

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 987**

51 Int. Cl.:

C21B 7/10 (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01)
C21B 7/24 (2006.01)
F27B 3/24 (2006.01)
F27B 1/28 (2006.01)
F27D 9/00 (2006.01)
G01B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2018** **E 21217379 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 4001441**

54 Título: **Vigilancia del estado de un horno de cuba**

30 Prioridad:

13.11.2017 LU 100516

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
21.10.2024

73 Titular/es:

PAUL WURTH S.A. (100.0%)
32, rue d'Alsace
1122 Luxembourg, LU

72 Inventor/es:

DE GRUITER, CHRISTIAN;
HEINEN, YVES;
MAGGIOLI, NICOLAS y
TOCKERT, PAUL

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 982 987 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

Vigilancia del estado de un horno de cuba

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a la vigilancia del estado de hornos metalúrgicos, en concreto de hornos de cuba y altos hornos. La presente invención se refiere, en particular, a la vigilancia del estado de los elementos de refrigeración después de la abrasión de la capa protectora dispuesta delante de los elementos de refrigeración.

Antecedentes de la invención

10 Como es sobradamente conocido, un horno de cuba funciona como un reactor en contracorriente, en el que el flujo descendente del material de carga está en contacto con un flujo ascendente de gases de combustión calientes ricos en monóxido de carbono. Los materiales de carga total sólidos compuestos por materiales ferrosos (mineral de hierro, aglomerado y pellas), coque y materiales fundentes son cargados por fuerza gravitacional en la parte superior del horno, mientras que el aire normalmente enriquecido con O₂, y algunas veces con combustibles auxiliares, es alimentado a través de las toberas dispuestas cerca del fondo del horno. El material caliente líquido y la escoria líquida son derivados a intervalos regulares a través de una pluralidad de agujeros de colada situados en el fondo del horno.

15 Los hornos de cuba, y en particular altos hornos (BF), son preferente operados con una elevada productividad y una tasa de combustible reducida de una manera flexible, estable y eficiente, proporcionando al tiempo una vida útil prolongada.

20 El horno de cuba a menudo ha sido designado como "caja negra". Una razón parece deberse a la dificultad de observar o vigilar lo que sucede dentro del horno. En efecto, en un BF coexisten tres fases de gas, sólido y líquido; las reacciones avanzan de manera no uniforme en dirección radial, el proceso va acompañado por una variante temporodependiente, y los parámetros de medición siempre son cambiantes en una atmósfera de alta temperatura, alta presión y purulenta.

25 Dicho esto, en las últimas décadas se ha producido un gran avance con respecto a las últimas décadas en las sondas y los dispositivos de medición del BF en base a los desarrollos de la electrónica, la óptica y la tecnología informática. Mediante el uso de ordenadores, ha resultado posible vigilar mejor los diferentes parámetros del horno de cuba dado que los ordenadores permiten no solo la representación de las variables sino también utilizar modelos establecidos, comparar diferentes variables y construir bases de datos para almacenar las variables y su evolución durante el proceso.

Los principales sensores de vigilancia del proceso son:

- 30 - Tomas de presión, que son situadas en la busa para vigilar la presión de la cuba, así como de las diferentes alturas del BF para vigilar la permeabilidad de la carga y el emplazamiento de la zona cohesiva.
- Termopares instalados en el revestimiento refractario en diversos emplazamientos (vientre y cuba) para vigilar el estado del refractario y de las variaciones de calentamiento local.
- Sondas de carga total de fijación superior para medir las temperaturas del gas y determinar los patrones de gas a través de la carga total.
- 35 - Sonda de carga total inferior insertada para vigilar la temperatura y la composición del gas dentro de la cuba del horno.
- Sonda de trayectoria que mide la trayectoria de la carga total que cae desde la rampa de distribución durante el proceso de carga total.
- Medidor de perfil radial en la parte superior que mide el perfil de superficie del nivel de existencias del material de carga total.
- 40 - Sensores de movimiento de existencias para vigilar el descenso de la carga total.

45 Por tanto, actualmente, el uso de sondas perfeccionadas y de dispositivos de medición proporciona al operador del BF informaciones de utilidad sobre el estado del proceso. Para el funcionamiento fiable del BF, es esencial agrupar los diversos parámetros operativos utilizando estos diferentes dispositivos de detección para que el proceso del BF resulte transparente para el operador.

El horno de cuba moderno está así equipado con un gran número de sondas, instrumentos y dispositivos de medición para el tratamiento de datos en régimen continuo en el centro de control del BF.

Además de los parámetros del proceso, se requiere vigilar los parámetros del estado, los cuales reflejen, por ejemplo, el estado del desgaste de los propios componentes del horno. Esto se lleva a cabo mediante inspección y por medio de sensores. Por ejemplo, es conocido el sistema de vigilancia del estado de los elementos de refrigeración por medio de sondas ultrasónicas.

En relación con ello, el vientre del horno queda sometido a altas temperaturas y a un entorno ambiental hostil. Así mismo, para proteger las paredes del horno y limitar la evacuación de calor a través de estas paredes, la pared interior del horno está equipada con un revestimiento de material refractario. En los hornos modernos, el material refractario está montado sobre elementos de refrigeración designados como duelas de refrigeración.

Originariamente, dichos elementos de refrigeración han consistido en placas de hierro fundido con tubos de refrigeración fundidos en su interior. Como alternativa, a las duelas de hierro fundido, se han desarrollado duelas de cobre. Hoy en día los elementos de refrigeración de un horno metalúrgico están por tanto constituidos a partir de cobre, aleación de cobre o, más recientemente, acero.

El revestimiento de ladrillo refractario, el material refractario con pistolón o el tratamiento mediante una capa de acreción forma una capa protectora dispuesta delante de la cara caliente del cuerpo en forma de panel. La capa protectora resulta útil para proteger el elemento de refrigeración contra el deterioro provocado por el entorno adverso que reina dentro del horno.

Dependiendo de las condiciones operativas del BF controladas por el operador, la capa protectora puede desgastarse principalmente debido al frotamiento de la carga descendente (coque, mineral, etc.). En la práctica, el horno sin embargo es ocasionalmente operado sin esta capa protectora, lo que provoca la erosión de las nervaduras laminares de la cara caliente.

Para prever una operación de mantenimiento resulta por tanto de utilidad vigilar el estado, esto es, el desgaste, de los elementos de refrigeración. Debido a las condiciones adversas anteriormente descritas, todavía no es imaginable montar un dispositivo perfeccionado dentro del horno. Por la misma razón y debido a la existencia de un material constantemente insertado en el horno, puede no ser posible verificar visualmente el estado de los elementos de refrigeración.

En la técnica ya se han propuesto soluciones. Por ejemplo, el documento JPS 61264110 divulga una duela de refrigeración que comprende un sistema de vigilancia del estado que utiliza una sonda ultrasónica en contacto con la cara trasera del cuerpo de duela para detectar su erosión. Esta resulta ser una técnica engorrosa debido que tiene que ser adaptada al entorno del horno de cuba.

Otro documento, el WO 2016/023838 divulga una duela de refrigeración que comprende un sistema de vigilancia del estado. La duela comprende una pluralidad de cámaras de presión cerradas distribuidas en diferentes emplazamientos dentro del horno de duela. Un sensor de presión está asociado con cada cámara de presión a fin de detectar una desviación respecto de una presión de referencia cuando una cámara de presión se abre debido al desgaste de la porción de cuerpo. Aunque la solución descrita en este documento es técnicamente satisfactoria, requiere determinadas tareas de preparación, lo que aumenta los costes.

El documento WO 2013/009824 divulga una construcción de duela / ladrillo en la que unos monitores de desgaste y / o unos termopares están dispuestos a través de o adyacentes a la duela y / o a uno o más de los ladrillos. Unos cables de transmisión de datos están fijados al termopar y a los extremos del sistema de monitores del desgaste para su transmisión a un centro de control para que las lecturas de los datos puedan ser continuamente transmitidas "en tiempo real" durante el funcionamiento del horno. La tecnología de vigilancia del desgaste es bastante compleja en cuanto se basa en la reflectometría de dominio de tiempo.

También se divulga en el documento WO 2013/009824 un sistema de representación y escaneo por láser para escanear automáticamente y representar el interior del horno y rastrear el estado interno de las duelas de los ladrillos refractarios. El sistema de representación utiliza ondas energéticas tales como ondas de luz láser procedentes de una unidad emisora / receptora. Con el fin de llevar a cabo dicha representación, debe entenderse que dicho equipamiento específico puede ser utilizado en el horno de cuba en la situación extrema en que el horno de cuba se paralice y en la que la carga haya sido descendida.

El documento US 3,532,797 divulga el uso de bucles conductores para detectar el desgaste de un revestimiento refractario. Cada bucle está alojado en un respectivo tubo de óxido de aluminio y los tubos están anudados formando un haz genéricamente cilíndrico, al tresbolillo. Los bucles conductores están constituidos por un hilo que incluye un punto de fusión en las inmediaciones del revestimiento del horno, para que los bucles se fundan cuando el revestimiento se licuifique o funda. La disposición al tresbolillo de los bucles conductores permite detectar el desgaste a distintas profundidades. Sin embargo, el diseño y la instalación de los sensores es claramente experimental y engorrosa.

El documento US 3,512,413 desvela un cuerpo de medición para uso en hornos de alta temperatura. Consta de una placa delgada de soporte hecha de material resistente al calor y conductores metálicos de diferente longitud incrustados en la placa.

Objeto de la invención

- 5 Un objeto de la presente invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas, es mejorar la vigilancia del estado de los hornos de cuba.

Sumario de la invención

- 10 La presente invención se deriva de las consideraciones relativas a la vigilancia del estado de la cuba y alto horno. Como se analizó anteriormente, una pluralidad de sensores y sondas está dispuesta en el BF para vigilar parámetros del proceso tales como las presiones, las temperaturas, la distribución de la carga. Estos parámetros proporcionan datos del proceso en régimen continuo al centro de control del BF, datos que se requieren para el funcionamiento eficiente y fiable del horno de cuba. Estos proporcionan datos de procedimiento en régimen continuo al centro de control de BF, que son necesarios para un funcionamiento eficaz y fiable del alto horno.

- 15 La instalación de estas sondas y sensores de vigilancia del proceso resulta dilatoria y representa una cantidad sustancial de trabajo. Dado que se requieren los sensores para proporcionar datos continuos para el funcionamiento del BF, no solo se requiere instalar los sensores dentro del horno, sino también tender los cables a través del blindaje exterior del horno hasta el centro de control.

El cableado de nuevo constituye un problema en el mantenimiento de la parada del BF, en particular en la restauración de la capa refractaria o en la sustitución de las duelas de refrigeración.

- 20 En el contexto de la vigilancia del estado, los actuales inventores proponen el uso de transmisiones inalámbricas de datos de sensores en lugar de la transmisión cableada. El uso de la transmisión inalámbrica en el contexto de los hornos de cuba puede a primera vista parecer inapropiada: hay muchas estructuras metálicas que rodean el módulo inalámbrico y las condiciones operativas son adversas (temperatura / polvo / barrera del blindaje del horno). Así mismo, puede constituir un problema la sustitución de las baterías durante el funcionamiento del horno.

- 25 Sin embargo, el uso de la transmisión inalámbrica cobra sentido a la hora de transmitir datos a partir de los sensores de vigilancia del estado. Frente a los parámetros del proceso que se requieren continuamente para el funcionamiento del horno, los parámetros del estado tales como el estado del desgaste del revestimiento refractario o de los elementos de refrigeración, no requieren dicha vigilancia continua. Los parámetros del estado pueden ser verificados selectiva o periódicamente con carácter temporal ya sea por periodos de varias horas o de varios días. En la práctica, los parámetros del estado pueden ser verificado cada pocas horas o una vez al día.

Este tiempo corto de operación diario preserva la duración de la batería y permite semanas/meses de servicio, de manera que resulta posible que no se requiera la sustitución de la batería en periodos de parada.

- 35 En último lugar, aunque no en importancia, el uso de módulos inalámbricos para transmitir datos de los sensores y las ondas de vigilancia del estado evitarán las operaciones de cableado dilatorias y engorrosas y, por tanto, reducirán significativamente el tiempo de parada del horno de cuba. La presente invención es de aplicación en un horno metalúrgico, en particular un horno de cuba, que comprende:

- 40 una camisa metálica que define la pared exterior del horno;
una capa protectora que protege (al menos parcialmente) la superficie interna de dicha pared exterior;
al menos una sonda de vigilancia del estado dispuesta dentro de dicha pared exterior y dentro de la capa protectora para vigilar esta última;
45 en el que la al menos una sonda de vigilancia del estado está conectada a un módulo de detección (34) operativamente conectado a un módulo inalámbrico, que son una batería alimentada y dispuesta por fuera de la pared exterior para transmitir datos de vigilancia del estado;
en el que dicha pared exterior comprende una abertura para la conexión cableada entre la(s) sonda(s) de
45 vigilancia del estado y el módulo inalámbrico, estando una carcasa montada sobre la superficie exterior de dicha camisa metálica de manera estanca a los gases para recubrir la abertura.

Como se desprende de la técnica anterior citada, los conocimientos técnicos existentes consisten en utilizar unos sensores cableados de vigilancia de desgaste y unos sensores de vigilancia del proceso (termopares). La presente invención contradice así el prejuicio técnico de utilizar módulos inalámbricos para sondas de vigilancia del estado.

- 50 La invención reside en la percepción de que los módulos inalámbricos accionados por batería son viables para transmitir datos desde los sensores del estado / desgaste, debido a que la frecuencia de medición es baja en comparación con los sensores de vigilancia del proceso, y dado que sus lecturas no se requieren para que la producción se mantenga.

El uso de sondas de desgaste combinadas con módulos inalámbricos simplifica en gran medida la instalación de sensores de desgaste, y en particular al reconvertir los Hornos de Cuba existentes. Como debe advertirse, es suficiente aprovechar una abertura en el blindaje del horno para extraer hacia fuera el hilo de sensor y conectarlo al módulo de detección / inalámbrico.

5 El uso de módulos inalámbricos para transmitir los datos de los sensores y las ondas de vigilancia del estado evitará las operaciones de cableado dilatorias, engorrosas y costosas y, por tanto, reducirá de manera significativa el tiempo de parada del horno de cuba. En formas de realización, el módulo de detección está configurado para evaluar el estado por medio de dicha(s) sonda(s) de vigilancia del estado a intervalos temporales predeterminados no superiores a una o dos veces al día.

10 De modo ventajoso, el módulo inalámbrico, el módulo de detección y la batería están situados dentro de la carcasa. Para una comunicación mejorada, la antena del módulo inalámbrico puede extenderse por dentro de la carcasa. El módulo de detección – inalámbrico queda de esta manera protegido del entorno adverso del BF, pero sigue siendo accesible de vez en cuando para operar la carcasa. A pesar del hecho de que el módulo de detección – inalámbrico está situado en una carcasa metálica cerrada, la transmisión inalámbrica queda habilitada en cuanto la antena es
15 guiada por fuera de la carcasa.

La carcasa puede comprender una pieza tubular de acero, uno de cuyos extremos está situado para rodear la abertura de la camisa metálica y está soldado a la superficie exterior de dicha camisa metálica; estando el extremo opuesto de la pieza tubular firmemente cerrada por una cubierta.

20 En general, la capa protectora puede comprender unos elementos de refrigeración y un revestimiento refractario. Las ondas de vigilancia del estado pueden estar incrustadas dentro de los elementos de refrigeración y / o del elemento refractario. El término "elemento de refrigeración" es utilizado en la presente memoria para abarcar cualquier dispositivo de refrigeración que pueda ser utilizado en una cuba o en un horno alto propiamente dicho que incluya placas de refrigeración y duelas de refrigeración sobradamente conocidas.

25 La vigilancia del estado de los elementos de refrigeración se consigue ventajosamente por medio del diseño expuesto en la reivindicación 6. La sonda de vigilancia del estado incluye uno o más bucles conductores situados a profundidades predeterminadas por debajo de la cara delantera del cuerpo de placas de refrigeración, estando cada bucle conectado a un par de terminales sobre la cara trasera del cuerpo, de manera que el desgaste de los bucles conductores pueda ser detectado por un cambio de una característica eléctrica del (de los) bucle(s) debido a la abrasión. El diseño de la sonda de vigilancia del estado puede también designarse como sonda de detección del
30 desgaste.

Una sonda de vigilancia del estado con dichos bucles conductores puede ser evaluada por un módulo de detección conectado a los terminales en base a una diversidad de estos principios eléctricos: cambio de tensión, corriente o resistencia.

35 De modo preferente, el módulo de detección está configurado para evaluar un estado del circuito eléctrico cerrado de cada bucle conductor. Dicha evaluación puede llevarse a cabo fácilmente en cuanto no requiere una calibración previa y no está sometida a variaciones de la temperatura.

La referida y otras formas de realización, se exponen en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

40 De acuerdo con otro aspecto, la presente invención se refiere a un elemento de enfriamiento para un horno metalúrgico o un horno de cuba como se indica en la reivindicación 1. Comprende un cuerpo con una cara delantera y una cara trasera opuesta, en el que, en uso, dicha cara delantera está vuelta hacia el interior del horno. El cuerpo incluye al menos un canal refrigerante en su interior, para hacer circular el fluido refrigerante, por ejemplo, agua. El lado delantero, de modo preferente, comprende unas nervaduras y unos surcos alternados.

45 Debe apreciarse que la al menos una sonda de detección de desgaste está incrustada en el cuerpo para detectar el desgaste del mismo. La sonda de detección del desgaste incluye una pluralidad de bucles conductores situados a profundidades predeterminadas por debajo de la cara delantera de dicho cuerpo y están eléctricamente aislados de aquella, estando cada bucle conectado a un par de terminales sobre la cara trasera del cuerpo, de manera que el desgaste del cuerpo pueda ser detectado por un cambio de una característica eléctrica del (de los) bucle(s) debido a la abrasión. La placa de refrigeración se caracteriza también en que:

50 Los bucles conductores se forman como líneas conductoras en una tarjeta; cada bucle conductor describe una forma generalmente en U, y los bucles están anidados unos dentro de otros;

Los bucles conductores se extienden genéricamente desde el lado trasero en una dirección de grosor del cuerpo de manera que una sección terminal, que forma una sección desgastable, de cada bucle, esté situada a la distancia predeterminada (d1, d2, d3) desde la cara delantera;

55 la sonda está dispuesta en un taladro pasante o en un taladro ciego de dicho cuerpo; la sonda comprende un alojamiento cilíndrico que rodea dicha tarjeta con los bucles conductores, presentando el alojamiento cilíndrico una forma que se corresponde con la forma del taladro; y

el alojamiento cilíndrico está fabricado a partir del mismo material que el cuerpo de placa de refrigeración.

En las reivindicaciones adjuntas se describen otras formas de realización de este elemento de refrigeración.

De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere a una sonda de detección de desgaste de acuerdo con la reivindicación 6.

5 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describirá la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

Fig. 1 : es una vista en sección transversal de una realización de la presente placa de refrigeración equipada con sensores de vigilancia del estado, montada contra una pared exterior de un alto horno;

10 Fig. 2 : es una vista esquemática de una sonda de detección del desgaste incrustada en una placa de refrigeración no utilizada;

Fig. 3 : es una vista esquemática de una sonda de detección del desgaste incrustada en una placa de refrigeración parcialmente gastada;

15 Fig. 4 : es una vista en perspectiva en sección transversal que ilustra el montaje de una sonda de detección del desgaste con un alojamiento modificado;

Fig. 5 : es una vista en despiece de la sonda de detección del desgaste de la Fig. 1;

Fig. 6 : es una vista en despiece de otra realización de la sonda de detección del desgaste; y

Fig. 7 : es un detalle de la Fig.1 alrededor de la carcasa que alberga el módulo de detección; y

20 Fig. 8 : es una vista en sección transversal de una placa de refrigeración reconvertida con la presente sonda de detección del desgaste.

Descripción detallada de una forma de realización preferente

Como se expuso anteriormente, el funcionamiento moderno del alto horno se basa típicamente en el tratamiento de los datos obtenidos por medio de sensores de vigilancia del tratamiento y sondas dispuestas en diversos emplazamientos en el horno.

25 Además de la vigilancia del procedimiento de datos, los sensores de vigilancia del estado son requeridos para evaluar el estado del desgaste de los componentes del BF. En el contexto de la presente invención, a continuación, se describirá la vigilancia del estado del BF con respecto a una aplicación concerniente a la detección del desgaste de los elementos de refrigeración, en concreto de las placas de refrigeración. A continuación, se describirá la instalación y el diseño de una sonda de detección del desgaste, seguida por el acoplamiento operativo a un módulo inalámbrico para transmitir los datos a, por ejemplo, un centro de control o a un almacenamiento de datos y / o sistema de procesamiento, ya sea en el emplazamiento de la planta o en la nube.

30 Una forma de realización preferente de una placa de refrigeración 10 equipada para la vigilancia del estado se muestra en la Fig. 1. La placa de refrigeración 10 está montada sobre la pared exterior 11 (o blindaje) de un horno alto. Dicha pared exterior está generalmente constituida por una camisa metálica vertical, típicamente de acero (que solo se muestra en parte), que está dispuesta sobre su superficie interna 11.2 con un revestimiento refractario que recubre la pared exterior y el fondo. En la Fig. 1, en aras de la claridad, solo se muestra parte del revestimiento refractario y se designa con la referencia numeral 15). Las placas de refrigeración están dispuestas entre medias de la pared de blindaje 11 y del revestimiento refractario 15 con fines de refrigeración; están fijadas con unos medios de anclaje 11.1.

35 La Fig. 1 solo muestra una parte de la placa de refrigeración 10. Como se conoce en la técnica, la placa de refrigeración 10 comprende un cuerpo 12 que está típicamente constituido por una losa, es decir a partir de un cuerpo fundido o forjado de cobre, de aleación de cobre, de acero o hierro fundido. El cuerpo 12 presenta al menos un canal de refrigerante convencional 14 incrustado en su interior, con el fin de proporcionar una pantalla de protección de evacuación de calor entre el interior del horno 11.2 y la pared de horno 11.1. El fluido refrigerante (típicamente agua) se hace circular por dentro de los canales de refrigerante 14 por medio de unos apropiados conectores 14.1 dispuestos a través de la pared 11.

40 El cuerpo 12 presenta una cara delantera 16, que está vuelta hacia el interior del horno, y una cara trasera opuesta 18 la cual, en uso, está encarada hacia la pared de horno 11.

45 Como se muestra en la Fig.1, la cara delantera 16 del cuerpo 12 presenta ventajosamente una superficie estructurada, en particular con unas nervaduras laminadas alternantes 20 y unas ranuras 22. Cuando la placa de refrigeración 10 está montada en el horno, las ranuras 22 y las nervaduras 20 quedan dispuestas en posición genéricamente horizontal con el fin de proporcionar un medio de anclaje del revestimiento de ladrillo refractario.

En el curso del funcionamiento del alto horno, el revestimiento de ladrillo refractario se erosiona debido al material de carga total descendente, lo que deja desprotegidas las placas de refrigeración que resultan en contacto con el entorno riguroso del interior del alto horno.

Como resultado de ello, dependiendo de las condiciones operativas del BF, puede producirse la abrasión de las placas de refrigeración y por tanto resulta conveniente vigilar el estado del desgaste de las placas de refrigeración.

Para vigilar el estado de dichas placas de refrigeración, una pluralidad de sondas de detección del desgaste se incrustan en su interior.

- 5 Por consiguiente, en esta forma de realización, el cuerpo 12 comprende una pluralidad de taladros pasantes 26 practicados en dirección perpendicular a la cara delantera 16 del cuerpo 12. El diámetro de los taladros 16 está dimensionado para recibir en su interior las sondas de detección de desgaste 24.

10 El diseño de la sonda de detección de desgaste 24 se apreciará mejor a partir de las vistas esquemáticas de las Figs. 2 y 3, que se corresponden con un estado de placa de refrigeración no utilizada y de un estado de placa de refrigeración parcialmente gastada, respectivamente.

La sonda 24 comprende un número de bucles conductores 28, en este caso tres.

15 Cada bucle conductor 28 está conectado a un par de terminales 30 dispuesto, en uso, sobre la cara trasera 18 del cuerpo 12. Cada bucle conductor 28 se extiende genéricamente en la dirección del grosor del cuerpo para alcanzar una profundidad predeterminada por debajo de la cara delantera 16. Más concretamente, la sección terminal de cada bucle 28 está situada a una respectiva distancia predeterminada d1, d2, d3, con respecto a la cara delantera 16. Dicha sección terminal forma una sección de desgaste 32 diseñada para ser alterada y / o eliminada por la abrasión cuando la cara delantera de la placa de refrigeración se desgasta. En la práctica los bucles conductores 28 se combinan con una tarjeta o placa de soporte, separadas y aisladas unas de otras.

20 La configuración global de los bucles conductores 28 no resulta esencial en la sonda de detección de desgaste 24 en tanto en cuanto las secciones desgastables 32 alcancen las respectivas distancias predeterminadas de la cara delantera 16. En la forma de realización de la Fig. 2, los bucles 28 tienen forma de U con dos líneas paralelas que se extienden desde los terminales 30 sobre la cara trasera 18 reunidos por una tercera línea transversal que forma la sección desgastable 32 a una distancia determinada con respecto a la cara delantera 16. Los tres bucles 28 están tendidos sobre una tarjeta de soporte 42, y se sitúan anidados unos dentro de otros, y aislados unos respecto de otros.

25 Dicha sonda que incluye los bucles conductores sobre una tarjeta de soporte 42 puede, por ejemplo, ser fácilmente fabricada como una tarjeta de circuito impreso.

En la Fig.2, la placa de refrigeración 10 no está desgastada. La sonda 24 se extiende entre la cara delantera 16 y la cara trasera 18 de la placa de refrigeración 10.

30 En funcionamiento, el material del interior del horno golpea y se frota contra las placas de refrigeración 10; el efecto de gran abrasión arranca fragmentos de las placas de refrigeración. Signos del desgaste aparecen en el cuerpo de placa de refrigeración 12 como se muestra por la línea de trazado discontinuo de la Fig. 3. La sonda de detección de desgaste 24 se desgasta junto con el cuerpo 12 de la placa 10. Cuando la sonda de desgaste sigue avanzando hacia abajo hasta la profundidad correspondiente a la distancia d1, la sección desgastable del bucle conductor externo 32 se interrumpe y no circula corriente alguna por su interior.

35 Cuando el desgaste avanza, llega hasta las secciones desgastables de los demás bucles conductores (d2 y después d3), interrumpiéndose las secciones desgastables únicamente si la placa de refrigeración es desgastada en su concreto emplazamiento.

40 Verificando la integridad de todos los bucles conductores 28 a menudo resulta posible por consiguiente deducir el grosor residual de la placa de refrigeración (conociendo las posiciones d1, d2, etc. de los diferentes bucles conductores).

Las terminales 30 de los bucles 28 pueden ser conectados a un módulo de detección 34 por medio de unos hilos 36. En formas de realización, el módulo de detección puede estar directamente conectado a los terminales, o puede haber otros componentes entre el módulo de detección y los terminales.

45 El módulo de detección 34 está configurado ventajosamente para evaluar un estado del circuito eléctrico cerrado de cada bucle conductor 28. Si un bucle conductor 28 verifica la condición de circuito cerrado, entonces la corriente aplicada en las terminales respectivos puede circular a través de ellos. Esto confirma la integridad del circuito. De esta manera se puede deducir que la placa de refrigeración no está dañada o desgastada al nivel de la correspondiente profundidad.

50 El módulo de detección 34 puede estar configurado para llevar a cabo la evaluación de los respectivos bucles conductores a intervalos de tiempo predeterminados, por ejemplo, cada pocas horas o, de modo preferente, una vez al día, para ahorrar energía.

El módulo de detección 34 está instalado sobre la cara de desgaste de la placa de refrigeración o a cierta distancia de ella, como se analizará con mayor detalle más adelante. En la Fig. 1, el módulo de detección 34 está alojado en una

carcasa estanca 38 hacia el exterior de la pared de horno 11. El módulo de detección 34 está aquí conectado a tres sondas 24 por medio de unos hilos 36 que atraviesan una abertura existente en la pared de horno 11.

Dirigiendo ahora la atención a la Fig. 5, en ella se muestra un posible diseño de la sonda de detección de desgaste 24 utilizada en la Fig. 1. Como se indicó anteriormente, los bucles conductores 28 quedan típicamente soportados por un soporte sustancialmente rígido, por ejemplo, una tarjeta 42 o una placa. Fácilmente pueden construirse utilizando una tecnología de circuito impreso, por ejemplo, mediante grabado en húmedo o en seco de una tarjeta chapada en cobre. La tarjeta 42 puede estar fabricada a partir de una resina epoxi u otro material apropiado. La tecnología de impresión puede también ser utilizada para formar los bucles / pistas conductoras. La superficie al descubierto de las pistas conductoras puede ser aislada mediante su revestimiento con un material eléctricamente aislante (aplicado mediante pulverización, pintado o laminación). Cuando sea conveniente, pueden fabricarse estructuras multicapa, en la que diferentes bucles conductores estén integrados unos sobre otros.

Los expuestos son únicamente algunos ejemplos; cualquier tecnología apropiada puede utilizarse para formar las pistas conductoras sobre una tarjeta portadora.

Como se desprende de la Fig. 5, la sonda de detección de desgaste 24 comprende ventajosamente un alojamiento cilíndrico que rodea la tarjeta de circuito 42. El alojamiento cilíndrico presenta una forma exterior que se corresponde con la forma del taladro 26 del cuerpo 12.

El alojamiento cilíndrico comprende dos partes semicilíndricas 44 entre las cuales queda emparedada la tarjeta de circuito 42. Las dos partes semicilíndricas 44 son presionadas entre sí sujetando la tarjeta de circuito 42 en la parte media para conformar una configuración de cilindro que encaje dentro del taladro 26. Las partes semicilíndricas 44 pueden mantenerse unidas utilizando cualquier medio de fijación apropiado, por ejemplo, tornillos o adhesivos, no mostrados. El atornillamiento o la adherencia sin embargo no resultan necesarios. Puede ser suficiente simplemente ensamblar las dos partes cilíndricas con la tarjeta de circuito entre medias, e introducirla en el taladro del cuerpo de placa de refrigeración. En formas de realización, puede, por ejemplo, disponerse una capa de pasta térmicamente conductora en las caras intermedias de la parte de alojamiento / de la tarjeta de circuito.

A fin de asegurar una refrigeración satisfactoria que no afecte al patrón de desgaste, las partes de alojamiento 44, de modo preferente están compuestas por el mismo material que el cuerpo de placa de refrigeración 12. Las partes de alojamiento 44 pueden en concreto estar fabricadas a partir de cobre o de aleación de cobre. En general, las partes de alojamiento pueden estar fabricadas a partir de materiales que muestren el mismo o comparable comportamiento / velocidad de desgaste. De modo preferente, deben evitarse materiales más duros que el material del cuerpo. Pueden utilizarse materiales más blandos donde el taladro 26 se estrecha.

Con fines de posicionamiento, cada parte medio cilíndrica 44 puede comprender un resalto 46 en el extremo situado sobre la parte trasera del cuerpo 12 (el mismo extremo que las terminales 30). Los resaltos 46 forman una sección de mayor diámetro que se sitúan adosados con una superficie radial complementaria 48 (Fig. 4) en una sección de entrada 48 del taladro de montaje 26 dispuesta en el cuerpo 12. Los resaltos 46 y la superficie adosada 48 definen la posición de la sonda 24 en la dirección del grosor del cuerpo 12.

Puede destacarse que en la Fig.4, la cara trasera 18 comprende un rebajo 50 en el que está taladrado un agujero 26. Este rebajo 50 habilita un espacio para alojar, por ejemplo, un módulo de detección u otro componente. Dicho rebajo 50 no es requerido, y de hecho se omite en la forma de realización de la Fig. 1, donde los terminales 30 están sustancialmente alineados con la cara trasera del cuerpo 12.

Siguiendo con la Fig.4, en ella se ilustra un medio de bloqueo opcional, que comprende un tornillo 52 y una arandela 53 insertados dentro de un agujero roscado 54 cerca de la sonda 24. El extremo libre de la sección de mayor tamaño está mecanizado para obtener una o dos superficies planas que se extienden axialmente, que muestran las respectivas superficies radiales 56. Como se ilustra en la Fig. 4, tras la instalación, la arandela 53 (y posiblemente la cabeza de tornillo) se superpone con la superficie radial 56 bloqueando en posición la sonda 24. Mediante este diseño, el tornillo 52 impide el movimiento axial y rotativo del alojamiento de sonda 24.

Un diseño alternativo de la sonda de detección de desgaste, indicado 124, se muestra en la Fig. 6. Elementos idénticos o similares se indican mediante los mismos signos de referencia, aumentados en 100. En comparación con la sonda 24, una primera diferencia reside en el tendido de las líneas conductoras. La tarjeta de circuito impreso 142 comprende un número predeterminado de bucles conductores con forma de U 128, en concreto tres, anidados unos con otros. Los bucles conductores 128 no son eléctricamente independientes, sino que comparten un mismo terminal de tierra 157, reduciendo el número total de terminales 130.

Otra diferencia es que las partes semicilíndricas 144 comprenden un rebajo que se extiende axialmente 158, que comunica con el extremo terminal, dimensionado para alojar la tarjeta de circuito 142.

En las formas de realización expuestas, la sonda de detección de desgaste 24, 124 se muestra extendiéndose por encima del entero espesor del cuerpo 12, quedando de este modo montada en un taladro pasante 26. Pero la sonda de detección de desgaste puede tener una longitud menor y ser insertada en un taladro ciego.

En otras formas de realización no mostradas, la sonda de detección de desgaste puede estar dispuesta en el cuerpo de placa de refrigeración sin alojamiento, pero fundido en un material de relleno. Por ejemplo, un taladro ciego puede ser perforado desde la cara trasera de la placa de refrigeración y, a continuación, ser rellenado con un material de relleno, por ejemplo, hormigón. La sonda de detección de desgaste compuesta por la tarjeta que incorpora los bucles conductores es a continuación introducida en el taladro ciego. En dicha forma de realización, la tarjeta queda de modo preferente dispuesta, en uso, en un plano vertical. Por contra, cuando la tarjeta 42 con los bucles conductores se dispone dentro de un alojamiento, como en la Fig. 4, la sonda queda, de modo preferente, orientada de modo que la tarjeta 24 se sitúe, en uso, en un plano horizontal.

A continuación, se hace referencia al cableado de las sondas 24. Como se expuso anteriormente, una pluralidad de sondas 24 están típicamente incrustadas en una placa de refrigeración 12, en diversos emplazamientos, correspondiendo o bien a una ranura o a una nervadura (véase, por ejemplo, la Fig. 1). La evaluación de la integridad de los bucles 28 se lleva típicamente a cabo por un módulo de detección 34 separado de la propia sonda. Un módulo de detección 34 puede estar asociado con una o más sondas, dependiendo de la tecnología escogida. El módulo de detección 34 típicamente incluye una tarjeta de adquisición que incluye un determinado número de terminales de E/S, el cual determina el número de conexiones con los bucles conductores. El módulo de detección, de modo preferente, incluye una unidad de procesador configurada para llevar a cabo la evaluación de cada bucle conductor 28. Sin embargo, esto no es obligatorio y el módulo de detección podría simplemente servir como superficie de interconexión, efectuándose la evaluación en el centro de control del BF.

En la forma de realización de la Fig.1, las sondas 24 de una misma placa de refrigeración están cableadas con un módulo de detección común 34 (los hilos 35 discurren desde las respectivas sondas hasta el módulo de detección 34). El propio módulo de detección está situado dentro de la carcasa 38 en el exterior del blindaje de horno 11. Esto se ilustra con mayor detalle en la Fig. 7.

La carcasa 38 comprende una pieza de tubo de acero 38.1, uno de cuyos extremos está situado para rodear la abertura 40 de la camisa metálica 11 y está soldado de manera estanca a la superficie exterior de la camisa metálica 11. El extremo opuesto de la pieza de tubo 38.1 está cerrado de manera estanca por una cubierta 38.2. Aquí, la cubierta 38.2 está atornillada a una brida radial 38.3 soldada a la pieza de tubo 38.1. Una junta anular 38.4 está interpuesta entre superficies enfrentadas de la cubierta y la brida. La carcasa 38 proporciona así un orificio de acceso al interior del horno a través de la abertura, pero se cierra de manera estanca cuando el BF está en funcionamiento, para evitar fugas de la presión.

Debe destacarse que dicha carcasa 38 es conocida en la técnica, en particular, para el acceso de termopares. El signo de referencia 60 de la Fig. 7 designa un termopar convencionalmente acoplado dentro del lado trasero de la placa de refrigeración para vigilar su temperatura. El termopar se extiende por dentro de la carcasa para facilitar su utilización y manipulación en caso necesario.

Debe destacarse que el módulo de detección 34 está operativamente conectado al módulo inalámbrico 62 para transmitir hacia el centro de control del BF los datos del estado acerca de la placa de refrigeración 12, en cuanto vienen determinados por las sondas de detección de desgaste 24. El módulo de detección 34 y el módulo inalámbrico 62 son alimentados por una batería 64. La antena 66 del módulo inalámbrico se hace, de modo preferente, pasar a través de la carcasa 38 para extenderse por fuera de la carcasa 38 (y de la pared de horno 11). En la forma de realización mostrada, un prensaestopas 65 está dispuesto dentro de un taladro 38.5 en la cubierta 38.2 y la antena 66 es guiada a través de dicho taladro 38.5. El hilo (no mostrado) del termopar 60 también típicamente pasa a través del taladro 38.5.

La invención en este punto presenta la ventaja de unos orificios de acceso existentes, esto es, las carcassas 38, sobre el blindaje del BF para instalar sondas de vigilancia del estado. El módulo de detección 34 está instalado en la carcasa 38 por fuera de la pared del horno y los hilos 36 pueden convenientemente tenderse a través de la abertura 40.

El uso de un módulo inalámbrico 62 evita una información de cableado prolongada y costosa para conectar los módulos de detección individuales 34 con el centro de control. Esto representa una ventaja significativa por la reducción de la parada de mantenimiento del horno.

El módulo inalámbrico 62 puede basarse en cualquier tecnología/estándares inalámbrica apropiada, por ejemplo, WIFI, Bluetooth, 3G, 4G, LTE, Laura, etc.

Frente a las sondas de vigilancia de procedimiento, el uso de módulos alimentados por batería tiene aquí sentido para la vigilancia del estado, dado que no se requiere una alimentación continua. El módulo de detección está programado para evaluar el estado / desgaste de la placa de refrigeración una o dos veces al día. Esta reducción del tiempo de las sondas de detección de desgaste permite el funcionamiento prolongado de las baterías. La batería puede basarse en cualquier tecnología apropiada.

Dirigiendo finalmente la atención a la Fig. 8, en ella se muestra una forma de realización que ilustra la eficiencia de la invención para su adopción en hornos de cuba existentes. Los mismos signos de referencia ilustran elementos idénticos o similares que en los de la Fig. 7. Para vigilar el desgaste de una placa de refrigeración 10, basta taladrar una abertura 40 en el blindaje de horno 11 y atravesando la capa aislante 13 entre medias del blindaje 11 y de la placa

de refrigeración 10. Entonces se taladra un agujero pasante 26 en el cuerpo de placa de refrigeración en la dirección de su grosor, desde el lado trasero hasta el lado delantero. Obviamente, el agujero pasante es taladrado en un emplazamiento conocido para evitar la abertura de un canal de refrigeración interno. Se advertirá en este punto también que la carcasa 38 proporciona un orificio de acceso susceptible de sellado hacia la apertura 40.

- 5 Una sonda de desgaste 24, como se representa en las Figs.7 y 6, es entonces insertada en el agujero pasante. El diámetro interno del agujero pasante 26 y el diámetro externo de la sonda 24 están adaptados para que se ajusten con un pequeño juego. Un hilo 35' conectado a un extremo de la PCB de la sonda es extraído a través de la abertura 40 y a través de la pared de la carcasa 38. Aquí, el hilo 35' pasa a través de un agujero 38.5 de la cubierta 38.2, la cual se cierra herméticamente mediante un prensaestopas 65.
- 10 Debe destacarse que la sonda 24 se mantiene en posición por un resorte de compresión 72 alineado con el eje geométrico de la sonda 24 y que se apoya en un extremo sobre el lado trasero del alojamiento de la sonda, y en el otro extremo sobre el lado interno de la cubierta 38.2. Esto asegura que la sonda 24 permanezca completamente insertada en el taladro, de manera que los extremos de los bucles conductores queden en una posición conocida. En comparación con otros medios de fijación tales como tornillos, el uso de un resorte 72 tiene la ventaja de que no
- 15 requiere ulteriores mecanizados o preparación de la placa de refrigeración. Un manguito de guía 74 puede ser insertado dentro del resorte 72, si se desea, sobre parte de la distancia cubierta por aquél.

El hilo 35' está conectado, por fuera del horno, a una unidad 70 que comprende el módulo de detección 34, el módulo inalámbrico 62 y la batería 64, dispuestos en un alojamiento metálico 70.1. El módulo inalámbrico 62 está conectado a una antena 66' por fuera del alojamiento 70.1.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de refrigeración para un horno metalúrgico o un horno de cuba que comprende:

un cuerpo (12) con una cara frontal (16) y una cara posterior opuesta (18), dicho cuerpo tiene al menos un canal de refrigerante (14) en el mismo; en el que, durante su uso, dicha cara frontal está girada hacia el interior del horno, y preferentemente comprende nervios y ranuras alternados; y al menos una sonda de detección de desgaste (24) que está incrustada en el cuerpo para detectar el desgaste del mismo.

caracterizado en que dicha sonda de detección de desgaste (24) incluye una pluralidad de bucles conductores (28) situados a profundidades predeterminadas por debajo de la cara delantera de dicho cuerpo y están eléctricamente aislados de aquella, estando cada bucle conectado a un par de terminales (30) sobre la cara trasera del cuerpo, de manera que el desgaste del cuerpo pueda ser detectado por un cambio de una característica eléctrica del (de los) bucle(s) debido a la abrasión; en el que dichos bucles conductores están formados como líneas conductoras sobre una tarjeta (42), cada bucle conductor (28) describe una forma genérica en U, y los bucles están anidados unos con otros, dichos bucles conductores (28) se extienden genéricamente desde el lado trasero en una dirección del grosor de dicho cuerpo de manera que una sección terminal, que forma una sección desgastable, de cada bucle, esté situada a dicha distancia predeterminada (d1, d2, d3) respecto de dicha cara delantera; dicha sonda (24) está dispuesta en un taladro pasante (26) o en un taladro ciego de dicho cuerpo; dicha sonda (24) comprende un alojamiento cilíndrico que rodea dicha tarjeta con los bucles conductores, presentando el alojamiento cilíndrico una forma que se corresponde con la forma de dicho taladro; y dicho alojamiento cilíndrico está fabricado a partir del mismo material que dicho cuerpo de elemento de refrigeración.

2. El elemento de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los bucles anidados están aislados entre sí o comparten una sección común que forma una rama de dicha forma de U.

3. El elemento de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que en el alojamiento cilíndrico comprende dos partes semicilíndricas (44) y la tarjeta con los bucles conductores es mantenida entre las dos partes semicilíndricas.

4. El elemento de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en el que dicha sonda (26) es precargada en dicho taladro (26), en particular, por un elemento de resorte (72) que se apoya sobre un extremo trasero de dicho alojamiento de sonda y sobre una pared de dicha carcasa (38).

5. El elemento de refrigeración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo un módulo de detección (34) que está conectado a dichas terminales (30) y está configurado para evaluar dicha característica eléctrica de cada bucle (28), en particular una característica entre la tensión, la corriente o la resistencia de cada bucle.

6. Una sonda de detección de desgaste (24) que comprende una pluralidad de bucles conductores (28) que están formados como líneas conductoras sobre una tarjeta (42), cada bucle conductor (28) describe una forma generalmente en U, y los bucles están anidados unos con otros, en el que

dicha sonda (24) comprende una carcasa cilíndrica que rodea dicha tarjeta con dichos bucles conductores, dicha carcasa cilíndrica tiene un extremo delantero, un extremo trasero y una forma generalmente cilíndrica que coincide con la forma de un orificio en el que se va a insertar en un elemento de refrigeración; dicha carcasa está hecha de cobre o de una aleación de cobre; dichos bucles conductores (28) se extienden generalmente desde el lado trasero en una dirección del grosor de dicha carcasa de manera que una sección terminal, que forma una sección desgastable, de cada bucle, esté situada a dicha distancia predeterminada respecto de la cara delantera; cada bucle está conectado a un par de terminales (30) situadas en el extremo posterior de dicha carcasa, de forma que el desgaste de dicha sonda pueda detectarse por medio de un cambio de una característica eléctrica de dicho(s) bucle(s) debido a la abrasión.

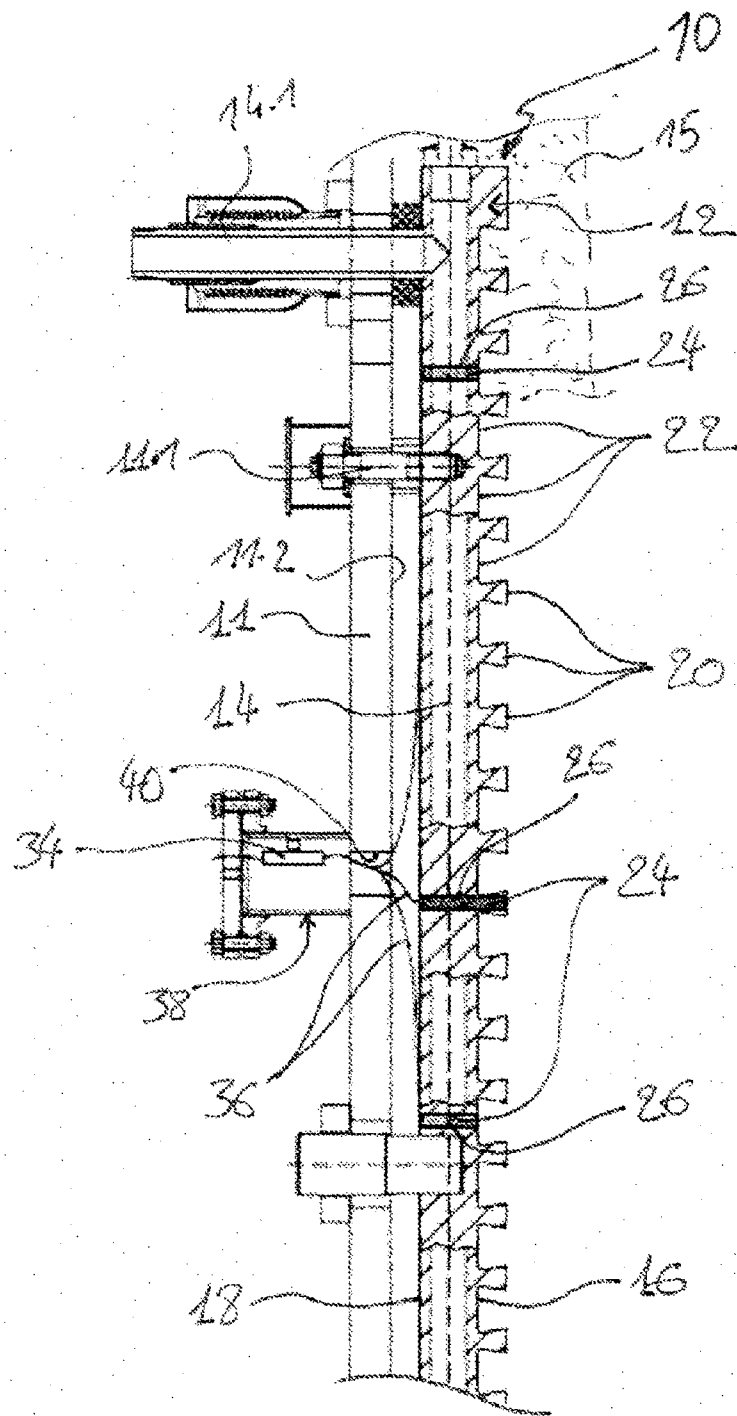


FIG.1

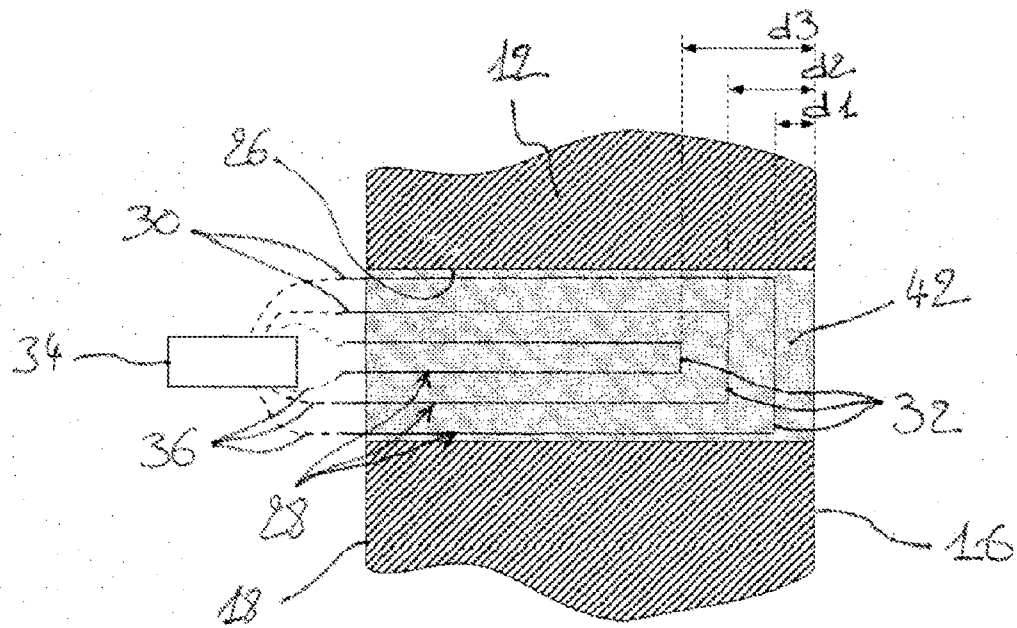


FIG. 2

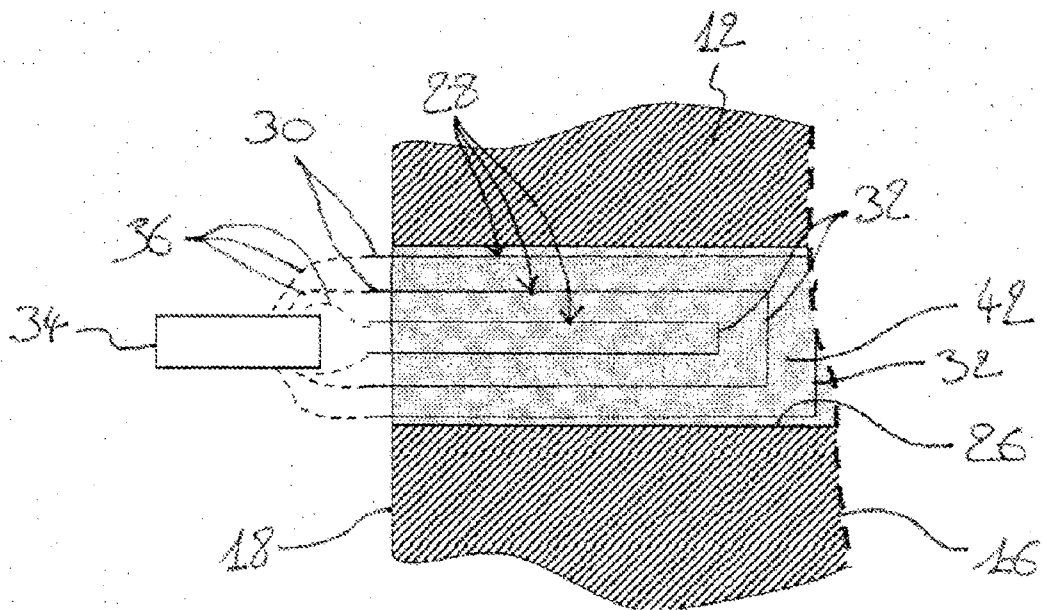


FIG. 3

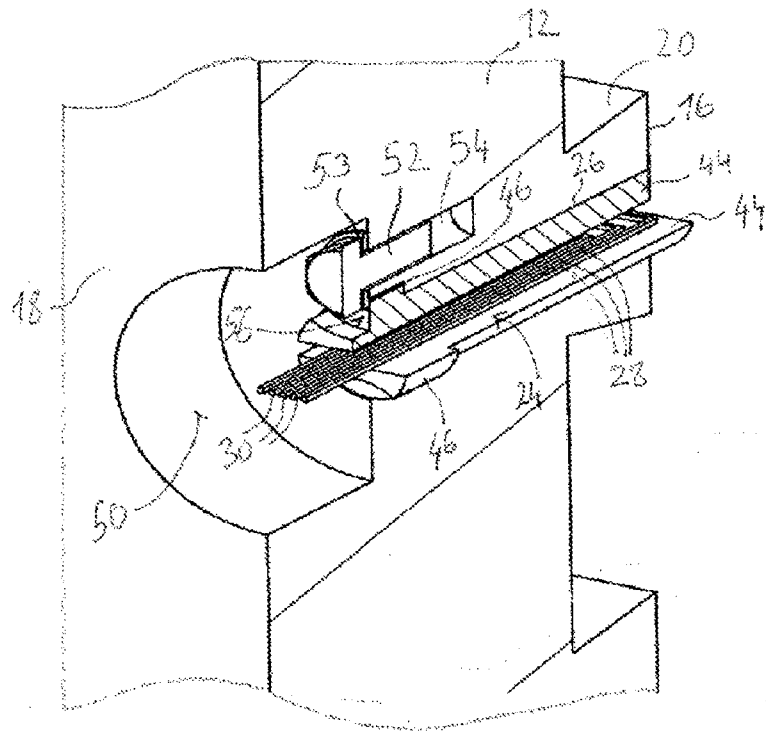


FIG. 4

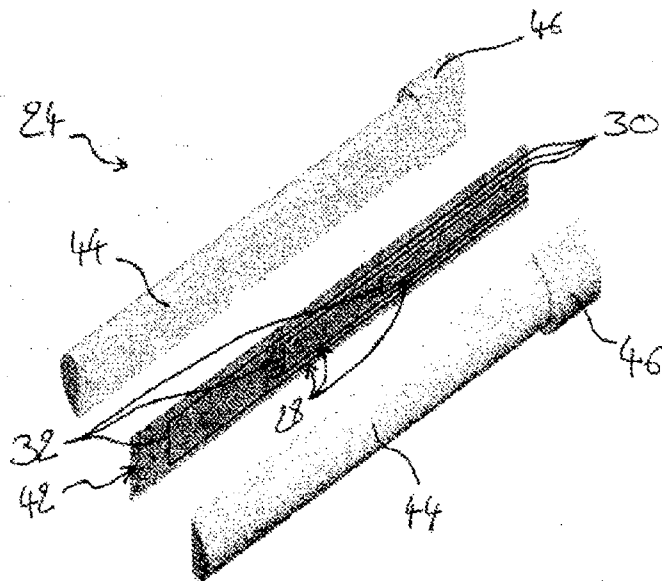


FIG. 5

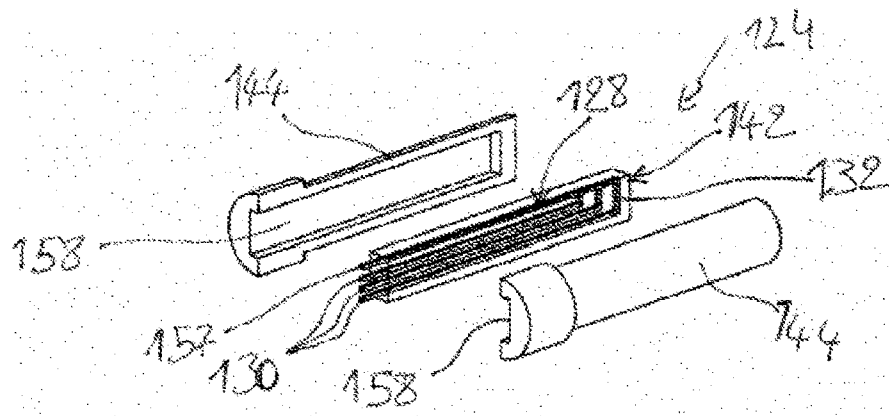


FIG. 6

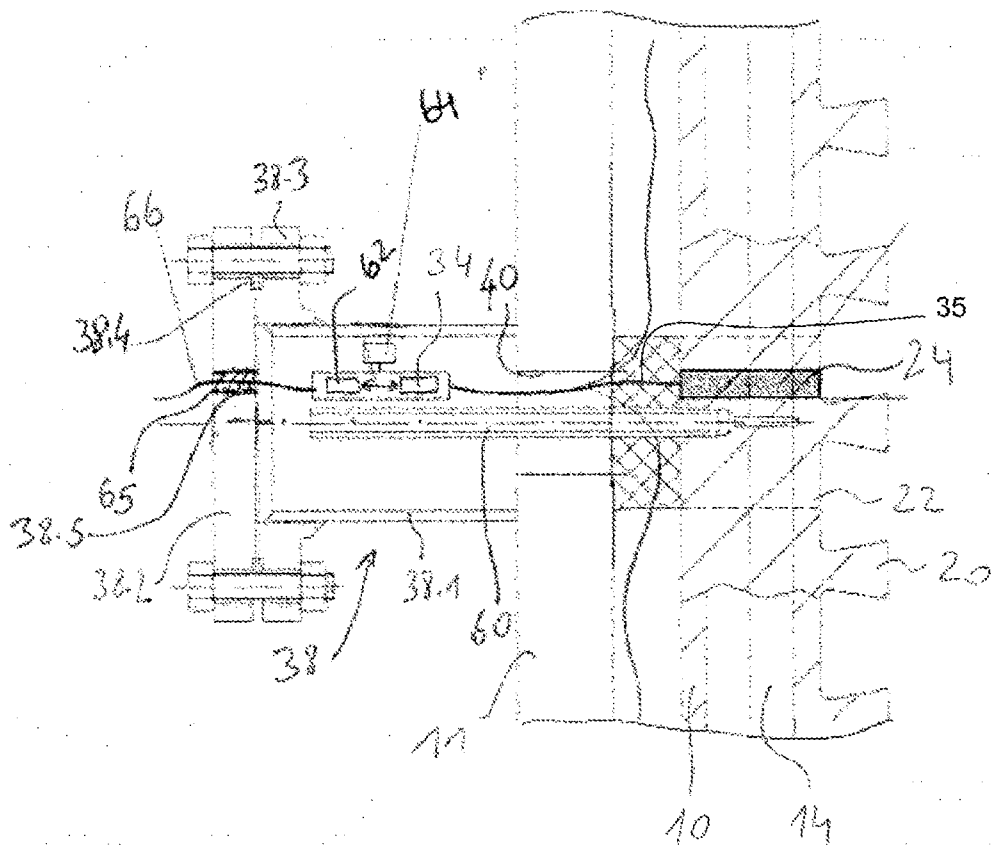


FIG. 7

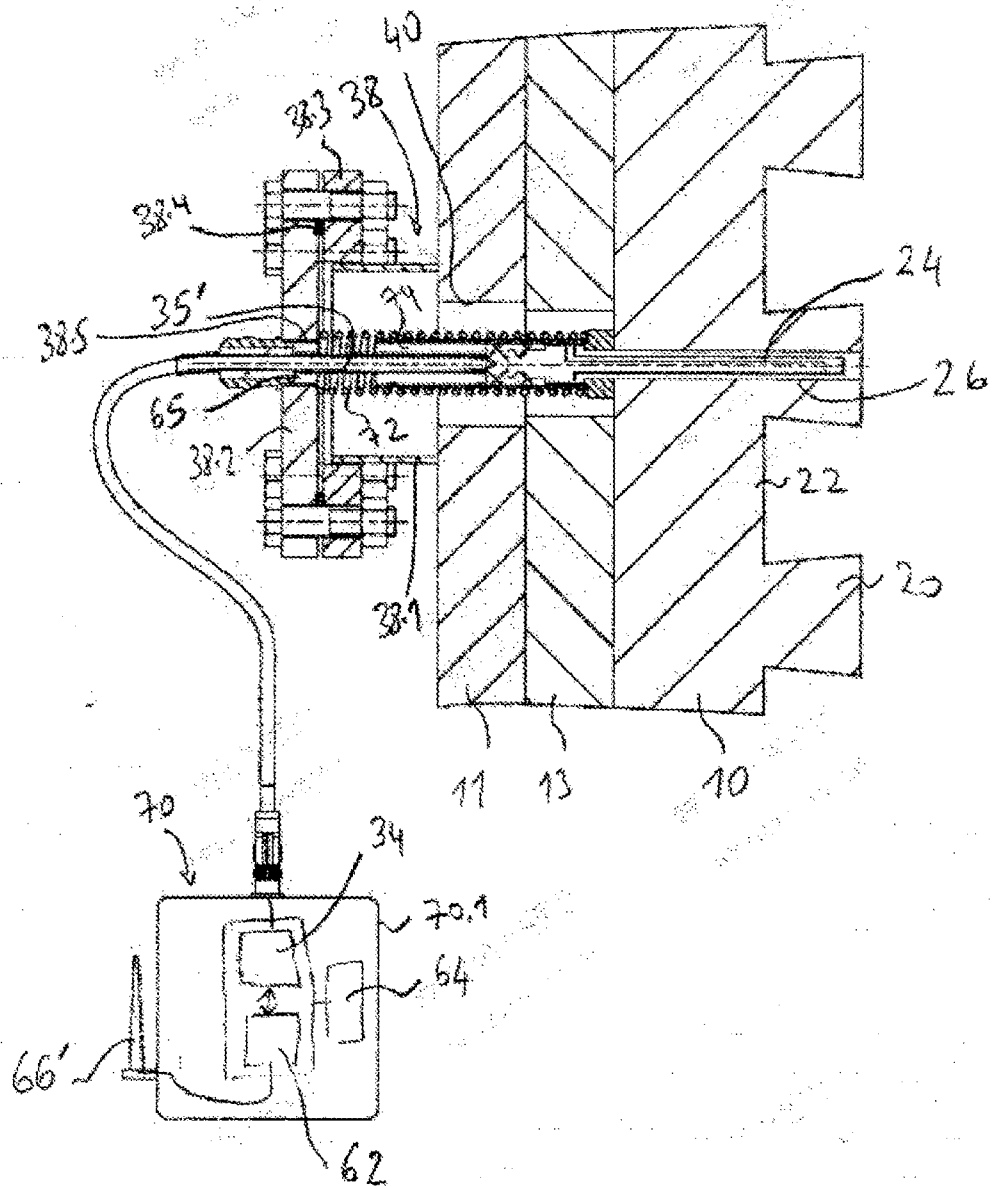


FIG.8