(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 350 750**

(51) Int. Cl.:
F27B 9/24 (2006.01)
F27B 1/02 (2006.01)
F27B 1/24 (2006.01)
F27D 9/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08708484 .4**
(96) Fecha de presentación : **31.01.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2126504**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

(54) Título: **Horno de soleras múltiples.**

(30) Prioridad: **16.02.2007 LU 91311**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.01.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.01.2011

(73) Titular/es: **PAUL WURTH S.A.**
32, rue d'Alsace
1122 Luxembourg, LU

(72) Inventor/es: **Hutmacher, Patrick;**
Lonardi, Emile;
Kraemer, Edgar y
Tockert, Paul

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Horno de soleras múltiples.

Campo técnico

La presente invención se refiere generalmente a un horno de soleras múltiples (MHF).

Antecedentes de la técnica

Se han utilizado hornos de soleras múltiples (MHF) desde hace aproximadamente un siglo para calentar o tostar muchos tipos de material. Comprenden una pluralidad de cámaras de solera dispuestas unas encima de las otras. Cada una de estas cámaras de solera comprende una solera circular que presenta alternativamente un orificio de caída de material central o una pluralidad de orificios de caída de material periféricos en la misma. Un árbol giratorio vertical se extiende centralmente a través de todas estas cámaras de solera superpuestas y presenta en cada una de ellas un nodo de fijación de brazo agitador. Están conectados brazos agitadores en voladizo a un nodo de fijación de agitador de ese tipo (normalmente se encuentran de dos a cuatro brazos agitadores por cámara de solera). Cada brazo agitador comprende una pluralidad de dientes agitadores que se extienden hacia abajo en el material de la solera. Cuando el árbol giratorio vertical gira, los brazos agitadores surcan el material en la solera con sus dientes agitadores o bien hacia el orificio de caída central o bien hacia los orificios de caída periféricos en la solera. Por tanto, se hace que el material cargado en la cámara de solera superior se mueva lentamente hacia abajo a través de todas las cámaras de solera sucesivas, empujándose mediante los brazos agitadores giratorios sobre las soleras sucesivas de manera alterna desde la periferia hasta el centro (en una solera con un orificio de caída de material central) y desde el centro hasta la periferia (en una solera con orificios de caída de material periféricos). Al llegar a la cámara de solera inferior, el material tostado o calentado sale del MHF a través de una abertura de descarga de horno.

Se apreciará que el árbol giratorio vertical y los brazos agitadores no sólo están sometidos a intensas tensiones mecánicas, sino que también deben soportar altas temperaturas y atmósferas muy corrosivas. En consecuencia, es particularmente importante garantizar que la rigidez estructural de estos elementos no resulte afectada por el sobrecalentamiento, y que la corrosión a alta temperatura (en particular corrosión por cloruros acelerada debida a sobrecalentamiento) así como la corrosión a baja temperatura (en particular corrosión debida a condensación de ácido como consecuencia directa del sobreenfriamiento) se eviten de manera fiable. Además, distribuciones de temperatura no uniformes pueden dar como resultado tensiones mecánicas que provocan deformaciones o incluso la ruina mecánica del árbol o los brazos agitadores.

En documentos que describen hornos de soleras múltiples muy tempranos, se menciona algunas veces que los brazos agitadores pueden refrigerarse o bien con agua o bien con gas. No obstante, los hornos de solera en funcionamiento incluyen exclusivamente, por lo que conocen los solicitantes, brazos agitadores refrigerados con gas. De hecho, si existe una fuga en un brazo agitador refrigerado con agua, debe apagarse todo el horno con el fin de encontrar y reparar la fuga, mientras que una fuga en un brazo agitador refrigerado con gas no requiere necesariamente una intervención directa. Sin embargo, los MHF refrigerados con gas presentan también graves inconvenientes. Por ejemplo, un circuito de refrigeración con gas no siempre puede garantizar un control preciso de la temperatura de superficie. Se deduce que algunas superficies del árbol giratorio vertical o los brazos agitadores pueden sobrecalentarse o sobreenfriarse, lo que conduce a los inconvenientes mencionados anteriormente.

En la mayoría de los MHF, el árbol giratorio vertical así como los brazos agitadores son estructuras tubulares que se refrigeran mediante un fluido de refrigeración gaseoso, generalmente aire ambiental presurizado. (Por motivos de simplicidad, el fluido de refrigeración gaseoso se denominará en la presente memoria “gas de refrigeración”, aunque puede ser una mezcla de varios gases, tal como por ejemplo aire). El árbol giratorio vertical incluye un canal de distribución de gas de refrigeración para suministrar el gas de refrigeración a los brazos agitadores. Desde este canal de distribución de gas de refrigeración, el gas de refrigeración se canaliza a través de la conexión entre el brazo agitador y el nodo de fijación de brazo agitador al interior de la estructura tubular del brazo agitador. Puesto que el sistema de refrigeración del brazo agitador es normalmente un sistema cerrado, el gas de refrigeración que retorna del brazo agitador debe canalizarse a través de la conexión entre el brazo agitador y el nodo de fijación de brazo agitador al interior de un canal de gas de escape en el árbol giratorio vertical.

En los últimos cien años, se han descrito diversas formas de realización de tales árboles giratorios verticales refrigerados con gas y brazos agitadores en voladizo para un MHF. Por ejemplo:

La patente US nº 1.468.216 da a conocer un árbol hueco vertical de un MHF, en el que una pared de división central separa un conducto de distribución de gas de refrigeración de un conducto de escape, presentando cada uno de ellos una sección transversal semicircular. En cada cámara de solera, se ramifica un flujo de gas de refrigeración del flujo de gas de refrigeración en el conducto de distribución de gas de refrigeración para desviarse a través de un sistema de refrigeración de brazo agitador y para evacuarse después de eso al interior de un conducto de escape. Se deduce que en el conducto de distribución de gas de refrigeración la tasa de flujo y, en consecuencia, la velocidad del gas disminuyen fuertemente desde la parte inferior hasta la parte superior y en el conducto de escape aumentan fuertemente desde la parte inferior hasta la parte superior. Esto da como resultado una refrigeración muy poco uniforme del árbol giratorio vertical tanto longitudinalmente como en la dirección de la circunferencia.

La patente US nº 3.419.254 da a conocer árbol giratorio vertical refrigerado con gas de doble envuelta. El espacio central dentro de la envuelta interior constituye un conducto de admisión y el espacio anular entre la envuelta exterior y la envuelta interior un conducto de escape. Aunque este sistema garantiza una refrigeración más uniforme del árbol giratorio vertical en una dirección circunferencial del árbol, la refrigeración en la dirección longitudinal del árbol es todavía muy uniforme.

La patente US nº 2.332.387 da asimismo a conocer un árbol giratorio vertical refrigerado con gas de doble envuelta. En este árbol, el espacio anular entre la envuelta exterior y la envuelta interior constituye un conducto de admisión y el espacio central dentro de la envuelta interior un conducto de escape. La envuelta exterior es, excepto en los soportes de brazo agitador, de sustancialmente el mismo diámetro desde la parte inferior hasta la parte superior. Con el fin de presentar un flujo de gas de refrigeración más uniforme dentro de ambos conductos, el documento US 2.332.387 enseña a aumentar el diámetro de la envuelta interior desde la parte inferior hasta la parte superior. Una primera desventaja de este sistema es que el gas de refrigeración se calienta fuertemente desde la parte inferior hasta la parte superior del conducto de admisión anular, lo que da como resultado una mal refrigeración del árbol y los brazos agitadores en las cámaras de solera superiores. Una desventaja adicional de este sistema es que la geometría del árbol debe ser diferente en cada cámara de solera, lo que hace que su fabricación sea por supuesto más cara.

Problema técnico

Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un MHF con una refrigeración con gas más uniforme del árbol y los brazos agitadores.

Descripción general de la invención

Para lograr este objetivo, la presente invención propone un horno de soleras múltiples que comprende, de una manera conocida *per se*: una pluralidad de cámaras de solera dispuestas unas encima de las otras; un árbol giratorio vertical hueco que se extiende centralmente a través de las cámaras de solera y que incluye una envuelta exterior; en cada una de las cámaras de solera, por lo menos un brazo agitador sujeto al árbol; un sistema de refrigeración con gas para el árbol y los brazos agitadores que incluye, dentro de la envuelta exterior, un canal de distribución principal anular para suministrar un gas de refrigeración a los brazos agitadores y un canal de escape central para evacuar el gas de refrigeración que sale de los brazos agitadores; y unos medios de conexión para conectar los brazos agitadores al árbol que incluye medios de suministro de gas de refrigeración en comunicación directa con el canal de distribución principal anular y medios de retorno de gas de refrigeración en comunicación directa con el canal de escape central. Según la presente invención, el sistema de refrigeración con gas comprende además un canal de suministro principal anular que rodea el canal de distribución principal anular y que está delimitado exteriormente por la envuelta exterior. Una entrada de gas de refrigeración está conectada al canal de suministro principal anular. Un paso de gas de refrigeración entre el canal de suministro principal anular y el canal de distribución principal anular está separado de la entrada de gas de refrigeración, de modo que el gas de refrigeración suministrado a la entrada de gas de refrigeración tiene que fluir a través del canal de suministro principal anular a través de varias cámaras de solera antes de que fluya a través del paso de gas de refrigeración al interior del canal de distribución principal anular. Se apreciará que con un sistema de este tipo, todo el flujo de suministro principal de gas de refrigeración se utiliza en primer lugar para proporcionar una refrigeración uniforme y eficaz de la envuelta exterior del árbol giratorio vertical en varias cámaras de solera. La tasa de flujo alta, constante en el canal de suministro principal anular garantiza un aumento de temperatura relativamente pequeño del gas de refrigeración entre la entrada de gas de refrigeración y el paso de gas de refrigeración en el canal de distribución principal anular. En este canal de distribución anular interno, el flujo del gas de refrigeración, que disminuye entonces de cámara de solera a cámara de solera, está relativamente bien protegido frente al calentamiento adicional, de modo que a los brazos agitadores en todas las cámaras de solera superpuestas se les suministra un gas de refrigeración a sustancialmente la misma temperatura. Todo esto comporta una refrigeración muy uniforme y eficaz del árbol y los brazos agitadores.

El sistema de refrigeración con gas puede comprender por ejemplo una única entrada de gas de refrigeración conectada o bien al extremo inferior o bien al superior del árbol giratorio vertical, es decir el gas de refrigeración suministrado a la entrada de gas de refrigeración tiene que fluir a través del canal de suministro principal anular a través de todas las cámaras de solera antes de que fluya a través del paso de gas de refrigeración al interior del canal de distribución principal anular. Sin embargo, en una forma de realización preferida, el sistema de refrigeración con gas comprende además medios de división que dividen el canal de suministro principal anular y el canal de distribución principal anular en una mitad inferior y una mitad superior. Una entrada de gas de refrigeración inferior está conectada entonces a la mitad inferior del canal de suministro principal anular en el extremo inferior del árbol, y una entrada de gas de refrigeración superior está conectada a la mitad superior del canal de suministro principal anular en el extremo superior del árbol. Un paso de gas de refrigeración inferior está dispuesto entre la mitad inferior del canal de suministro principal anular y la mitad inferior del canal de distribución principal anular y ubicado próximo a los medios de división, de modo que el gas de refrigeración suministrado a la entrada de gas de refrigeración inferior tiene que fluir hacia arriba a través de la mitad inferior del canal de suministro principal anular hasta los medios de división antes de que pueda fluir a través del paso de gas de refrigeración inferior al interior de la mitad inferior del canal de distribución principal anular. Un paso de gas de refrigeración superior está dispuesto entre la mitad superior del canal de suministro principal anular y la mitad superior del canal de distribución principal anular y ubicado próximo a los medios de división, de modo que el gas de refrigeración suministrado a la entrada de gas de refrigeración superior tiene que fluir hacia abajo a través de la mitad superior del canal de suministro principal anular hasta los medios de división

antes de que pueda fluir a través del segundo paso de gas de refrigeración al interior de la mitad superior del canal de distribución principal anular. Se apreciará que este sistema da como resultado una mejora adicional del sistema de refrigeración del árbol y los brazos agitadores. Con este sistema de división, es por ejemplo más fácil equilibrar el suministro de gas para los brazos agitadores en las cámaras de solera superpuestas.

Una forma de realización preferida de la envuelta exterior comprende: tubos de soporte de árbol y nodos de fijación de brazo agitador colado que interconectan los tubos de soporte de árbol, en la que por lo menos un agitador está fijado a cada uno de los nodos de fijación de brazo agitador. En este árbol, el nodo de fijación de brazo agitador y los tubos de soporte de árbol están ventajosamente soldados entre sí. Los tubos de soporte de árbol están realizados ventajosamente en tubos de acero inoxidable de paredes gruesas y están dimensionados como elementos portantes de carga estructural entre los nodos de fijación de brazo agitador. Se apreciará que un árbol de este tipo puede fabricarse fácilmente a costes relativamente bajos utilizando elementos normalizados. Sin embargo, proporciona una estructura de soporte fuerte, de larga duración que presenta una resistencia muy buena con respecto a la temperatura y los agentes corrosivos en las cámaras de solera.

Una forma de realización preferida de nodos de fijación de brazo agitador comprende ventajosamente un cuerpo colado con forma de anillo hecho de acero refractario. Se apreciará que un nodo de fijación de brazo agitador de este tipo es unos medios de conexión particularmente compactos, fuertes y fiables para conectar el brazo agitador al árbol giratorio vertical.

Una forma de realización preferida de un brazo agitador brazo agitador incluye una estructura tubular para hacer circular a través de la misma un gas de refrigeración y un cuerpo de clavija conectado a la estructura tubular del brazo agitador alojado en un casquillo en el árbol giratorio vertical. Se apreciará que un cuerpo de clavija de este tipo, que puede fabricarse sin necesitar moldes de colada complicados, es unos medios de conexión particularmente compactos, fuertes y fiables para conectar el brazo agitador al árbol giratorio vertical.

Otra forma de realización preferida de nodos de fijación de brazo agitador comprende un cuerpo colado con forma de anillo que incluye: por lo menos un casquillo para alojar en el mismo el cuerpo de clavija del brazo agitador. Un paso central forma el canal de escape central para el gas de refrigeración dentro del nodo de fijación de brazo agitador. Están dispuestos unos primeros pasos secundarios en una primera sección de anillo del cuerpo colado, de modo que se proporcionan pasos de gas para el gas de refrigeración que fluye a través del canal de distribución principal anular. Están dispuestos unos segundos pasos secundarios en una segunda sección de anillo del cuerpo colado, de modo que se proporcionan pasos de gas para gas de refrigeración que fluye a través del canal de suministro principal anular. El medio de suministro de gas de refrigeración está dispuesto en el cuerpo colado de modo que interconecta el canal de suministro interno anular para el gas de refrigeración con por lo menos una abertura de salida de gas dentro del casquillo y comprende ventajosamente por lo menos una perforación oblicua que se extiende a través del cuerpo colado con forma de anillo desde la segunda sección de anillo hasta una superficie lateral que delimita el casquillo. El medio de retorno de gas de refrigeración está dispuesto en el cuerpo colado de modo que interconecta el paso central con por lo menos una abertura de entrada de gas dentro del casquillo y comprende ventajosamente un orificio pasante en una extensión axial del casquillo. Esta forma de realización de un nodo de fijación de brazo combina una distribución de gas de refrigeración con caída de presión baja en el árbol y una fijación sólida del brazo agitador en el árbol con un diseño muy compacto y de ahorro de costes. Con sus pasos de gas integrados, se contribuye sustancialmente al hecho de que el árbol giratorio vertical, que incluye tres canales de refrigeración coaxiales en el mismo, pueda fabricarse utilizando un número muy pequeño de elementos normalizados. También se contribuye sustancialmente a garantizar una estructura de soporte de árbol fuerte, de larga duración con una muy buena resistencia con respecto a la temperatura y los agentes corrosivos en las cámaras de solera.

En una forma de realización preferida, una sección del árbol que se extiende entre dos cámaras de solera adyacentes comprende: un tubo de soporte de árbol dispuesto entre dos nodos de fijación de brazo para formar la envuelta exterior de la sección del árbol, delimitando el tubo de soporte de árbol el canal de suministro principal anular en el exterior; una camisa de guiado de gas intermedia dispuesta dentro del tubo de soporte de árbol de modo que delimita el canal de suministro principal anular en el interior y el canal de distribución principal anular en el exterior; y una camisa de guiado de gas interior dispuesta dentro de la camisa de guiado de gas intermedia de modo que delimita el canal de distribución principal anular en el interior y el canal de escape central en el exterior. En esta forma de realización preferida, la camisa de guiado de gas intermedia comprende ventajosamente: una primera sección de tubo con un primer extremo fijado al primer nodo de fijación y un segundo extremo libre; una segunda sección de tubo con un primer extremo fijado al segundo nodo de fijación y un segundo extremo libre; unos medios de estanqueidad que proporcionan una conexión estanca entre el segundo extremo libre de la primera sección de tubo y el segundo extremo libre de la segunda sección de tubo, mientras que se tolera el movimiento relativo en la dirección axial de ambos segundos extremos libres. De manera similar, la camisa de guiado de gas interior comprende ventajosamente: una primera sección de tubo con un primer extremo fijado al primer nodo de fijación y un segundo extremo libre; una segunda sección de tubo con un primer extremo fijado al segundo nodo de fijación y un segundo extremo libre; unos medios de estanqueidad que proporcionan una conexión estanca entre el segundo extremo libre de la primera sección de tubo y el segundo extremo libre de la segunda sección de tubo, mientras que se tolera el movimiento relativo en la dirección axial de ambos segundos extremos libres. Los medios de estanqueidad comprenden ventajosamente un manguito de estanqueidad fijado al segundo extremo libre de una de las secciones de tubo primera o segunda y que se acopla de manera estanca con el segundo extremo libre de la otra sección de tubo. Se apreciará que una sección de árbol de este tipo puede fabricarse fácilmente a costes relativamente bajos utilizando elementos normalizados.

El árbol hueco giratorio comprende además ventajosamente: un aislamiento térmico externo sobre su envuelta exterior, incluyendo el aislamiento térmico externo una capa refractaria interior de material microporoso, una capa refractaria intermedia de material colable aislante y una capa refractaria exterior de material colable denso.

Una forma de realización preferida de un brazo agitador comprende ventajosamente: un cuerpo de clavija para fijar el brazo agitador al árbol hueco giratorio; un tubo de soporte de brazo fijado al cuerpo de clavija; y un tubo de guiado de gas dispuesto en el interior del tubo de soporte de brazo y que actúa conjuntamente con este último para definir entre ellos un pequeño espacio anular para canalizar el gas de refrigeración desde el árbol hasta el extremo libre del brazo agitador, en el que la sección interior del tubo de guiado de gas forma un canal de retorno para el gas de refrigeración desde el extremo libre del brazo agitador hasta el árbol. En esta forma de realización, el cuerpo de clavija es ventajosamente un cuerpo colado sólido que incluye por lo menos un canal de suministro de gas de refrigeración y por lo menos un canal de retorno de gas de refrigeración. El por lo menos un canal de suministro de gas de refrigeración y el por lo menos un canal de retorno de gas de refrigeración se proporcionan entonces ventajosamente como perforaciones en el cuerpo colado sólido.

Un brazo agitador de este tipo comprende además ventajosamente: un tubo de soporte de brazo; una capa de aislamiento térmico microporosa dispuesta sobre el tubo de soporte de brazo; y una camisa de protección metálica que cubre el aislamiento térmico microporoso. En una forma de realización preferida, están fijados dientes agitadores metálicos a la camisa de protección metálica mediante soldadura, en la que están dispuestos medios antirrotación entre el tubo de soporte de brazo y la camisa de protección metálica.

Breve descripción de los dibujos

Los detalles y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de una forma de realización preferida no limitativa haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista tridimensional de un horno de soleras múltiples según la invención, con una sección parcial;

la figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra el flujo de gas de refrigeración a través del árbol hueco giratorio y los brazos agitadores;

la figura 3 es una sección a través de un árbol hueco giratorio, dibujada como una vista tridimensional;

la figura 4 es una vista tridimensional de un nodo de fijación de brazo agitador, con cuatro brazos agitadores fijados al mismo;

la figura 5 es una primera sección a través de un casquillo en un nodo de fijación de brazo agitador con un cuerpo de clavija de un brazo agitador alojado en el mismo (la sección está dibujada como una vista tridimensional);

la figura 6 es una segunda sección a través de un casquillo en un nodo de fijación de brazo agitador con un cuerpo de clavija de un brazo agitador alojado en el mismo (la sección está dibujada como una vista tridimensional);

la figura 7 es una sección a través de un extremo libre de un brazo agitador (la sección está dibujada como una vista tridimensional).

Descripción de las formas de realización preferidas

La figura 1 representa un horno de tostado o de múltiples soleras 10. Tanto la construcción como el funcionamiento de un horno de soleras múltiples (MHF) 10 de este tipo se conocen en la materia y por tanto se describen en la presente memoria sólo en tanto que sean relevantes para la ilustración de las invenciones reivindicadas en la presente memoria.

El MHF tal como se muestra en la figura 1 es básicamente un horno que incluye varias cámaras de solera 12 dispuestas unas encimas de las otras. El MHF mostrado en la figura 1 incluye por ejemplo ocho cámaras de solera numeradas 12_1, 12_2 ... 12_8. Cada cámara de solera 12 incluye una solera sustancialmente circular 14 (véase por ejemplo por ejemplo 14_1, 14_2). Estas soleras 14 presentan de manera alterna o bien varios orificios de caída de material periféricos 16 a lo largo de su periferia exterior, tal como por ejemplo la solera 14_2, o bien un orificio de caída de material central 18, tal como por ejemplo la solera 14_1.

El número de referencia 20 identifica un árbol hueco giratorio vertical dispuesto coaxialmente con el eje 21 central del horno 10. Este árbol 20 pasa a través de todas las cámaras de solera 12, en las que una solera sin orificio de caída de material central 18, tal como por ejemplo la solera 14_2 en la figura 1, presenta una abertura de paso de árbol central 22 para permitir que el árbol 20 se extienda libremente a través del mismo. En una solera con un orificio de caída de material central 18, tal como por ejemplo la solera 14_1 en la figura 1, el árbol 20 se extiende a través del orificio de caída de material central 18. Se observará en este contexto que el orificio de caída de material central 18 presenta un diámetro mucho más grande que el árbol 20, de modo que el orificio de caída de material central 18 es de hecho una abertura anular alrededor del árbol 20.

Ambos extremos del árbol 20 comprenden un extremo de árbol con un cojinete soportado de manera giratoria en un apoyo (no representado en la figura 1). La rotación del árbol 20 alrededor de su eje 21 central se logra por medio de una unidad de impulsión giratoria (no representada en la figura 1). Puesto que una unidad de impulsión giratoria de este tipo para el árbol 20 así como los apoyos de árbol se conocen en la materia y además no son relevantes para la comprensión de las invenciones reivindicadas en la presente memoria, no se describirán con mayor detalle a continuación en la presente memoria.

La figura 1 muestra también un brazo agitador 26 que se sujeta en la cámara de solera 12_2 a un nodo de fijación de brazo agitador 28 en el árbol 20. Un nodo de fijación de brazo 28 de este tipo está dispuesto principalmente en cada cámara de solera 12, en la que normalmente soporta más de un brazo agitador 26. En la mayoría de los MHF, un nodo de fijación de brazo 28 de este tipo normalmente soporta cuatro brazos agitadores 26, en los que el ángulo entre dos brazos agitadores 26 sucesivos es de 90º. Cada brazo agitador 26 incluye una pluralidad de dientes agitadores 30. Estos dientes agitadores 30 están concebidos y dispuestos de modo que mueven el material sobre la solera o bien hacia su centro o bien hacia su periferia cuando el árbol 20 gira. En una cámara de solera con orificios de caída de material periféricos 16 en su solera 14, tal como por ejemplo la cámara de solera 12_2, estos dientes agitadores 30 están concebidos y dispuestos de modo que mueven el material en la solera 14 hacia los orificios de caída de material periféricos 16 cuando el árbol 20 gira. En una cámara de solera con un orificio de caída de material central 18 en su solera 14, tal como por ejemplo la cámara de solera 12_1, estos dientes agitadores 30 están sin embargo concebidos y dispuestos de modo que mueven el material en la solera 14 hacia el orificio de caída de material central 18 cuando el árbol 20 gira en la misma dirección.

Se proporciona a continuación una breve descripción del flujo de material a través del MHF 10. Con el fin de calentar o tostar material dentro del MHF 10, esta material se descarga desde un sistema de transporte (no representado) a través de aberturas de carga de horno 32 al interior de la cámara de solera superior 12_1 del MHF. En esta cámara 12_1, el material cae sobre la solera 14_1, que presenta un orificio de caída de material central 18. A medida que el árbol 20 gira de manera continua, los cuatro brazos agitadores 26 en la cámara de solera 12_1 empujan el material con sus dientes agitadores 30 sobre la solera 14_1 hacia y al interior de su orificio de caída de material central 18. A través de este último, el material cae sobre la solera 14_2 de la siguiente cámara de solera 12_2. En ésta, los brazos agitadores 26 empujan el material con sus dientes agitadores 30 sobre la solera 14_2 hacia y al interior de sus orificios de caída de material periféricos 16. A través de estos últimos, el material cae sobre la siguiente solera (no representada en la figura 1) que presenta de nuevo un orificio de caída de material central 18. De este modo, el material que entra en el MHF 10 a través de la abertura de carga de horno 32 se hace pasar sobre las ocho soleras 14_1 ... 14_8 girando los brazos agitadores 26. Al llegar a la cámara de solera inferior 12_8, el material tostado o calentado sale finalmente del MHF 10 a través de una abertura de descarga de horno 34.

Tal como se conoce en la técnica, tanto el árbol 20 como los brazos agitadores 26 presentan canales internos a través de los cuales se hace circular un fluido de refrigeración gaseoso, habitualmente aire presurizado, que se denominará a continuación en la presente memoria por motivos de simplicidad “gas de refrigeración”. El objetivo de esta refrigeración con gas es proteger el árbol 20 y los brazos agitadores 26 frente al daño debido a las elevadas temperaturas en las cámaras de solera 12. De hecho, en las cámaras de solera 12 la temperatura ambiental puede ser de hasta 1.000ºC.

El diagrama de flujo de la figura 2 proporciona una visión general esquemática de un sistema de refrigeración con gas 40 particularmente ventajoso para el árbol 20 y los brazos agitadores 26. El rectángulo de línea discontinua grande 10 representa esquemáticamente el MHF 10 con sus ocho cámaras de solera 12_1 ... 12_8. Una representación esquemática del árbol hueco giratorio 20 ilustra las trayectorias de flujo del gas de refrigeración dentro del árbol 20. Los números de referencia $26'_1$ ... $26'_8$ identifican en cada cámara de solera 12_1 ... 12_8 una representación esquemática del sistema de refrigeración de un brazo agitador dispuesto en la cámara de solera respectiva. Los rectángulos de línea discontinua pequeños 28_1 ... 28_8 son representaciones esquemáticas de los nodos de fijación de brazo agitador en el árbol 20.

El número de referencia 42 en la figura 2 identifica una fuente de suministro de gas de refrigeración, por ejemplo un ventilador que presuriza aire ambiental. Tal como se conoce en la técnica, el ventilador 42 está conectado por medio de una línea de suministro de gas de refrigeración inferior 46’ a una entrada de gas de refrigeración inferior 44’ del árbol 20. Esta entrada de gas de refrigeración inferior 44’ está dispuesta en el exterior del horno 10 por debajo de la cámara de solera inferior 12_8. Sin embargo, en el MHF de la figura 2, el ventilador 42 está conectado también por medio de una línea de suministro de gas de refrigeración superior 46” a una entrada de gas de refrigeración superior 44” del árbol 20. Esta entrada de gas de refrigeración superior 44” está dispuesta en el exterior del horno 10 por encima de la cámara de solera superior 12_1. Se deduce que la tasa de flujo desde el ventilador 42 se divide entre la entrada de gas de refrigeración inferior 44’, que va a suministrarse a la mitad inferior del árbol 20, y la entrada de gas de refrigeración superior 44”, que va a suministrarse a la mitad superior del árbol 20. Debe asimismo apreciarse que, puesto que el árbol 20 es un árbol giratorio, ambas entradas de gas de refrigeración 44’ y 44” deben ser conexiones giratorias. Como tales conexiones giratorias se conocen en la técnica y como su diseño no es relevante además para el entendimiento de las invenciones reivindicadas en la presente memoria, el diseño de las entradas de gas de refrigeración superior e inferior 44’, 44” no se describirá con mayor detalle a continuación en la presente memoria.

El árbol 20 incluye tres canales de gas de refrigeración concéntricos dentro de una envuelta 50 exterior. El canal superior es un canal de suministro de gas de refrigeración principal anular 52 en contacto directo con la envuelta 50

exterior del árbol 20. Este canal de suministro principal anular 52 rodea un canal de distribución principal anular 54, que finalmente rodea un canal de escape central 56.

Se observará que entre las cámaras de solera 12_4 y 12_5, es decir, aproximadamente en el medio del árbol 20, unos medios de división, como por ejemplo una pestaña de división 58, divide el canal de suministro principal anular 52 y el canal de distribución principal anular 54 en una mitad inferior y una mitad superior. Sin embargo, esta división no afecta al canal de escape central 56, que se extiende desde la cámara de solera inferior 12_8 a través de todas las cámaras de solera 12_8 a 12_1 hasta la parte superior del árbol 20. A continuación en la presente memoria, es necesario hacer una distinción entre la mitad inferior y la superior del canal de suministro principal anular 52, respectivamente entre la mitad inferior y la superior del canal de distribución principal anular 52, la mitad inferior se identificará con el superíndice (') y la mitad superior con el superíndice (").

La entrada de gas de refrigeración inferior 44' está conectada directamente a la mitad inferior 52' del canal de suministro principal anular 52. El gas de refrigeración suministrado a la entrada de gas de refrigeración inferior 44' entra en consecuencia por debajo de la cámara de solera inferior 12_8 en el canal de suministro principal anular inferior 52' y entonces se canaliza a través de este último hasta la pestaña de división 58 entre las cámaras de solera 12_5 y 12_4, en las que la tasa de flujo del gas de refrigeración permanece sin cambios a lo largo de toda la longitud del canal de suministro principal anular inferior 52'. Esta tasa de flujo constante del gas de refrigeración a lo largo de toda la longitud del canal de suministro principal anular inferior 52' garantiza que la envuelta 50 exterior del árbol 20 se enfríe eficazmente en las cuatro cámaras de solera inferiores 12_8 ... 12_5.

Justo por debajo de la pestaña de división 58, se encuentra un paso de gas de refrigeración inferior 60' entre el canal de suministro principal anular inferior 52' y el canal de distribución principal anular inferior 54'. A través de este paso de gas de refrigeración inferior 60', el gas de refrigeración entra en el canal de distribución principal anular inferior 54'. A través de por lo menos un canal de suministro de gas de refrigeración 62_5 ... 62_8 en su nodo de fijación de brazo agitador 28_5 ... 28_8, cada sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_5$ ... $26'_8$ en la mitad inferior del MHF 10 está en comunicación directa con el canal de distribución principal anular inferior 54'. A través de por lo menos un canal de escape de gas de refrigeración 64_5 ... 64_8 en su nodo de fijación de brazo agitador 28_5 ... 28_8, cada sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_5$ ... $26'_8$ en la mitad inferior del MHF 10 está también en comunicación directa con el canal de escape central 56. En consecuencia, en el nodo de fijación de brazo agitador 28_5, se ramifica un flujo de gas de refrigeración secundario del flujo de gas de refrigeración principal en el canal de distribución principal inferior 54' y se desvía a través del sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_5$ para evacuarse directamente después de eso al interior del canal de escape central 56. En el nodo de fijación de brazo agitador 28_6, otra parte del flujo de gas en el canal de distribución principal anular 54' pasa a través del sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_6$ y después de eso se evacua también al interior del canal de escape central 56. Finalmente, en el último nodo de fijación de brazo agitador 28_8, todo el flujo de gas restante en el canal de distribución principal inferior 54' pasa a través del sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_8$ y después de eso se evacua al interior del canal de escape central 56.

El sistema de flujo en la mitad superior del árbol 20 es muy similar al sistema de flujo descrito anteriormente. La entrada de gas de refrigeración superior 44" está conectada directamente a la mitad superior 52" del canal de suministro principal anular 52. El gas de refrigeración suministrado a la entrada de gas de refrigeración superior 44" entra en consecuencia en el canal de suministro principal anular superior 52" por encima de la cámara de solera superior 12_1 y entonces se canaliza a través de este último hasta la pestaña de división 58 entre las cámaras de solera 12_4 y 12_5, en el que la tasa de flujo del gas de refrigeración permanece sin cambios a lo largo de toda la longitud del canal de suministro principal anular superior 52". Esta tasa de flujo constante de gas de refrigeración a lo largo de toda la longitud del canal de suministro principal anular superior 52' garantiza que la envuelta 50 exterior del árbol 20 se enfríe eficazmente en las cuatro cámaras de solera superiores 12_1 ... 12_4.

Justo por encima de la pestaña de división 58, se encuentra un paso de gas de refrigeración superior 60" entre el canal de suministro principal superior 52" y el canal de distribución principal anular superior 54". A través de este paso de gas de refrigeración superior 60", el gas de refrigeración entra en el canal de distribución principal superior 54". La conexión de cada sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_4$ ... $26'_1$ en la mitad superior del horno 10 con el canal de distribución principal superior 54" y el canal de escape central 56 es tal como se describió anteriormente para los sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_4$ ... $26'_1$ en la mitad inferior. En consecuencia, en el nodo de fijación de brazo agitador 28_4, se ramifica un flujo de gas de refrigeración secundario del flujo de gas de refrigeración principal en el canal de distribución principal superior 54" y se desvía a través del sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_4$ para después de eso evacuarse directamente al interior del canal de escape central 56. En el nodo de fijación de brazo agitador 28_3 otra parte del flujo de gas en el canal de distribución principal superior 54" pasa a través del sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_3$ y después de eso se evacua también al interior del canal de escape central 56. Finalmente, en el nodo de fijación de brazo agitador superior 28_1, el resto del flujo de gas en el canal de distribución principal superior 54" pasa a través del sistema de refrigeración de brazo agitador $26'_1$ y después de eso se evacua al interior del canal de escape central 56. Desde el canal de escape central 56, la corriente de gas de escape o bien se evacua entonces directamente a la atmósfera o bien se evacua por medio de una conexión giratoria al interior de una tubería para una evacuación controlada del gas (no representado).

La figura 3 ilustra una forma de realización particularmente ventajosa del árbol hueco giratorio 20 del horno. Esta figura 3 muestra más particularmente una sección longitudinal a través de la parte central del árbol 20. Esta parte

central incluye la pestaña de división 58 mencionada anteriormente, que divide el canal de suministro principal anular 52 y el canal de distribución principal anular 54 en una mitad inferior 52', 54' y una mitad superior 52", 54".

La envuelta 50 exterior del árbol consiste principalmente en tubos de soporte intermedios 68 interconectados mediante el nodo de fijación de brazo agitador 28. Un nodo de fijación de brazo agitador 28 de este tipo comprende un cuerpo colado con forma de anillo 70 realizado en acero refractario. Los tubos de soporte intermedios 68 están realizados en tubos de acero inoxidable de paredes gruesas y están dimensionados como elementos portantes de carga estructural entre los nodos de fijación de brazo agitador sucesivos 28. Los tubos de soporte intermedios 68 interconectados mediante nodos de fijación de brazo agitador masivos 28 constituyen la estructura que lleva la carga del árbol 20, que soporta los brazos agitadores 26 y permite absorber importantes pares motores cuando los brazos agitadores 26 están empujando el material sobre las soleras 14. Se observará además que, en contraposición a los árboles de la técnica anterior, la envuelta 50 exterior descrita en la presente memoria es ventajosamente una estructura soldada, los extremos de los tubos de soporte intermedios 68 están soldados a los nodos de fijación de brazo agitador 28, en lugar de estar embridados sobre los mismos.

Tal como se explicó anteriormente, la sección del árbol que se extiende entre cámaras de solera adyacentes 12_4 y 12_5 (es decir, la sección de árbol central) es bastante particular porque comprende la pestaña de división 58, así como los pasos de refrigeración 60', 60" entre el canal de suministro principal anular 52 y el canal de distribución principal anular 54. Antes de describir esta sección de árbol central particular, se describirá a continuación una sección de árbol "normal", también haciendo referencia a la figura 3. Una sección de árbol "normal" de este tipo que se extiende entre otras dos cámaras de solera adyacentes, como por ejemplo las cámaras de solera 12_3 y 12_4, comprende el tubo de soporte intermedio 68 soldado entre dos nodos de fijación de brazo 28_3 y 28_4 para formar la envuelta 50 exterior del árbol 20. El tubo de soporte intermedio 68 delimita también el canal de suministro principal anular 52 en el exterior, lo que garantiza una refrigeración muy buena del tubo de soporte intermedio 68. Una camisa de guiado de gas intermedia 72 está dispuesta dentro del tubo de soporte intermedio 68 de modo que delimita el canal de suministro principal anular 52 en el interior y el canal de distribución principal anular 54 en el exterior. Una camisa de guiado de gas interior 74 está dispuesta dentro de la camisa de guiado de gas intermedia 72 de modo que delimita el canal de distribución principal anular 54 en el interior y el canal de escape central 56 en el exterior. La camisa de guiado de gas intermedia 72 comprende una primera sección de tubo 72_1 y una segunda sección de tubo 72_2. La primera sección de tubo 72_1 está soldada con un extremo al nodo de fijación 28_4. La segunda sección de tubo 72_2 está soldada de manera similar con un extremo al nodo de fijación 28_3 (no mostrado en la figura 3). La primera sección de tubo 72_1 y la segunda sección de tubo 72_2 presentan extremos libres opuestos que están dispuestos opuestos entre sí. Un manguito de estanqueidad 76 está fijado al extremo libre de la primera sección de tubo 72_1 y se acopla de manera estanca con el extremo libre de la segunda sección de tubo 72_2, mientras que simultáneamente se tolera el movimiento relativo de ambas secciones de tubo 72_1 y 72_2 en la dirección axial. Se deduce que se forma una junta de expansión en la camisa de guiado de gas intermedia 72. Esta junta de expansión permite compensar las diferencias en la expansión térmica del tubo de soporte intermedio 68 y la camisa de guiado de gas intermedia 72, debido a que esta última permanece generalmente más fría que el tubo de soporte intermedio 68. La camisa de guiado de gas interior 74 comprende de manera similar una primera sección de tubo 74_1 y una segunda sección de tubo 74_2. La primera sección de tubo 74_1 está soldada con un extremo al nodo de fijación 28_4. La segunda sección de tubo 74_2 está soldada de manera similar con un extremo al nodo de fijación 28_3 (no mostrado en la figura 3). La primera sección de tubo 74_1 y la segunda sección de tubo 74_2 presentan extremos libres opuestos que están dispuestos opuestos entre sí. Un manguito de estanqueidad 78 está fijado al extremo libre de la primera sección de tubo 74_1 y se acopla de manera estanca con el extremo libre de la segunda sección de tubo 74_2, mientras que se tolera el movimiento relativo de ambas secciones de tubo 74_1 y 74_2 en la dirección axial. Se deduce que se forma una junta de expansión en la camisa de guiado de gas interior 74. Esta junta de expansión permite compensar las diferencias en la expansión térmica del tubo de soporte intermedio 68 y la camisa de guiado de gas interior 74, que permanece generalmente más fría que el tubo de soporte intermedio 68. Se apreciará además que la solución con los dos manguitos de estanqueidad 76, 78 facilita el ensamblaje mediante soldadura de las secciones de árbol sea mucho más fácil.

Tal como puede observarse en la figura 3, la sección del árbol que se extiende entre las cámaras de solera adyacentes 12_4 y 12_5 se distingue de la sección "normal" descrita en el párrafo anterior por varias características. El tubo de soporte intermedio 68 consiste por ejemplo en dos mitades 68_1 y 68_2 que se ensamblan al nivel de la pestaña de división 58 (de hecho, cada mitad de tubo 68_1 y 68_2 incluye una pestaña de anillo terminal 58_1 y 58_2 y ambas pestañas de anillo 58_1 y 58_2 están soldadas entre sí). La camisa intermedia 72' consiste simplemente en dos secciones de tubo $72'_1$ y $72'_2$, en las que un primer extremo de cada sección de tubo $72'_1$ y $72'_2$ está soldado a uno de ambos nodos de fijación de brazo 28_3 y 28_4, y el segundo extremo es un extremo libre separado de la pestaña de división 58 para definir los pasos de gas 60' y 60" entre el canal de suministro principal anular inferior 52' y el canal de distribución principal anular inferior 54', respectivamente el canal de suministro principal anular superior 52" y el canal de distribución principal anular superior 54". La camisa interior 74' consiste en cuatro secciones de tubo $74'_1$, $74'_2$, $74'_1$, $74'_2$, en las que la primera sección de tubo $74'_1$ está soldada con un extremo al nodo de fijación de brazo 28_4, la segunda sección de tubo $74'_2$ está soldada con un extremo a la pestaña 58_1, la tercera sección de tubo $74'_3$ está soldada con un extremo a la pestaña 58_2 y la cuarta sección de tubo $74'_4$ está soldada con un extremo al nodo de fijación de brazo 28_3. Un primer manguito de estanqueidad 80 proporciona una conexión estanca y una junta de expansión axial entre los extremos libres opuestos de la primera sección de tubo $74'_1$ y la segunda sección de tubo $74'_2$. Un segundo manguito de estanqueidad 82 proporciona una conexión estanca y una junta de expansión axial entre los extremos libres opuestos de la tercera sección de tubo $74'_3$ y la cuarta sección de tubo $74'_4$. Los manguitos de estanqueidad 80 y 82 funcionan justo como los manguitos de estanqueidad 76 y 78 y facilitan el ensamblaje de la sección de árbol central.

Para completar la protección térmica del árbol 20, este último se recubre ventajosamente con un aislamiento térmico (no representado). Un aislamiento de este tipo del árbol 20 es ventajosamente un aislamiento de múltiples capas que incluye por ejemplo una capa refractaria interior de material microporoso, una capa refractaria intermedia más gruesa de material colable aislante y una capa refractaria exterior incluso más gruesa de material colable denso.

Una forma de realización preferida de un nodo de fijación de brazo agitador 28 se describe a continuación haciendo referencia a la figura 3 y la figura 4. Tal como se mencionó ya anteriormente, el nodo de fijación de brazo agitador 28 comprende un cuerpo colado con forma de anillo 70 hecho de acero refractario. El paso central 90 en este cuerpo con forma de anillo 70 forma el canal de escape central 56 para el gas de refrigeración dentro del nodo de fijación de brazo agitador 28. Están dispuestos unos primeros pasos secundarios 92 en una primera sección de anillo 94 del cuerpo con forma de anillo 70 alrededor del paso central 90, de modo que se proporcionan pasos de gas para el gas de refrigeración que fluye a través del canal de distribución principal anular 54. Están dispuestos segundos pasos secundarios 96 en una segunda sección de anillo 98 del cuerpo con forma de anillo 70 alrededor de la primera sección de anillo 94, de modo que se proporcionan pasos de gas para el gas de refrigeración que fluye a través del canal de suministro principal anular 52. Para cada brazo agitador 26 que va a conectarse con el nodo de fijación de brazo agitador 28, el cuerpo con forma de anillo 70 incluye además un casquillo 100, es decir, una cavidad que se extiende radialmente al interior del cuerpo con forma de anillo 70 entre los primeros y segundos pasos secundarios 92 y 96 mencionados anteriormente. El nodo de fijación de brazo agitador 28 incluye cuatro casquillos 100, en los que el ángulo entre el eje central de dos casquillos 100 consecutivos es de 90º. Las perforaciones oblicuas 102 en el cuerpo con forma de anillo 70 (véase la figura 5), que presentan una abertura de entrada 102' en la segunda sección de anillo 98 del cuerpo con forma de anillo 70 y una abertura de salida 102" en una superficie lateral del casquillo 100, forman los canales de suministro de gas de refrigeración 62, que ya se han mencionado dentro del contexto de la descripción de la figura 3. Un orificio pasante 104 en el cuerpo con forma de anillo 70, en una extensión axial del casquillo 100, forma el canal de retorno de gas de refrigeración 64, que ya se ha mencionado dentro del contexto de la descripción de la figura 3.

Considerando a continuación más particularmente la figura 3, la figura 5 y la figura 6, se observará en primer lugar que el brazo agitador 26 incluye un cuerpo de clavija 110 que forma un extremo de acoplamiento del brazo agitador 26 alojado en el casquillo 100 del nodo de fijación de brazo agitador 28 (véanse las figuras 3 y 5). El cuerpo de clavija 110 es un cuerpo sólido colado con varias perforaciones en el mismo, que está hecho ventajosamente de acero refractario. El casquillo 100 presenta en el mismo dos superficies de asiento cónicas cóncavas 112, 114 separadas por una superficie de guiado cilíndrica cóncava 116. El cuerpo de clavija 110 presenta sobre el mismo dos superficies de asiento complementario cónicas convexas 112', 114' separadas por una superficie de guiado cilíndrica convexa 116'. Todas estas superficies cónicas 112, 114, 112', 114' son superficies de anillo de un único cono, es decir, presentan el mismo ángulo de cono. Este ángulo de cono debe ser normalmente superior a 10º e inferior a 30º y está normalmente dentro del intervalo de 18º a 22º. Cuando el cuerpo de clavija 110 se inserta axialmente en el casquillo 100, la superficie de asiento complementario cónica convexa 112' se presiona contra la superficie de asiento cónica cóncava 112 y las superficies de asiento complementario cónicas convexas 114' se presionan contra las superficies de asiento cónicas cóncavas 114.

Cuando se sujeta un nuevo brazo agitador 26 al árbol 20, el cuerpo de clavija 110 del brazo agitador 26 tiene que introducirse en el casquillo 100 del nodo de fijación de brazo agitador 110. Durante este movimiento de introducción, la superficie de asiento cónica cóncava exterior 114 guía en primer lugar el cuerpo de clavija 110 en alineación axial con la superficie de guiado cilíndrica 116. Después de eso, ambas superficies de guiado cilíndrica 116 y 116' actúan conjuntamente entre sí para guiar axialmente el cuerpo de clavija 110 en su posición de asiento final en el casquillo 100. Se apreciará que el guiado axial proporcionado por las dos superficies de guiado cilíndricas 116 y 116' reduce considerablemente el riesgo de dañar el cuerpo de clavija 110 o el casquillo 100 durante la operación de acoplamiento final.

El brazo agitador 26 comprende además un tubo de soporte de brazo 120 soldado con un extremo a una superficie de saliente 122 en el extremo posterior del cuerpo de clavija 110. Este tubo de soporte de brazo 120 tiene que resistir las fuerzas y los pares de torsión que actúan sobre el brazo agitador. Consiste ventajosamente en un tubo de acero inoxidable de paredes gruesas que se extiende a lo largo de toda la longitud del brazo agitador 26. Un tubo de guiado de gas 124 está dispuesto en el interior del tubo de soporte de brazo 122 y actúa conjuntamente con este último para definir entre ellos un pequeño espacio de refrigeración anular 126 para canalizar el gas de refrigeración hasta el extremo libre del brazo agitador 26. La sección interior del tubo de guiado de gas 124 forma un canal de retorno central 128 a través del cual el gas de refrigeración fluye de nuevo desde el extremo libre del brazo agitador 26 hasta el cuerpo de clavija 110.

Se observará que un extremo del tubo de guiado de gas 124 está soldado a una extensión 130 cilíndrica en el lado posterior del cuerpo de clavija 110. El diámetro de esta extensión cilíndrica es menor que el diámetro interno del tubo de soporte de brazo 120, de modo que una cámara anular 131 permanece entre la extensión 130 cilíndrica y el tubo de soporte de brazo 120 rodeando a la extensión 130 cilíndrica. Esta cámara anular 131 está en comunicación directa con el espacio 126 de refrigeración anular pequeño entre el tubo de guiado de gas 124 y el tubo de soporte de brazo 122.

Tal como ya se explicó anteriormente, el cuerpo de clavija 110 es un cuerpo colado sólido que comprende varias perforaciones que se describirán a continuación. En la figura 6, el número de referencia 132 identifica un orificio central que se extiende axialmente a través del cuerpo de clavija 110, desde una cara de extremo 134 en la extensión 130 cilíndrica hasta una cara frontal 136 en el extremo frontal del cuerpo de clavija 110. El fin de este orificio central

132 se describirá a continuación. El número de referencia 140 en la figura 6 identifica perforaciones de retorno de gas dispuestas en el cuerpo de clavija 110 alrededor del orificio central 132 y que presentan aberturas de entrada 140' en la cara de extremo 134 y aberturas de salida 140" en la cara frontal 136 del cuerpo de clavija 110 (hay cuatro de tales perforaciones de retorno de gas 140 dispuestas alrededor del orificio central 132). Estas perforaciones de retorno de gas 140 forman canales de comunicación entre el canal de retorno 128 en el brazo agitador 26 y una cámara de salida de gas 142 que permanece en el casquillo 100 entre la cara frontal 136 del cuerpo de clavija 110 y una superficie inferior 144 del casquillo 100 cuando el cuerpo de clavija 110 se asienta en el mismo. Desde esta cámara de salida de gas 142, el gas de refrigeración que retorna del brazo agitador 26 se derrama a través del orificio pasante 104 al interior del paso central 90 del nodo de fijación de brazo agitador 28, es decir, al interior del canal de escape central 56 del árbol 20. El número de referencia 146 en la figura 5 identifica cuatro perforaciones de suministro de gas dispuestas en el cuerpo de clavija 110. Estas perforaciones de suministro de gas 146 presentan aberturas de entrada 146' en la superficie de guiado cilíndrica convexa 116' del cuerpo de clavija 110 y aberturas de salida 146" en la superficie cilíndrica de la extensión 130 cilíndrica. Se observará que las aberturas de entrada 146' en la superficie de guiado cilíndrica convexa 116' se solapan con las aberturas de salida de gas 102" de las perforaciones oblicuas 102 en el cuerpo con forma de anillo 70. Debe apreciarse que en este contexto estas perforaciones oblicuas 102 forman los canales de suministro de gas de refrigeración 62 para el brazo agitador 26 en el nodo de fijación de brazo agitador 28. En consecuencia, cuando el cuerpo de clavija 110 se asienta en su casquillo 100, las perforaciones de suministro de gas 146 forman canales de comunicación en el cuerpo de clavija 110 entre la cámara anular 131, que está en comunicación directa con el espacio 126 de refrigeración anular pequeño en el brazo agitador 26, y el suministro de gas de refrigeración para el brazo agitador 26 en el nodo de fijación de brazo agitador 28. Se apreciará que un fiador de colocación 148 en el extremo frontal del cuerpo de clavija 110 actúa conjuntamente con una perforación de colocación en la superficie inferior 144 del casquillo 100 para garantizar una alineación angular de las aberturas de entrada 146' en la superficie de guiado cilíndrica convexa 116' del cuerpo de clavija 110 con las aberturas de salida de gas 102" en la superficie de guiado cilíndrica cóncava 116 en el casquillo 100 cuando el cuerpo de clavija 110 se inserta en el casquillo 100. Para el sellado los pasos de gas entre el nodo de fijación de brazo agitador 28 y el cuerpo de clavija 110 en el casquillo 100, las superficies de asiento complementario cónicas convexas 112', 114' del cuerpo de clavija 110 están equipadas ventajosamente con uno o más anillos de estanqueidad resistentes a la temperatura (no mostrados). Además, para mejorar la función de estanqueidad de las superficies de asiento complementario cónicas convexas 112', 114' en el casquillo 100, estas últimas están recubiertas ventajosamente con una pasta de estanqueidad resistente a la temperatura.

Haciendo referencia a continuación a la figura 6, se describirán unos medios de sujeción preferidos nuevos para sujetar el cuerpo de clavija 110 en su casquillo 100. Estos medios de sujeción nuevos comprenden un perno de apriete 150. Este último comprende un vástago de perno cilíndrico 152 ajustado de manera suelta en el orificio central 132 del cuerpo de clavija 110. Este vástago de perno 152 soporta en el lado frontal del cuerpo de clavija 110 una cabeza de perno 154, que presenta ventajosamente la forma de una cabeza de martillo que define una superficie de saliente 156', 156" en cada lado del vástago 152. En el lado posterior del cuerpo de clavija 110, el vástago de perno 152 presenta un extremo 158 de perno roscado. Los medios de sujeción preferidos representados en la figura 6 comprenden además un manguito roscado 160 (o una tuerca convencional) que se atornilla sobre el extremo 158 de perno roscado que sobresale hacia fuera del orificio central 132 del cuerpo de clavija 110 en el lado posterior de este último.

La figura 6 muestra el dispositivo de apriete axial en una posición de apriete en la que presiona firmemente el cuerpo de clavija 110 en el interior del casquillo 100. En esta posición de apriete, el manguito roscado 160 se apoya contra una superficie de tope en el lado posterior del cuerpo de clavija 110. Esta superficie de tope corresponde por ejemplo a la superficie de extremo 134 de la extensión 130 cilíndrica del cuerpo de clavija 110. En el otro lado del cuerpo de clavija 110, el vástago de perno 152 se extiende a través de la cámara de salida de gas 142 y el orificio pasante 104 en la parte inferior del casquillo 104 al interior del paso central 90 del nodo de fijación de brazo agitador 28. En este caso, la cabeza de martillo 154 del perno 150 se acopla a modo de gancho con una superficie de tope 162 en el nodo de fijación de brazo 28, en el que sus dos superficies de saliente 156', 156" se apoyan contra la superficie de tope 162. Se apreciará que el perno de apriete 150 está suficientemente precargado, es decir el manguito roscado 160 se aprieta con un par de torsión predeterminado, para garantizar que el cuerpo de clavija 110 se presione firmemente siempre en el interior del casquillo 100 durante el funcionamiento del MHF.

Cuando se desmonta uno de los brazos agitadores 26, el perno de apriete 150 se extrae con el brazo agitador 26, es decir, permanece en el cuerpo de clavija 110 del brazo agitador 26. Con el fin de poder extraer la cabeza de martillo 154 a través del orificio pasante 104 en la parte inferior del casquillo 100, este orificio pasante presenta la forma de un ojo de cerradura que presenta una forma aproximadamente correspondiente a la sección transversal de la cabeza de martillo 154. Se deduce que girando la cabeza de martillo 154 90º alrededor del eje central del vástago de perno 152, la cabeza de martillo 154 puede llevarse de la "posición enganchada" mostrada en la figura 6", a una "posición no enganchada", en la que puede extraerse axialmente a través del ojo de cerradura 104 en el interior del casquillo 100. De manera similar, cuando se monta un nuevo brazo agitador 26, la cabeza de martillo 154 está en primer lugar en una posición en la que puede pasar axialmente a través del ojo de cerradura 104. Una vez que el cuerpo de clavija 110 se asienta en su casquillo 100, la cabeza de martillo 154, que está ahora ubicada en el otro lado del ojo de cerradura 104, puede llevarse a la "posición enganchada" mostrada en la figura 6 girando la cabeza de martillo 154 90º alrededor del eje central del vástago de perno 152. Se apreciará adicionalmente que en la "posición enganchada" del perno de apriete 150 mostrada en la figura 6, la cabeza de martillo 154 deja una abertura de salida bastante grande para el gas de refrigeración que fluye a través del orificio pasante 104 al interior del paso de gas central 90.

El dispositivo de apriete representado en la figura 6 comprende también unos medios de colocación y accionamiento para apretarlo/soltarlo y colocarlo desde una posición segura en el exterior del MHF. Este medio de accionamiento se describirá a continuación haciendo referencia a la figura 6 y la figura 7. En la figura 6, el número de referencia 170 identifica un tubo de accionamiento que está sujeto (por ejemplo soldado) con un extremo al manguito roscado 160. El número de referencia 172 identifica un tubo de colocación que está sujeto con un extremo al vástago de perno 152 (por ejemplo por medio de un perno 173 soldado al extremo posterior del tubo de colocación 172 tal como se muestra en la figura 6). Haciendo referencia a continuación a la figura 7, se observará que tanto el tubo de accionamiento 170 como el tubo de colocación 172 se extienden axialmente a través del tubo de soporte intermedio 120 hasta el extremo libre de este último. En este caso, tanto el extremo frontal del tubo de accionamiento 170 como el extremo frontal del tubo de colocación 172 incluyen una cabeza de acoplamiento 174, 176 para acoplar a la misma una llave de accionamiento (no representada). Ambas cabezas de acoplamiento 174, 176 pueden incluir por ejemplo un casquillo hexagonal tal como se muestra en la figura 7. La cabeza de acoplamiento 174 del tubo de accionamiento 170 está soportada de manera giratoria en un orificio pasante central 178 de una tapa 180 de extremo y es estanca dentro de este orificio pasante 178. La tapa 180 de extremo comprende en su lado posterior una primera pestaña 182 que cierra el extremo frontal del tubo de soporte intermedio 120 y en su lado frontal una segunda pestaña 184 que cierra el extremo frontal de una camisa de protección metálica exterior 186, que se describirá más adelante. El tubo de colocación 172 está soportado de manera giratoria con el tubo de accionamiento 170. Una pestaña ciega 188 está embridada sobre la cara frontal de la segunda pestaña 184 de la tapa 180 de extremo, de modo que cierra el orificio pasante central 178 en la tapa 180 de extremo. Se inserta una clavija térmicamente aislante entre la cabeza de acoplamiento 174 y la pestaña ciega 188. El número de referencia 192 identifica un fiador de colocación fijado a la pestaña ciega 188. Este fiador de colocación 192 se extiende a través de la clavija 190 aislante para apoyarse con un extremo sobre la cabeza de acoplamiento 174, evitando de ese modo que se suelte el manguito roscado 160.

Tras retirar la pestaña ciega 188 y la clavija 190 térmicamente aislante, se accede a las cabezas de acoplamiento 174, 176 del tubo de accionamiento 170 y el tubo de colocación 172. El tubo de accionamiento 170 se utiliza para apretar el manguito roscado 160. El tubo de colocación 172 actúa principalmente como indicador de la posición que presenta la cabeza de martillo 154 con respecto al ojo de cerradura 104. Su cabeza de acoplamiento 176 está provista por tanto de una marca de colocación adecuada. Se observará que el tubo de colocación 172 puede utilizarse también para fijar el perno de apriete 150 mientras que se suelta el manguito roscado 160 por medio del tubo de accionamiento 170. Finalmente, la cabeza de acoplamiento 174 del tubo de accionamiento 170 puede presentar también marcas sobre la misma, que en combinación con las marcas sobre la cabeza de acoplamiento 176 del tubo de colocación permiten comprobar si se ha aplicado un par de torsión de apriete suficiente al dispositivo de apriete. Debe asimismo apreciarse que la pestaña ciega 188 puede retirarse durante el funcionamiento del sistema de refrigeración sin fugas de gas sustanciales. De hecho, el manguito roscado 160 sella el extremo del tubo de accionamiento 170 y el extremo frontal del tubo de accionamiento es sellado dentro del orificio pasante central 178 en la tapa 180 de extremo.

La camisa de protección metálica 186 mencionada anteriormente, que se observa en las figuras 4 a 7, recubre una capa de aislamiento térmico microporosa 194 dispuesta sobre el tubo de soporte intermedio 120. Unos medios antirrotación, identificados por ejemplo con el número de referencia 196 en la figura 6, interconectan la camisa de protección metálica 186 y el tubo de soporte intermedio 120 y evitan cualquier rotación de la camisa de protección 186 alrededor del eje central del brazo agitador 26. Se apreciará que en una forma de realización preferida del brazo agitador 26, la camisa de protección 186 está realizada en acero inoxidable, en el que los dientes agitadores 30, que también están realizados en acero inoxidable, están soldados directamente sobre la camisa de protección 186 (véase por ejemplo la figura 7, que representa uno de estos dientes agitadores 70).

10 horno de soleras múltiples

12 cámara de solera

14 solera

16 orificio de caída de material periférico

18 orificio de caída de material central

20 árbol hueco giratorio

21 eje central del árbol

22 abertura de paso de árbol central

26 brazo agitador

28 nodo de fijación de brazo agitador

30 dientes agitadores

32	abertura de carga de horno
34	abertura de descarga de horno
40	sistema de refrigeración con gas
42	ventilador (fuente de suministro de gas de refrigeración)
44’	entrada de gas de refrigeración inferior
44”	entrada de gas de refrigeración superior
46’	línea de suministro de gas de refrigeración inferior
46”	línea de suministro de gas de refrigeración superior
50	envuelta exterior (del árbol)
52	canal de suministro de gas de refrigeración principal anular inferior (en 20)
52’	canal de suministro de gas de refrigeración principal anular superior (en 20)
54	canal de distribución principal de gas de refrigeración anular inferior (en 20)
54’	canal de distribución principal de gas de refrigeración anular superior (en 20)
56	canal de escape central
58	pestaña de división
60’	paso de gas de refrigeración inferior
60”	paso de gas de refrigeración superior
62	canal de suministro de gas de refrigeración (en 28)
64	canal de escape de gas de refrigeración (en 28)
68	tubo de soporte intermedio (en 20)
70	cuerpo colado con forma de anillo (en 28)
72	camisa de guiado de gas intermedia (en 20)
72_1	primera sección de tubo
72_2	segunda sección de tubo
76	manguito de estanqueidad
74	camisa de guiado de gas interior (en 20)
74_1	primera sección de tubo
74_2	segunda sección de tubo
78	manguito de estanqueidad
80	manguito de estanqueidad
82	manguito de estanqueidad
90	paso central (en 28)
92	primeros pasos secundarios (en 28)
94	primera sección de anillo (en 28)

96 segundos pasos secundarios (en 28)

98 segunda sección de anillo (en 28)

100 casquillo (en 28)

102 perforaciones oblicuas (en 28)

102' abertura de entrada (de 102)

102" abertura de salida (de 102)

104 orificio pasante (en 28)

110 cuerpo de clavija (de 26)

112 primera superficie de asiento cónica cóncava (de 100)

114 segunda superficie de asiento cónica cóncava (de 100)

112' primera superficie de asiento complementario cónica convexa (de 110)

114' segunda superficie de asiento complementario cónica convexa (de 110)

116 superficie de guiado cilíndrica cóncava (de 100)

116' superficie de guiado cilíndrica convexa (de 110)

120 tubo de soporte de brazo

122 superficie de saliente (de 110)

124 tubo de guiado de gas (de 26)

126 espacio de refrigeración anular (de 26)

128 canal de retorno central (de 26)

130 extensión cilíndrica (de 110)

131 cámara anular (de 26)

132 orificio central (de 110)

134 cara de extremo (de 130)

136 cara frontal (de 110)

140 perforaciones de retorno de gas (de 110)

140' aberturas de entrada (de 140)

140" abertura de salida (de 140)

142 cámara de salida de gas

144 superficie inferior (de 100)

146 perforaciones de suministro de gas (de 110)

146' aberturas de entrada (de 146)

146" aberturas de salida (de 146)

148 fiador de colocación

150 perno de apriete (perno de cabeza de martillo)

152 vástago de perno

154 cabeza de perno (cabeza de martillo)

156’ superficies de saliente (sobre 154)

156”

158 extremo de perno roscado

160 manguito roscado

162 superficie de tope (para 154 sobre 28)

170 tubo de accionamiento

172 tubo de colocación

174 cabeza de acoplamiento (sobre 170)

176 cabeza de acoplamiento (sobre 172)

178 orificio pasante central (en 180)

180 tapa de extremo

182 primera pestaña (de 180)

184 segunda pestaña (de 180)

186 camisa de protección metálica exterior (sobre 28)

188 pestaña ciega (sobre 180)

190 clavija térmicamente aislante (sobre 180)

192 fiador de colocación (sobre 180)

194 capa de aislamiento térmico microporosa (sobre 26)

196 medios antirrotación (sobre 26)

REIVINDICACIONES

1. Horno de soleras múltiples que comprende:

una pluralidad de cámaras de solera (12) dispuestas unas encima de las otras;

un árbol giratorio vertical hueco (20) que se extiende centralmente a través de dichas cámaras de solera (12), incluyendo dicho árbol (20) una envuelta (50) exterior;

en cada una de dichas cámaras de solera (12) por lo menos un brazo agitador (26) fijado a dicho árbol (20);

un sistema de refrigeración con gas para dicho árbol (20) y dichos brazos agitadores (26), incluyendo dicho sistema de refrigeración con gas dentro de dicha envuelta (50) exterior un canal de distribución principal anular (54, 54') para suministrar un gas de refrigeración a dichos brazos agitadores (26) y un canal de escape central (56) para evacuar el gas de refrigeración que sale de dichos brazos agitadores (26); y

unos medios de conexión para conectar dichos brazos agitadores (26) a dicho árbol (20),

incluyendo cada uno de dichos medios de conexión unos medios de suministro de gas de refrigeración en comunicación directa con dicho canal de distribución principal anular (54, 54') y

unos medios de retorno de gas de refrigeración en comunicación directa con dicho canal de escape central (56);

caracterizado porque dicho sistema de refrigeración con gas comprende además:

un canal de suministro principal anular (52, 52') que rodea dicho canal de distribución principal anular (54, 54') y que está delimitado exteriormente por dicha envuelta exterior (50);

una entrada de gas de refrigeración (44', 44") conectada a dicho canal de suministro principal anular (52, 52'); y

un paso de gas de refrigeración (60', 60"') entre dicho canal de suministro principal anular (52, 52') y dicho canal de distribución principal anular (54, 54'), estando separado dicho paso de gas de refrigeración (60', 60") de dicha entrada de gas de refrigeración (44', 44"), de manera que el gas de refrigeración suministrado a dicha entrada de gas de refrigeración (44', 44") debe fluir a través de dicho canal de suministro principal anular (52, 52') a través de varias cámaras de solera (12) antes de que fluya a través de dicho paso de gas de refrigeración (60', 60") al interior de dicho canal de distribución principal anular (54, 54').

2. Horno según la reivindicación 1, en el que dicho sistema de refrigeración con gas comprende:

unos medios de división (58) que dividen dicho canal de suministro principal anular (52, 52') y dicho canal de distribución principal anular (54, 54') en una mitad inferior (52, 54) y una mitad superior (52', 54');

una entrada de gas de refrigeración inferior (44') conectada a dicha mitad inferior de dicho canal de suministro principal anular (52) en el extremo inferior de dicho árbol (20);

una entrada de gas de refrigeración superior (44") conectada a dicha mitad superior de dicho canal de suministro principal anular (52') en el extremo superior de dicho árbol (20);

un paso de gas de refrigeración inferior (60') entre dicha mitad inferior de dicho canal de suministro principal anular (52) y dicha mitad inferior de dicho canal de distribución principal anular (54'), estando ubicado dicho paso de gas de refrigeración inferior (60') próximo a dichos medios de división (58), de manera que el gas de refrigeración suministrado a dicha entrada de gas de refrigeración inferior (44') debe fluir hacia arriba a través de dicha mitad inferior de dicho canal de suministro principal anular (52) hasta dichos medios de división (58) antes de que pueda fluir a través de dicho paso de gas de refrigeración inferior (60') al interior de dicha mitad inferior de dicho canal de distribución principal anular (54); y

un paso de gas de refrigeración superior (60") entre dicha mitad superior de dicho canal de suministro principal anular (52') y dicha mitad superior de dicho canal de distribución principal anular (54'), estando ubicado dicho segundo paso de gas de refrigeración (60") próximo a dichos medios de división (58), de manera que el gas de refrigeración suministrado a dicha entrada de gas de refrigeración superior (44") debe fluir hacia abajo a través de dicha mitad superior de dicho canal de suministro principal anular (52') hasta dichos medios de división antes de que pueda fluir a través de dicho segundo paso de gas de refrigeración (60") al interior de dicha mitad superior de dicho canal de distribución principal anular (54').

3. Horno según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha envuelta exterior (50) comprende:

unos tubos de soporte de árbol (68) y unos nodos de fijación de brazo agitador colado (28) que interconectan dichos tubos de soporte de árbol (68), estando dicho nodo de fijación de brazo agitador (28) y dichos tubos de soporte de árbol (68) preferentemente soldados entre sí, en el que por lo menos un brazo agitador (26) está fijado a cada uno de dichos nodos de fijación de brazo agitador (28), estando dichos tubos de soporte de árbol (68) preferentemente realizados en tubos de acero inoxidable de pared gruesa y estando preferentemente dimensionados como elementos portantes de carga estructural entre dichos nodos de fijación de brazo agitador (28).

4. Horno según la reivindicación 3, en el que por lo menos uno de dichos nodos de fijación de brazo agitador (28) comprende un cuerpo colado con forma de anillo realizado en acero refractario.

5. Horno según la reivindicación 4, en el que por lo menos un brazo agitador (26) incluye:

una estructura tubular para hacer circular a través de la misma un gas de refrigeración; y

un cuerpo de clavija (110) conectado a dicha estructura tubular del brazo agitador (26) alojado en un casquillo (100) en dicho árbol giratorio vertical (20).

6. Horno según la reivindicación 5, en el que por lo menos uno de dichos nodos de fijación de brazo agitador (28) comprende un cuerpo colado con forma de anillo que incluye:

por lo menos un casquillo (100) para alojar en el mismo dicho cuerpo de clavija (110) de dicho brazo agitador (26);

un paso central (90) que forma dicho canal de escape central (56) para el gas de refrigeración dentro de dicho nodo de fijación de brazo agitador (28);

unos primeros pasos secundarios (92) dispuestos en una primera sección de anillo (94) de dicho cuerpo colado, de manera que se proporcionan unos pasos de gas para el gas de refrigeración que fluye a través de dicho canal de distribución principal anular (54, 54');

unos segundos pasos secundarios (96) dispuestos en una segunda sección de anillo (98) de dicho cuerpo colado, de manera que se proporcionan unos pasos de gas para el gas de refrigeración que fluye a través de dicho canal de suministro principal anular (52, 52');

estando dispuestos dichos medios de suministro de gas de refrigeración en dicho cuerpo colado de manera que interconectan el canal de suministro principal anular (52, 52') con por lo menos una abertura de salida de gas (102") dentro de dicho casquillo (100), comprendiendo preferentemente dichos medios de suministro de gas de refrigeración por lo menos una perforación oblicua (102) que se extiende a través de dicho cuerpo colado con forma de anillo desde dicha segunda sección de anillo (98) hasta una superficie lateral que delimita dicho casquillo (100); y

estando dispuestos dichos medios de retorno de gas de refrigeración en dicho cuerpo colado de manera que interconectan el paso central (90) con por lo menos una abertura de entrada de gas dentro de dicho casquillo (100), comprendiendo preferentemente dichos medios de retorno de gas de refrigeración un orificio pasante (104) en la extensión axial de dicho casquillo (100).

7. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que por lo menos una sección de dicho árbol (20) que se extiende entre dos cámaras de solera adyacentes (12) comprende:

un tubo de soporte de árbol (68) dispuesto entre dos nodos de fijación de brazo (28) para formar la envuelta exterior (50) de dicha sección de dicho árbol (20), delimitando dicho tubo de soporte de árbol (68) dicho canal de suministro principal anular (52, 52') en el exterior;

una camisa de guiado de gas intermedia (72) dispuesta dentro de dicho tubo de soporte de árbol (68) de manera que delimita dicho canal de suministro principal anular (52, 52') en el interior y dicho canal de distribución principal anular (54, 54') en el exterior; y

una camisa de guiado de gas interior (74) dispuesta dentro de dicha camisa de guiado de gas intermedia (72) de manera que delimita dicho canal de distribución principal anular (54, 54') en el interior y dicho canal de escape central (56) en el exterior.

8. Horno según la reivindicación 7, en el que dicha camisa de guiado de gas intermedia (72) comprende:

una primera sección de tubo (72_1) con un primer extremo fijado a dicho primer nodo de fijación y un segundo extremo libre;

una segunda sección de tubo (72_2) con un primer extremo fijado a dicho segundo nodo de fijación y un segundo extremo libre;

unos medios de estanqueidad que proporcionan una conexión estanca entre el segundo extremo libre de dicha primera sección de tubo y el segundo extremo libre de dicha segunda sección de tubo,

mientras que tolera el movimiento relativo en la dirección axial de ambos segundos extremos libres.

9. Horno según la reivindicación 7 u 8, en el que dicha camisa de guiado de gas interior (74) comprende:

una primera sección de tubo (74_1) con un primer extremo fijado a dicho primer nodo de fijación y un segundo extremo libre;

una segunda sección de tubo (74_2) con un primer extremo fijado a dicho segundo nodo de fijación y un segundo extremo libre;

unos medios de estanqueidad que proporcionan una conexión estanca entre el segundo extremo libre de dicha primera sección de tubo y el segundo extremo libre de dicha segunda sección de tubo,

mientras que tolera el movimiento relativo en la dirección axial de ambos segundos extremos libres.

10. Horno según la reivindicación 8 ó 9, en el que dichos medios de estanqueidad comprenden:

un manguito de estanqueidad (78, 80, 82) fijado al segundo extremo libre de una de dichas primera o segunda secciones de tubo y que se acopla de manera estanca con el segundo extremo libre de la otra sección de tubo.

11. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que dicho árbol hueco giratorio (20) comprende además:

un aislamiento térmico externo sobre su envuelta exterior (50), incluyendo dicho aislamiento térmico externo una capa refractaria interior de material microporoso, una capa refractaria intermedia de material colable aislante y una capa refractaria exterior de material colable denso.

12. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que por lo menos uno de dicho brazo agitador (26) comprende:

un cuerpo de clavija (110) para fijar dicho brazo agitador (26) a dicho árbol hueco giratorio (20), siendo preferentemente dicho cuerpo de clavija (110) un cuerpo colado sólido que incluye por lo menos un canal de suministro de gas de refrigeración y por lo menos un canal de retorno de gas de refrigeración;

un tubo de soporte de brazo (120) fijado a dicho cuerpo de clavija (110); y

un tubo de guiado de gas (124) dispuesto en el interior de dicho tubo de soporte de brazo (120) y

que actúa conjuntamente con este último para definir entre ellos un pequeño espacio anular (126) para canalizar el gas de refrigeración desde el árbol (20) hasta el extremo libre del brazo agitador (26), en el que la sección interior del tubo de guiado de gas forma un canal de retorno (128) para el gas de refrigeración desde el extremo libre del brazo agitador (26) hasta el árbol (20).

13. Horno según la reivindicación 12, en el que dicho cuerpo de clavija (110) es un cuerpo colado sólido que incluye por lo menos un canal de suministro de gas de refrigeración y por lo menos un canal de retorno de gas de refrigeración y en el que dicho por lo menos un canal de suministro de gas de refrigeración y dicho por lo menos un canal de retorno de gas de refrigeración están previstos como perforaciones en dicho cuerpo colado sólido.

14. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que por lo menos uno de dicho brazo agitador (26) comprende además:

un tubo de soporte de brazo (120);

una capa de aislamiento térmico microporosa (194) dispuesta sobre dicho tubo de soporte de brazo (120); y

una camisa de protección metálica (186) que cubre dicha capa de aislamiento térmico microporosa (194).

15. Horno según la reivindicación 14, en el que dicho brazo agitador (26) comprende además:

unos dientes agitadores metálicos (30) fijados a dicha camisa de protección metálica (186) mediante soldadura; y

unos medios antirrotación (196) dispuestos entre dicho tubo de soporte de brazo (120) y dicha camisa de protección metálica (186).

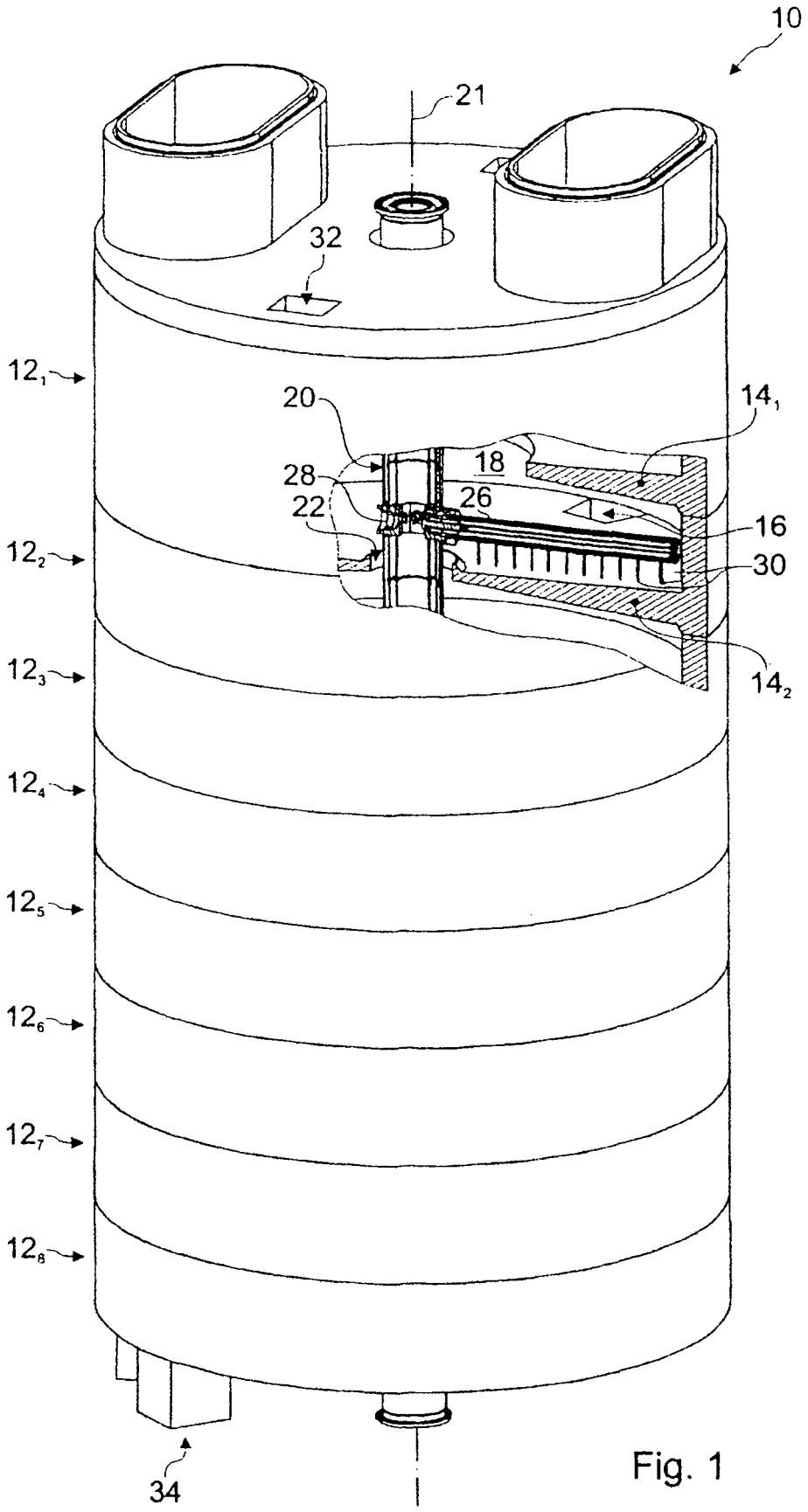

10
21
32
12_1
20
14_1
18
28
22
26
16
12_2
30
12_3
14_2
12_4
12_5
12_6
12_7
12_8
34

Fig. 1

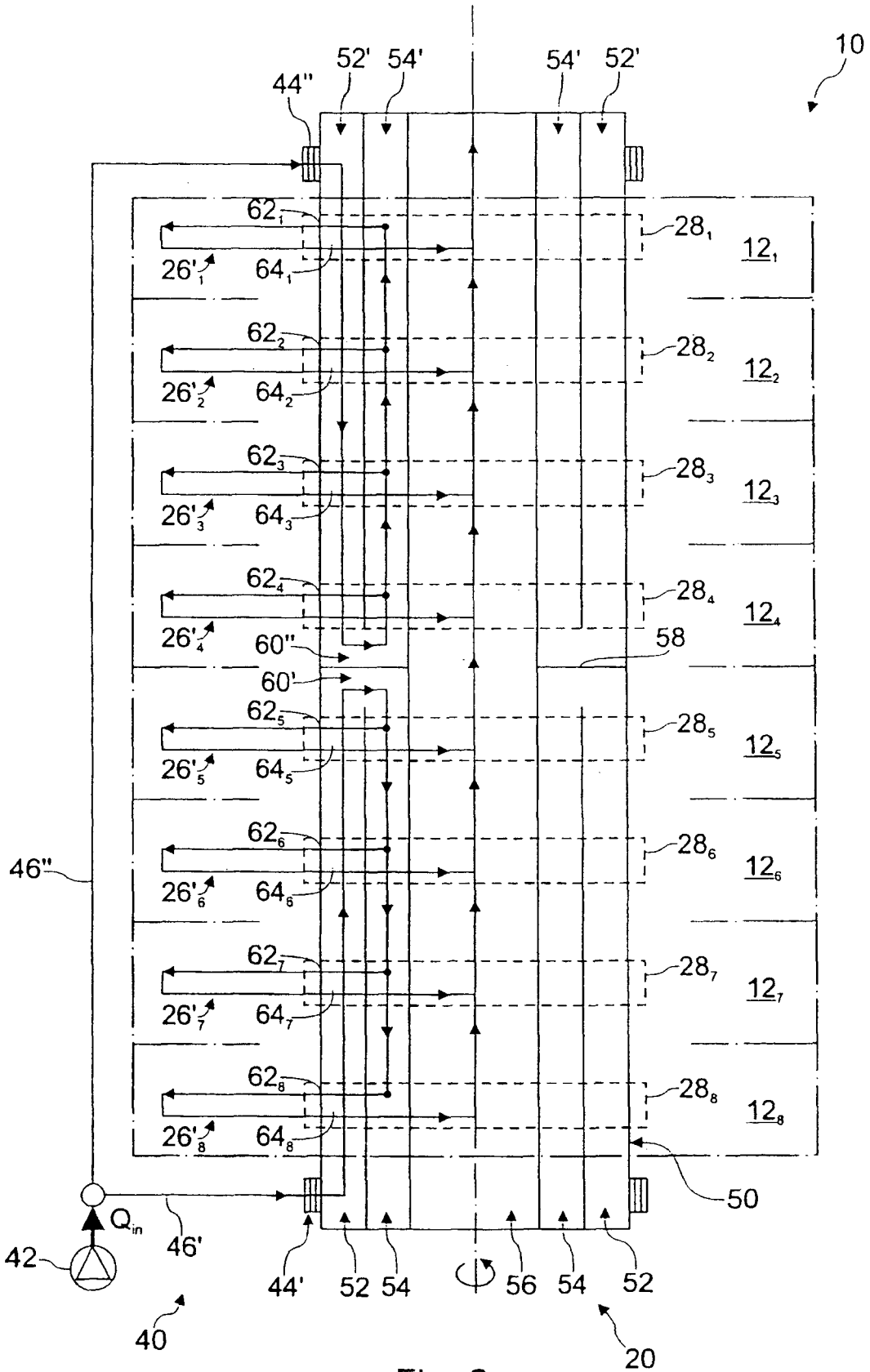

10
52' 54'
54' 52'
44"
62$_1$
28$_1$
12$_1$
26'$_1$
64$_1$
62$_2$
28$_2$
12$_2$
26'$_2$
64$_2$
62$_3$
28$_3$
12$_3$
26'$_3$
64$_3$
62$_4$
28$_4$
12$_4$
26'$_4$
60"
58
60'
62$_5$
28$_5$
12$_5$
26'$_5$
64$_5$
46"
62$_6$
28$_6$
12$_6$
26'$_6$
64$_6$
62$_7$
28$_7$
12$_7$
26'$_7$
64$_7$
62$_8$
28$_8$
12$_8$
26'$_8$
64$_8$
50
Q$_{in}$
46'
42
44' 52 54
56 54 52
40
20

Fig. 2

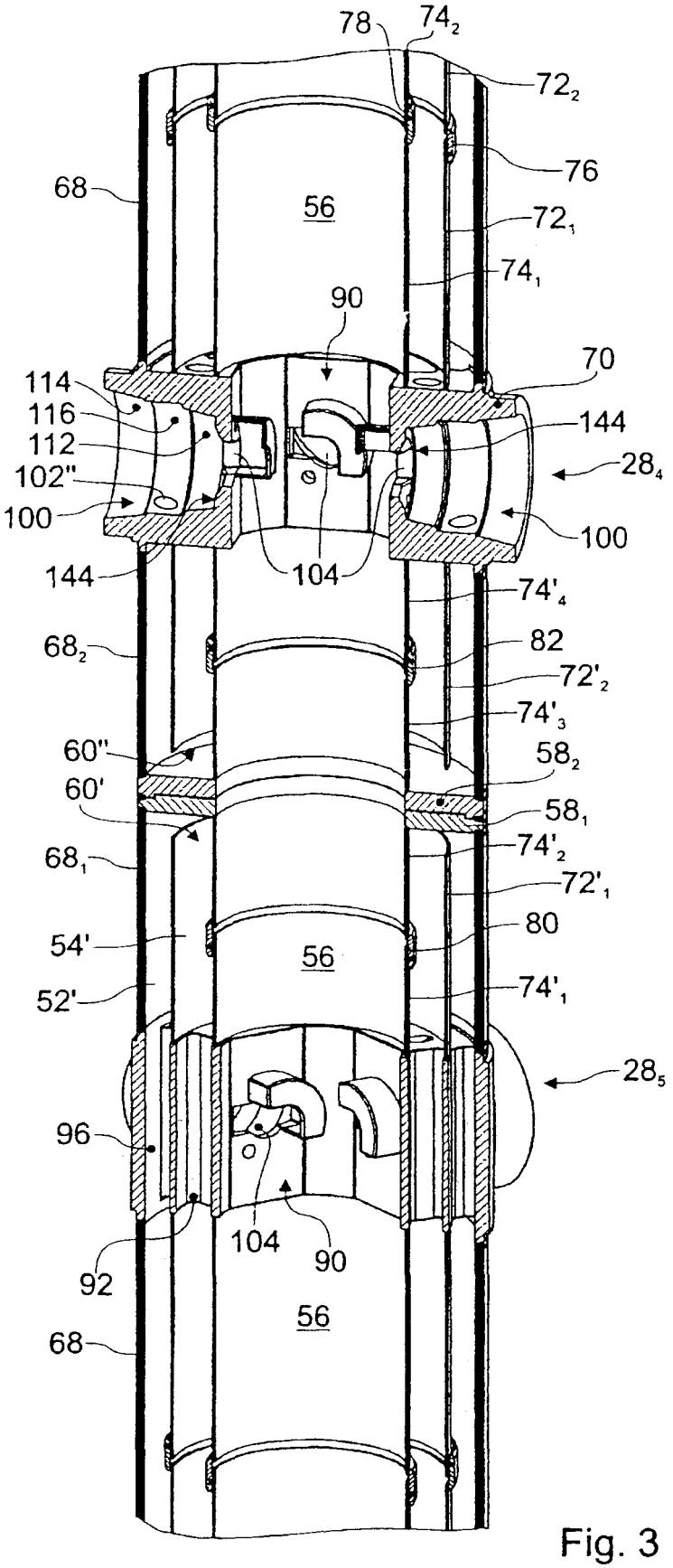

78
74_2
72_2
76
68
56
72_1
74_1
90
70
114
116
112
102"
100
144
28_4
100
104
144
$74'_4$
68_2
82
$72'_2$
$74'_3$
60"
58_2
60'
58_1
$74'_2$
68_1
$72'_1$
80
54'
56
52'
$74'_1$
28_5
96
104
90
92
56
68

Fig. 3

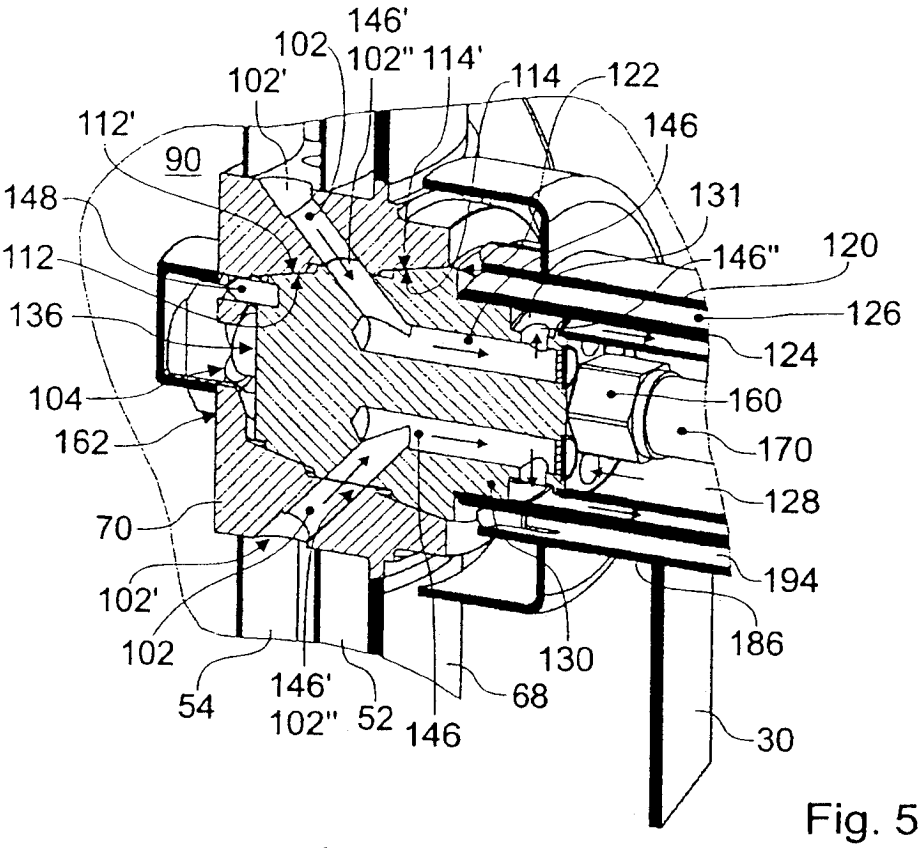

146'
102
102"
114'
102'
114
122
112'
146
90
131
148
146"
120
112
126
136
124
160
104
170
162
128
70
194
102'
186
102
130
54
146'
68
102"
52
146
30

Fig. 5

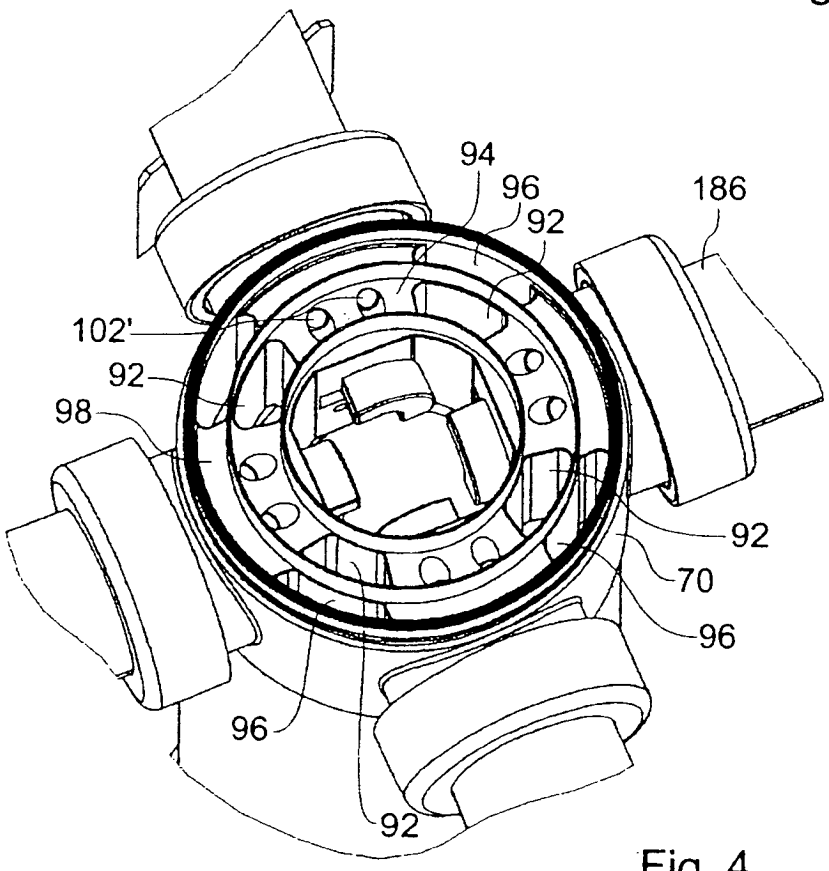

94
96
186
92
102'
92
98
92
70
96
96
92

Fig. 4

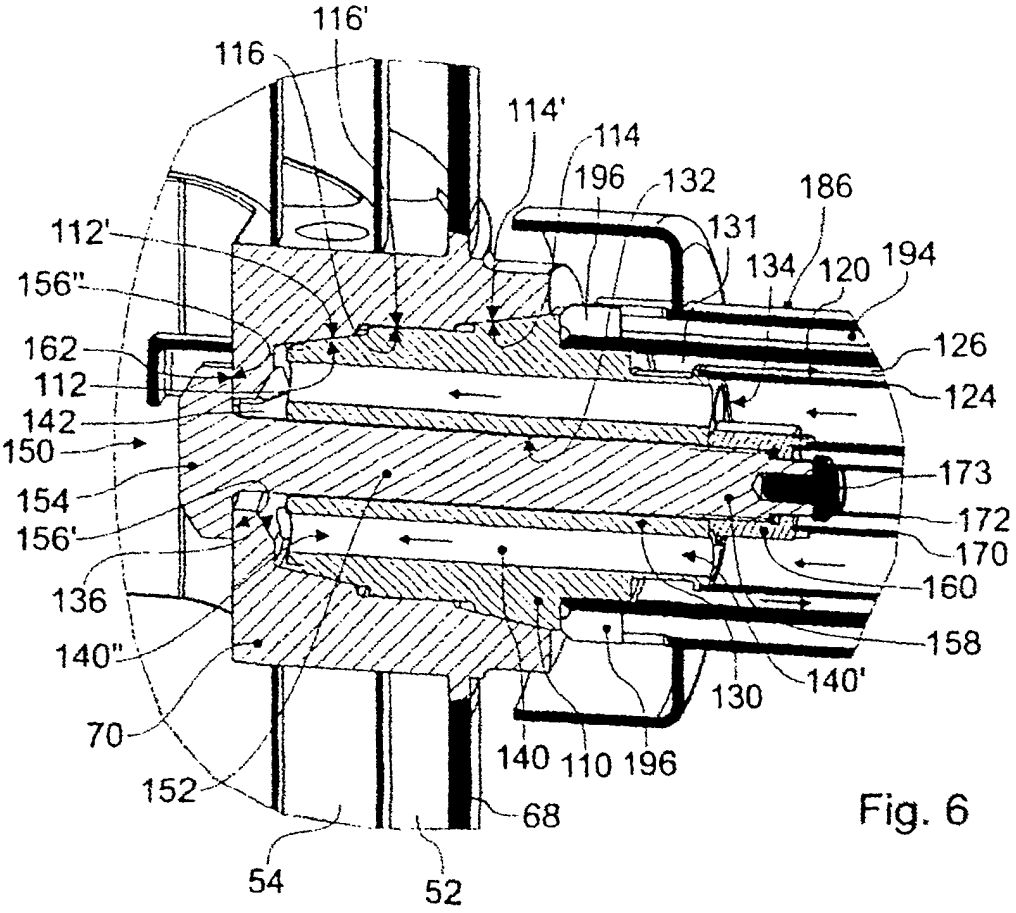

116'
116
114'
114
196
132
186
112'
131
134
120
194
156"
126
162
124
112
142
150
173
154
172
156'
170
136
160
140"
158
130
140'
70
140
110
196
152
68
54
52

Fig. 6

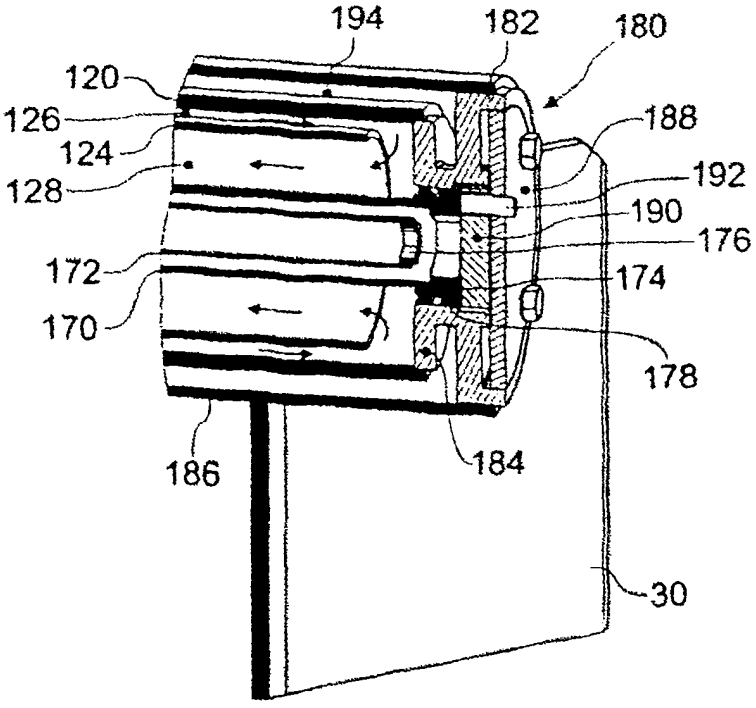

194
182
180
120
188
126
124
192
128
190
176
172
174
170
178
186
184
30

Fig. 7