

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 399**

51 Int. Cl.:

F16L 9/18 (2006.01)
F22B 37/10 (2006.01)
F28D 7/00 (2006.01)
F27B 3/26 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)
F28D 1/06 (2006.01)
F28F 1/00 (2006.01)
F28F 21/08 (2006.01)
F27B 3/06 (2006.01)
F27B 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2008 PCT/US2008/064995**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2008 WO08150806**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2008 E 08756385 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 2167896**

54 Título: **Aparato de intercambio de calor ajustable y procedimiento de utilización**

30 Prioridad:

31.05.2007 US 940970 P

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

23.11.2020

73 Titular/es:

**AMERIFAB, INC. (100.0%)
3501 East 9th Street
Indianapolis, IN 46201, US**

72 Inventor/es:

MANASEK, RICHARD, J.

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 795 399 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

Aparato de intercambio de calor ajustable y procedimiento de utilización

- 5 Esta Patente reivindica la prioridad y el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional US Número 60/940,970, presentada el 31 de mayo de 2007.

Sector de la invención:

- 10 La presente invención se refiere, en general, a dispositivos de intercambio de calor y, de manera más específica, a dispositivos de intercambio de calor para su utilización en el procesamiento de metales. Dicho dispositivo de intercambio de calor, por ejemplo, se puede utilizar en un horno metalúrgico y/o en cualquiera de sus componentes de soporte, así como en otras industrias, tales como, por ejemplo, las industrias energética y química.

15 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

- Las industrias, incluyendo, por ejemplo, las industrias del acero, energéticas y químicas utilizan equipos de proceso que puede requerir que uno o varios elementos refrigerados por agua sean colocados en condiciones de flujo térmico variables y potencialmente extremas, con atmósferas agresivas que, por ejemplo, pueden tener altas concentraciones de ácidos, partículas y otros productos químicos que pueden disminuir la vida útil del dispositivo. Por ejemplo, la industria del acero, la fusión y el refinado de metales tiene problemas con los equipos refrigerados por agua y los no refrigerados por agua que funcionan en entornos con alto desgaste mecánico, alta corrosión, alta temperatura, altamente conductivos de la electricidad y/o con tensiones térmicas en el interior del horno de fusión. Estas condiciones extremas y variables hacen que sea deseable tener la opción de diseñar dispositivos con diversos materiales y características de funcionamiento con la posibilidad, por ejemplo, de optimizar los requisitos de coste/beneficio para un funcionamiento económicamente rentable.

- En el caso del acero, por ejemplo, el acero se obtiene, de manera ilustrativa, fundiendo y refinando chatarra de hierro y acero en un horno metalúrgico. De manera ilustrativa, el horno puede ser un horno de arco eléctrico (EAF, Electric Arc Furnace) o un horno de oxígeno básico (BOF, Basic Oxygen Furnace). Es deseable mantener dichos hornos en funcionamiento durante el mayor tiempo posible. Una manera de prolongar la vida útil de un horno es protegerlo contra tensiones térmicas, químicas y mecánicas mediante la utilización, por ejemplo, de dispositivos de intercambio de calor de diversos y variados diseños.

- Los daños estructurales causados durante el proceso de carga afectan al funcionamiento de un EAF. Puesto que la chatarra tiene una densidad efectiva menor que el acero fundido, el EAF debe tener un volumen suficiente para contener la chatarra y, aún, producir la cantidad deseada de acero. A medida que la chatarra se funde, forma un baño de metal caliente en el hogar o en la zona de fusión en la parte inferior del horno. No obstante, a medida que se reduce el volumen de acero en el horno, aumenta el volumen libre en el EAF. La pared, cubierta o techo del recipiente, los conductos y la cámara de los gases de escape están en riesgo, debido a las tensiones térmicas, químicas y mecánicas causadas por la carga y la fusión de la chatarra y el refinado del acero resultante. Dichas tensiones pueden limitar la vida útil del horno. Se desea proteger la parte del horno que está sobre el hogar o la zona de fusión contra las altas temperaturas internas del horno.

- Históricamente, el EAF era diseñado y fabricado, en general, como una estructura de acero soldada que estaba protegida contra las altas temperaturas del horno mediante un revestimiento refractario. A fines de la década de 1970 y principios de la década de 1980, la industria del acero comenzó a combatir las tensiones de funcionamiento mediante la sustitución del costoso ladrillo refractario por paneles de techo refrigerados por agua y paneles de la pared lateral refrigerados por agua, ubicados en partes del recipiente del horno por encima de la zona de fusión. También se han utilizado componentes refrigerados por agua para revestir los conductos de los hornos en los sistemas de los gases de escape. Los componentes refrigerados por agua existentes están fabricados con diversas calidades y tipos de placas y tuberías. Un ejemplo de un sistema de refrigeración se da a conocer en la Patente US N° 4,207,060, que utiliza una serie de espiras de refrigeración. En general, las espiras están formadas a partir de secciones de tubería adyacentes, con un cabezal extremo curvado, que constituye la ruta para el líquido refrigerante que circula a través de las espiras. Este refrigerante es forzado a circular por las tuberías bajo presión, para maximizar la transferencia de calor. Dichas tuberías y placas han sido formadas utilizando acero al carbono y acero inoxidable, o metales más costosos, tales como el cobre. En esta invención, los términos tubo, y tuberías son sinónimos, y pueden ser utilizados indistintamente. Además, los intercambiadores de calor, son aceptados por los expertos en la materia, para estabilizar las temperaturas de funcionamiento.

- En algunas aplicaciones del proceso, es ventajoso que una sustancia extraña tal como, por ejemplo, la escoria, que es un subproducto del proceso de fusión, sea recogida en el lado de funcionamiento ("lado caliente") o parte de funcionamiento del equipo, para aprovechar las propiedades no conductoras y aislantes de la escoria con el fin de proteger el equipo frente a averías, desgaste y fallos prematuros durante el funcionamiento. Asimismo, la escoria recogida o retenida protege contra los efectos accidentales y potencialmente catastróficos de las salpicaduras accidentales de metal líquido contra el lado de funcionamiento o caliente del equipo, causadas por una ebullición

excesiva o un derrame de metal fundido durante el proceso. Un ejemplo adecuado de tuberías de refrigeración diseñadas para favorecer la retención de la escoria se encuentra en la Patente US Número 6,330,269 de propiedad común.

5 La industria del acero, la fusión y el refinado de metales tiene, asimismo, problemas con los equipos refrigerados por agua y los no refrigerados por agua que recogen la escoria excesiva y/u otros materiales extraños en la cara caliente del equipo durante el funcionamiento. Esta escoria, y materiales siliciosos, metálicos y/u otros materiales extraños que entran en el proceso pueden ser perjudiciales para el funcionamiento si se desprenden y caen en el acero líquido que está contenido en el interior del horno o en la estructura de conductos. Por ejemplo, la entrada accidental de dicho material en el metal fundido podría contaminar o, por lo demás, hacer que el metal fundido en el recipiente esté fuera de especificaciones, lo que provocaría que fuera desechado o que requiriese un procesamiento adicional de alto coste para refinar el metal fundido de nuevo hasta una composición aceptable. La caída de este material en el horno también podría causar una ebullición excesiva o un vertido del metal fundido, creando riesgos para la seguridad en el interior y en las cercanías del recipiente. Además, el desprendimiento de materiales extraños puede ser un problema de seguridad si caen cuando el equipo no está en funcionamiento y provoca daños en el equipo o a los trabajadores en la zona. Por lo tanto, puede ser deseable tener sistemas de intercambiadores de calor que tanto favorezcan como impidan la retención de escoria en las superficies de funcionamiento, según se desee. Un ejemplo adecuado de dicho sistema se encuentra en la Solicitud de Patente Internacional PCT/US06/060461 de Manasek presentada el 1 de noviembre de 2006. Entre otras realizaciones, la Patente PCT/US06/060461 da a conocer una realización ilustrativa que comprende un tubo o tubería extrusionado, estirado o laminado en frío que tiene muescas o hendiduras en su superficie de conducción para favorecer la adherencia de la escoria, de materiales siliciosos o de otros materiales extraños durante el funcionamiento normal en un dispositivo de procesamiento de metales. Una serie de los tubos o tuberías mostrados pueden ser acoplados, unidos a tope y/o soldados de manera ilustrativa para formar una superficie con muescas que favorece la adherencia de la escoria, del material silicioso o de otros materiales extraños. Otra realización ilustrativa comprende un tubo o tubería extrusionado, estirado o laminado en frío que tiene una superficie sustancialmente plana configurada para impedir o resistir la adherencia de la escoria, del material silicioso o de otro material extraño durante el funcionamiento normal de un dispositivo, sistema o equipo de procesamiento de metales. Una serie de los tubos mostrados pueden ser acoplados, unidos a tope y/o soldados entre sí para formar una superficie plana, en general, lisa, configurada para impedir o resistir la adherencia de la escoria, del material silicioso o de otro material extraño. De manera ilustrativa, cualquier combinación y configuración de las tuberías con muescas y, en general, de superficie lisa puede ser utilizada según sea apropiado en las diversas zonas del dispositivo, sistema o equipo de procesamiento de metales. Asimismo, se reivindican los procedimientos de utilización.

35 Los modernos hornos EAF de hoy en día incorporan, asimismo, controles de contaminación, para captar los gases de escape que se crean durante el proceso de fabricación del acero. Por ejemplo, los humos del horno son captados, en general, de dos maneras ilustrativas. Ambos procesos son utilizados durante el funcionamiento del horno. Una forma mostrada de captar los gases de escape es por medio de una marquesina sobre el horno. La marquesina es similar a una campana de horno. Forma parte de la construcción y atrapa gases durante la carga y la derivación. La marquesina capta, asimismo, las emisiones fugitivas que se pueden producir durante el proceso de fusión. Habitualmente, la marquesina está conectada a una cámara de bolsas a través de un conducto no refrigerado por agua. La cámara de bolsas se compone de bolsas filtrantes y de varios ventiladores que empujan o aspiran el aire y liberan gases a través de las bolsas filtrantes para limpiar el aire y el gas de cualquier contaminante.

45 La segunda forma mostrada de captar las emisiones de gases de escape es a través del revestimiento principal del horno. Durante el ciclo de fusión del horno, un registro cierra, de manera ilustrativa, el conducto a la marquesina, y abre un conducto en el revestimiento principal. Esta es una conexión directa al horno y es el procedimiento principal para captar las emisiones del horno. El revestimiento principal se utiliza, asimismo, para controlar la presión del horno. Este revestimiento está realizado con conductos refrigerados por agua para proteger contra temperaturas que pueden alcanzar, aproximadamente, hasta 2204 °C (4000 °F) y luego descender a la temperatura ambiente en unos segundos. Las corrientes de gas incluyen, en general, diversos elementos químicos, incluyendo los ácidos clorhídrico y sulfúrico. Asimismo, hay muchos sólidos y partículas de tipo arena. La velocidad de la corriente de gas puede ser superior a 46 m/s (150 pies/seg). Estos gases serán dirigidos a la cámara de bolsas principal para su limpieza, tal como se ha descrito anteriormente en este documento.

55 Los entornos descritos anteriormente ponen a alto nivel de tensión los componentes refrigerados por agua de los conductos principales del EAF. Los márgenes de temperatura variables en la industria metalúrgica pueden causar problemas de expansión y contracción en los componentes, que llegan al fallo del material. Además, las partículas de polvo erosionan de manera continua la superficie de la tubería de una manera similar a un chorro de arena. Los ácidos que circulan a través del sistema aumentan, asimismo, el ataque al material, disminuyendo adicionalmente la vida útil total.

65 Por lo que respecta a los sistemas de BOF, las mejoras en los refractarios de los BOF y los procedimientos de fabricación del acero han prolongado la vida útil. No obstante, la vida útil está limitada y relacionada con la durabilidad de los componentes del sistema de los gases de escape, especialmente los conductos del sistema de los gases de escape. Con respecto a este sistema, cuando se produce un fallo, el sistema debe ser cerrado, de manera

ilustrativa, para su reparación, a fin de evitar la liberación de gases y humos a la atmósfera. Las tasas de fallo corrientes provocan un apagado promedio del horno de 14 días. Al igual que con los hornos tipo EAF, los componentes refrigerados por agua han estado compuestos, históricamente, de paneles de acero al carbono o de acero inoxidable refrigerados por agua.

La utilización de componentes refrigerados por agua tanto en hornos de tipo EAF como BOF ha reducido los costes del refractario, y ha permitido, asimismo, a los fabricantes de acero, hacer funcionar cada horno durante un número de calentamientos mayor con respecto a lo que era posible sin dichos componentes. Además, el equipo refrigerado por agua ha permitido, de manera ilustrativa, que los hornos funcionen a mayores niveles de potencia. En consecuencia, la producción ha aumentado y la disponibilidad del horno resulta cada vez más importante. Sin perjuicio de los beneficios de los componentes refrigerados por agua, estos componentes tienen problemas constantes, de manera ilustrativa, de desgaste, corrosión, erosión y otras averías. Otro problema asociado con los hornos es que, a medida que la chatarra disponible en el horno ha disminuido de calidad, se crean más gases ácidos. Esto es, en general, el resultado de una mayor concentración de plásticos en la chatarra. Estos gases ácidos deben ser evacuados del horno hacia un sistema de limpieza de gases, para que puedan ser liberados a la atmósfera. Estos gases, de manera ilustrativa, son dirigidos a la cámara de los gases de escape, o sistema de limpieza de gases, mediante una serie de conductos de humos que contienen tuberías refrigeradas por agua. No obstante, con el tiempo, los componentes refrigerados por agua y los conductos de humos pueden dar lugar a ataque ácido, fatiga del metal o erosión, por ejemplo. Se han utilizado ciertos materiales, por ejemplo, acero al carbono y acero inoxidable, en un intento de resolver el problema del ataque ácido. Se ha utilizado más agua y temperaturas de agua más altas con el acero al carbono, en un intento de reducir la concentración de agua en la chatarra y de reducir el riesgo de que el polvo ácido se adhiera a las paredes laterales de un horno. La utilización de dicho acero al carbono de esta manera ha demostrado ser ineficaz contra el ataque ácido.

El acero inoxidable ha sido ensayado también en diversas calidades. Si bien el acero inoxidable es menos propenso al ataque ácido, no posee las características de transferencia de calor ni los parámetros del acero al carbono. Por lo tanto, los resultados obtenidos fueron una temperatura elevada de los gases de escape, y una acumulación de tensiones mecánicas, que ocasionaron que ciertas partes se rompieran y separaran.

Las averías de uno o varios de los componentes del horno se pueden producir en los sistemas de hornos existentes, debido a uno o varios de los problemas ilustrativos expuestos anteriormente. Cuando se produce una avería de este tipo, es posible que el horno deba ser apartado de la producción para un mantenimiento no programado, para reparar los componentes dañados refrigerados por agua. Puesto que la acería no produce acero fundido durante el tiempo de inactividad, se pueden producir pérdidas de oportunidad ilustrativas de hasta cinco mil dólares por minuto en la fabricación de ciertos tipos de acero. Además de la disminución de la producción, las interrupciones no programadas aumentan significativamente los gastos de funcionamiento y de mantenimiento.

Además de los daños descritos anteriormente o del daño a los componentes refrigerados por agua, los conductos de humos y los sistemas de gases de escape de los sistemas de EAF y BOF están siendo dañados por la corrosión y la erosión. El daño a estas zonas del horno resulta, asimismo, en pérdida de productividad y en costes de mantenimiento adicionales para los operadores de la acería. Además, las fugas de agua aumentan la humedad en los gases de escape y reducen la eficiencia de la cámara de bolsas a medida que las bolsas se humedecen y se obstruyen. La erosión acelerada de estas zonas utilizadas para descargar gases de combustión del horno, de manera ilustrativa, se debe a las elevadas temperaturas y a las velocidades de los gases causadas por el aumento de energía en el horno. Las mayores velocidades de los gases se deben a los mayores intentos para evacuar todos los humos, para cumplir con las normativas de emisiones al aire. La corrosión de los conductos de humos se debe a la composición/ataque del ácido en el interior del conducto causado por la reunión de diversos materiales en los hornos. La técnica anterior aconseja la utilización de equipos de conductos de humos y otros componentes fabricados en acero al carbono o acero inoxidable. Por las mismas razones ilustrativas que se indicaron anteriormente, estos materiales han demostrado, de manera ilustrativa, que proporcionan resultados insatisfactorios e ineficientes. La Patente US Nº 6,890,479 de propiedad común, de Manasek et al., así como la Solicitud de Patente US Nº 10/828,044 de Manasek et al., describen, cada una, la utilización de sistemas mejorados de intercambio de calor que utilizan aleaciones metálicas alternativas, de manera ilustrativa sistemas de bronce de aluminio, que tienen mejores propiedades mecánicas y físicas que los sistemas de refrigeración de acero al carbono o de acero inoxidable, por ejemplo, por que la aleación proporciona una conductividad térmica, dureza y módulo de elasticidad mejores para la fabricación de acero en un horno, lo que aumenta la vida útil del horno. No obstante, una aleación de este tipo, o la utilización de otros metales deseables, por ejemplo, y sin limitación de cobre, podría costar más (en términos del coste del propio material y/o el coste de fabricación adecuado para el material concreto utilizado) de lo que sería el acero al carbono o el acero inoxidable.

Históricamente, por lo tanto, se han venido utilizando una serie de tubos de un material y una composición uniformes para fabricar los sistemas de intercambio de calor/elementos refrigerados por agua descritos anteriormente en el presente documento. Estos tubos o tuberías, de manera ilustrativa y en general, eran de acero o de alguna otra aleación, y tenían zonas de sección transversal y diámetros interiores variables para cumplir con el requisito o requisitos o y el parámetro o parámetros específicos de la aplicación, para la transferencia de calor, las características de desgaste, las velocidades del refrigerante y otros parámetros. Tal como se ha observado, puede

ser deseable utilizar algunos metales o aleaciones, por ejemplo, aleación de bronce de aluminio, en lugar de otros, por ejemplo acero, para conseguir las características o parámetros de funcionamiento deseados. No obstante, tal como se observó, asimismo, los costes de los tubos y tuberías fabricados a partir de dichas aleaciones, de cerámica o de otros materiales especiales deseados, tales como las aleaciones de bronce de aluminio, por ejemplo, pueden ser más elevados que la utilización de acero o hierro fundido, por ejemplo.

Existe la necesidad de un sistema de intercambio de calor mejorado y de un procedimiento de utilización para el mismo. De manera específica, existe la necesidad de un procedimiento y un sistema mejorados, en los que los componentes refrigerados por agua y/o los conductos de humos puedan seguir funcionando tanto tiempo o más que los componentes comparables existentes, mediante la utilización de sistemas de intercambio de calor que tienen características o parámetros de funcionamiento seleccionables, y procedimientos seleccionables y materiales de fabricación que permiten un rendimiento relativamente alto a un coste relativamente bajo.

La presente invención puede incluir una o varias de las características identificadas en las diversas reivindicaciones adjuntas a esta solicitud, y combinaciones de dichas características, así como una o varias de las siguientes características y combinaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

La invención da a conocer un sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1.

La invención da a conocer, asimismo, un procedimiento de protección del equipo, según la reivindicación 13.

Los siguientes materiales han estado disponibles en general y de manera ilustrativa para su utilización en las tuberías de intercambio de calor o en los sistemas de protección: acero, hierro fundido, acero extrusionado, acero inoxidable, aleaciones de níquel, cobre, aleaciones de bronce de aluminio, etc. La presente invención permitirá utilizar cualquier combinación deseada de los anteriores, o cualquier otro metal deseable, u otro material que incluya materiales compuestos, solo o en combinación. Por ejemplo, un tubo interior puede comprender un material o metal adecuado, aunque relativamente barato, tal como, por ejemplo, y sin limitación, acero, adecuado para transportar un líquido refrigerante. Este tubo interior puede estar recubierto o revestido con un tubo o tubería de material exterior especial/seleccionado, que comprenda un material diferente, de manera ilustrativa quizás más costoso, tal como, por ejemplo, y sin limitación, una aleación de bronce de aluminio, con mejores características o parámetros de funcionamiento que el material del tubo interior en el entorno concreto de funcionamiento. Dichos tubos/tuberías son conocidos, por ejemplo, a partir de los documentos de Patente US 5,107,798 y US 4,124,068. De manera ilustrativa, la capa o revestimiento exterior pueden ser fabricados mediante la extrusión de un tubo/tubería de revestimiento sobre la tubería/tubo que forma la parte interior de la tubería revestida. Se comprenderá que el material exterior puede ser más costoso que el material interior, o viceversa. De este modo, asimismo, el material exterior e interior pueden ser de diferente calidad o composición, del mismo material o similar. En cualquier caso, se comprenderá, asimismo, que el material exterior puede tener características de rendimiento optimizadas para el entorno en el que funciona. Es, asimismo, el caso, cuando el material del tubo interior puede tener mejores características de funcionamiento en el régimen en el que funciona (por ejemplo, transporte de fluidos), y puede ser más o menos costoso que el material exterior. En cualquier caso, el tubo interior puede tener una o varias características o parámetros que difieren de los del tubo exterior. Cada uno de los tubos interior y exterior puede tener una construcción o estructura diferente, por ejemplo, y sin limitación, variando la forma, la sección transversal y/o los materiales de los respectivos tubos interior y exterior, con el fin de destacar una o varias características o parámetros. El énfasis puede buscar, pero no necesita buscar, la optimización de una característica o parámetro concreto. Por lo tanto, el tubo/tubería especial revestido, de manera ilustrativa, dará como resultado tener los mismos o similares atributos físicos, de resistencia a la abrasión, de resistencia al ataque químico, de transferencia de calor, térmicos, u otras características/parámetros de un tubo/tubería fabricado a partir de un 100 % del material seleccionado, excepto que el tubo revestido, de manera ilustrativa, puede tener un menor coste total, que, en sí mismo, puede ser una característica o parámetro seleccionado, y/o tener características/parámetros de funcionamiento mejores en uno o varios regímenes. Como alternativa, los materiales exterior e interior pueden ser combinados en base a que sus diferentes características de funcionamiento se optimicen entre sí para los regímenes en los que funcionan. Por lo tanto, de manera ilustrativa, en el caso de un dispositivo de intercambio térmico o de protección que incorpore tuberías con un revestimiento exterior de una aleación de bronce de aluminio, tendrá una mayor conductividad térmica, resistencia al ataque químico por parte de la corriente de gases calientes (módulo de elasticidad) con respecto a una tubería de acero, y una buena resistencia a la oxidación, lo que aumenta la vida útil del sistema de intercambio de calor gracias a la reducción de la corrosión y la erosión del sistema de intercambio de calor y de los componentes relacionados. La combinación de materiales exterior e interior puede ser necesaria debido a la necesidad de tener una pared de tubería de un cierto grosor, por ejemplo, las tuberías de paredes gruesas necesarias para utilizar en partes de un EAF, sin necesidad de que las partes interiores de ese grosor estén compuestas de un material costoso. De manera similar, tal como se observó, la combinación de materiales podría ser seleccionada para obtener unas características de funcionamiento óptimas en diferentes regímenes. Por ejemplo, el material interior se podría seleccionar para optimizar las características de funcionamiento deseadas, por ejemplo, caudal de fluido, en ese régimen, o para proporcionar rentabilidad, o alguna combinación de los mismos; mientras que el revestimiento exterior ha sido seleccionado para resistir mejor las tensiones del lado caliente, con respecto al material de la tubería o tubo interior.

La invención permitirá, de manera ilustrativa, una mayor flexibilidad y la aplicación de materiales de construcción que mejorarán la longevidad del equipo además de la fiabilidad en línea y el tiempo en activo, debido a que el equipo estará más adaptado para resistir los efectos del alto flujo de calor, la atmósfera corrosiva y abrasiva en los hornos, en las cámaras de combustión, los sistemas de gases de combustión, etc., equipos que se componen de un conjunto de dichos elementos y con un potencial ahorro de costes.

Se prevé que la presente invención puede ser utilizada en combinación con otros equipos de transferencia de calor, tales como condensadores, intercambiadores de carcasa y tubos, intercambiadores de aletas, intercambiadores de calor de placa y bastidor, e intercambiadores de aire forzado refrigerados por aire. Además, se prevé que dichos otros equipos de transferencia de calor podrían aprovechar la utilización de una combinación de materiales según la presente invención. Se prevé, además, que la invención actual, y cualquier sistema de intercambio de calor que incorpore la presente invención, tienen otras aplicaciones, tales como la refrigeración de gases de escape de plantas convertidoras, plantas de fabricación de papel, plantas de generación de energía eléctrica a carbón y gas, y otros generadores de gases de escape, en los que los gases son refrigerados con el fin de captar uno o varios componentes del gas, en los que la captación se efectúa por condensación, por absorción por lecho de carbono o por filtración.

De manera ilustrativa, las tuberías pueden ser laminadas en frío, laminadas en caliente, estiradas, extrusionadas o fundidas. Las tuberías pueden ser fabricadas a partir de metales ferrosos, acero, cobre, aleaciones de acero/ferrosas o aleaciones de cobre, níquel, titanio, aleaciones de bronce, incluidas aleaciones de bronce de aluminio y aleaciones de bronce de níquel, y otros materiales adecuados. Las tuberías pueden ser sin soldadura o soldadas según se desee en el diseño.

En resumen, la invención creará, de manera ilustrativa, un medio para seleccionar una gama más amplia de materiales, características de funcionamiento y costes para la fabricación de elementos refrigerados por agua con forma y diseño del cliente, para aplicaciones industriales, de acero, productos químicos, energía y quizás otras. Los elementos tendrán la capacidad de resistir mejor las condiciones hostiles y siempre cambiantes en los hornos, sistemas de gases de combustión, campanas de gases de escape, faldones, cámaras de combustión, cajas de descarga, etc. debido a la velocidad inherente y mejorada del refrigerante en el interior del elemento, y a la mayor capacidad de transferencia de calor resultante. Esta invención permite la selección de materiales de revestimiento que pueden ser extrusionados sobre un tubo/tubería interior de diferente material con el radio de la sección transversal requerido o deseado para optimizar potencialmente las características de funcionamiento en uno o varios regímenes, por ejemplo requisitos de transferencia de calor y elasticidad de la aplicación, según se desee, y sin limitación a los requisitos actuales, para seleccionar el tubo/tubería a partir de materiales, en general, uniformes, que están disponibles comercialmente.

Estos y otros beneficios y utilizaciones de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción de la realización mostrada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista, en perspectiva, parcialmente cortada, que muestra un sistema de intercambio de calor que tiene, como mínimo, un panel de tubería arrollada de manera sinuosa que puede ser montado, de manera ilustrativa, en el interior de un conducto de evacuación de un horno y que, de manera ilustrativa, puede tener tuberías que tienen un material, por ejemplo, bronce de aluminio, que recubre otro material, por ejemplo, acero.

La figura 1a es una vista, en perspectiva, del sistema de intercambio de calor mostrado en la figura 1.

La figura 1b es una vista lateral de un conducto de evacuación acodado conectado a un conducto de evacuación recto que, a su vez, está conectado a una cámara de gases de escape.

La figura 1c es una vista en alzado de los conductos y la cámara de gases de escape mostrados en la figura 1b.

La figura 1d es una vista en alzado de una serie de conductos de evacuación de refrigeración. La serie de conductos de evacuación de refrigeración están conectados a la cámara de gases de escape, y al conducto de evacuación acodado que está conectado al techo del horno. La serie proporciona tanto la refrigeración como la conducción de los gases de los humos calientes y el polvo que son extraídos del horno.

La figura 2 es una vista, en planta, del sistema de intercambio de calor configurado como un anillo de humos, en el que el anillo de humos se compone de una tubería arrollada de manera sinuosa, que se enrolla hacia delante y hacia atrás formando un panel curvado que es un anillo elipsoidal. La tubería puede comprender materiales interior y exterior, diferentes. El anillo elipsoidal tiene una entrada y una salida para el agua de refrigeración. De manera alternativa, el anillo de humos puede ser configurado para tener más de una entrada y salida.

La figura 3 es una vista, en sección transversal, de la invención mostrada en la figura 2, tomada a lo largo de la línea de sección 3-3.

La figura 4 es una vista lateral del sistema de intercambio de calor configurado como un anillo de humos mostrado en la figura 2.

5 La figura 5 es una vista lateral de un panel de tubería arrollada de manera sinuosa con una entrada y una salida. La tubería está separada y unida con enlaces soldados y puede comprender materiales interior y exterior, diferentes.

10 La figura 6 es una vista, en sección transversal, de la tubería arrollada de manera sinuosa, según la invención, en la que la tubería tiene acanaladuras mostradas y una base. La base, de manera ilustrativa, está unida a una placa base que está unida a un lado interior de una pared.

La figura 7 es una vista en sección transversal de la tubería arrollada de manera sinuosa, según la invención, que muestra cómo las tuberías pueden estar separadas y unidas con enlaces de conexión.

15 La figura 8 es una vista, en sección transversal, de un horno de fabricación de acero equipado con numerosos componentes del sistema de intercambio de calor, incluyendo tuberías que tienen un material exterior diferente del material interior. El sistema se utiliza, de manera ilustrativa, en el horno, así como en los conductos para enfriar los gases de escape.

20 La figura 9 es una vista, en sección transversal, de un sistema de intercambio de calor que utiliza deflectores, en el que el sistema proporciona refrigeración para un conducto. El sistema tiene un canal creado por los deflectores, en el que los deflectores dirigen el flujo del fluido refrigerante para que circule a modo de espira.

25 La figura 10 es una vista lateral, en sección transversal, parcialmente cortada, de un sistema de intercambio de calor que utiliza deflectores, en el que el intercambiador de calor está montado en la pared de un horno de fabricación de acero. El intercambiador de calor tiene una placa delantera de bronce de aluminio, deflectores y una placa base. La placa delantera está directamente expuesta al calor, a los gases de escape y a la escoria, producidos por el horno.

30 La figura 11 es una vista, en sección transversal, de un sistema de intercambio de calor que utiliza toberas de pulverización, en el que el intercambiador de calor está montado en la pared de un horno de fabricación de acero. El intercambiador de calor tiene una placa delantera de bronce de aluminio, teniendo las tuberías un material exterior que es diferente de un material interior y está dotado de toberas y una placa base. La placa delantera está expuesta directamente al calor, a los gases de escape y a la escoria, producidos por el proceso de fabricación del acero. Las toberas pulverizan el fluido refrigerante desde la placa base hacia la parte posterior de la placa delantera. La placa delantera está suficientemente desplazada de las toberas para que el fluido refrigerante se disperse en una zona amplia.

35 La figura 12 es una vista, en sección transversal, de un sistema de un intercambiador de calor que utiliza toberas de pulverización, en el que el intercambiador de calor es una caja de aire. La placa delantera de bronce de aluminio está en el interior de la caja de aire, y las tuberías se muestra que tienen un material exterior que es diferente del interior y están dotadas de toberas, montadas en la placa base. Las toberas pulverizan el fluido refrigerante desde las tuberías fijadas a la placa base hacia la parte posterior de la placa delantera. La placa delantera está suficientemente desplazada de las toberas como para rociar el fluido refrigerante en una configuración de superposición. La superposición es suficiente para cubrir una zona. Se debe observar que hay dos entradas y dos salidas.

La figura 13 es una vista, en sección transversal, de una tubería ilustrativa que muestra las partes interior y exterior.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES ILUSTRATIVAS

50 Con el fin de favorecer la comprensión de los principios de la invención, a continuación, se hará referencia a una serie de realizaciones ilustrativas mostradas en los dibujos, y se utilizará un lenguaje específico para describir las mismas. Se debe entender que las realizaciones dadas a conocer son meramente a modo de ejemplo de la invención, que puede ser realizada de diversas formas. Por lo tanto, los detalles estructurales y funcionales específicos dados a conocer en el presente documento no deben ser interpretados como limitativos.

60 Con referencia a la figura 13, se representa un sistema de intercambio de calor 10 según la invención, y que comprende una tubería 50. El sistema de intercambio de calor 10 comprende una tubería 50 que tiene un material interior y un material exterior. El material interior comprende un tubo interior 150 y el material exterior comprende un tubo exterior 250. Los tubos o partes interior y exterior 150, 250 tienen composiciones o estructuras que difieren entre sí en uno o varios aspectos. Por ejemplo, y sin limitación, pueden tener diferentes dimensiones, pueden estar fabricados con procesos diferentes, y similares. Según la invención, el tubo interior y el tubo exterior están fabricados con diferentes materiales.

65 El tubo interior 150 está definido, de manera ilustrativa, por un primer límite interior 151 y un primer límite exterior 152. El primer límite interior 151 y el primer límite exterior 152 comprenden o definen la pared del tubo interior 150 y

limitan o definen un núcleo 200 hueco que tiene un eje central 210 que se extiende, en general, a través del centro y a lo largo de la parte longitudinal del tubo interior 150. La tubería 50 comprende, además, el tubo exterior 250, definido por un segundo límite interior 251, y un segundo límite exterior 252. El tubo exterior 250 está superpuesto al tubo interior 150. De manera ilustrativa, cuando el tubo exterior 250 está superpuesto al tubo interior 150, el eje central 210 se extiende, en general, por el centro y a lo largo de la longitud del tubo exterior 250. En otras palabras, la tubería y los tubos interior y exterior 150, 250 son, de manera ilustrativa, concéntricos, compartiendo o teniendo, de manera ilustrativa, los mismos centros coincidentes y el eje central 210. Los tubos interior y exterior pueden ser de diferente composición o estructura unos con respecto a los otros.

El tubo exterior 250 se extruye sobre el tubo interior 150. En otro ejemplo ilustrativo de un procedimiento adecuado de fabricación, los tubos interior y exterior 150, 250 podrían ser formados como una tubería 50 unitaria. De manera más ilustrativa, el revestimiento 250 podría ser unido al material interior o tubo 150, por ejemplo, y sin limitación, mediante calor, presión, extrusión o fusión. En cualquier caso, el tubo interior 150 podría estar revestido o recubierto con un revestimiento metálico 250 de una composición diferente. El revestimiento 250, por ejemplo, y sin limitación, podría ser seleccionado para aprovechar, por ejemplo, impartiendo, destacando, favoreciendo, minimizando u optimizando alguna propiedad, característica o parámetro deseado tal como, por ejemplo, la conductividad o la resistencia a la corrosión, la erosión, la presión, las tensiones térmicas o similares. El tubo interior 150 podría ser diseñado para aprovechar, por ejemplo, impartiendo, destacando, favoreciendo u optimizando la misma propiedad deseada o una diferente en comparación con el revestimiento. Por ejemplo, el material interior 150 podría ser seleccionado para optimizar el flujo del fluido, la transferencia de calor, la maleabilidad, la duración, el coste del material, el proceso de fabricación o similares.

Tal como se observó, el revestido 150 y el material o materiales 250 de revestimiento pueden ser seleccionados para satisfacer las características o parámetros de funcionamiento deseados u otros requisitos de aplicación, incluidos, por ejemplo, y sin limitación, los requisitos económicos. De manera ilustrativa, el tubo interior puede estar fabricado, pero no es necesario que lo sea, de un material que tenga un coste menor que el del material del revestimiento. De manera ilustrativa, el área de la sección transversal y la configuración del revestimiento exterior pueden ser ajustadas para cumplir con la velocidad resultante del refrigerante, la caída de presión y el tiempo de permanencia en el dispositivo, requeridos para optimizar el dispositivo de funcionamiento del dispositivo. La longitud total del material del revestimiento puede tener, de manera ilustrativa, una forma geométrica constante, en general, en toda su longitud. Por ejemplo, la superficie exterior, de manera ilustrativa, podría ser lisa, o podría incorporar las formas geométricas requeridas para la aplicación. Por ejemplo, la superficie exterior podría incluir dispositivos de retención de escoria o hendiduras o elementos laminares o salientes para montar la tubería 50 en una o varias tuberías 50, y/o un elemento o placa de montaje 93, o directamente un dispositivo tal como un EAF o una parte del mismo. La configuración exterior del tubo de revestimiento puede estar diseñada, asimismo, para tener alas u otros salientes para permitir la conexión de una serie de tuberías entre sí, tal como, por ejemplo, mediante soldadura, si se desea.

Se comprenderá que, en un ejemplo que no está dentro del alcance de la invención, el revestido 150 y los tubos de revestimiento 250 podrían comprender medios tubos o tuberías del tipo descrito, por ejemplo y sin limitación, en la Solicitud de Patente US N° 11/741,769, presentada el 30 de abril de 2007. De manera ilustrativa, solo uno u otro de los tubos 150, 250 podría tener una construcción de medio tubo o semicircular. Una serie de dichos elementos ilustrativos de medio tubo/tubería podrían estar soldados, de manera ilustrativa, sobre un elemento de montaje o placa plana. La soldadura, de manera ilustrativa, por ejemplo, y sin limitación, será a lo largo de los elementos del medio tubo/tubería. En el caso de que se utilice un medio tubo diseñado con alas, una sola soldadura podría unir dos tubos/tuberías adyacentes entre sí. El tubo/tubería o los tubos/tuberías revestidos se conectarán para comprender un circuito de refrigerante de bucle cerrado, ya sea teniendo medios codos de 180 grados, o codos cortados a inglete o cabezales de suministro y retorno. En el caso de que el elemento refrigerado por agua resultante requiera un radio para ser utilizado en el aparato (por ejemplo, el conducto refrigerado por agua o los elementos refrigerados por agua para las paredes laterales de un horno de arco), todo el elemento puede estar diseñado para ser enrollado en forma de un rollo de placa habitual, al radio deseado en un rollo de placa especialmente modificado. Se comprenderá que el grosor total del elemento puede ser reducido en comparación con los elementos habituales de diseño de tubos/tuberías. Esto aumentará de manera efectiva el volumen de trabajo del aparato. Esta invención ofrecerá un material de fabricación de un coste más competitivo para dispositivos de intercambio de calor complejos para la industria del acero, química y energética, así como para otras aplicaciones industriales.

Se comprenderá que las tuberías tienen un material exterior o revestimiento que es diferente del material interior. Dichas tuberías pueden ser utilizadas en numerosos tipos de sistemas de intercambio de calor para su utilización en numerosos tipos de aplicaciones de intercambiadores de calor en numerosas industrias. A continuación, se describirá una de estas utilizaciones en uno de dichos sistemas de intercambio de calor, entendiéndose que la tubería o tuberías descritas en el sistema de intercambio de calor están construidas o formadas con un tubo/material exterior que es diferente del tubo/material interior.

El material del revestimiento del tubo exterior, que puede ser seleccionado en base al requisito de la aplicación, será extrusionado sobre un tubo interior, que puede tener una o varias características, por ejemplo, un bajo coste en

comparación con el material del revestimiento, que difiere o difieren de las del material del revestimiento. El área de la sección transversal y/o la configuración del revestimiento exterior pueden ser ajustadas, de manera ilustrativa, para cumplir con la velocidad resultante del refrigerante, la caída de presión y/o el tiempo de permanencia en el dispositivo, requeridos para optimizar la vida útil del dispositivo.

La longitud total del material del revestimiento puede tener una forma geométrica constante en toda su longitud. La superficie exterior del revestimiento podría ser lisa, o podría incorporar otras formas geométricas requeridas para una aplicación particular, tales como, por ejemplo, y sin limitación, dispositivos de retención de escoria, tales como, por ejemplo, y sin limitación, aletas 96, dispositivos antiescoria, o hendiduras o elementos laminares para facilitar la soldadura de una serie de tuberías entre sí.

La configuración del tubo/tubería de revestimiento exterior se puede diseñar, asimismo, para tener prolongaciones o alas para permitir que la serie de tubos sean soldados entre sí.

La serie de elementos de medio tubo/tubería descritos anteriormente en el presente documento, de manera ilustrativa, pueden estar unidos al dispositivo, tal como un horno, o pueden estar unidos, por ejemplo, y sin limitación, mediante soldadura, a una placa, que, a su vez, puede estar montada en el interior del dispositivo. La soldadura puede ser, de manera ilustrativa, a lo largo de la longitud de los elementos de medio tubo/tubería.

En el caso de que se utilice un medio tubo diseñado con alas, se puede utilizar una sola soldadura, a modo ilustrativo, para unir dos tubos/tuberías adyacentes, entre sí.

El tubo/tuberías revestidos, de manera ilustrativa, pueden estar conectados entre sí en comunicación fluida, para comprender un circuito de refrigerante de bucle cerrado utilizando, por ejemplo, y sin limitación, medios codos a 180 grados, o codos cortados a inglete, o cabezales de suministro y retorno.

En el caso de que el elemento refrigerado por agua resultante requiera un radio para ser utilizado en el aparato (por ejemplo, un conducto refrigerado por agua o elementos refrigerados por agua para las paredes laterales de un horno de arco), todo el elemento puede ser diseñado para ser enrollado formando un rollo de placa habitual, al radio deseado, formando un rollo de placa especialmente modificado.

Una ventaja secundaria del diseño es que el grosor total del elemento puede ser reducido en comparación con los elementos de diseño de los tubos/tuberías habituales. Esto es ventajoso en los equipos del proceso de fabricación de acero, porque aumentará de manera efectiva el volumen de trabajo del aparato.

Esta invención ofrecerá un material de fabricación de un coste más competitivo, en el caso de dispositivos complejos de intercambio de calor, en aplicaciones de la industria del acero, de proceso y energética. Se comprenderá que las realizaciones ilustrativas descritas anteriormente y mostradas en la figura 13 pueden ser aplicadas a numerosas configuraciones y elementos de intercambio de calor, así como a otras composiciones, tal como se describe más adelante en el presente documento.

Con referencia a las figuras 1 a 12, se contemplan otras configuraciones y composiciones. Por ejemplo, el sistema de intercambio de calor o el intercambiador de calor 10 comprende, como mínimo, un panel con una tubería 50 arrollada de manera sinuosa que tiene una entrada 56 y una salida 58, un colector de entrada 84 en comunicación fluida con la entrada, como mínimo, del único panel, un colector de salida 86 en comunicación fluida con la salida, como mínimo, del único panel, y un fluido refrigerante que circula por la tubería. La tubería 50 descrita en el presente documento puede comprender, de manera ilustrativa, tuberías que tienen un tubo interior y un tubo exterior o un revestimiento, como se describe en el presente documento. El sistema de intercambiador de calor 10 refrigera los gases de los humos calientes 36 y el polvo que se está evacuando de un horno 80 metalúrgico y de sus componentes de soporte. La tubería es un montaje de longitudes seccionales de tubos conectados montados uno al lado del otro, en el que los tubos conectados están fijados entre sí con un acoplamiento 82, formando en los mismos, como mínimo, un único panel 50. Se ha determinado que una composición deseable para fabricar la tubería 50 es una aleación de bronce de aluminio. Se ha hallado que las aleaciones de bronce de aluminio tienen una conductividad térmica más alta de lo esperado, una resistencia al ataque químico por la corriente de gases calientes (módulo de elasticidad) y buena resistencia a la oxidación. Por lo tanto, la vida útil del intercambiador de calor se prolonga. La corrosión y la erosión del intercambiador de calor y de los componentes relacionados se reducen cuando son fabricados de bronce de aluminio. El bronce de aluminio tiene una conductividad térmica que es un 41 % más alta que el P22 (aproximadamente un 96 % de Fe, aproximadamente un 0,1 % de C, aproximadamente un 0,45 % de Mn, aproximadamente un 2,65 % de Cr, aproximadamente un 0,93 % de Mo) y 30,4 % más que el acero al carbono (A106B). Los intercambiadores de calor fabricados utilizando el bronce de aluminio, y sus aleaciones, son más eficientes y tienen una vida útil más larga que un horno construido con materiales refractarios, y/u otras aleaciones metálicas.

También se ha determinado que la tubería ilustrativa puede ser extrusionada, y que la extrusión puede ayudar a la tubería a resistir la corrosión, la erosión, la presión y las tensiones térmicas. Dependiendo de la aplicación, el rendimiento se puede mejorar cuando la tubería tiene un nervio alargado que sirve como de aleta o acanaladura 96.

La aleta puede servir para mejorar la refrigeración y recoger la escoria. Si la tubería es extrusionada, no existen líneas de soldadura que pueden fallar asociadas a las aletas, y la tubería sin soldaduras, extrusionada, distribuye el calor de manera más uniforme, lo que a su vez mejora el rendimiento global del sistema del intercambiador de calor. La tubería puede ser curvada o doblada, para que coincida con la curvatura de la pared a la que se está uniendo, si es necesario. Más habitualmente, las secciones individuales de la tubería son sujetadas unas a las otras con un acoplamiento en ángulo, de tal manera que el panel resultante tiene una curvatura que es comparable a la curvatura de la pared.

El sistema de intercambiador de calor tal como se muestra en los dibujos (figuras 1 a 12) emplea colectores y múltiples paneles para mejorar aún más la eficiencia de la refrigeración. La combinación garantiza que circula agua fría por todas las tuberías, optimizando la transferencia de calor en las mismas. La tubería arrollada de manera sinuosa optimiza el área superficial. La tubería se sujeta, en general, mediante acoplamientos y separadores, que permiten que los gases de los humos circulen básicamente alrededor de casi todo el perímetro de la tubería.

En referencia a la figura 1, un intercambiador de calor 10 ilustrativo se muestra en un conducto 44 de gases de escape que tiene una pared 94 con un lado interior de la pared 93 y un lado exterior de la pared 95. La pared 94 está parcialmente recortada para ver el interior del conducto 44. El conducto 44 mostrado es elíptico, una construcción de ingeniería seleccionada para aumentar el área de la superficie con respecto a un conducto circular. El conducto está dividido en cuatro cuadrantes, numerados del 1 al 4, tal como lo indican las líneas de trazos de las abscisas y ordenadas. En la presente invención, el intercambiador de calor utiliza cuatro paneles de tubería arrollada de manera sinuosa, cada uno con una entrada 56 y una salida 58. Cada panel está montado con los acoplamientos 52 que sirven como separadores y elementos de sujeción, para sujetar las tuberías 50, y en ellos se establece la posición relativa de una longitud de tubería seccional con respecto a las secciones de tubería adyacentes. Los paneles, 1 a 4, están montados en la pared interior 93 del conducto 44. Cada panel está en comunicación fluida con un colector de entrada 84 y un colector de salida 86. Los colectores 84 y 86 están montados en el lado exterior 95 de la pared 94, y rodean sustancialmente el conducto 44. La tubería 50 está orientada de manera que sea sustancialmente colineal con la pared del conducto 44. La orientación se selecciona en función de que sea más fácil de fabricar y produzca menos caída de presión a lo largo del conducto. Ambos extremos del conducto 44 están terminados con una brida 54 que permite que el conducto de refrigeración sea acoplado a otro conducto. Cada conducto es, sustancialmente, una unidad de refrigeración modular independiente. La modularización permite que la fabricación de los conductos sea hasta cierto punto genérica. Cada conducto tiene una capacidad de refrigeración, y los conductos son combinados en número suficiente para conseguir la refrigeración deseada. La modularización se debe, en parte, al hecho de que el sistema de intercambiador de calor se compone de paneles refrigerados individualmente que tienen una capacidad de refrigeración conocida, que, cuando se combinan, determinan la capacidad de refrigeración del conducto. La capacidad de refrigeración acumulativa está, en última instancia, en función del tipo, el número y la configuración de los paneles, y de la temperatura y el caudal del fluido refrigerante proporcionado por los colectores. Los paneles son, en gran parte, componentes modulares sustancialmente independientes que también son relativamente genéricos. El conducto 44 de evacuación de humos tiene, habitualmente, un par de soportes de montaje con el número 62 para unir el conducto a un bastidor o soporte.

Los elementos exteriores del conducto y el sistema de intercambiador de calor se muestran en las figuras 1a, 1b, 1c y 1d. El conducto 44 puede estar equipado con un elemento o elementos, o un soporte o soportes 60 de montaje para unir el conducto al techo del horno, a una cámara de gases de escape (que, en ocasiones, se denomina caja de aire 48), o para proporcionar soporte a la brida 54. Con referencia a la figura 1b, el conducto 45 acodado está conectado a un conducto de evacuación recto 44 que, a su vez, está conectado a una cámara de gases de escape 48. El conducto en forma de codo 45 tiene soportes de techo 60 para fijar el codo 45 al techo de un horno. Un anillo de humos 66 sobresale de la entrada del conducto 45 acodado. Tal como se puede ver en las figuras 2 a 4 y la figura 8, el anillo de humos 66 es el intercambiador de calor 10 que tiene una configuración circular. El conducto acodado tiene un colector de entrada 84 y un colector de salida 86. El colector de entrada 84 está conectado a una fuente de agua de refrigeración en 88 y el colector de salida 86 está conectado a una salida de reciclado 90. El conducto 45 acodado y el conducto 44 recto están acoplados mediante sus respectivas bridas 54. El conducto 44 recto y la cámara de gases de escape 48 están acoplados por medio de sus respectivas bridas 54. La cámara de gases de escape 48 tiene, preferentemente, un mecanismo de liberación de la presión en caso de que se produzca una explosión en el horno. La cámara de gases de escape 48 sirve, asimismo, de caja de conexión si se requiere una capacidad adicional en una fecha posterior. Con referencia a la figura 1c, los gases de los humos parcialmente refrigerados que salen del horno son desviados 90 grados respecto al resto del sistema de evacuación 16. La longitud del sistema es suficiente para refrigerar los gases de escape que salen de un horno metalúrgico, tal como un EAF o un BOF, a una temperatura comprendida entre 2.204,4 °C y 2.760 °C (4.000 °F y 5.000 °F) hasta una temperatura comprendida entre 93 °C y 177 °C (200 °F y 350 °F). Tal como se muestra en la figura 1d, el sistema de refrigeración completo al exterior del horno está compuesto por 8 pares de colectores después de la cámara de gases de escape 48, más 2 pares antes de la cámara de gases de escape 48 y un anillo de humos. Cada par de colectores tiene 4 paneles de intercambiador de calor, lo que eleva el número total a 40 paneles, más el panel de anillo de humos 66. El anillo de humos puede ser montado en el techo del horno, en lugar de en un conducto, y a continuación, se expone una explicación de esta configuración.

Con referencia a las figuras 2 a 4, que muestran adicionalmente el sistema de intercambiador de calor configurado como un anillo de humos, en el que el anillo de humos 66 está compuesto por tuberías arrolladas de manera sinuosa, que se enrollan hacia adelante y hacia atrás formando un panel curvado que es un anillo elipsoidal. El anillo elipsoidal tiene una entrada y una salida para el agua de refrigeración. De manera alternativa, el anillo de humos puede estar configurado para tener más de una entrada y salida. En la realización ilustrativa, el intercambiador de calor 10 tiene tres soportes del anillo de humos 64 para montar el intercambiador de calor en el techo abovedado de un horno. La tubería 50, tal como se muestra en la figura 3, está más comprimida a la derecha que a la izquierda, y el soporte 64 a la izquierda está abajo en la izquierda que en la derecha. La compresión y la diferente colocación del soporte compensan la inclinación del techo, lo que da como resultado un perfil que es sustancialmente vertical. Los acoplamientos 82 establecen no solo la curvatura del panel de tubería 50 arrollada de manera sinuosa, sino también el perfil.

Con referencia a la figura 8, el horno ilustrativo está mostrado como un horno 80 de tipo EAF. Se debe entender que el EAF dado a conocer es solo para explicación, y que la invención se puede aplicar fácilmente en hornos de tipo BOF y similares. En la figura 8, un EAF 80 incluye la carcasa 12 del horno, una serie de electrodos 14, un sistema de evacuación 16, una plataforma de trabajo 18, un mecanismo 20 basculante de balancín, un cilindro basculante 22 y una cámara de gases de escape 48. La carcasa 12 del horno está dispuesta de manera movable sobre el balancín basculante 20 u otro mecanismo de basculación. Además, el balancín basculante 20 es accionado por el cilindro basculante 22. El balancín basculante 20 está fijado además sobre la plataforma 18 de trabajo.

La carcasa 12 del horno se compone de un hogar 24 de cubeta, una pared lateral, en general, cilíndrica 26, un vertedor 28, la puerta 30 del vertedor y un techo 32 circular en general cilíndrico. El vertedor 28 y la puerta 30 del vertedor están ubicados en un lado de la pared lateral cilíndrica 26. En la posición abierta, el vertedor 28 permite que el aire 34 que penetra, entre en el hogar 24 y queme parcialmente los gases 36 producidos por la fusión. El hogar 24 está formado de un material refractario adecuado que es conocido en la técnica. En un extremo del hogar 24 hay una caja de vertido que tiene un grifo 38 en su extremo inferior. Durante la operación de fusión, el grifo está cerrado con un tapón refractario o una compuerta deslizable. A continuación, la carcasa 12 del horno se inclina, el grifo 38 se destapa o se abre y el metal fundido se vierte en una cuchara de colada, una artesa u otro dispositivo, según se desee.

La pared interior 26 de la carcasa 12 del horno está equipada con paneles 40 refrigerados por agua de tuberías 50 arrolladas de manera sinuosa. Los paneles, en efecto, sirven como de pared interior en el horno 80. Los colectores, que suministran agua fría y un retorno, están en comunicación fluida con los paneles 40. Habitualmente, los colectores están posicionados de manera periférica, de manera similar a los conductos 44 de evacuación mostrados. La sección transversal de los colectores se muestra fuera de la carcasa 12 del horno en la figura 8. El sistema de intercambiador de calor 10 produce un funcionamiento más eficiente y prolonga la vida útil del horno EAD 80. En una realización ilustrativa, los paneles 40 están ensamblados de tal manera que la tubería arrollada de manera sinuosa tiene una orientación, en general, horizontal, comparable al anillo de humos mostrado en las figuras 2 a 4. La tubería 50 puede estar unida a un acoplamiento 82, tal como se muestra en la figura 7, o puede tener una base 92 que está montada en la pared 94. Habitualmente, con la última configuración, la tubería tiene nervios 96 alargados para recoger la escoria y añadir un área superficial adicional a la tubería. De manera alternativa, los paneles 40 están montados de tal manera que la tubería 50 arrollada de manera sinuosa tiene una orientación, en general, vertical, tal como se muestra en la figura 5. Los extremos superiores de los paneles 40 definen un borde circular en el margen superior de la parte de la pared lateral 26 del horno 80.

El sistema de intercambiador de calor 10 puede ser instalado en el techo 32 del horno 80, en el que los paneles 40 refrigerados por agua tienen una curvatura que sigue sustancialmente el contorno abovedado del techo 32. El sistema del intercambiador de calor 10, de manera ilustrativa, se despliega en el interior de la pared lateral 26 del horno 80, el techo 32 y la entrada del sistema de evacuación 16, así como en todo el sistema de evacuación 16. Acumulativamente, el sistema de intercambiador de calor protege el horno y refrigera los gases residuales 36 calientes, cuando son conducidos a una cámara de bolsas o a otro filtro, y a instalaciones de tratamiento de aire, en las que se recoge el polvo y los gases son expulsados a la atmósfera.

En funcionamiento, los gases residuales 36 calientes, el polvo y los humos se eliminan del hogar 24 a través del orificio 46 en la carcasa 12 del horno. El orificio 46 se comunica con el sistema de evacuación 16 compuesto por los conductos 44 de humos, tal como se muestra en las figuras 1 y 1a a 1d.

En referencia a la figura 5, el panel 40 tiene una serie de tuberías 50 dispuestas axialmente. Los codos 53 en forma de U conectan longitudes seccionales adyacentes de tuberías 50 entre sí, para formar un sistema continuo de tuberías. Los acoplamientos 82 que sirven, adicionalmente, como separadores están entre las tuberías 50 adyacentes, y proporcionan la integridad estructural del panel 40 y son determinantes de la curvatura al panel 40.

La figura 7 es una vista, en sección transversal, de la realización del panel de la figura 5. Una variante se muestra en la figura 6, en la que las tuberías 50 tienen una sección transversal tubular, una base 92, un nervio 96 alargado y una placa base 93. La placa base 93 está unida a la pared 26 del horno, o al techo 32 del horno. La combinación de las tuberías y, opcionalmente, la placa base, forma el panel 40, que crea una pared interior del horno. Los paneles

40, de manera ilustrativa, refrigeran la pared 26 del horno por encima del hogar en un EAF, o la campana y los conductos de humos de un BOF.

Los paneles son refrigerados por agua y pueden estar formados de cualquier material adecuado o combinación de materiales, tal como se ha descrito anteriormente en este documento, incluyendo, por ejemplo, y sin limitación, una aleación de bronce de aluminio que es fundida y procesada a medida para formar una tubería 50 sin soldadura. El tubo exterior 250 comprende bronce de aluminio, mientras que el tubo interior 150 puede comprender una calidad o grosor diferente del bronce de aluminio o un material completamente diferente. Los conductos 44 de refrigeración están incorporados en el sistema de evacuación 16. Además, la tubería 50 está formada en los paneles 40 de refrigeración y colocada a lo largo del techo 32 y de los conductos 44. La aleación de bronce de aluminio tiene, deseablemente, una composición nominal de: 6,5 % de Al, 2,5 % de Fe, 0,25 % de Sn, 0,5 % máximo de otros, y el Cu completa hasta el equilibrio. No obstante, se comprenderá que la composición puede variar, de modo que el contenido de Al sea, como mínimo, del 5 % y no más del 11 %, comprendiendo el compuesto de bronce el resto respectivo.

La utilización de la aleación de bronce de aluminio como el material del revestimiento exterior 250 proporciona propiedades mecánicas y físicas mejoradas sobre los dispositivos de la técnica anterior (es decir, sistemas de refrigeración de acero al carbono o inoxidable) por que la aleación proporciona una conductividad térmica, dureza y módulo de elasticidad excelentes para la fabricación de acero en un horno. Empleando estas mejoras, la vida útil del horno aumenta de manera directa.

Además de las excelentes características de transferencia de calor, la capacidad de alargamiento de la aleación es mayor que la del acero o del acero inoxidable, permitiendo, por lo tanto, que la tubería y los conductos 44 se dilaten y contraigan sin agrietarse. Además, la dureza de la superficie es superior a la de la técnica anterior, por lo que reduce los efectos de la erosión por el efecto de chorro de arena de los desechos de gases de escape.

En las tuberías mostradas en la figura 6, el nervio alargado 96 es una aleta o estría que es especialmente adecuada para recoger escoria. La masa a cada lado de la línea central de la sección tubular es ilustrativa y, en general, equivalente, de modo que la masa del nervio alargado 96 es aproximadamente igual a la masa de la base 92. Al equilibrar la masa y emplear aleaciones de bronce de aluminio extrusionado, la tubería resultante está sustancialmente libre de elevadores de tensión. La tubería dada a conocer tiene mejores características de tensión, y los paneles de intercambio de calor fabricados con estas tuberías están menos sujetos a averías producidas por cambios bruscos de temperatura, por ejemplo, durante el ciclo del horno.

La composición de los sistemas ilustrativos de intercambiadores de calor difiere de la técnica anterior en que las tuberías y las placas en la técnica anterior estaban compuestas de un solo material tal como acero al carbono o acero inoxidable o aleación de bronce de aluminio, a diferencia de una combinación de materiales tales como, por ejemplo, y sin limitación, acero al carbono, acero inoxidable y/o aleación de bronce de aluminio. Tal como se observó, la utilización de bronce de aluminio para el tubo exterior 250 ofrece varias ventajas sobre otros materiales. Por ejemplo, y sin limitación, la composición de la aleación del bronce de aluminio no es tan propensa al ataque ácido. Además, se ha determinado que el bronce de aluminio tiene una velocidad de transferencia de calor más elevada que el acero al carbono o el acero inoxidable, y que la aleación tiene la capacidad de dilatarse y contraerse sin agrietarse. Asimismo, la dureza de la superficie de la aleación es mayor que la de cualquier acero, lo que reduce los efectos de erosión de la superficie por el efecto de chorro de arena de los gases de escape que se mueven a través del sistema de conductos/refrigeración.

En otra realización ilustrativa, se consigue un flujo similar del fluido refrigerante a través del sistema de intercambiador de calor mediante la utilización de un canal arrollado de manera sinuosa. El canal 122 está formado por deflectores 124 intercalados entre una placa delantera 120 y la placa base 93. La figura 9 muestra una realización del sistema de intercambiador de calor 10 que utiliza deflectores. En la realización ilustrativa, el sistema de intercambiador de calor 10 es un conducto 45, en el que la placa delantera 120 está en el interior del conducto 45. En la realización ilustrativa, la placa base 93 actúa, asimismo, como pared exterior del conducto 45. El conducto tiene bridas 54 para acoplar un conducto a otro conducto, o para acoplarlo a una caja de aire 48, o acoplarlo al techo 32 del horno 80. En la realización ilustrativa, el fluido refrigerante entra y sale del plano del papel. Tal como se muestra, solo hay un panel 41, y está en comunicación fluida con un colector de entrada (no mostrado) y un colector de salida (no mostrado). Los colectores están montados en el lado exterior de la placa base 93.

La figura 10 muestra el sistema de intercambiador de calor 10 configurado como una pared interior 47 del horno, que es el panel de refrigeración 41. La pared interior 47 del horno está fabricada para seguir el contorno de la pared 26 de la carcasa 12 del horno. El panel 41 tiene deflectores 124 montados entre la placa delantera 120 y la placa base 93. El sistema tiene una entrada 56 y una salida 58 para el fluido refrigerante. Los colectores, que suministran agua fría y un retorno, están en comunicación fluida con el panel 41. Aunque solo se muestra un panel, la aplicación podría configurarse para tener una serie de paneles. La placa delantera 120 y los deflectores 124, de manera ilustrativa, tienen una composición de aleación de bronce de aluminio. Los deflectores están soldados, de manera ilustrativa, a la placa delantera a lo largo del borde longitudinal 126. La placa base está unida al borde longitudinal opuesto, formando en el mismo el canal 122. El canal 122 se puede ver en la esquina del lado izquierdo de la figura

10. Se debe tener en cuenta que el flujo del fluido refrigerante está arrollado de manera sinuosa en forma de espira, de manera muy similar al flujo a través del conjunto de tuberías montadas una al lado de la otra, tal como se muestra en la figura 5. Los colectores no se muestran en la realización 45 o 47, pero están colocados de manera periférica, tal como se ha mostrado anteriormente en la figura 2)

5

Con referencia a la figura 11, muestra una pared interior 49 del horno refrigerada con un panel 43 que tiene una serie de toberas 125 de pulverización. El intercambiador de calor tiene una placa delantera 120 de bronce de aluminio, tuberías 50 dotadas de toberas 125 y una placa base 93. La placa delantera 120 está directamente expuesta al calor, a los gases de escape y a la escoria producidos por el proceso de fabricación del acero. Las toberas 125 pulverizan el fluido refrigerante desde la placa base hacia la parte posterior de la placa delantera 120.

10

Con referencia a la figura 12, es una vista en sección transversal, de una caja de aire 48 que es refrigerada utilizando un sistema de intercambiador de calor que utiliza toberas 125 de pulverización. Las cuatro placas delanteras de bronce de aluminio 120 ilustrativas definen el interior de la caja de aire 48. La serie de toberas 125 en la tubería 50, dirigen una disposición de pulverización de fluido refrigerante al lado posterior de la placa delantera 120. La placa base 93 sirve como soporte para las tuberías 50 ilustrativas, así como de pared exterior para la caja de aire 48. La placa delantera 120 está suficientemente desplazada de la serie de toberas para que el fluido refrigerante se pulverice en una disposición superpuesta. La superposición es suficiente para cubrir una zona, lo que reduce el número de arrollamientos en espira necesarios para refrigerar la placa delantera. En la realización ilustrativa en la figura 12 se muestra un conjunto de solo dos tuberías, cada una con una entrada 56 y una salida 58. No mostradas, podría haber muchas más tuberías con toberas. Revisando la figura 11, las tuberías están conectadas con codos 53 en forma de U, y se pueden utilizar conexiones similares en la caja de aire 48. Tal como se muestra, solo hay un panel 43 que tiene, como mínimo, una entrada y una salida.

15

20

25

Se comprenderá que otros tipos de tubos/tuberías caen dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, aunque la sección del tubo exterior tiene una superficie exterior, o límite exterior 252, que es completamente arqueado y, en general, ininterrumpido o liso, también puede tener partes, por ejemplo y sin limitación, que pueden ser, en general, planas, por ejemplo, la base 92, o puede tener salientes. Los salientes pueden comprender las aletas o estrías 96 descritas anteriormente, también pueden comprender partes planas que se extienden horizontalmente o alas que se extienden desde la base. De manera alternativa, las partes planas pueden definir muescas o hendiduras o cualquier otra superficie adecuada dependiendo de la necesidad de favorecer o impedir cualquier tipo de característica de funcionamiento, por ejemplo, y sin limitación, la necesidad de favorecer o impedir la retención de cualquier material extraño, incluyendo, por ejemplo, escoria o material silicioso. De manera ilustrativa, las muescas o hendiduras pueden ser, por ejemplo, y sin limitación, en pendiente, rectangulares, dentadas, ovaladas, etc. El grosor de la superficie al descubierto lisa/dentada de la tubería o tuberías 50 puede ser diseñado para optimizar la transferencia de calor y los requisitos mecánicos del proceso. La parte de soporte de la tubería o tuberías 50, de manera ilustrativa, puede tener cualquier configuración geométrica adecuada que incluye, por ejemplo, y sin limitación, redonda, cuadrada o redondeada, o de otro modo. Los tubos/tuberías pueden tener cualquier fluido, incluido, por ejemplo, un líquido tal como, por ejemplo, agua, o un gas tal como, por ejemplo aire, dirigido o que circula a través de los mismos, para crear una transferencia de calor y una refrigeración del equipo, si es necesario, mediante el proceso.

30

35

40

No importa el tipo de tubería o tuberías 50, una o varias tuberías, por ejemplo, arqueada, acanalada, plana y/o con muescas, puede ser acoplada en cualquier combinación con una o varias de cualquier otro tipo de tubería 50, por ejemplo, arqueada, acanalada, plana y/o con muescas. Por ejemplo, y sin limitación, las tuberías 50 ilustrativas, solas o acopladas entre sí en cualquier combinación de tuberías lisas, acanaladas, arqueadas, con hendiduras, con muescas, con alas o de otro tipo, se pueden acoplar o montar dentro de la parte funcional o zona de un aparato, sistema o equipo de procesamiento de metales, incluyendo la fijación al techo del sistema, a la pared lateral, a un conducto, casquillo del quemador o, a otro equipo o zona del sistema requerida para la fusión y el refinado de metales, por ejemplo, y sin limitación, en un horno de arco eléctrico (EAF), un horno de fusión, un horno metalúrgico, un dispositivo metalúrgico de cuchara y/o un dispositivo de desgasificación (VAD, AOD, etc.). La tubería o tuberías se pueden colocar, de manera ilustrativa, en el equipo, entre el interior y una pared del sistema. En otras palabras, la parte de conducción de la tubería está expuesta al metal caliente o a los gases que emanan del mismo, mientras que la parte de soporte está unida directamente a la pared, al techo o a otra estructura interior del sistema o a una placa que está unida al sistema. La parte de soporte puede estar unida o acoplada al sistema de manera directa, o puede estar unida a una placa de montaje o a otro componente adecuado, que, a su vez, está montado o acoplado con una pared, techo, o similar del sistema tal como, por ejemplo, y sin limitación, un EAF. Las tuberías 50 se pueden acoplar utilizando cualquier procedimiento adecuado, incluida la soldadura por puntos en uno o ambos lados de las partes de conducción, u otros procedimientos adecuados conocidos por los expertos en la técnica. De manera similar, las secciones de soporte se pueden unir o acoplar a la estructura de soporte del sistema o a la placa utilizando cualquier procedimiento adecuado, incluyendo, por ejemplo, y sin limitación, la soldadura. Cualquier fluido adecuado, tal como, por ejemplo, y sin limitación, cualquier gas o líquido, puede ser dirigido a través del núcleo 200 para facilitar la transferencia de calor.

45

50

55

60

65

De manera ilustrativa, las tuberías 50 pueden ser fabricadas utilizando cualquier proceso adecuado, que incluye ser laminadas en frío, laminadas en caliente, estiradas, extrusionadas o moldeadas. De manera ilustrativa, las tuberías

pueden ser fabricadas a partir de metales ferrosos, acero, cobre, aleación de acero/ferrosa o aleaciones de cobre, níquel, titanio, aleaciones de bronce, incluidas aleaciones de bronce de aluminio y aleaciones de bronce de níquel, y otros materiales adecuados y combinaciones de los mismos. Las tuberías pueden ser sin soldadura o soldadas según diseño. De manera ilustrativa, por ejemplo, si las tuberías son extrusionadas, la masa a ambos lados de la línea central es sustancialmente igual.

A partir de lo anterior, es evidente que hemos inventado un sistema mejorado de intercambiador de calor, construido de aleaciones de bronce de aluminio, en el que se ha encontrado que las aleaciones de bronce de aluminio tienen una conductividad térmica más alta de lo esperado, resistencia al ataque químico por la corriente de gases calientes y buena resistencia a la oxidación. Además, hemos dispuesto un sistema de intercambiador de calor en el que la vida útil del intercambiador de calor se prolonga, ya que la corrosión y la erosión del intercambiador de calor y los componentes relacionados se reducen cuando están fabricados con aleación de bronce de aluminio.

Adicionalmente, está previsto un sistema de intercambiador de calor que puede ser adaptado para refrigerar los gases de escape que emanan de un horno de fabricación de acero, en el que el sistema de intercambiador de calor puede ser instalado en las paredes del horno, en el techo del horno, en un orificio de salida del anillo de humos, en una sección recta de un conducto de salida y en una sección curvada de un conducto de salida. El sistema de intercambiador de calor refrigera los gases de escape que salen de un horno metalúrgico tal como un EAF o un BOF a una temperatura comprendida entre 2.204,4 °C y 2.760 °C (4.000 °F y 5.000 °F) hasta una temperatura comprendida entre 93 °C y 177 °C (200 °F y 350 °F).

La invención proporciona un sistema de intercambiador de calor que puede ser adaptado para recoger y enfriar la escoria, en el que la tubería arrollada de manera sinuosa es una tubería sin soldadura, extrusionada, que tiene un nervio alargado, y la tubería resiste la corrosión, la erosión, la presión y las tensiones térmicas.

Asimismo, está previsto un intercambiador de calor que tiene otras aplicaciones, tales como el enfriamiento de los gases de escape de plantas de conversión, plantas de fabricación de papel, plantas de generación de energía eléctrica a carbón y gas, y otros generadores de gases de escape, en los que los gases son refrigerados con el objeto de captar uno o varios componentes del gas, en el que la captación se efectúa por condensación, por absorción en un lecho de carbón o por filtración.

Se debe entender que la descripción anterior y las realizaciones específicas son meramente ilustrativas del mejor modo de la invención y de los principios de la misma, y que los expertos en la técnica pueden hacer diversas modificaciones y adiciones al aparato, sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de intercambio de calor, que comprende:

- 5 una tubería que incluye un tubo interior adecuado para transportar fluido refrigerante y un tubo exterior que está superpuesto y en contacto con el tubo interior, **caracterizado por que** el tubo interior está fabricado de un primer material seleccionado y el tubo exterior está fabricado de un segundo material seleccionado diferente al primer material seleccionado, comprendiendo el segundo material seleccionado una aleación de bronce de aluminio, en el que el tubo interior y el tubo exterior son coaxiales y son de la misma extensión;
- 10 en el que el tubo exterior es extrusionado sobre el tubo interior; y
en el que el sistema de intercambio de calor está adaptado para su utilización en un horno metalúrgico para refrigerar los gases de escape a temperaturas comprendidas entre 2.204,4 °C y 2.760 °C (4.000 °F y 5.000 °F).

15 2. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1, en el que el primer material seleccionado está seleccionado de la lista que comprende un metal ferroso, acero, cobre, aluminio, una aleación ferrosa de acero, una aleación de cobre, níquel, titanio, una aleación de bronce, una aleación de bronce de aluminio y una aleación de bronce de níquel.

20 3. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 2, en el que el primer material seleccionado comprende bronce de aluminio.

4. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1, en el que el tubo interior está definido por un primer límite interior y un primer límite exterior; y el tubo exterior está definido por un segundo límite interior y un segundo límite exterior, estando superpuesto el segundo límite interior al primer límite exterior.

25 5. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 4, en el que el segundo límite exterior es, en general, arqueado, para impedir la recogida de material extraño sobre el mismo.

30 6. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 4, en el que el segundo límite exterior incluye uno o varios nervios alargados o el segundo límite exterior incluye una parte, en general, plana, que tiene una muesca en la misma, para favorecer la recogida de material extraño en la misma.

35 7. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 4, en el que el segundo límite exterior incluye una parte, en general, plana.

8. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1, en el que el primer material seleccionado está seleccionado para aprovechar un caudal del fluido a través del tubo interior, y la aleación de bronce de aluminio ha sido seleccionado para aprovechar la resistencia al contacto con los gases corrosivos.

40 9. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1 en el que el primer material seleccionado ha sido seleccionado para optimizar un caudal de fluido a través del tubo interior y la aleación de bronce de aluminio ha sido seleccionada para optimizar la larga duración del tubo exterior.

45 10. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1, en el que la tubería comprende una media tubería, una tubería unitaria, una tubería de paredes gruesas, una tubería metálica o una placa, estando acopladas la placa y la tubería entre sí.

50 11. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 4, en el que el primer límite interior define un núcleo hueco configurado para transportar a través del mismo un fluido.

12. Procedimiento de protección del equipo, que comprende las etapas de:

55 equipar la pieza del equipo con un sistema de intercambio de calor que incluye una tubería que tiene un tubo exterior y un tubo interior, estando superpuesto el tubo exterior sobre el tubo interior y en contacto con el mismo, siendo adecuado el tubo para transportar fluido refrigerante;
en el que el sistema de intercambio de calor está adaptado para su utilización en un horno metalúrgico para enfriar los gases de escape a temperaturas comprendidas entre 2.204,4 °C y 2.760 °C (4.000 °F y 5.000 °F), y en el que el procedimiento comprende, además:

60 seleccionar la composición del tubo exterior de una aleación de bronce de aluminio para aprovechar la resistencia al contacto del lado caliente con los gases de escape; y
seleccionar la composición del tubo interior para aprovechar el caudal del fluido a través del tubo interior.

65 13. Procedimiento, según la reivindicación 12, en el que la composición del tubo exterior está seleccionada para optimizar la larga duración del tubo exterior, y la composición del tubo interior está seleccionada para optimizar el caudal del fluido a través del tubo interior.

14. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 1, que comprende, además, un elemento de montaje, en el que el elemento de montaje y la tubería están acoplados entre sí.
- 5 15. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 14, en el que el primer material seleccionado ha sido seleccionado de la lista que comprende un metal ferroso, acero, cobre, aluminio, una aleación ferrosa de acero, una aleación de cobre, níquel, titanio, una aleación de bronce, una aleación de bronce de aluminio y una aleación de bronce de níquel.
- 10 16. Sistema de intercambio de calor, según la reivindicación 14, en el que el elemento de montaje comprende una placa, en el que la placa está configurada para montar juntos la tubería y una pieza del equipo para ser protegido mediante el sistema.

Fig.1

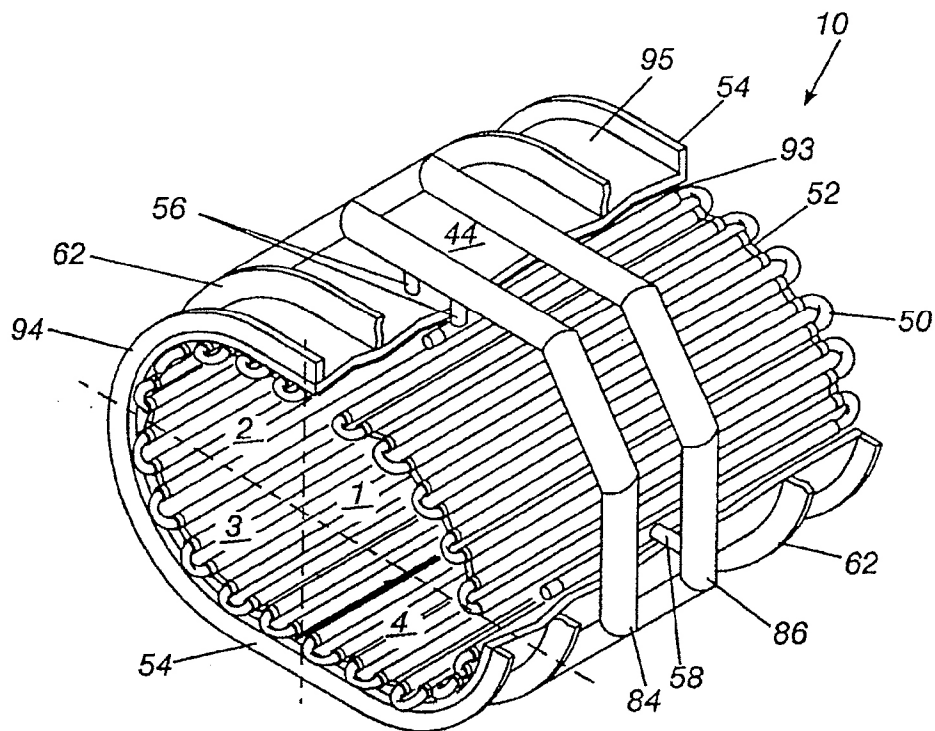
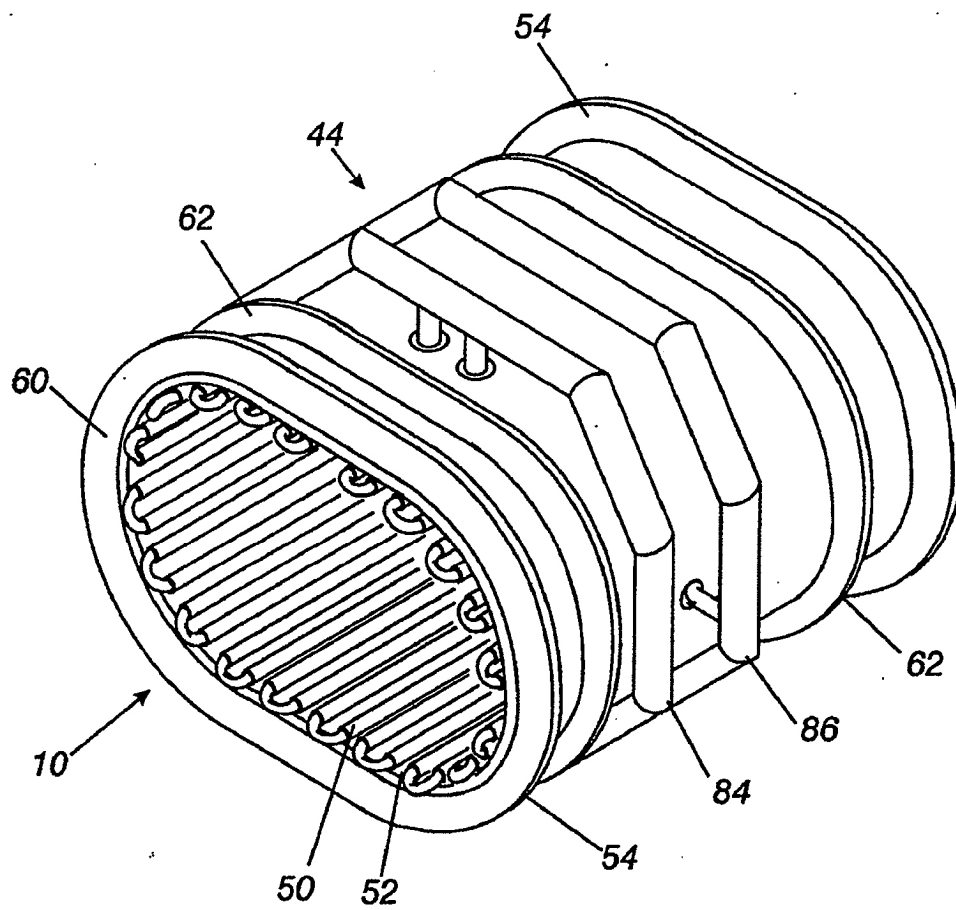


Fig.1a



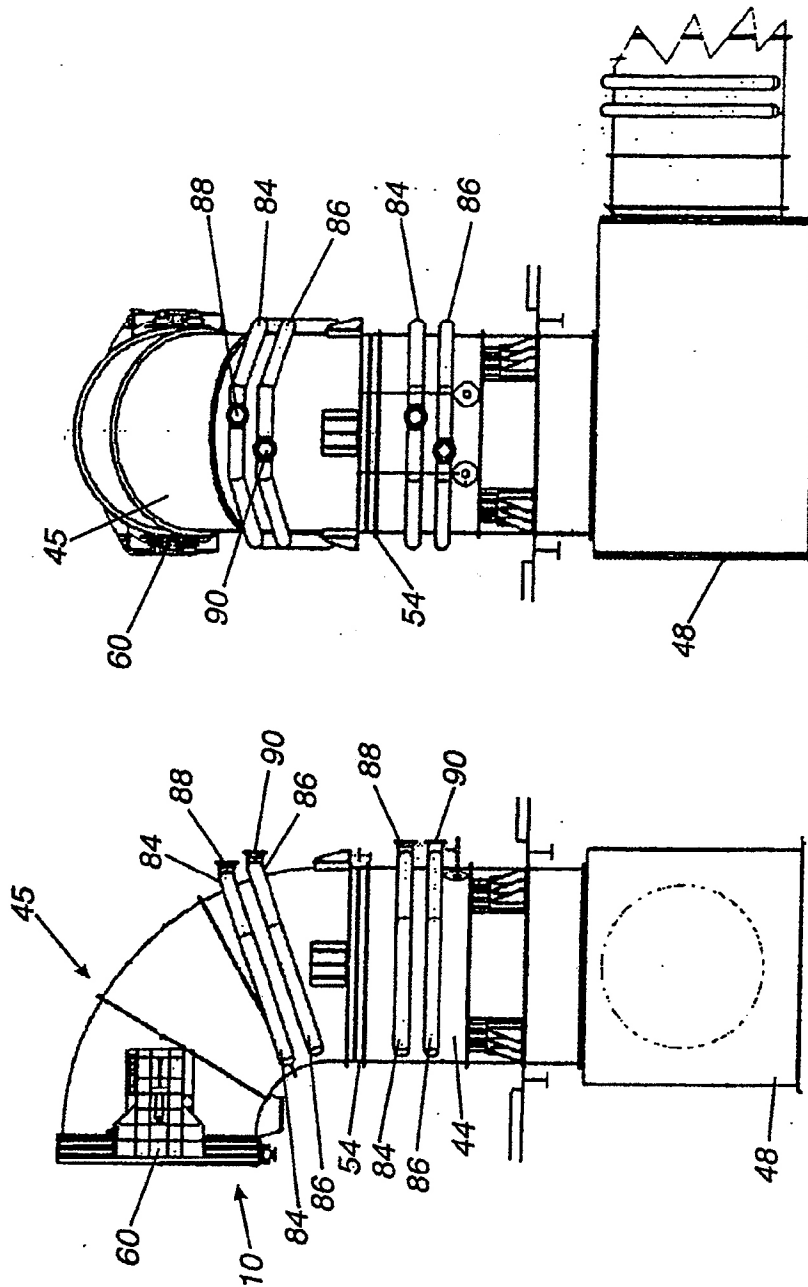
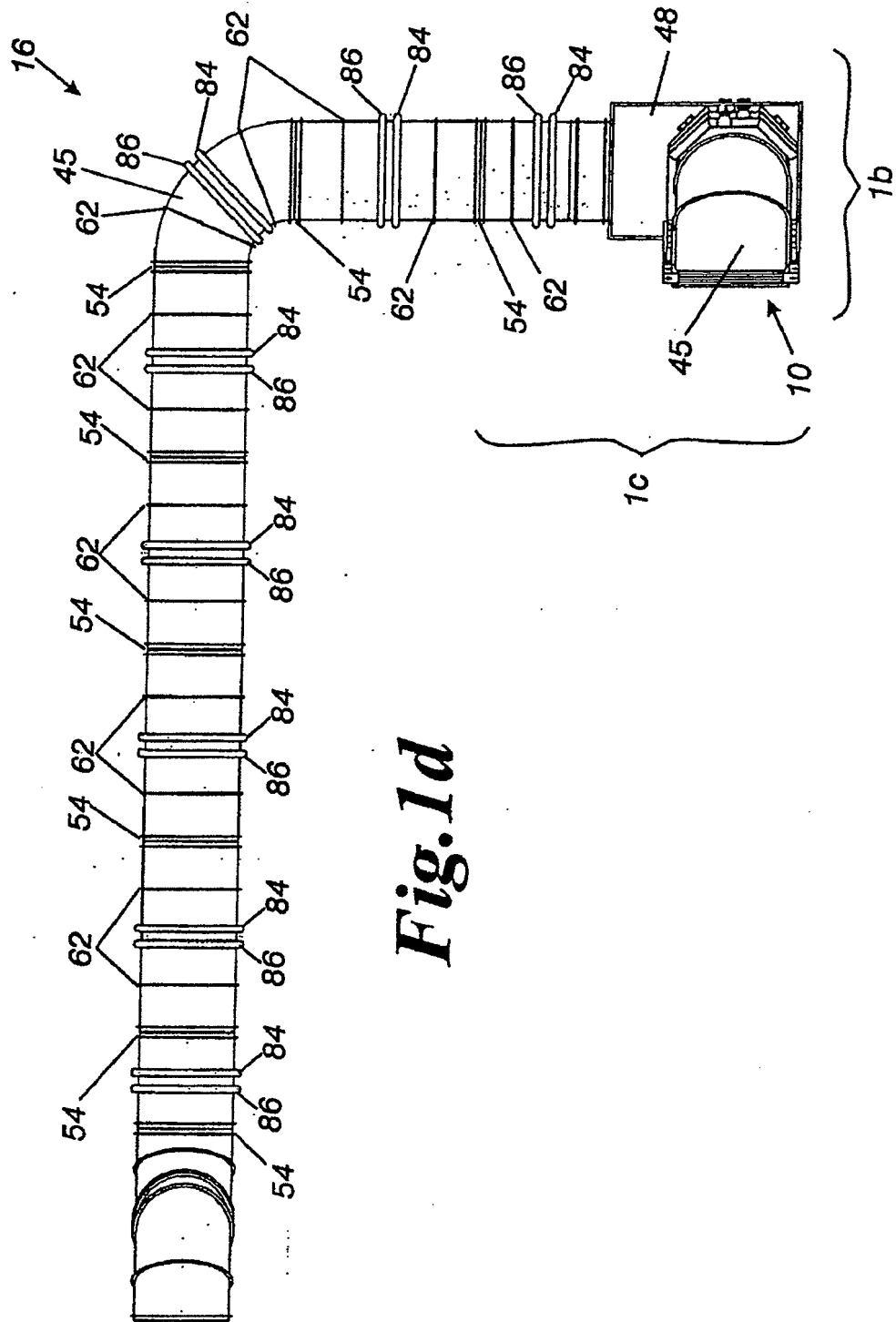
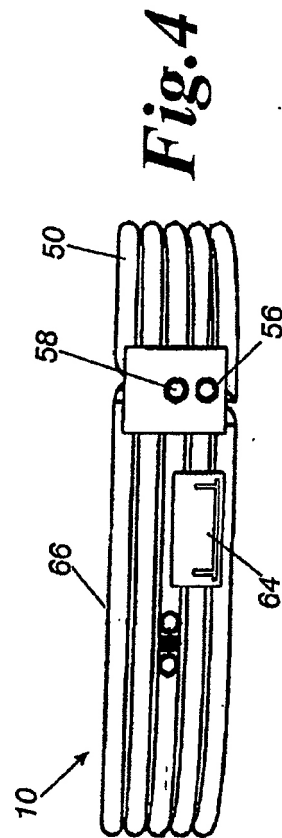
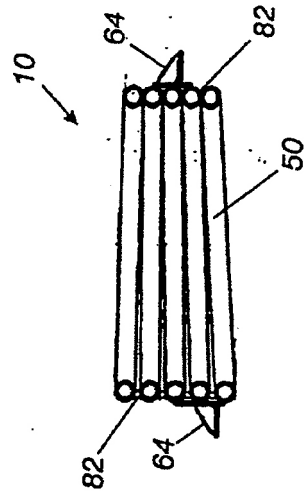
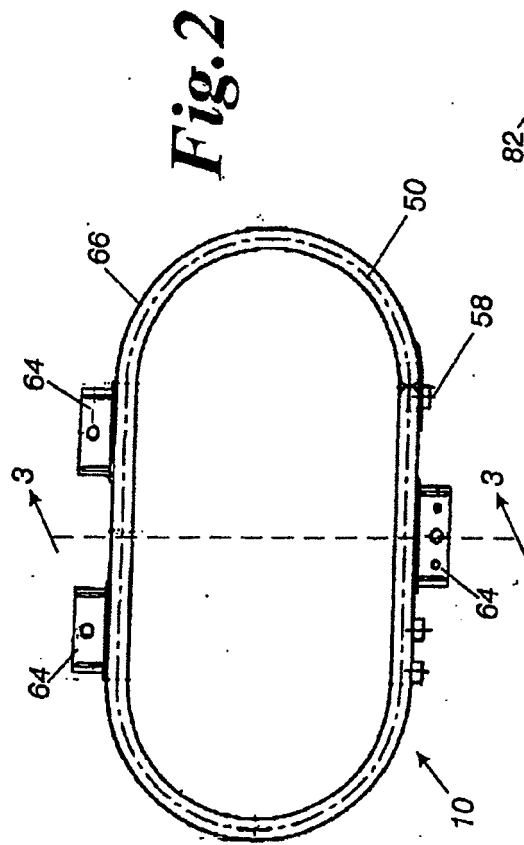


Fig. 1c

Fig. 1b





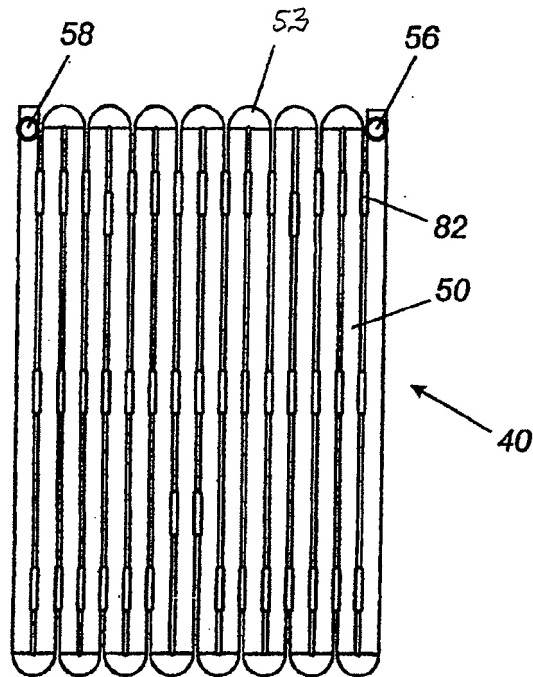


Fig. 5

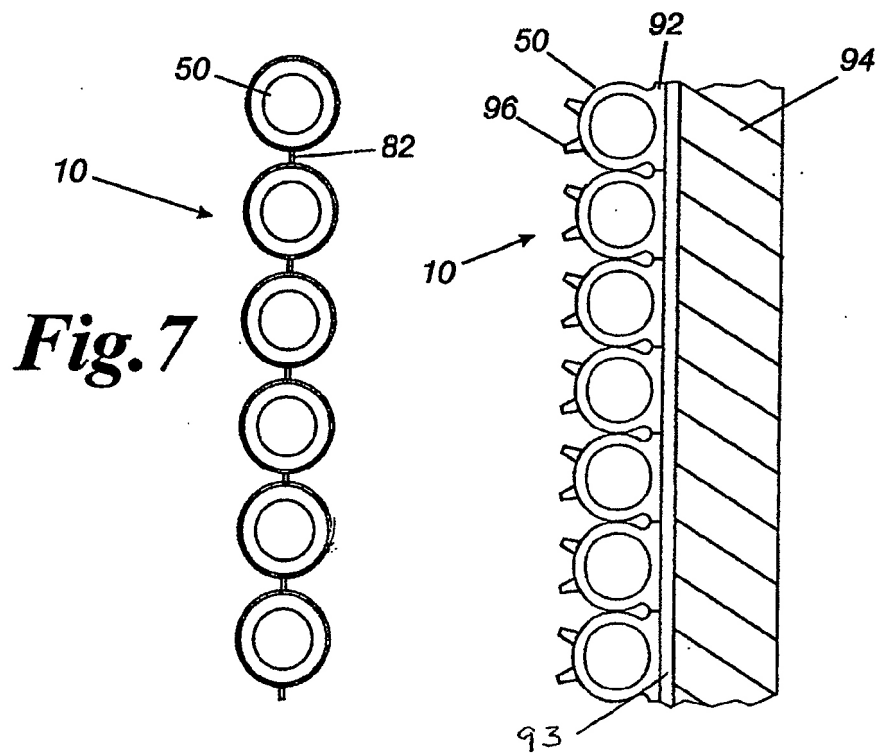


Fig. 7

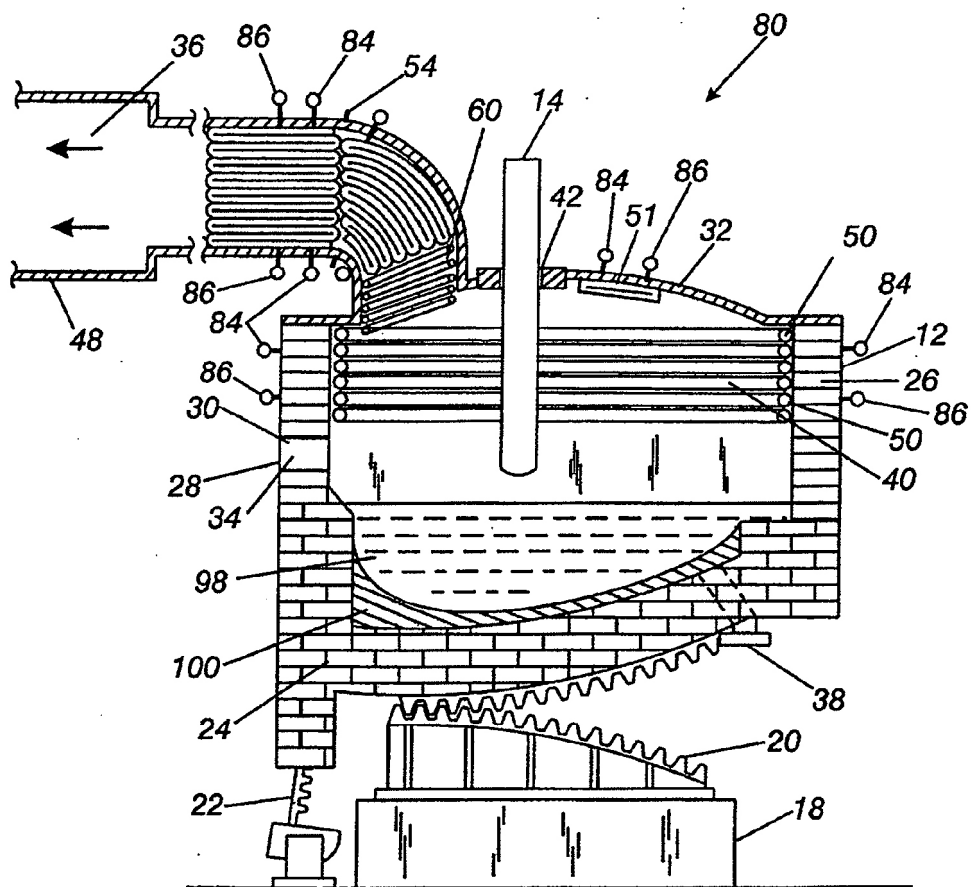
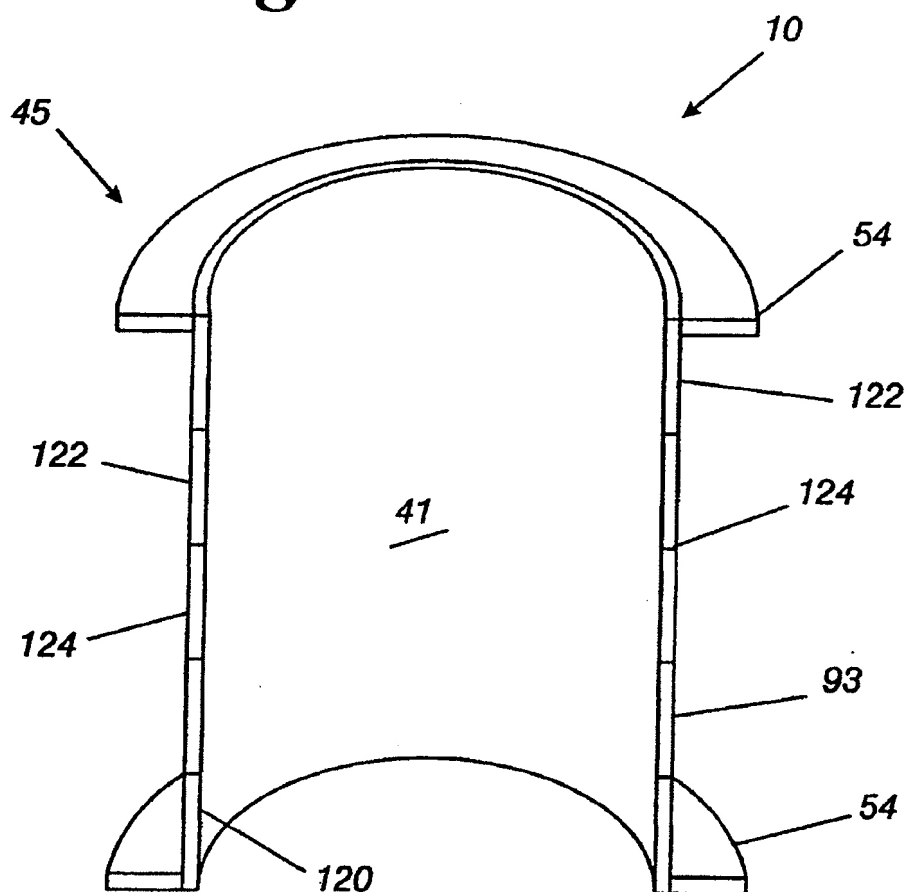
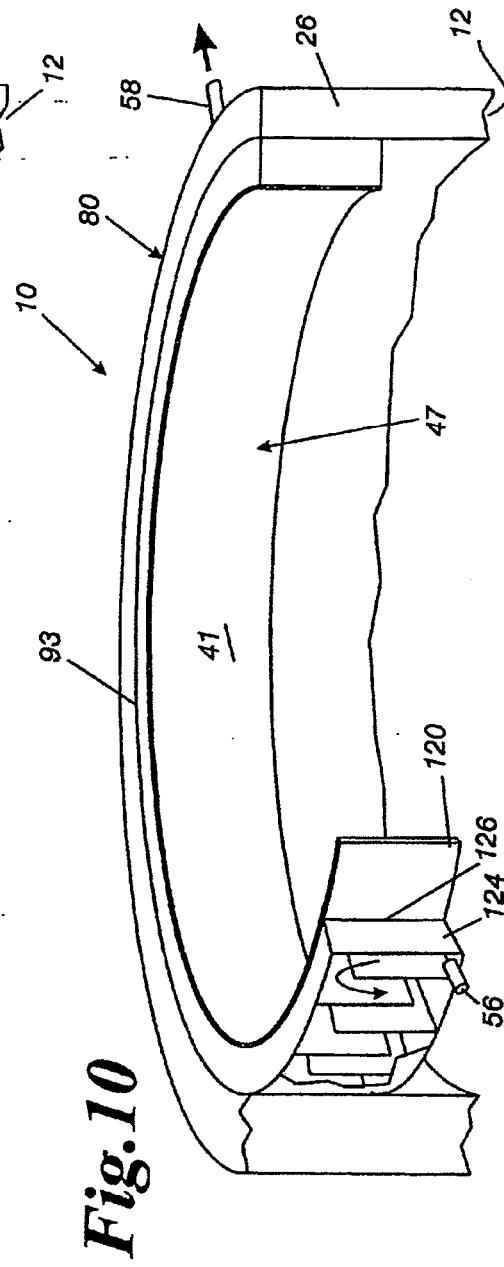
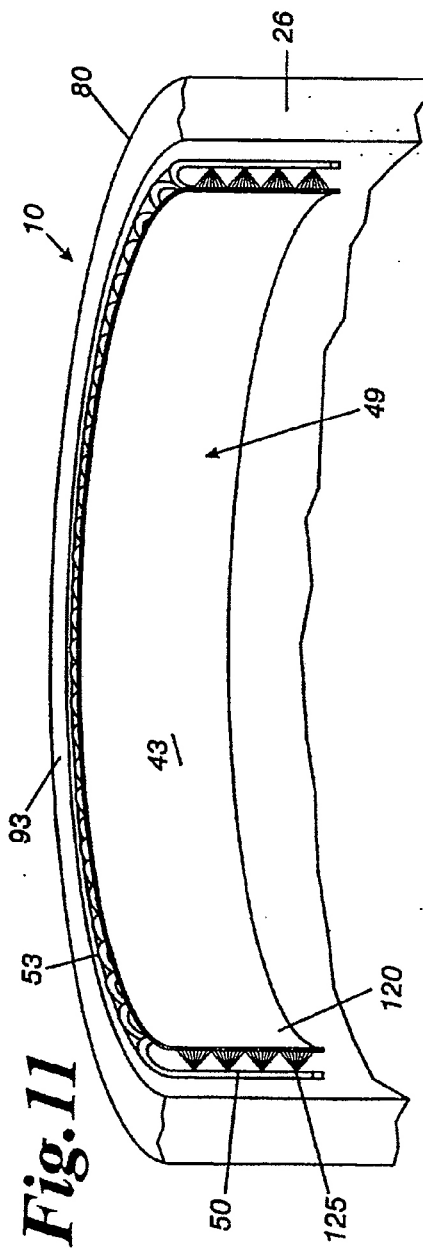
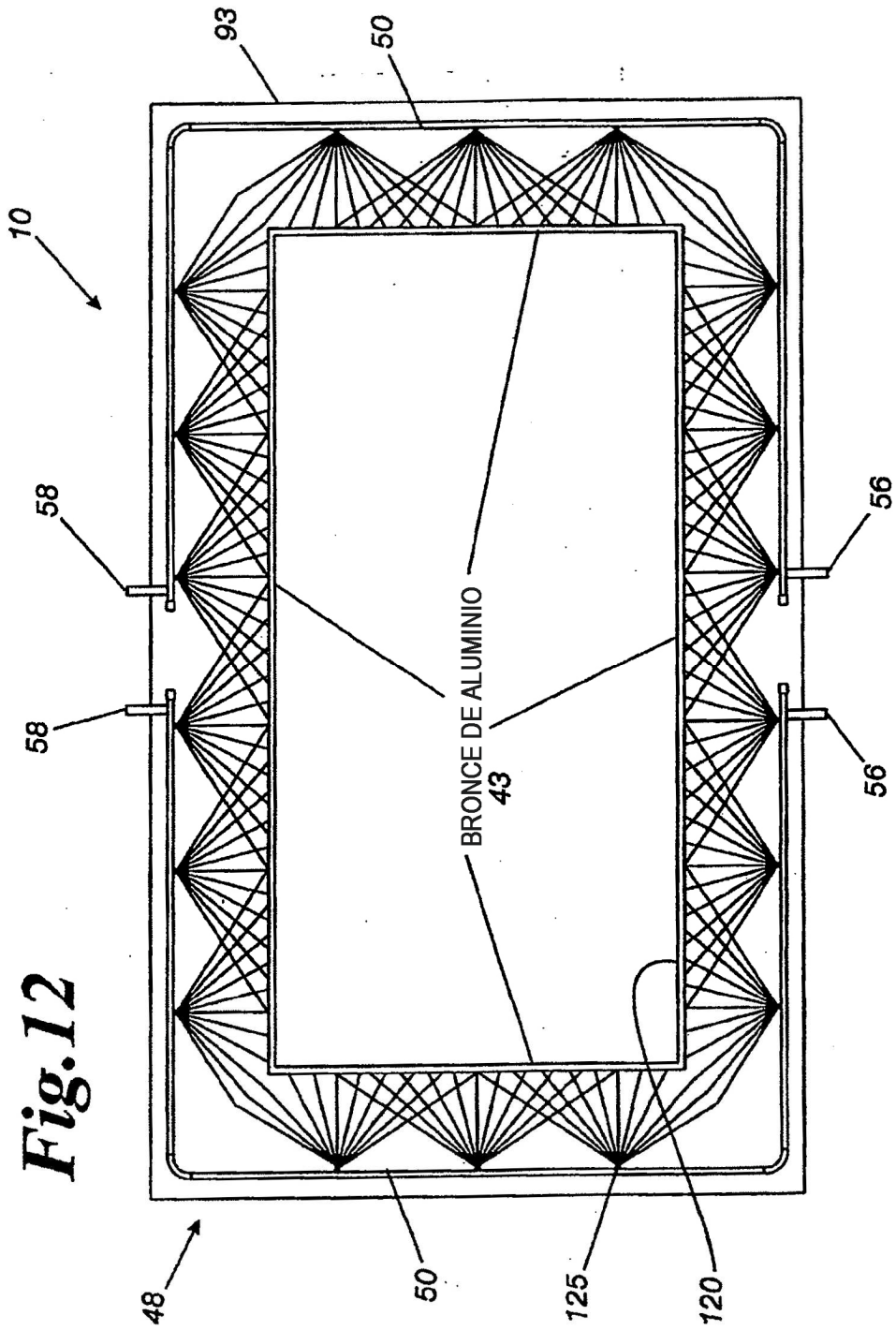


Fig. 8

Fig.9







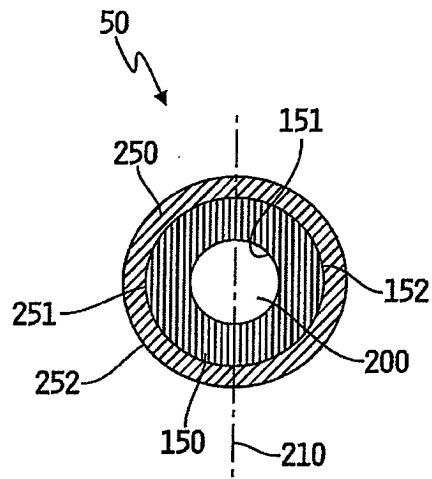


FIG. 13

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| • US 94097007 | • US 828044, Manasek |
| • US 4207060 A | • US 5107798 A |
| • US 6330269 B | • US 4124068 A |
| • US 06060461 W, Manasek | • US 74176907 |
| • US 6890479 B, Manasek | |