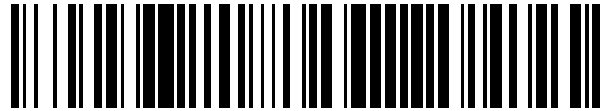


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 427**

51 Int. Cl.:

**H05B 6/32** (2006.01)  
**H05B 6/44** (2006.01)  
**H05B 6/26** (2006.01)  
**H05B 6/36** (2006.01)  
**B22D 39/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2019 PCT/EP2019/068430**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2020 WO20016061**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2019 E 19739553 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3626028**

54 Título: **Procedimiento de fusión por levitación con unidades de inducción móviles**

30 Prioridad:  
**17.07.2018 DE 102018117300**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.01.2021**

73 Titular/es:  
**ALD VACUUM TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)  
Otto-von-Guericke-Platz 1  
63457 Hanau, DE**

72 Inventor/es:  
**SPITANS, SERGEJS;  
FRANZ, HENRIK;  
SEHRING, BJÖRN;  
BAUER, EGON y  
KRIEGER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 803 427 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

Procedimiento de fusión por levitación con unidades de inducción móviles

Esta invención se refiere a un procedimiento de fusión por levitación y a un dispositivo para la fabricación de cuerpos de fundición con unidades de inducción móviles. En el procedimiento se usan unidades de inducción, en cuyo caso los polos de ferrita respectivamente opuestos están conformados de forma móvil con las bobinas de inducción y se mueven en sentido opuesto. De este modo las unidades de inducción pueden disponerse para fundir las cargas, estrechamente juntas, para alcanzar un aumento de la eficiencia del campo magnético inducido. Al verterse la carga fundida se lleva a cabo la reducción del campo magnético inducido mediante una ampliación de la separación de los polos de ferrita con las bobinas de inducción y se evita de este modo un contacto de la masa fundida con los polos de ferrita o las bobinas de inducción.

## Estado de la técnica

Los procedimientos de fusión por levitación se conocen del estado de la técnica. De este modo el documento DE 422 004 A divulga ya un procedimiento de fusión, en cuyo caso el material fundido con capacidad de conducción se calienta mediante corrientes inductivas y se mantiene al mismo tiempo debido a efecto electrodinámico levitando libremente. Allí se describe también un proceso de fundición, en cuyo caso el material fundido se presiona hacia un molde mediante un imán (fundición a presión electrodinámica). El procedimiento puede llevarse a cabo en vacío.

El documento US 2,686,864 A describe igualmente un procedimiento, en cuyo caso un material fundido con capacidad de conducción, por ejemplo en un vacío o bajo la influencia de una o de varias bobinas sin el uso de un crisol, se lleva a un estado de levitación. En una forma de realización se usan dos bobinas coaxiales, para estabilizar el material en suspensión. Tras la fusión ocurrida se deja caer o vierte el material en un molde. Con el procedimiento que allí se describe pudo mantenerse en suspensión una porción de aluminio con un peso de 60 g. La retirada del metal fundido se produce mediante reducción de la intensidad de campo, de manera que la masa fundida sale hacia abajo a través de la bobina de terminación cónica. En caso de reducirse muy rápidamente la intensidad de campo, el metal cae en estado fundido hacia el exterior del dispositivo. Ha podido comprobarse ya que el "punto débil" de este tipo de disposiciones de bobina se encuentra en el centro de las bobinas, de manera que la cantidad de material, que puede fundirse de este modo, es limitada.

Del documento US 4,578,552 A divulga un dispositivo y un procedimiento para la fusión por levitación. Se usa la misma bobina tanto para el calentamiento, como también para la sujeción de la masa fundida, a este respecto se varía la frecuencia de la corriente alterna aplicada para la regulación de la potencia térmica, mientras la intensidad de corriente se mantiene constante.

Las ventajas particulares de la fusión por levitación consisten en que se evita un ensuciamiento de la masa fundida a través de un material de crisol u otros materiales, los cuales en el caso de otros procedimientos están en contacto con la masa a fundida. De igual modo se excluye la reacción de una masa fundida reactiva, por ejemplo de aleaciones de titanio, con el material del crisol, que de lo contrario fuerza a evitar crisoles de cerámica usando crisoles de cobre de uso en el procedimiento de crisol en frío. La masa fundida suspendida está en contacto únicamente con la atmósfera que la rodea, en cuyo caso puede tratarse por ejemplo de vacío o de gas de protección. Debido a que no ha de temerse una reacción química con un material del crisol, la masa fundida puede calentarse también a temperaturas muy altas. A diferencia de la fusión en crisol frío, no existe a este respecto tampoco el problema, de que su efectividad sea muy baja, dado que casi la totalidad de la energía, la cual se introduce en la masa fundida, se deriva a la pared de crisol enfriada, lo cual conduce a un aumento de la temperatura muy lento en el caso de introducción de potencia alto. En la fusión por levitación las únicas pérdidas se deben a la radiación y la evaporación, que en el caso de la conducción térmica en el crisol en frío, son notablemente inferiores. De este modo se logra en el caso de menor introducción de potencia un sobrecalentamiento mayor de la masa fundida en además un tiempo más corto.

Además de ello se reduce, en particular en comparación con la masa fundida en el crisol enfriado, el desecho de material contaminado durante la fusión por levitación. Aún así la fusión por levitación no se ha impuesto en la práctica. El motivo para ello es que en el procedimiento de fusión por levitación puede mantenerse solo una cantidad relativamente pequeña de material fundido en suspensión (compárese el documento DE 696 17 103 T2, página 2, párrafo 1).

Además de ello, para llevar a cabo un procedimiento de fusión por levitación, la fuerza de Lorentz del campo de bobina ha de compensar la fuerza de peso de la carga, para poder mantener ésta en suspensión. Empuja la carga a este respecto hacia arriba hacia el exterior del campo de bobina. Para el aumento de la eficiencia del campo magnético generado se persigue una reducción de la separación de los polos de ferrita opuestos. La reducción de separación permite generar con menor tensión el mismo campo magnético, el cual se requiere para sujetar un peso de masa fundida determinado. De este modo puede mejorarse la eficiencia de sujeción de la instalación, para permitir levantar una carga más grande. Se aumenta además de ello también la eficiencia en el calentamiento, dado que se reducen las pérdidas en las bobinas de inducción. Un dispositivo para la fusión por levitación con polos de ferrita de disposición fija se conoce por ejemplo del documento DE 1565467.

5 Cuanto menor se vuelve la separación de los polos de ferrita, mayor es el campo magnético inducido. No obstante, aumenta al reducirse la separación, también el riesgo del ensuciamiento de los polos de ferrita y de las bobinas de inducción con la masa fundida, dado que la intensidad de campo ha de reducirse para el vertido. En este caso se reduce no obstante no solo la fuerza de sujeción en dirección vertical, sino también aquella en dirección horizontal. Debido a ello se produce una expansión horizontal de la masa fundida que levita ligeramente por encima del campo de bobina, lo cual hace extremadamente difícil permitir la caída de la misma sin contacto a través del hueco estrecho entre los polos de ferrita hacia el molde de fundición posicionado debajo. Por esta razón se establece para el aumento de la fuerza de soporte del campo de bobina, debido a la reducción de la separación de los polos de ferrita, un límite práctico, el cual es determinado por la probabilidad de contacto.

10 Las desventajas de los procedimientos conocidos del estado de la técnica pueden resumirse del siguiente modo. Los procedimientos de fusión por levitación completos pueden llevarse a cabo solo con cantidades de material reducidas, de manera que una aplicación industrial hasta el momento no ha ocurrido. El vertido en moldes de fundición resulta además de ello difícil. Esto tiene validez en particular para el caso, de que la eficiencia del campo de bobina deba aumentarse al generarse corrientes parásitas debido a una reducción de la separación de los polos de ferrita.

### Objetivo

20 Es por lo tanto un objetivo de la presente invención poner a disposición un procedimiento y un dispositivo, los cuales permitan un uso económico de la fusión por levitación. En particular el procedimiento debería permitir mediante una eficiencia mejorada del campo de bobina, el uso de cargas mayores, y permitir un rendimiento mayor debido a tiempos de ciclo más cortos, manteniéndose garantizado que el proceso de vertido continúe produciéndose de manera segura sin contacto de la masa fundida con las bobinas o sus polos.

### Descripción de la invención

25 El objetivo se soluciona mediante el procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención. Se corresponde con la invención un procedimiento para la fabricación de cuerpos de fundición a partir de un material con capacidad de conducción eléctrica mediante procedimiento de fusión por levitación, usándose para dar lugar al estado de levitación de una carga, campos alternantes electromagnéticos, los cuales se generan con al menos un par de bobinas de inducción opuestas con un núcleo de material ferromagnético, estando dispuestas las bobinas de inducción con sus núcleos en cada par móviles entre sí y moviéndose entre una posición de fusión con separación reducida y una posición de vertido con separación amplia, comprendiendo los siguientes pasos:

- 30 - desplazar los pares de bobinas de inducción a la posición de fusión con separación reducida,
- disponer una carga de un material de partida en la zona de influencia de al menos un campo alternante electromagnético, de manera que la carga se mantiene en un estado de levitación,
- fundir la carga,
- posicionar un molde de fundición en una zona de llenado por debajo de la carga levitante,
- 35 - vertido de la totalidad de la carga en el molde de fundición mediante movimiento de las bobinas de inducción en al menos un par desde la posición de fusión con separación reducida a la posición de vertido con separación amplia,
- retirada del cuerpo de fundición solidificado del molde de fundición.

40 El volumen de la carga fundida es a este respecto preferentemente suficiente para llenar el molde de fundición en una medida suficiente para la producción de un cuerpo de fundición ("volumen de llenado"). Tras el llenado del molde de fundición éste se deja enfriar o se enfría con agente refrigerante, de manera que el material se solidifica en el molde. Tras ello puede retirarse el cuerpo de fundición del molde.

45 Con un "material con capacidad de conducción" se entiende de acuerdo con la invención un material, el cual presenta una capacidad de conducción adecuada para calentar el material de forma inductiva y mantenerlo en suspensión.

Con un "estado de levitación" se entiende de acuerdo con la invención un estado de levitación completa, de manera que la carga tratada no tiene ningún tipo de contacto con un crisol o una plataforma o similar.

50 La denominación "polo de ferrita" se usa en el marco de esta solicitud a modo de sinónimo del concepto "núcleo de un material ferromagnético". De igual modo se hace uso de los conceptos "bobina" y "bobina de inducción" con el mismo significado en paralelo.

Mediante una aproximación de los pares de bobinas de inducción puede aumentarse la eficiencia del campo alternante electromagnético. Debido a ello se logra también llevar a levitar cargas más pesadas. No obstante, crece durante el vertido de una carga el riesgo del contacto de la carga fundida con las bobinas o polos de ferrita al

reducirse la sección transversal libre entre las bobinas. Este tipo de ensuciamientos han de evitarse sin embargo estrictamente, dado que son muy difíciles y laboriosos de volver a eliminar y tienen como consecuencia por lo tanto una interrupción larga de la instalación. Para poder aprovechar al máximo posible las ventajas de la separación más estrecha entre los pares de bobinas de inducción, sin tener que asumir el riesgo de los ensuciamientos durante el vertido, las bobinas de inducción están alojadas con sus núcleos de acuerdo con la invención al menos en un par respectivamente de forma móvil. Las bobinas de un par se mueven preferentemente en sentido opuesto con simetría de centro alrededor del punto central de la disposición de bobinas de inducción.

Para fundir la carga se aproximan las bobinas hacia la posición de fusión. En caso de estar la carga fundida y tener que verterse en el molde de fundición, las bobinas no se desconectan simplemente, tal como es habitual en el estado de la técnica, o se reduce la intensidad de corriente, sino que de acuerdo con la invención se desplazan hacia el exterior hacia la posición de vertido. Debido a ello aumenta la separación de las bobinas entre sí, lo cual por una parte da lugar a un diámetro libre más grande para la masa fundida en su recorrido hacia el molde de fundición y por otra parte se reduce la capacidad de carga del campo magnético inducido de forma continua y controlada. De este modo se mantiene alejada la masa fundida al pasar por el plano de bobina de forma segura de las bobinas de inducción y sus núcleos y pasa solo lentamente a la caída, porque bien es cierto que el campo se debilita ya en el centro, pero en las bobinas es aún lo suficientemente fuerte para evitar el contacto. De este modo se evita tanto el ensuciamiento de las bobinas, como también se logra un vertido limpio en el molde de fundición sin salpicaduras.

En una variante de realización preferente de la invención se reduce durante el vertido de la carga simultáneamente con el movimiento de las bobinas de inducción en los pares de bobinas de inducción desde de la posición de fundición a la posición de vertido, la intensidad de corriente en estas bobinas de inducción. Debido a ello puede realizarse una reducción del recorrido de desplazamiento necesario de las bobinas de inducción, dado que el campo magnético inducido ya no se reduce solo por la separación más grande de las bobinas inductoras. En este caso ha de tenerse en cuenta no obstante, que la reducción de la intensidad de corriente se coordina de tal modo con el desplazamiento de las bobinas, que la intensidad de campo siempre es lo suficientemente alta para poder mantener alejada la masa fundida de las bobinas.

En una forma de realización se aumenta la separación de las bobinas de inducción en los pares de bobinas de inducción desde la posición de fusión hacia la posición de vertido a razón de 5 – 100 mm, preferentemente 10 – 50 mm. En este caso ha de tenerse respectivamente en consideración durante la fijación del recorrido de desplazamiento, para qué pesos de carga ha de configurarse la instalación y cómo de grande es la separación mínima de las bobinas, así como la intensidad de campo que puede generarse con éstas.

El material con capacidad de conducción eléctrica usado de acuerdo con la invención presenta en una forma de realización preferente al menos un metal de alto punto de fusión del siguiente grupo: titanio, circonio, vanadio, tantalio, wolframio, hafnio, niobio, renio, molibdeno. Alternativamente puede usarse también un metal con menor punto de fusión como níquel, hierro o aluminio. Como material con capacidad de conducción puede usarse también una mezcla o aleación con uno o varios de los metales mencionados anteriormente. El metal tiene preferentemente una proporción de al menos 50 % en peso, en particular al menos 60 % en peso o al menos 70 % en peso, del material con capacidad de conducción. Ha podido verse que estos metales se benefician particularmente de las ventajas de la presente invención. En una forma de realización particularmente preferente el material con capacidad de conducción es titanio o una aleación de titanio, en particular TiAl o TiAlV.

Estos metales o aleaciones pueden mecanizarse de manera particularmente ventajosa, dado que presentan una dependencia acusada de la viscosidad de la temperatura, y son además de ello particularmente reactivos, en particular en lo que se refiere a los materiales del molde de fundición. Dado que el procedimiento de acuerdo con la invención combina una fusión libre de contacto en suspensión con un llenado extremadamente rápido del molde de fundición, puede realizarse precisamente para este tipo de metales una ventaja particular. Con el procedimiento de acuerdo con la invención pueden fabricarse cuerpos de fundición, los cuales presentan una capa de óxido particularmente delgada o incluso no la presentan, de la reacción de la masa fundida con el material del molde de fundición. Y precisamente en el caso de los metales de alto punto de fusión son particularmente notables el aprovechamiento mejorado logrado de la corriente parásita inducida y la reducción exorbitante de las pérdidas de calor debidas a contacto térmico en los tiempos de ciclo. La capacidad de carga del campo magnético generado puede además de ello aumentarse, de manera que pueden sujetarse también en suspensión cargas más pesadas.

En una forma de realización ventajosa de la invención se sobrecalienta el material con capacidad de conducción durante la fusión a una temperatura, la cual se encuentra al menos 10 °C, al menos 20 °C o al menos 30 °C por encima del punto de fusión del material. Mediante el sobrecalentamiento se evita que el material al entrar en contacto con el molde de fundición, cuya temperatura se encuentra por debajo de la temperatura de fusión, se solidifique instantáneamente. Se logra que la carga pueda distribuirse en el molde de fundición antes de que la viscosidad del material sea demasiado alta. Es una ventaja de la fusión por levitación, que no ha de usarse ningún crisol, el cual esté en contacto con la masa fundida. De este modo se evita la alta pérdida de material del procedimiento de crisol en frío en la pared de crisol, de igual modo que una contaminación de la masa fundida debido a componentes del crisol. Otra ventaja es que la masa fundida puede calentarse a una temperatura relativamente alta, dado que es posible un funcionamiento en vacío o bajo gas de protección y no se produce ningún contacto con materiales con capacidad de reacción. Aún así la mayoría de los materiales no pueden sobrecalentarse

a voluntad, dado que de otro modo ha de temerse una intensa reacción con el molde de fundición. Por esta razón el sobrecalentamiento está limitado preferentemente a como mucho 300 °C, en particular a como mucho 200 °C y de manera particularmente preferente a como mucho 100 °C por encima del punto de fusión del material con capacidad de conducción.

5 En el procedimiento se dispone para la concentración del campo magnético y estabilización de la carga al menos un elemento ferromagnético horizontalmente alrededor de la zona, en la cual se funde la carga. El elemento ferromagnético puede estar dispuesto anularmente alrededor de la zona de fusión, entendiéndose con "anular" no solo elementos circulares, sino también angulosos, en particular elementos anulares cuadrados o poligonales. Para que el movimiento de las bobinas de inducción, de acuerdo con la invención, sea posible, los elementos anulares están divididos en correspondencia con la cantidad de bobinas en segmentos parciales, entre los cuales se mueven las correspondientes bobinas de inducción con sus polos en unión positiva. El elemento ferromagnético puede presentar además de ello varias secciones de barra, las cuales sobresalen en particular horizontalmente en dirección de la zona de fusión. El elemento ferromagnético consiste en un material ferromagnético, preferentemente con una permeabilidad de amplitudes de  $\mu_a > 10$ , más preferentemente de  $\mu_a > 50$  y de manera particularmente preferente de  $\mu_a > 100$ . La permeabilidad de amplitudes se refiere en particular a la permeabilidad en un intervalo de temperaturas de entre 25 °C y 150 °C y con una densidad de flujo magnético de entre 0 y 500 mT. La permeabilidad de amplitudes es en particular de al menos una centésima parte, en particular de al menos 10 centésimas partes o de 25 centésimas partes de la permeabilidad de amplitudes de ferrita magnética blanda (por ejemplo, 3C92). El experto conoce materiales adecuados.

20 Se corresponde con la invención además de ello también un dispositivo para fusión por levitación de un material con capacidad de conducción eléctrica, comprendiendo al menos un par de bobinas de inducción opuestas con un núcleo de un material ferromagnético para dar lugar al estado de levitación de una carga mediante campos alternantes electromagnéticos, estando dispuestas las bobinas de inducción con sus núcleos en cada par móviles entre sí y moviéndose entre una posición de fusión con separación reducida y una posición de vertido con separación amplia.

#### Descripción breve de las figuras

La **figura 1** es una vista en sección lateral de un molde de fundición por debajo de una zona de fundición con material ferromagnético, bobinas y una carga de material con capacidad de conducción.

La **figura 2** es una vista superior de una disposición con dos pares de bobinas y un elemento anular ferromagnético.

#### 30 Descripción de las figuras

Las figuras muestran formas de realización preferentes. Sirven solo a modo de ilustración.

La figura 1 muestra una carga (1) de material con capacidad de conducción, que se encuentra en la zona de influencia de campos alternantes electromagnéticos (zona de fusión), que se generan con la ayuda de las bobinas (3). Por debajo de la carga (1) se encuentra un molde de fundición (2) vacío, el cual es sujetado por un soporte (5) en la zona de llenado. El molde de fundición (2) presenta una sección de llenado (6) en forma de embudo. El soporte (5) es adecuado para elevar el molde de fundición (2) desde una posición de suministro a una posición de vertido, lo cual se simboliza mediante la flecha indicada. En el núcleo de las bobinas (3) hay dispuesto un material ferromagnético (4). Los ejes del par de bobinas (3) están orientados horizontalmente, formando respectivamente dos bobinas (3) opuestas, un par. Se representa en el dibujo la posición de fusión de la disposición de bobinas con separación reducida.

La carga (1) se funde en suspensión en el procedimiento de acuerdo con la invención y se vierte tras fusión ocurrida en el molde de fundición (2). Para el vertido las bobinas (3), tal como se simboliza mediante la flecha indicada, se separan una de otra durante tanto tiempo hacia el exterior, hasta que la fuerza de Lorentz del campo ya no puede compensar la fuerza de peso de la carga (1).

45 La figura 2 muestra una vista superior de una disposición con dos pares de bobinas y un elemento (7) anular ferromagnético. El elemento (7) anular está conformado a este respecto como elemento anular octogonal. Respectivamente dos bobinas (3) que se encuentran sobre un eje A, B forman con su material ferromagnético (4) un par de bobinas. Los ejes de bobina A, B están dispuestos en ángulo recto entre sí. En el dibujo se muestra la posición de fusión de la disposición de bobinas con separaciones estrechas entre las bobinas (3). Los materiales (4) ferromagnéticos que se encuentran en unión positiva en el elemento (7) anular se mueven entonces junto con sus bobinas (3), tal como se indica mediante las flechas dobles, para el vertido de la masa fundida levitante, hacia el exterior.

#### Lista de referencias

- |    |                      |
|----|----------------------|
| 1  | Carga                |
| 55 | 2 Molde de fundición |

## ES 2 803 427 T3

- 3 Bobina de inducción
- 4 Material ferromagnético
- 5 Soporte
- 6 Sección de llenado
- 5 7 Elemento anular

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de cuerpos de fundición a partir de un material con capacidad de conducción eléctrica en el procedimiento de fusión por levitación, usándose para dar lugar al estado de levitación de una carga (1) campos alternantes electromagnéticos, los cuales se generan con al menos un par de bobinas de inducción (3) opuestas con un núcleo de un material ferromagnético (4), estando dispuestas las bobinas de inducción (3) con sus núcleos en cada par móviles entre sí y moviéndose entre una posición de fusión con separación reducida y una posición de vertido con separación amplia, comprendiendo los siguientes pasos:
- desplazar los pares de bobinas de inducción a la posición de fusión con separación reducida,
  - 10 - disponer una carga (1) de un material de partida en la zona de influencia de al menos un campo alternante electromagnético, de manera que la carga (1) se mantiene en un estado de levitación,
  - fundir la carga (1),
  - posicionar un molde de fundición (2) en una zona de llenado por debajo de la carga (1) levitante,
  - 15 - vertido de la totalidad de la carga (1) en el molde de fundición (2) mediante movimiento de las bobinas de inducción (3) en al menos un par desde la posición de fusión con separación reducida a la posición de vertido con separación amplia,
  - retirada del cuerpo de fundición solidificado del molde de fundición (2).
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que durante el vertido de la carga (1) se reduce al mismo tiempo que el movimiento de las bobinas de inducción (3) en los pares de bobinas de inducción desde la posición de fusión a la posición de vertido, la intensidad de corriente en estas bobinas de inducción (3).
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la separación de las bobinas de inducción (3) se amplía en los pares de bobinas de inducción desde la posición de fusión a la posición de vertido a razón de 5 – 100 mm, preferentemente 10 – 50 mm.
- 25 4. Dispositivo para la fusión por levitación de un material con capacidad de conducción eléctrica, comprendiendo al menos un par de bobinas de inducción (3) opuestas, con un núcleo de un material ferromagnético (4) para dar lugar al estado de levitación de una carga (1) mediante campos alternantes electromagnéticos, caracterizado por que las bobinas de inducción (3) están dispuestas con sus núcleos en cada par móviles entre sí y se mueven entre una posición de fusión con separación reducida y una la posición de vertido con separación amplia.
- 30 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que la separación de las bobinas de inducción (3) se amplía en los pares de bobinas de inducción desde la posición de fusión a la posición de vertido a razón de 5 – 100 mm, preferentemente 10 – 50 mm.

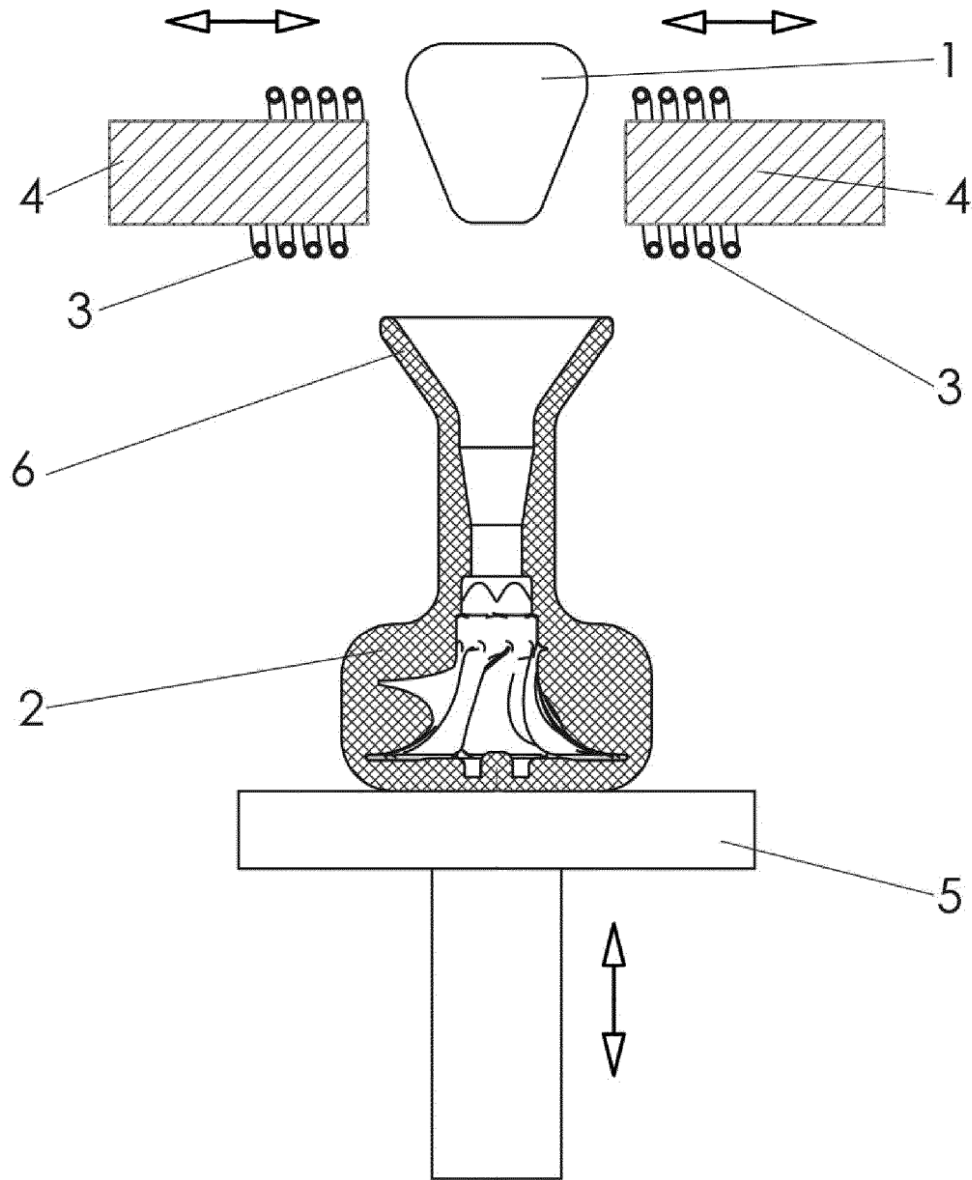


Figura 1



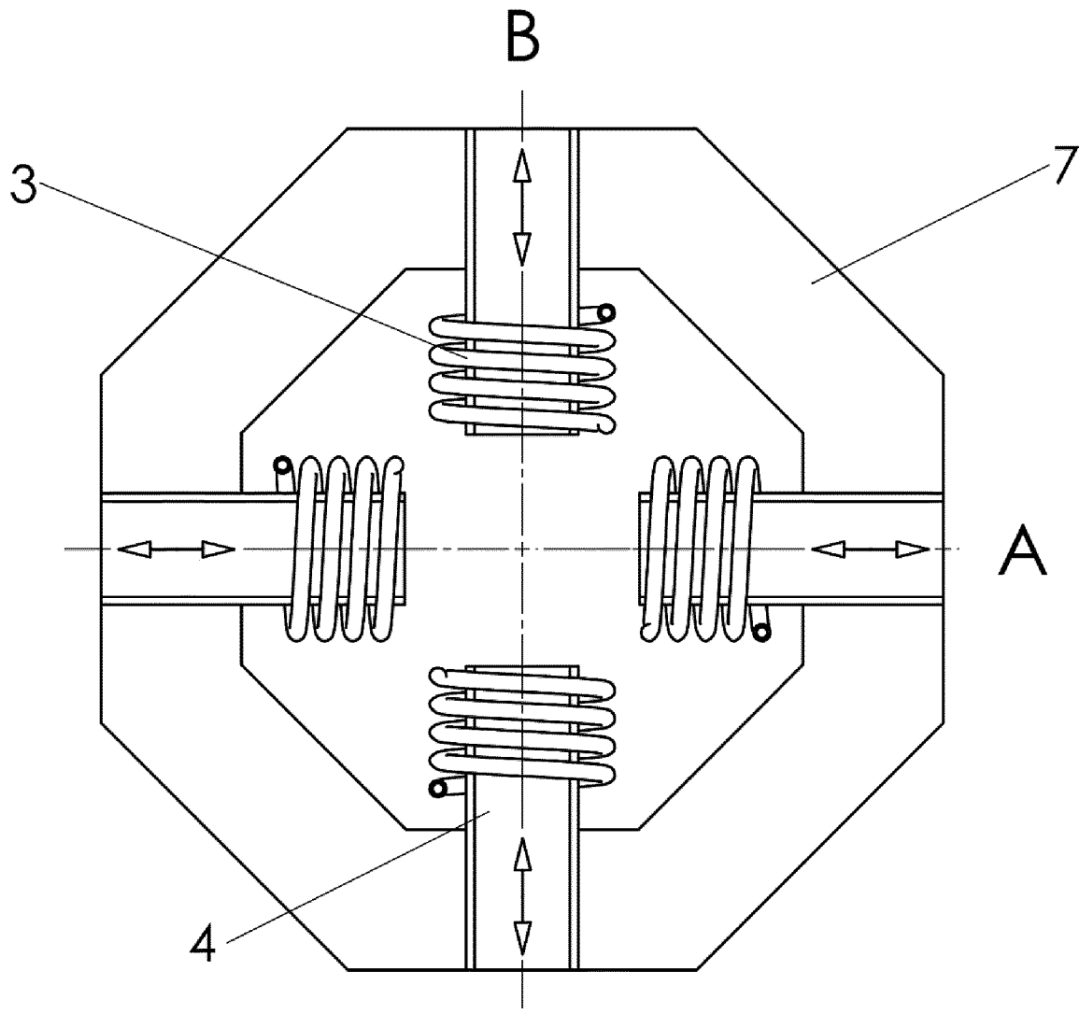


Figura 2