

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 548**

51 Int. Cl.:

H05B 6/06 (2006.01)

H05B 6/10 (2006.01)

H05B 6/14 (2006.01)

H05B 6/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2016 E 16188988 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 3148293**

54 Título: **Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla**

30 Prioridad:

28.09.2015 NL 2015512

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

18.05.2018

73 Titular/es:

**ULTIMAKER B.V. (100.0%)
Watermolenweg 2
4191 PN Geldermalsen, NL**

72 Inventor/es:

**ELSERMAN, MARTIJN;
VERSTEEGH, JOHAN ANDREAS y
VAN DER ZALM, ERIK**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 668 548 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

Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, en particular, a un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla para un sistema de fabricación de aditivo según la reivindicación 1. En otro aspecto la presente invención se refiere a un método para calentar un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según la reivindicación 15.

Estado de la técnica

[0002] La solicitud de Patente EE.UU. US 2014/0265037 divulga un dispositivo para el calentamiento de una materia prima de material fundible o fluible.

El dispositivo comprende un cuerpo de calentamiento de material electroconductor con uno o más orificios de entrada donde la materia prima se introduce y uno o más orificios de salida para que dicha materia prima salga después de ser calentada.

Uno o más pasajes o cámaras de mezcla se proporcionan que conectan los orificios de entrada y orificios de salida, que comprenden una boquilla.

El cuerpo de boquilla es estratificado entre dos extremidades de, o insertado a través de un orificio o espacio en, un núcleo continuo o segmentado de material que tiene alta permeabilidad magnética pero baja conductividad eléctrica, formando un bucle magnético completo.

Una o más bobinas de hilo electroconductor pasan a través del centro del bucle y alrededor del exterior del bucle.

El dispositivo comprende además una o más fuentes de corriente alterna de alta frecuencia conectadas a una o más bobinas.

Las corrientes inducidas se inducen por el campo magnético en la boquilla electroconductora, que proporcionan el calentamiento de las mismas.

En una forma de realización el núcleo continuo o segmentado es un núcleo en forma de toro.

[0003] La solicitud de Patente EE.UU. US 2015/0140153 divulga un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla conforme al preámbulo de la reivindicación 1, que incluye un calefactor de extrusor calentado inductivamente o dispensador adhesivo que utiliza una boquilla electroconductora con un orificio de entrada y un orificio de salida conectado por un pasaje.

La boquilla se inserta en un espacio u orificio a través de un núcleo formado con forma de un bucle o toroidal, compuesto por material magnético blando de alta permeabilidad magnética y baja conductividad eléctrica.

Una corriente alterna de alta frecuencia se suministra a la bobina, induciendo un campo magnético en el núcleo magnético.

El campo magnético, cuando pasa a través de la boquilla electroconductora induce corrientes inducidas que calientan la boquilla para fundir el material que entra por la entrada.

[0004] La solicitud de patente europea EP 2 842 724 divulga un sistema de calentamiento de inducción y un método para controlar una temperatura de proceso para calentamiento de inducción de una pieza.

El sistema de calentamiento de inducción comprende un inductor configurado para generar un campo magnético alternante en respuesta a una corriente alterna suministrada a este.

Una carga magnética se proporciona que comprende un material magnético con una temperatura de Curie y estando configurada para generar calor en respuesta al campo magnético alternante que se aplica.

[0005] La solicitud de Patente EE.UU. US 2003/0121908 divulga un equipo para calentamiento de un material fluible.

El equipo comprende un núcleo con una vía de paso formada en este para la comunicación del material fluible y un elemento eléctrico enrollado en múltiples vueltas frente al núcleo en un modelo helicoidal.

El elemento eléctrico, en uso, calienta el núcleo ambos de forma resistiva e inductiva.

Resumen de la invención

[0006] La presente invención busca proporcionar un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla mejorado para un sistema de fabricación de aditivo que permite el control pasivo de una o más zonas calentadas dentro de un cuerpo de boquilla del ensamblaje de calentamiento para extrusión de un material.

El ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla permite que una o más zonas de calentamiento sean creadas en el cuerpo de boquilla sin control activo de procesos de inducción electromagnéticos en el ensamblaje.

El ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla permite además una intercambiabilidad rápida y fácil del cuerpo de boquilla para materiales diferentes y/o tamaños.

[0007] Según la presente invención, se proporciona un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla del tipo definido en el preámbulo, que comprende un cuerpo de boquilla con forma de bastón de material electroconductor provisto de una vía de paso que se extiende de un extremo de entrada a un extremo de salida del cuerpo de boquilla con forma de bastón para dispensar un material extruible; una unidad de bobina de inducción para interacción magnética con el cuerpo de boquilla con forma de bastón para permitir el calentamiento de la misma, donde la unidad de bobina de inducción incluye al menos en parte el cuerpo de boquilla con forma de bastón y donde la unidad de bobina de inducción y cuerpo de boquilla con forma de bastón se distancian y se separan por una distancia mínima mayor que cero, y donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón comprende una pieza de calentamiento con una temperatura de Curie predeterminada y donde el ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla comprende además una pluralidad de cuerpos de boquilla con forma de bastón, que cada uno está dispuesto de forma móvil entre una primera y una segunda posición con respecto a la unidad de bobina de inducción para interacción magnética y desconexión magnética, respectivamente, con la unidad de bobina de inducción.

[0008] El ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla de la presente invención tiene la ventaja de que el cuerpo de boquilla con forma de bastón no requiere provisiones para alojar cableado de resistencia ya que el calentamiento se realiza a través de un proceso de inducción en su lugar.

Como resultado, el cuerpo de boquilla con forma de bastón se puede hacer menor y más ligero, de forma que permite el calentamiento más rápido del cuerpo de boquilla al igual que se facilita el cambio o se intercambian cuerpos de boquilla con forma de bastón diferentes para el material de extrusión en un proceso de fabricación de aditivo, ya que no hay contacto directo entre la unidad de bobina de inducción y el cuerpo de boquilla con forma de bastón.

Otra ventaja del ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla es que la temperatura de Curie predeterminada de la pieza de calentamiento permite el control de la temperatura conveniente y seguro en el cuerpo de boquilla con forma de bastón sin activamente controlar la unidad de bobina de inducción.

Una elevación de temperatura del cuerpo de boquilla con forma de bastón más allá de la temperatura de Curie no se produce incluso cuando la unidad de bobina de inducción permanece operable y activa a esa temperatura.

Esto no solo permite que el control preciso de una temperatura de calentamiento se obtenga en el cuerpo de boquilla con forma de bastón durante un proceso de fabricación de aditivo, sino que la temperatura de Curie también proporciona seguridad inherente, ya que no se puede producir un calentamiento excesivo del cuerpo de boquilla.

Cabe destacar que el cuerpo de boquilla con forma de bastón comprende material adecuado para el que una temperatura de Curie existe, por ejemplo, materiales magnéticos ferromagnéticos y similares.

Finalmente, debido a que el ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla comprende una pluralidad de cuerpos de boquilla con forma de bastón, color múltiple y/o materiales de extrusión para estratos depositados se puede usar durante un proceso de fabricación de aditivo.

[0009] En una forma de realización, el cuerpo de boquilla con forma de bastón comprende una pluralidad de piezas de calentamiento cada una con una temperatura de Curie predeterminada diferente. Esta forma de realización ofrece la posibilidad del calentamiento segmentado donde cada una de la pluralidad de piezas de calentamiento logra una temperatura de calentamiento diferente cuando la unidad de bobina de inducción está operativa.

Por lo tanto, es posible imponer un perfil de temperatura en el cuerpo de boquilla con forma de bastón, donde, por ejemplo, una o más piezas de calentamiento son responsables del precalentamiento de material extruible y donde una o más piezas de calentamiento son responsables de llevar el material extruible a su temperatura requerida final.

[0010] En otra forma de realización, la pluralidad de piezas de calentamiento comprende o forma una disposición apilada a lo largo de una dirección longitudinal del cuerpo de boquilla con forma de bastón.

Esto permite diferentes temperaturas de calentamiento en la dirección longitudinal del cuerpo de boquilla de modo que un proceso de calentamiento sintonizado finamente se puede obtener cuando el material extruible atraviesa el cuerpo de boquilla.

En una forma de realización ejemplar, cada una de la pluralidad de piezas de calentamiento es una pieza de calentamiento anular, por ejemplo una pieza de calentamiento en forma de anillo.

La disposición apilada luego comprende una disposición apilada de piezas de calentamiento anulares que, en parte, forman la vía de paso entre el extremo de entrada y extremo de salida del cuerpo de boquilla.

[0011] En una forma de realización ventajosa al menos dos piezas de calentamiento tienen anchuras externas diferentes y/o longitudes, que permiten otra regulación de la temperatura de los tamaños diferentes a través del cuerpo de boquilla de piezas de calentamiento.

Por ejemplo, ampliando una pieza de calentamiento puede aumentar su calor o capacidad térmica, que influye en la velocidad en la que las piezas de calentamiento calientan, cuando la unidad de bobina de inducción está activa.

De esta manera, la velocidad de calentamiento se puede controlar. En una forma de realización, la unidad de bobina de inducción comprende un elemento de bobina de inducción que encierra al menos en parte el cuerpo de boquilla con forma de bastón, donde el elemento de bobina de inducción se separa del cuerpo de boquilla con

5 forma de bastón por al menos la distancia mínima (Lg). Esta forma de realización permite la buena interacción inductiva entre el cuerpo de boquilla con forma de bastón para calentamiento de la misma y donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón puede ser fácilmente colocado o quitado del ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla debido al menos al cercado parcial del cuerpo de boquilla con forma de bastón mediante el elemento de bobina de inducción.

Breve descripción de los dibujos

10 [0012] La presente invención se expondrá con más detalle de ahora en adelante basada en un número de ejemplos de realización ejemplares con referencia a los dibujos, en los que

La Figura 1 muestra una vista lateral de una forma de realización de un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla;

La Figura 2 muestra una vista lateral de una forma de realización adicional que comprende una pluralidad de secciones de calentamiento;

15 La Figura 3 y 4 cada una muestra una sección transversal de un cuerpo de núcleo tubular hecho de material magnético blando usado en presentes ejemplos de realización;

La Figura 5 muestra una vista desde arriba de una forma de realización adicional con un elemento de bobina de inducción plegado;

La Figura 6 muestra una vista lateral de una forma de realización con un elemento de bobina de inducción posicionado en perpendicular;

20 La Figura 7 muestra una vista tridimensional de un cuerpo de núcleo usado incluso en una forma de realización adicional;

La Figura 8 muestra una vista tridimensional de una forma de realización de la presente invención donde se utilizan una pluralidad de cuerpos calentamiento; y

25 La Figura 9 muestra una sección transversal incluso de una forma de realización adicional de un cuerpo de boquilla con forma de bastón provisto de una o más barreras de calor según la presente invención.

Descripción detallada de ejemplos de realización ejemplares

30 [0013] La Figura 1 muestra una vista lateral de una forma de realización de un ensamblaje de calentación de boquilla inductivo.

En la forma de realización mostrada, el ensamblaje comprende un cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 de material electroconductor provisto de una vía de paso 4 que se extiende de un extremo de entrada 6 a un extremo de salida 8 del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 para dispensación de un material extruible.

35 En la mayoría de ejemplos de realización, el extremo de salida 8 puede comprender una punta de boquilla 9, tal como una punta de boquilla cónica 9, donde el material extruible es expulsado.

El material extruible puede estar previsto como un material fluible al calentar el mismo, tal como un filamento termoplástico o barra, que, cuando se atraviesa a través de un cuerpo de boquilla calentado 2 se vuelve líquido y se extrude posteriormente a través del extremo de salida 8.

40 [0014] El ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla comprende además una unidad de bobina de inducción 10 para que la interacción magnética con el cuerpo de boquilla 2 permita el calentamiento de la misma durante la operación.

La unidad de bobina de inducción 10 incluye al menos en parte el cuerpo de boquilla 2, donde la unidad de bobina de inducción 10 y cuerpo de boquilla 2 se distancian y separan por una distancia mínima (Lg) mayor que cero.

45 Es decir, la interacción magnética entre el cuerpo de boquilla 2 y la unidad de bobina de inducción 10 puede estar prevista como una interacción sin contacto entre ellos, que meramente comprende la excitación magnética del cuerpo de boquilla 2 a través de un "espacio de aire".

50 [0015] El cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 comprende además una pieza de calentamiento 12 que tiene o exhibe una temperatura de Curie predeterminada, permitiendo así que un máximo predeterminado de temperatura de calentamiento se consiga en la pieza de calentamiento 12 cuando la unidad de bobina de inducción 10 esté en la interacción magnética.

55 [0016] Durante el calentamiento inductivo del cuerpo de boquilla 2, en particular, la pieza de calentamiento 12, la temperatura de Curie determina cuando la permeabilidad magnética disminuye y como resultado los procesos inductivos en la pieza de calentamiento 12 disminuyen.

Aunque la unidad de bobina de inducción 10 puede todavía estar operativa, una elevación de temperatura de la pieza de calentamiento 12 se detiene cuando la temperatura de Curie se alcanza.

La temperatura de Curie de la pieza de calentamiento 12 por lo tanto define una temperatura de calentamiento máxima predeterminada que se puede lograr más allá de la cual no se produce más aumento de temperatura.

60 La temperatura de Curie así permite el control de temperatura "pasivo" o "paramétrico" del cuerpo de boquilla 2 por la elección de un material particular para la pieza de calentamiento 12 que exhibe la temperatura de Curie deseada.

[0017] Según la invención, el calentamiento del cuerpo de boquilla 2 se consigue a través del desarrollo de corrientes inducidas y/o pérdidas de histéresis en el cuerpo de boquilla 2 durante la operación de la unidad de bobina de inducción 10.

5 El uso de cableado de resistencia frecuentemente descubierto en ensamblajes de calentamiento de boquilla del estado de la técnica por lo tanto se ha evitado y como tal el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 de la presente invención puede ser menor y más ligero que el previamente posible.

10 [0018] El ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1 es adecuado para uso en por ejemplo un sistema de fabricación de aditivo para imprimir o depositar objetos 3D en una capa por forma de capa, donde una o más capas o incluso partes de una capa particular no necesitan ser extruidas a través del mismo cuerpo de boquilla 2. El ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1 de la presente invención permite el rápido intercambio de diferentes cuerpos de boquilla con tamaños diferentes y/o materiales ya que no hay cableado de resistencia que deba ser (des)conectado. El cambio o intercambio rápido de cuerpos de boquilla puede ser deseable, ya que las capas depositadas particulares de material extruido pueden requerir un grosor diferente, ancho y/u otras propiedades mecánicas que no están fácilmente previstas por un cuerpo de boquilla único 2. Además, una fracción pequeña de material de extrusión permanece frecuentemente en el cuerpo de boquilla 2 cuando por ejemplo el proceso de extrusión se paraliza o una capa termina.

15 Intercambiar cuerpos de boquilla puede luego ser requerido cuando se necesite un material de extrusión diferente.

20 Es decir, la limpieza del cuerpo de boquilla 2 no se necesita y el interacción sin contacto entre el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 y la unidad de bobina de inducción 10 permite el cambio rápido de un cuerpo de boquilla 2 por otro para la extrusión de una capa o una parte de la capa utilizando un material diferente, por ejemplo un material con un color diferente, fuerza, dureza, etc.

25 [0019] En ejemplos de realización ventajosos, el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 y/o la pieza de calentamiento 12 puede hacerse de un material metálico, tal como una aleación particular, con una temperatura de Curie predeterminada.

30 Durante el calentamiento del cuerpo de boquilla 2 la temperatura de Curie determina cuándo la permeabilidad magnética disminuye y, como resultado, los procesos inductivos en el cuerpo de boquilla 2 y/o la pieza de calentamiento 12 disminuye, eficazmente parando la elevación de temperatura del cuerpo de la boquilla 2. La temperatura de Curie permite la regulación de la temperatura pasiva o "paramétrica" del cuerpo de boquilla 2 eligiendo un material particular de la misma que muestra la temperatura de Curie deseada.

35 [0020] Aquí la regulación de la temperatura "paramétrica" debería ser interpretada como control mediante una propiedad física como la temperatura de Curie del cuerpo de boquilla 2, en general independiente de intensidades de campo magnético o frecuencias utilizadas para el proceso inductivo.

La temperatura de Curie puede así ser elegida para vincular una temperatura de extrusión deseada para que un material particular sea extruido, sin dirigir activamente intensidades de campo magnético y frecuencias para lograr la temperatura de extrusión deseada.

40 Controlar la temperatura en el cuerpo de boquilla 2 es luego una cuestión de elegir un material adecuado para el cuerpo de boquilla 2 que exhibe una temperatura de Curie particular.

45 [0021] A consecuencia de lo anterior, en una forma de realización ventajosa, la unidad de bobina de inducción 10 se puede conectar a una fuente de corriente alterna que comprende una frecuencia de corriente y amplitud de corriente durante la operación.

La frecuencia de corriente y amplitud de corriente se pueden o no ajustar a valores constantes y se usan para uno o más cuerpos de boquilla 2, donde cada cuerpo de boquilla 2 muestra una temperatura de Curie diferente.

50 Por sencillamente intercambiar un cuerpo de boquilla 2 por otro cuerpo de boquilla 2, una temperatura de extrusión diferente se puede lograr para el nuevo cuerpo de boquilla colocado 2 aunque la fuerza de campo magnético y frecuencia se mantienen en valores constantes para el proceso inductivo.

55 [0022] Desde un punto de vista de seguridad, utilizando la temperatura de Curie del cuerpo de boquilla 2 también proporciona seguridad inherente, es decir el cuerpo de boquilla 2 no puede lograr una temperatura más alta más allá de la temperatura de Curie con interacción magnética continuando entre la unidad de bobina de inducción 10 y el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2.

60 [0023] Como se representa adicionalmente en la figura 1, en una forma de realización la unidad de bobina de inducción 10 puede comprender un elemento de bobina de inducción 11 que incluye al menos en parte el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, donde el elemento de bobina de inducción 11 se separa del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 por al menos la distancia mínima (L_g). Esta forma de realización permite la colocación fácil y eliminación del cuerpo de boquilla 2 desde ensamblaje de calentamiento de la boquilla inductivo 1, ya que no hay contacto directo entre la unidad de bobina de inducción 10, en particular, el elemento de bobina de inducción 11.

65 Consecuentemente, no hay necesidad de conectar o desconectar el cuerpo de boquilla 2 de cualquier cableado de calentamiento como tal, lo que hace que el cuerpo de boquilla 2 sea fácilmente intercambiable.

En una forma de realización ejemplar, la distancia mínima (Lg) se extiende entre 0.5 mm y 5 mm, para obtener la distancia suficiente para la colocación y eliminación del cuerpo de boquilla 2 y para asegurar la interacción inductiva suficiente entre la pieza de calentamiento 12 y la unidad de bobina de inducción 10.

5

[0024] En una forma de realización típica, la unidad de bobina de inducción 10 comprende un elemento de bobina de inducción 11 envuelto alrededor del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 a lo largo de un eje longitudinal del mismo, donde el elemento de bobina de inducción 11 se separa del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 por al menos la distancia mínima (Lg). Esta forma de realización permite que el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 se extienda a través del elemento de bobina de inducción 11, que en muchos ejemplos de realización se puede prever como un elemento de bobina conformada helicoidal 11.

10

En la práctica real, el cuerpo de boquilla 2 se puede insertar con el extremo de entrada 6 o el extremo de salida 8 primero, dependiendo de la aplicación.

15

Por ejemplo, instalando un cuerpo de boquilla 2 se puede realizar primero insertando el extremo de entrada 6 del cuerpo de boquilla 2, donde el cuerpo de boquilla 2 a alguna longitud de inserción se conecta a una unidad alimentadora que proporciona el material de extrusión al cuerpo de boquilla 2 durante operación de ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1.

20

[0025] La Figura 2 muestra una vista lateral de una forma de realización adicional que comprende una pluralidad de secciones de calentamiento.

25

En esta forma de realización, mostrado el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 puede comprender una pluralidad de piezas de calentamiento 12,14 cada una con una temperatura de Curie diferente. En ejemplos de realización típicos cada pieza de calentamiento 12,14 es de un material metálico.

30

La pluralidad de piezas de calentamiento 12,13 permite el control pasivo de dos o más secciones del cuerpo de boquilla 2, donde cada una de las secciones de calentamiento 12,14 pueden tener una temperatura de Curie diferente y como tal inducir temperaturas de extrusión diferentes de la sección de calentamiento 12,14 cuando la unidad de bobina de inducción 10 está en la interacción magnética con el cuerpo de boquilla 2. Esta forma de realización es ventajosa ya que en particular escenarios de extrusión se pueden requerir para, por ejemplo, precalentar el material de extrusión que entra en el cuerpo de boquilla 2 durante el proceso de extrusión.

35

En tal caso, una sección de calentamiento superior 14 puede mostrar una temperatura de Curie relativamente baja justo para fines de precalentamiento, mientras que una sección de calentamiento inferior 12 puede mostrar una temperatura de Curie más alta para conseguir la temperatura de extrusión correcta para el material de extrusión que se esté usando.

40

[0026] En la forma de realización adicional representada en la vista lateral de la figura 2, la pluralidad de piezas de calentamiento 12,14 puede comprender una disposición apilada a lo largo de una dirección longitudinal del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2. Esta forma de realización permite la regulación de la temperatura segmentada en dirección longitudinal del cuerpo de boquilla 2 por una interacción longitudinal de una pluralidad de piezas de calentamiento, donde una o más piezas de calentamiento pueden tener una temperatura de Curie diferente.

45

En una forma de realización, cada una de la pluralidad de piezas de calentamiento 12,14 puede comprender una pieza de calentamiento anular, por ejemplo una pieza de calentamiento en forma de disco anular, donde una disposición apilada de tales piezas de calentamiento anulares proporciona un perfil de calentamiento longitudinal cuando la unidad de bobina de inducción 10 está en la interacción magnética con el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2. El control detallado del perfil de calentamiento longitudinal a través de la disposición apilada de piezas de calentamiento 12,14 permite requisitos de calentamiento específicos de material de extrusión y su comportamiento de flujo ya que este pasa a través del cuerpo de boquilla 2.

50

[0027] En la forma de realización adicional representada en la figura 2, al menos dos piezas de calentamiento 12 14 pueden comprender un ancho externo diferente w1, w2 y/o longitud 11, 12.

55

Esta forma de realización proporciona además la regulación de la temperatura paramétrica además de la regulación de la temperatura a través de temperaturas de Curie de material de boquilla.

Es decir, las propiedades dimensionales de cada una de las secciones de calentamiento 12,14 pueden estar dispuestas para influir en propiedades de calentamiento tales como capacidad térmica, que pueden determinar el tiempo necesitado para calentar o refrescar una sección de calentamiento 12,14 para una temperatura particular cuando el cuerpo de boquilla 2 está en el interacción magnética con la unidad de bobina de inducción 10.

60

[0028] La Figura 3 y 4 cada una muestra una sección transversal de una forma de realización de un cuerpo de núcleo tubular 16 hecho de material magnético blando usado en presentes ejemplos de realización.

65

En la forma de realización mostrada, la unidad de bobina de inducción 10, en particular el elemento de bobina de inducción 11 se extiende a través de un cuerpo de núcleo tubular 16.

El cuerpo de núcleo tubular 6 proporciona un flujo magnético concentrado a través del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, aumentando así la eficiencia de inducción en el cuerpo de boquilla 2. El cuerpo de núcleo tubular 16 puede comprender un material metálico blando para mejorar adicionalmente la concentración de flujo.

Como se representa en la figura 4, el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 que se extiende a través del cuerpo de núcleo tubular 16 también puede comprender una o más de la sección de calentamiento 12, 14.

Durante la operación de la unidad de bobina de inducción 10 el flujo magnético concentrado que se extiende a través del cuerpo de núcleo 16 también mejorará la eficiencia de inducción de una o más secciones de calentamiento 12, 14, permitiendo un uso eficaz de las temperaturas de Curie diferentes entre una o más secciones de calentamiento 12,14 y así el control de la temperatura de las mismas.

[0029] La Figura 5 muestra una vista desde arriba de una forma de realización adicional con un elemento de bobina de inducción plegado.

En la forma de realización mostrada, la unidad de bobina de inducción 10 comprende un elemento de bobina magnética plegada 11 que comprende uno de más pliegues 11a y una o más secciones de bobina plegada 11b dispuestas alrededor del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2. Debido a que el elemento de bobina magnética 11 se pliega al menos en parte alrededor del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 en la dirección longitudinal, esta forma de realización permite la colocación conveniente y eliminación del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 pero proporciona la interacción inductiva relativamente uniforme y calentamiento en su dirección longitudinal.

Como con todos los otros ejemplos de realización, la unidad de bobina de inducción 10, en particular el elemento de bobina magnética plegado 11, incluye al menos en parte el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, donde dicho elemento de bobina magnética plegado 11 y cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 se distancian y separan por la distancia mínima L_g mayor que cero.

En una forma de realización, el elemento de bobina magnética plegado 11 puede circunferencialmente incluir el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 sobre 180° grados como se ha representado, por ejemplo en una disposición semicircular cuando se ve en dirección longitudinal.

Sin embargo, dependiendo de los requisitos de espacio disponibles o deseados, en los ejemplos de realización alternativos el elemento de bobina magnética plegado 11 puede circunferencialmente incluir el cuerpo de boquilla 2 bien más de 180° grados o menos incluso menos de 180° grados.

Como se ha mencionado antes, una ventaja de esta forma de realización particular es que el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 puede ser convenientemente colocado o quitado en una forma oblicua, es decir permitiendo la colocación o eliminación del cuerpo de boquilla 2 a partir de un lado del ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1.

[0030] Otra ventaja de la forma de realización como se muestra en la figura 5 es que el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 está expuesto parcialmente sobre su longitud longitudinal, que permite el acceso fácil a por ejemplo un sensor de temperatura que mide las temperaturas del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 durante la operación.

Por ejemplo, el sensor de temperatura puede ser un sensor de temperatura sin contacto con una "vista" de detección sin limitaciones en virtud de la exposición longitudinal parcial del cuerpo de boquilla 2. El sensor de temperatura también puede ser un contacto directo termoacoplable, que es fácilmente fijado al cuerpo de boquilla 2 ya que el acceso sin limitaciones se proporciona debido a la exposición longitudinal del cuerpo de boquilla 2. En otros ejemplos de realización ejemplares, el sensor de temperatura puede ser un sensor de temperatura de contacto PT100 o un sensor de temperatura de contacto RTD.

[0031] La Figura 6 muestra una vista lateral de una forma de realización con un elemento de bobina de inducción posicionado en perpendicular.

En la forma de realización mostrada, la unidad de bobina de inducción 10 comprende un elemento de bobina de inducción 11 dispuesto sustancialmente en perpendicular al cuerpo de boquilla con forma de bastón 2. El elemento de bobina de inducción 11 se separa del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 por al menos la distancia mínima L_g .

Esta forma de realización permite la interacción magnética concentrada entre el elemento de unidad de bobina de inducción 11 y el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 en su dirección longitudinal.

Es decir, la excitación magnética del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 durante la operación puede ser además localizada en la dirección longitudinal.

Como con la forma de realización representada en la figura 5, esta forma de realización también permite la colocación conveniente o eliminación del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 a partir de un lado del ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1.

[0032] La Figura 7 muestra una vista tridimensional de un cuerpo de núcleo hecho de material magnético blando usado incluso en una forma de realización adicional.

En la forma de realización mostrada, la unidad de bobina de inducción 10 comprende un elemento de bobina de inducción 11 envuelto alrededor de un cuerpo de núcleo 18 hecho de material magnético blando con dos extremidades opuestas 18a, 18b, donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 está dispuesto entre las dos extremidades opuestas 18a, 18b.

Cada extremo opuesto 18a, 18b se separa del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 por al menos la distancia mínima L_g .

El cuerpo de núcleo 18 permite una interacción magnética localizada y concentrada entre las extremidades opuestas 18a, 18b y el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2. Como se representa, el cuerpo de núcleo 18

se extiende a través del elemento de bobina de inducción 11 y concentra el flujo magnético dentro del mismo durante la operación.

Las extremidades opuestas 18a, 18b proporcionan excitación magnética concentrada de una sección del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 posicionada entre las extremidades opuestas 18a 18b.

5 Ventajosamente, el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 se puede colocar o quitar de un lado de la unidad de bobina de inducción 10, en particular, el cuerpo de núcleo 18, de forma que se permita sustituir el cuerpo de boquilla 2 rápidamente para aplicaciones que pueden requerir una pluralidad de cuerpos de boquilla 12 durante por ejemplo un proceso de fabricación de aditivo.

10 [0033] Otra ventaja de esta forma de realización es que la interacción magnética localizada entre el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 y la unidad de bobina de inducción 10 se puede alterar por desplazamiento relativo del cuerpo de boquilla 2 con respecto a la unidad de bobina de inducción 10.

15 Por ejemplo, en vistas de la forma de realización representada de la figura 7, moviendo el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 en su dirección longitudinal con respecto a las extremidades opuestas 18a, 18b, otra sección del cuerpo de boquilla 2 se puede calentar.

20 Además, en una forma de realización del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 puede comprender dos o más secciones de calentamiento dispuestas longitudinalmente 12,14 como se representan en por ejemplo la figura 2 o figura 4. Las extremidades opuestas 18a 18b luego proporcionaron calentamiento localizado a una temperatura deseada tal y como se define por, por ejemplo, la temperatura de Curie asociada de la sección de calentamiento real en la interacción magnética con las extremidades opuestas 18a, 18b.

[0034] La Figura 8 muestra una vista tridimensional de una forma de realización de la presente invención donde se utilizan una pluralidad de cuerpos de calentamiento.

25 En la forma de realización mostrada, el ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1 comprende una pluralidad de cuerpos de boquilla con forma de bastón 2, cada uno dispuesto de forma móvil entre una primera y una segunda posición con respecto a la unidad de bobina de inducción 10 para interacción magnética y desconexión magnética, respectivamente, con la unidad de bobina de inducción 10.

30 Esta forma de realización puede comprender además un cuerpo de núcleo 8 hecho de material magnético blando, que se extiende a través del elemento de bobina de inducción 11 y una pluralidad de extremidades opuestas 18a, 18b cada una dispuesta a excitación magnética de una barra de calentamiento con forma de bastón asociada 2. Como con otros ejemplos de realización, la unidad de bobina de inducción 10, en particular cada extremo opuesto 18a, 18b incluye al menos en parte cada uno un cuerpo de boquilla con forma de barra 2 en la primera posición y donde la unidad de bobina de inducción 10 y cada cuerpo de boquilla en forma de barra 2 se distancia y se separa por una distancia mínima L_g mayor que cero.

35 Es decir, en vistas de la forma de realización representada cada cuerpo de boquilla en forma de barra 2 y asociado al extremo opuesto 18a, 18b se separa por la distancia mínima L_g .

40 Esta forma de realización es ventajosa ya que una pluralidad de cuerpos de boquilla 2 se pueden usar para un proceso de fabricación de aditivo que se requiere, por ejemplo, color múltiple y/o materiales de extrusión para capas depositadas, etc. Por desplazamiento de un cuerpo de boquilla 2 respecto a un par de extremidades opuestas 18a, 18b se puede calentar el cuerpo de boquilla 2.

En una forma de realización típica, la distancia entre la primera y la segunda posición puede ser alguna distancia de desconexión requerida L_I para asegurar que un cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 no se caliente cuando se mueve a la segunda posición (por ejemplo posición superior representada).

45 [0035] Según la presente invención, utilizando la temperatura de Curie de un cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 es posible pasivamente controlar su temperatura durante la interacción magnética entre la unidad de bobina de inducción 10 y el cuerpo de boquilla 2, donde el proceso inductivo para cuando el cuerpo de boquilla 2 alcanza la temperatura de Curie.

50 Además, un cuerpo de boquilla 2 que comprende una pluralidad de secciones de calentamiento 12,14 de diferente material permite temperaturas operativas diferentes de secciones del cuerpo de boquilla 2 cuando se somete al mismo campo magnético.

Para otras temperaturas de control dentro de un cuerpo de boquilla 2 durante la operación, el cuerpo de boquilla 2 puede utilizar además barreras térmicas para la reducción de conducción térmica a través del cuerpo de boquilla 2.

55 [0036] La Figura 9 muestra una sección transversal de una forma de realización adicional incluso de un cuerpo de boquilla con forma de bastón provisto de una o más barreras térmicas según la presente invención.

En la forma de realización mostrada, el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 comprende una o más partes circunferenciales 20 con un grosor de pared más pequeño.

60 La una o más partes circunferenciales 20 reducen la conducción térmica entre una sección superior 8a y una sección inferior 8a del extremo de salida 8. En una forma de realización, la una o más partes circunferenciales 20 pueden comprender una o más hendiduras circunferenciales 21a, que proporcionan un grosor de pared más pequeño en comparación con partes adyacentes de la una o más hendiduras 21.

65 En otros ejemplos de realización la una o más partes circunferenciales 20 pueden comprender una o más secciones tubulares 21b con un grosor de pared más pequeño en comparación con la parte adyacente de estas secciones tubulares 21b.

[0037] En otra forma de realización ventajosa, el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 comprende un recubrimiento o manguito 22 dispuesto en una superficie interna 4a de la vía de paso 4. El recubrimiento o manguito 22 reduce la conducción térmica entre la superficie interna 4a y otras partes del cuerpo de boquilla 2. En una forma de realización, el recubrimiento o manguito 22 puede comprender Teflon® resistente al calor, tal como Teflon® AF, que no solo reduce la adhesión de material de extrusión al cuerpo de boquilla 2 cuando pasa a través de ella, sino debido a su resistencia térmica también reduce el riesgo de sobrecalentamiento de material de extrusión cuando el cuerpo de boquilla 2 se vuelve demasiado caliente durante un proceso inductivo en el cuerpo de boquilla 2.

[0038] En ejemplos de realización adicionales, el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 puede comprender una pluralidad de enfriamiento de nervaduras 24, que además previene que secciones particulares del cuerpo de boquilla 2 se recalienten durante procesos inductivos.

[0039] Como se ha descrito hasta el momento, la presente invención permite una interacción sin contacto entre el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 y la unidad de bobina de inducción 10 para transferir energía desde la unidad de bobina de inducción 10 al cuerpo de boquilla 2. Para mantener tal interacción sin contacto y para controlar temperaturas del cuerpo de boquilla 2 durante la operación del ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1, pueden estar previstos uno o más sensores térmicos sin contacto para detectar la interacción con el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 durante la operación.

Esta forma de realización previene el contacto físico con el cuerpo de boquilla 2 para controlar la temperatura, permitiendo la colocación conveniente y rápida, y la eliminación de un cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, ya que ningún cableado de sensor necesita ser (des)conectado. En una forma de realización ejemplar, el ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1 puede comprender uno o más sensores infrarrojos para el control de la temperatura de una o más secciones de calentamiento del cuerpo de boquilla 2, que son capaces de controlar con precisión temperaturas de superficie del cuerpo de boquilla 2.

[0040] En una forma de realización alternativa, el ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1 puede comprender uno o más dispositivos de termoacoplables conectados al cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, proporcionando así contacto físico directo con el cuerpo de boquilla 2. El contacto físico directo para medir la temperatura puede proporcionar lecturas de temperatura más firmes y precisas en aplicaciones donde las superficies externas del cuerpo de boquilla 2 pueden ensuciarse durante un proceso de fabricación de aditivo por ejemplo.

[0041] Además de la temperatura de Curie para controlar pasivamente la temperatura del cuerpo de boquilla 2 como se ha perfilado arriba, el uso de sensores térmicos también puede permitir la regulación de la temperatura activa del cuerpo de boquilla 2, ya que la temperatura de una o más secciones de calentamiento del cuerpo de boquilla 2 se pueden controlar activamente.

En particular, la intensidad de campo magnético para el calentamiento del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 se puede cambiar en base a lecturas térmicas de uno o más sensores térmicos, tal como uno o más sensores infrarrojos o dispositivos termoacoplables.

[0042] En otro aspecto la presente invención se refiere a un método de calentamiento de un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla 1, tal como el uno descrito anteriormente.

Por ejemplo, además del control pasivo a través de la temperatura de Curie de una pieza de calentamiento de un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, el control activo de la temperatura de ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla es también posible por medición de un cambio en la permeabilidad magnética de la pieza de calentamiento y actuación sobre el cambio en la permeabilidad magnética del mismo.

Por ejemplo, el ensamblaje de calentamiento 1 inductivo de boquilla según la presente invención puede estar previsto con una unidad de control y un circuito eléctrico conectado a ella, tal como un circuito LC.

El circuito eléctrico puede comprender la unidad de bobina de inducción 10 o, en particular, el elemento de bobina de inducción 11.

Cuando el ensamblaje de calentamiento 1 inductivo de boquilla está en modo de calentamiento durante la interacción magnética entre la unidad de bobina de inducción 10 y el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, el circuito eléctrico puede mostrar un cambio que se puede medir en la frecuencia de resonancia eléctrica cuando la permeabilidad magnética de la pieza de calentamiento 12 cambia debido a un cambio en la temperatura del mismo.

La unidad de control puede luego ser configurada para medir o detectar el cambio en la frecuencia de resonancia eléctrica y para modificar una frecuencia y/o una amplitud de interacción magnética de la unidad de bobina de inducción 10 con el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 por el control, por ejemplo, de una corriente a través de la unidad de bobina de inducción 10.

Este luego cambiará la velocidad de calentamiento o intensidad de calentamiento del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 para obtener una temperatura operativa deseada del mismo.

[0043] A consecuencia de las consideraciones de arriba, la presente invención por lo tanto proporciona un método para calentar un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla como se ha descrito arriba, que incluye las etapas de

- a) interacción magnética de iniciación entre la unidad de bobina de inducción 10 y la pieza de calentamiento 12 del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2;
- b) medición de un cambio en la permeabilidad magnética de la pieza de calentamiento 12 durante interacción magnética;
- c) cambiando una frecuencia y/o una amplitud de interacción magnética en respuesta al cambio en la permeabilidad magnética.

[0044] La ventaja del método según la presente invención es que la regulación de la temperatura activa es posible sin usar uno o más sensores de temperatura directos.

Por propiedades magnéticas de medición de la pieza de calentamiento 12, la interacción sin contacto entre la unidad de bobina de inducción 10 y el cuerpo de boquilla con forma de bastón 2 se mantiene en vistas de cambio conveniente de unos cuerpos de boquilla con forma de bastón 2 por ejemplo.

[0045] En una forma de realización, la etapa del método de d) medición de un cambio en la permeabilidad magnética de la pieza de calentamiento 12 puede comprender además la medición de un cambio en la frecuencia de resonancia eléctrica de la unidad de bobina de inducción 10, por ejemplo el elemento de bobina de inducción 11.

Esta forma de realización tiene la ventaja de que durante la interacción magnética entre la pieza de calentamiento 12 y la unidad de bobina de inducción 10, una frecuencia de resonancia eléctrica de la unidad de bobina de inducción 10 es fácilmente medible y tal cambio en la frecuencia de resonancia eléctrica se puede medir como resultado de un cambio en la temperatura de la pieza de calentamiento 12.

Basado en el cambio medido en la frecuencia de resonancia eléctrica, una frecuencia y/o una amplitud de la interacción magnética se puede determinar e imponer para conseguir una temperatura operativa particular de la pieza de calentamiento 12.

[0046] En particular, el método de la presente invención puede comprender el control de una corriente a través de la unidad de bobina de inducción 10 y la medición de una frecuencia de resonancia eléctrica correspondiente de la unidad de bobina de inducción 10.

Controlando la corriente a través de la unidad de bobina de inducción 10 y midiendo la frecuencia de resonancia eléctrica correspondiente, resulta posible derivar o correlacionar una temperatura correspondiente de la pieza de calentamiento 12 asociada a la frecuencia de resonancia eléctrica medida.

Una ventaja de control y medición de la frecuencia de resonancia eléctrica para alcanzar una temperatura de boquilla requerida es que la transferencia de energía entre la pieza de calentamiento 12 y la unidad de bobina de inducción 10 es más eficaz en la frecuencia de resonancia eléctrica.

[0047] Para explicar adicionalmente las ventajas de medición de un cambio en la frecuencia de resonancia eléctrica de la unidad de bobina de inducción 10, después del paso de método de a) interacción magnética de iniciación entre la unidad de bobina de inducción 10 y la pieza de calentamiento 12 del cuerpo de boquilla con forma de bastón 2, el método puede comprender un paso de método donde la unidad de bobina de inducción 10 se lleva a oscilación hasta que se consigue una oscilación estable.

Esta oscilación estable puede estar asociada a una frecuencia de resonancia eléctrica como se ha descrito arriba.

El método puede luego comprender el cambio de una frecuencia de corriente a través de la unidad de bobina de inducción 10 hasta que se alcanza una frecuencia de corriente deseada, es decir, la frecuencia de resonancia eléctrica, donde la frecuencia de resonancia eléctrica correlaciona con una temperatura particular de la pieza de calentamiento 12.

De esta manera, una medición de temperatura indirecta de la pieza de calentamiento 12 se realiza y no se requiere la medición de temperatura directa.

[0048] Los presentes ejemplos de realización de la invención se han descrito arriba con referencia a un número de ejemplos de realización ejemplares como se muestra en y se describe con referencia a los dibujos.

Las modificaciones y aplicaciones alternativas de algunas partes o elementos son posibles y se incluyen en el alcance de protección tal y como se define en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla para un sistema de fabricación de aditivo, que comprende un cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) de material electroconductor provisto de una vía de paso (4) que se extiende de un extremo de entrada (6) a un extremo de salida (8) del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) para la dispensación de un material extruible;
- 5 una unidad de bobina de inducción (10) para interacción magnética con el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) para permitir el calentamiento de la misma, donde la unidad de bobina de inducción (10) incluye al menos en parte el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) y donde la unidad de bobina de inducción (10) y el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) se distancian y se separan por una distancia mínima (L_g) mayor que cero y donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) comprende una pieza de calentamiento (12) con una temperatura de Curie predeterminada y **caracterizado por el hecho de que** el ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla comprende además una pluralidad de cuerpos de boquilla con forma de bastón (2), cada uno está dispuesto de forma móvil entre una primera y una segunda posición con respecto a la unidad de bobina de inducción (10) para interacción magnética y desconexión magnética, respectivamente, con la unidad de bobina de inducción (10).
- 10
2. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según la reivindicación 1, donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) comprende una pluralidad de piezas de calentamiento (12, 14) cada una con una temperatura de Curie predeterminada diferente.
- 15
3. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según la reivindicación 2, donde la pluralidad de piezas de calentamiento (12, 14) comprende una disposición apilada a lo largo de una dirección longitudinal del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2).
- 20
4. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según la reivindicación 2 o 3, donde al menos dos piezas de calentamiento (12,14) tienen anchuras externas diferentes (w_1, w_2) y/o longitudes (11,12).
- 25
5. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la unidad de bobina de inducción (10) comprende un elemento de bobina de inducción (11) que incluye al menos en parte el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2), el elemento de bobina de inducción (11) está separado del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) por al menos la distancia mínima (L_g).
- 30
6. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la unidad de bobina de inducción (10) comprende un elemento de bobina de inducción (11) envuelto alrededor del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) a lo largo de un eje longitudinal del mismo, el elemento de bobina de inducción (11) está separado del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) por al menos la distancia mínima (L_g).
- 35
7. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la unidad de bobina de inducción (10) comprende un elemento de bobina de inducción (11) dispuesto en perpendicular sustancialmente al cuerpo de boquilla con forma de bastón (2), donde el elemento de bobina de inducción (11) está separado del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) por al menos la distancia mínima (L_g).
- 40
8. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, donde el elemento de bobina de inducción (11) se extiende a través de un cuerpo de núcleo tubular (16) hecho de material magnético blando.
- 45
9. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la unidad de bobina de inducción (10) comprende un elemento de bobina de inducción (11) envuelto alrededor de un cuerpo de núcleo (18) hecho de material magnético blando con dos extremidades opuestas (18a; 18b), donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) se interpone entre las dos extremidades opuestas (18a; 18b), cada una estando separada del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) por al menos la distancia mínima (L_g).
- 50
10. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) comprende una o más partes circunferenciales (20) con un grosor de pared más pequeño.
- 55
11. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) comprende un recubrimiento o manguito (22) dispuesto en una superficie interna de la vía de paso (4).
- 60
12. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) comprende además una pluralidad de nervaduras de enfriamiento (24).
- 65

13. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además uno o más sensores térmicos sin contacto para detectar la interacción con el cuerpo de boquilla con forma de bastón (2) durante la operación.
- 5
14. Ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende además uno o más dispositivos de termoacoplables conectados al cuerpo de boquilla con forma de bastón (2).
- 10
15. Método de calentamiento de un ensamblaje de calentamiento inductivo de boquilla, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que incluye las etapas de
- 15
- a) iniciación de la interacción magnética entre la unidad de bobina de inducción (10) y la pieza de calentamiento (12) del cuerpo de boquilla con forma de bastón (2);
 - b) medición de un cambio en la permeabilidad magnética de la pieza de calentamiento (12) durante la interacción magnética;
 - c) cambio de una frecuencia y/o una amplitud de la interacción magnética en respuesta al cambio en la permeabilidad magnética.

Fig. 1

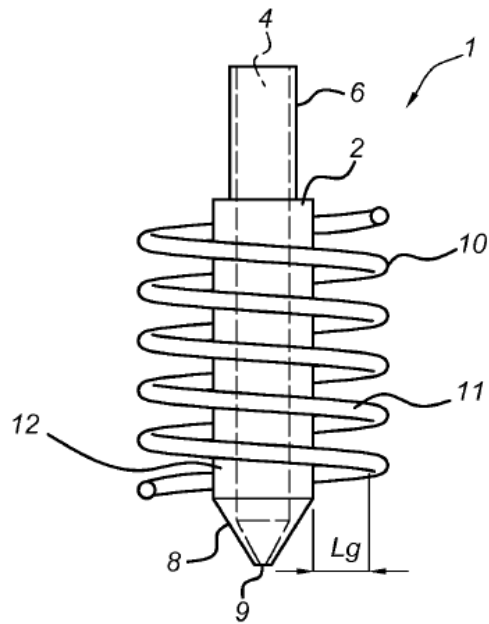


Fig. 2

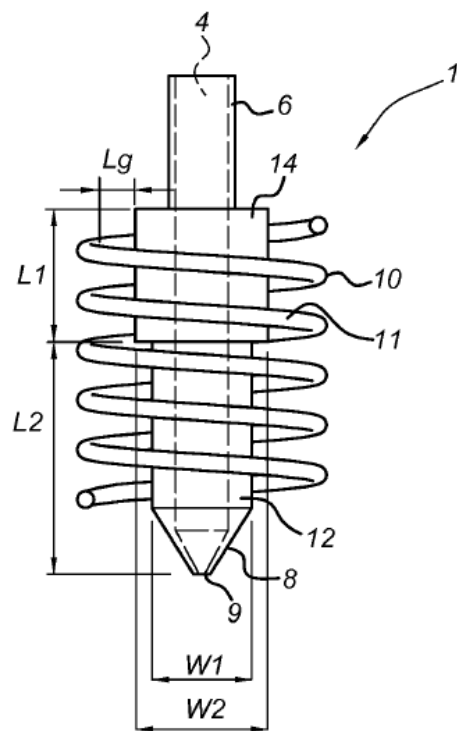


Fig. 3

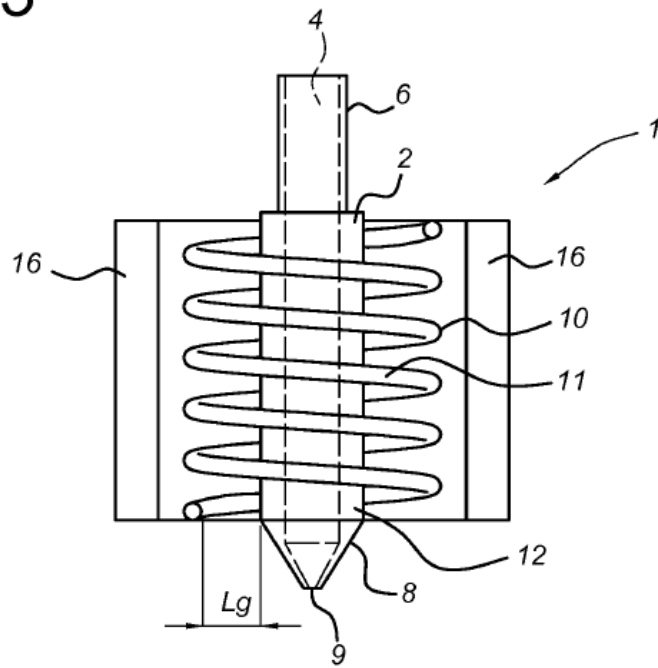


Fig. 4

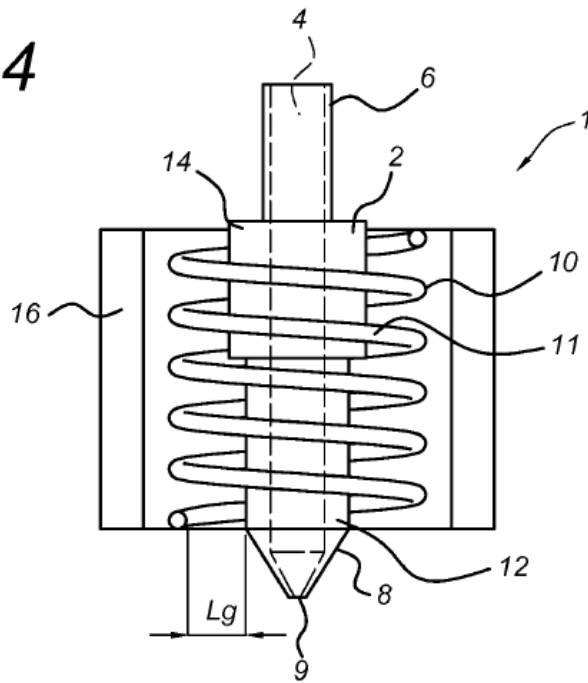


Fig. 5

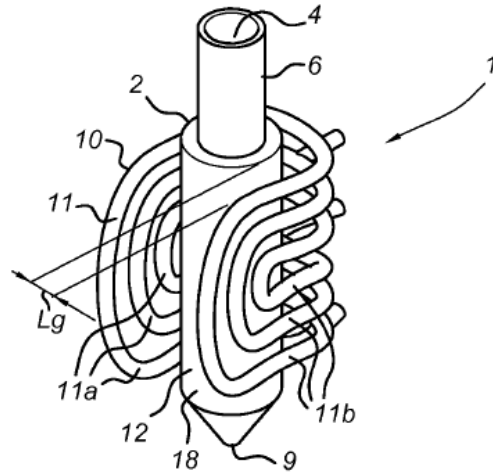


Fig. 6

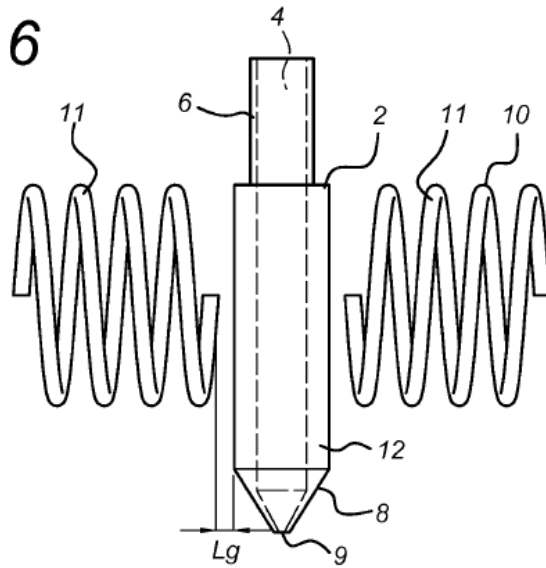


Fig. 7

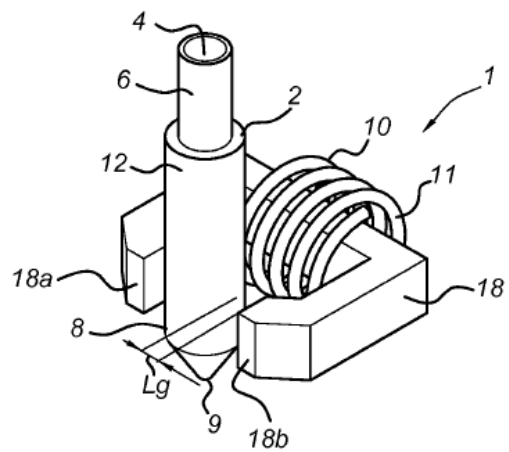


Fig. 8

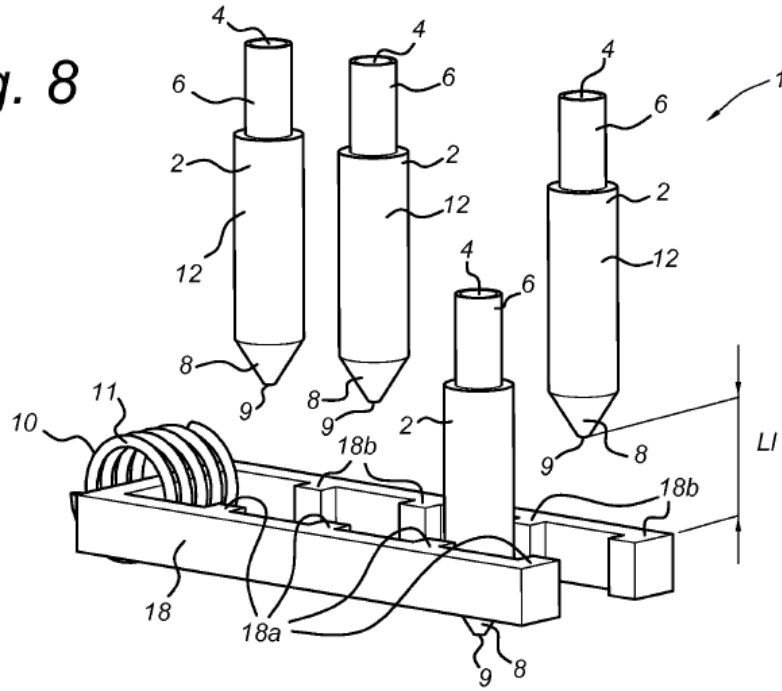


Fig. 9

