

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 490**

51 Int. Cl.:
C21B 3/00 (2006.01)
C21C 1/00 (2006.01)
F28F 3/12 (2006.01)
C22B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05724958 .3**
96 Fecha de presentación: **08.03.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1756320**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2007**

54 Título: **Sistema de intercambiador de calor usado en fabricación de acero**

30 Prioridad:
20.04.2004 US 828044

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.07.2012

73 Titular/es:
Amerifab, Inc.
3501 East 9th Street
Indianapolis, IN 46201, US

72 Inventor/es:
MANASEK, Richard J. y
KINCHELOE, David P.

74 Agente/Representante:
Sugrañes Moliné, Pedro

ES 2 385 490 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

Sistema de intercambiador de calor usado en fabricación de acero

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato para el procesamiento metalúrgico, en particular para la fabricación de hierro y acero. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de intercambiador de calor usado en un horno metalúrgico y a sus componentes de soporte, en el que el sistema de intercambiador de calor comprende tuberías de aleación de bronce y aluminio. El sistema de intercambiador de calor incluye tuberías montadas en la pared de horno, en el techo de horno y en el sistema de descarga gaseosa, comprendiendo el sistema de descarga gaseosa conductos de descarga gaseosa y un anillo de humo. El sistema de intercambiador de calor proporciona enfriamiento, y las tuberías de aleación de bronce y aluminio prolongan la vida útil del horno.

15 Antecedentes de la invención

En la actualidad, el acero se fabrica fundiendo y refinando chatarra de hierro y acero en un horno metalúrgico. Normalmente, el horno es un horno de arco eléctrico (EAF) o un horno de oxígeno básico (BOF). Con respecto a los hornos EAF, los expertos en la técnica de producción de acero consideran que el horno es el aparato más crítico individual en una acería o fundición. Por consiguiente, es de vital importancia que cada EAF permanezca operativo durante el mayor tiempo posible.

El daño estructural producido durante el proceso de carga afecta al funcionamiento de un EAF. Puesto que la chatarra tiene una densidad efectiva inferior que el acero fundido, el EAF debe tener un volumen suficiente como para alojar la chatarra y todavía producir la cantidad deseada de acero. Cuando se funde la chatarra forma un baño de metal caliente en la solera o zona de fusión en la parte inferior del horno. Sin embargo, a medida que se reduce el volumen de acero en el horno, aumenta el volumen libre en el EAF. La parte del horno por encima de la solera o la zona de fusión debe protegerse frente a las altas temperaturas internas del horno. La pared, la cubierta o el techo de la cuba, la canalización y la cámara de descarga gaseosa están en riesgo particular de tensiones térmicas, químicas y mecánicas masivas producidas por la carga y la colada de la chatarra y el refinado del acero resultante. Tales tensiones limitan enormemente la vida útil del horno.

Históricamente, el EAF se diseñó y fabricó en general como una estructura de acero soldado que se protegió contra las altas temperaturas del horno mediante un revestimiento refractario. A finales de los años 1970 y principios de los años 1980, la industria del acero comenzó a combatir las tensiones de funcionamiento sustituyendo el ladrillo refractario caro por paneles de techo enfriados por agua, y paneles de pared lateral enfriados por agua ubicados en partes de la cuba de horno por encima de la zona de fusión. Los componentes enfriados por agua también se han usado para revestir la canalización de horno en los sistemas de descarga gaseosa. Los componentes enfriados por agua de salida están compuestos por diversos tipos y calidades de placas y tuberías. Un ejemplo de un sistema de enfriamiento se da a conocer en la patente estadounidense n.º 4.207.060 que usa una serie de serpentines de enfriamiento. En general, los serpentines se forman a partir de secciones de tubería adyacentes con una tapa de extremo curvado, que forma una trayectoria para un refrigerante líquido que fluye a través de los serpentines. Este refrigerante se fuerza a través de las tuberías a presión para maximizar la transferencia de calor. La técnica actual usa acero al carbono y acero inoxidable para formar las placas y las tuberías.

Además, los hornos EAF modernos actuales requieren un control de la contaminación para capturar las descargas gaseosas que se crean durante el procedimiento de fabricación del acero. Los humos procedentes del horno generalmente se capturan de dos formas. Ambos procedimientos se emplean durante el funcionamiento del horno. Una forma de capturar las descargas gaseosas es a través de una cúpula de horno. La cúpula es similar a la tapa de un horno. Forma parte de la construcción y atrapa gases durante la carga y la colada. La cúpula también atrapa emisiones fugaces que pueden producirse durante el proceso de fusión. Normalmente, la cúpula está conectada a una cámara de filtros de bolsas a través de un conducto no enfriado por agua. La cámara de filtros de bolsas está compuesta por bolsas de filtro y varios ventiladores que introducen y extraen aire y descargas gaseosas a través de las bolsas de filtro para limpiar el aire y el gas de cualquier contaminante.

La segunda manera de capturar las emisiones de descarga gaseosa es a través de la conducción primaria del horno. Durante el ciclo de fusión del horno, un amortiguador cierra el conducto a la cúpula y abre un conducto en la conducción primaria. Ésta es una conexión directa con el horno y es el principal método de capturar las emisiones del horno. La conducción primaria también se usa para controlar la presión del horno. Esta conducción está constituida por canalizaciones enfriadas por agua, ya que las temperaturas pueden alcanzar (4.000°F) 2204°C y luego disminuir hasta la temperatura ambiente en algunos segundos. Las corrientes de gas generalmente incluyen diversos elementos químicos, incluyendo ácidos clorhídrico y sulfúrico. También hay muchos sólidos y partículas de tipo arena. La velocidad de la corriente de gas puede ser de más de 45,7 m/s (150 pies/s). Estos gases se dirigirán hacia la cámara de filtros de bolsas principal para su limpieza, tal como se describió anteriormente en el presente documento.

Los entornos descritos anteriormente producen un alto nivel de tensión en los componentes enfriados por agua de los conductos primarios del horno EAF. Los intervalos de temperatura variables producen problemas de expansión y contracción en los componentes, lo que conduce al fallo del material. Además, las partículas de polvo erosionan continuamente la superficie de la tubería de manera similar al pulido por chorro de arena. Los ácidos que fluyen a través del sistema también aumentan el ataque al material, disminuyendo adicionalmente la duración global.

Acerca de los sistemas de BOF, las mejoras en los métodos de fabricación de acero y materiales refractarios de BOF han prolongado la vida útil. Sin embargo, la vida útil está limitada por, y relacionada con, la duración de los componentes del sistema de descarga gaseosa, en particular la canalización del sistema de descarga gaseosa. Con respecto a este sistema, cuando se produce un fallo, el sistema debe apagarse para su reparación para evitar la liberación de gas y humos a la atmósfera. Las tasas de fallo actuales dan lugar a un apagado de horno promedio de 14 días. Al igual que con los hornos de tipo EAF, los componentes han comprendido históricamente paneles de tipo de acero inoxidable o acero al carbono enfriados por agua.

El uso de componentes enfriados por agua en hornos o bien de tipo EAF o bien de tipo BOF ha reducido los costes en material refractario, y también ha permitido que los fabricantes de acero hagan funcionar cada horno durante un mayor número de calentamientos de lo que era posible sin tales componentes. Además, el equipo enfriado por agua ha permitido que los hornos funcionen a niveles aumentados de potencia. Por consiguiente, la producción ha aumentado y la disponibilidad del horno se ha hecho cada vez más importante. A pesar de los beneficios de los componentes enfriados por agua, estos componentes tienen problemas sistemáticos con el desgaste, la corrosión, la erosión y otros daños. Otro problema asociado con los hornos es que puesto que la chatarra disponible para el horno se ha reducido en calidad, se crean más gases ácidos. Generalmente esto es el resultado de una mayor concentración de plásticos en la chatarra. Estos gases ácidos deben evacuarse del horno a un sistema de limpieza de gases de modo que puedan liberarse a la atmósfera. Estos gases se dirigen a la cámara de descarga gaseosa, o sistema de limpieza de gases, mediante una pluralidad de conductos de humo que contienen tuberías enfriadas por agua. Sin embargo, a lo largo del tiempo, los componentes enfriados por agua y los conductos de humo dan paso al ataque de ácidos, la fatiga del metal o la erosión. Se han utilizado ciertos materiales (es decir, acero al carbono y acero inoxidable) en un intento por resolver el problema del ataque de ácidos. Se ha usado más agua y temperaturas de agua superiores con acero al carbono en un intento por reducir la concentración de agua en la chatarra, y reducir el riesgo de polvo ácido que se adhiere a las paredes laterales de un horno. El uso de acero al carbono de este tipo de esta manera ha demostrado ser ineficaz.

También se ha probado el acero inoxidable de diversas calidades. Aunque el acero inoxidable es menos propenso al ataque ácido, no posee las características de transferencia de calor del acero al carbono. Los resultados obtenidos fueron una temperatura de descarga gaseosa elevada, y acumulación de tensiones mecánicas que hicieron que algunas piezas se fracturaran y se separaran.

Se producen comúnmente averías críticas de uno o más de los componentes en los sistemas existentes debido a los problemas expuestos anteriormente. Cuando se produce una avería de este tipo, el horno debe retirarse de la producción para su mantenimiento no programado para reparar los componentes enfriados por agua dañados. Puesto que la acería no está produciendo acero fundido durante el tiempo de parada, pueden producirse pérdidas de oportunidad de hasta cinco mil dólares por minuto para la producción de ciertos tipos de acero. Además de la disminución en la producción, las interrupciones no programadas aumentan significativamente los gastos de funcionamiento y mantenimiento.

Además de los componentes enfriados por agua, la corrosión y la erosión están convirtiéndose en un problema grave con los conductos de humo y los sistemas de descarga gaseosa tanto de los sistemas de EAF como de los de BOF. El daño a estas zonas del horno da como resultado la pérdida de productividad y costes de mantenimiento adicionales para las acerías. Además, las fugas de agua aumentan la humedad en las descargas gaseosas y reducen la eficacia de la cámara de filtros de bolsas a medida que las bolsas se humedecen y se obstruyen. La erosión acelerada de estas zonas usadas para descargar las descargas gaseosas de horno se debe a las temperaturas y velocidades de gas elevadas producidas por el aumento de la energía en el horno. Las velocidades de gas superiores se deben a mayores esfuerzos para evacuar todos los humos para cumplir con las normas de emisiones a la atmósfera. La corrosión de los conductos de humo se debe a la formulación/ataque de ácidos en el interior del conducto producido por el encuentro de diversos materiales en los hornos. La técnica anterior enseña actualmente el uso de equipo de conducto de humo y otros componentes compuestos por acero al carbono o acero inoxidable. Por los mismos motivos que se expusieron anteriormente, se ha demostrado que estos materiales proporcionan resultados insatisfactorios e ineficaces.

Por tanto, se necesita un sistema de panel de horno enfriado por agua y un método para fabricar acero mejorados. Específicamente, se necesita un método y un sistema mejorados en los que los componentes enfriados por agua y los conductos de humo sigan operativos durante más tiempo que los componentes comparables existentes.

El documento US2003/0053514 da a conocer un horno de tipo EAF con un sistema de escape que en general comprende una pluralidad de conductos de humo y paneles compuestos por tuberías. Un panel es una realización de tubería que tiene múltiples tuberías dispuestas axialmente. Codos con forma de U conectan tuberías adyacentes

entre sí para formar un sistema de tuberías continuo. Pueden facilitarse opcionalmente espacios entre tuberías adyacentes para proporcionar la integridad estructural del panel.

Sumario de la invención

5

La presente invención es un sistema de intercambiador de calor según la reivindicación 1. Las uniones añaden rigidez al sistema, y establecen la curvatura global del panel. Mediante el ajuste de la relación uno junto al otro de los tubos conectados, de manera que estén desplazados ligeramente varios grados con respecto al acero, el efecto acumulativo produce un panel sólido que tiene curvatura, en lugar de ser plano. El hecho de que las uniones separen tubos adyacentes de modo que exista un espacio entre tubos adyacentes, a diferencia de en el documento US2003/0053514, permite que los paneles se dispongan más fácilmente para tener curvatura. Además, la separación de las tuberías permite que se logre un mayor enfriamiento de gases calientes, aumentando el área superficial de la tubería en contacto con los gases calientes. La pared normalmente es una pared de un horno de fabricación de acero, un techo de horno, un orificio de escape del anillo de humo, una sección recta de un conducto de escape, y una sección curvada de un conducto de escape. Por ejemplo, un conducto de escape de horno normalmente tiene forma elipsoidal o redonda, dependiendo de los parámetros de diseño. El lado interior de la pared del conducto de escape puede tener uno o una pluralidad de paneles, teniendo los paneles una curvatura que es comparable a la curvatura del conducto. La pluralidad de paneles está alimentado cada uno de manera individual por líquido desde el colector de salida, que rodea el lado exterior del conducto de escape. La pluralidad de paneles devuelve el líquido de enfriamiento al colector de salida, que rodea el lado exterior del conducto de escape.

10

15

20

25

30

35

El sistema de intercambiador de calor puede usarse para recoger y enfriar escoria formada en la pared de horno. El intercambiador de calor reduce la formación de picos de tensión. Preferiblemente, los tubos tienen al menos una acanaladura que es un reborde alargado. Los tubos se fabrican preferiblemente en paneles en los que los tubos tienen una orientación que es sustancialmente horizontal con respecto al material fundido en el horno. Un tubo puede recorrer toda la circunferencia interior de la pared de horno, sin embargo, una configuración de temperatura uniforme, más eficaz, es dividir la circunferencia en arcos, y utilizar longitudes de sección de tuberías que están conectadas en serie con tubos conectados adyacentes. Un conjunto de longitudes de sección de tubos conectados montados uno junto al otro forma un panel. La pluralidad de paneles se alimenta de manera individual por líquido de enfriamiento desde el colector de salida, que está en el lado exterior de la pared de horno. La pluralidad de paneles devuelve el líquido de enfriamiento al colector de salida, que está en el lado exterior de la pared de horno. En una versión modificada, el sistema de intercambiador de calor puede tener más de una entrada, y más de una salida dentro del conjunto de tubos conectados, estando curvado el conjunto para seguir el contorno del lado interior de la pared de horno. El conjunto puede configurarse de manera que un primer conjunto de tuberías conectadas forma un bucle dentro de un segundo conjunto de tuberías conectadas.

40

El sistema de intercambiador de calor puede comprender además una placa de base a la que están unidas las tuberías de arrollamiento sinuoso. El flujo de aire a través y alrededor de las tuberías de este sistema no es tan completo como uno en el que las tuberías están sujetas simplemente mediante uniones, sin embargo, puede lograrse una gran resistencia a la cizalladura, y este sistema es adecuado en particular cuando se recoge suspensión de sólidos proyectados (escoria), o cuando hay mucha vibración. El empleo de una placa de base es muy adecuado para aplicaciones en las que se usa el sistema de intercambiador de calor para recoger escoria.

45

50

55

El sistema de intercambiador de calor puede comprender además una placa frontal así como la placa de base, en la que la tubería de arrollamiento sinuoso está intercalada entre la placa de base y la placa frontal. La placa frontal se fabrica preferiblemente de aleaciones de bronce y aluminio, seleccionándose la aleación de bronce y aluminio por su alto coeficiente de conductividad térmica, especialmente a las temperaturas de funcionamiento superiores. La utilización de dos placas permite que las tuberías de arrollamiento sinuoso se sustituyan por deflectores o aliviaderos, que actúan para dirigir el fluido de enfriamiento para que fluya de una manera similar al de las tuberías. El fluido serpentea sinuosamente a través de un canal definido por los deflectores entre la placa frontal y la placa de base. Los deflectores son placas alargadas sustancialmente perpendiculares. En una construcción preferida, un borde longitudinal del deflector se suelta a un lado posterior de la placa frontal, y la placa de base se une a un borde longitudinal opuesto del deflector. Tal como se citó anteriormente, la combinación de placas y deflectores afecta a un canal de arrollamiento sinuoso, siendo el canal sustancialmente comparable a un tubo fabricado. Un lado frontal de la placa frontal está expuesto a los gases de escape calientes.

60

65

El sistema de intercambiador de calor puede comprender alternativamente una placa frontal y una placa de base, en el que las tuberías están dotadas de boquillas de pulverización que dirigen una pulverización del fluido de enfriamiento sobre un lado posterior de la placa frontal. La placa frontal se fabrica preferiblemente de aleación de bronce y aluminio, seleccionándose la aleación de bronce y aluminio por su resistencia a la oxidación así como por su alto coeficiente de conductividad térmica. La placa de base sirve principalmente como una plataforma de soporte para las tuberías dotadas de boquillas. La placa frontal está desviada con respecto a las boquillas, que se dirigen hacia el lado posterior de la placa frontal. El lado frontal de la placa de bronce y aluminio está expuesto al calor y la pulverización se recoge y se devuelve a través de colectores de salida. Los colectores de entrada proporcionan el fluido de enfriamiento presurizado. El fluido de enfriamiento es preferiblemente agua debido a su bajo coste y gran capacidad de calorífica. Las boquillas dispersan el fluido de enfriamiento como un patrón de pulverización y se

requieren menos tuberías, reduciendo de ese modo la necesidad de que las tuberías estén arrolladas sinuosamente. El sistema de intercambiador de calor que usa boquillas está configurado de manera que el drenaje se produce siempre hacia el fondo del panel para evitar que la acumulación de fluido de enfriamiento obstruya las boquillas.

5 El sistema de intercambiador de calor está configurado de manera que acumulativamente, el número total de paneles es suficiente para cubrir una zona que enfría los gases de escape hasta una temperatura deseada. En el caso de gases de escape procedentes de un horno de arco eléctrico, la temperatura de salida de los gases es de aproximadamente 2204°C - 2760°C (4.000°F - 5.000°F). Estos gases se filtran a una temperatura de bolsa de los gases de escape de aproximadamente (4.000°F - 5.000°F). Estos gases se filtran a una cámara de filtros de bolsas para
10 eliminar metales vaporizados, tales como zinc, y ciertas cenizas volátiles. Las cámaras de filtros de bolsas funcionan a aproximadamente 93°C - 176°C (200°F - 350°F) y, por tanto, los gases de escape de entrada deben enfriarse en consecuencia. Los paneles se fabrican para que sean curvados o planos, produciendo de ese modo el área superficial necesaria para una necesidad de enfriamiento dada.

15 Se prevé que el presente sistema de intercambiador de calor pueda usarse en combinación con otro equipo de transferencia de calor, tal como condensadores, intercambiadores de tipo cubierta y tubo, intercambiadores de aletas, intercambiadores de calor de placa y marco e intercambiadores enfriados por convección forzada de aire.

20 Se prevé además que el intercambiador de calor tenga otras aplicaciones, tales como enfriar gases de escape procedentes de plantas de conversión, plantas de fabricación de papel, plantas de generación de energía eléctrica por combustión de carbón y gas y otros generadores de gases de escape, en los que los gases se enfrían para el fin de capturar uno o más componentes del gas, efectuándose la captura por condensación, por absorción en lecho de carbono o por filtración. El sistema de intercambiador de calor se fabrica preferiblemente usando una aleación de bronce y aluminio. Se ha encontrado que las aleaciones de bronce y aluminio tienen una conductividad térmica
25 mayor de lo esperado, resistencia al ataque químico por la corriente de gases calientes (módulo de elasticidad) y buena resistencia a la oxidación. Por tanto, se prolonga la vida útil del intercambiador de calor. La corrosión y la erosión del intercambiador de calor y los componentes relacionados se reducen, cuando se fabrican con bronce al aluminio.

30 **Objetos de la invención**

Un primer objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de intercambiador de calor construido de aleaciones de bronce y aluminio, habiéndose encontrado que las aleaciones de bronce y aluminio tienen una conductividad térmica superior a la esperada, resistencia al ataque químico por la corriente de gases calientes y
35 buena resistencia a la oxidación.

Un segundo objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de intercambiador de calor en el que se prolongue la vida útil del intercambiador de calor, ya que se reducen la corrosión y la erosión del intercambiador de calor y los componentes relacionados cuando se fabrican con aleación de bronce y aluminio.

40 Un tercer objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de intercambiador de calor, en el que el sistema sea adaptable para enfriar gases de escape que emanan de un horno de fabricación de acero, en el que el sistema de intercambiador de calor pueda ajustarse a las paredes del horno, un techo de horno, un orificio de escape del anillo de humo, una sección recta de un conducto de escape, y una sección curvada de un conducto de escape. Se prevé además que el intercambiador de calor tenga otras aplicaciones, tales como enfriar gases de escape procedentes de plantas de conversión, plantas de fabricación de papel, plantas de generación de energía eléctrica por combustión de carbón y gas y otros generadores de gases de escape, en los que los gases se enfrían para el fin de capturar uno o más componentes del gas, efectuándose la captura por condensación, por absorción en lecho de carbono o por filtración.

50 Un cuarto objeto de la invención es proporcionar un sistema de intercambiador de calor que pueda ensartarse entre sí en unidades esencialmente similares para enfriar los gases de escape que salen de un horno metalúrgico, tales como EAF o BOF desde 2204°C - 2760°C hasta 93°C - 176°C (desde 4.000°F - 5.000°F hasta 200°F - 350°F.)

55 Un quinto objeto de la invención es proporcionar un sistema de intercambiador de calor mejorado que sea para recoger y enfriar escoria, en el que las tuberías de arrollamiento sinuoso son tuberías sin costuras que tienen un reborde alargado, en el que las tuberías resisten mejor la corrosión, erosión, presión y tensión térmica.

60 **Breve descripción de los dibujos**

Los objetos anteriores y otros resultarán más fácilmente evidentes haciendo referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos adjuntos en los que:

65 La figura 1 es una vista en perspectiva que deja ver parcialmente el interior que ilustra la invención. El sistema de intercambiador de calor tiene al menos un panel de tuberías de arrollamiento sinuoso que tienen una entrada y una salida que están en comunicación de fluido con un par de colectores. Los paneles ilustrados están montados en el

interior de un conducto de escape.

5 La figura 1a es una vista en perspectiva de la invención ilustrada en la figura 1. El conducto de escape está dotado del sistema de intercambiador de calor. El conducto se usa en la industria de fabricación de acero para transportar y enfriar gases de escape extraídos del horno de fabricación de acero. Las tuberías de arrollamiento sinuoso, que se muestran parcialmente de manera esquemática, están compuestas por una aleación de bronce y aluminio. El conducto también puede estar compuesto de aleación de bronce y aluminio.

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

La figura 1c es una vista en alzado de los conductos y la cámara de descarga gaseosa ilustrada en la figura 1B.

15 La figura 1d es una vista en alzado desviada de una serie de conductos de escape de enfriamiento. La serie de conductos de escape de enfriamiento está conectada a la cámara de descarga gaseosa, y el conducto de escape acodado que está conectado a un techo del horno. La serie proporciona tanto enfriamiento como conducción de los gases de humo calientes y el polvo que están extrayéndose del horno.

20 La figura 2 es una vista en planta del sistema de intercambiador de calor configurado como un anillo de humo, estando compuesto el anillo de humo por tuberías de arrollamiento sinuoso de modo que se enrollan hacia delante 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 enfriamiento. Alternativamente, el anillo de humo puede configurarse para tener más de una entrada y salidas.

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

30 La figura 4 es una vista lateral del sistema de intercambiador de calor configurado como un anillo de humo ilustrado en la figura 2.

La figura 5 es una vista lateral de un panel de tuberías de arrollamiento sinuoso con una entrada y una salida. Las tuberías están separadas y unidas con uniones de soldadura fuerte.

35 La figura 6 es una vista en sección transversal de las tuberías de arrollamiento sinuoso, en el que las tuberías tienen acanaladuras y una base. La base está unida a una placa de base que está unida a un lado interior de una pared.

La figura 7 es una vista en sección transversal de las tuberías de arrollamiento sinuoso, que ilustra cómo están separadas las tuberías y unidas con uniones de conexión.

40 La figura 8 es una vista en sección transversal de un horno de fabricación de acero dotado de numerosos componentes del sistema de intercambiador de calor. El sistema se usa en el horno así como en los conductos para enfriar los gases de escape.

45 La figura 9 es una vista en sección transversal de un sistema de intercambiador de calor que utiliza deflectores, en el que el sistema proporciona enfriamiento para un conducto. El sistema tiene un canal creado por los deflectores, en el que los deflectores dirigen el flujo del fluido de enfriamiento para hacerlo fluir de forma serpenteante.

50 La figura 10 es una vista lateral en sección transversal que deja ver parcialmente el interior de un sistema de intercambiador de calor que utiliza deflectores, en el que el intercambiador de calor está ajustado en la pared de un horno de fabricación de acero. El intercambiador de calor tiene una placa frontal, deflectores y una placa de base de bronce al aluminio. La placa frontal se expone directamente al calor, los gases de escape y la escoria producidos por el horno.

55 La figura 11 es una vista en sección transversal de un sistema de intercambiador de calor que utiliza boquillas de pulverización, estando fijado el intercambiador de calor en la pared de un horno de fabricación de acero. El intercambiador de calor tiene una placa frontal, tuberías dotadas de boquillas y una placa de base de bronce al aluminio. La placa frontal se expone directamente al calor, los gases de escape y la escoria producidos por el procedimiento de fabricación de acero. Las boquillas pulverizan el fluido de enfriamiento desde la placa de base hacia el lado posterior de la placa frontal. La placa frontal está desplazada suficientemente con respecto a las boquillas de manera que el fluido de enfriamiento se dispersa sobre una zona más amplia.

60 La figura 12 es una vista en sección transversal de un sistema de intercambiador de calor que utiliza boquillas de pulverización, siendo el intercambiador de calor una caja de viento. La placa frontal de bronce al aluminio está en el interior de la caja de viento, y las tuberías, dotadas de boquillas, están montadas en la placa de base. Las boquillas pulverizan el fluido de enfriamiento desde tuberías sujetas a la placa de base hacia el lado posterior de la placa frontal. La placa frontal está desplazada suficientemente con respecto a las boquillas de manera que el fluido de

enfriamiento se pulveriza en un patrón de solapamiento. El solapamiento es suficiente para cubrir una zona. Debe observarse que hay dos entradas y dos salidas.

Descripción detallada

Tal como se requiere, en el presente documento se dan a conocer realizaciones detalladas de la presente invención, sin embargo, debe entenderse que las realizaciones dadas a conocer son meramente a modo de ejemplo de la invención, que puede realizarse de diversas formas. Por tanto, los detalles estructurales y funcionales específicos dados a conocer en el presente documento no deben interpretarse como limitativos.

El sistema 10 de intercambiador de calor comprende al menos un panel de tuberías 50 de arrollamiento sinuoso que tienen una entrada 56 y una salida 58, un colector 84 de entrada en comunicación de fluido con la entrada del al menos un panel, un colector 86 de salida en comunicación de fluido con la salida del al menos un panel, y un fluido de enfriamiento que fluye a través de las tuberías. El sistema 10 de intercambiador de calor enfría gases 36 de humo calientes y polvo que están evacuándose de un horno 80 metalúrgico y sus componentes de soporte. Las tuberías son un conjunto de longitudes de sección de tubos conectados montados uno junto al otro, estando sujetos los tubos conectados entre sí con una unión 82, formando de ese modo el al menos un panel 54. Los inventores han determinado empíricamente que una composición preferida para fabricar las tuberías 50 es una aleación de bronce y aluminio. Se ha encontrado que las aleaciones de bronce y aluminio tienen una conductividad térmica superior a la esperada, resistencia al ataque químico por la corriente de gases calientes (módulo de elasticidad) y buena resistencia a la oxidación. Por tanto, se prolonga la vida útil del intercambiador de calor. La corrosión y la erosión del intercambiador de calor y los componentes relacionados se reducen, cuando se fabrican con bronce al aluminio. La tabla 1 compara la conductividad térmica de bronce al aluminio, P22 (Fe ~96%, C ~0,1 %, Mn ~0,45%, Cr ~2,65%, Mo ~0,93%) y acero al carbono (A 106B). El bronce al aluminio tiene una conductividad térmica que es un 41% superior que P22 y un 30,4% que el acero al carbono. Los intercambiadores de calor fabricados usando bronce al aluminio y aleaciones de los mismos son más eficaces y tienen una vida útil más larga que un horno construido de materiales refractarios y otras aleaciones metálicas.

TABLA 1

| Propiedad | Bronce al aluminio | P22 | A106B |
|-----------------------------------|--------------------|-----|-------|
| Dureza (HRBA) | 149 | 110 | 106 |
| Resistencia a la tracción (KSI) | 78 | 60 | 60 |
| Alargamiento (% en 2") | 42 | 20 | 19 |
| Resistencia al estiramiento (KSI) | 35 | 30 | 35 |
| Conductividad térmica (W/mK) | 32,6 | 23 | 25 |

También se ha determinado que las tuberías se extruyen preferiblemente, resistiendo las tuberías a la corrosión, erosión, presión y tensión térmica. El rendimiento se mejora particularmente cuando las tuberías tienen un reborde alargado que sirve como una aleta. La aleta puede servir para mejorar el enfriamiento y recoger la escoria. No hay líneas soldadas que puedan fallar, y las tuberías extruidas sin costuras distribuyen el calor de manera más uniforme, lo que a su vez mejora el rendimiento global del sistema de intercambiador de calor. Las tuberías pueden curvarse o doblarse para coincidir con la curvatura de una pared a la que están uniéndose, si es necesario. Más normalmente, las secciones individuales de las tuberías se sujetan entre sí con una unión en ángulo de 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 ilustra en los dibujos emplea colectores y múltiples paneles para mejorar adicionalmente la eficacia de enfriamiento. La combinación garantiza que el agua de enfriamiento está fluyendo a través de todas las tuberías, optimizando de ese modo la transferencia de calor. Las tuberías de arrollamiento sinuoso optimizan el área superficial. Las tuberías se sujetan normalmente usando uniones y espaciadores, que permiten que los gases de humo fluyan esencialmente alrededor de casi todo el perímetro de las tuberías.

En referencia a la figura 1, la presente invención 10 se muestra en un conducto 44 de gases de escape de humo que tiene una pared 94 con un lado 93 interior de la pared y un lado 95 exterior de la pared. La pared 94 está eliminada parcialmente para ver el interior del conducto 44. El conducto 44 ilustrado es elíptico, una construcción de ingeniería seleccionada para aumentar el área superficial frente a un conducto circular. El conducto está dividido en cuatro cuadrantes, numerados 1-4, tal como se indica por las líneas discontinuas de abscisas y ordenadas. En la presente invención, el intercambiador de calor utiliza cuatro paneles de tuberías de arrollamiento sinuoso, cada una con una entrada 56 y una salida 58. Cada panel está montado con uniones 52 que sirven como espacios y fijaciones para sujetar las tuberías 50, y de ese modo establecer la posición relativa de una longitud de sección de tuberías con respecto a las longitudes de sección de tuberías adyacentes. Los paneles, 1-4, están montados en la pared 93 interior del conducto 44. Cada panel está en comunicación de fluido con un colector 84 de entrada y un colector 86 de salida. Los colectores 84 y 86 están montados en el lado 95 exterior de la pared 94 y rodean sustancialmente el conducto 44. Las tuberías 50 están orientadas para ser sustancialmente colineales con la pared del conducto 44. La orientación se selecciona porque es más fácil de fabricar y crea menos disminución de presión sobre la longitud del conducto. Ambos extremos del conducto 44 están terminados con una brida 54 que permite que el conducto de

enfriamiento se acople a otro conducto. Cada conducto es sustancialmente una unidad de enfriamiento modular autónoma. El diseño modular permite que la fabricación del conducto sea hasta cierto punto genérica. Cada conducto tiene una capacidad de enfriamiento, y los conductos se combinan en números suficientes para lograr el enfriamiento deseado. El diseño modular se debe en parte al hecho de que el sistema de intercambiador de calor está compuesto por paneles enfriados de manera individual que tienen una capacidad de enfriamiento conocida, que cuando se combinan determinen la capacidad de enfriamiento del conducto. La capacidad de enfriamiento acumulativa es en última instancia, por tanto, una función del tipo, el número y la configuración de los paneles, y la temperatura y el caudal del fluido de enfriamiento proporcionado por los colectores. Los paneles son en gran parte componentes modulares sustancialmente autónomos que también son relativamente genéricos. El conducto 44 de escape de humo normalmente tiene un par de soportes de montaje numerados con 62 para unir el conducto a un armazón o soporte.

Los elementos externos del conducto y el sistema de intercambiador de calor se ilustran en las figuras 1a, 1b, 1c y 1d. El conducto 44 puede estar dotado de abrazaderas 60 de montaje para unir el conducto al techo de horno, a una cámara de descarga gaseosa (que en ocasiones se denomina caja 48 de viento), o para proporcionar soporte a la brida 54. En referencia a la figura 1b, el conducto 45 acodado está conectado a un conducto 44 de escape recto, que a su vez está conectado a una cámara 48 de descarga gaseosa. El conducto 45 con forma de codo tiene abrazaderas 60 de techo para sujetar el codo 45 a un techo de horno. Un anillo 66 de humo sobresale de la entrada del conducto 45 acodado. Tal como puede observarse en las figuras 2-4 y en la figura 8, el anillo 66 de humo es el intercambiador 10 de calor que tiene una configuración circular. El conducto acodado tiene un colector 84 de entrada y un colector 86 de salida. El colector 84 de entrada está conectado a una fuente de agua de enfriamiento en 88 y el colector 86 de salida está conectado a una salida 90 de recirculación. El conducto 45 acodado y el conducto 44 recto están acoplados a través de sus respectivas bridas 54. El conducto 44 recto y la cámara 48 de descarga gaseosa están acoplados a través de sus respectivas bridas 54. La cámara 48 de descarga gaseosa tiene preferiblemente un mecanismo de liberación de presión en caso de que exista la posibilidad de que se desarrolle una explosión en el horno. La cámara 48 de descarga gaseosa también sirve como caja de conexión si se requiere capacidad adicional en un momento posterior. En referencia a la figura 1c, los gases de humo parcialmente enfriados que salen del horno se desvían 90 grados con respecto al resto del sistema 16 de escape. La longitud del sistema es suficiente para enfriar los gases de escape que salen de un horno metalúrgico, tal como EAF o BOF desde 2204°C - 2760°C hasta 93°C - 176°C (desde 4.000°F - 5.000°F hasta 200°F - 350°F). Tal como se muestra en la figura 1d, el sistema de enfriamiento completo fuera del horno está compuesto por 8 pares de colectores tras la cámara 48 de descarga gaseosa, más 2 pares antes de la cámara 48 de descarga gaseosa, y un anillo de humo: Cada par de colectores tiene 4 paneles de intercambiador de calor, ascendiendo el número total a 40 paneles, más el panel 166 de anillo de humo. El anillo de humo puede montarse en el techo del horno, en lugar de en un conducto, y a continuación se facilita un comentario de esta configuración.

En referencia a la figuras 2 - 4, que ilustran adicionalmente el sistema de intercambiador de calor configurado como un anillo de humo, en el que el anillo 66 de humo está compuesto por tuberías de arrollamiento sinuoso de modo que se enrollan hacia delante 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 enfriamiento. Alternativamente, el anillo de humo puede configurarse para tener más de una entrada y salidas. En la realización mostrada, el intercambiador 10 de calor tiene tres abrazaderas 64 de anillo de humo para montar el intercambiador de calor a un techo de horno abovedado. Las tuberías 50, tal como se muestra en la figura 3, están más comprimidas a la derecha que a la izquierda, y la abrazadera 64 a la izquierda está más abajo a la izquierda que a la derecha. La compresión y la diferente colocación de la abrazadera compensan el cabeceo del techo, lo que da como resultado un perfil que es sustancialmente vertical. Las uniones 82 establecen, no sólo la curvatura del panel de tuberías 50 de arrollamiento sinuoso, sino también el perfil.

En referencia a la figura 8, el horno ilustrativo se muestra como un horno 80 de tipo EAF. Debe entenderse que el EAF dado a conocer es únicamente por motivos de explicación y que la invención puede aplicarse fácilmente en hornos de tipo BOF y similares. En la figura 8, un EAF 80 incluye una cubierta 12 de horno, una pluralidad de electrodos 14, un sistema 16 de escape, una plataforma 18 de trabajo, un mecanismo 20 de inclinación oscilante, un cilindro 22 de oscilación y una cámara b de descarga gaseosa. La cubierta 12 de horno puede disponerse de manera móvil sobre el elemento 20 de inclinación oscilante u otro mecanismo de inclinación. Además, el elemento 20 de inclinación oscilante está impulsado por el cilindro 22 de oscilación. El elemento 20 de inclinación oscilante está sujeto además sobre la plataforma 18 de trabajo.

La cubierta 12 de horno está compuesta por una solera 24 cóncava, una pared 26 lateral generalmente cilíndrica, un tubo 28 de descarga, una puerta 30 de tubo de descarga y un techo 32 circular generalmente cilíndrico. El tubo 28 de descarga y la puerta 30 de tubo de descarga están ubicados en un lado de la pared 26 lateral cilíndrica. En la posición abierta, el tubo 28 de descarga permite que aire 34 de introducción entre en la solera 24 y queme parcialmente los gases 36 producidos a partir de la fundición. La solera 24 está formada de un material refractario adecuado que se conoce en la técnica. En un extremo de la solera 24 hay una caja de vaciado que tiene medios 38 de colada en su extremo inferior. Durante una operación de fusión, los medios 38 de colada están cerrados por un obturador refractario o una compuerta deslizable. Después, la cubierta 12 de horno se inclina, los medios 38 de colada se destapan o se abren y el metal fundido se vierte en una cuchara de colada, artesa, u otro dispositivo,

según se desee.

La pared 26 interior de la cubierta 12 de horno está dotada de paneles 40 enfriados por agua de tuberías 50 de arrollamiento sinuoso. Los paneles, en efecto, sirven como pared interior en el horno 80. Los colectores, que alimentan agua fría y un retorno, están en comunicación de fluido con los paneles 40. Normalmente, los colectores están colocados periféricamente de manera similar a los conductos 44 de escape ilustrados. La sección transversal de los colectores se muestra fuera de la cubierta 12 de horno en la figura 8. El sistema 10 de intercambiador de calor produce un funcionamiento más eficaz y prolonga la vida útil del horno 10 EAF. En una realización preferida, los paneles 40 están montados de manera que las tuberías de arrollamiento sinuoso tienen una orientación generalmente horizontal, comparable al anillo de humo ilustrado en las figuras 2 - 4. Las tuberías 50 pueden estar unidas con una unión 82, tal como se muestra en la figura 7, o pueden tener una base 92 que está montada en la pared 94. Normalmente, con esta última configuración, las tuberías tienen rebordes 96 alargados para recoger escoria y añadir área superficial adicional a las tuberías. Alternativamente, los paneles 40 se montan de manera que las tuberías 50 de arrollamiento sinuoso tienen una orientación generalmente 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 pared 26 lateral del horno 80.

El sistema 10 de intercambiador de calor puede ajustarse al techo 32 del horno 80, en el que las paneles 40 enfriadas por agua tienen una curvatura que sustancialmente sigue el contorno abovedado del techo 32. El sistema 10 de intercambiador de calor, en él, está desplegado en el interior de la pared 26 lateral del horno 80, el techo 32 y la entrada del sistema 16 de escape, así como por la totalidad del sistema 16 de escape. De manera acumulativa, el sistema de intercambiador de calor protege al horno y enfría los gases 36 residuales calientes a medida que se conducen a una cámara de filtros de bolsas u otras instalaciones de filtración y tratamiento de aire, donde se recoge el polvo y se purgan los gases a la atmósfera.

En funcionamiento, los gases 36 residuales calientes, el polvo y los humos se extraen de la solera 24 a través del orificio 46 de ventilación en la cubierta 12 de horno. El orificio 46 de ventilación se comunica con el sistema 16 de escape que comprende los conductos 44 de humo, tal como se muestra en las figuras 1 y 1a - 1d.

En referencia a la figura 5, el panel 40 tiene múltiples tuberías 50 dispuestas axialmente. Los codos 53 con forma de U conectan longitudes de sección adyacentes de canalizaciones o tuberías 50 entre sí para formar un sistema de tuberías continuo. Las uniones 82 que sirven adicionalmente como espaciadores están entre tuberías 50 adyacentes, y proporcionan la integridad estructural del panel 40 y determinan la curvatura del panel 40.

La figura 7 es una vista en sección transversal de la realización de panel de la figura 5. Una variación se ilustra en la figura 6, en la que las tuberías 50 tienen una sección transversal tubular, una base 92, un reborde 96 alargado y una placa 93 de base. La placa 93 de base está unida a la pared 26 de horno o al techo 32 de horno. La combinación de las tuberías y, opcionalmente, la placa de base forma el panel 40, lo que crea una pared interior del horno. Los paneles 40 enfrían la pared 26 del horno por encima de la solera en un EAF o la tapa y los conductos de humo de un BOF.

Los paneles se enfrían por agua y están compuestos por una aleación de bronce y aluminio que se funde a medida y se procesa dando lugar a una tubería 50 sin costuras. Los conductos 44 de enfriamiento se incorporan en el sistema 16 de escape. Además, las tuberías 50 se forman en los paneles 40 de enfriamiento y se colocan por la totalidad del techo 32 y los conductos 44. La aleación de bronce y aluminio tiene preferiblemente una composición nominal de: 6,5% de Al, 2,5% de Fe, 0,25% de Sn, 0,5% como máximo de otros elementos y Cu hasta igualar el equilibrio. Sin embargo, se apreciará que la composición puede variar, de modo que el contenido en Al sea de al menos el 5% y no más del 11%, comprendiendo el resto respectivo el compuesto de bronce.

El uso de la aleación de bronce y aluminio proporciona propiedades mecánicas y físicas mejoradas con respecto a dispositivos de la técnica anterior (es decir, sistemas de enfriamiento de carbono o acero inoxidable) porque la aleación proporciona conductividad térmica, dureza y módulo de elasticidad superiores para los fines de fabricación de acero en un horno. Al emplear estas mejoras, se aumenta directamente la vida útil del horno.

Además de las características de transferencia de calor superiores, las capacidades de alargamiento de la aleación son mayores que las del acero o el acero inoxidable; permitiendo de ese modo que las tuberías y la canalización 44 se expandan y se contraigan sin agrietarse. Además, la dureza de la superficie es superior con respecto a la técnica anterior porque reduce los efectos de la erosión por el efecto de pulido por chorro de arena de los desechos de descarga gaseosa.

El procedimiento de formación de las tuberías es preferiblemente extrusión; sin embargo, un experto en la técnica apreciará que pueden emplearse otras técnicas de formación que producen el mismo resultado, es decir, un componente sin costuras. Durante la extrusión, la aleación de bronce y aluminio se trabaja en caliente, dando como resultado de ese modo una estructura de grano compacta, que posee propiedades físicas mejoradas.

En las tuberías mostradas en la figura 6, el reborde 96 alargado es una acanaladura que es especialmente

adecuada para recoger escoria. La masa en cada lado de la línea central de la sección tubular es equivalente, de modo que la masa del reborde 96 alargado es aproximadamente igual a la masa de la base 92. Al equilibrarse la masa y emplear aleaciones de bronce y aluminio extruidas, la tubería resultante está sustancialmente libre de picos de tensión. La tubería dada a conocer tiene características de tensión mejoradas, y los paneles de intercambio de calor fabricados con esta tuberías se someten menos a daño producido por cambios drásticos de temperatura, por ejemplo, durante el funcionamiento cíclico del horno.

La composición del sistema de intercambiador de calor difiere de la técnica anterior en que las tuberías y las placas en la técnica anterior estaban compuestas de acero al carbono o acero inoxidable, en contraposición a la composición de aleación de bronce y aluminio dada a conocer. La composición de la aleación de bronce y aluminio no es propensa al ataque con ácido. Además, los solicitantes han determinado que el bronce al aluminio tiene una tasa de transferencia de calor superior que la del acero al carbono o el acero inoxidable, y que la aleación posee la capacidad de expandirse y contraerse sin agrietarse. Finalmente, la dureza de la superficie de la aleación es mayor que la de cualquier acero, reduciéndose de ese modo los efectos de erosión de la superficie a partir de los efectos de pulido por chorro de arena del gas de escape que se mueve a través del conducto / sistema de enfriamiento.

Realización alternativa

Se logra un flujo similar del fluido de enfriamiento a través del sistema de intercambiador de calor a través del uso de un canal de arrollamiento sinuoso. El canal 122 está formado por deflectores 124 de separación entre una placa 120 frontal y la placa 93 de base. La figura 9 ilustra una realización del sistema 10 de intercambiador de calor que usa deflectores. En la realización ilustrada, el sistema 10 de intercambiador de calor es un conducto 45, en el que la placa 120 frontal está en el interior del conducto 45. En la realización ilustrada, la placa 93 de base también funciona como la pared exterior del conducto 45. El conducto tiene bridas 54 para acoplar un conducto a otro conducto, o para acoplarse a una caja 48 de viento, o para acoplarse al techo 32 del horno 80. En la realización ilustrada, el fluido de enfriamiento fluye hacia dentro y hacia fuera del plano del papel. Tal como se ilustra, sólo hay un panel 41 y está en comunicación de fluido 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 93 de base.

La figura 10 ilustra el sistema 10 de intercambiador de calor configurado como una pared 47 interior de horno, que es el panel 14 de enfriamiento. La pared 47 interior de horno está fabricada para seguir el contorno de la pared 26 de la cubierta 12 de horno. El panel 41 tiene deflectores 124 montados entre la placa 120 frontal y la placa 93 de base. El sistema tiene una entrada 56 y una salida 58 para el fluido de enfriamiento. Los colectores, que alimentan agua fría y un retorno, están en comunicación de fluido con el panel 41. Aunque sólo se muestra un panel, la aplicación también podría configurarse para tener múltiples paneles. La placa 120 frontal y los deflectores 124 tienen una composición de aleación de bronce y aluminio. Los deflectores están soldados a la placa frontal a lo largo del borde 126 longitudinal. La placa de base está unida al borde longitudinal opuesto, formando de ese modo el canal 122. El canal 122 puede observarse en la esquina izquierda de la figura 10. Debe observarse que el flujo del fluido de enfriamiento es en arrollamiento sinuoso en forma serpenteante, muy similar al flujo a través del conjunto de tuberías montadas una junto a la otra, tal como se muestra en la figura 5. Los colectores no se muestran en la realización 45 ni en la 47, pero están colocados periféricamente, tal como se ilustró anteriormente en la figura 2.

En referencia a la figura 11, ilustra una pared 49 interior de horno enfriada con un panel 43 que tiene una pluralidad de boquillas 125 de pulverización. El intercambiador de calor tiene una placa 120 frontal, tuberías 50 dotadas de boquillas 125 y una placa 93 de base de bronce al aluminio. La placa 120 frontal se expone directamente al calor, los gases de escape y la escoria producidos por el procedimiento de fabricación de acero. Las boquillas 50 pulverizan el fluido de enfriamiento desde la placa de base hacia el lado posterior de la placa 120 frontal.

En referencia a la figura 12, es una vista en sección transversal de una caja 48 de viento que se enfría usando un sistema de intercambiador de calor que utiliza boquillas 125 de pulverización. Las cuatro placas 120 frontales de bronce al aluminio definen el interior de la caja 48 de viento. La pluralidad de boquillas 125 en la tubería 50, dirigen un patrón de pulverización de fluido de enfriamiento hacia el lado posterior de la placa 120 frontal. La placa 93 de base sirve como soporte para las tuberías 50 así como pared exterior para la caja 48 de viento. La placa 120 frontal está desplazada suficientemente con respecto a la pluralidad de boquillas de manera que el fluido de enfriamiento se pulveriza en un patrón de solapamiento. El solapamiento es suficiente para cubrir una zona, lo que reduce el número de arrollamientos en serpentina necesarios para enfriar la placa frontal. En la realización ilustrada mostrada en la figura 12 se muestra un conjunto de dos tuberías, cada una con una entrada 56 y una salida 58. Aunque no se muestra, podría haber muchas más tuberías con boquillas. Al revisar la figura 11, las tuberías están conectadas con codos 53 en forma de U y pueden usarse conexiones similares en la caja 48 de viento. Tal como se ilustra, sólo hay un panel 43 que tiene al menos una entrada y una salida.

Aunque se han descrito en detalle realizaciones particulares de la invención, se entenderá que la invención no se limita correspondientemente en alcance, sino que incluye todos los cambios y modificaciones que entran en el espíritu y los términos de las reivindicaciones adjuntas al presente documento. Debe resultar obvio que el sistema de intercambiador de calor, ya utilice tuberías de arrollamiento sinuoso, deflectores o boquillas de pulverización y placas puede emplearse en entornos extremadamente rigurosos para enfriar gases y condensar muchos materiales

vaporizados.

Resumen del logro de los objetos de la invención

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

10 Adicionalmente se proporciona un sistema de intercambiador de calor que es adaptable para enfriar gases de escape que emanan de un horno de fabricación de acero, en el que el sistema de intercambiador de calor puede ajustarse a las paredes del horno, un techo de horno, un orificio de escape del anillo de humo, una sección recta de un conducto de escape y una sección curvada de un conducto de escape. El sistema de intercambiador de calor enfría los gases de escape que salen de un horno metalúrgico tal como un EAF o un BOF desde 2204°C - 2760°C hasta 93°C - 176°C (desde 4.000°F - 5.000°F hasta 200°F - 350°F.)

15 La invención proporciona un sistema de intercambiador de calor que puede adaptarse para recoger y enfriar escoria, en el que las tuberías de arrollamiento sinuoso son tuberías sin costuras extruidas que tienen un reborde alargado, y las tuberías resisten la corrosión, la erosión, la presión y la tensión térmica.

20 También se proporciona un intercambiador de calor que tiene otras aplicaciones, tales como enfriar gases de escape procedentes de plantas de conversión, plantas de fabricación de papel, plantas de generación de energía eléctrica por combustión de carbón y gas y otros generadores de gases de escape, en los que los gases se enfrían para el fin de capturar uno o más componentes del gas, efectuándose la captura por condensación, por absorción en lecho de carbono o por filtración.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (10) de intercambiador de calor, comprendiendo dicho sistema:
 - 5 al menos un panel de intercambio de calor de tuberías (50) de arrollamiento sinuoso que tienen una entrada (56) y una salida (58);
 - un colector (84) de entrada en comunicación de fluido con la entrada (56) del al menos un panel;
 - 10 un colector (86) de salida en comunicación de fluido con la salida (58) del al menos un panel;
 - estando configuradas las tuberías (50) para tener un fluido de enfriamiento que fluye a través de las tuberías (50);
 - 15 estando ubicadas las tuberías (50) para tener una corriente de gases (36) calientes que fluye a través de las tuberías (50);
 - en el que las tuberías (50) de arrollamiento sinuoso son sustancialmente un conjunto de longitudes de sección de tubos conectados montados uno junto al otro; y
 - 20 los tubos conectados están sujetos entre sí con uniones (52) formando de ese modo el al menos un panel;
 - en el que el al menos un panel está montado en un lado interior de una pared, y está en comunicación de fluido con los colectores (86; 84) de salida y entrada que están en un lado exterior de la pared;
 - 25 caracterizado porque la pared tiene curvatura y porque los tubos conectados están sujetos entre sí con una unión en ángulo de manera que el panel resultante tiene una curvatura que es comparable a la curvatura de la pared.
- 30 2. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que el al menos un panel está fijado a una placa (93) de base y los tubos conectados están sujetos entre sí y a la placa (93) de base con una unión formando de ese modo el al menos un panel.
- 35 3. Sistema de intercambiador de calor según la reivindicación 2, en el que la placa (93) de base está curvada, y los tubos conectados están sujetos entre sí con una unión en ángulo de manera que el panel resultante tiene una curvatura que es comparable a la curvatura de la pared.
- 40 4. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquier reivindicación anterior, en el que hay una pluralidad de paneles y al menos dos paneles están montados alrededor del lado interior de un conducto de escape del horno (80), en el que la pluralidad se alimenta de manera individual por el fluido de enfriamiento desde el colector (86) de salida que rodea el lado exterior del conducto (44) de escape; y en el que cada panel devuelve el fluido de enfriamiento al colector (86) de salida que rodea el lado exterior del conducto (44) de escape.
- 45 5. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema comprende además un horno que tiene medios para calentar un interior del horno y generar gases de escape en el intervalo de temperatura de aproximadamente 2204°C (4000°F) a 2760°C (5000°F), hay una pluralidad de paneles y al menos dos paneles están montados alrededor del lado interior del techo de horno, en el que cada panel se alimenta de manera individual por el fluido de enfriamiento desde el colector (86) de salida que está en un lado exterior del techo de horno; y en el que cada panel devuelve el fluido de enfriamiento al colector (86) de salida que está en el lado exterior del techo de horno.
- 50 6. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema comprende además un horno que tiene medios para calentar un interior del horno y generar gases de escape en el intervalo de temperatura de aproximadamente 2204°C (4000°F) a 2760°C (5000°F), hay una pluralidad de paneles y al menos dos paneles están montados alrededor del lado interior de la pared de horno, en el que cada panel se alimenta de manera individual por el fluido de enfriamiento desde el colector (86) de salida que rodea el lado exterior de la pared de horno; y en el que cada panel devuelve de manera individual el fluido de enfriamiento al colector (86) de salida que rodea el lado exterior de la pared de horno.
- 55 60 7. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que hay una pluralidad de paneles y al menos dos paneles están montados alrededor del lado interior del orificio de escape del anillo de humo, en el que cada panel se alimenta de manera individual por el fluido de enfriamiento desde el colector (86) de salida que rodea el lado exterior del orificio de escape del anillo de humo; y en el que cada panel devuelve el fluido de enfriamiento al colector (86) de salida que rodea el lado
- 65

exterior del orificio de escape del anillo de humo.

- 5
8. Sistema de intercambiador de calor según la reivindicación 4, en el que los tubos conectados están montados en sentido longitudinal en los conductos (44) de escape.
- 10
9. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el sistema comprende además un horno que tiene medios para calentar un interior del horno y generar gases de escape en el intervalo de temperatura de aproximadamente 2204°C (4000°F) a 2760°C (5000°F), una pluralidad de conductos (44) de escape ensartados entre sí y los paneles en los conductos (44) de escape y el orificio de escape del anillo de humo disminuyen la temperatura de la corriente de gases (36) calientes extraídos del horno (80) desde aproximadamente 2204°C (4.000°F) – 2760°C (5.000°F) hasta aproximadamente 93°C (200°F) – 177°C (350°F).
- 15
10. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquier reivindicación anterior, en el que los tubos conectados tienen una acanaladura.
- 20
11. Sistema de intercambiador de calor según la reivindicación 10, en el que la acanaladura es un reborde (96) alargado que mejora el área superficial, recoge la escoria, y reduce los picos de tensión.
- 25
12. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquier reivindicación anterior, que comprende además una alimentación de agua de enfriamiento acoplada al colector (84) de entrada.
- 30
13. Sistema (10) de intercambiador de calor según cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un panel de tuberías (50) de arrollamiento sinuoso está compuesto por una aleación de bronce y aluminio.
- 35
14. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 13 en el que dicha aleación comprende al menos el 89% de cobre y no más del 95% de cobre.
- 40
15. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 13, en el que la aleación de bronce y aluminio comprende Cu, Al, Sn y Fe.
- 45
16. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 9, en el que la forma y el tamaño de cada conducto (44) de escape están dispuestos de manera que se logra un área superficial deseada, en el que el conducto (44) de escape tiene una capacidad de enfriamiento conocida.
17. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 9, en el que las tuberías (50) de arrollamiento sinuoso están compuestas por una aleación de bronce y aluminio.
18. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 17, en el que las tuberías de arrollamiento sinuoso se forman por extrusión.
19. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 1 ó 2, en el que el sistema (10) de intercambiador de calor es adecuado para enfriar gases (36) de escape generados por plantas de fabricación de hierro y acero, convertidores, plantas de fabricación de papel, plantas de generación de energía eléctrica por combustión de carbón y gas; y otras plantas que generan gases de escape.
20. Sistema (10) de intercambiador de calor según la reivindicación 1 ó 2, en el que el sistema (10) de intercambiador de calor es adecuado para su uso en paredes de horno de fabricación de hierro y acero.

Fig.1

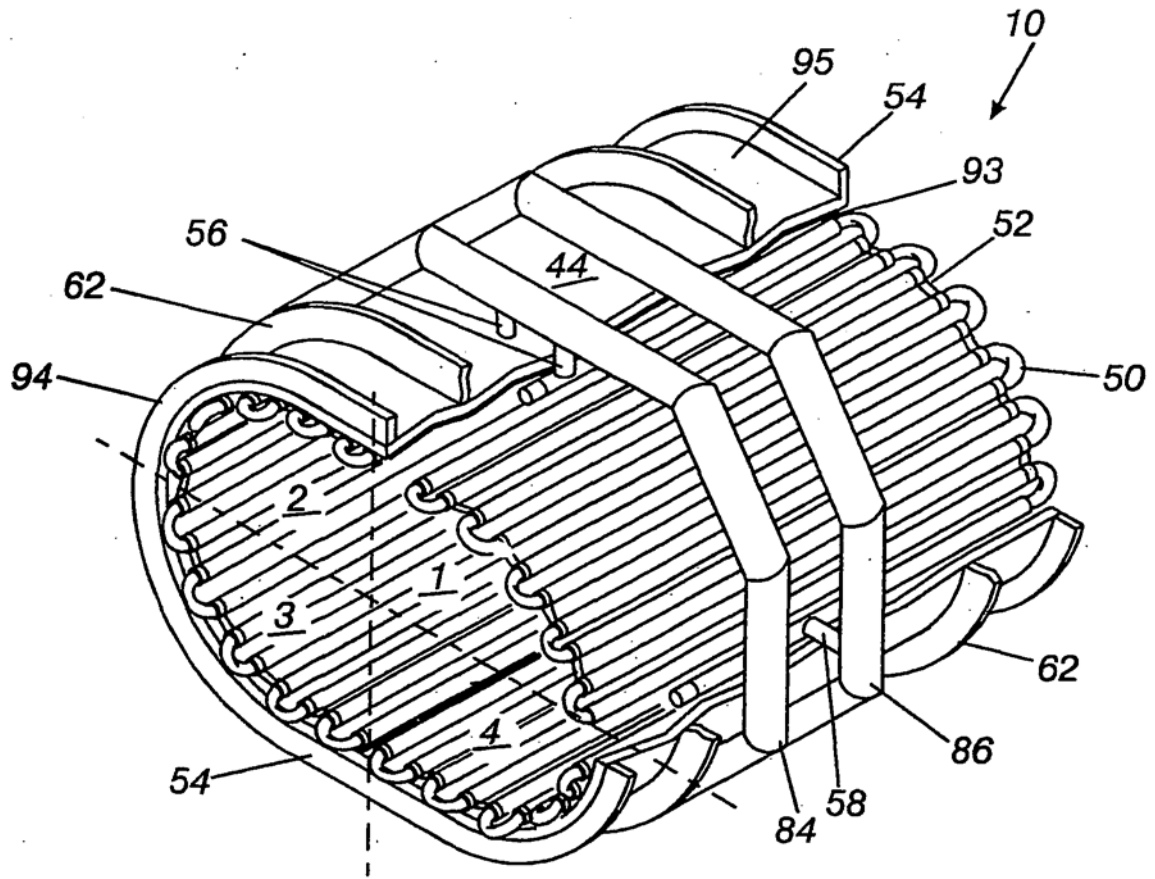
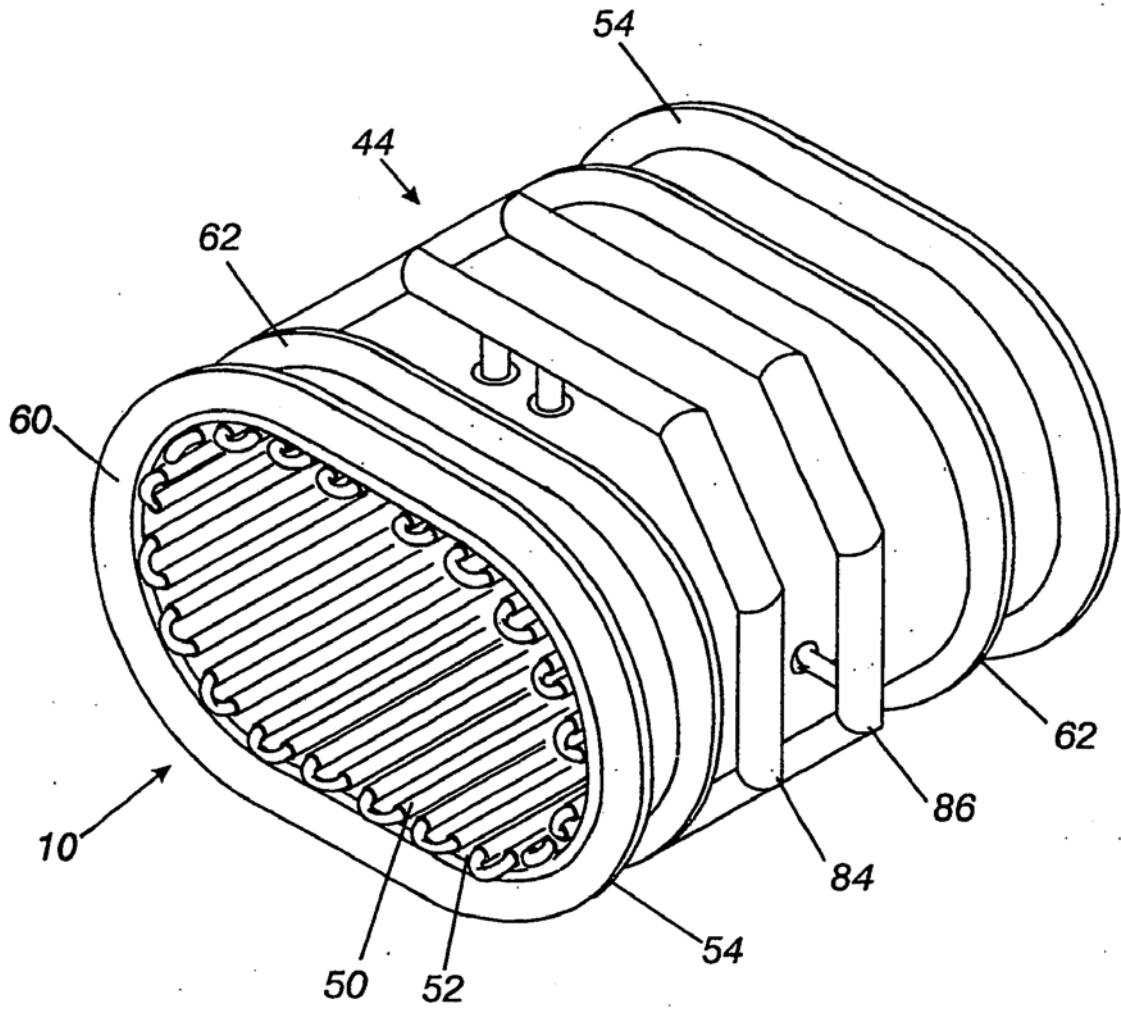


Fig.1a



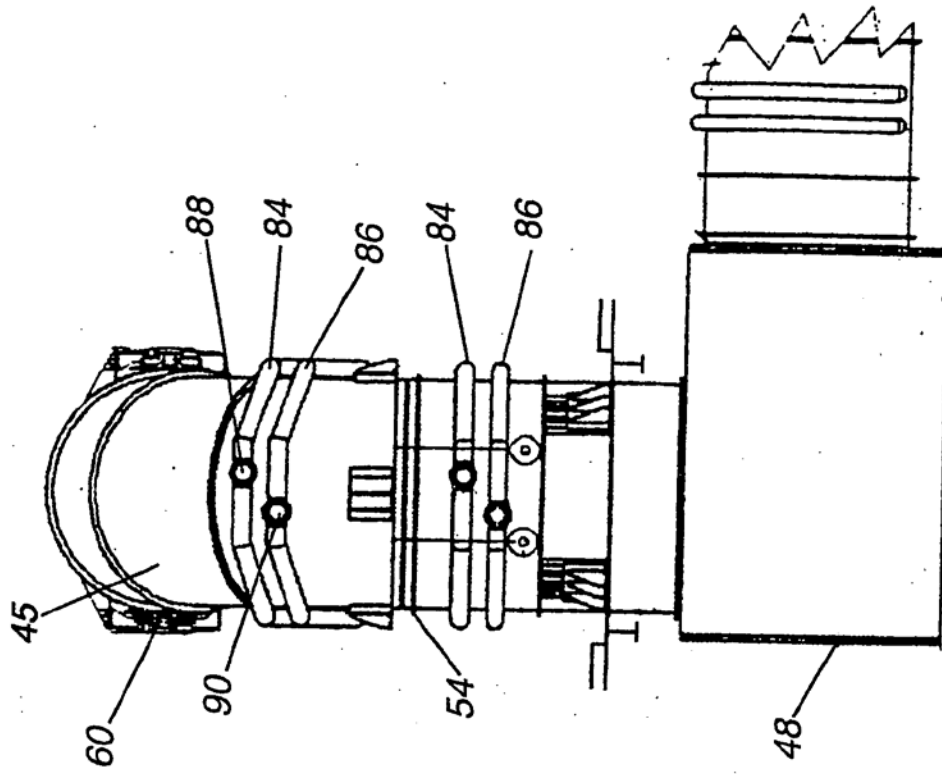


Fig. 1c

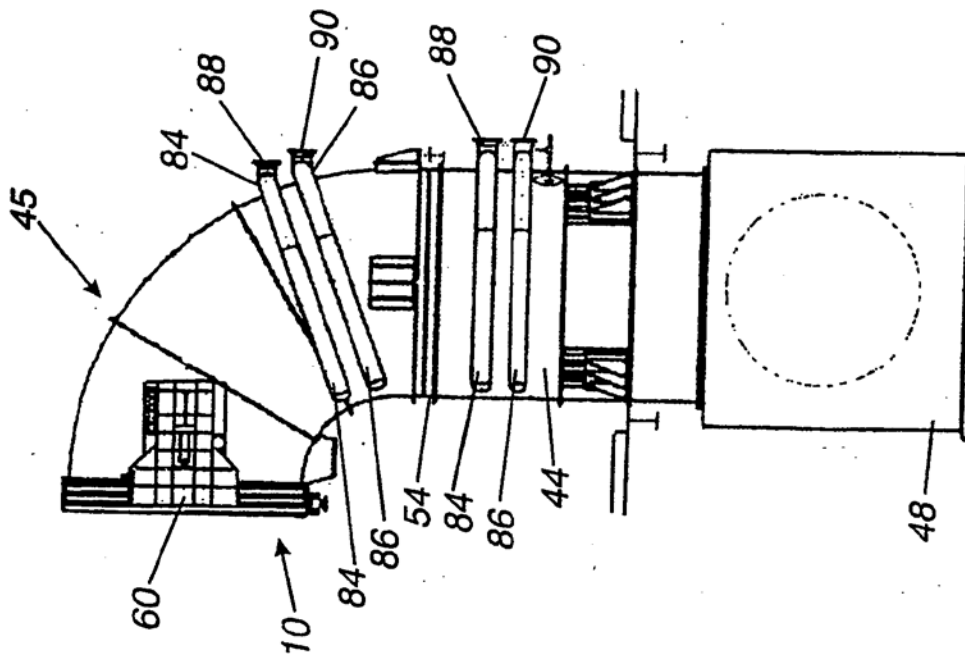


Fig. 1b

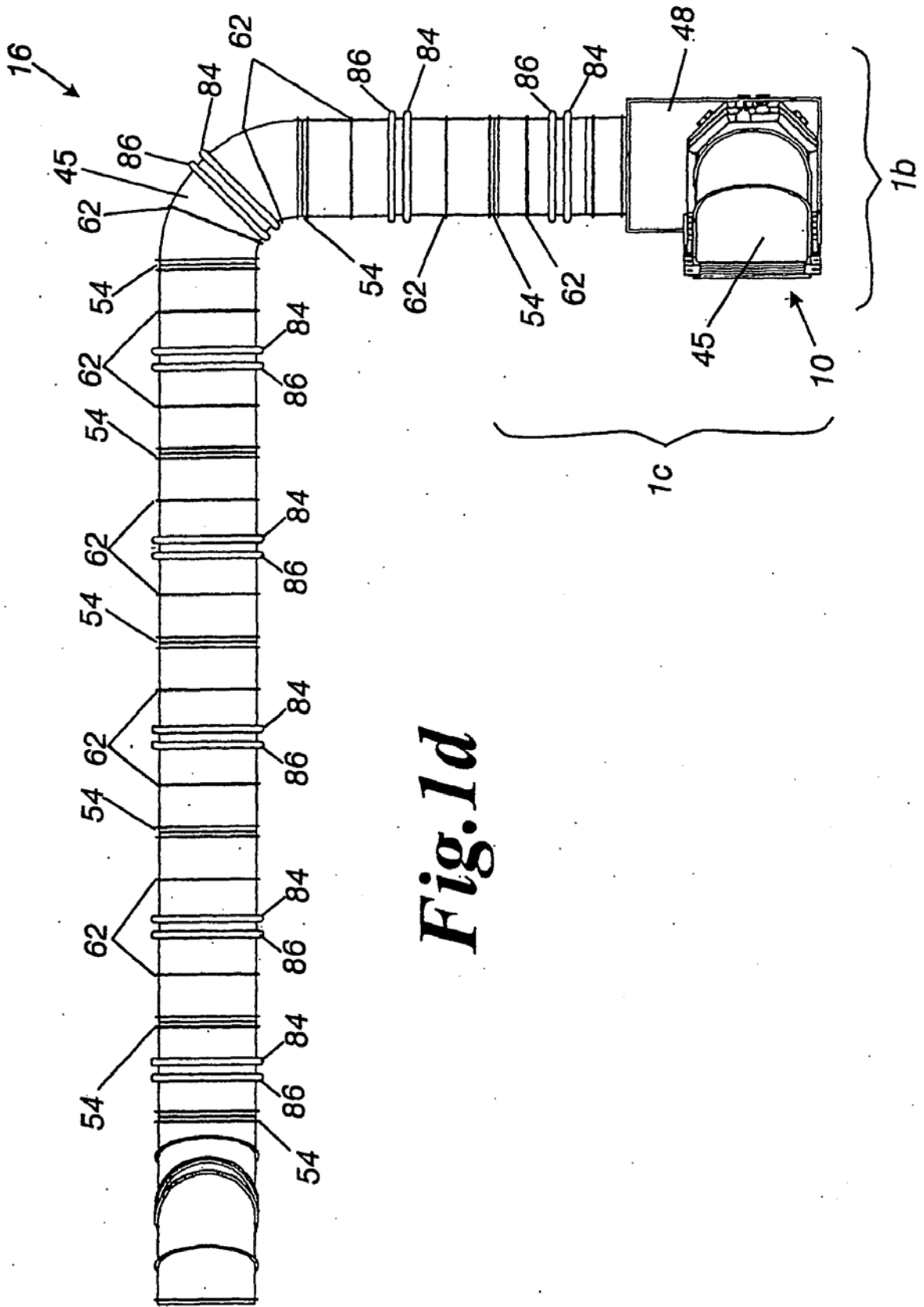
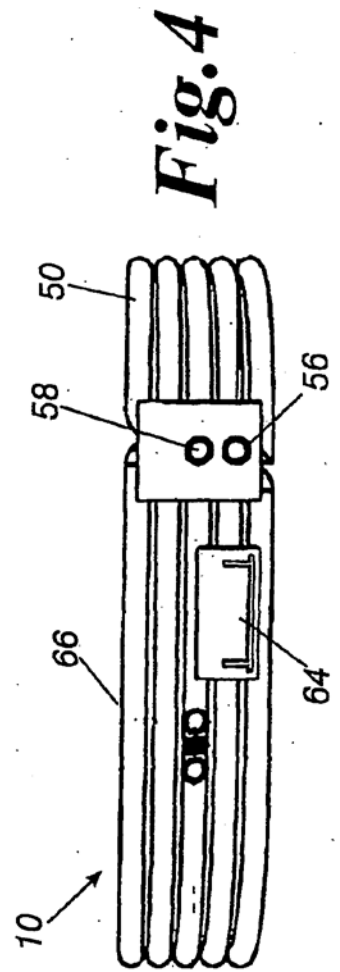
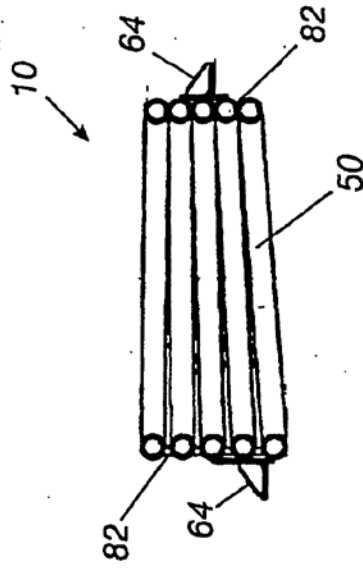
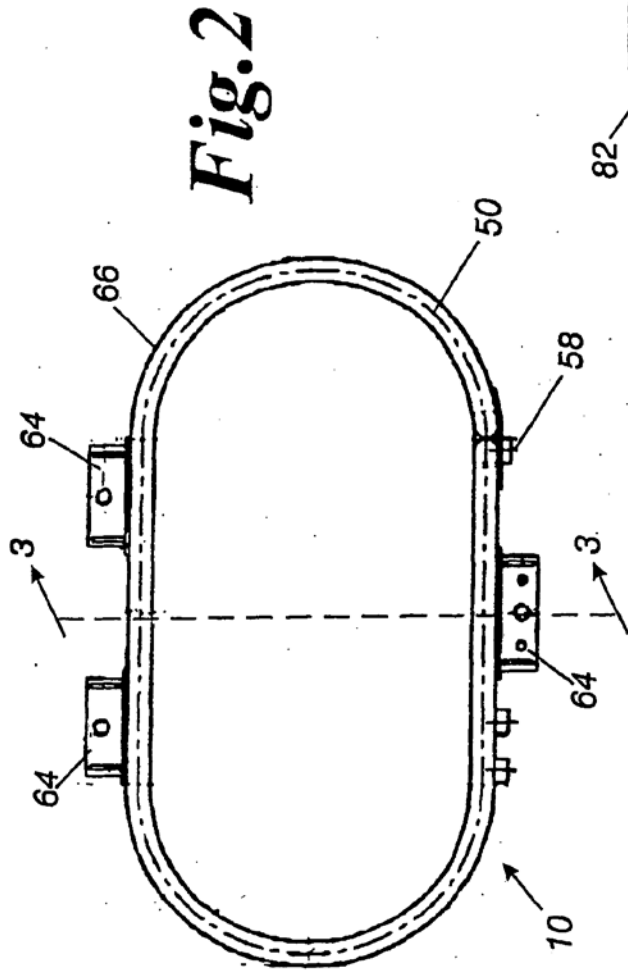


Fig. 1d



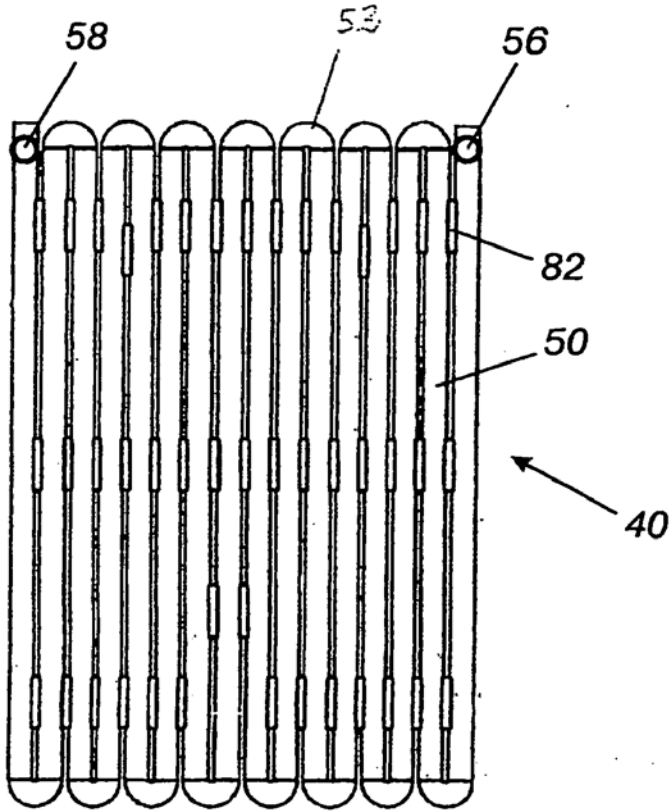


Fig. 5

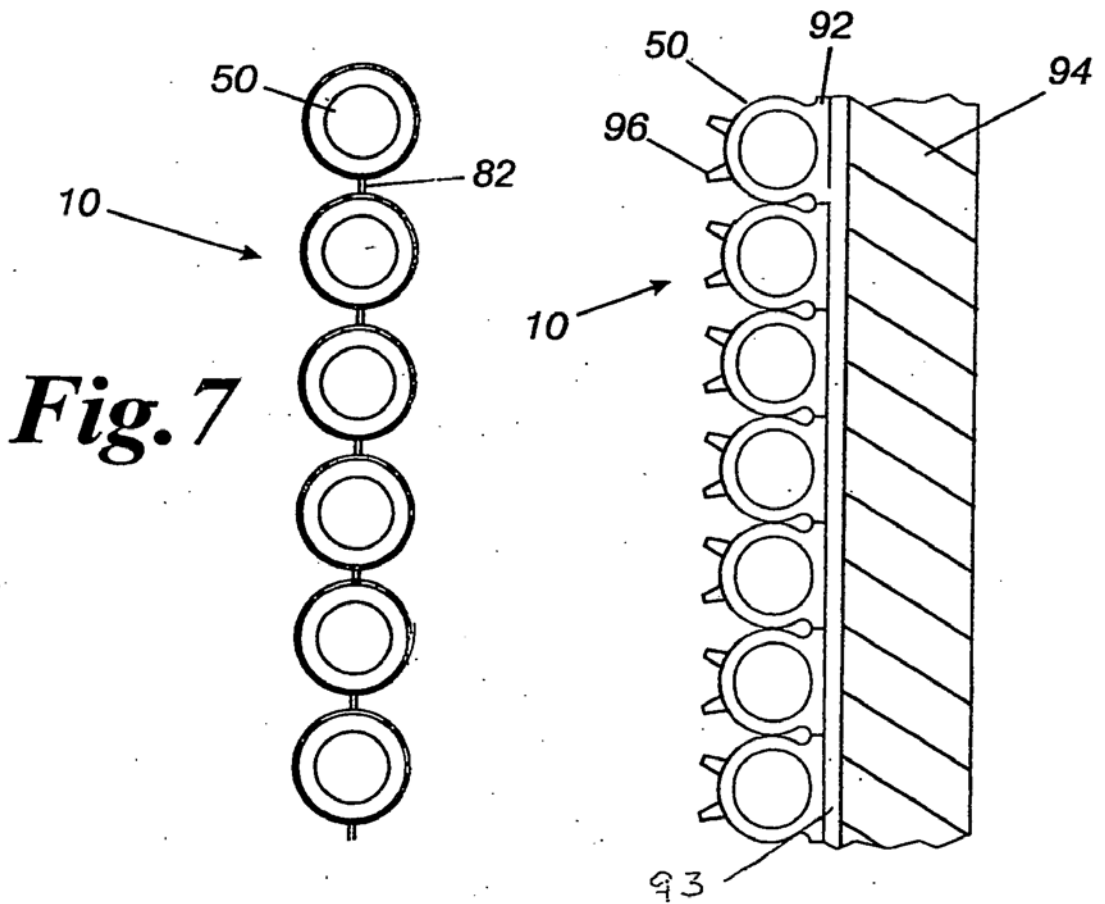


Fig. 6

Fig. 7

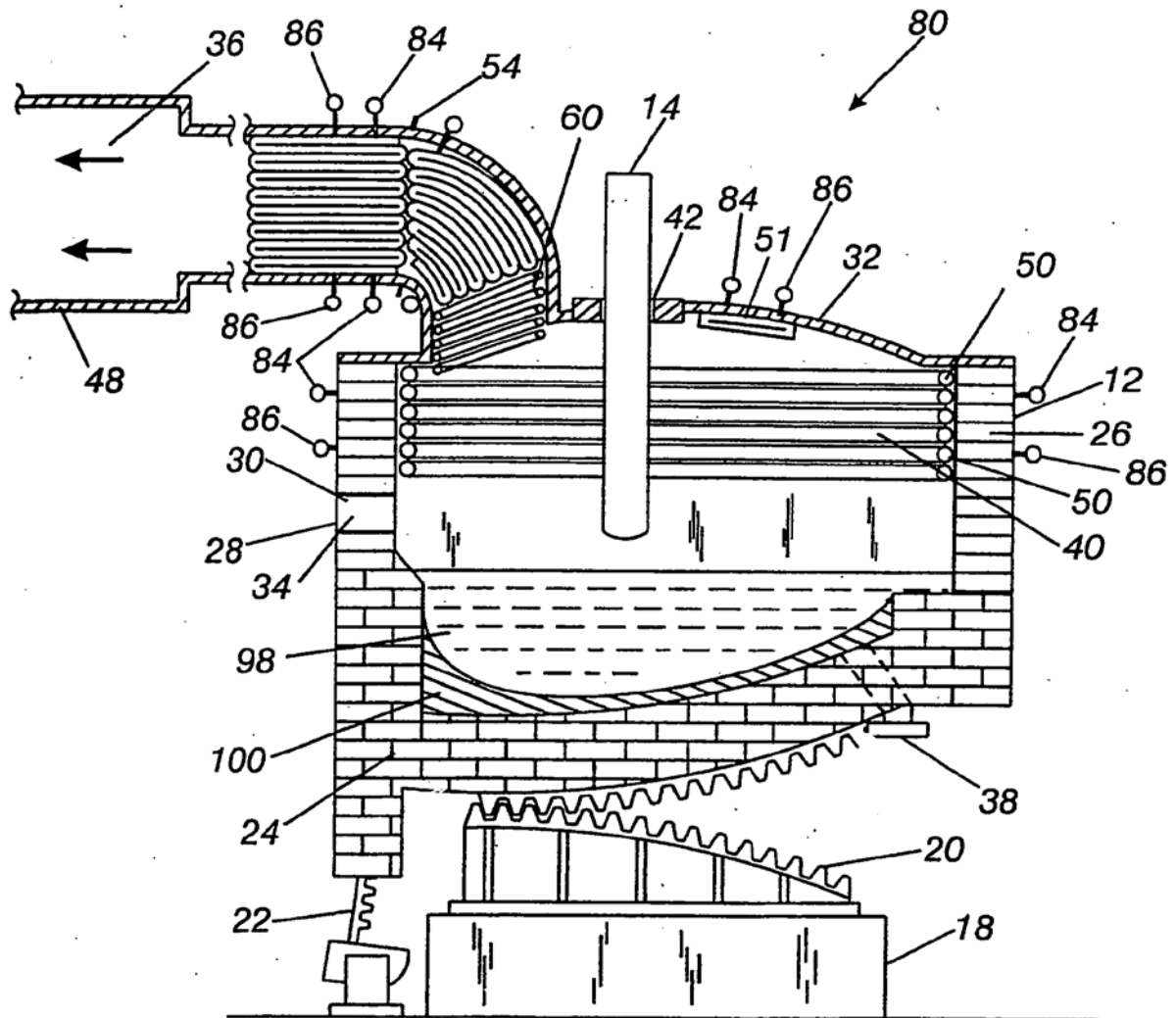
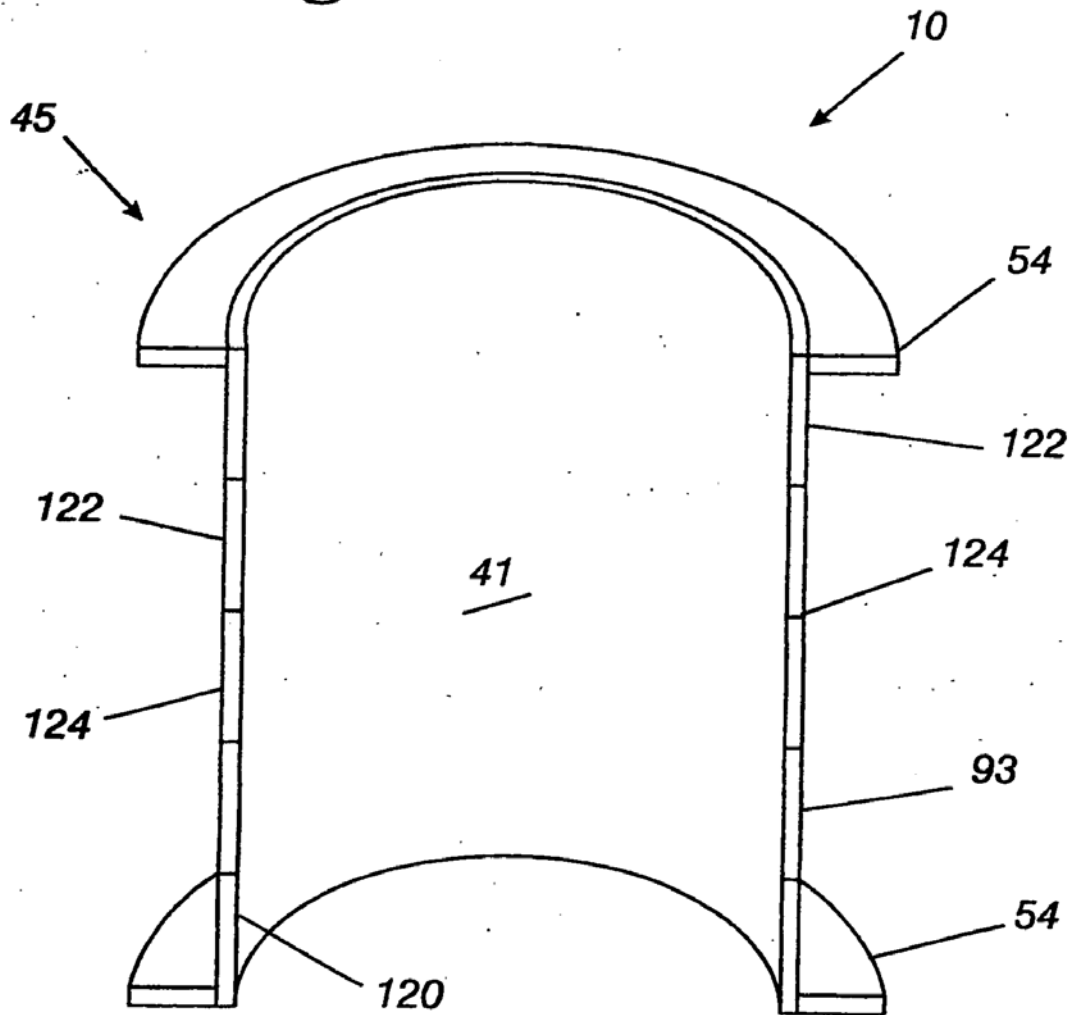


Fig. 8

Fig. 9



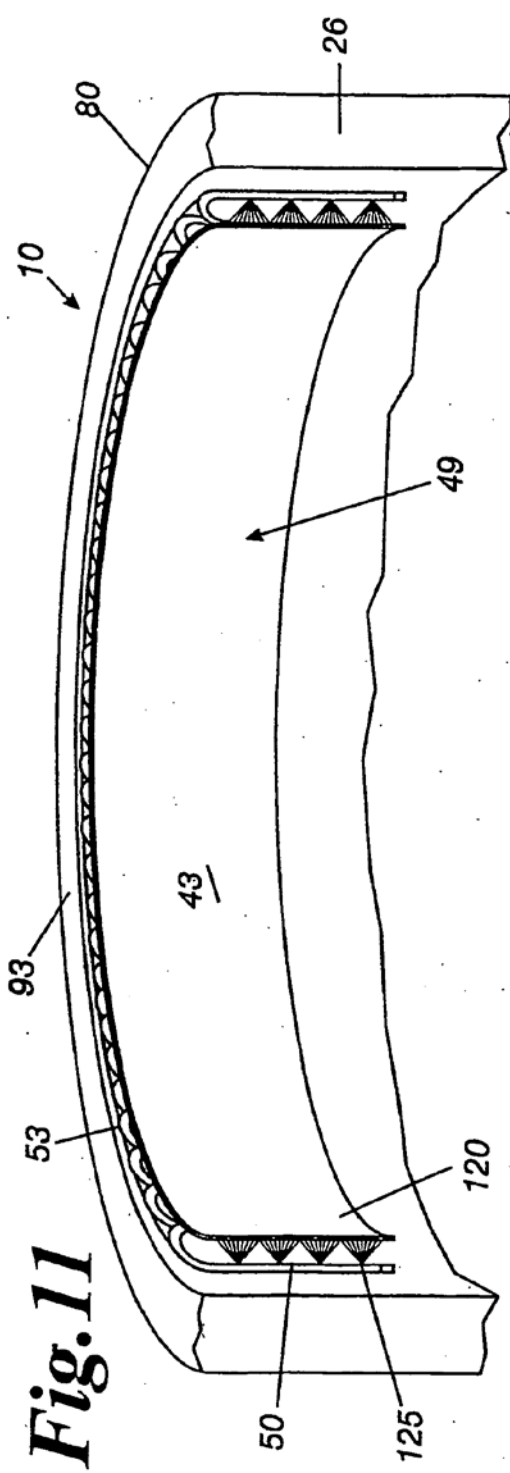


Fig. 11

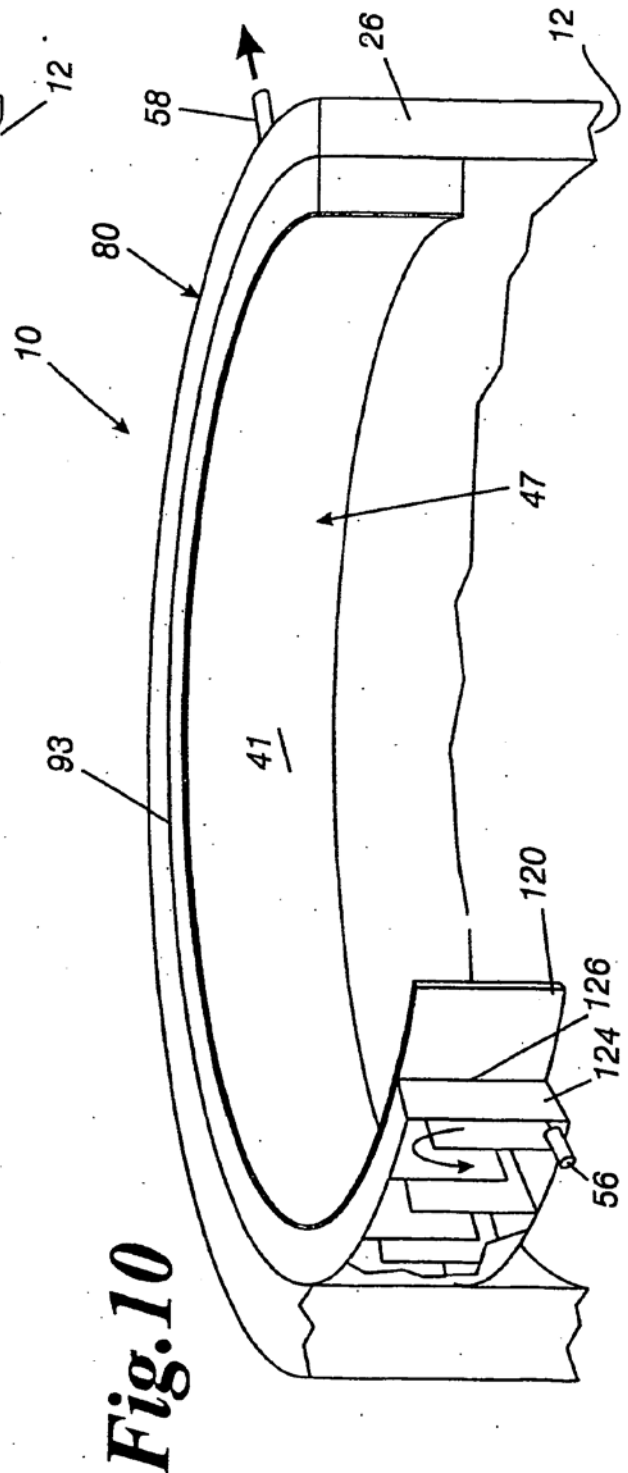


Fig. 10

