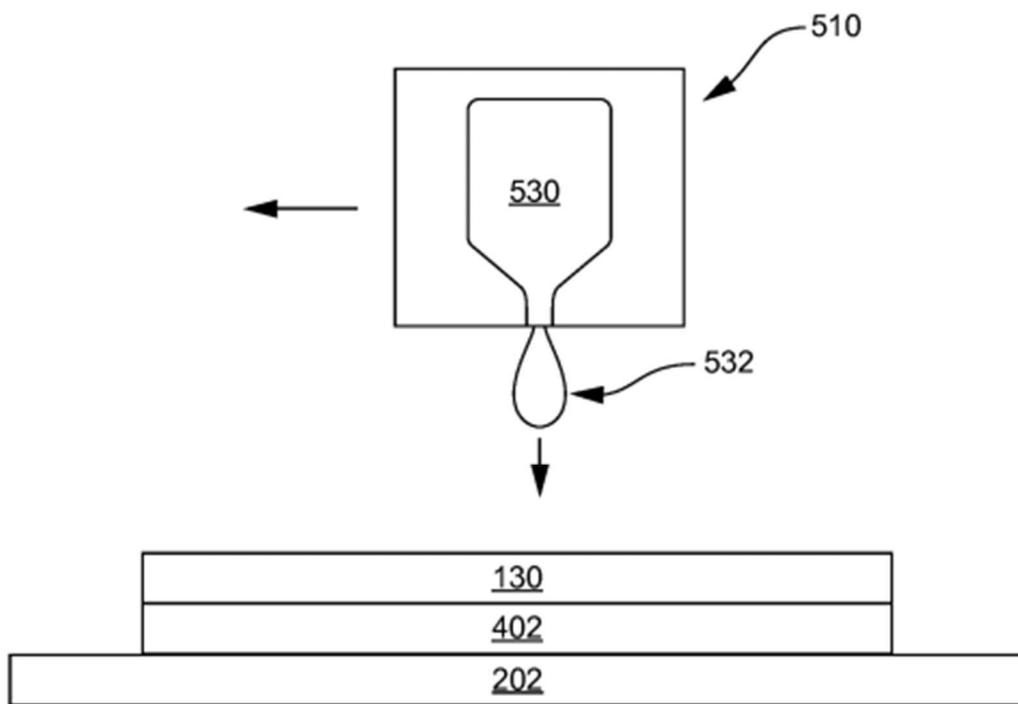


Fig. 5B

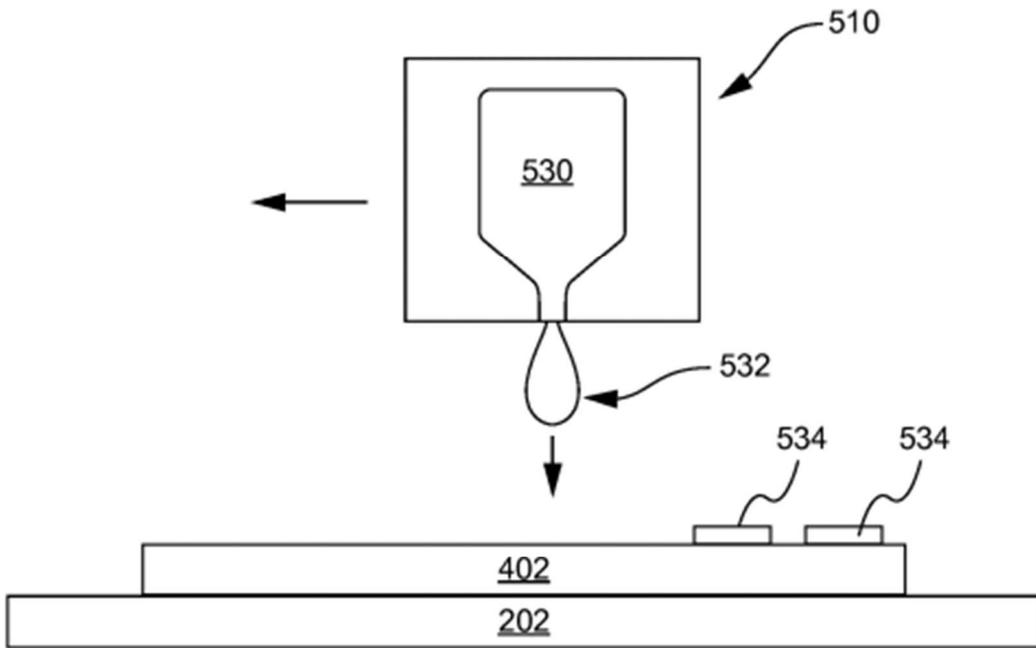


Fig. 5C

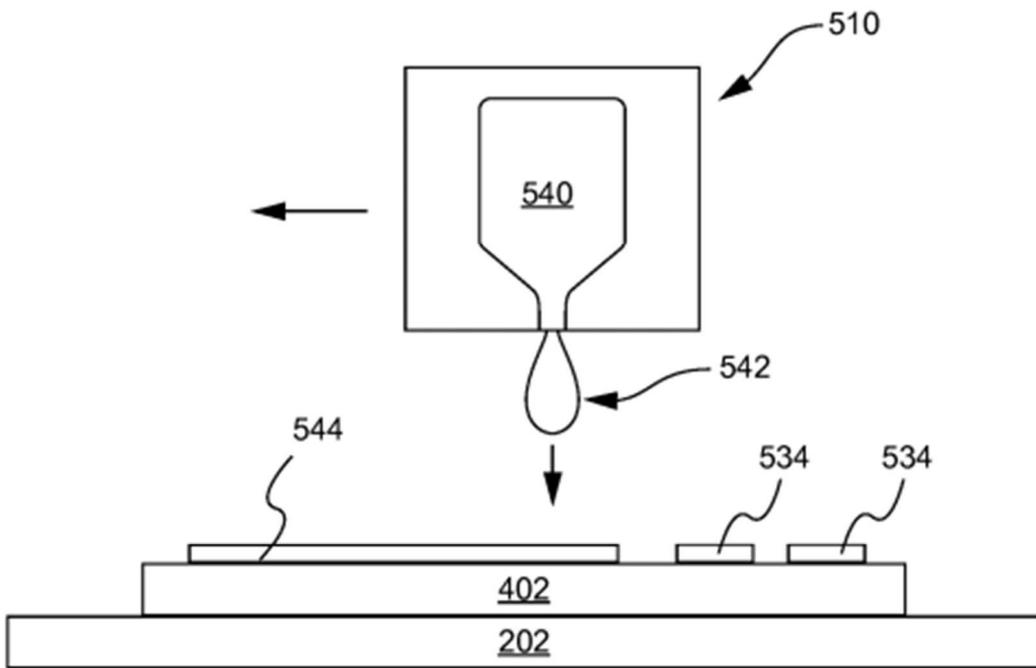


Fig. 5D

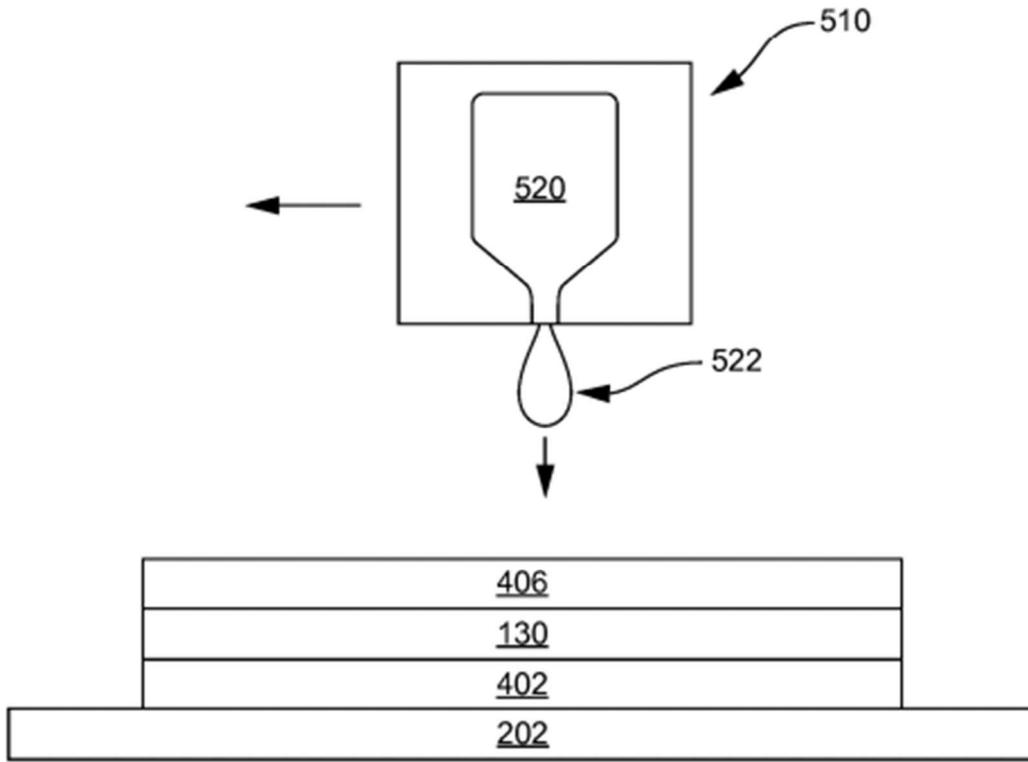


Fig. 5E

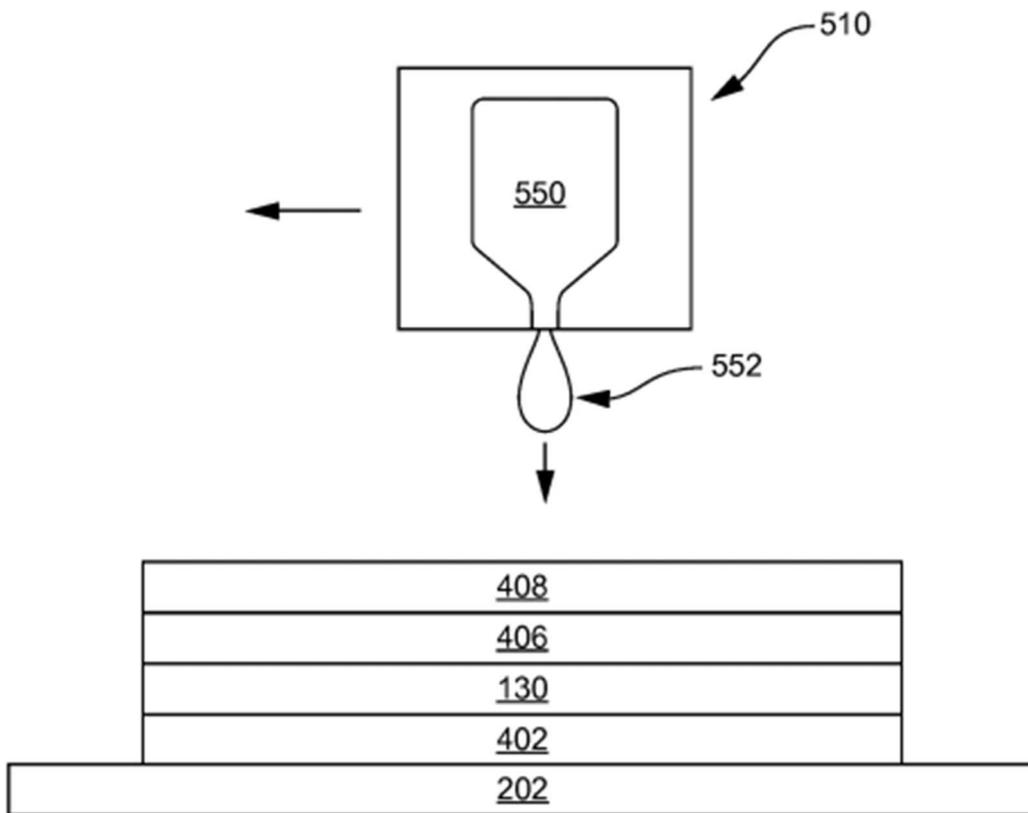


Fig. 5F

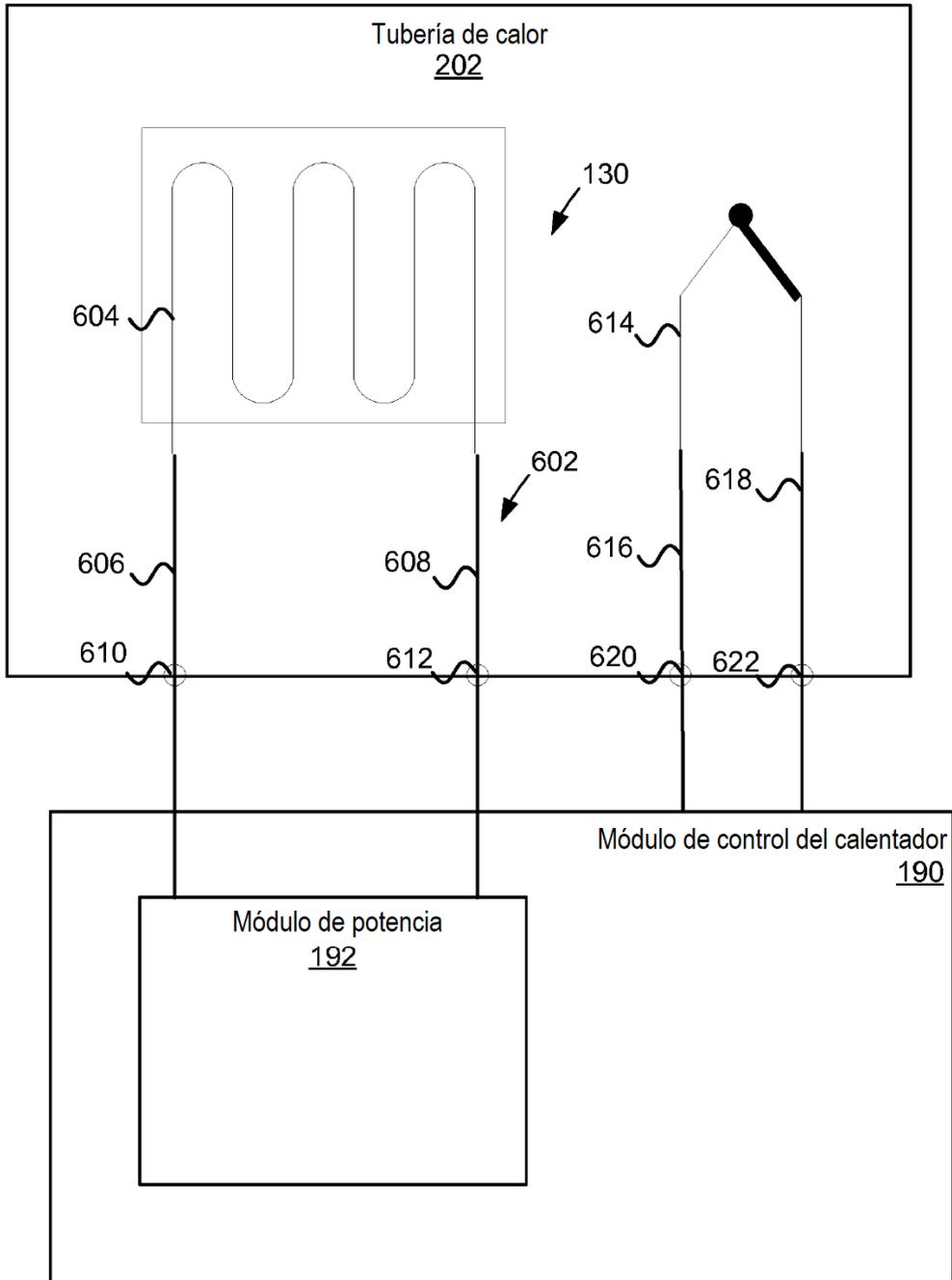


Fig. 6

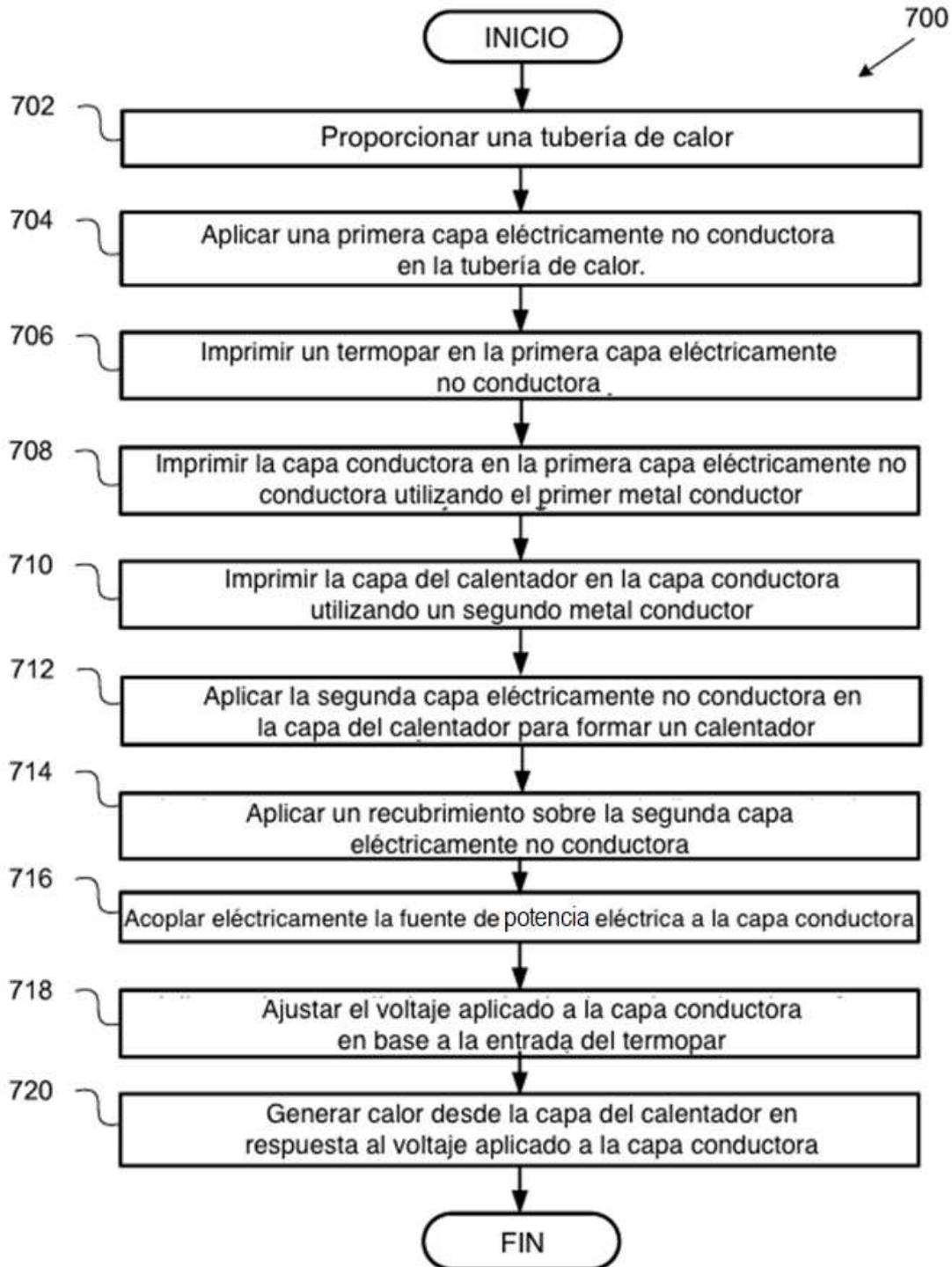


FIG. 7