

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 332**

51 Int. Cl.:

C21B 7/10 (2006.01)

C25C 3/08 (2006.01)

C21C 5/46 (2006.01)

F27D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2005 PCT/NZ2005/000101**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2005 WO05111524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2005 E 05748002 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 1751486**

54 Título: **Intercambiador de calor**

30 Prioridad:

18.05.2004 NZ 53300604

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2017

73 Titular/es:

**AUCKLAND UNISERVICES LIMITED (100.0%)
LEVEL 10, 70 SYMONDS STREET
AUCKLAND, NZ**

72 Inventor/es:

**TAYLOR, MARK P.;
CHEN, JOHN, J. J.;
FARID MOHAMED y
WALLACE, ROBERT JOHN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 635 332 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

Intercambiador de calor

5 Referencia cruzada con solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica prioridad sobre la Solicitud de Patente Provisional de Nueva Zelanda 533006, presentada el 18 de mayo de 2004.

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un intercambiador de calor. La invención se refiere en particular, pero no necesariamente con exclusividad, a un intercambiador de calor para su uso en el enfriamiento de hornos de fundiciones metalíferas. Se apreciará fácilmente que el intercambiador de calor podría utilizarse también en una amplia gama de otras aplicaciones.

Antecedentes de la invención

En las fundiciones metalíferas y, en particular, en las fundiciones de aluminio, la fundición comprende una pluralidad de crisoles u hornos, cada uno de los cuales tiene una carcasa dentro de la cual están contenidos un electrolito y un metal fundido. El aluminio se produce mediante un proceso de electrólisis y la temperatura del electrolito puede alcanzar temperaturas de aproximadamente 1000 °C. Esto da lugar a temperaturas sustancialmente elevadas en la carcasa de cada crisol. Por lo tanto, es necesario reducir la temperatura de estas carcasas para proteger la carcasa de la corrosión y los fallos catastróficos.

En el pasado, esto se ha logrado dirigiendo sobre la carcasa un fluido refrigerante, tal como aire, en los lugares que se ponen excesivamente calientes. Esto requiere cantidades muy grandes de aire comprimido, es extremadamente ineficiente y genera ruido y riesgos de polvo para los operadores. Además, el aire sólo puede aplicarse de esta manera a las partes sobrecalentadas localizadas de una carcasa de horno. La temperatura de la carcasa de la gran mayoría de los hornos no se enfría por este medio y no se obtiene ningún beneficio general para la fundición.

En otro desarrollo (Patente Estadounidense n.º 6.251.237 concedida a Bos y col.), se ha propuesto la instalación de conductos permanentes como parte integral de cada carcasa. Esto no sólo requiere un complejo sistema de conductos, sino que también se requiere alguna forma de impulsión forzada del fluido.

Además, para modificar las fundiciones para enfriarlas, puede ser necesario, en ciertas circunstancias, apagar primero cada horno. Esto es económicamente desventajoso, ya que cualquier tiempo inactivo de la fundición tiene consecuencias económicas adversas. Más importante aún, cuando un horno se apaga durante un tiempo significativo, el electrolito se solidifica, lo cual obliga a efectuar importantes procedimientos de puesta en marcha para encender de nuevo el horno.

El documento US 4.558.689 desvela un intercambiador de calor secundario que está situado dentro de una cámara de retorno de aire frío de un horno de gas o de fueloil, con aire forzado, para precalentar el aire frío introducido en el horno a través de la cámara de aire frío. Una tubería de humos para recuperación del calor está conectada entre una tubería de humos primaria del horno y el intercambiador de calor secundario, y una tubería de escape está conectada entre el intercambiador de calor secundario y el exterior de una estructura servida por el horno. Un ventilador secundario acoplado a la tubería de escape aspira los gases de combustión calientes desde la tubería de humos primaria, los pasa a través del intercambiador de calor, y descarga al exterior los gases de combustión enfriados. El intercambiador de calor secundario comprende una cámara de entrada de gas de combustión y una cámara de salida de gas de combustión, con una pluralidad de tuberías conductoras de calor conectadas herméticamente entre ambas. Cada una de las tuberías conductoras de calor está dispuesta para definir una trayectoria tortuosa entre la cámara de entrada y la cámara de salida, definiendo cada tubería conductora de calor al menos dos superficies radiantes, lineales y alineadas, sobre las cuales se arrastra aire frío. Unas aletas conductoras de calor están íntimamente conectadas a las tuberías conductoras de calor y se proporciona un drenaje de condensado en las extremidades inferiores de las tuberías conductoras de calor para drenar el condensado desde el intercambiador de calor secundario.

El documento JP 2 212 322 A desvela un horno de fusión de vidrio que tiene un ventilador colocado en cada una de dos cámaras de ventilador dispuestas debajo del horno. El aire externo frío es aspirado al interior de la cámara por los ventiladores a través de un orificio de succión y el aire caliente es aspirado desde debajo del horno e introducido en las cámaras desde una tubería de succión. A continuación se mezcla el aire frío y el aire caliente y se envía la mezcla a través de una tubería de aire para descargarla mediante un caño sobre las paredes laterales del horno desde una tubería de descarga. La temperatura del enfriamiento es monitorizada constantemente por un termómetro fijado al caño y conectado a un controlador. El controlador emite una señal para mantener la condición presente, aumentar el grado de apertura de un registro cuando la temperatura sea inferior a la óptima o disminuir el grado de apertura del registro cuando la temperatura sea superior a la óptima.

El documento US 5,725,047 desvela un intercambiador de calor que comprende un bastidor de enfriamiento que incluye una primera y una segunda porciones de bastidor que alojan de forma liberable un material de aleta. En una realización del intercambiador de calor, la primera y la segunda porciones de bastidor son móviles entre sí. Un módulo de aleta, que puede incluir material de aleta frágil o flexible, sujeto a una tira de material más robusto, puede ser colocado entre la primera y la segunda porciones de bastidor. Un dispositivo de tensión, tal como un muelle o un controlador de separación, empuja las porciones de bastidor entre sí para sujetar el módulo de aleta entre las porciones de bastidor. Al liberar la tensión, o empujar las porciones de bastidor en una dirección opuesta, se libera el módulo de aleta. El módulo de aleta también puede ser retenido dentro del bastidor de enfriamiento con uno o más clips.

El documento US 4.230.307 desvela un dispositivo de refrigeración para una abertura de convertidor, tal como un convertidor de cobre Peirce-Smith. Un medio refrigerante, que es un líquido combustible con características de alta temperatura de craqueo, es introducido en unos conductos de refrigeración dispuestos de forma flotante en un revestimiento de material refractario y en la abertura de un convertidor, a través de la cual es descargado, a altas temperaturas, el contenido del mismo. La menor presión de vapor del medio refrigerante, la dilatación y contracción del caño en los segmentos de enfriamiento individuales y el mantenimiento a presión del medio refrigerante mejoran el funcionamiento del convertidor.

Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un intercambiador de calor, para un horno de fundición, que incluye:

un conducto para transportar fluido refrigerante con relación a un horno a enfriar; y una disposición de transferencia de calor que comprende una pluralidad de caños espaciados, conectados al conducto por un colector, estando dispuestos los caños a intervalos espaciados a lo largo del colector, estando cada caño en comunicación con el interior del conducto, definiendo conjuntamente la disposición de transferencia de calor y el conducto un conjunto que puede montarse adyacente y externamente a una pared del horno a enfriar, produciéndose, en uso, un intercambio de calor por convección debido al movimiento del fluido refrigerante con relación al horno y al dispositivo de transferencia de calor del conjunto, y produciéndose un intercambio de calor por radiación entre el horno y los caños de la disposición de transferencia de calor del conjunto, comprendiendo adicionalmente cada caño unas partes para mejorar la transferencia de calor en forma de unos componentes que aumentan el área superficial y/o unos componentes que inducen vórtices, instalados en el interior de cada caño para mejorar al menos la transferencia de calor por convección entre los caños y el fluido refrigerante.

Preferentemente, el conjunto está formado en secciones que pueden disponerse en relación de extremo a extremo con el conducto formando un paso a través del cual fluye el fluido de refrigeración como resultado de un efecto de tiro. Con esta disposición, no se requieren piezas móviles para el intercambiador de calor y el intercambio de calor se produce debido a los diferenciales de temperatura y al flujo del fluido a través del conjunto. Al menos la disposición de transferencia de calor es de un material absorbente de calor y puede ser un caño negro. Un "ducto negro" debe entenderse como un caño que tiene una característica de alta absorción de calor, una característica de baja reflexión de calor radiante y que puede ser metálico. Para mejorar las capacidades de absorción de calor del conjunto, el caño metálico puede estar revestido con un revestimiento absorbente de calor tal como una pintura negra absorbente de calor.

Para favorecer aún más el intercambio de calor entre el fluido del conducto y el cuerpo del propio conducto, una región operativamente interna del conducto puede contener elementos de intercambio de calor. Los elementos de intercambio de calor pueden tener la forma de medios de transferencia de calor para efectuar un mayor intercambio de calor por convección entre el conducto y el fluido de refrigeración dentro del conducto.

El control del flujo de fluido a través del conducto puede efectuarse por medio de elementos de control dispuestos en el conducto. Por ejemplo, el intercambiador de calor puede incluir uno o más registros dispuestos en el conducto para controlar el flujo del fluido a través del conducto. Una disposición de transferencia de calor puede comprender una pluralidad de aletas dispuestas sobre una superficie externa del conducto. Los espacios entre aletas adyacentes pueden servir como trampas de calor radiante para ayudar a la transferencia de calor por radiación entre el horno y el conjunto. Las aletas pueden estar dispuestas horizontalmente y espaciadas verticalmente. O bien, las aletas pueden estar situadas verticalmente y espaciadas horizontalmente, en ambos casos para proporcionar, durante el funcionamiento, una mayor área superficial para efectuar el intercambio de calor por convección entre el horno, el fluido refrigerante y el conjunto.

En las fundiciones, la energía eléctrica es suministrada a los hornos de fundición a través de unas barras colectoras. En la primera realización de la invención, el intercambiador de calor puede incluir un deflector dispuesto, durante el funcionamiento, operativamente por debajo del conjunto para desviar el fluido refrigerante en contacto con los hornos a enfriar. El deflector puede tener la forma de una placa deflectora en forma de V (vista desde el extremo) montada sobre las barras colectoras. La placa deflectora puede servir para desviar el fluido y ponerlo en contacto

con las paredes de los hornos. El calentamiento por convección del fluido fomenta el flujo ascendente del fluido a lo largo de los lados de los hornos para que se ponga en contacto con el conjunto. Pueden definirse aberturas en una pared del conducto, entre las aletas, de modo que el fluido calentado por convección en los hornos sea aspirado hacia el interior del conducto para ser arrastrado en el mismo.

5 Para facilitar la colocación del conjunto en su posición con respecto a los hornos a enfriar, cada sección del conjunto puede montarse sobre unos rodillos que, a su vez, están apoyados sobre la placa deflectora.

10 El intercambiador de calor puede incluir un elemento de captación de fluido dispuesto operativamente por encima del conducto para impedir el escape o el desvío del aire calentado. El elemento de captación de fluido puede comprender una caperuza o placa de cubierta, montada por encima del conjunto, que también protege al conjunto contra la deposición de polvo que, de otro modo, podría ensuciar el intercambiador de calor.

15 El conducto puede ahusarse hacia fuera por su extremo de corriente abajo para fomentar el efecto de tiro y arrastrar un flujo uniforme de fluido refrigerante hasta cada sección del conducto. El extremo de corriente abajo del conducto está conectado a una disposición de extracción de fluido del horno, o de la estructura, en la que está contenido el intercambiador de calor. Por ejemplo, en el caso de una fundición de aluminio, el extremo de corriente abajo del caño puede estar conectado a una disposición de ventilador extractor de la fundición para proporcionar el flujo convectivo natural, con asistencia forzada, del fluido a través del conducto. El fluido que fluye por el conducto puede entonces enfriar por convección el conducto con un flujo mayor que el obtenido de otro modo a partir de un efecto de tiro puramente natural.

20 En ciertos diseños de fundiciones, el espacio entre celdas u hornos adyacentes es restringido debido a los múltiples conductores ascendentes que se utilizan para llevar la corriente a una celda u horno siguiente de la línea. En un intercambiador de calor, de acuerdo con una variante de la primera realización de la invención, para su uso en tales fundiciones, el conducto puede estar situado al nivel o en lugar de una rejilla de suelo dispuesta encima de las barras colectoras para los hornos.

30 Si se desea, se monta en el conducto, sobre un lado inferior del mismo, un accesorio absorbente de calor montado en la rejilla del suelo. El accesorio puede tener la forma de un elemento de captura de calor radiante en forma de lente. La lente puede "enfocar" el calor radiante desde las paredes de los hornos hasta el conducto para ayudar a la transferencia de calor por radiación desde las paredes de los hornos hasta el conducto. Por el contrario, el accesorio puede tener la forma de una o más placas verticales para aumentar el flujo de calor por convección hacia el aire que luego fluye al interior del conducto.

35 Cada caño puede tener la forma de una sección sustancialmente conformada como un canal que, durante el funcionamiento, está situada adyacente a una pared del horno para formar un paso a través del cual puede pasar el fluido refrigerante. Una abertura de entrada de cada caño está conformada para reducir la caída de presión asociada a la entrada del fluido refrigerante en el caño. Adicionalmente, el caño puede conectarse al colector a través de una abertura de salida. Cada caño puede definir una abertura de salida secundaria para permitir el escape a la atmósfera de parte del fluido refrigerante para proporcionar un flujo convectivo natural cuando no esté presente un flujo asistido.

40 Por el contrario, cada caño puede tener la forma de un tubo que se dispondrá adyacente a la pared del horno a enfriar. Cada tubo puede ser sustancialmente rectangular en sección transversal, con una alta relación de aspecto entre profundidad y anchura. La "anchura" del tubo puede ser la dimensión del tubo paralela a un eje longitudinal del colector y la "profundidad" del tubo puede ser la dimensión del tubo perpendicular al eje longitudinal del colector. De este modo, la alta relación de aspecto entre profundidad y anchura del tubo significa que la anchura del tubo es sustancialmente menor que la profundidad del tubo. De esta manera, los espacios entre tubos adyacentes pueden actuar como trampas de radiación térmica para ayudar a la transferencia de calor por radiación.

45 Una parte de cada tubo cerca del horno puede definir al menos una abertura para mejorar la transferencia de calor entre el tubo y el horno debido a capas límite térmicas reducidas. La abertura puede ser una ranura que se extienda paralela a un eje longitudinal del tubo, estando definida la ranura con la pared más corta de la ranura adyacente a la pared del horno durante el funcionamiento.

50 En esta realización de la invención, el intercambiador de calor puede incluir un elemento de blindaje para proteger, frente a la transferencia de calor por radiación desde el horno, aquellas partes de una estructura en las que está situado el horno a enfriar, quedando estas en el lado del elemento de blindaje opuesto al del horno. El elemento de blindaje puede tener la forma de una placa de blindaje que, junto con la pared del horno, define un canal a través del cual puede pasar el fluido de refrigeración para ayudar a la transferencia de calor por convección natural desde la pared del horno hasta aquellas partes de la disposición de transferencia de calor dispuestas dentro del canal.

60 Una parte ascendente de cada caño puede estar dispuesta en el canal, de modo que la transferencia de calor desde el horno hacia los conductos se produzca tanto por radiación como por convección. Debido al uso del ventilador extractor, se crea una zona de baja presión dentro del intercambiador de calor para provocar el flujo de fluido en el

intercambiador de calor. Por lo tanto, puede efectuarse la transferencia de calor por convección entre el fluido en el intercambiador de calor como resultado del flujo asistido de fluido a través del intercambiador de calor.

5 En una versión de esta realización, cada caño puede tener una sección vertical que entra en su colector a través de una región acodada del caño, situada corriente abajo. El fluido refrigerante puede entrar en la sección vertical para penetrar en el colector para efectuar la transferencia de calor por convección.

10 En otra versión de esta realización, cada caño puede tener corriente arriba una porción horizontal que conduce a una porción vertical dispuesta entre la placa de blindaje y el horno. La transición entre las porciones vertical y horizontal de los tubos puede inducir perturbaciones del fluido para impedir la acumulación de capas límite térmicas e hidrodinámicas para mejorar la transferencia de calor. La longitud de la porción vertical de cada tubo puede ser relativamente corta para impedir adicionalmente la acumulación de capas límite térmicas e hidrodinámicas.

15 Adicionalmente, cada sección de la disposición de transferencia de calor puede comprender una pluralidad de unidades, comprendiendo cada unidad un colector con sus correspondientes caños, estando los colectores apilados verticalmente y estando los caños de una unidad superior intercalados con los caños de una unidad subyacente, proporcionando cortos ramos de porciones verticales de los caños orientados hacia la pared del horno para mejorar la transferencia de calor.

20 Los componentes que mejoran la transferencia de calor pueden incluir elementos foraminosos, tales como medios porosos.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para enfriar un horno de fundición que incluye:

25 montar una disposición de transferencia de calor de un conjunto intercambiador de calor, incluyendo el conjunto un conducto de un material absorbente de calor, cerca y externamente del horno, de modo que se produzca un intercambio de calor por radiación entre el horno y al menos una parte de la disposición de transferencia de calor, incluyendo la disposición de transferencia de calor una pluralidad de caños espaciados, conectados al conducto por un colector, estando los caños dispuestos a intervalos espaciados a lo largo del colector, estando cada caño en comunicación con el interior del conducto; y
30 dirigir un fluido refrigerante hasta pasado el horno, a través de los caños de la disposición de transferencia de calor y hasta el interior del caño de manera que se produzca un intercambio de calor por convección entre el fluido, el horno y la disposición de transferencia de calor, y comprendiendo adicionalmente cada caño unas partes que mejoran la transferencia de calor en forma de unos componentes que aumentan el área superficial y/o unos componentes que inducen torbellinos, situados en el interior de cada caño para mejorar al menos la transferencia de calor por convección entre los caños y el fluido refrigerante.

40 El método puede incluir asistir al flujo convectivo del fluido a través de la disposición de transferencia de calor y del conducto. Por lo tanto, el método puede incluir efectuar la asistencia creando una región de baja presión en un paso del conducto, por ejemplo conectando un extremo de corriente abajo del paso a un ventilador extractor de una instalación en la que está montado el intercambiador de calor.

45 Esto puede incluir formar en secciones el conjunto de intercambiador de calor y disponer las secciones a tope con el conducto, formando el paso a través del cual fluye el fluido como resultado de un efecto de tiro.

50 Adicionalmente, el método puede incluir efectuar un mayor intercambio de calor por convección entre el conducto y el fluido en el conducto haciendo pasar el fluido sobre los elementos de intercambio de calor contenidos en el conducto.

Además, el método puede incluir controlar el flujo de fluido a través del conducto por medio de unos elementos de control dispuestos en el conducto. La disposición de transferencia de calor puede comprender una pluralidad de aletas dispuestas sobre una superficie externa del conducto y el método puede incluir hacer pasar el fluido a través de los espacios entre aletas adyacentes, sirviendo los espacios como trampas de calor radiante para ayudar a la transferencia de calor por radiación entre el horno y el conjunto.

60 El método puede incluir montar el conjunto entre una pluralidad de hornos a enfriar y desviar el fluido para ponerlo en contacto con las paredes de los hornos y arrastrar el fluido al interior del conducto a través de unas aberturas definidas entre las aletas en las paredes del conducto.

El método puede incluir también disponer un elemento de captación de fluido operativamente por encima del conducto para impedir el escape o el desvío del aire calentado.

65 Aun adicionalmente, el método puede incluir conectar un extremo de corriente abajo del conducto a una disposición de extracción de fluido.

En una variación de esta realización, el método puede incluir situar el conducto cerca del suelo de una estructura en la que está contenido el horno. El método puede incluir montar un accesorio absorbente de calor sobre el conducto.

5 Adicionalmente, el método puede incluir conformar la abertura de entrada de cada caño para reducir la caída de presión asociada a la entrada de fluido refrigerante en el caño. Además, el método puede incluir conectar al colector una abertura de salida del caño. También, el método puede incluir proporcionar un flujo convectivo natural cuando no esté presente un flujo asistido, permitiendo el escape a la atmósfera de parte del fluido refrigerante a través de una abertura de salida secundaria definida en cada caño.

10 El método puede incluir mejorar la transferencia de calor entre el caño, que tiene la forma de un tubo, y el horno, haciendo pasar el fluido a través de una abertura definida en una pared del tubo.

15 El método puede incluir montar un elemento de blindaje en relación espaciada con respecto a una pared del horno para proteger, frente a la transferencia de calor por radiación del horno, las partes de una estructura en la que está situado el horno a enfriar, quedando estas en un lado del elemento de blindaje opuesto al del horno. Después, el método puede incluir hacer pasar el fluido a través de un canal definido entre el elemento de blindaje y la pared del horno para ayudar a la transferencia de calor por convección natural desde la pared del horno hasta las partes de la disposición de transferencia de calor dispuestas dentro del canal.

20 El método puede incluir disponer en el canal una parte ascendente de cada caño, de manera que la transferencia de calor desde el horno a los caños se produzca tanto por radiación como por convección. Debido al uso del ventilador extractor, se crea una zona de baja presión dentro del intercambiador de calor para provocar el flujo de fluido en el intercambiador de calor. Por lo tanto, como resultado del flujo de fluido asistido a través del intercambiador de calor, puede efectuarse la transferencia de calor por convección entre el fluido en el intercambiador de calor.

25

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describen realizaciones a modo de ejemplo de la invención con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

30

La Figura 1 muestra una vista esquemática, en alzado frontal, de un intercambiador de calor no de acuerdo con la invención;

La Figura 2 muestra una vista esquemática, tridimensional, de un intercambiador de calor no de acuerdo con la invención;

35

La Figura 3 muestra una vista esquemática, en alzado lateral, de parte del intercambiador de calor de la Figura 2;

La Figura 4 muestra una vista esquemática, en planta, de parte del intercambiador de calor de las Figuras 2 y 3;

La Figura 5 muestra una vista esquemática, en alzado lateral, de una variación del intercambiador de calor no de acuerdo con la invención;

40

La Figura 6 muestra una vista esquemática, en alzado lateral, de una variación adicional del intercambiador de calor no de acuerdo con la invención;

Las Figuras 7-9 muestran unas vistas tridimensionales de intercambiadores de calor de acuerdo con la invención;

La Figura 10 muestra una vista tridimensional de una sección de intercambiador de calor de una primera versión del intercambiador de calor de acuerdo con la segunda realización de la invención;

45

La Figura 11 muestra una vista esquemática, en alzado frontal, de la sección de la Figura 10;

La Figura 12 muestra una vista tridimensional de otra versión de una sección de intercambiador de calor del intercambiador de calor de acuerdo con la invención;

La Figura 13 muestra una vista tridimensional de una unidad de la sección de la Figura 12;

La Figura 14 muestra una vista esquemática, en alzado frontal, de la sección de la Figura 12;

50

La Figura 15 muestra una vista esquemática, tridimensional, de una parte de una disposición de transferencia de calor del intercambiador de calor de acuerdo con una realización adicional de la invención;

La Figura 16 muestra una vista esquemática, en planta seccionada, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

Las Figuras 17A-17C muestran tres variaciones de aberturas de entrada de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

55

Las Figuras 18A y B muestran variaciones de las aberturas de salida de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

La Figura 19 muestra una vista esquemática, tridimensional, de una primera variación de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

60

La Figura 20 muestra una vista esquemática, en planta seccionada, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 19;

La Figura 21 muestra una vista esquemática, tridimensional, de una segunda variación de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

La Figura 22 muestra una vista esquemática, en planta, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 21;

65

La Figura 23 muestra una vista esquemática, tridimensional, de una tercera variación de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

La Figura 24 muestra una vista esquemática, en planta seccionada, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 23;

La Figura 25 muestra una vista esquemática, tridimensional, de una cuarta variación de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

5 La Figura 26 muestra una vista esquemática, en planta seccionada, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 25;

La Figura 27 muestra una vista esquemática, tridimensional, de una quinta variación de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 15;

10 La Figura 28 muestra una vista esquemática, en planta seccionada, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 27;

La Figura 29 muestra una vista esquemática, en alzado lateral seccionado, de otra realización de una parte de una disposición de transferencia de calor del intercambiador de calor; y

La Figura 30 muestra una vista esquemática, en planta seccionada, de la parte de la disposición de transferencia de calor de la Figura 29.

15

Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo

En las Figuras 1 a 6 de los dibujos, el número de referencia 10 designa generalmente un intercambiador de calor. El intercambiador de calor 10 incluye un conducto 12 que, durante el funcionamiento, está dispuesto entre dos cuerpos, en forma de hornos, ilustrados esquemáticamente por 14, a enfriar. El conducto 12 define un paso 16.

20

Una disposición de transferencia de calor, en forma de una pluralidad de aletas 18 espaciadas, está unida a una superficie exterior del conducto 12. Un conjunto que comprende el conducto 12 y las aletas 18 se identifica a continuación, para facilitar la explicación, como un caño 20.

25

En la realización ilustrada en la Figura 1 de los dibujos, las aletas 18 están espaciadas verticalmente y están dispuestas sustancialmente en horizontal o en un ligero ángulo con respecto a la horizontal.

30

El caño 20 es de un material absorbente de calor. Más particularmente, el caño 20 es de un material de aluminio y está revestido con un material absorbente de calor para mejorar las características de absorción de calor del caño 20. Por ejemplo, el caño 20 está revestido con una pintura negra absorbente de calor.

35

El paso 16 del conducto 12 del caño 20 está conectado, por un extremo de salida, a una disposición de extracción de fluido de una fundición en la que están contenidos los hornos 14. Más particularmente, el paso 16 está conectado a un ventilador extractor (no mostrado) para crear una región de baja presión en el intercambiador de calor 10 para fomentar el flujo de fluido a través del paso 16.

40

El conducto 12 tiene una pluralidad de aberturas, ilustradas esquemáticamente por 22, a través de las cuales el aire puede fluir al interior del paso 16 del caño 20.

El intercambiador de calor 10 incluye un deflector conformado como una placa deflectora 24 en forma de V dispuesta debajo del caño 20.

45

Normalmente, los hornos 14 de la fundición son alimentados con energía eléctrica por medio de unas barras colectoras 26. La placa deflectora 24 está montada sobre las barras colectoras 26 para desviar el aire, ilustrado esquemáticamente por 28, alrededor de la placa deflectora 24 y ponerlo en contacto con las paredes laterales 30 de los hornos, como se describirá con mayor detalle a continuación.

50

Un medio de captación de fluido, en forma de una caperuza 32 o placa de cubierta, está montado por encima del caño 20 para captar el aire 28 y dirigirlo hacia las aletas 18 del caño 20. La caperuza 32 también protege el intercambiador de calor 10 frente a la entrada de polvo desde arriba.

55

Una malla 34 está montada por encima de la caperuza 32 de manera que cualquier aire 28 que se escape pueda pasar a través de la malla 34.

Como se ha descrito anteriormente, en la realización ilustrada en la Figura 1 de los dibujos las aletas 18 están espaciadas verticalmente. En la realización ilustrada en las Figuras 2 a 4 de los dibujos, en las que los mismos números de referencia se refieren a partes similares a menos que se especifique lo contrario, las aletas 18 están dispuestas verticalmente y espaciadas sustancialmente horizontalmente.

60

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1 de los dibujos, debe observarse que el caño 20 está montado sobre la placa deflectora 24 por medio de unos rodillos 36 aislados.

65

Preferentemente, el caño 20 está formado en tramos o secciones para hacerlos rodar hasta su posición entre dos hornos 14 y se sujeta en relación de extremo a extremo con un tramo o sección final que tiene su extremo de corriente abajo conectado al ventilador extractor de la fundición, preferentemente a través de los caños individuales

de extracción del horno, ya instalados para los hornos.

5 Para favorecer el flujo de aire, según se indica con las flechas 28, a través del paso 16 del caño 20, el paso 16 está acampanado hacia fuera, hacia su extremo de corriente abajo, como se muestra con mayor detalle en la Figura 3 de los dibujos. También, con referencia a la Figura 3 de los dibujos, debe observarse que la placa deflectora 24 está montada mediante unos rodillos 40 sobre las barras colectoras 26 para facilitar la colocación de la placa deflectora 24 y el caño 20 con relación a los hornos 14. Los rodillos 40 también aíslan eléctricamente el caño 20 de las barras colectoras 26.

10 Con referencia ahora a las Figuras 5 y 6 de los dibujos, se ilustran dos variaciones. Una vez más, con referencia a las Figuras 1 a 4 de los dibujos, los mismos números de referencia se refieren a partes similares, a menos que se especifique lo contrario.

15 En el diseño de ciertas fundiciones se utilizan múltiples conductores ascendentes laterales para llevar la corriente a una celda u horno siguiente de la línea. Como resultado de estos conductores ascendentes, existe muy poco espacio para instalar el caño 20.

20 En tales fundiciones, las barras colectoras que proporcionan energía a los hornos 14 están dispuestas por debajo del nivel del suelo bajo una rejilla o unas losas de suelo.

En las dos variantes ilustradas en las Figuras 5 y 6 de los dibujos, la rejilla existente para cada horno es sustituida por una nueva rejilla 46 con un caño 20 del intercambiador de calor 10 montado en el plano de la rejilla 46.

25 Está previsto que, con esta disposición, la transferencia de calor entre las paredes externas 30 de los hornos 14 y el caño 20 podría producirse por convección, sin necesidad de ningún otro dispositivo de transferencia de calor.

30 No obstante, en la variación ilustrada en la Figura 5 de los dibujos, para favorecer el intercambio de calor por radiación entre las paredes 30 de los hornos 14 y el caño 20, se monta sobre el caño 20 un accesorio en forma de una lente 48. La lente 48 fomenta la captura del calor radiante de las paredes 30 de los hornos 14 para liberarlo dentro del paso 16 del conducto 12 del caño 20.

35 En la variación mostrada en la Figura 6 de los dibujos, un accesorio 50 en forma de placa está unido al caño 12 para favorecer el flujo de calor por convección desde las paredes 30 de los hornos 14 hasta el interior del paso 16 del conducto 12 del caño 20.

40 Durante el funcionamiento, en las disposiciones ilustradas en las Figuras 1 a 4 de los dibujos, las secciones del caño 20 del intercambiador de calor 10 se colocan de forma continua, conectadas entre dos hornos 14 a enfriar. El extremo de corriente abajo del paso 16 del caño 20 se conecta al ventilador extractor de la fundición. Esto crea una zona de baja presión en el paso y estimula el flujo de aire a través del paso 16, como se indica por las flechas 28. Por lo tanto, se crea un efecto de tiro en el paso 16 del caño 20. En las disposiciones ilustradas en las Figuras 5 y 6 de los dibujos, las secciones del caño 20 del intercambiador de calor 10 y la nueva rejilla 46 se colocan en lugar de las rejillas originales. Las secciones del caño 20 se conectan a tope entre sí a lo largo de la longitud de cada horno 14 a enfriar. El extremo de corriente abajo del paso 16 del caño está, como es el caso con respecto a las otras disposiciones, conectado al ventilador extractor de la fundición para crear un flujo de aire a través del paso 16 del caño 20.

50 El aire frío procedente de un sótano (no mostrado) de la fundición fluye entre los hornos 14 como se indica por las flechas 28 hasta impactar sobre la placa deflectora 24, donde se ve forzado a divergir para impactar con las paredes 30 de cada uno de los hornos 14 a enfriar. Esto crea una primera etapa de enfriamiento mediante un flujo de calor convectivo natural asistido por ventilador.

55 Debido a que el ventilador extractor aspira el aire a través del paso 16 del caño 20, se crea un área de baja presión en el paso 16 en comparación con el exterior del caño 20. Como resultado, el aire calentado por las paredes 30 de los hornos 14 se acelera al subir por las paredes 30 del horno y es aspirado, a través de las aberturas 22 del conducto 12, al interior del paso 16 como se indica por las flechas 42.

60 Antes de que el aire penetre en el interior del conducto 12 del caño 20, el aire debe pasar entre las aletas 18 o entre los accesorios 50 en forma de placa o a través de la lente radiativa 48, según sea el caso. Estos elementos 18, 48, 50 absorben el calor radiante emitido por las paredes 30 del horno 14 como se indica, por ejemplo, por las flechas 44 en la Figura 4 de los dibujos. Además, los elementos 18, 48 o 50 relevantes actúan como un disipador de calor para el propio conducto 12. El aire que choca con los elementos 18, 48, 50 los enfría por convección en la segunda etapa de transferencia de calor.

65 Cuando el aire entra en el paso 16 del conducto 12 del caño 20, es arrastrado por el tiro y es aspirado hacia el extremo de salida del paso 16. A medida que pasa a través del paso 16, el aire enfría el conducto 12 por convección. Para mejorar el enfriamiento del conducto 12 del caño 20, el interior del conducto 12 tiene una malla 46

de transferencia de calor, u otro medio de transferencia de calor, contenidos en el mismo, como se muestra en la Figura 1 de los dibujos. Esto mejora adicionalmente la transferencia de calor entre el caño 20 y el aire que pasa a través del paso 16 para efectuar el enfriamiento del caño 20 y mantener un gradiente térmico suficiente entre el caño 20 y las paredes 30 del horno 14, de manera que se pueda producir un intercambio de calor por radiación entre las paredes 30 de los hornos 14 y el caño 20 del intercambiador de calor 10.

Haciendo referencia a las Figuras 7 a 14 de los dibujos, se ilustra y describe el intercambiador de calor 10. Con referencia a los dibujos anteriores, los mismos números de referencia se refieren a partes similares, a menos que se especifique lo contrario. En el ejemplo mostrado en la Figura 7 de los dibujos, el intercambiador de calor 10 comprende dos bancos 60 de secciones 62 del intercambiador de calor. Las secciones 62 del intercambiador de calor están conectadas por medio de unas ramas 64 de caño y unos conectores 66 de caño al conducto 12 que define el paso 16. En la versión mostrada en la Figura 7 de los dibujos, el conducto 12 se mantiene al nivel del sótano y sale al exterior del edificio del horno, fuera de la zona de trabajo de los operadores del horno. De este modo, el aire calentado en el intercambiador de calor 10 es descargado, como se indica mediante la flecha 68, a través del paso 16 del conducto 12.

Haciendo referencia a la Figura 8 de los dibujos, una vez más, el intercambiador de calor 10 está constituido por dos bancos 60 de secciones 62 de intercambiador de calor. En esta disposición, cada banco 60 está bifurcado para tener dos pilas 70, una en cada extremo del banco 60, a través de las cuales el aire caliente es expulsado por encima de la zona de trabajo de los operadores.

Similarmente, en la versión del intercambiador de calor mostrado en la Figura 9 de los dibujos, los bancos 60 están bifurcados para tener una pila 70 en cada extremo, a través de las cuales se expulsa el aire como se indica mediante las flechas 68. Debe observarse que el caño 20 de las disposiciones mostradas en las Figuras 5 y 6 podría estar conectado a unas pilas 70 similares para transportar el aire caliente fuera del entorno de los trabajadores.

En el caso de las versiones de ambas Figuras 8 y 9, por lo tanto, el aire calentado en el intercambiador de calor 10 es expulsado en una región situada por encima de la zona de trabajo de los operadores. En las tres versiones se reduce la exposición de los operadores al estrés térmico resultante del funcionamiento del intercambiador de calor 10.

Haciendo referencia a las Figuras 10 y 11 de los dibujos, se describe con mayor detalle una de las secciones 62 del intercambiador de calor 10, de acuerdo con la invención. Cada sección 62 del intercambiador de calor 10 comprende una disposición de transferencia de calor que tiene la forma de una pluralidad de tubos 72 espaciados. Los tubos 72 están conectados a un colector 74. El colector 74 conecta los tubos 72 de cada sección 62 a las ramas 64 de caño que, a su vez, están conectadas a través de los conectores 66 al conducto 12.

Cada tubo 72 tiene una alta relación de aspecto entre profundidad y anchura (según se define). De esta manera, los espacios entre tubos adyacentes actúan como trampas de radiación térmica que ayudan al proceso radiativo de transferencia de calor.

Cada tubo 72 tiene una parte 76 vertical o ascendente y está conectado a su colector 74 a través de una pieza acodada 78.

La parte vertical 76 de cada tubo 72 está contenida detrás de una placa 80 de blindaje. La placa 80 de blindaje está dispuesta sustancialmente paralela a la pared 30 del horno 14 para crear un canal 82 en el que el aire de refrigeración 28 se eleva debido al flujo convectivo natural. Este flujo de calor convectivo natural en el canal 82 ayuda al enfriamiento del horno 14 y puede ser beneficioso si el flujo de aire forzado en el paso 16 del conducto 12 falla por cualquier razón, permitiendo que se incrementen los períodos de tiempo para reiniciar el flujo de aire forzado en el paso 16 del conducto 12 del intercambiador de calor 10.

Debe observarse que los tubos 72 están situados muy cerca de la pared 30 del horno 14. Los mecanismos de transferencia de calor por radiación y convección natural transfieren calor desde la pared 30 del horno 14 hasta los tubos 72 de intercambiador de calor. Estos tubos 72 de intercambiador de calor tienen una alta conductividad térmica y absorben altos niveles de calor de las paredes 30 del horno 14. Como se ha indicado anteriormente, la alta relación de aspecto entre profundidad y anchura de los tubos 72 de intercambiador de calor proporciona unos espacios entre los tubos 72 adyacentes, actuando los espacios como trampas de radiación térmica que ayudan al proceso radiativo de transferencia de calor. Además, la convección natural desde la pared 30 del horno 14 transfiere algo de calor a los tubos 72 de intercambiador de calor.

Como se ha descrito anteriormente, el extremo de corriente abajo del conducto 12 está conectado al ventilador extractor del edificio del horno, creando el ventilador una región de baja presión en el paso 16. Se apreciará que esto también crea una región de baja presión en todas las partes del intercambiador de calor 10 corriente arriba del paso 16. De este modo, el aire de refrigeración 28 es arrastrado al interior de los tubos 72 como se muestra en la Figura 11 de los dibujos. En lugar de que el extremo de corriente abajo del conducto 12 esté conectado al ventilador extractor del edificio, se puede proporcionar un ventilador o ventiladores separados con el único fin de extraer el

fluido del intercambiador de calor 10. O también, el extremo de corriente abajo del conducto 12 podría estar conectado a una chimenea externa que funcionase térmicamente, utilizando el "efecto chimenea", para proporcionar una región de baja presión que favoreciese el flujo de aire a través del conducto 12.

5 Este aire de refrigeración 28 se desplaza verticalmente por dentro de los tubos 72 de intercambiador de calor que han sido calentados radiativamente por la pared 30 del horno 14. El calor es transferido desde los tubos 72 de intercambiador de calor hasta el aire que fluye por dentro de los conductos 72 mediante convección forzada. La velocidad del aire dentro del intercambiador de calor 10 es tal que provoca altas tasas de transferencia de calor entre las superficies de los tubos 72 de intercambiador de calor y el aire 28 que fluye por los tubos 72.

10 Para ayudar a esta transferencia de calor, las superficies internas de cada uno de los tubos 72 pueden incluir características superficiales extendidas (no mostradas), tales como medios porosos, para aumentar las tasas de transferencia de calor.

15 El aire 28 que sale de los tubos 72 se encuentra con la región acodada 78 de cada tubo 72. Esta región acodada 78 ayuda a romper las capas límite térmicas e hidrodinámicas, y la rotura de las capas límite ayuda a promover la transferencia de calor por convección entre los tubos 72 y el aire 28.

20 Con referencia a las Figuras 12-14 de los dibujos, se describe otra versión de la segunda realización del intercambiador de calor 10. Cada sección 62 de intercambiador de calor comprende una pluralidad de unidades 84, una de las cuales aparece con mayor detalle en la Figura 13 de los dibujos. Cada unidad 84 comprende un colector 74 y una pluralidad de tubos 72 de intercambiador de calor dispuestos a intervalos espaciados a lo largo de la longitud del colector 74.

25 En esta versión de la segunda realización, cada tubo 72 tiene corriente arriba una sección horizontal 86 que desemboca en una parte vertical 88 que, a su vez, desemboca en una pieza acodada 90 antes de entrar en el colector 74.

30 Como se muestra más claramente en la Figura 14 de los dibujos, la parte vertical 88 de cada tubo 72 queda mantenida en el canal 82 entre la pared 30 del horno 14 y la placa de blindaje 80.

35 Adicionalmente, en esta realización los colectores 74 de las unidades 84 están apilados con una relación verticalmente espaciada, por lo que las partes horizontales 86 de los tubos 72 de una unidad superior 84 se intercalan con los tubos 72 de una unidad subyacente, estando las partes horizontales 86 de los tubos 74 dispuestas por debajo de los colectores 74 de la unidad subyacente 84.

40 Los colectores 74 están conectados corriente abajo a un colector 92 que tiene un paso de salida 94 que se conecta a las ramas 64 de caño y, a través de los conectores 66 de caño, al conducto 12. El aire 28 es aspirado hacia las partes horizontales 86 de los tubos debido al flujo forzado en el paso 16 del conducto 12. El aire 28 atraviesa la parte vertical 88 de cada uno de los tubos 72. El cambio de dirección del flujo de aire mejora la transferencia de calor mediante la perturbación de las capas límite térmicas e hidrodinámicas. Además, la longitud vertical 88 es corta con relación a toda la longitud del tubo 72. Esto mejora adicionalmente la transferencia de calor impidiendo la acumulación de capas térmicas e hidrodinámicas en las partes verticales 88 de los tubos 72.

45 Con referencia ahora a las Figuras 15 a 28, se describe una variación adicional del intercambiador de calor 10. Una vez más, con referencia a los dibujos anteriores, los mismos números de referencia se refieren a partes similares, a menos que se especifique lo contrario. Cada sección 62 de la disposición de transferencia de calor del intercambiador de calor 10 comprende al menos un caño 100 en forma de canal (de los cuales se muestra uno) que tiene un par de pestañas 102 que se extienden hacia fuera. Estas pestañas 102, durante el funcionamiento, se colocan contra una superficie externa de la pared 30 del horno 14 a enfriar, como se muestra en las Figuras 15 y 16 de los dibujos. Al hacerlo, se forma un paso 104. El fluido o aire de refrigeración pasa a través del paso en la dirección de la flecha 106.

55 Para favorecer el intercambio de calor entre la pared 30 del horno 14 y el caño 100, las superficies internas del caño 100 se preparan o recubren para proporcionar una superficie de alta emisividad para favorecer la absorción del calor procedente de la pared 30 del horno. Normalmente, el caño 100 es de un metal adecuado y está recubierto con pintura negra absorbente de calor para favorecer la transferencia de calor.

60 El intercambio de calor por radiación se produce entre la pared 30 del horno y, en particular, la pared 108 del caño 100 de intercambiador de calor separado de la pared 30 del horno. El intercambio de calor por convección se produce debido al paso del aire a través del paso 104, a través de una abertura de salida 110 (Figuras 18A y 18B) y dentro del colector 74 (no mostrado en las Figuras 15 a 28). Como se ha descrito anteriormente, el aire del colector es arrastrado hasta el interior del paso 16 del conducto 12 para ser expulsado de la estructura en la que están dispuestos los hornos 14. Una vez más, el intercambio de calor por convección se produce debido al flujo asistido del aire a través de los caños 100, los colectores 74 y los conductos 12 al conectar un extremo de salida del conducto 12 a un ventilador extractor adecuado. Adicionalmente, el flujo convectivo natural se incrementa debido al

65

efecto de tiro creado por las chimeneas 70.

Una abertura de entrada 112 de cada caño 100 puede ser cuadrada, como se muestra en la Figura 17A de los dibujos. O bien, la abertura de entrada 112 puede estar conformada (como se muestra en las Figuras 17B y 17C de los dibujos) para reducir la caída de presión asociada a la entrada en el caño 100. Para una abertura de entrada 112 estándar, de borde recto, según se muestra en la Figura 17A de los dibujos, el coeficiente de pérdida de presión es 1 pero puede caer a menos de 0,1 para una abertura de entrada redondeada o angulada (según se muestra en las Figuras 17B y 17C) que tenga una relación entre el radio de entrada y el diámetro hidráulico superior a 0,2.

El requisito para la forma de entrada depende de una optimización entre el coste de proporcionar un flujo forzado a través del caño 100, la velocidad del aire a través del paso 104 de cada caño 100 y el coste adicional de proporcionar la forma específica.

Se puede proporcionar una única abertura de salida 110 para cada caño 100, como se muestra en la Figura 18A de los dibujos, para la conexión al colector 74, de manera que todo el aire de refrigeración pase al colector 74. Por el contrario, como se muestra en la Figura 18B de los dibujos, puede proporcionarse una abertura de salida secundaria 114 a través de la cual fluye una parte del aire de refrigeración, como se muestra por la flecha 116. Este flujo de aire parcial 116 puede ser de ayuda cuando, por alguna razón, el flujo convectivo forzado a través de los caños 100 se interrumpe por cualquier razón. El flujo de aire 116 mantiene el enfriamiento por convección natural de la pared 30 del horno 14. Esto debería proporcionar tiempo suficiente para que se puedan tomar las medidas correctivas para restablecer el flujo forzado de aire a través de los caños 100 y para reducir la probabilidad de que se produzcan daños significativos en la pared 30 del horno 14.

Si se desea, la abertura de salida secundaria 114 podría cerrarse mediante una válvula de charnela controlada por presión (no mostrada) que, mientras haya flujo forzado de aire a través del caño 100, se mantiene en una posición que cierra la abertura de salida secundaria 114. La pérdida de presión debido al fallo del flujo forzado hace que la válvula de charnela se mueva a una posición que abre la abertura de salida secundaria y que permite el flujo a través de la abertura de salida secundaria 114.

Un caño completamente cerrado, como se muestra en la Figura 18A, tiene la ventaja de que todo el aire calentado de las secciones 62 es extraído de los alrededores del horno 14, incluyendo la zona de trabajo de los operadores. Esto permitirá reducir el estrés térmico del operador.

El caño 100 parcialmente abierto, como se muestra en la Figura 18B de los dibujos, permite que una porción del aire calentado pase por las ramas y que el caño principal 12 pueda ser retirado del entorno local del horno. Como se ha descrito anteriormente, la porción restante del aire fluye, en la dirección de la flecha 116, más allá de la pared 30 del horno para mantener una medida del enfriamiento por convección de la pared 30 del horno.

Para mejorar la transferencia de calor entre cada sección 62 y la pared 30 del horno, cada caño 100 contiene unas superficies 118 que mejoran la transferencia de calor. En la variación ilustrada en las Figuras 19 y 20 de los dibujos, las superficies 118 de mejora de la transferencia de calor están definidas por unas aletas 120 que se extienden paralelas a la dirección del flujo de aire a través del paso 104 de cada caño 100. Estas aletas 120 no crean una caída de presión significativa. Las aletas 120 actúan como disipadores de calor para aceptar la transferencia de calor por radiación y convección desde la pared 30 del horno y para transferir este calor al fluido de refrigeración que pasa a través de los espacios entre aletas 120 adyacentes. Al igual que el caño 100, las aletas 120 son tratadas para que tengan superficies de alta emisividad.

En la variación mostrada en las Figuras 21 y 22 de los dibujos, en lugar de las aletas planas 120, cada aleta está ranurada para proporcionar unas aletas cortas 122 que están dispuestas entre sí para formar unas estructuras sustancialmente en forma de V dispuestas en un conjunto escalonado de longitudes cortas, como se muestra en las Figuras 21 y 22 de los dibujos.

Esta disposición ayuda a reducir las capas límite térmicas y, al hacerlo, mejora la transferencia de calor por convección.

En las Figuras 23 y 24 de los dibujos, las superficies 118 de mejora de la transferencia de calor comprenden unos generadores 124 de vórtices sujetos a una superficie interior de la pared 108 de cada caño 100 para que, durante el funcionamiento, queden dentro del paso 104. Los generadores 124 de vórtices obstaculizan el flujo de fluido a través del paso 104 y provocan el desarrollo de vórtices. Estos vórtices, una vez más, reducen la aparición de capas límite térmicas, mejorando la transferencia de calor por convección. Como mejora adicional, se pueden recortar unos orificios en la pared 108 de cada caño 100, como se muestra esquemáticamente por 126 en la Figura 23 de los dibujos. Estos orificios 126 llevan el fluido refrigerante al interior del paso 104 de la sección 62 para mejorar adicionalmente la transferencia de calor.

- 5 Aun se muestra una variación adicional de las superficies 118 de transferencia de calor en las Figuras 25 y 26 de los dibujos. En esta variación, los generadores 124 de vórtices están dispuestos a intervalos verticalmente espaciados sobre las aletas 120. Los generadores 124 de vórtices ayudan a transferir el calor de las aletas 120 al fluido refrigerante y sirven para mantener las aletas 120 a una temperatura más baja. Esto permite que se produzca tanto la transferencia de calor por radiación desde la pared 30 del horno como la transferencia de calor por convección desde las superficies 118 de mejora de la transferencia de calor hasta el fluido refrigerante que fluye a través del paso 104.
- 10 En la variación ilustrada en las Figuras 27 y 28 de los dibujos, las superficies que mejoran la transferencia de calor están definidas por unas aletas 128 corrugadas. Además, las aletas 128 están perforadas. Las aletas 128 están dispuestas de modo que formen unos pasos alternativamente más anchos y más estrechos entre las aletas 128 adyacentes. El fluido refrigerante se mueve a través de estas secciones alternadas más anchas y más estrechas creando diferenciales de presión localizados que promueven el flujo de fluido a través de las aletas 128 perforadas.
- 15 La combinación de las superficies extendidas definidas por las aletas 128, las secciones alternadas más estrechas y más anchas que reducen las capas límite térmicas y el flujo de fluido a través de las perforaciones de las aletas 128 mejora en conjunto la transferencia de calor.
- 20 La sección 62 mostrada en las Figuras 29 y 30 de los dibujos es una variación de la sección 62 descrita anteriormente con referencia a las Figuras 10 y 11 de los dibujos y también podría aplicarse a las realizaciones mostradas en las Figuras 12 a 14 de los dibujos.
- 25 En esta variación, cada tubo 72 tiene una ranura 130 definida en la pared más estrecha del tubo 72 y más próxima a la pared 30 del horno. La ranura 130 se extiende longitudinalmente.
- 30 A través del tubo 72 se crea una diferencia de presión para favorecer el flujo de fluido en la dirección de las flechas 132 (Figura 30). El fluido refrigerante choca contra la superficie externa de la pared 30 del horno 14 y es arrastrado hacia las ranuras 130 de los tubos 72 de cada sección 62. Entonces, este fluido refrigerante, como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 10 y 11, es introducido en el conducto 12 a través del colector 74 para su extracción. El fluido que choca contra la pared 30 del horno reduce las capas límite térmicas, lo cual mejora la transferencia de calor. La transferencia de calor se mejora también mediante el suministro de fluido refrigerante externo a las secciones 62 del intercambiador de calor. Este flujo de fluido es adicional al flujo de fluido a través de los tubos 72 en la dirección del eje longitudinal del tubo 72, como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 10 y 11.
- 35 Aunque esta variación se ha descrito con referencia a una ranura extendida longitudinalmente, las ranuras pueden tener tanto la longitud total del tubo 72 como unas longitudes cortas a lo largo del tubo 72. Otra variación sería el uso de una pluralidad de tubos cortos, definiendo cada uno una ranura 130, con los conductos dispuestos según una relación de separación horizontal y vertical para cubrir la pared 30 del horno. Esta disposición sería similar a la descrita anteriormente con referencia a las Figuras 12 a 14 de los dibujos.
- 40 Una ventaja de esta disposición es el uso de flujo convectivo natural por fuera de los tubos 72 de intercambiador de calor. Como se ha indicado anteriormente, si el flujo convectivo forzado en el paso 16 se interrumpe por cualquier razón, el flujo convectivo natural reducirá, según la opinión del Solicitante, el aumento de temperatura de la pared 30 del horno 14, permitiendo tomar medidas correctivas que reduzcan la probabilidad de daños al horno debidos al sobrecalentamiento.
- 45 Una ventaja particular de la invención es que se proporciona un intercambiador de calor 10 que utiliza un único fluido de intercambio de calor. El intercambio de calor entre el intercambiador de calor 10 y los hornos 14 ocurre tanto por convección como por radiación para mejorar la transferencia de calor.
- 50 Otra ventaja importante de la invención es que se proporciona un intercambiador de calor 10 que puede montarse in situ sin necesidad de ninguna modificación de los hornos 14. De este modo, el intercambiador de calor 10 puede montarse en su posición con relación a los hornos 14 sin apagar los hornos 14. Por lo tanto, el tiempo de inactividad de los hornos 14 se reduce, si es que no se elimina completamente, lo que tiene grandes beneficios económicos.
- 55 Además, la provisión del intercambiador de calor 10 en tramos o secciones facilita la instalación del intercambiador de calor 10. No se requiere ninguna modificación significativa de la fundición aparte de, cuando sea aplicable, la instalación de un sistema de ventilador para el intercambiador de calor 10, que opcionalmente puede incluir una conexión del extremo de salida del conducto 12 al ventilador extractor de la fundición.
- 60 En lo que respecta a las disposiciones ilustradas en las Figuras 5, 6 y 7-30 de los dibujos, es aun una ventaja adicional de la invención que se reduzca la carga de calor sobre los operadores de la fundición, ya que el calor es arrastrado a través del conducto 12 y sale lejos de la zona de trabajo de los operadores.
- 65 Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden hacer numerosas variaciones y/o modificaciones a la

invención, tal como aparece en las realizaciones específicas, sin apartarse del ámbito de la invención descrito ampliamente. Por lo tanto, las presentes realizaciones han de considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

5

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor (10), para hornos de fundición, que incluye:

- 5 un conducto (12) para transportar fluido de refrigeración con relación a un horno a enfriar; y una disposición de transferencia de calor (62) que comprende una pluralidad de caños (100) espaciados, conectados al conducto (12) por un colector (74), estando los caños (72) dispuestos a intervalos espaciados a lo largo del colector (74), estando cada caño (100) en comunicación con un interior del conducto (12), definiendo la disposición de transferencia de calor (62) y el conducto (12) conjuntamente un conjunto que se puede montar adyacente, y externamente, a una pared del horno a enfriar, produciéndose durante el funcionamiento un intercambio de calor por convección debido al movimiento del fluido refrigerante con respecto al horno y a la disposición de transferencia de calor (62), y produciéndose un intercambio de calor por radiación entre el horno y los caños (100) de la disposición de transferencia de calor (62) del conjunto, comprendiendo adicionalmente cada caño (100) unas partes (118), que mejoran la transferencia de calor, en forma de al menos uno de componentes (120, 122) que aumentan el área superficial y componentes (124) que inducen vórtices, instalados en el interior de cada caño (100) para mejorar al menos transferencia de calor por convección entre los caños (100) y el fluido refrigerante.
- 10
- 15
2. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 1, en el que el conjunto está formado en secciones que pueden ser colocadas en relación de extremo a extremo con el conducto (12), formando un paso a través del cual fluye el fluido refrigerante.
- 20
3. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en el que al menos la disposición de transferencia de calor (62) es de un material absorbente de calor.
- 25
4. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una región operativamente interna del conducto (12) contiene elementos de intercambio de calor (46).
- 30
5. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 4, en el que los elementos de intercambio de calor (46) tienen la forma de medios de transferencia de calor para efectuar un mayor intercambio de calor por convección entre el conducto (12) y el fluido refrigerante dentro del conducto.
- 35
6. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el control del flujo de fluido a través del conducto (12) se efectúa por medio de elementos de control dispuestos en el conducto (12).
- 40
7. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un deflector (24) dispuesto, durante el funcionamiento, operativamente por debajo del conjunto para desviar el fluido refrigerante y ponerlo en contacto con el horno a enfriar.
- 45
8. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 2, en el que cada sección del conjunto está montada sobre rodillos (36).
9. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un elemento de captación de fluido (32) dispuesto operativamente por encima del conducto (12) para impedir el escape o el desvío de aire caliente.
- 50
10. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un extremo de corriente abajo del conducto (12) está conectado a una disposición de extracción de fluido (70).
- 55
11. El intercambiador de calor (12) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un accesorio absorbente de calor (48, 50) está montado en el conducto.
12. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 11, en el que cada caño (100) está conformado como una sección sustancialmente en forma de canal que, durante el funcionamiento, está situada adyacente a una pared del horno para formar un paso (104) a través del cual puede pasar el fluido refrigerante.
- 60
13. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una abertura de entrada (112) de cada caño (100) está configurada para reducir una caída de presión asociada a la entrada del fluido refrigerante en el caño (100).
- 65
14. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada caño (100) está conectado al colector (74) a través de una abertura de salida (110).
15. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 14, en el que cada caño (100) define una abertura de salida secundaria (114) para permitir el escape a la atmósfera de parte del fluido refrigerante para proporcionar un flujo convectivo natural cuando no esté presente el flujo asistido.

16. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que cada caño (100) tiene la forma de un tubo (72).
- 5 17. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 16, en el que cada tubo (72) es sustancialmente rectangular en sección transversal.
- 10 18. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 16 o de la reivindicación 17, en el que una parte de cada tubo (72) que durante el funcionamiento está dispuesta cerca del horno, define al menos una abertura para mejorar la transferencia de calor entre el tubo y el horno debido a capas límite térmicas reducidas.
- 15 19. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que incluye un elemento de blindaje (80) para proteger las partes de una estructura en la que se encuentra el horno a enfriar, dispuestas en un lado del elemento de blindaje (80) opuesto al del horno, de la transferencia de calor por radiación procedente del horno.
- 20 20. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 19, en el que el elemento de blindaje (80) tiene la forma de una placa de blindaje que define una parte de un canal (82) a través del cual pasa el fluido de refrigeración para ayudar en la transferencia de calor por convección natural desde la pared del horno hasta aquellas partes de la disposición de transferencia de calor (62) dispuestas dentro del canal.
- 25 21. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 20, en el que una parte ascendente (88) de cada caño (72) está dispuesta en el canal (82) de manera que la transferencia de calor desde el horno a los tubos (72) se produzca tanto por radiación como por convección.
- 30 22. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 21, en el que cada caño (72) tiene una sección vertical (76) que entra en su colector (74) a través de una región acodada (78) corriente abajo del caño (72).
- 35 23. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 21, en el que cada caño (72) tiene una parte horizontal (86) corriente arriba que conduce a una porción vertical (88) dispuesta entre el elemento de blindaje (80) y el horno.
- 40 24. El intercambiador de calor (10) de la reivindicación 23, en el que cada sección de la disposición de transferencia de calor (62) comprende una pluralidad de unidades (84), comprendiendo cada unidad un colector (74) con sus correspondientes caños (72), estando los colectores (74) apilados verticalmente y estando los caños (72) de una unidad (84) superior intercalados con los caños (72) de una unidad (84) subyacente, proporcionando longitudes de porciones verticales (88) de los caños (72) que, durante el funcionamiento, están orientadas hacia la pared del horno para mejorar la transferencia de calor.
- 45 25. El intercambiador de calor (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los componentes incluyen elementos foraminosos.
- 50 26. Un método para enfriar un horno de fundición que incluye:
montar una disposición de transferencia de calor (62) de un conjunto intercambiador de calor (10), incluyendo el conjunto (10) un conducto (12) de un material absorbente de calor, cerca y externamente del horno, de manera
45 que se produzca un intercambio de calor por radiación entre el horno de fusión y al menos una parte de la disposición de transferencia de calor (62), incluyendo la disposición de transferencia de calor (62) una pluralidad de caños (100) espaciados, conectados por un colector (74) al conducto (12), estando los caños (72) dispuestos a intervalos espaciados a lo largo del colector (74), estando cada caño (100) en comunicación con el interior del conducto (12); y
50 dirigir el fluido refrigerante hasta pasado el horno, a través de los caños (100) de la disposición de transferencia de calor (62) y dentro del conducto (12) de manera que se produzca un intercambio de calor por convección entre el fluido, el horno y la disposición de transferencia de calor (62), y comprendiendo adicionalmente cada caño (100) unas partes (118), que mejoran la transferencia de calor, en forma de unos componentes (120, 122) que aumentan el área superficial y/o unos componentes (124) que inducen vórtices, instalados en el interior de
55 cada caño para mejorar al menos la transferencia de calor por convección entre los caños (100) y el fluido refrigerante.
- 60 27. El método de la reivindicación 26, que incluye una asistencia al flujo convectivo del fluido a través de la disposición de transferencia de calor (62) y del conducto (12).
- 65 28. El método de la reivindicación 27, que incluye efectuar la asistencia creando una región de baja presión en un paso del conducto (12).
29. El método de la reivindicación 28, que incluye formar el conjunto intercambiador de calor en secciones y disponer las secciones en una relación de extremo a extremo con el conducto (12) formando el paso a través del cual fluye el fluido.

30. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 29, que incluye efectuar un mayor intercambio de calor por convección entre el conducto y el fluido en el conducto haciendo pasar el fluido sobre los elementos de intercambio de calor (46) contenidos en el conducto (12).
- 5 31. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 30, que incluye controlar el flujo de fluido a través del conducto (12).
32. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 31, que incluye disponer un elemento de captación de fluido (32) operativamente por encima del conducto (12) para impedir el escape o el desvío de aire calentado.
- 10 33. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 32, que incluye conectar un extremo de corriente abajo del conducto (12) a una disposición de extracción de fluido (70).
34. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 33, que incluye conformar una abertura de entrada (112) de cada caño (100) para reducir una caída de presión asociada a la entrada de fluido refrigerante en el caño.
- 15 35. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 34, que incluye conectar una abertura de salida de cada caño (110) al colector (74).
- 20 36. El método de la reivindicación 35, que incluye proporcionar flujo convectivo natural cuando no esté presente un flujo asistido, permitiendo el escape a la atmósfera de algo del fluido refrigerante a través de una abertura de salida secundaria (114) definida en cada caño (100).
37. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 36, que incluye aumentar la transferencia de calor entre cada caño (100), que tiene la forma de un tubo (72), y el horno haciendo pasar el fluido a través de una abertura definida en una pared del tubo (72).
- 25 38. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 36, que incluye el montaje de un elemento de blindaje (80) en relación espaciada con respecto a una pared del horno para proteger las partes de una estructura en la que se encuentra el horno a enfriar, dispuestas en un lado del elemento de blindaje (80) opuesto al horno, de la transferencia de calor por radiación procedente del horno.
- 30 39. El método de la reivindicación 38, que incluye hacer pasar el fluido a través de un canal (82) definido entre el elemento de blindaje (80) y la pared del horno para ayudar a la transferencia de calor por convección natural desde la pared del horno hasta aquellas partes de la disposición de transferencia de calor (62) dispuestas dentro del canal (82).
- 35 40. El método de la reivindicación 39, que incluye disponer una parte ascendente (88) de cada caño (100) en el canal (82) de manera que la transferencia de calor desde el horno a los caños (100) se produzca tanto por radiación como por convección.
- 40

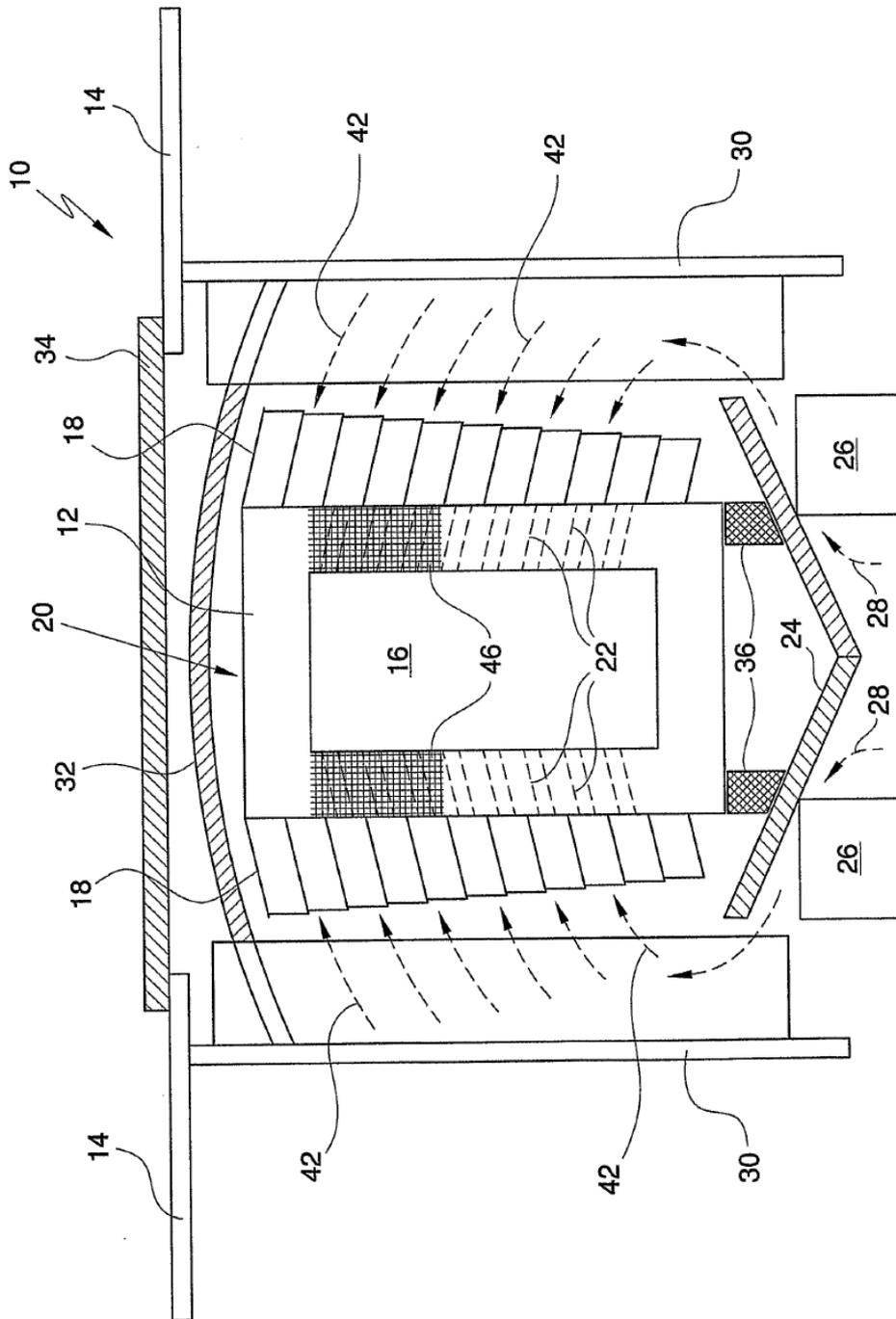


Fig.1

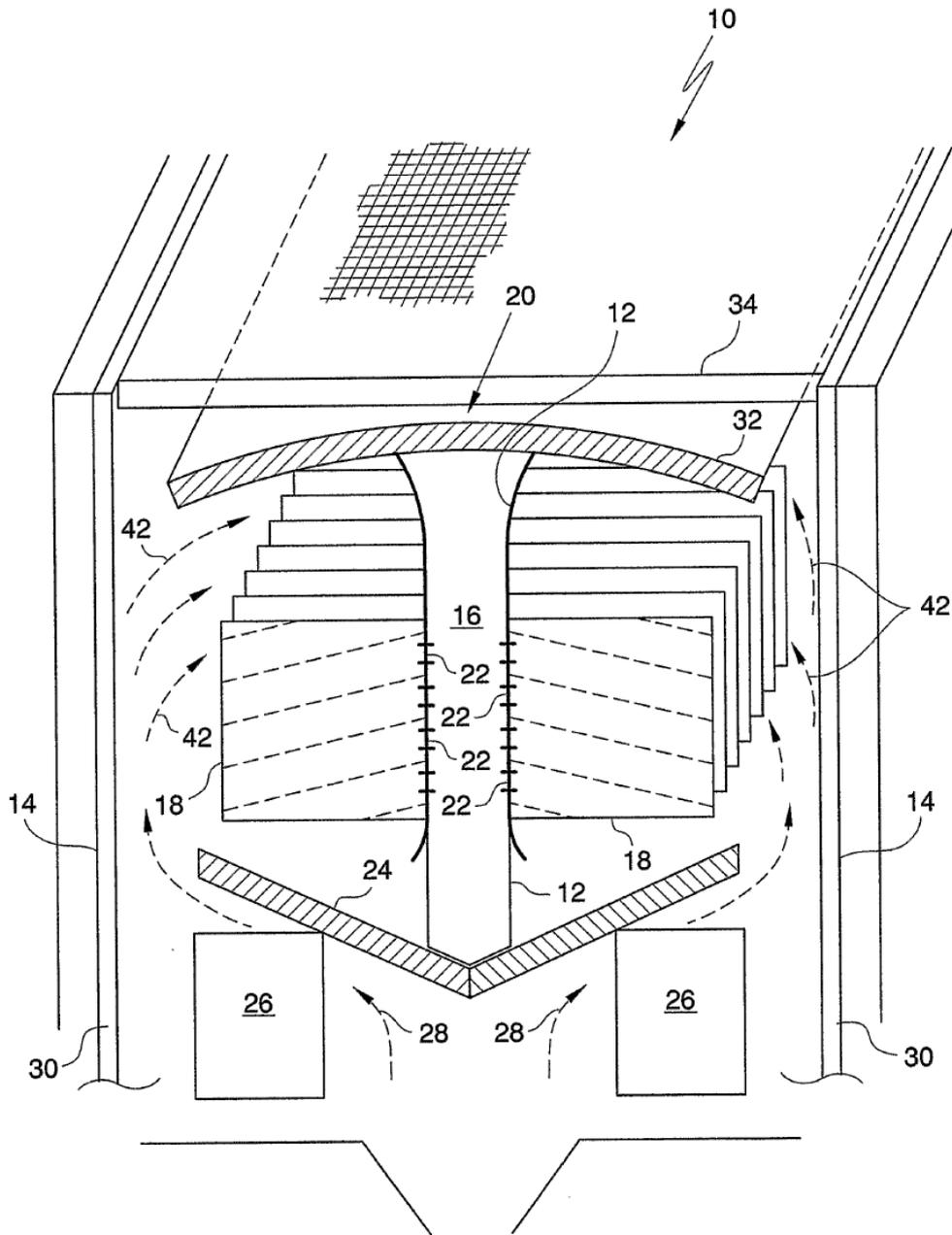


Fig.2

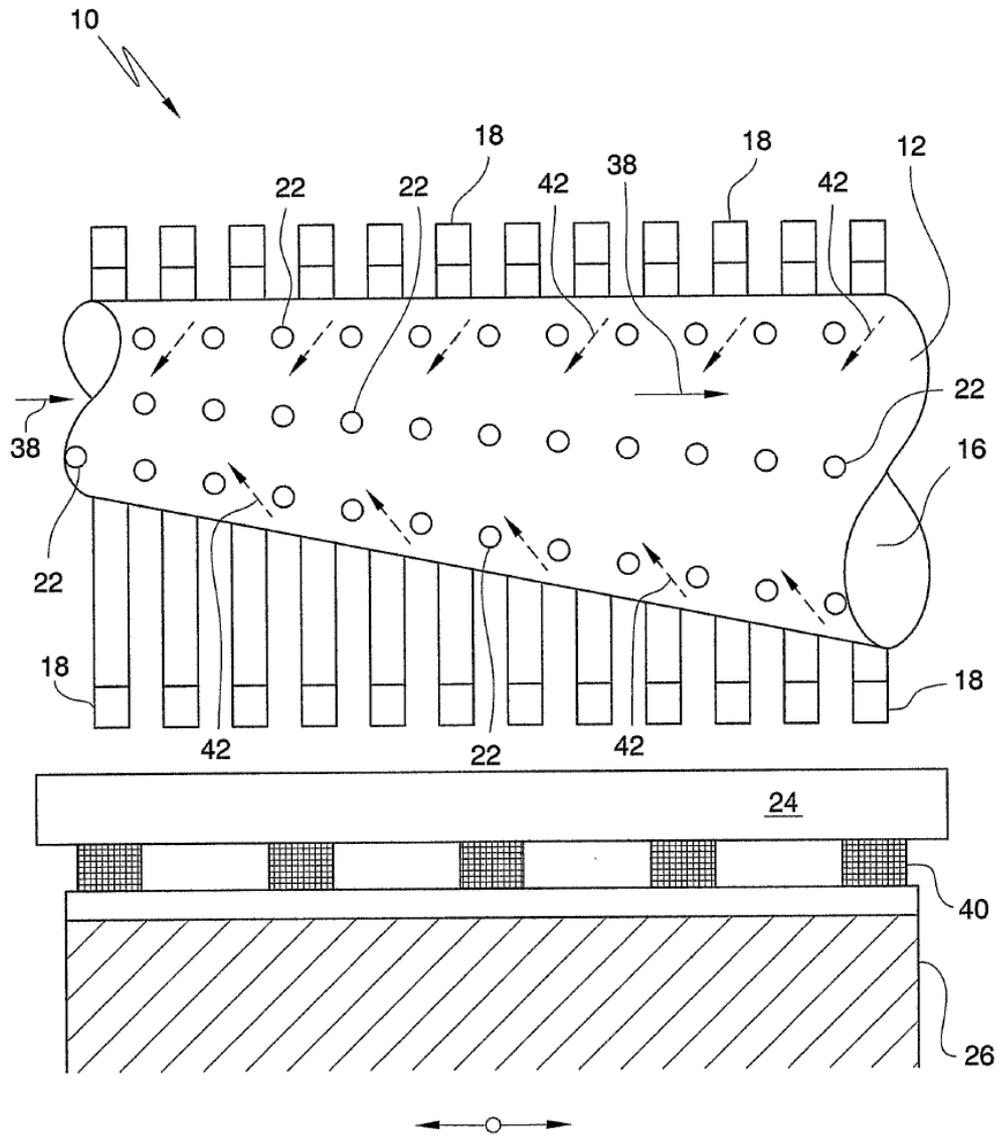


Fig.3

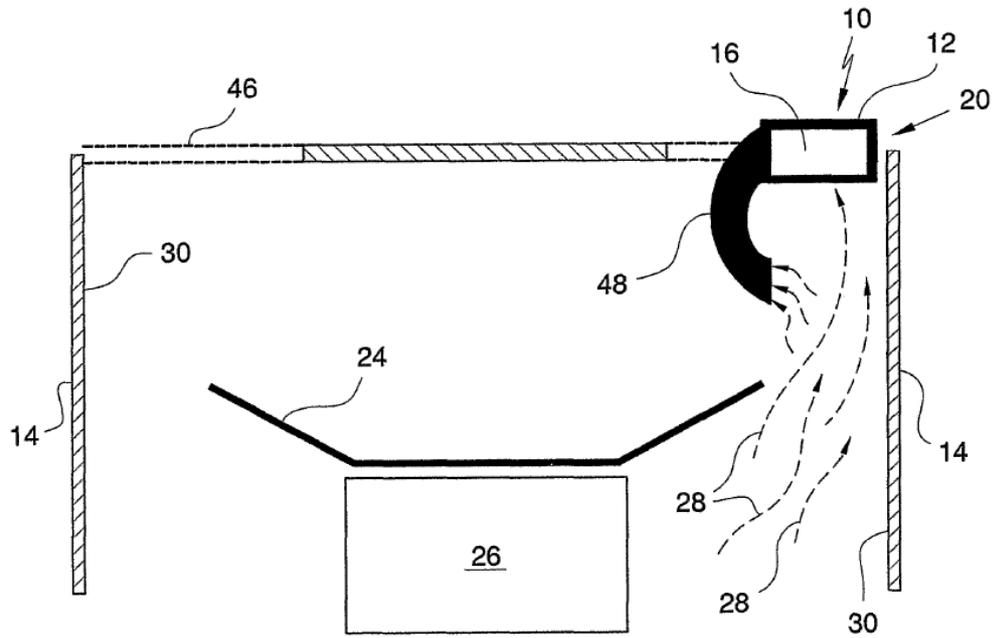


Fig.5

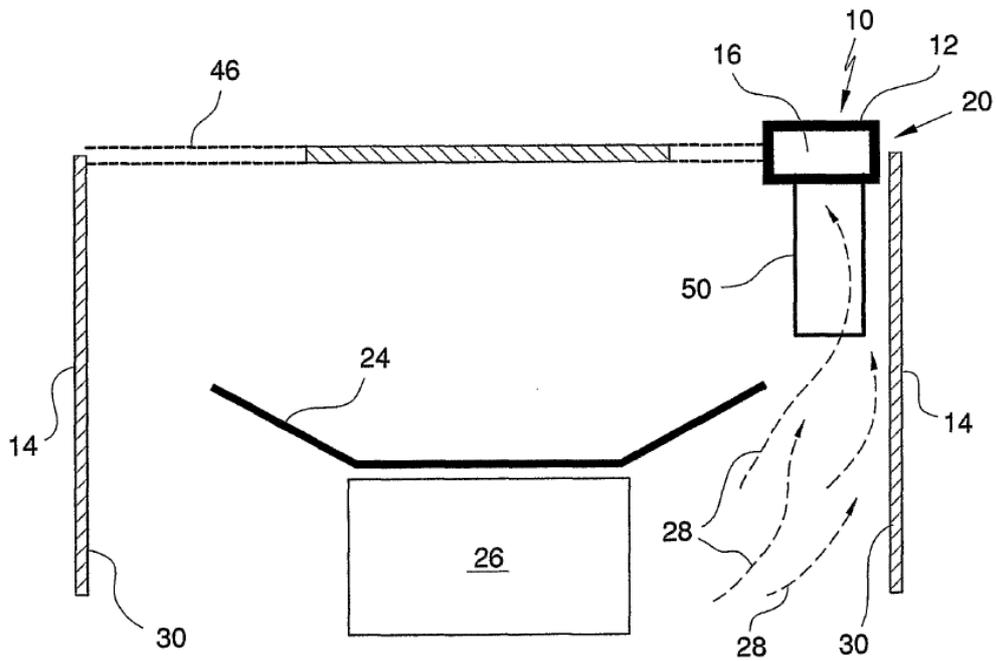


Fig.6

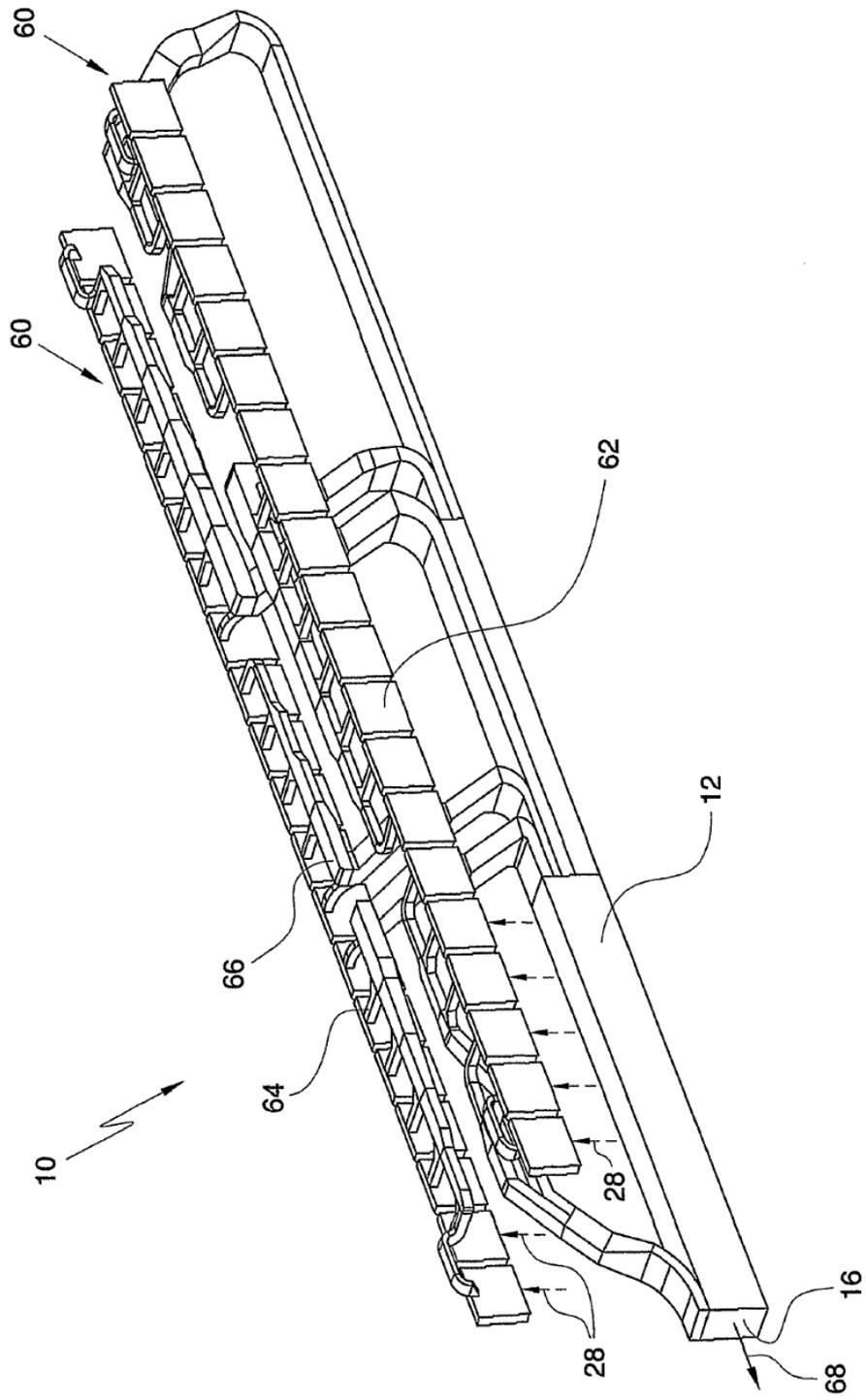


Fig.7

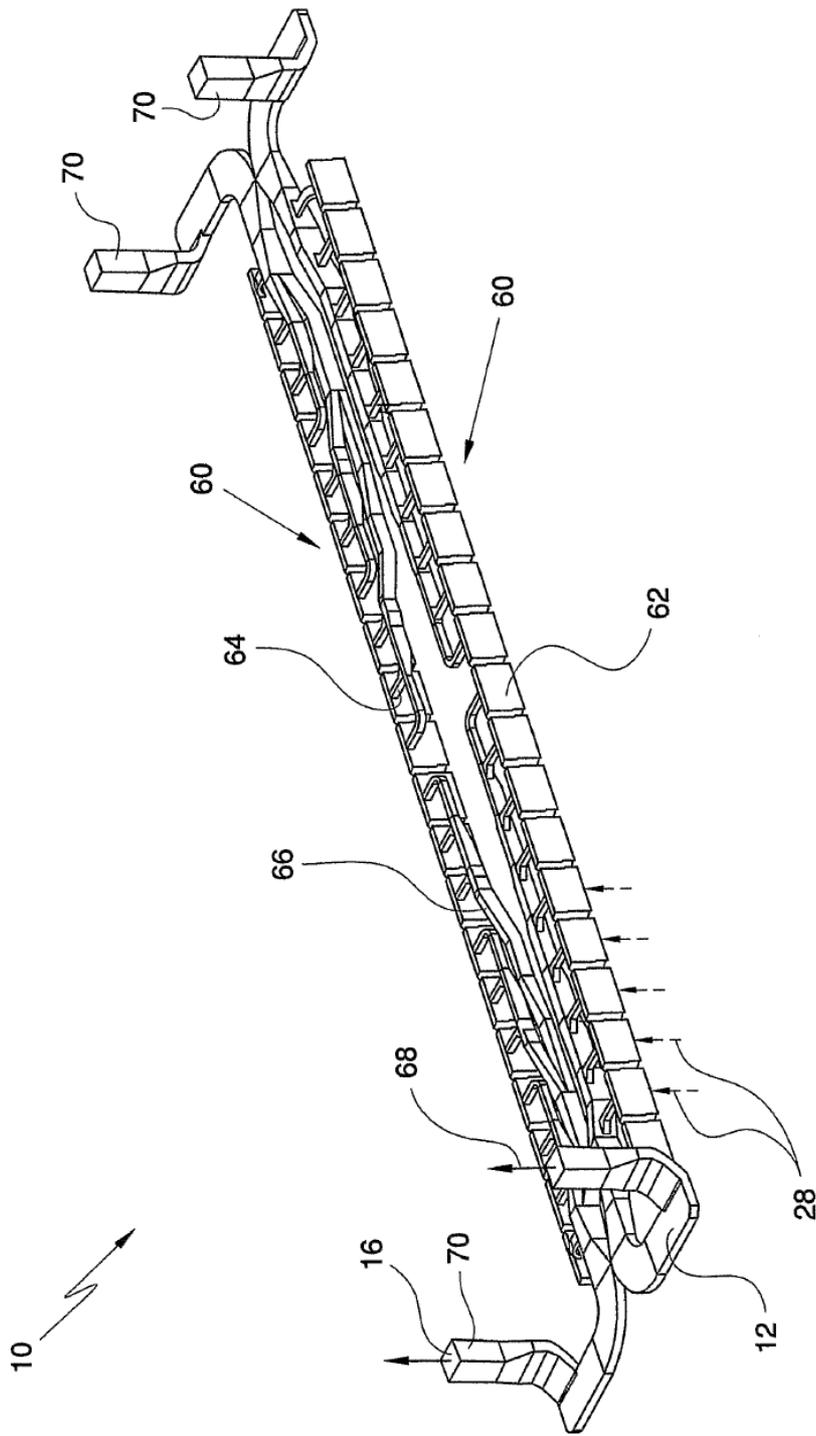


Fig.8

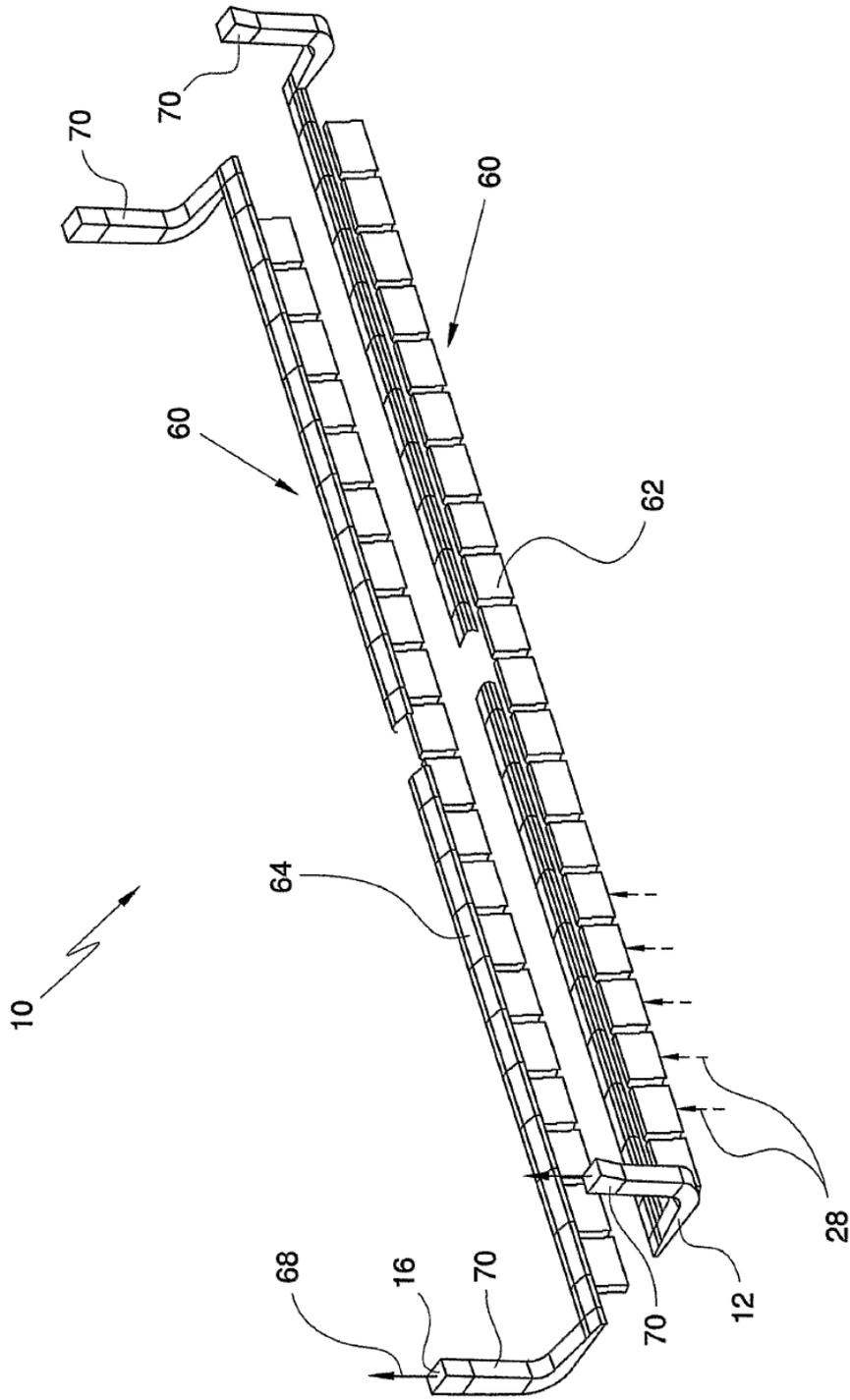


Fig.9

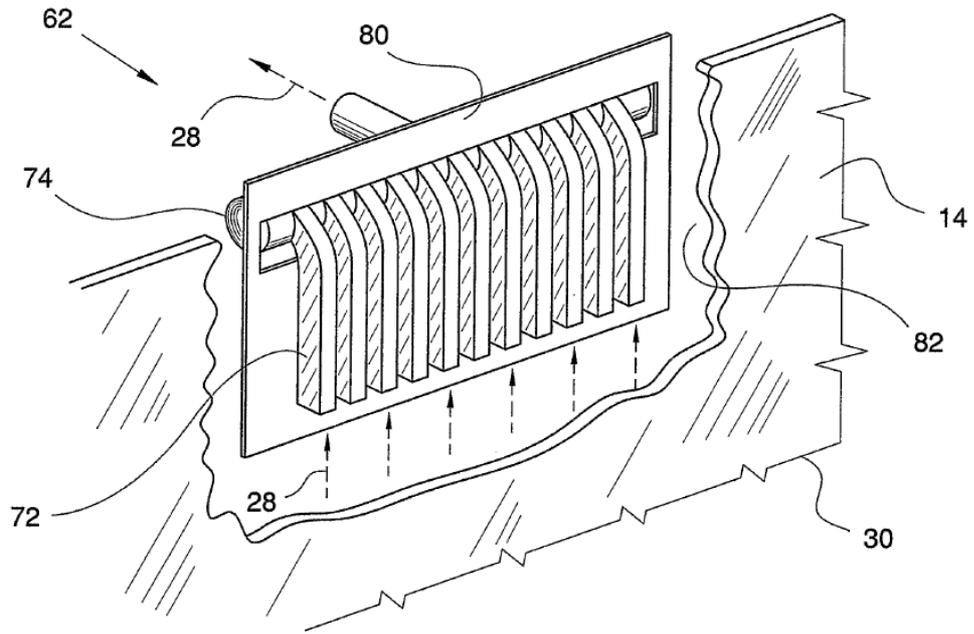


Fig.10

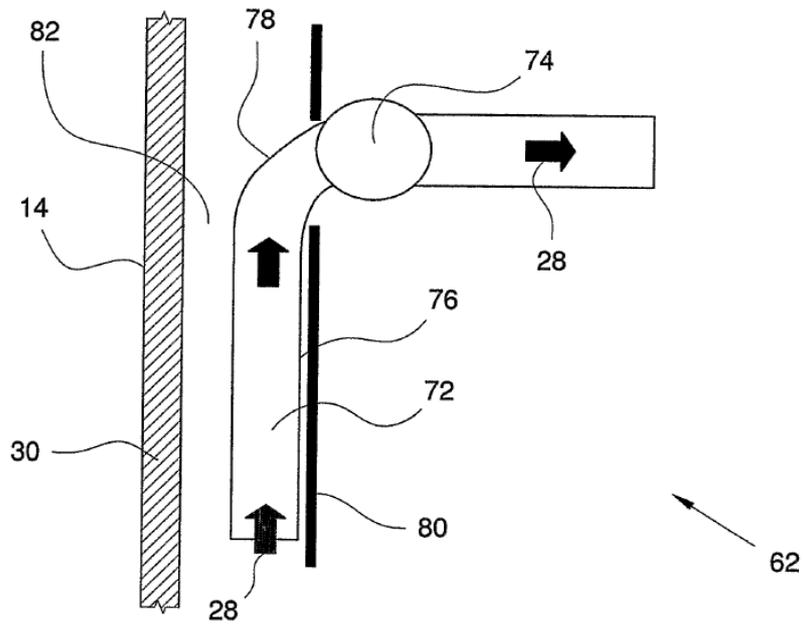


Fig.11

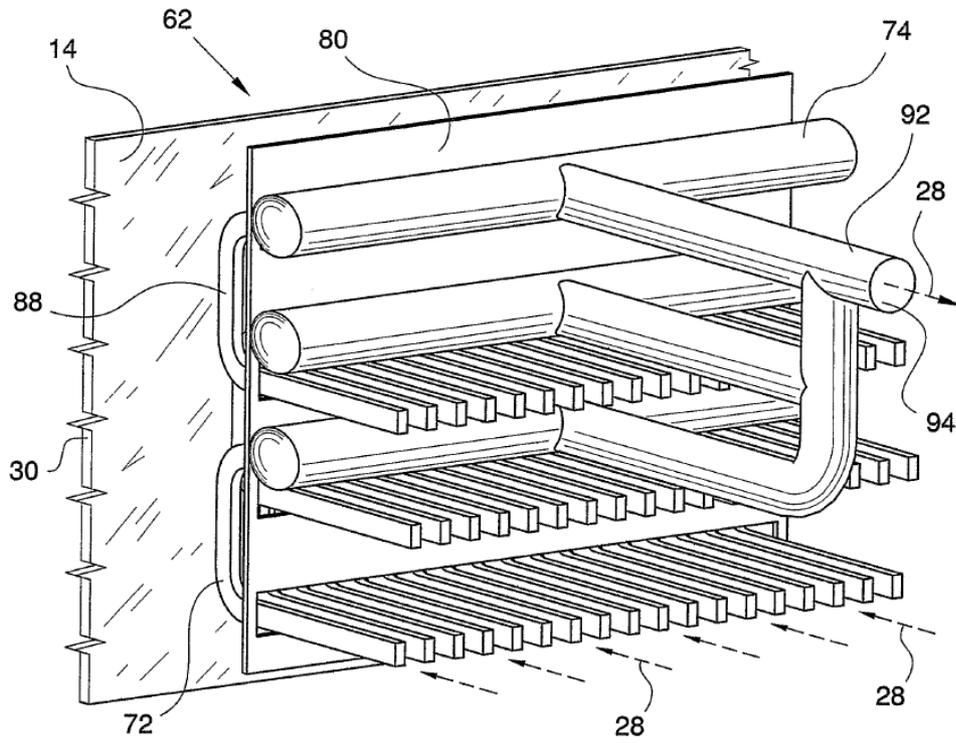


Fig. 12

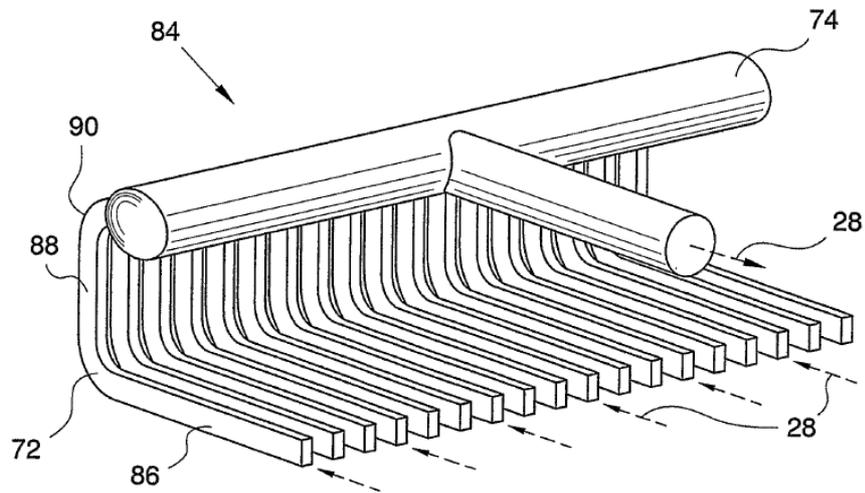


Fig. 13

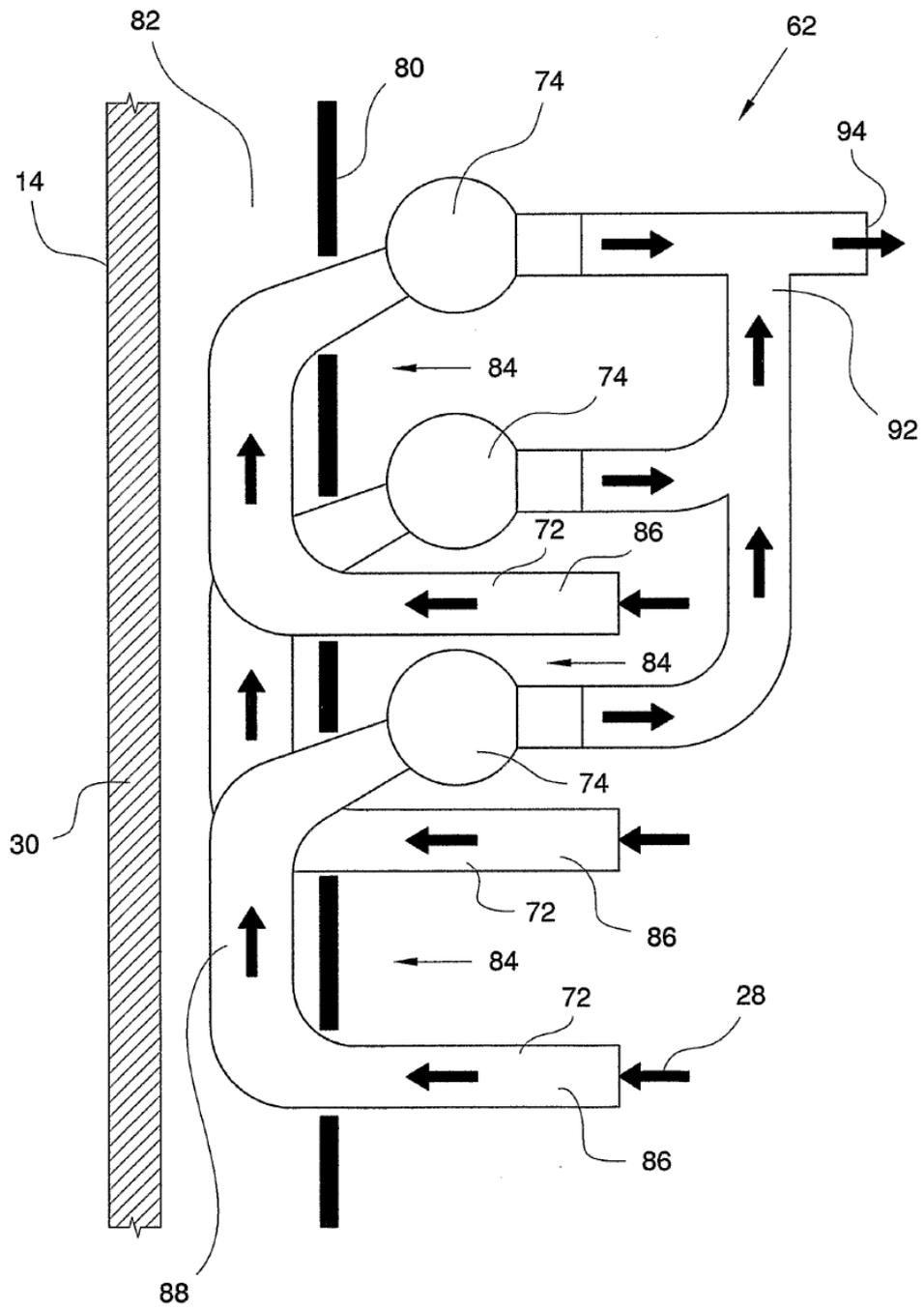


Fig.14

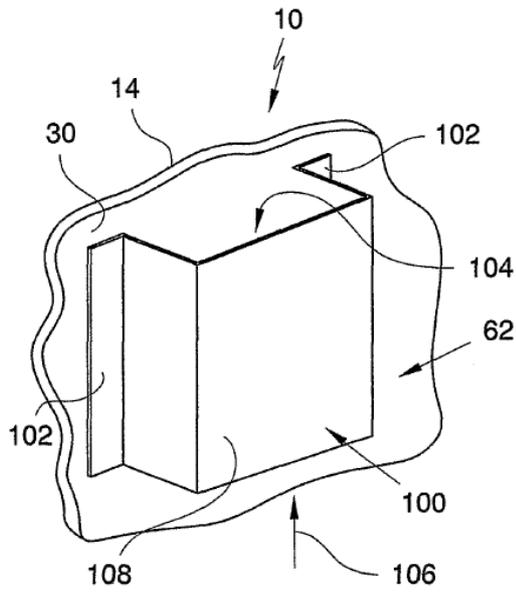


Fig. 15

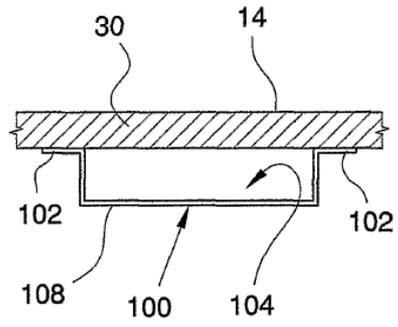


Fig. 16

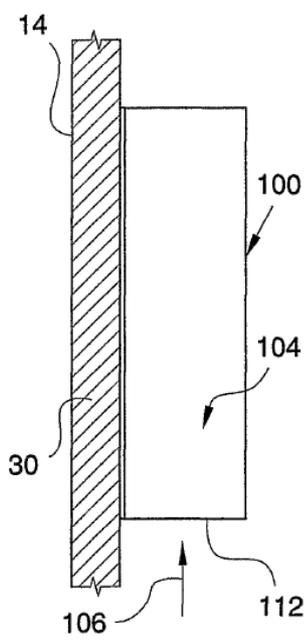


Fig. 17A

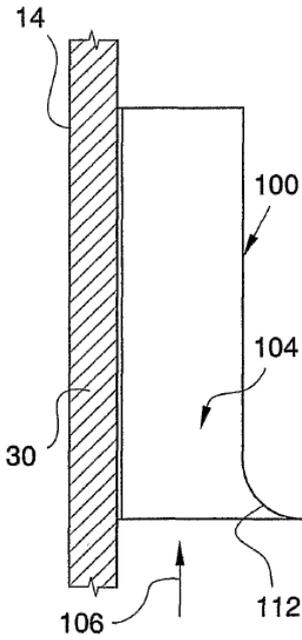


Fig. 17B

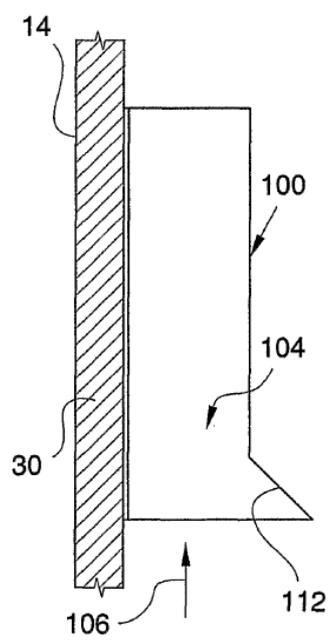


Fig. 17C

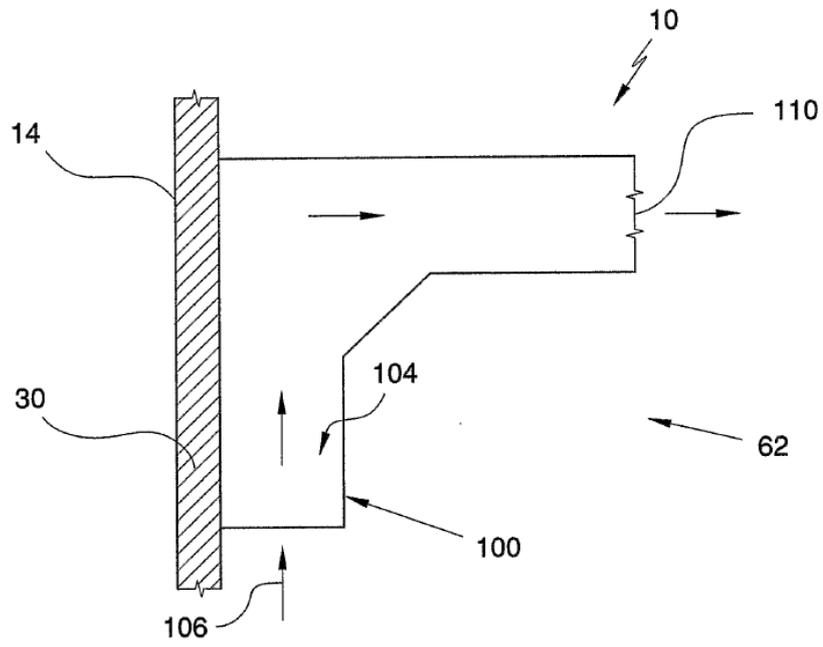


Fig.18A

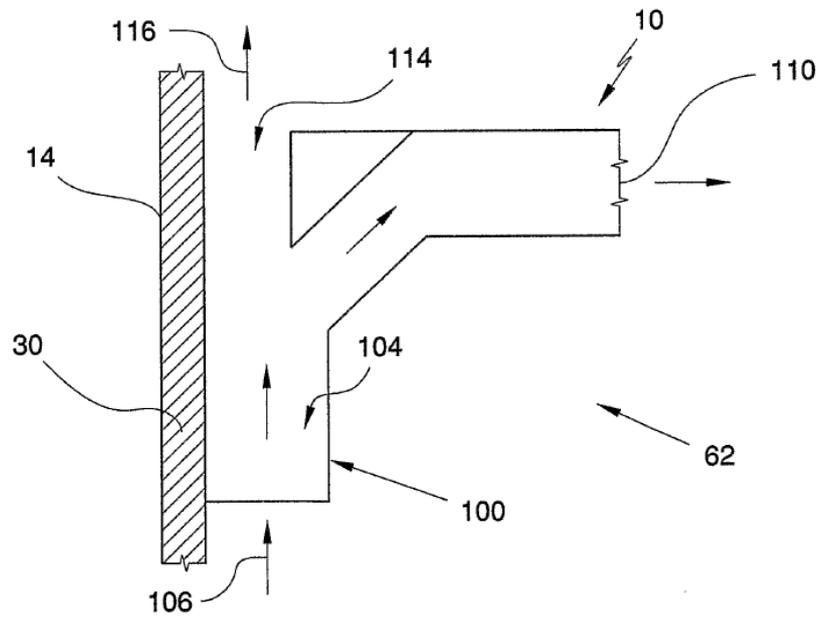


Fig.18B

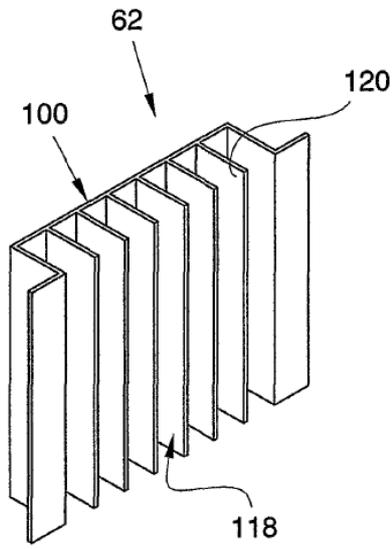


Fig.19

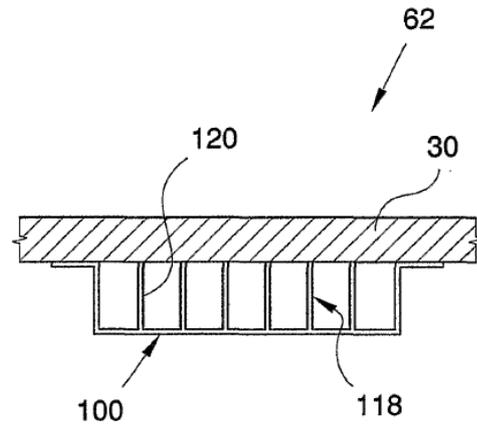


Fig.20

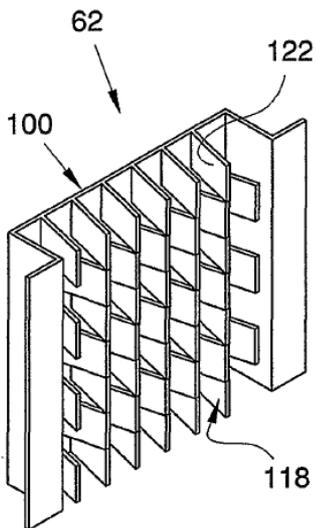


Fig.21

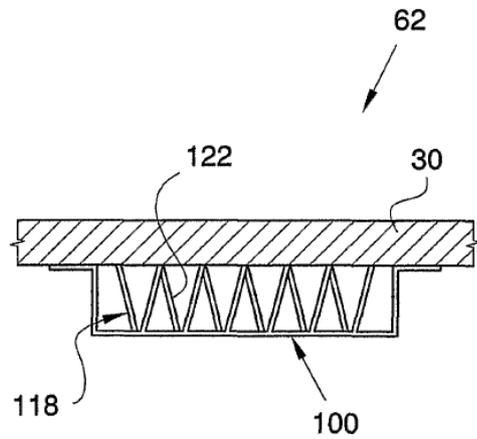


Fig.22

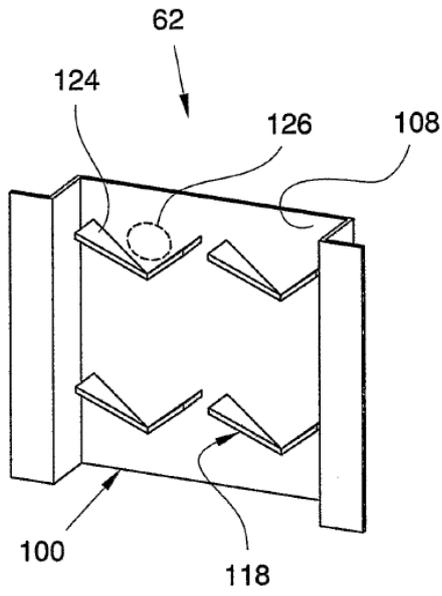


Fig.23

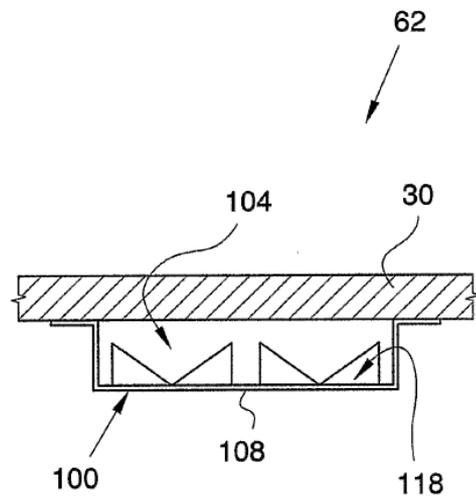


Fig.24

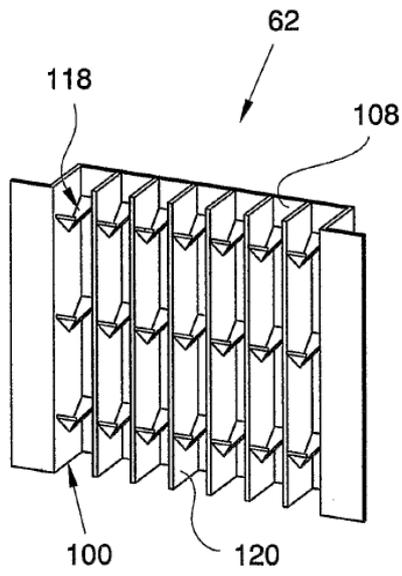


Fig.25

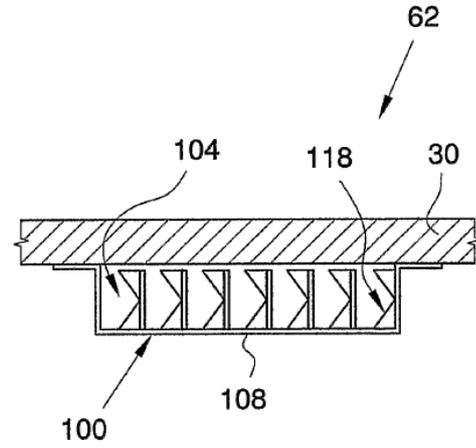


Fig.26

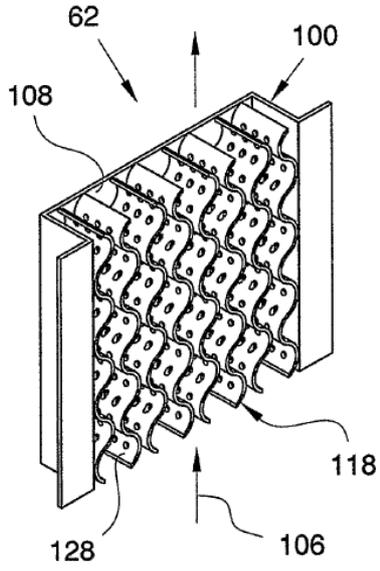


Fig.27

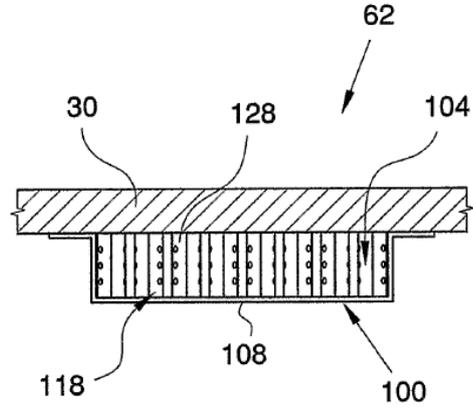


Fig.28

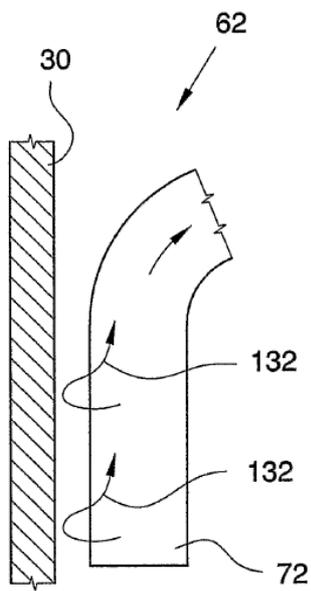


Fig.29

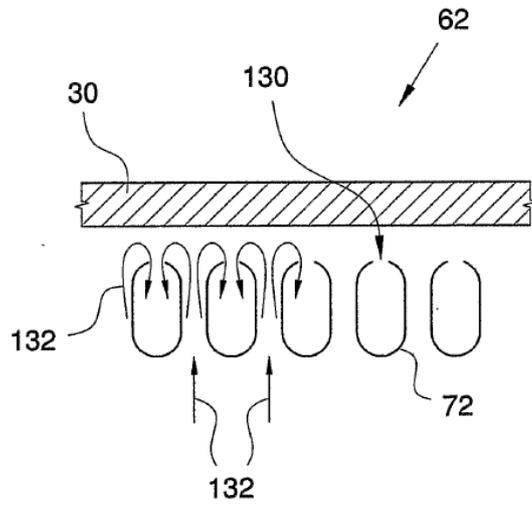


Fig.30