(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 744 867**

(51) Int. Cl.:

B60T 17/22 (2006.01)
F16D 65/12 (2006.01)
F16D 66/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2015** **E 15193067 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019** **EP 3031684**

(54) Título: **Disco de freno con dispositivo sensor interior, sistema de frenado y vehículo, uso, procedimiento que comprende respectivamente un sistema de frenado semejante, y procedimiento para la fabricación del disco de freno**

(30) Prioridad:

25.11.2014 DE 102014117286

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2020

(73) Titular/es:

BUDERUS GUSS GMBH (100.0%)
Buderusstrasse 26
35236 Breidenbach, DE

(72) Inventor/es:

HILLER, WOLFGANG y
KETTELER, GEORG

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 744 867 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

Disco de freno con dispositivo sensor interior, sistema de frenado y vehículo, uso, procedimiento que comprende respectivamente un sistema de frenado semejante, y procedimiento para la fabricación del disco de freno

La invención se refiere a un disco de freno según el preámbulo de la reivindicación 1, un sistema de frenado según la reivindicación 7, un vehículo con un sistema de frenado semejante según la reivindicación 8, un uso de un sistema de frenado semejante en un vehículo según la reivindicación 9, un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de frenado semejante según la reivindicación 10 y un procedimiento para la fabricación de un disco de freno según la reivindicación 11.

Por el documento DE 100 18 513 A1 se conoce un dispositivo de supervisión para discos de freno, que se considera para los vehículos ferroviarios. Este dispone de al menos un sensor que sirve para la supervisión de la temperatura, que está dispuesto en un canal de refrigeración del disco de freno o cerca del disco de freno. La señal de sensor está en referencia a la temperatura del disco de freno. Adicionalmente está previsto al menos un emisor que emite las señales de sensor de forma inalámbrica. Las señales de sensor emitidas se reciben a continuación con un receptor. El documento EP 2642149 A1 describe un dispositivo sensor de temperatura en la brida de recepción del eje, aquí el dispositivo sensor no está vertido.

En una configuración de este tipo es desventajoso que son elevados los costes por disco de freno, ya que es costoso el montaje del sensor y del emisor en el disco de freno o en los alrededores. Además, los cables, emisores y sensores descubiertos se pueden deteriorar mecánicamente por parte de objetos exteriores, como impacto de rocas, nieve u otro sustrato. Debido a la elevada propensión al desgaste, la salida de señales puede fallar durante la duración del disco de freno.

Además, debido a las elevadas fluctuaciones térmicas, el emisor, el sensor y el cable son vulnerables respecto a la humedad, por lo que se pueden producir corrientes de fugas y cortocircuitos. De este modo se falsea la salida de señales, se interrumpe por fases o se destruye de forma permanente. Por ello una tecnología de este tipo es inapropiada para usarse para la regulación activa de un freno o para la adaptación a una característica de frenado. Así, el documento DE 100 18 513 A1 también dirige el uso del dispositivo a la determinación puramente pasiva de la longitud de una distancia de frenado. En particular, un uso activo de salidas de señales falseadas conduciría a un comportamiento de respuesta erróneo del freno. Sobre el carril esto puede conducir ya a un inicio retardado de un frenado. Un uso en automóviles no sería menos arriesgado, ya que una distribución de fuerzas de frenado desigual debido a señales erróneas de los discos de freno individuales podría conducir a una pérdida de la estabilidad direccional. El vehículo es entonces incontrolable por parte del conductor o de sistemas de asistencia a la conducción. El objetivo de la invención es por ello superar las desventajas del estado de la técnica y desarrollar un disco de freno, que presente bajos costes de fabricación, y cuyos sensores funcionen de forma fiable durante la vida útil del disco de freno. Además, se debe proporcionar el sistema de frenado con un disco de freno semejante, en particular en un vehículo. Otros objetivos de la invención consisten en el uso del sistema de frenado y el uso según el procedimiento del sistema de frenado.

Las características principales de la invención están especificadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1, así como las reivindicaciones 7, 8, 9, 10 y 11. Distintas configuraciones son objeto de las reivindicaciones 2 a 6 y 12.

La invención se refiere por ello a un disco de freno, en particular para vehículos y automóviles, con un disco de fricción, que está dispuesto en un dispositivo de fijación de eje, y con un microsistema que presenta un dispositivo sensor y un dispositivo emisor. El dispositivo sensor presenta para la determinación de un parámetro al menos un sensor del grupo sensor de temperatura, sensor de vibraciones, sensor de ruido estructural y sensor de dilatación. El dispositivo emisor está conectado en comunicación con el dispositivo sensor para la salida inalámbrica de una señal referida a los parámetros detectados con el dispositivo sensor. Según la invención, el microsistema está dispuesto interiormente en el disco de fricción y/o el dispositivo de fijación de eje.

Aquí es ventajoso que el microsistema esté protegido en la posición interior frente a influencias externas. Así se garantizan de forma duradera la determinación de los parámetros con un sensor y una transmisión de datos a receptores externos. Según el tipo de sensor se pueden supervisar las solicitaciones térmicas y/o mecánicas presentes en el disco de freno, como fuerzas de tracción y compresión, deformación o vibraciones. Por ejemplo, son apropiados elementos térmicos o sensores piezoeléctricos integrados directamente en el lugar del efecto. De este modo se pueden supervisar los estados de funcionamiento del disco de freno de forma pasiva y efectuarse intervenciones activas durante el funcionamiento del freno. Los sistemas de asistencia a la conducción pueden anticipar mejor el comportamiento del vehículo y se puede advertir por sobresolicitaciones o deteriores del disco de freno. Además, también se podría influir de forma activa en los comportamientos de vibraciones del disco de freno, así como su acústica mediante actuadores piezoeléctricos, por lo que se solicitaría menos estructuralmente el disco de freno.

Bajo dispositivos de fijación de eje se pueden entender en particular cubiertas o bridas de discos de freno. Estos presentan medios de acoplamiento para la unión solidaria en rotación a una rueda o un eje. Por ejemplo, los medios de acoplamiento se pueden configurar como orificios roscados. El dispositivo de fijación de eje se sitúa en general radialmente dentro del disco de fricción.

En una configuración más cercana de la invención está previsto que el dispositivo sensor presente un preamplificador. Mediante un preamplificador semejante se pueden medir de forma especialmente precisa los parámetros.

Según una variante de la invención, en el microsistema está depositada una señal de identificación, que se puede entregar con el dispositivo emisor. Por consiguiente, se puede transmitir información del disco de freno a receptores externos. Esta información puede ser estática o se acopla para la identificación con la información dinámica de la señal. De esta manera se pueden hacer funcionar varios microsistemas en paralelo y las señales entregadas se puede asociar de forma unívoca a la posición del microsistema. La señal de identificación debería comprender al menos un parámetro del grupo de número de identificación, número de componente, tipo de disco de freno, número de producción, número de lote, fecha de fabricación o identificación del fabricante. Así, mediante la señal de identificación se pueden efectuar ajustes base de un sistema de frenado. Además, se pueden buscar los orígenes de las carencias de fabricación. En particular, los datos RFID son apropiados para estar depositados en el microsistema.

Según la invención en el disco de freno está introducido el microsistema mediante vertido en el disco de fricción y/o el dispositivo de fijación de eje. Por consiguiente, el montaje del microsistema se limita a una inserción en un molde de colada y los costes de montaje son bajos. El microsistema se puede verter así interiormente en el disco de fricción y/o el dispositivo de fijación de eje.

Otra configuración especial prevé que el microsistema esté dispuesto detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del disco de fricción y/o detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del dispositivo de fijación de eje. Por consiguiente, el microsistema puede estar dispuesto en la zona del disco de fricción, en la zona del dispositivo de fijación de eje o en la interfaz entre el disco de fricción y el dispositivo de fijación de eje.

El disco de fricción y la fijación de eje deberían estar colocados respectivamente a partir de un metal. Básicamente existe la opción de que el dispositivo de fijación de eje y el disco de fricción estén hechos de diferentes materiales. Preferentemente el dispositivo de fijación de eje se junta por colada al disco de fricción. Sin embargo, también es concebible una secuencia de colada inversa. Preferiblemente es apropiado un metal que contiene hierro para el disco de fricción. Desviándose de ello se puede usar otro metal, en particular un material que contiene aluminio, para el dispositivo de fijación de eje, siempre y cuando este no se fabrique del mismo material que el disco de fricción. De este modo se vuelve más ligero el disco de freno. El vertido del microsistema se vuelve entonces en particular sencillo, cuando el dispositivo de fijación de eje está hecho de un material con menor punto de fusión que el disco de fricción. Entonces el microsistema debería estar posicionado entre el disco de fricción y el dispositivo de fijación de eje o completamente en el dispositivo de fijación de eje.

Mediante el refundido del microsistema se encierra este de forma fija y se crea una obturación frente a la penetración de aire y agua en el microsistema. Por ello se prefiere una realización especial, donde el microsistema esté dispuesto en todas las direcciones detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del disco de fricción y/o las paredes configuradas de forma monolítica del dispositivo de fijación de eje. Por consiguiente, el microsistema está encapsulado por así decir mediante el vertido o rodeado todo alrededor.

Una variante opcional prevé que el microsistema presente una cápsula envolvente, que presenta un punto de fusión más elevado que el material adyacente del disco de fricción y/o del dispositivo de fijación de eje. El dispositivo sensor y emisor están protegidos gracias a su posición dentro de la cápsula frente a deteriores por masa fundida caliente. Para que no penetre masa fundida líquida en la cápsula, esta debería estar realizada de forma estanque a líquidos o estanca a masa fundida. Por ejemplo, son apropiadas las cápsulas de metal, vidrio y de forma especialmente preferida de cerámica. Además, se prefiere una configuración de cápsula en dos partes, para que esta se pueda montar alrededor del dispositivo sensor y emisor, es decir, la cápsula no se debe juntar por colada al dispositivo sensor y emisor. Por ejemplo, es apropiado un atornillado o una conexión enchufable entre las dos partes de cápsula. En el caso de ligera penetración de la masa fundida en puntos de unión estrechos, la masa fundida se enfría muy rápidamente y solidifica antes de que llegue a la cápsula.

Para el abastecimiento del microsistema con energía eléctrica se pueden utilizar acumuladores o dispositivos de obtención de energía. Estos últimos pueden presentar, por ejemplo, elementos de masa que se ponen en movimiento por las modificaciones de las velocidades de giro del disco de freno. La energía cinética se transforma entonces en energía eléctrica.

La invención se refiere además a un sistema de frenado, en particular para vehículos y automóviles, con una disco de freno descrito anteriormente, un actuador, con el que se mueve al menos una pastilla de freno, que se corresponde con el disco de fricción, y con una unidad de regulación, que presenta un dispositivo receptor, donde el dispositivo receptor está conectado en comunicación inalámbrica con el dispositivo sensor, y donde en la unidad de regulación está depositado un algoritmo de regulación, cuya magnitud de entrada es al menos la señal del dispositivo sensor y cuya magnitud de salida es una señal de regulación para o sobre el actuador.

Por consiguiente, el sistema de frenado se puede adaptar por medio del algoritmo de regulación al estado del disco de freno, que se determina con el sensor. Esto comprende no solo adaptaciones lentas a lo largo de la vida útil del disco de freno, sino conforme a la sincronización de las señales adaptaciones a tiempo real a la situación de conducción actual. Como otras señales de entrada para el algoritmo de regulación entran en consideración señales de actuación de una palanca o pedal de freno, señales de sensores de sistemas antibloqueo (ABS), programas de estabilidad electrónica (ESP) y otros sistemas de asistencia a la conducción. Su efectividad se mejora claramente mediante la posible adaptación a tiempo real al estado del disco de freno.

Además, la invención se refiere a un vehículo con un sistema de frenado semejante, preferentemente un automóvil o un vehículo de carretera. Mediante el sistema de frenado según la invención se consigue una seguridad especialmente elevada para los pasajeros del vehículo. Lo mismo es válido para un uso según la invención de un sistema de frenado semejante en un vehículo.

Además, la invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de frenado descrito anteriormente, donde se consigue un funcionamiento del disco de freno mediante contacto variante entre el disco de freno y la pastilla de freno. Con el dispositivo emisor se entrega una señal, preferentemente de forma repetida y de forma especialmente preferida por ciclos. Esta señal se refiere a los parámetros detectados con el dispositivo sensor. La señal se recibe entonces con el dispositivo receptor y se alimenta como magnitud de entrada en el algoritmo de regulación. A continuación, se realiza la adaptación de la señal de regulación con el algoritmo de regulación para la adaptación a la señal. Correspondientemente la característica de frenado se puede adaptar a tiempo real al estado del disco de freno. Las reacciones del vehículo se vuelven claramente más predecibles, de modo que los sistemas de asistencia a la conducción pueden gobernar mejor las maniobras críticas de conducción, por ejemplo, cuando los discos de freno se calienten de forma claramente diferente debido a la marcha en curvas y pendientes. Preferiblemente la señal de regulación entregada por el algoritmo de regulación comprende una amplificación de fuerza de frenado que se correlaciona con la temperatura del disco de freno por rueda de un vehículo.

Además, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un disco de freno descrito anteriormente. En este se facilita un molde de colada con una forma en negativo de un disco de freno, o un disco de fricción de un disco de freno, o un dispositivo de fijación de eje de un disco de freno, donde el molde de colada presenta una coquilla o un inserto de coquilla con al menos un canal de refrigeración. Un microsistema se inserta en el molde de colada en la zona de la coquilla o del inserto de coquilla. A través del canal de refrigeración se conduce un fluido. Además, el metal líquido se vierte en el molde de colada y el microsistema se rodea con el metal líquido. A continuación, se enfría y solidifica el metal vertido. Acto seguido se saca del molde el metal solidificado.

En el procedimiento según la invención es ventajoso que la temperatura del microsistema durante la colada se puede mantener por debajo de un valor limite crítico. Los componentes electrónicos del microsistema se protegen así frente a daños. Preferiblemente la temperatura interior del microsistema se mantiene mediante la refrigeración con el canal de refrigeración por debajo de una temperatura de 210 ºC, preferiblemente por debajo de 180 ºC y de forma especialmente preferida por debajo de 170 ºC.

En una configuración especial del procedimiento está previsto que la tasa de refrigeración del metal líquido sobre la superficie del molde en negativo mediante el paso del fluido a través del canal de refrigeración sea la máxima en el entorno del microsistema. Por lo tanto, solo en la zona de la microcápsula se producen otras microestructuras debido al rápido enfriamiento. El resto del disco de freno puede estar adaptado opcionalmente al requerimiento de frenado mediante tasas de enfriamiento más lentas.

Otras características, particularidades y ventajas de la invención se deducen del texto de las reivindicaciones, así como de la descripción siguiente de ejemplos de realización mediante el dibujo. Se muestra:

Fig. 1 una vista lateral esquemática de un sistema de frenado.

En la fig. 1 está representado una vista esquemática de un sistema de frenado 100. Una sección conduce a través de un disco de freno 1, en particular en el plano de su eje A. El disco de freno 1 se compone de un disco de fricción 10 y un dispositivo de fijación de eje 20. El disco de fricción 10 y el dispositivo de fijación de eje 20 están moldeados conjuntamente de forma monolítica a partir de un metal. Según se ve el disco de fricción 10 se compone de un disco

delantero 11 y un disco trasero 12. El disco delantero y trasero 11, 12 están conectados a través de elementos de conexión 13, en particular nervios de conexión.

En una fractura del dibujo en el elemento de conexión 13 mostrado se ve el microsistema 30. El microsistema 30 está dispuesto por consiguiente interiormente en el disco de fricción 10. Presenta un dispositivo sensor 40 con un preamplificador 41, así como un dispositivo emisor 50, que están dispuestos dentro de una cápsula 31. La cápsula 31 permite verter el microsistema 30 directamente por vertido en el disco de fricción 10, alternativamente también en el dispositivo de fijación de eje 20. Para ello la cápsula 31 se compone de un material que presenta un punto de fusión más elevado que el material adyacente del disco de fricción 10. La cápsula 31 es así resistente a la masa fundida y estanca a líquidos respecto a la masa fundida. Gracias al vertido el microsistema 30 está dispuesto en cuestión detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del disco de fricción 10, que envuelven el microsistema 30 desde todas las direcciones. Un elemento de posicionamiento puede estar diseñado para ello de manera que se disuelva durante la colada o se retire como una corredera.

El dispositivo emisor 50 sirve para la salida inalámbrica de una señal S, que se basa en un parámetro determinado con un dispositivo sensor 40. Para ello el elemento emisor 50 y el dispositivo sensor 40 están conectados en comunicación entre sí. Además, en el microsistema 30 está depositada una señal de identificación ID, que se puede entregar con el dispositivo emisor 50. Para la salida de la señal S se usa el mismo disco de freno como antena. Como ayuda puede estar guiada una antena hasta la superficie del disco de freno. La antena puede servir entonces simultáneamente durante la colada como elemento de posicionamiento para el posicionamiento del sistema en el molde de colada.

El dispositivo sensor 40 presenta al menos un sensor del grupo de sensor de temperatura, sensor de vibraciones, sensor de ruido estructural y sensor de dilatación. Además, la señal de identificación ID comprende al menos un parámetro del grupo de número de identificación, número de componente, tipo de disco de freno, número de producción, número de lote, fecha de fabricación, identificación del fabricante.

Un generador de corriente del microsistema 30 proporciona la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del dispositivo sensor y emisor 40, 50. Opcionalmente el generador de corriente se puede hacer funcionar por inducción, conversión de calor o por conversión de energía de aceleración, por ejemplo, por vibraciones o aceleraciones de accionamiento y frenado. El generador de corriente debería presentar adicionalmente un acumulador de energía, a fin de poder proporcionar siempre la energía para la determinación de los parámetros y para la salida de las señales S.

Además, al sistema de frenado 100 pertenecen las zapatas de freno 113 a ambos lados del disco de freno 10. Mediante el actuador 112 se puede inmovilizar el disco de fricción 10 entre las zapatas de freno 113.

Además, está Indicada esquemáticamente una unidad de regulación 110 con un dispositivo receptor 111. El dispositivo receptor 111 se comunica de forma inalámbrica con el dispositivo sensor 50 o recibe señales S de este. En la unidad de regulación 110 está depositado un algoritmo de regulación, entre cuyas magnitudes de entrada figura la señal S del dispositivo emisor 50. Como otras magnitudes de entrada se procesan una señal del pedal de freno S1, una señal del sensor ABS S2 y una señal de sensor ESP S3. Como otras señales de los sistemas de asistencia a la conducción pueden representar señales de entrada para el algoritmo de regulación. A partir de ello el algoritmo de regulación calcula como magnitud de salida una señal de regulación R para el actuador 112, que se le transmite al actuador 112.

La invención no está limitada a una de las formas de realización descritas anteriormente, sino que se puede modificar de múltiples maneras.

Lista de referencias

1	Disco de freno		
		100	Sistema de frenado
10	Disco de fricción		
11	Disco delantero	110	Unidad de regulación
12	Disco trasero	111	Dispositivo receptor
13	Elementos de conexión	112	Actuador
		113	Pastilla de freno
20	Dispositivo de fijación de eje		
		A	Eje de rotación
30	Microsistema	ID	Señal de identificación

31	Cápsula	R	Señal de regulación
		S	Señal (sensor)
40	Dispositivo sensor	S1	Señal de pedal de freno
41	Preamplificador	S2	Señal de sensor ABS
		S3	Señal de sensor ESP
50	Dispositivo emisor		

REIVINDICACIONES

1. Disco de freno (1), en particular para vehículos y automóviles, con

• un disco de fricción (10), que está dispuesto en un dispositivo de fijación de eje (20), y
• un microsistema (30) que presenta un dispositivo sensor (40) y un dispositivo emisor (50),
• donde el dispositivo sensor (40) comprende para la determinación de un parámetro al menos un sensor del grupo de sensor de temperatura, sensor de vibraciones, sensor de ruido estructural y sensor de dilatación, y
• donde el dispositivo emisor (50) está conectado en comunicación con el dispositivo sensor (40) para la salida inalámbrica de una señal (S) referida a los parámetros detectados con el dispositivo sensor (40),

caracterizado porque el microsistema (30) está incorporado en el disco de fricción (10) y/o el dispositivo de fijación de eje (20) por vertido, y **porque** el microsistema (30) está dispuesto interiormente en el disco de fricción (10) y/o el dispositivo de fijación de eje (20).

2. Disco de freno (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo sensor (40) presenta un preamplificador (41).

3. Disco de freno (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** en el microsistema (30) está depositada una señal de identificación que se puede entregar con el dispositivo emisor (50)

4. Disco de freno (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el microsistema (30) está dispuesto detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del disco de fricción (10) y/o detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del dispositivo de fijación de eje (20).

5. Disco de freno (1) según la reivindicación 4 **caracterizado porque** el microsistema está dispuesto en todas las direcciones detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del disco de fricción (10) y/o detrás de las paredes configuradas de forma monolítica del dispositivo de fijación de eje (20) y está rodeado todo alrededor por el vertido.

6. Disco de freno (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el microsistema (30) presenta una cápsula envolvente (31), que presenta un punto de fusión más elevado que el material adyacente del disco de fricción (10) y/o del dispositivo de fijación de eje (20).

7. **Sistema de frenado** (100), en particular para vehículos y automóviles, con un disco de freno (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, un actuador (112), con el que se mueve al menos una zapata de freno (113), que se corresponde con el disco de fricción (10), y con una unidad de regulación (110), que presenta un dispositivo receptor (111), donde el dispositivo receptor (111) está conectado en comunicación inalámbrica con el dispositivo emisor (50), y donde en la unidad de regulación (110) está depositado un algoritmo de regulación, cuya magnitud de entrada es al menos la señal (S) del dispositivo emisor (50) y cuya magnitud de salida es una señal de regulación (R) para el actuador (112).

8. **Vehículo** con un sistema de frenado (100) según la reivindicación 7.

9. **Uso** de un sistema de frenado (100) según la reivindicación 7 en un vehículo.

10. **Procedimiento** para el funcionamiento de un sistema de frenado (100) según la reivindicación 7, donde se realizan las etapas siguientes:

a) funcionamiento del disco de freno (1) mediante contacto variante entre el disco de freno (1) y la pastilla de freno (113);
b) salida de una señal (S) con el dispositivo emisor (50);
c) recepción de la señal (S) con el dispositivo receptor (111);
d) alimentación de la señal recibida (S) al algoritmo de regulación como magnitud de entrada;
e) adaptación de la señal de regulación (R) con el algoritmo de regulación para la adaptación a la señal (S).

11. **Procedimiento** para la fabricación de un disco de freno (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende las etapas:

a) facilitación de un molde de colada con una forma en negativo de un disco de freno (1), o un disco de fricción (10) de un disco de freno (1), o un dispositivo de fijación de eje (20) de un disco de freno (1), donde el molde de colada presenta una coquilla o un inserto de coquilla con al menos un canal de refrigeración;

b) inserción de un microsistema (30) en el molde de colada en la zona de la coquilla o del inserto de coquilla;
c) conducción de un fluido a través del canal de refrigeración;
d) vertido de metal líquido en el molde de colada y envoltura del microsistema (30) con metal líquido;
e) enfriamiento y solidificación del metal vertido;
f) desmoldeo del metal solidificado.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la tasa de enfriamiento del metal líquido sobre la superficie del molde en negativo mediante el paso del fluido a través del canal de refrigeración es la máxima en el entorno del microsistema (30).

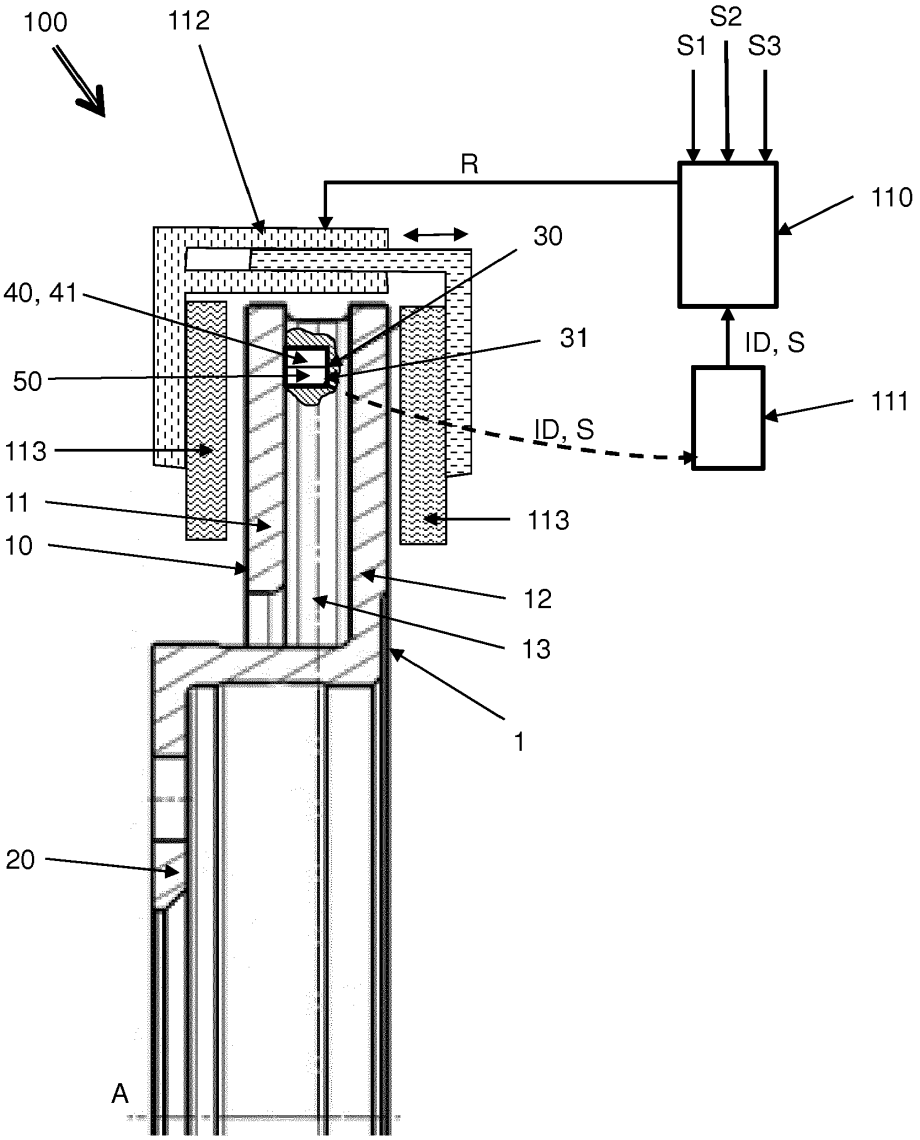
100
112
S2
S1
S3
R
110
30
40, 41
31
ID, S
50
111
ID, S
113
11
113
10
12
13
1
20
A

Fig. 1