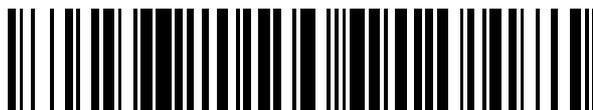


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 621**

51 Int. Cl.:

**F27D 1/12** (2006.01)

**C21C 5/52** (2006.01)

**F27B 3/20** (2006.01)

**F27D 99/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2007 E 07113281 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 1884731**

54 Título: **Procedimientos para implementar un sistema de refrigeración con agua en un panel de quemador y aparatos relacionados**

30 Prioridad:

**01.08.2006 US 834854 P**  
**28.02.2007 US 712377**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.02.2016**

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES  
GEORGES CLAUDE (100.0%)  
75, QUAI D'ORSAY  
75321 PARIS CEDEX 07, FR**

72 Inventor/es:

**COCHRAN, JAMES M.;  
CANTACUZENE, SERBAN M.;  
EYFA, YURY y  
HIGGINS, CHRISTOPHER K.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 558 621 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**

Procedimientos para implementar un sistema de refrigeración con agua en un panel de quemador y aparatos relacionados

**Antecedentes de la invención**

- 5 Diversas realizaciones de la presente invención se refieren en general a aparatos y procedimientos para fundir, refinar y procesar metales. Más particularmente, las realizaciones de la presente invención se refieren en general a paneles de quemador para su uso en hornos de fundición de metal y/o similares.
- El arte de la fabricación de acero está muy desarrollado. En general, y más comúnmente, se usa un horno de arco eléctrico (HAE) para fabricar acero mediante la aplicación de un arco eléctrico para fundir uno o más metales de desecho y/u otros productos de hierro en bruto y aleaciones que se colocan dentro del horno. Otros procedimientos incluyen versiones mejoradas de HAEs que fabrican acero fundiendo HRD (hierro de reducción directa) combinado con el metal caliente de un alto horno. Para mejorar el procedimiento de fabricación de acero, se proporciona energía química adicional al horno mediante medios auxiliares. Las formas más comunes de medios auxiliares comprenden quemadores, inyectores y chorros que usan combustible y un gas oxidante para producir productos de combustión con un alto contenido de calor para ayudar al arco.
- 10 Otras realizaciones comprenden múltiples quemadores móviles o fijados de manera permanente que utilizan combustible de hidrocarburo tales como, por ejemplo, gas natural o aceite, al menos una lanza de oxígeno móvil para la inyección de una corriente de oxígeno hacia el baño fundido con propósitos de refinado y unos medios móviles para inyectar combustible carbonoso sólido para la combustión y la espumación de escoria.
- 20 En diversas realizaciones de HAEs, se vierte chatarra o cargas al horno a través de una abertura. Bastante típicamente, estas cargas comprenden además carbono cargado y otros materiales formadores de escoria. Otros procedimientos comprenden el uso de una cuchara de colada para recoger metal caliente o calentado desde un alto horno e insertarlo en el horno HAE, por ejemplo mediante inyección del HRD mediante una lanza.
- Hay numerosas fases de procesamiento de carga en un horno HAE y/o un horno similar a un horno HAE. En la fase de fundición, el arco eléctrico y los quemadores funden la carga para formar una masa de metal fundido (metal fundido), denominada masa fundida de hierro carbono, que se acumula en el fondo o crisol del horno. Por lo general, después de fundir la carga, un horno de arco eléctrico procede a una fase de refinado y/o descarbonación.
- 25 En esta fase, la masa de metal fundido continúa siendo calentada por el arco hasta que los materiales de formación de escoria se combinan con las impurezas en la masa fundida de hierro carbono y suben a la superficie como escoria. Cuando la masa fundida de hierro carbono alcanza una temperatura de ebullición, el carbono cargado en la masa fundida se combina con el oxígeno presente en el baño para formar burbujas de monóxido de carbono que suben a la superficie del baño, formando escoria espumante. La escoria espumante actúa como un aislante en el horno.
- 30 Cuando un horno de arco eléctrico funciona sin quemadores, la chatarra o carga cargada se funde rápidamente en los puntos calientes en las regiones de mayor densidad de corriente eléctrica, pero frecuentemente permanece sin fundir en los puntos fríos. Esto crea condiciones muy duras para la pared y el revestimiento refractario del horno situados en los puntos calientes debido a la exposición excesiva al calor del arco durante las últimas partes del ciclo de fusión. La chatarra situada en los puntos fríos recibe calor desde el arco a una menor velocidad durante el ciclo de fusión, creando de esta manera puntos fríos. Para fundir los puntos fríos, el calor se aplica durante un periodo de tiempo total más largo, aplicando de esta manera calor a los puntos calientes durante más tiempo del deseado. Esta distribución de calor asimétrica desde el arco y el desgaste no uniforme de las paredes del horno son típicos tanto para hornos de arco de corriente alterna como para hornos de arco de corriente continua sin quemadores.
- 35 Típicamente, los puntos fríos se forman en las zonas más alejadas del arco del horno a medida que la chatarra situada en estas zonas recibe energía eléctrica a una menor velocidad por tonelada de chatarra. Un ejemplo típico de dicho un punto frío es el canal de colada, debido a su ubicación lejos del arco. Otro punto frío se produce en la puerta de escoria debido a las pérdidas de calor excesivas al aire ambiente infiltrado por esta zona. Es común que los hornos que utilizan inyección adicional de materiales, tales como material formador de escoria, hierro de reducción directa, etc., (que se extrae a través de una puerta de escoria o a través de una abertura en la pared lateral del horno) creen puntos fríos debido a la carga localizada de materiales consumidores de calor adicionales durante el ciclo de fusión.
- 40 Las soluciones de la técnica anterior para este desafío ha sido incorporar quemadores adicionales alrededor del horno para aplicar fuentes de calor adicionales a los puntos fríos. Los hornos de arco eléctrico equipados con quemadores situados en puntos fríos tienen una mejor uniformidad de la fusión de chatarra y reducen las acumulaciones de materiales en los puntos fríos. Cuando se colocan fuentes de calor auxiliares, tales como quemadores, en el horno de arco eléctrico, su ubicación se elige para evitar un sobrecalentamiento adicional de los puntos calientes como resultado
- 45
- 50

de la fusión rápida de la chatarra situada entre el electrodo y la cuba del horno. Más específicamente, los quemadores están situados tan lejos de los puntos calientes como sea posible en la práctica y la dirección de la abertura de la salida de la llama del quemador se elige de manera que la penetración de la llama se produzca predominantemente al montón de chatarra situado en los puntos fríos y no a las partes ya calentadas del horno.

5 Se consigue un calentamiento y un procesamiento adicionales mediante un procedimiento de descarburación en el que, en las realizaciones típicas de la técnica anterior que utilizan técnicas de HAE avanzadas o más modernas, un flujo o unos flujos de oxígeno a alta velocidad, generalmente supersónico, son soplados al interior del baño de metal con lanzas o quemador/lanzas para descarburar el baño mediante la oxidación del carbono contenido en el baño, formando CO y/o CO<sub>2</sub>. El quemador/los quemadores/la lanza/las lanzas actúan de manera más uniforme para fundir la  
10 carga, disminuir o prevenir el sobrecalentamiento, minimizar el tiempo de fusión y minimizar el tiempo de funcionamiento de arco.

Al bullir el baño de metal o metal líquido con el oxígeno inyectado, el contenido de carbono del baño puede ser reducido a un nivel seleccionado o reducido. Normalmente se considera que si una masa fundida de hierro carbono tiene un porcentaje menor del 2% de carbono, la masa fundida se convierte en acero. Típicamente, los procedimientos de HAE de fabricación de acero comienzan con cargas que tienen menos del 1% de carbono. El carbono en el baño de  
15 acero es reducido continuamente hasta que alcanza el contenido deseado para producir un grado específico de acero, tal como, por ejemplo, y no a modo de limitación, a menos del 0,1% para los aceros bajos en carbono.

En un esfuerzo por disminuir los tiempos de producción de acero en hornos de arco eléctrico, se han desarrollado aparatos y procedimientos para alterar los medios de suministro de energía adicional al horno. Varias de dichas mejoras incluyen, pero no se limitan a, quemadores convencionales montados en las paredes laterales refrigeradas con agua (paneles u hornos), lanzas convencionales, quemadores convencionales y/o similares.  
20

Se conoce desde hace tiempo que el uso de paneles de refrigeración en un horno de arco eléctrico aumenta la vida de la pared lateral refractaria a al menos veinte y cinco veces la del material refractario normal. Además, el uso de paneles de refrigeración instalados correctamente no presenta un peligro considerable para el funcionamiento del horno de arco eléctrico. Los sistemas refrigerados con agua son capaces de emplear paneles de refrigeración tanto para las paredes de carcasa como también para el techo del horno.  
25

En general, todo el sistema de refrigeración está formado por un anillo de paneles de refrigeración que rodean el interior del horno por encima de la línea de escoria.

La circulación forzada de agua u otros fluidos de refrigeración a través del sistema de refrigeración es una característica para conseguir una refrigeración eficaz y fiable.  
30

Pueden encontrarse ejemplos de elementos refrigerados con agua de la técnica anterior de varios paneles de quemador en al menos los documentos US 6.870.873, US 6.580.743, US 6.563.855, US 6.137.823, US 6.104.743, US 5.772.430, US 5.740.196, US 5.561.685, US 5.426.664, US 5.327.453, US 4.979.896, US 4.637.034 y US 6.289.035 B1.

35 La incorporación de elementos refrigerados con agua ha permitido el uso de energía adicional dentro del horno para aumentar la eficiencia del horno, disminuir el tiempo de funcionamiento y/o similares. Los ejemplos de fuentes adicionales de energía incluyen el uso de quemadores junto carbono y/o lanzas de oxígeno y han permitido a los fabricantes de acero que usan electricidad reducir sustancialmente el consumo de energía eléctrica y aumentar la tasa de producción del horno debido a la entrada de calor adicional generado por la oxidación del carbono, y por aumentos significativos en la eficiencia térmica de arco eléctrico conseguidos mediante la formación de una capa de escoria espumosa que aísla el arco eléctrico contra las pérdidas de calor. La escoria espumosa estabiliza también el arco eléctrico y, por lo tanto, permite una mayor tasa de entrada de energía eléctrica. La capa de escoria espumosa es creada por las burbujas de CO que se forman mediante la oxidación del carbono inyectado a CO. El mayor flujo de carbono inyectado crea una mayor generación de CO localizada. Por consiguiente, la mayoría de las unidades de  
40 horno HAE comprenden también unos medios de postproducción para eliminar o reducir los niveles de CO de los efluentes gaseosos.  
45

La mezcla del CO con oxígeno en el interior del horno de arco eléctrico es deseable pero muy difícil de conseguir sin una oxidación excesiva de la escoria y los electrodos. Por consiguiente, el campo de la técnica ha desarrollado medios de post-producción para tratar el alto contenido de CO de los efluentes gaseosos.

50 Una persona con conocimientos ordinarios en la materia puede reconocer que la mayoría de los hornos de arco eléctrico modernos están equipados con la totalidad o algunos de los medios indicados anteriormente para la entrada de calor auxiliar y/o la fusión del metal, en alguna parte debido a la incorporación de elementos refrigerados con agua.

Junto con las mejoras en el campo de la técnica en el diseño y el funcionamiento de los hornos de fundición de metales

se han realizado mejoras en el diseño del panel de quemador. Algunas de estas patentes que enseñan y describen diversas configuraciones de paneles de quemador incluyen, pero no se limitan a US 4.703.336, US 5.444.733, US 6.212.218, US 6.372.010, US 5.166.950, US 5.471.495, US 6.289.035, US 6.614.831, US 5.373.530, US 5.802.097, US 6.999.495 y US 6.342.086. Dichas patentes de la técnica anterior han sido beneficiosas. Por ejemplo, la patente US N° 6.999.495 ha encontrado una amplia aplicabilidad para aumentar la cobertura espacial de energía en un horno. De manera similar, la patente US N° 6.614.831 ha encontrado aplicabilidad extendiendo el alcance de las diversas herramientas, tales como un quemador o una lanza, en el interior de un horno. Sin embargo, el campo de la técnica continúa buscando aparatos y procedimientos mejorados para la fundición de metales.

Se conoce que una de las causas del fracaso del panel de quemador/lanza es el "retorno", "retroceso" "rebote" y/o "reflexión de chorro". Estas expresiones se refieren comúnmente a una condición que es el resultado de que el chorro (lanza de oxígeno o chorro de quemador) es reflejado de vuelta al panel independientemente de si la reflexión se produce desde el baño de acero o los metales de fusión (materiales de desecho en el interior del horno que todavía no se han fundido). El uso de la expresión retorno significará y hará referencia a todos las expresiones indicadas anteriormente, a menos que se indique específicamente lo contrario. Las soluciones de la técnica anterior a diversos desafíos asociados con el retorno se han tratado blindando el chorro del quemador y/o la lanza. Sin embargo, el blindaje frecuentemente resulta en un aumento de la distancia desde el quemador o la lanza al baño de acero o los metales de fusión. Por consiguiente, el campo de la técnica continúa buscando procedimientos y aparatos en los que se minimice una distancia desde una boquilla de chorro de quemador o una boquilla de lanza al metal fundido mientras se proporciona una refrigeración mejorada al panel de quemador.

## Sumario

La presente invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1, un sistema refrigerado con agua según la reivindicación 14 y un procedimiento para fabricar un panel de quemador ahusado refrigerado con agua según la reivindicación 21. Las realizaciones más específicas de los procedimientos y los sistemas se describen en las reivindicaciones dependientes.

Diversas realizaciones de la presente invención se refieren en general a procedimientos y aparatos para implementar sistemas refrigerados con agua en los paneles de quemador y procedimientos relacionados para su uso en un horno de fundición de metal. En general, los aspectos novedosos y no obvios de las realizaciones de la presente invención se refieren a características mejoradas de un procedimiento mejorado para implementar un sistema refrigerado con agua en un panel de quemador y los sistemas de refrigeración con agua relacionados que resultan en al menos uno de entre un aumento de la eficiencia operativa y/o un aumento de la vida útil.

Los procedimientos de implementación de un sistema refrigerado con agua de la presente invención y los aparatos relacionados encuentran una amplia aplicabilidad en el campo de la técnica de los paneles de quemador. En realizaciones preferidas, los procedimientos y aparatos de la presente invención son particularmente adecuados para un panel de quemador que es al menos ligeramente alargado y se extiende generalmente alejándose de una pared del horno y, en general hacia una línea de metal, reduciendo de esta manera la distancia desde el panel de quemador al metal fundido o la línea de metal. Además, una parte sustancial de diversos paneles de quemador que tienen una aplicabilidad y/o idoneidad mejoradas con los procedimientos y/o los aparatos de la presente invención tienen superficies que se extienden desde una pared del horno que está/están orientadas en una dirección distinta a la ortogonal hacia al menos la línea de metal fundido/metal, en el que la exposición de una parte sustancial del panel de quemador a al menos una condición dura del horno se reduce, reduciendo de esta manera las incidencias de fallo del panel de quemador.

Los procedimientos y los aparatos de la presente invención pueden ser usados también con el panel de quemador de aparatos que comprenden al menos uno de entre quemadores, lanzas, lanzas supersónicas, inyectores de partículas, aparato de post combustión y/o dispositivos similares.

Por consiguiente, los rasgos mejorados y/o las características mejoradas de los diversos procedimientos y aparatos o de la presente invención comprenden al menos uno de entre ahorro de energía, una eficiencia de quemador mejorada y una reducción general en los fallos del panel de quemador.

Puede obtenerse una mayor comprensión de la presente invención con referencia a la descripción detallada siguiente y a las reivindicaciones adjuntas.

## Breve descripción de los dibujos

Con el objetivo de describir la manera en la que se obtienen las ventajas y los objetos indicados anteriormente y otras ventajas y objetos de la invención, puede proporcionarse una descripción más particular de la invención descrita de manera breve anteriormente con referencia a realizaciones específicas de la misma, que se ilustran en los dibujos adjuntos. Entendiendo que estos dibujos representan sólo realizaciones típicas de la invención y, por lo tanto, no deben

considerarse como limitativos de su alcance, la invención puede ser descrita con especificidad y detalle adicionales con el uso de los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de una realización de un panel de quemador de la presente invención.

5 La Figura 2 es una ilustración de una vista en perspectiva frontal de la realización de la Figura 1.

La Figura 3 es una realización alternativa de una sección transversal de un panel de quemador de la presente invención en la que el panel de quemador está fijado a una pared del horno.

10 La Figura 4 es una ilustración de una realización alternativa de una sección transversal de un panel de quemador con un panel de separación insertado debajo del panel de quemador que ilustra un ángulo de incidencia para un inyector de quemador y un inyector de carbono.

La Figura 5 es una ilustración de una sección transversal de una realización alternativa de un panel de quemador instalado en una pared de horno.

La Figura 6 es una ilustración de una sección transversal de un horno que ilustra una sección transversal de una realización de un panel de quemador de la presente invención.

15 La Figura 7 es una ilustración de una vista superior de una realización alternativa de un panel de quemador instalado en una pared de horno.

La Figura 8 es una ilustración de una realización alternativa de un panel de quemador de la presente invención que ilustra una realización de aberturas de post combustión.

20 La Figura 9 es una ilustración de una sección transversal de una realización alternativa de un panel de quemador de la presente invención.

La Figura 10 es una ilustración de la vista G ilustrada en la Figura 9.

La Figura 11 es una ilustración de la vista E en la Figura 9.

La Figura 12 es una ilustración de la vista D en la Figura 9.

La Figura 13 es una ilustración de la vista F en la Figura 9.

25 La Figura 14 es una ilustración de la sección A-A en la Figura 9.

La Figura 15 es una ilustración de la sección B-B en la Figura 9.

La Figura 16 es una ilustración de la sección C-C en la Figura 9.

La Figura 17 es una ilustración de una sección transversal de una realización alternativa de un panel de quemador de la presente invención.

30 La Figura 18 es una ilustración de la sección A-A en la Figura 17.

La Figura 19 es una ilustración de la sección B-B en la Figura 17.

La Figura 20 es una ilustración de la sección C-C en la Figura 17.

La Figura 21 es una ilustración de la sección A-A de la Figura 17 en una realización alternativa de la presente invención.

35 La Figura 22 es una ilustración de la sección B-B de la Figura 17 en una realización alternativa de la presente invención.

Las Figuras 23A y 23B son una ilustración de la vista superior de dos diseños para una cuña adecuada para su uso en la presente invención.

#### **Descripción de las realizaciones preferidas**

40 Las siguientes definiciones y explicaciones pretenden y están destinadas a ser determinantes en cualquier futura construcción a menos que se modifiquen clara e inequívocamente en los siguientes Ejemplos, o cuando la aplicación del significado haga que cualquier construcción tenga poco sentido o ninguno. En los casos en que la construcción del

término pueda hacer que tenga poco sentido o esencialmente ninguno, la definición debería tomarse del Diccionario Webster, 3ª Edición.

Tal como se usa en la presente memoria, el término "aire" significa y hace referencia a una mezcla gaseosa que comprende al menos aproximadamente el 20 por ciento en moles de O<sub>2</sub>.

5 Tal como se usa en la presente memoria, el término "fijado", o cualquier conjugación del mismo, se describe y hace referencia a la fijación al menos parcial de un haz de tubos y un recipiente y/o un núcleo.

Tal como se usa en la presente memoria, el término "carga" significa y hace referencia a la materia prima cargada en un horno.

10 Tal como se usa en la presente memoria, el término "quemador" significa y hace referencia a todos los quemadores, lanzas, lanzas supersónicas y/o dispositivos similares. En general, quemar algo es llevar a cabo "una reacción química" facilitada y/o creada por la adición de oxígeno. Por consiguiente, un quemador es cualquier aparato que añade oxígeno.

15 Tal como se usa en la presente memoria, la expresión "panel de quemador" significa y hace referencia a, en términos de las diversas realizaciones de la presente invención, cualquier panel montado en la pared lateral, y no se limita a cualquier panel de quemador descrito en la presente memoria. Además, muchas otras características mejoradas de diversas realizaciones de un fluido sistema refrigerado con fluido y/o un procedimiento relacionados pueden resultar evidentes a lo largo de la presente memoria descriptiva.

Tal como se usa en la presente memoria, el término "carga" significa y hace referencia a un lote de materia prima cargado en un horno.

20 Solamente con propósitos ilustrativos, y no a modo de limitación, dos o más cargas se denominan "calor". Típicamente, un "calor" es el resultado final/producto de dos o más cargas. Normalmente, el "calor" es aplicado o cargado a través del hueco de colada, más comúnmente situado alrededor del EBT (Eccentric Bottom Tap, hueco de colada excéntrico ubicado en el fondo del horno). Los tiempos entre coladas son puntos de referencia deseados en la industria, ya que se refieren a la tasa de producción. De manera similar, se desea un tiempo "de encendido" para una unidad de combustión particular, la cantidad de tiempo que se suministra energía a los electrodos. Otras consideraciones incluyen el porcentaje de rendimiento que se refiere a la pérdida de hierro durante el funcionamiento.

25 En la presente memoria, la expresión "reacción química" significa y hace referencia a cualquier interacción entre dos o más sustancias químicas que resulta en un cambio químico en los reactivos originales. Las reacciones pueden ser de naturaleza oxidativa o reductora. La reacción puede ocurrir en cualquier estado, incluyendo el estado sólido, gaseoso o líquido o una interfaz de los mismos. La reacción puede ser mejorada (por ejemplo, eficiencia mejorada, mayor velocidad de reacción) mediante la adición de uno o más catalizadores.

30 Las realizaciones ejemplares, no limitativas, de hornos que pueden ser usados con las diferentes realizaciones de la presente invención incluyen, pero no se limitan a los documentos US 6.805.724, US 6.749.661, US 6.614.831, US 6.440.747, US 6.342.086, US 6.289.035, US 6.212.218, US 5.802.097, US 5.554.022, US 6.910.431, US 5.599.375, US 4.622.007 y Re. 33.464, cuyos contenidos se incorporan por referencia como si se presentaran en la presente memoria en su totalidad. En general, cualquier horno puede ser usado con las diversas realizaciones de la presente invención.

35 Las realizaciones ejemplares, no limitativas, de sistemas refrigerados con fluido que pueden ser usados con las diferentes realizaciones de la presente invención incluyen, pero no se limitan a, los documentos US 6.870.873, US 6.580.743, US 6.563.855, US 6.137.823, US 6.104.743, US 5.772.430, US 5.740.196, US 5.561.685, US 5.426.664, US 5.327.453, US 4.979.896 y US 4.637.034, cuyos contenidos se incorporan por referencia como si se presentaran en la presente memoria en su totalidad. En general, cualquier sistema refrigerado con fluido puede ser usado con las diversas realizaciones de la presente invención.

40 Tal como se usa en la presente memoria, la expresión "aplicación en campo" significa y hace referencia a experimentos realizados sobre muestras, incluyendo muestras tomadas del entorno, a menos que se indique lo contrario en la descripción.

45 Tal como se usa en la presente memoria, un "fluido" significa y hace referencia a una sustancia amorfa continua cuyas moléculas se mueven libremente una sobre otra y que tiene la tendencia a asumir la forma de su recipiente, por ejemplo, pero sin limitarse a, un líquido o un gas.

50 Tal como se usa en la presente memoria, la expresión "escoria espumosa" significa y hace referencia a una práctica en la que la escoria contiene burbujas de gas, generalmente, pero sin limitarse a, burbujas de gas CO, y se expande o se permite o se alienta que se expanda en volumen para cubrir al menos parcialmente el electrodo o los electrodos del horno y proteger los componentes del horno de la radiación del arco, lo cual es muy deseable en muchos

5 procedimientos de fabricación de acero. Frecuentemente se introducen partículas, tales como CaO y MgO, para formar escoria y corregir su química para proporcionar una buena base para la escoria espumante. La espumación de la escoria se consigue generalmente mediante la introducción de partículas de carbono en el baño, donde reduce FeO a Fe en una reacción endotérmica de producción de burbujas de CO que expande el volumen de la escoria y causa su espumación ("escoria espumosa"). La espuma de escoria, entre otros usos, actúa como una manta para mantener al menos parcialmente el calor para el procedimiento y/o para proteger los componentes del horno de la radiación del arco eléctrico.

Tal como se usa en la presente memoria, el término "ortogonal" significa y hace referencia a una orientación de, o relacionada con, ángulos rectos.

10 Tal como se usa en la presente memoria, el término "escoria" significa y hace referencia a la masa similar a cristal que queda como un residuo de la fundición de mineral metálico. La producción de una composición correcta de escoria para la masa fundida de hierro carbono durante la fase de refinado es deseable para la consecución de la química de acero apropiada y para limpiar el acero de impurezas. En un horno, la escoria existe tanto en estado líquido como en estado sólido/semisólido.

15 Tal como se usa en la presente memoria, el término "tobera" significa y hace referencia a una boquilla a través de la cual se suministra un chorro de aire a una fragua, alto horno, alto horno de oxígeno y/o similares.

Aparte de en los ejemplos operativos, o donde se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes o condiciones de reacción usados en la presente memoria deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente".

20 Diversas realizaciones de la presente invención tienen una amplia aplicabilidad en el campo de la técnica para proporcionar sistemas de refrigeración con agua mejorados para los paneles de quemador y los procedimientos de uso relacionados. La presente descripción puede describir la aplicación de las mejoras de la presente invención en lo que se refiere a los paneles de quemador principalmente en el campo de la fabricación de acero. Sin embargo, una persona con conocimientos ordinarios en la materia puede ser capaz de aplicar fácilmente la tecnología en todas las tecnologías de refrigeración con fluido y las realizaciones particulares descritas en la presente memoria no deberían considerarse como limitativas del alcance completo de la especificación de la presente patente y las reivindicaciones adjuntas.

30 En general, los aspectos nuevos y no obvios de las realizaciones de la presente invención se refieren a al menos una característica mejorada de un sistema refrigerado con agua mejorado y a procedimientos relacionados que resultan en al menos una de entre una mayor eficiencia operativa y/o una mayor vida de servicio mediante el mantenimiento o la reducción de una temperatura del panel de quemador. El mantenimiento o la reducción de la temperatura del panel 20 de quemador y/o la pared 21 de horno pueden permitir una mayor eficiencia operativa mediante el aumento de la temperatura operativa del horno, fundiendo de esta manera el metal más rápido.

35 En diversas realizaciones de la presente invención, un sistema refrigerado con fluido comprende una pluralidad de conductos de refrigeración de fluido que se extienden a través y/o alrededor de un panel de quemador, más típicamente en el interior del panel de quemador. En una realización, el sistema de refrigeración está fundido con el panel de quemador, de manera que el sistema refrigerado con fluido sea una parte integral del panel de quemador. En diversas realizaciones, el sistema refrigerado con fluido está situado de manera que rodee una abertura del aparato y/o una abertura del inyector para proporcionar una mayor capacidad de refrigeración para las zonas de inserción de energía adicional al horno. En una realización de un panel de quemador capaz de usar un sistema refrigerado con fluido de la presente invención, el panel de quemador comprende una capacidad de lanza de gas oxidante supersónico y un inyector para partículas de carbono en un horno de arco eléctrico.

45 En una realización, un sistema refrigerado con fluido de la presente invención comprende un conducto no ramificado. En una realización alternativa, un sistema refrigerado con fluido de la presente invención comprende un conducto ramificado.

50 Más particularmente, en una realización de un sistema refrigerado con fluido de la presente invención, el sistema refrigerado con agua comprende al menos un conducto refrigerado con fluido que se extiende dentro y a lo largo de al menos una superficie de un aparato de panel de quemador ahusado montado dentro de un horno, en el que el aparato de panel de quemador comprende un panel de quemador ahusado que comprende ranuras conformadas; al menos una abertura de aparato; y, al menos un aparato, en el que el panel de quemador ahusado refrigerado con agua se extiende hacia fuera desde una pared del horno al menos a una línea de división del horno y en el que el aparato es al menos uno de entre una fuente de energía térmica auxiliar, un inyector de partículas o un inyector de oxígeno.

En general, una realización de un sistema refrigerado con agua de la presente invención puede ser insertada en el panel 80 de quemador. La incorporación de un sistema refrigerado con agua supera muchos de los problemas

5 experimentados en el campo de la técnica de la refrigeración del panel 80 de quemador. Un desafío común experimentado con los sistemas de la técnica anterior es que el flujo de agua a través de un sistema de refrigeración con agua ha sido insuficiente para refrigerar apropiadamente el panel de quemador. Por consiguiente, diversas realizaciones de la presente invención incorporan tubos mejorados o de mayor diámetro en comparación con los tubos típicos incorporados en los paneles refrigerados con agua de la técnica anterior. Por ejemplo, la técnica anterior usa típicamente un tubo de 2,54 cm (1,0 pulgadas) de diámetro para el sistema de refrigeración con agua. Además, otras realizaciones de la técnica anterior usan un tubo cédula 80 diámetro nominal 25,4 mm (Schedule 80 Nom 1"). Sin embargo, diversas realizaciones de un sistema refrigerado con agua de la presente invención incorporan un tubo un 25% más grande, un tubo de 3,175 cm (1,25 pulgadas), aumentando de esta manera el volumen de flujo de agua a través del panel 80 de quemador en al menos un 25%. Al menos una realización de la presente invención incorpora un tubo con un diámetro interior (diámetro efectivo) que es un 33,5% mayor que los diseños típicos de la técnica anterior, un tubo cédula 80 diámetro nominal 31,75 mm (Schedule 80 Nom 1 ¼"), aumentando de esta manera el volumen de flujo de agua a través del panel 80 de quemador en al menos un 75%.

15 Aunque una realización de la presente invención usa un tubo cédula 80 diámetro nominal 31,75 mm (Schedule 80 Nom 1 ¼") para el sistema refrigerado con agua, otra realización usa un tubo rectangular cuadrado de manera que el área superficial del sistema de refrigeración con agua que está en contacto con cada uno de las superficies del panel de quemador se maximiza para una transferencia de calor/refrigeración más eficiente.

El aumento del flujo de agua elimina más calor y resulta en una mayor eficiencia operativa y/o aumento de la vida útil.

20 En diversas realizaciones, un conducto de un sistema refrigerado con fluido de la presente invención serpentea a través de un espacio interior de un panel de quemador. En una realización, el conducto serpentea a través de al menos cinco (5) giros de 180 grados. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos tres (3) giros de 180 grados. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos siete (7) giros de 180 grados.

25 En diversas realizaciones, el conducto serpentea a través de al menos dos (2) giros de 180 grados por superficie. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos tres (3) giros de 180 grados por superficie. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos cuatro (4) giros de 180 por superficie. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos cinco (5) giros de 180 grados por superficie.

30 En diversas realizaciones, el conducto serpentea a través de al menos dos (2) giros de 90 grados por al menos una superficie. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos tres (3) giros de 90 grados por al menos una superficie. En una realización alternativa, el conducto serpentea a través de al menos cuatro (4) giros de 90 grados por al menos una superficie.

En diversas realizaciones, los giros de 90 grados y/o los giros de 180 grados se realizan en o sobre el mismo plano que el conducto sobre la superficie. En diversas realizaciones diferentes, los giros de 90 grados y/o de 180 grados se realizan en planos diferentes al plano ocupado por el conducto sobre la superficie.

35 De esta manera, en una realización, la forma de serpentina tiene al menos un giro de 180 grados y al menos un giro de 90 grados por al menos una superficie del panel de quemador. En una realización alternativa, la forma de serpentina tiene al menos dos giros de 180 grados y al menos dos giros de 90 grados por al menos una superficie del panel de quemador. En una realización alternativa, la forma de serpentina tiene al menos tres giros de 180 grados y al menos tres giros de 90 grados por al menos una superficie del panel de quemador. En general, pueden usarse cualquier número de giros de 180 grados y giros de 90 grados por al menos una superficie del panel de quemador.

40 En diversas realizaciones, un conducto de un sistema de refrigeración con fluido de la presente invención es pasado a través de un bucle de serpentina de repetición y no repetición en estrecha proximidad a al menos una de las superficies. En una realización, el bucle de serpentina es pasado en estrecha proximidad a todas las superficies.

45 En una realización de un sistema refrigerado con agua de la presente invención un conducto se extiende al interior de un panel de quemador, a lo largo de una pluralidad de superficies, haciendo varios giros tortuosos a través de un panel de quemador que se extiende desde una pared de horno, de manera que una mayor parte del área de superficie de la pluralidad de áreas de superficie pueda ser refrigerada por un fluido que fluye a través del conducto. En una realización, una mayor parte de la pluralidad de superficies está entre aproximadamente 1,27 cm y aproximadamente 30,48 cm (entre aproximadamente 0,5 pulgadas y aproximadamente 12 pulgadas) de al menos una parte de un sistema refrigerado con agua de la presente invención. En una realización alternativa, todas las superficies están entre aproximadamente 1,27 cm y aproximadamente 30,48 cm (entre aproximadamente 0,5 pulgadas y aproximadamente 12 pulgadas) de al menos una parte de un sistema refrigerado con agua de la presente invención. En una realización alternativa, todas las superficies están entre aproximadamente 1,27 cm y aproximadamente 20,32 cm (entre aproximadamente 1,0 pulgadas y aproximadamente 8 pulgadas) de al menos una parte de un sistema refrigerado con agua de la presente invención. En una realización alternativa, todas las superficies están entre aproximadamente 4,572

cm y aproximadamente 15,24 cm (entre aproximadamente 1,8 pulgadas y aproximadamente 6 pulgadas) de al menos una parte de un sistema refrigerado con agua de la presente invención. En general, la distancia desde una superficie a un conducto refrigerado con fluido es una cuestión de experimentación rutinaria teniendo en cuenta la temperatura de funcionamiento, el fluido, el material del horno y/o el conducto, efecto deseado, etc.

- 5 Los sistemas refrigerados con agua de la presente invención permiten al menos uno de entre una menor distancia al metal fundido/línea de metal, ahorros de energía, eficiencia mejorada del quemador, capacidad de ser usado como un aparato de tipo “plug and use” y/o una reducción en los fallos del panel de quemador.

10 Con referencia ahora a la Figura 1, la misma muestra una ilustración de una vista tridimensional en perspectiva de una realización de un aparato de panel de quemador que puede ser usado con diversas realizaciones de la presente invención. El panel 1 de quemador comprende generalmente una superficie 2 superior ahusada, una superficie 3 de pared lateral ahusada, una superficie 10 de pared lateral ahusada, una superficie 11 inferior ahusada, al menos una ranura 6 conformada, una superficie 4 lateral frontal y una abertura 5. Otras realizaciones comprenden una parte 7 de ranura recta, una segunda abertura 8, una parte 9 de abertura postcombustión, un elemento que se extiende (no mostrado) y/o similares, tal como se ilustra en la Figura 1. La ranura 6 conformada es una ranura en forma de V en esta Figura.

15 En general, en la realización de la Figura 1, la superficie 2 superior ahusada, la superficie 3 de pared lateral ahusada, la superficie 10 de pared lateral ahusada y la superficie 11 inferior ahusada se cruzan apropiadamente en una primera longitud desde la pared del horno para formar una estructura ahusada cuadrangular. La conicidad que se extiende desde una pared del horno a lo largo de al menos una parte de la longitud del panel de quemador hacia el metal de fusión del horno (ilustrado en la Figura 6). Sin embargo, la estructura ahusada puede ser generalmente cualquier estructura capaz de contener al menos un aparato, tal como, pero sin limitarse a, una estructura esférica, triangular, pentagonal, hexagonal y/o una estructura similar. Otras realizaciones contemplan una estructura que no está ahusada y construida con partes generalmente rectas.

25 La estructura de panel 1 de quemador tiene diversas ventajas en comparación con los paneles de quemador montados y/o soportados en la pared. Una ventaja principal es la menor distancia a la línea de metal desde un panel de quemador de la presente invención. En una realización, un panel de quemador de la presente invención es capaz de alcanzar al menos la línea de división (donde se juntan las carcasas de horno superior e inferior). En diversas realizaciones, el panel de quemador de la presente invención se extiende más allá de, sobre y/o debajo de la línea de división. En una realización, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 10%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 15%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 20%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 25%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 30%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 33%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 40%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 50%. La disminución de la distancia desde el panel de quemador a la línea de metal puede ser modificada por diversos factores, tales como la longitud del panel de quemador ahusado, el uso de un panel de separación (tal como se describe con referencia a la Figura 4), la altura del panel de quemador por encima de la parte refractaria y/o similares.

Dicha ventaja es debida, al menos parcialmente, a que el sistema refrigerado con agua se extiende al interior y sobre las superficies del panel de quemador.

45 En diversas realizaciones, un panel de quemador que puede ser usado con diversos sistemas refrigerados con agua de la presente invención puede llegar más allá de una línea de umbral del horno, en el que la línea de umbral es un borde de la parte refractaria del horno, bastante frecuentemente los ladrillos refractarios. En una realización, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 10%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 15%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 20%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 25%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 30%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 33%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 40%. En una realización alternativa, la disminución de la distancia a la línea de metal es de al menos aproximadamente el 50%. La disminución de la distancia desde el panel de quemador a la línea de metal puede ser modificada por varios factores, tales como la longitud del panel de quemador ahusado, el uso de un panel de separación (tal como se describe con referencia a la Figura 4), la altura del panel de quemador por encima de la parte de refractario, etc.

- En la realización ilustrada en la Figura 1, al menos una ranura 6 conformada está orientada a lo largo de la superficie 2 superior. En la realización ilustrada, la ranura 6 conformada es una ranura 6 en forma de V. El vértice 12 de al menos una ranura 6 en forma de V generalmente apunta a lo largo de o sigue la conicidad de la superficie 2 superior. La ranura 6 en forma de V actúa para canalizar la escoria espumante y/o la escoria a lo largo de la superficie 2 superior del panel 1 de quemador. Las ranuras en forma de V canalizan inesperadamente un flujo de una escoria en la que la escoria es capaz de formar una capa al menos parcialmente solidificada sobre el panel de quemador. La capa de escoria al menos parcialmente solidificada sobre el panel es capaz de aislar al menos parcialmente el panel de quemador, de manera que se consigue al menos uno de entre proteger contra daños el panel de quemador y/o aumentar la vida útil del panel de quemador.
- 5 El efecto aumentado de las ranuras en forma de V es debido al menos parcialmente al sistema refrigerado con agua de la presente invención.
- La ranura 6 conformada es ilustrativa de una estructura general de una ranura a ser usada en diversas realizaciones de la presente invención. En una realización, la ranura 6 tiene forma de U. En una realización alternativa, la ranura 6 en forma de V es arqueada. En general, la ranura 6 en forma de V puede ser cualquier estructura arqueada.
- 15 La escoria dentro del horno existe en al menos dos estados, líquido y sólido. A medida que la escoria espumante y/o la escoria bulle, estalla, se expande, etc., al menos una parte de la misma puede contactar con una superficie del panel 1 de quemador. Como un líquido, la escoria todavía puede ofrecer protección. Sin embargo, en el estado sólido, la escoria ofrece mucha más protección, en general.
- 20 Cuando la escoria se encuentra en estado sólido, las ranuras en forma de V actúan como una base para la escoria, ofreciendo resistencia para ayudar a prevenir que la escoria se deslice o se mueva fuera del panel 1 de quemador. Cuando la escoria está en estado líquido, las ranuras en forma de V pueden actuar para mantener la escoria en el panel 1 de quemador más tiempo dirigiendo la escoria a lo largo de la longitud de la superficie 2 superior del panel 1 de quemador. El mantenimiento de la escoria sobre el panel 1 de quemador durante más tiempo puede permitir que un sistema de refrigeración (no mostrado en la Figura 1) actúe a través del panel 1 de quemador sobre la escoria, en el que el sistema de refrigeración puede enfriar la escoria. El enfriamiento de la escoria puede mejorar la formación de escoria en estado sólido o escoria en estado semisólido, en el que pueden mejorarse la eficiencia operativa y/o la vida útil del panel 1 de quemador.
- 25 En diversas realizaciones, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la eficiencia operativa en al menos aproximadamente el 5%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la eficiencia operativa en al menos aproximadamente el 10%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la eficiencia operativa en al menos aproximadamente el 15%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la eficiencia operativa en al menos aproximadamente el 20%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la eficiencia operativa en al menos aproximadamente el 30%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la eficiencia operativa en al menos aproximadamente el 40%.
- 30 En diversas realizaciones, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la vida útil en al menos aproximadamente el 5%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la vida útil en al menos aproximadamente el 10%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la vida útil en al menos aproximadamente el 15%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la vida útil en al menos aproximadamente el 20%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la vida útil en al menos aproximadamente el 30%. En una realización alternativa, la incorporación de ranuras en forma de V aumenta la vida útil en al menos aproximadamente el 40%.
- 35 Las ranuras en forma de V tienen un resultado inesperado de ayudar adicionalmente en el procedimiento o el efecto de blindaje de una escoria espumante o un revestimiento de escoria.
- 45 En una realización, la superficie 4 lateral frontal es la única parte de la parte que se extiende del panel 1 de quemador que es ortogonal a una potencial salpicadura de metal desde el metal fundido en el horno, reduciendo de esta manera las incidencias de impactos directos. Se consigue una reducción adicional de los impactos minimizando el tamaño de la superficie 4 lateral frontal.
- 50 En una realización, la superficie 4 lateral frontal es ligeramente mayor que al menos una abertura 5. En una realización alternativa, una segunda abertura 8 está sobre la superficie 4 lateral frontal. En todavía una realización adicional, se añaden aberturas adicionales. En general, puede incluirse cualquier número de aberturas sobre la superficie 4 lateral frontal. Generalmente, existe una abertura para cada aparato que se extiende a través y/o está asociada con el panel 1 de quemador. La abertura 5, la segunda abertura 8 y/o cualquier otra abertura pueden ser de cualquier tamaño deseado. Típicamente, el tamaño de una abertura está relacionado con el tamaño del aparato asociado. En aplicaciones en las que existe la preocupación por un fallo de panel de quemador, el tamaño de una abertura y el
- 55

tamaño de un panel frontal se minimizan, para reducir el área ortogonal.

La forma de una abertura puede variar. En general, las aberturas son circulares. Sin embargo, las aberturas pueden ser de cualquier forma, tal como, pero sin limitarse a, esférica, triangular, pentagonal, hexagonal y/o una estructura similar. En general, una forma de la abertura está asociada con la forma del aparato asociado.

- 5 Diversas realizaciones de un panel de quemador de la presente invención comprenden además una parte 7 de ranura recta. La parte 7 de ranura recta está adaptada para ayudar adicionalmente en la acumulación de escoria espumante y/o escoria. La parte 7 de ranura recta es un elemento opcional.

En diversas realizaciones, una parte 9 de post combustión está asociada o fijada al panel 1 de quemador. La parte 9 de post combustión es usada para añadir oxígeno adicional u otro gas al horno.

- 10 En una realización, el panel 1 de quemador está construido para ser ajustado dentro de una ranura pre-existente para un panel de quemador. De manera similar, un sistema de refrigeración de la presente invención puede ser formado o moldeado para ser ajustado dentro de una ranura pre-existente. En otras realizaciones, el panel 1 de quemador está adaptado para utilizar medios de fijación del panel de horno, tales como pernos, abrazaderas, tornillos, clavos, pegamento y/o similares. Se prevé que la parte 9 de sujeción pueda tener algunas áreas ortogonales a las potenciales salpicaduras de metal desde el metal fundido. Sin embargo, dichas áreas ortogonales deberían minimizarse, ya que aumentan el riesgo de fallo del panel de quemador.
- 15

Un sistema refrigerado con fluido de la presente invención generalmente puede ser colocado/asegurado/formado a lo largo de una superficie interior de cualquiera de entre la superficie 2 superior ahusada, la superficie 3 de pared lateral ahusada, la superficie 10 de pared lateral ahusada, la superficie 11 inferior ahusada, al menos una ranura 6 conformada, la superficie 4, lateral frontal y la abertura 5. En general, un sistema refrigerado con fluido asociado comprende al menos un conducto. El conducto puede ser de cualquier estructura, tal como, pero sin limitarse a, un tubo y/o elementos similares. De manera similar, el conducto puede ser construido en cualquier material, tal como, pero sin limitarse a acero, cobre, hierro, un material compuesto y una aleación y/o similares. Generalmente, cualquier estructura capaz de transferir calor es aceptable.

20

- 25 En diversas realizaciones, una característica identificativa de las realizaciones de la presente invención es la conductividad térmica del material usado para construir el conducto. En una realización, se desean coeficientes de conductividad térmica más altos. En una realización alternativa, se desean coeficientes de conductividad térmica más bajos.

- 30 En una realización, un coeficiente de conductividad térmica es de entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 1,0. En una realización alternativa, un coeficiente de conductividad térmica es de entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 0,8. En una realización alternativa, un coeficiente de conductividad térmica es de entre aproximadamente 0,4 y aproximadamente 0,6. En una realización alternativa, un coeficiente de conductividad térmica es de entre aproximadamente 0,45 y aproximadamente 0,55. En general, puede elegirse cualquier coeficiente de conductividad térmica para una aplicación adecuada.

- 35 Otras características identificativas de un sistema refrigerado con fluido de la presente invención comprenden un radio de flexión. El radio de flexión se calcula de la relación del diámetro del conducto y el diámetro mínimo de una curva de 180 grados del conducto sin que el conducto experimente ningún cambio en cambio negativo en el diámetro del conducto. En una realización, la proporción es de entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 0,9. En una realización alternativa, la relación es de entre aproximadamente 0,4 y aproximadamente 0,7. En una realización alternativa, la relación es de entre aproximadamente 0,5 y aproximadamente 0,6.
- 40

En diversas realizaciones, el radio mínimo es de entre aproximadamente 1,27 cm y aproximadamente 10,16 cm (entre aproximadamente 0,5 pulgadas y aproximadamente 4,0 pulgadas). En una realización alternativa, el radio mínimo es de entre aproximadamente 2,54 cm y aproximadamente 7,62 cm (entre aproximadamente 1,0 pulgada y aproximadamente 3,0 pulgadas). En una realización alternativa, el radio mínimo es de entre aproximadamente 3,81 cm y aproximadamente 6,35 cm (entre aproximadamente 1,5 pulgadas y aproximadamente 2,5 pulgadas). En una realización alternativa, el radio mínimo es de entre aproximadamente 5,08 cm y aproximadamente 5,588 cm (entre aproximadamente 2,0 pulgadas y aproximadamente 2,2 pulgadas).

45

- 50 Con referencia ahora a la Figura 2, se presenta una vista frontal en perspectiva del aparato de la Figura 1. Se ilustra el ahusamiento general de una realización. Tal como se hace más evidente, la superficie 4 lateral frontal es sustancialmente la única superficie ortogonal a las potenciales salpicaduras de metal desde el metal fundido y/o retroceso. Por consiguiente, un sistema de refrigeración de la presente invención puede proporcionar un conducto a lo largo de al menos la superficie 4 lateral frontal. La referencia a la Figura 15 ilustra una realización de una parte de un sistema de refrigeración a lo largo de una superficie lateral frontal de un panel de quemador.

En diversas realizaciones adicionales, al menos una parte de un sistema de refrigeración se extiende alrededor de, a lo largo de, por debajo de, es congruente con y/o a través de la superficie 4 lateral frontal para proporcionar refrigeración a la superficie del panel de quemador más cercana a la línea de fusión de metal y/o proporciona protección contra salpicaduras de metal, retroceso y/o similares.

- 5 En diversas realizaciones, cada superficie que se extiende alejándose desde la pared del horno es refrigerada al menos parcialmente por al menos una parte del sistema de refrigeración. En general, puede usarse cualquier fluido. Los ejemplos adecuados de fluidos incluyen, pero no se limitan a, agua, freón, nitrógeno y/o similares.

10 Con referencia ahora a la Figura 3, se ilustra una vista lateral en perspectiva de una realización de un panel 20 de quemador, una abertura 24 y al menos una ranura 23 en forma de V de la presente invención fijados a una pared 21 del horno. El panel 20 de quemador se fija a la pared 21 de horno. El panel 20 de quemador está colocado y/u orientado típicamente a lo largo de una parte inferior (en una realización, dentro de un espacio de panel inferior) de la pared 21 de horno por encima de la parte refractaria o de ladrillo 27. La abertura 24 del panel 20 de quemador se extiende sobre y más allá de la parte 27 refractaria, minimizando de esta manera una distancia desde la abertura 24 a la línea 25 de metal, el metal de fusión.

15 El panel 20 de quemador ilustra una cavidad 22 para un aparato. La cavidad 22 se extiende generalmente por todo el cuerpo del panel 20 de quemador a alrededor de la abertura 24 y a través de la pared 21 de horno.

20 Una realización de un sistema de refrigeración con agua posicionado dentro del panel 20 de quemador para ayudar en la eliminación de calor desde la superficie del panel 20 de quemador es un sistema independiente. En una realización alternativa, el sistema de refrigeración es una parte del sistema de refrigeración de la pared del horno. Típicamente, un sistema de refrigeración de pared del horno comprende grandes tubos de agua, aproximadamente de 5,08 cm (2 pulgadas) de diámetro, mientras que un panel de quemador puede estar construido de manera que los tubos de refrigeración sean de menor diámetro. Típicamente, se desea un panel de quemador más pequeño, ya que es más ligero y comprende menos material, haciéndolo más económico de construir. Por consiguiente, si un tamaño de conducto deseado para su uso en un panel de quemador es más pequeño que el conducto del sistema de refrigeración con agua asociado con la pared del horno, puede usarse un regulador u otros medios para reducir el tamaño del tubo y/o el flujo del fluido. El exceso de líquido puede ser expulsado desde la conexión del panel de quemador y la pared del horno. El exceso de agua puede ser recuperado y usado para procedimientos adicionales, tales como procedimientos de refrigeración.

30 En la realización de un panel de quemador ilustrado en la Figura 3, el panel 20 de quemador no se extiende por debajo de la línea de división. Sin embargo, en diversas otras realizaciones, el panel 20 de quemador se extiende por debajo de la línea 26 de división, disminuyendo de esta manera la distancia entre una abertura de un panel de quemador de la presente invención y una línea de metal. Las realizaciones de los sistemas de refrigeración de la presente invención ayudan a extender adicionalmente un panel de quemador hacia la línea de metal.

35 Con referencia ahora a la Figura 4, se ilustra un panel 35 de quemador con un aparato 36 inyector de oxígeno, un aparato 37 inyector de carbono, una parte 39 refractaria, una abertura 40 y una abertura 41. La abertura 40 y la abertura 41 están alineadas de manera que la descarga del aparato 36 quemador de oxígeno y un aparato 37 de inyección de carbono se cruzan aproximadamente en la línea de metal. El efecto máximo de la inyección de carbono y el quemador de oxígeno se experimenta cuando las dos corrientes son introducidas a la línea de metal en o alrededor del punto de mezcla. Sin embargo, diversas otras realizaciones mezclan las dos corrientes antes de la introducción al metal fundido. En general, una velocidad de flujo de un aparato causa tanto una región de presión negativa como corrientes de Foucault en las proximidades. Los flujos en las proximidades se basan en parte en la ecuación de Bernoulli. En una realización, el objeto es conseguir que la inyección de carbono sea suficientemente cercana para ser "succionada" a la trayectoria de la corriente y no sea desviada ni dispersada de manera más ineficiente por las corrientes de Foucault circulantes, tal como podría esperarse que ocurriera si las aberturas estuviesen separadas una gran distancia.

45 El número de aparatos asociados con unos aparatos de panel de quemador puede variar de 1 a 10. En una realización, hay una abertura dedicada para cada aparato. En una realización alternativa, uno o más aparatos comparten una abertura.

50 En una realización de un aparato asociado de la presente invención, los aparatos están posicionados lado con lado en un panel de quemador alrededor de una boquilla en la entrada de una cámara de conformación de llama de una cámara de combustión refrigerada con fluido. Diversas realizaciones comprenden además una pluralidad de orificios de combustible para proporcionar combustible a presión a la cámara de combustión y/o una pluralidad de orificios de gas oxidante para proporcionar un flujo secundario de un gas oxidante alrededor de la periferia de la boquilla. En una realización, todos los flujos de combustible, gas oxidante y de partículas pasan a través de la cámara de conformación de llama, y todos ellos son dirigidos sustancialmente a la misma ubicación en el horno de arco eléctrico. La

direccionalidad de los diversos flujos permite que los aparatos calienten un punto localizado de la escoria/carga con energía térmica procedente de la oxidación del combustible, de la oxidación de los componentes oxidables en la escoria o la masa fundida por la inyección de gas oxidante supersónico, y/o de cualquier combinación de los mismos.

5 En una realización, una vez calentado suficientemente un punto en la escoria, un flujo de carbono es dirigido al punto caliente localizado en la escoria para reducir el FeO, y otros óxidos, en la escoria a monóxido de carbono y producir escoria espumosa. La introducción de carbono en partículas puede estar acompañada por la inyección de gas oxidante adicional antes, durante y/o después de la inyección de carbono.

10 Los hornos construidos tienen típicamente una estructura algo uniforme. Un beneficio de los diversos diseños de las realizaciones de la presente invención es que pueden ser adaptados para ser ajustados dentro de áreas pre-mecanizadas y/o cortadas, tales como un hueco de panel o para sustituir un panel. En una realización, un panel 35 de quemador se diseña menor que el espacio disponible dentro de la pared del horno y se usa un panel 38 de separación para compensar la diferencia. Una ventaja de usar un panel 38 de separación es que la instalación del panel 35 de quemador puede ser ajustada. Por ejemplo, y no a modo de limitación, para alterar o cambiar el ángulo de incidencia de un aparato a la línea de metal, el panel 38 de separación puede ser retirado y reinstalado encima del panel 35 de quemador, reduciendo de esta manera el panel 35 de quemador y reduciendo la distancia desde la abertura 40 y/o la  
15 abertura 41 a una línea de metal.

El panel 38 de separación puede ser usado también para elevar el panel 35 de quemador. La elevación del panel 35 de quemador puede ser deseable en situaciones en las que el panel 35 de quemador se está desgastando rápidamente o si la velocidad de fusión dentro del horno debe ser reducida.

20 Con referencia ahora a la Figura 5, una perspectiva lateral de un panel 51 de quemador con elementos 50 de horno refrigerados con agua, la pared del horno por encima de la parte 52 refractaria es refrigerada con agua. La refrigeración con agua se consigue típicamente por medio de tubos o transportando agua a lo largo o cerca de una superficie del horno. El agua transportada elimina el calor del horno, refrigerando de esta manera el horno. El agua se mantiene fluyendo a través de los elementos 50 refrigerados con agua. En una realización, cuanto mayor es el flujo de agua, mayor es la cantidad de calor extraído del horno. Típicamente, todas las paredes del horno tienen un sistema de refrigeración, tal como refrigeración con agua. La refrigeración no es generalmente deseable a lo largo de la parte refractaria, ya que típicamente la parte refractaria es capaz de gestionar y/o soportar el calor. Sin embargo, diversas realizaciones comprenden un sistema de refrigeración que refrigera al menos parcialmente una parte de la parte refractaria, reduciendo de esta manera el estrés sobre la parte refractaria y/o aumentando la vida de servicio.

30 En diversas realizaciones, el panel 51 de quemador es un sistema de tipo "plug and use", de manera que se elimine al menos una parte de un panel de horno y una realización de un panel de quemador de la presente invención es insertado en el espacio ocupado previamente por al menos una parte del panel horno. En una realización, un sistema de refrigeración asociado con el panel de quemador es regulado antes de su uso. En una realización alternativa, se usa un sistema de refrigeración autónomo con un panel de quemador de tipo "plug and use" de la presente invención.

35 Con referencia ahora a la Figura 6, se ilustra una realización de un panel 60 de quemador en un horno 67. El panel 60 de quemador es instalado en la pared 61 del horno, por debajo del panel 62 de separación, y por encima de la parte 63 refractaria. La parte 63 refractaria incluye generalmente al menos una parte de ladrillo refractario. El horno 67 comprende la pared 61 del horno, metal 64 de fusión, una línea 65 de metal de fusión, una parte 63 refractaria y una puerta 66. Generalmente, al menos un panel 60 de quemador aplica energía al metal 64 de fusión. En diversas realizaciones, se instalan múltiples paneles 60 de quemador. De hecho, un panel 60 de quemador puede ser instalado de manera proporcional sobre el horno 67 de manera que no permanezcan puntos fríos o que dichos puntos fríos se minimicen. Tal como puede verse, se reducen las áreas ortogonales del panel 60 de quemador a la línea 65 de fusión de metal. La puerta 66 puede ser una diversidad de estructuras, incluyendo, pero sin limitarse a un canal inferior, un puerto de agitación de argón, etc.

45 Con referencia ahora a la Figura 7, se ilustra una perspectiva superior del horno 70. Un panel 71 de quemador se extiende a través de la pared 73 del horno hacia un metal de fusión (no ilustrado) por encima de la parte 72 refractaria. La parte 74 en forma de V está orientada hacia el interior del horno 70. En diversas realizaciones, se instalan múltiples paneles de quemador.

50 Con referencia ahora a la Figura 8, se ilustra una vista en perspectiva de un panel 80 de quemador. Se ilustran puertos 81 de combustión a lo largo de una parte superior del panel 80 de quemador.

Con referencia ahora a la Figura 9, se ilustra una sección transversal lateral en perspectiva de un panel 90 de quemador. El panel 90 de quemador comprende generalmente una abertura 91, ranuras 92 conformadas, un conducto 93, una conexión de sistema 95 de refrigeración con agua, una pared 94 del horno y una parte 104 refractaria. Tal como se ilustra, el conducto 93 se extiende generalmente alrededor/justo debajo de una superficie del panel 90 de quemador. En la realización ilustrada, el sistema de refrigeración con agua se extiende por debajo de la superficie 96

- superior, la superficie 98 inferior, al menos una parte de la superficie 97 lateral frontal, y al menos una de las superficies laterales (no mostradas). En una realización, el conducto 93 está conectado a través de la conexión del sistema 95 de refrigeración y puede estar adaptado como un sistema de tipo "plug and use" y usa el sistema para fijarse directamente al sistema de refrigeración dentro de o asociado con la pared 94 del horno. Sin embargo, otras realizaciones no son un sistema de tipo "plug and use". Los tubos asociados con el conducto 93 pueden construirse en cualquier material común en la técnica. Típicamente, se elige un material altamente conductor del calor. Los materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a, cobre, latón, acero, hierro, aleaciones de los mismos y/o similares. Las consideraciones de diseño principales para una realización de un sistema de refrigeración de la presente invención comprenden la temperatura de funcionamiento, la cantidad deseada de calor a ser eliminada de un panel de quemador asociado, la presión del líquido dentro del tubo asociado, la velocidad de flujo de un líquido dentro del tubo, etc. En diversas realizaciones, generalmente, un sistema de refrigeración con agua se usa junto con cualquier panel de quemador que pueda estar expuesto a un calor excesivo. También es evidente la manera en la que el panel 90 de quemador se extiende sobre y/o más allá de la parte 104 refractaria.
- 5
- 10
- Con referencia ahora a la Figura 10, se ilustra la vista G del panel 90 de quemador de la Figura 9. La realización de la Figura 9 ilustra una superficie generalmente rugosa a lo largo de la ranura o ranuras 96. Sin embargo, en una realización alternativa, la ranura o ranuras 96 son lisas.
- 15
- Con referencia ahora a la Figura 11, se ilustra una vista E de la Figura 9. La vista E es ilustrativa de la disposición de una abertura 102 del aparato inyector de carbono y una lanza/quemador 101 de oxígeno incorporada en un panel 90 de quemador.
- 20
- Con referencia ahora a la Figura 12, se ilustra la vista D de la Figura 9. Esta vista es ilustrativa de cómo, en diversas realizaciones, la abertura 101 y la abertura 102 están en ángulos diferentes. Los ángulos diferentes se denominan comúnmente ángulo de inyección, ángulo de inyección relativo, ángulo de intersección, ángulo de aproximación, etc. Los ángulos de abertura pueden variar según se desee para una aplicación particular. En realizaciones típicas, los ángulos de abertura se ajustan o fijan de manera que los materiales y/o las fuentes de energía expulsados desde las aberturas se encuentren sobre o justo por encima de la línea de metal. En realizaciones alternativas, los ángulos de abertura se ajustan o fijan de manera que los materiales expulsados desde las aberturas se encuentren sobre o justo por encima de la escoria espumante/línea de umbral. En una realización alternativa, los ángulos de apertura se ajustan o establecen de manera que los materiales expulsados desde las aberturas no se encuentren antes de la línea de metal.
- 25
- 30
- En una realización alternativa, el ángulo de inyección relativo de un quemador/lanza con relación a una inyección de carbono es tal que una descarga desde cada uno pueda cruzarse a una distancia de aproximadamente 1 metro de la cara del panel de quemador asociado.
- Con referencia ahora a la Figura 13, se ilustra la vista F de la Figura 9. La vista F es generalmente una vista desde la parte posterior del panel 90 de quemador que ilustra la superficie 99 de montaje. En una realización, la superficie 99 de montaje está diseñada como un sistema de tipo "plug and use", de manera que un panel o una sección del horno pueda retirarse y el panel 90 de quemador sea insertado directamente sin ninguna modificación. Realizaciones adicionales contemplan el uso de un panel de separación, tal como se describe en la presente memoria.
- 35
- Con referencia ahora a la Figura 14, se ilustra la sección A-A de la Figura 9. La sección A-A es generalmente una sección transversal de un corte tomado justo debajo de la superficie 96 superior. El corte se toma a una profundidad dentro del panel 90 de quemador para revelar una parte del conducto 93 que serpentea alrededor de una superficie del panel de quemador. El conductor 93, el fluido que fluye a través del mismo y la forma general del conducto 93 serpenteante forman un sistema de refrigeración con agua de la presente invención.
- 40
- Con referencia ahora a la Figura 15, se ilustra la sección B-B de la Figura 9. La sección B-B es generalmente una sección transversal del corte tomado justo debajo de la superficie 97 lateral frontal. El corte se toma a una profundidad dentro del panel 90 de quemador para revelar una parte del conducto 93 que serpentea alrededor de una superficie del panel de quemador. En una realización, la superficie 97 lateral frontal puede experimentar el mayor calor y potencial para el contacto con salpicaduras de metal. De manera similar, si la abertura 101 y/o la abertura 102 se usan como puertos para energía adicional, los conductos 93 pueden ser usados para mantener o eliminar el calor añadido a la superficie 97 lateral frontal.
- 45
- Con referencia ahora a la Figura 16, se ilustra la sección C-C de la Figura 9. La sección C-C es generalmente una sección transversal de un corte tomado justo debajo de la superficie 98 inferior. El corte se toma a una profundidad dentro del panel 90 de quemador para revelar una parte del conducto 93 que serpentea alrededor de una superficie del panel de quemador.
- 50
- Con referencia ahora a la Figura 17, se ilustra una sección transversal en perspectiva lateral de un panel 110 de quemador. El panel 110 de quemador comprende generalmente la abertura 111, ranuras 112 conformadas, conductos
- 55

121, una conexión 114 del sistema de refrigeración con agua y una pared 113 del horno. Tal como se ilustra, los conductos 121 se extienden generalmente sobre/justo debajo de la superficie del panel 110 de quemador. En la realización ilustrada, el sistema de refrigeración con agua se extiende por debajo de la superficie 122 superior, la superficie 124 inferior, al menos una parte de la superficie 123 lateral frontal, y al menos una de las superficies laterales (no mostradas). En una realización, los conductos 121 están conectados a través de dos conexiones 114 del sistema de refrigeración y pueden ser adaptados como un sistema de tipo "plug and use" para fijarse directamente al sistema de refrigeración dentro o asociado con la pared 113 del horno. Sin embargo, otras realizaciones no son un sistema de tipo "plug and use". Los dos conductos 121 se extienden paralelos entre sí a lo largo de la superficie 122 superior, la superficie 123 inferior, al menos una parte de la superficie 124 lateral frontal, y al menos una de las superficies laterales (no mostrada). Los tubos asociados con los conductos 121 pueden ser construidos en cualquier material común en la técnica. Típicamente, se elige un material altamente conductor del calor. Los materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a, cobre, latón, acero, hierro, aleaciones de los mismos, etc. Las consideraciones de diseño principales para una realización de un sistema de refrigeración de la presente invención comprenden la temperatura de funcionamiento, la cantidad deseada de calor a ser eliminada de un panel de quemador asociado, la presión de líquido dentro del tubo asociado, la velocidad de flujo de un líquido dentro del tubo, etc. En diversas realizaciones, por lo general, un sistema de refrigeración con agua se usa a lo largo de cualquier parte del panel de quemador que pueda estar expuesta a un calor excesivo. Aunque esta realización ramifica el conducto 121 en dos conductos 121 paralelos, puede haber más de dos conductos paralelos, sin apartarse del alcance y espíritu de la presente invención.

Con referencia ahora a la Figura 18, se ilustra la sección A-A de la Figura 17. La sección A-A es generalmente una sección transversal del corte tomado justo debajo de la superficie 122 superior. El corte se toma a una profundidad dentro del panel 110 de quemador para revelar una parte de los conductos 121 que serpentea alrededor de una superficie del panel de quemador. Los conductos 121, el fluido que fluye a través del mismo y la forma general de los conductos 121 serpenteantes forman un sistema de refrigeración con agua de la presente invención.

Con referencia ahora a la Figura 19, se ilustra la sección B-B de la Figura 17. La sección B-B es generalmente una sección transversal del corte tomado justo debajo de la superficie 123 lateral frontal. El corte es tomado a una profundidad dentro del panel 110 de quemador para revelar una parte de los conductos 121 que serpentea alrededor de una superficie del panel de quemador. En una realización, la superficie 123 lateral frontal puede experimentar el mayor calor y potencial para el contacto con salpicaduras de metal. Asimismo, si la abertura 111 y/o la abertura 115 se usan como puertos para energía adicional, los conductos 121 pueden ser usados para mantener o eliminar el calor añadido a la superficie 123 lateral frontal.

Con referencia ahora a la Figura 20, se ilustra la sección C-C de la Figura 17. La sección C-C es generalmente una sección transversal de un corte tomado justo debajo de la superficie 124 inferior. El corte es tomado a una profundidad dentro del panel 110 de quemador para revelar una parte de los conductos 121 que serpentean alrededor de una superficie del panel de quemador.

La Figura 21 muestra la sección A-A de la Figura 17 en una realización alternativa de la presente invención. La sección A-A es generalmente una sección transversal del corte tomado justo debajo de la superficie 122 superior. El corte es tomado a una profundidad dentro del panel 110 de quemador para revelar una parte de los conductos 121 que serpentean alrededor de una superficie del panel de quemador. Los conductos 121, el fluido que fluye a través del mismo y la forma general de los conductos 121 serpenteantes forman un sistema de refrigeración con agua de la presente invención.

La Figura 22 muestra la sección B-B de la Figura 17 en una realización alternativa de la presente invención. La sección B-B es generalmente una sección transversal del corte tomado justo debajo de la superficie 123 lateral frontal. El corte se toma a una profundidad dentro del panel 110 de quemador para revelar una parte de los conductos 121 que serpentea alrededor de una superficie del panel de quemador. En una realización, la superficie 123 lateral frontal puede experimentar el mayor calor y potencial para el contacto con salpicaduras de metal. Asimismo, si la abertura 111 y/o la abertura 115 se usan como puertos para energía adicional, los conductos 121 pueden ser usados para mantener o eliminar el calor añadido a la superficie 123 lateral frontal.

**Consideraciones de diseño de un panel de quemador refrigerado con agua**

Los presentes inventores sabían desde el principio que puede ser deseable moldear el tubo en el panel para evitar machos de arena. Los presentes inventores determinaron la estanqueidad de diversas geometrías de tubos en la realización de giros de 180 grados, teniendo en cuenta el deseo de minimizar el área superficial expuesta sobre el panel de quemador que se extiende. Al principio, después de realizar cálculos de flujo y la determinación de que un tubo de 2,54 cm (1 pulgada) era tan beneficiosa para eliminar el calor desde la pluralidad de superficies del panel de quemador, se eligió un tubo de 3,175 cm (1 ¼"). Era deseable que el tamaño del panel de quemador que se extiende se mantuviese tan pequeño como sea posible por varias razones, incluyendo, pero sin limitarse a, para reducir el área de la superficie que pueda ser alcanzada por el retroceso, salpicaduras de metal, aumento de calor, etc., ya que el

panel de quemador se extiende desde la pared del horno refrigerada con fluido hacia la línea de metal en fusión o la línea de metal.

Etapa 1: Empezando con algo

5 Los presentes inventores empezaron creando un espacio tridimensional con la ayuda de software de diseño que consistía en el contorno de un panel y la colocación de un gran espacio vacío en el dibujo interior en una trayectoria tridimensional para canales de agua para cubrir las caras frontales calientes. Más tarde, todas las superficies expuestas fueron revestidas con al menos una parte de un sistema de refrigeración.

Etapa 2:

10 Inicialmente, se construyó un panel cuadrado para extenderse al interior del horno. Sin embargo, el panel llegó a ser demasiado pesado, usaba demasiado material y era demasiado engorroso para ser adaptado. Además, debido a que se usó más metal para construir el panel, se requería una mayor cantidad de refrigeración para refrigerar el metal.

Etapa 3: Búsqueda de la cuña ideal

15 Se decidió acuñar el diseño y estrechar la punta lejos de la pared del horno. Esto puede reducir el peso, reducir el área de superficie a refrigerar, etc., mientras todavía se permite el acceso a la parte posterior del panel para insertar los aparatos deseados para extenderse a través y/o a las aberturas.

Se probaron dos diseños para la cuña. Ambos se determinaron adecuados y se ilustran en las Figuras 23 A y B.

Etapa 4: Sistema de refrigeración

20 El sistema de refrigeración se diseñó para proporcionar el máximo efecto de refrigeración a todas las superficies del panel de quemador. Un único conducto se extendió en forma de serpentina a lo largo de las superficies del panel de quemador, teniendo cuidado de no doblar el tubo de manera que se disminuyera o aplanara el diámetro.

25 De esta manera, inicialmente se diseñó una realización del nuevo panel de quemador. El objetivo de este nuevo diseño de panel era que este panel incorporara un sistema refrigerado con fluido y un panel de quemador que se extendía al interior del horno y más cerca de la línea de metal. Este nuevo panel ha demostrado que supera las expectativas no sólo al incorporar el sistema refrigerado con fluido y un panel de quemador que se extendía al interior del horno y más cerca de la línea de metal, si no al añadir beneficios adicionales, tales como seguridad mejorada (para el horno), rendimiento mejorado y longevidad mejorada de este nuevo panel de quemador en comparación con otros productos de este tipo en la industria.

Parámetros de diseño

30 Los parámetros de diseño incluyen la ubicación final deseada del tubo del quemador y de carbono (para una penetración profunda en el horno), la cobertura deseada de la refrigeración con agua para cubrir las caras calientes y las distancias mínimas establecidas de los tubos de agua (tubos de cobre cédula 80 diámetro nominal 31,75 mm (Schedule 80 Nom 1 ¼")) a la cámara de quemador y horno en los lados, la parte frontal, la parte superior y la parte inferior (para la protección/seguridad del horno), estableciendo el espesor de cobre alrededor de los tubos de agua, minimizando el uso de cobre (una ocurrencia natural al observar la etapa 3, pero deseada cuando se determina la forma general, por lo tanto las cuñas y ahusamientos), minimizando la exposición frontal (una ocurrencia natural al observar las etapas 3 y 4, pero deseada cuando se determina la forma general; por lo tanto, las cuñas y ahusamientos) y dejando espacio para la adición opcional de puertos de oxígeno post combustión. Además, se desea la inclusión de ranuras de retención de escoria.

Fabricación

40 El procedimiento de fabricación consiste en la flexión de los tubos de agua, la aplicación del panel alrededor el tubo y el mecanizado del producto final.

Plegado del tubo

El procedimiento de plegado de tubo consiste en las etapas siguientes:

45 En primer lugar, el tubo se corta a una longitud deseada. A continuación, se crean roscas macho en cada extremo del tubo (NPT o BSPT). A continuación, un extremo del tubo se tapa con una tapa roscada, permitiendo de esta manera que el tubo se llene con arena de sílice. Una vez introducida la arena de sílice, el otro extremo del tubo se tapa para confinar la arena. A continuación, el tubo es plegado sobre una plantilla.

Cuando se llena el tubo con arena, el tubo es elevado verticalmente y la arena de sílice es introducida en etapas para

asegurar un relleno consistentemente denso (el relleno denso ayuda a evitar el aplanamiento del tubo cuando está siendo plegado y a evitar la infiltración de material fundido durante el procedimiento de colada). El tubo se pliega sobre una plantilla de acero calentando el tubo con un soplete y plegándolo alrededor de espigas colocadas en lugares apropiados.

- 5 En una realización, se usa arena en el tubo para mantenerlo intacto durante el procedimiento de fundición en contraposición a otro procedimiento tal como hacer fluir dióxido de carbono, nitrógeno, vapor o agua a través del tubo. Además, la arena usada en esta realización es arena de sílice. Aunque la realización preferida usa arena de sílice, pueden usarse otras arenas que tienen propiedades conductoras similares sin apartarse del alcance y el espíritu de la presente invención. Además, en base a ensayo y error, se determinó que el plegado más apretado, o el radio mínimo, del tubo posible sin aplanar el tubo es un radio interior de 5, 715 cm (2 1/4"). El panel se diseñó con este radio.

#### Moldeo

- 15 El procedimiento de fundición comienza mediante la creación de los moldes. Es deseable crear un molde para el perfil exterior, para el contramolde interior y para el panel de separación si se usa. Una vez creados los moldes, el tubo es colocado sobre el contramolde de arena interior y el molde principal (parte superior, parte inferior y bandas) es colocado cuidadosamente sobre la parte superior del conjunto posicionado cuidadosamente. Entonces, la colada debería estar lista para ser vertida.

#### Mecanizado

- 20 Una vez enfriado el panel, puede ser retirado para la arena y puede estar listo para la preparación final. Las bandas se cortan, por ejemplo con una sierra de abrasión. Es deseable que las ranuras en forma de V y las ranuras rectas sean mecanizadas en el panel en una fresadora.

#### Resultados

- 25 La funcionalidad de la refrigeración con agua en el panel puede depender al menos en parte de su capacidad para extraer el calor fuera del panel y esto puede depender en gran medida de la cantidad de fusión entre el cuerpo principal del panel y el tubo de cobre. El éxito de la colada puede observarse y comprobarse. Un procedimiento de observación para determinar una buena unión/fusión del tubo al panel puede ser realizado con un boroscopio. Los ejemplos de indicaciones de buena fusión son las líneas estratificadas en el interior del tubo o ampollas en el tubo donde se funde en toda la arena. La otra manera de comprobar el panel es un ensayo de flujo. Esto se hace cada vez como parte del procedimiento a tres presiones diferentes antes y después de la colada para fines de documentación. El flujo de agua antes de la colada puede ser generalmente mayor que el flujo de agua después de la colada. Si este es el caso, generalmente es debido al hecho de que la deformación se produjo debido a la fusión/unión del tubo durante el procedimiento de moldeo.

- 30 Diversas realizaciones de la presente invención comprenden además procedimientos para introducir al menos una fuente de energía a un horno a través de un panel de quemador. En una realización, la al menos una fuente de energía es al menos una de entre energía térmica auxiliar al procedimiento de fabricación de acero, inyección de partículas para la formación de escoria y escoria espumosa, inyección de oxígeno para la descarburación de la masa fundida, inyección de oxígeno para la formación de escoria espumosa o inyección de oxígeno para la quema post combustión de monóxido de carbono y fundición de chatarra.

- 40 Realizaciones adicionales de los procedimientos de la presente invención incluyen un procedimiento para inyectar energía térmica en un horno desde un aparato de panel de quemador ahusado, en el que el procedimiento comprende las etapas de inyectar al menos una fuente de energía en un horno desde un panel de quemador ahusado, en el que el panel de quemador comprende un panel de quemador refrigerado con agua que comprende ranuras conformadas; al menos una abertura de aparato; y al menos un aparato, en el que el panel de quemador refrigerado con agua se extiende hacia fuera desde una pared del horno, al menos, a una línea de división del horno y en el que la fuente de energía es al menos uno de entre una energía térmica auxiliar, al menos partículas u oxígeno. Otras realizaciones comprenden además la etapa de inyectar al menos una segunda fuente de energía de al menos uno de entre una energía térmica auxiliar, al menos partículas u oxígeno. En diversas realizaciones la al menos una segunda fuente de energía se cruza con al menos la primera fuente de energía aproximadamente en la línea de metal.

- 45 Otros procedimientos de la presente invención comprenden un aparato de panel de quemador ahusado, en el que el aparato de panel de quemador ahusado comprende un panel de quemador ahusado, en el que el panel de quemador ahusado comprende un panel de quemador ahusado refrigerado con agua que comprende ranuras conformadas; al menos una abertura de aparato; y, al menos un aparato, en el que el panel de quemador ahusado refrigerado con agua se extiende hacia fuera desde una pared del horno, al menos, a una línea de división del horno, en el que el procedimiento comprende la etapa de formar ranuras conformadas a lo largo de una superficie superior del panel de quemador ahusado mediante el cual cuando la escoria líquida y/o la escoria espumante salpican sobre la superficie

superior, las ranuras conformadas canalizan la escoria a lo largo de al menos una parte de la superficie superior de manera que el panel de quemador ahusado refrigerado con agua enfría la escoria en una escoria al menos parcialmente solidificada. En diversos procedimientos, la eficiencia del panel de quemador se aumenta en al menos aproximadamente el 10%.

5 Otros procedimientos de la presente invención comprenden un procedimiento para el diseño o la optimización de un sistema refrigerado con fluido para un panel de quemador.

Otras realizaciones de la presente invención comprenden procedimientos para enfriar un panel de quemador que se extiende alejándose de una pared del horno y hacia una línea de metal en fusión que comprende extender, en forma de serpentina, un conducto a lo largo de una mayor parte de una pluralidad de superficies del panel de quemador de manera que el conducto sea capaz de eliminar el calor desde el panel de quemador cuando al menos un fluido está fluyendo a través del conducto.

Diversas realizaciones de la presente invención comprenden un procedimiento para refrigerar una carcasa de panel de quemador de horno de al menos un aparato, en el que el panel de quemador tiene una pluralidad de superficies que comprenden una superficie superior, una superficie inferior, una superficie lateral frontal, y una pluralidad de superficies laterales, en el que el panel de quemador se extiende alejándose desde una pared del horno a al menos una línea de división del horno y está diseñado para inyectar energía térmica al horno desde el aparato, en el que el procedimiento comprende las etapas de fijar un conducto, el conducto formado en forma de serpentina a lo largo de una parte de al menos una superficie del panel de quemador, en el que el conducto elimina el calor desde el panel de quemador cuando un fluido de refrigeración fluye a través del conducto y en el que la forma de serpentina tiene un radio mínimo; y, acoplar el conducto a una conexión de sistema de refrigeración, en el que la conexión del sistema de refrigeración está situada dentro de la pared del horno.

Otras realizaciones comprenden un procedimiento para enfriar un panel de quemador ahusado en un horno, en el que el panel de quemador tiene una pluralidad de superficies que comprenden una superficie superior que tiene una pluralidad de ranuras conformadas sobre el lado exterior de la superficie superior, una superficie inferior, una superficie lateral frontal y una pluralidad de superficies laterales, en el que el panel de quemador ahusado se extiende alejándose de la pared del horno hacia una línea de metal fundido y está diseñado para inyectar energía térmica al horno, que comprende las etapas de formar un conducto en forma de serpentina; alinear el conducto a lo largo de una parte de al menos una superficie del panel de quemador, en el que el conducto elimina el calor desde el panel de quemador cuando un fluido de refrigeración fluye a través del conducto; y, acoplar el conducto a una conexión de sistema de refrigeración, en el que la conexión del sistema de refrigeración está situado dentro de la pared del horno.

Varios procedimientos de formación de al menos un radio de plegado mínimo en el conducto comprende las etapas de cortar el conducto a una longitud; tapar un extremo del conducto; llenar el conducto con una sustancia; tapar el otro extremo del conducto; y, plegar el conducto al por lo menos un pliegue de radio mínimo.

Otras realizaciones comprenden un sistema refrigerado con agua para su uso en un aparato de panel de quemador ahusado montado dentro de un horno, en el que el panel de quemador se extiende desde la pared del horno, en el que el sistema refrigerado con agua comprende un panel de quemador ahusado que tiene una pluralidad de superficies incluyendo una superficie superior, una superficie inferior, una superficie lateral frontal y una pluralidad de superficies laterales; al menos una ranura conformada situada en un lado externo de la superficie superior; al menos una abertura de aparato situada en la superficie lateral frontal; y, al menos un aparato que se extiende a través de la al menos una abertura, en el que el panel de quemador ahusado se extiende a al menos una línea de división del horno y en el que el aparato es al menos uno de entre una fuente de energía térmica auxiliar, un inyector de partículas o un inyector de oxígeno; y, al menos un conducto, en el que el al menos un conducto está alineado con una parte de al menos una superficie del panel de quemador ahusado en forma de serpentina, en el que el conducto elimina el calor desde el panel de quemador ahusado cuando un fluido de refrigeración fluye a través del conducto y en el que la forma de serpentina tiene al menos un plegado de radio mínimo en el conducto.

La invención puede ser realizada en otras formas específicas sin apartarse de su espíritu o características esenciales. Las realizaciones descritas deben ser consideradas en todos los aspectos sólo como ilustrativas y no restrictivas. Por lo tanto, el alcance de la invención está indicado por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción anterior. Todos los cambios en las reivindicaciones incluidas dentro del significado y el alcance de equivalencia de las reivindicaciones están incluidos dentro de su alcance. Además, todos los documentos, patentes y solicitudes publicados indicados en la presente memoria se incorporan por referencia, como si se presentaran en su totalidad.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para refrigerar un panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador de horno ahusado que aloja al menos un aparato (36, 37), en el que dicho panel de quemador tiene una pluralidad de superficies que comprenden una superficie (2, 96, 122) superior, una superficie (11, 98, 124) inferior, una superficie (4, 97, 123) lateral frontal, y una pluralidad de superficies (3, 10) laterales, en el que dicho panel de quemador se extiende alejándose de una pared (21, 61, 73, 94, 113) del horno a al menos una línea (26) de división de dicho horno (67, 70) y está diseñado para inyectar energía térmica al interior de dicho horno desde dicho aparato, en el que dicho procedimiento comprende las etapas de: a. fijar un conducto (93, 121), en el que el panel de quemador es fundido alrededor de dicho conducto formado en forma de serpentina a lo largo de una parte de al menos una superficie de dicho panel de quemador, en el que dicho conducto elimina el calor de dicho panel de quemador cuando un fluido de refrigeración está fluyendo a través de dicho conducto y en el que dicha forma de serpentina tiene un radio mínimo; y b. acoplar dicho conducto a una conexión (95, 114) de sistema de refrigeración, en el que dicha conexión de sistema de refrigeración está situada dentro de dicha pared del horno.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho radio mínimo está comprendido entre aproximadamente 1,25 cm (0,5 pulgadas) y aproximadamente 10,16 cm (4,0 pulgadas).
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho conducto (93, 121) es un tubo cédula 80 diámetro nominal 3,175 cm (1,25 pulgadas).
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho conducto (93, 121) tiene forma rectangular, de manera que una mayor superficie de dicho conducto está disponible para eliminar el calor desde dicho panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha forma de serpentina tiene al menos un giro de 180 grados y al menos un giro de 90 grados por al menos una superficie de dicho panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha forma de serpentina tiene al menos dos giros de 180 grados por al menos una superficie de dicho panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha forma de serpentina tiene al menos dos giros de 90 grados por al menos una superficie de dicho panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho conducto (121) está ramificado en dicha conexión (95, 114) de sistema de refrigeración, en el que al menos dos conductos están situados dentro de dicho panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que dichos al menos dos conductos (121) son paralelos.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho al menos un aparato (36, 37) se extiende a través de al menos una abertura (5, 8, 24, 40, 41, 91, 101, 102, 111, 115) situada sobre dicha superficie (4, 97, 123) lateral frontal.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que dicha al menos una abertura (5, 8, 24, 40, 41, 91, 101, 102, 111, 115) es tres aberturas y al menos tres aparatos se extienden desde la misma.
12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha superficie (2, 96, 122) superior comprende además una pluralidad de ranuras (6, 23, 74, 92, 112) en forma de V.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que dicha superficie (4, 97, 123) lateral frontal comprende una pluralidad de ranuras (7) rectas.
14. Un sistema refrigerado con agua para su uso en un aparato de panel de quemador ahusado montado dentro de un horno (67, 70), en el que dicho panel de quemador se extiende desde dicha pared (21, 61, 73, 94, 113) de horno, en el que dicho sistema refrigerado con agua comprende:
  - a. un panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador ahusado que tiene una pluralidad de superficies incluyendo una superficie (2, 96, 122) superior, una superficie (11, 98, 124) inferior, una superficie (4, 97, 123) lateral frontal y una pluralidad de superficies (3, 10) laterales;
  - b. al menos una ranura (6, 23, 74, 92, 112) conformada situada en un lado exterior de dicha superficie

superior;

c. al menos una abertura (5, 8, 24, 40, 41, 91, 101, 102, 111, 115) de aparato situada en dicha superficie lateral frontal;

5 d. al menos un aparato (36, 37) que se extiende a través de dicha al menos una abertura, en el que dicho panel de quemador ahusado se extiende a al menos una línea (26) de división de dicho horno y en el que dicho aparato es al menos uno de entre una fuente de energía térmica auxiliar, un inyector (37) de partículas o un inyector (36) de oxígeno; y,

10 e. al menos un conducto (93, 121), en el que el panel de quemador ahusado es fundido alrededor de dicho al menos un conducto que está alineado con una parte de al menos una superficie de dicho panel de quemador ahusado con forma de serpentina, en el que dicho conducto elimina el calor desde dicho panel de quemador ahusado cuando un fluido de refrigeración fluye a través de dicho conducto y en el que dicha forma de serpentina tiene al menos un plegado de radio mínimo en dicho conducto.

15. Sistema refrigerado con agua según la reivindicación 14, en el que dicha al menos una ranura (6, 23, 74, 92, 112) conformada tiene forma de V.

15 16. Sistema refrigerado con agua según una cualquiera de las reivindicaciones 14 y 15, que comprende además una parte (7) de ranura recta.

17. Sistema refrigerado con agua según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en el que dicha forma de serpentina tiene al menos dos giros de 180 grados por al menos una superficie.

20 18. Sistema refrigerado con agua según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, en el que dicha forma de serpentina tiene al menos dos giros de 90 grados por al menos una superficie.

19. Sistema refrigerado con agua según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, en el que dicha forma de serpentina tiene al menos un giro de 180 grados y al menos un giro de 90 grados por al menos una superficie de dicho panel de quemador.

25 20. Sistema refrigerado con agua según las reivindicaciones 14 a 19, en el que dicho radio mínimo está comprendido entre aproximadamente 1,25 cm (1,5 pulgadas) y aproximadamente 10,16 cm (2,5 pulgadas).

21. Un procedimiento para fabricar un aparato de panel de quemador ahusado refrigerado con agua para su uso dentro de un horno (67, 70), en el que dicho aparato de panel de quemador ahusado comprende:

30 a) un panel (1, 20, 35, 51, 60, 71, 80, 90, 110) de quemador ahusado que tiene una pluralidad de superficies incluyendo una superficie (2, 96, 122) superior, una superficie (11, 98, 124) inferior, una superficie (4, 97, 123) lateral frontal y una pluralidad de superficies (3, 10) laterales;

b) al menos una ranura (6, 23, 74, 92, 112) conformada situada en un lado exterior de dicha superficie superior:

c) al menos una abertura (5, 8, 24, 40, 41, 91, 101, 102, 111, 115) de aparato situada sobre dicha superficie lateral frontal;

35 d) al menos un aparato (36, 37) que se extiende a través de dicha al menos una abertura, en el que dicho aparato es al menos uno de entre una fuente de energía térmica auxiliar, un inyector (37) de partículas o un inyector (36) de oxígeno; y,

e) al menos un conducto (93, 121) alineado con una parte de al menos una superficie de dicho panel de quemador ahusado en forma de serpentina,

40 en el que el procedimiento comprende las etapas de:

formar dicho al menos un conducto plegando un tubo de agua,

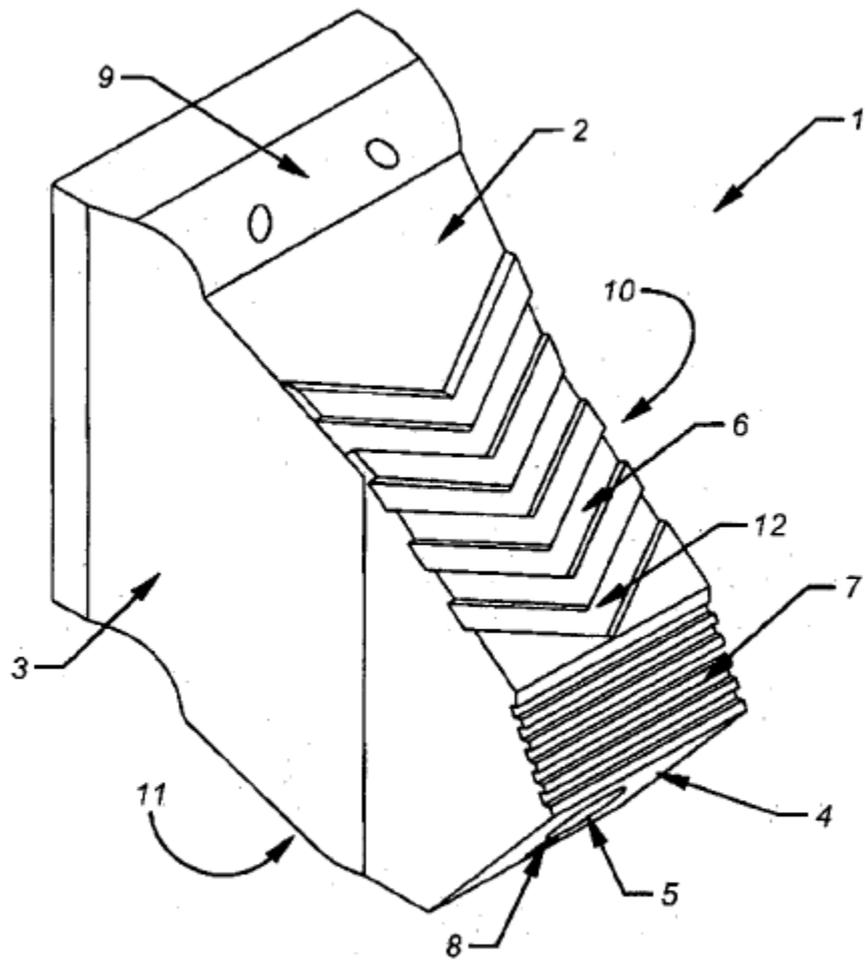
aplicar el panel de quemador ahusado alrededor del tubo de agua plegado, y

mecanizar el panel de quemador ahusado.

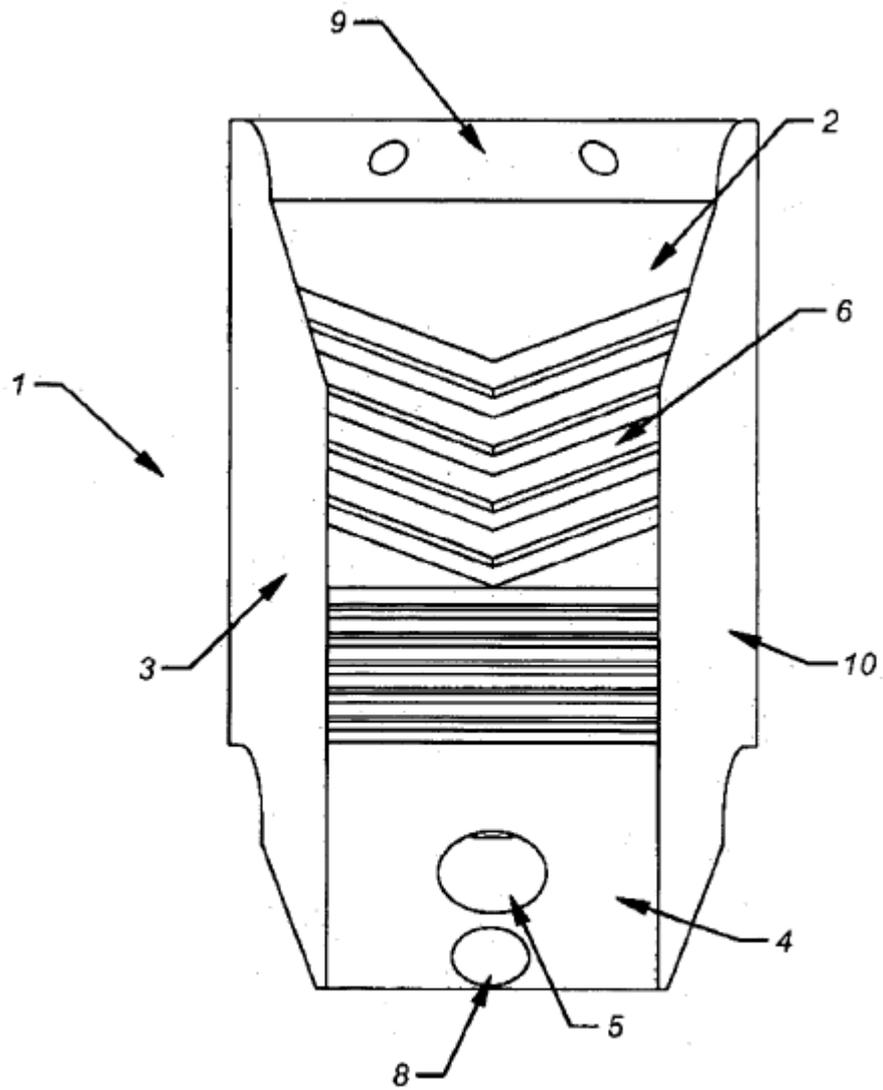
45 22. Procedimiento según la reivindicación 21, en el que el tubo de agua es llenado con arena de sílice durante las etapas de flexión del tubo de agua y aplicación del panel de quemador ahusado alrededor del tubo de agua plegado.

23. Procedimiento según la reivindicación 21 o 22, en el que la etapa de formación de dicho conducto (93, 121) comprende formar al menos un plegado de radio mínimo en dicho conducto, en el que dicho radio mínimo está comprendido entre aproximadamente 1,25 cm (0,5 pulgadas) y aproximadamente 10,16 cm (4,0 pulgadas).

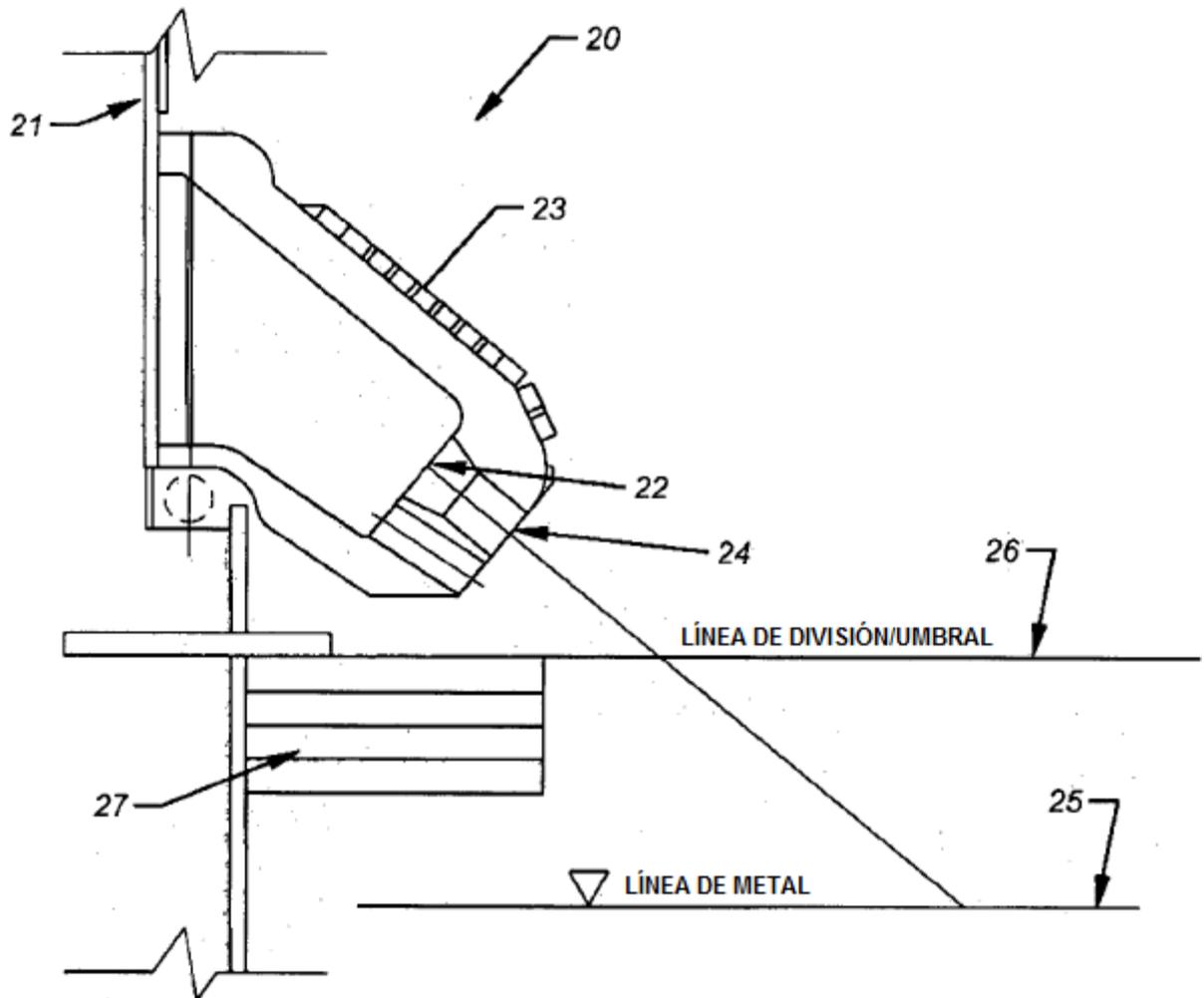
5 24. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, en el que el al menos un conducto está construido en un material seleccionado de entre cobre, latón, acero, hierro y aleaciones de estos materiales.



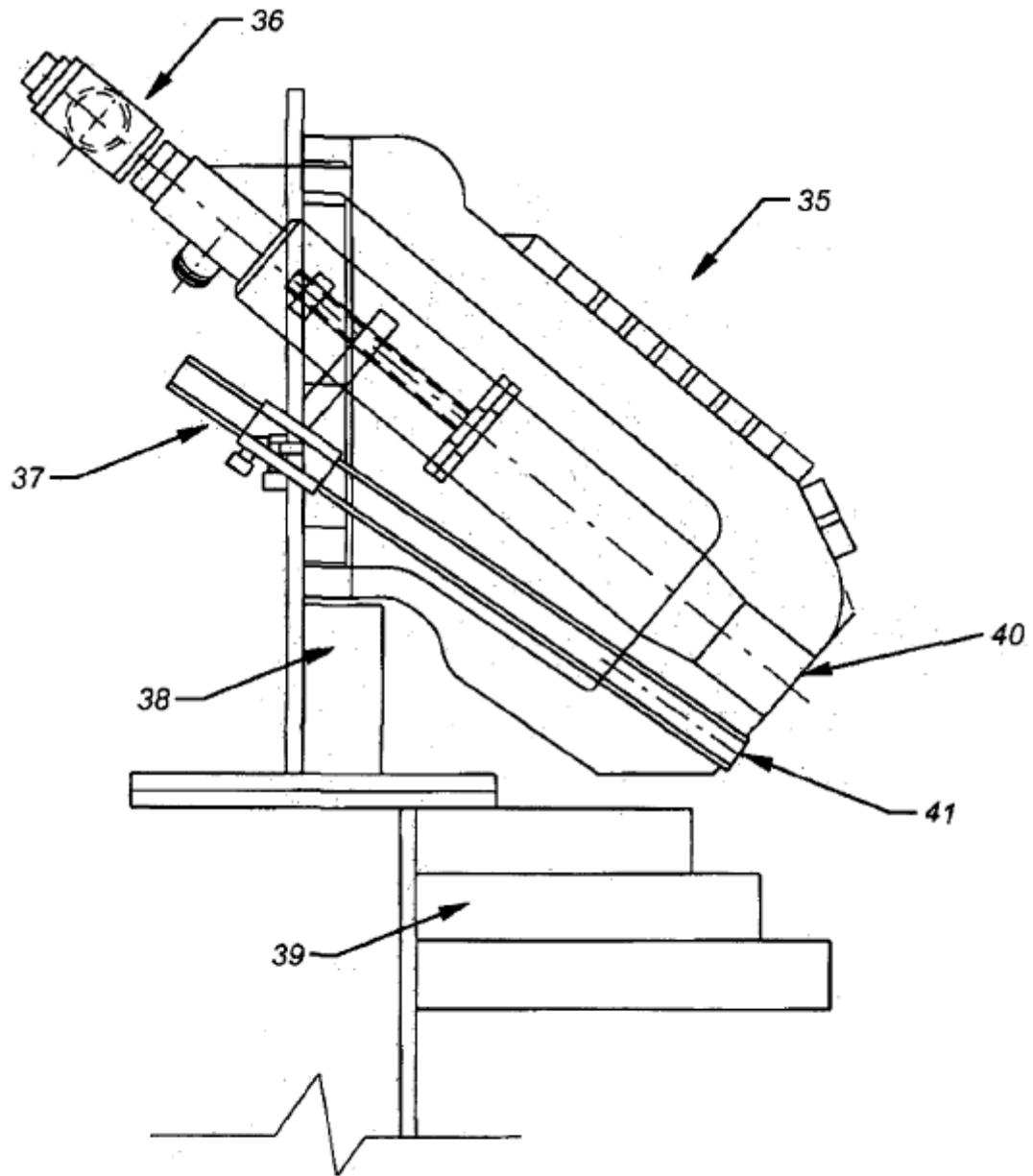
**FIG. 1**



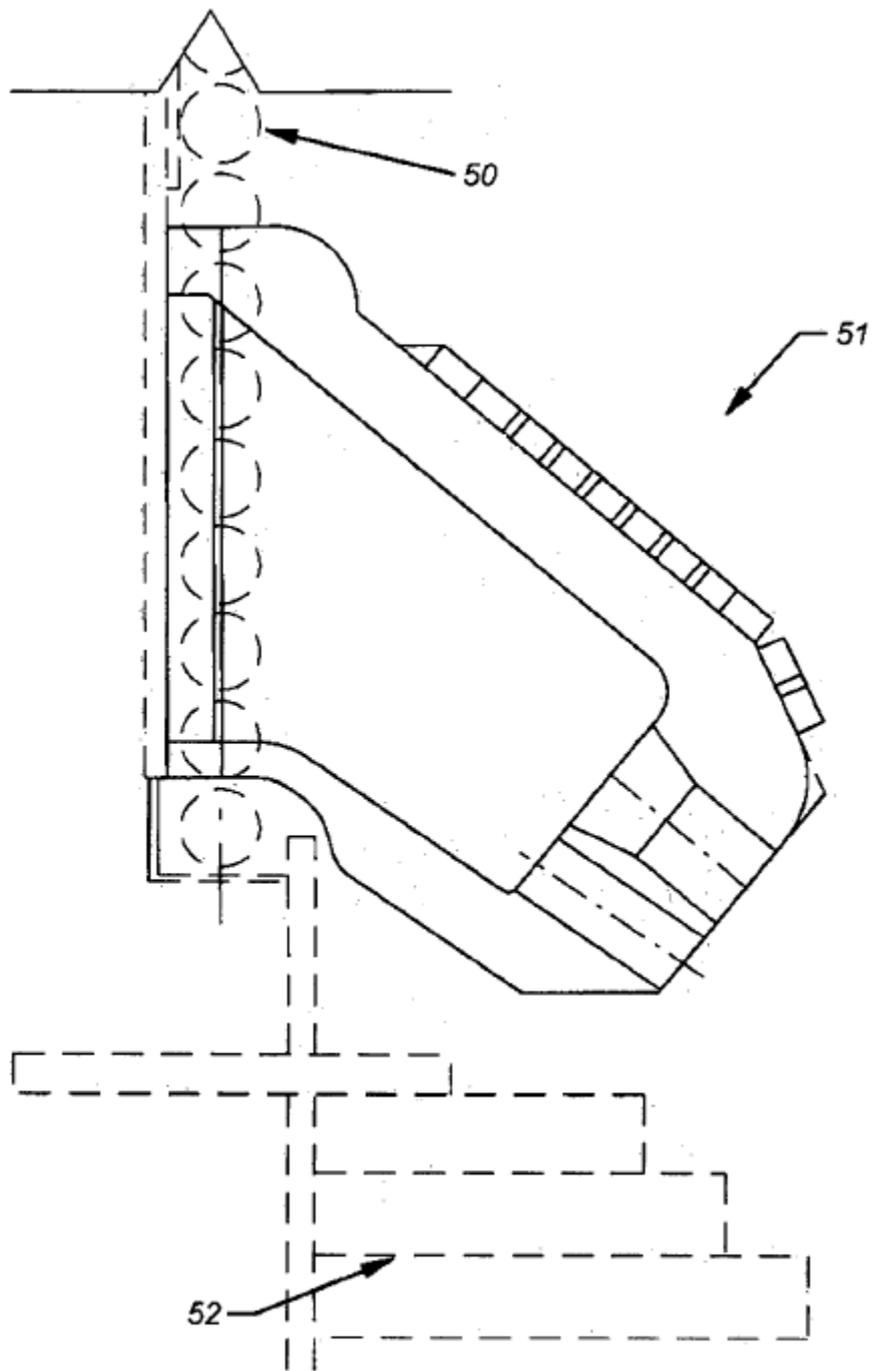
**FIG. 2**



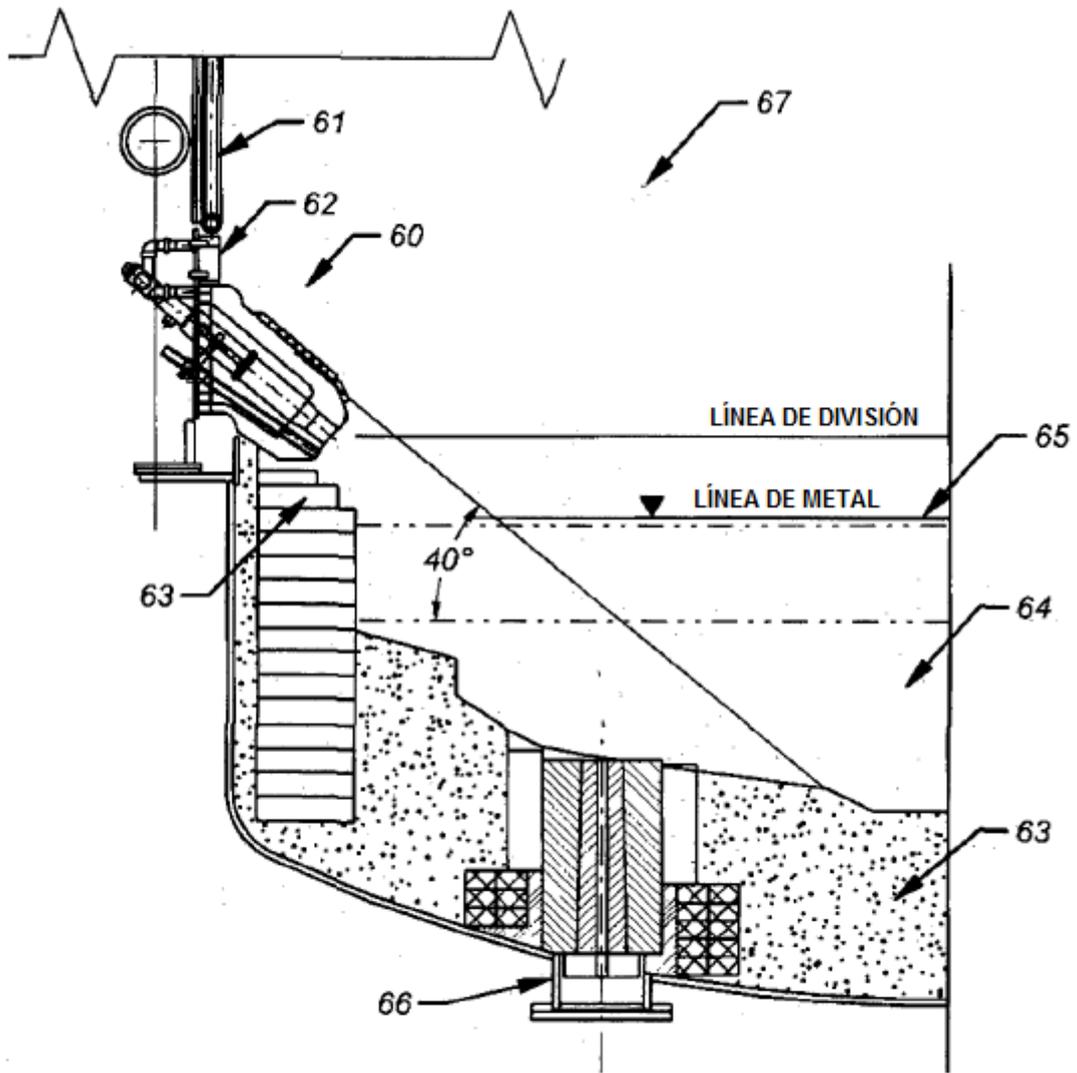
**FIG. 3**



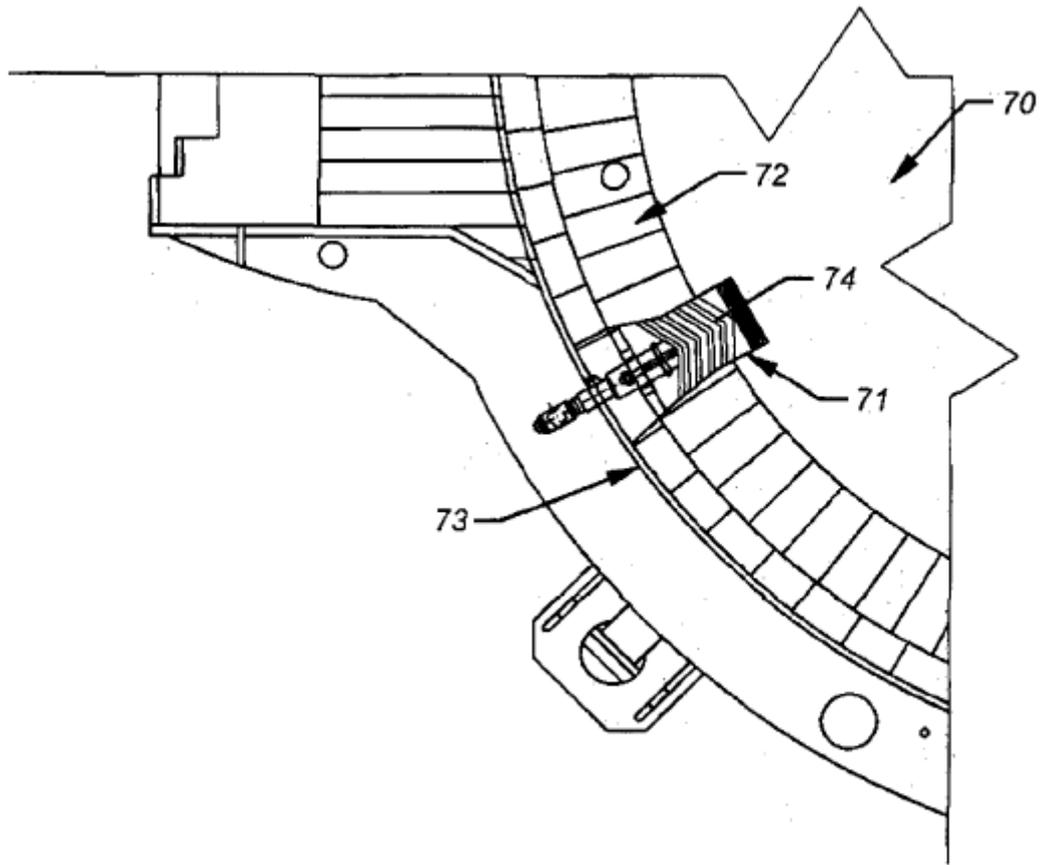
**FIG. 4**



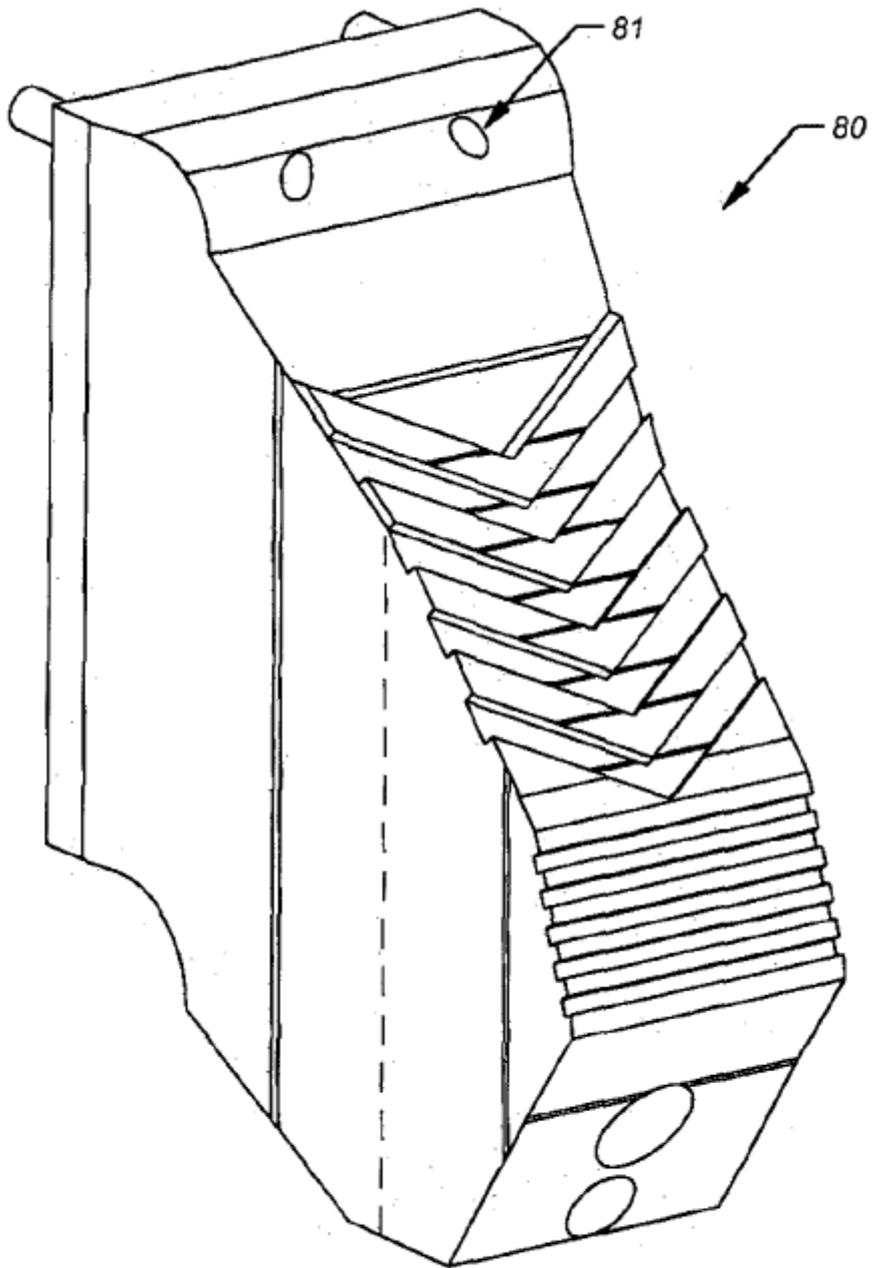
**FIG. 5**



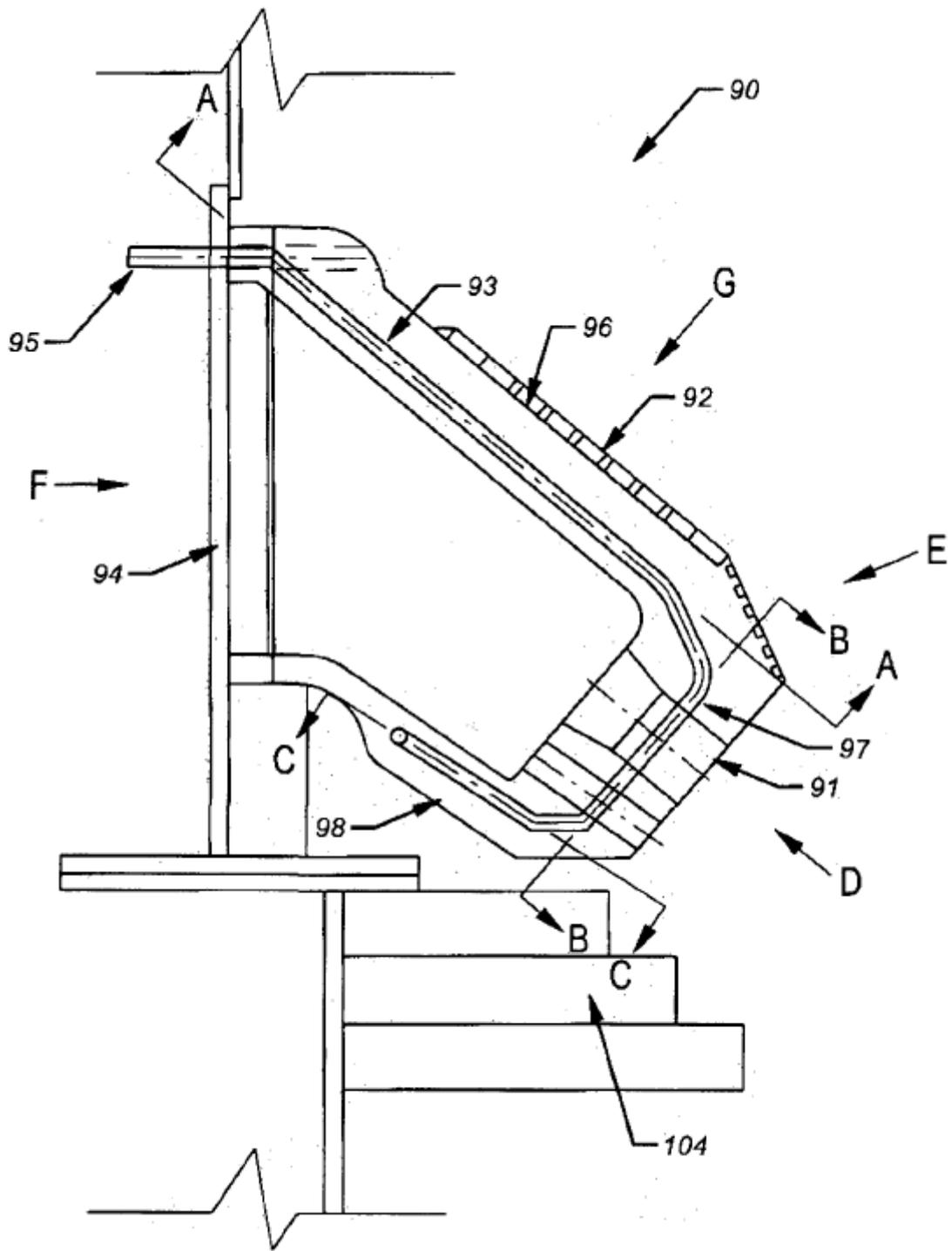
**FIG. 6**



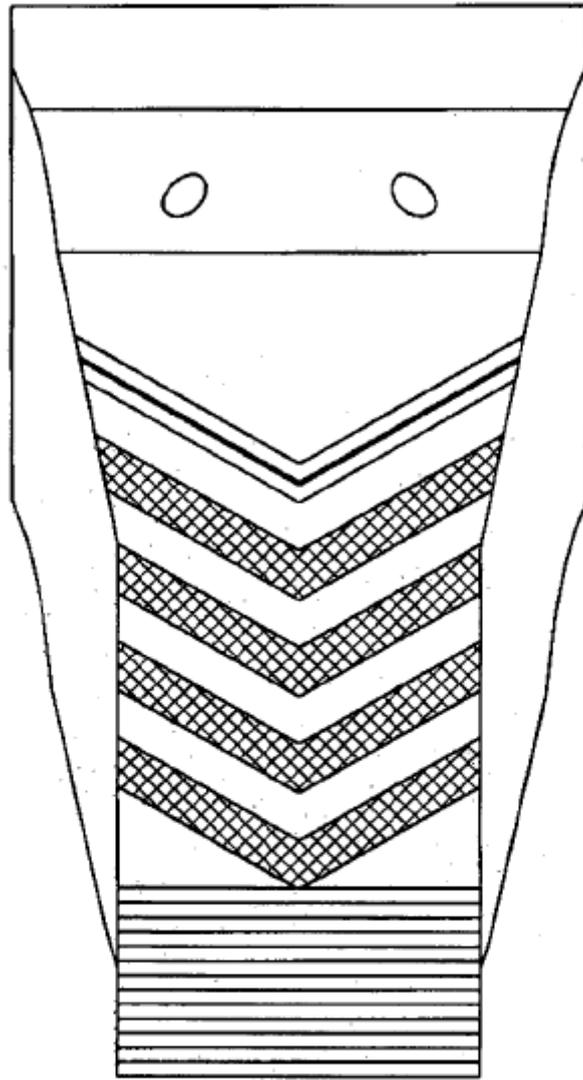
**FIG. 7**



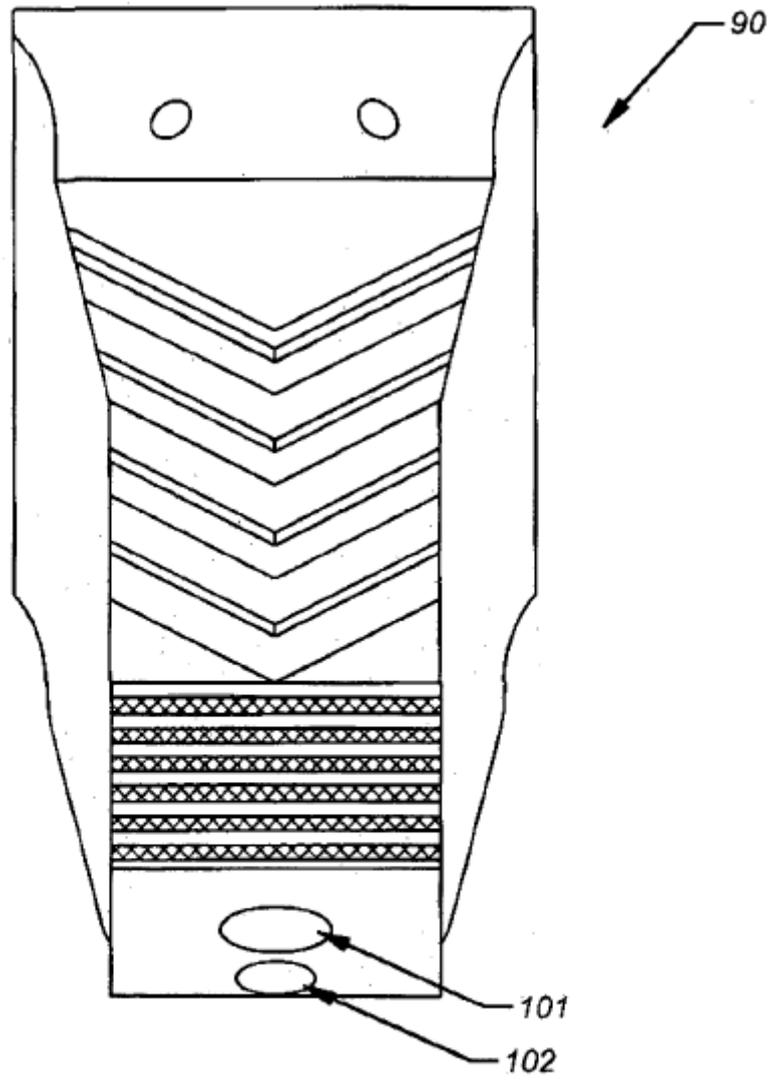
**FIG. 8**



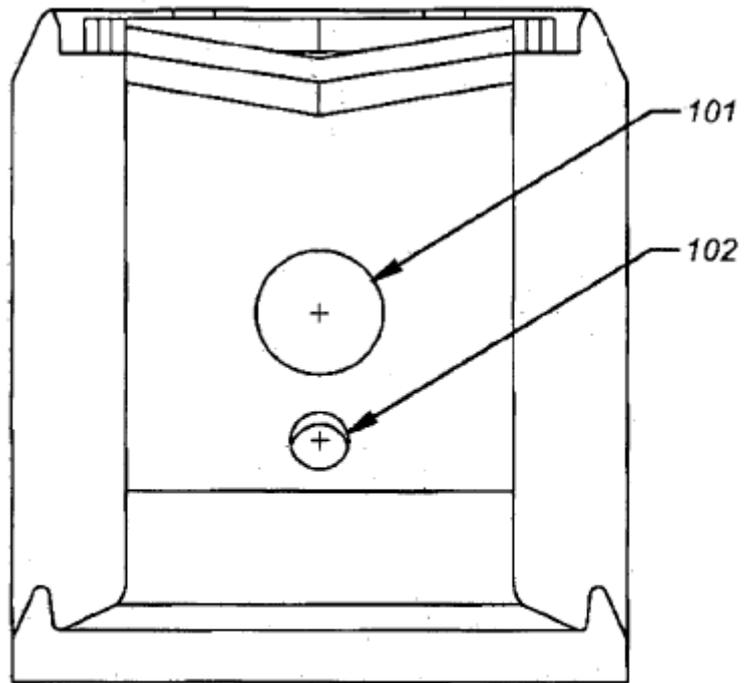
**FIG. 9**



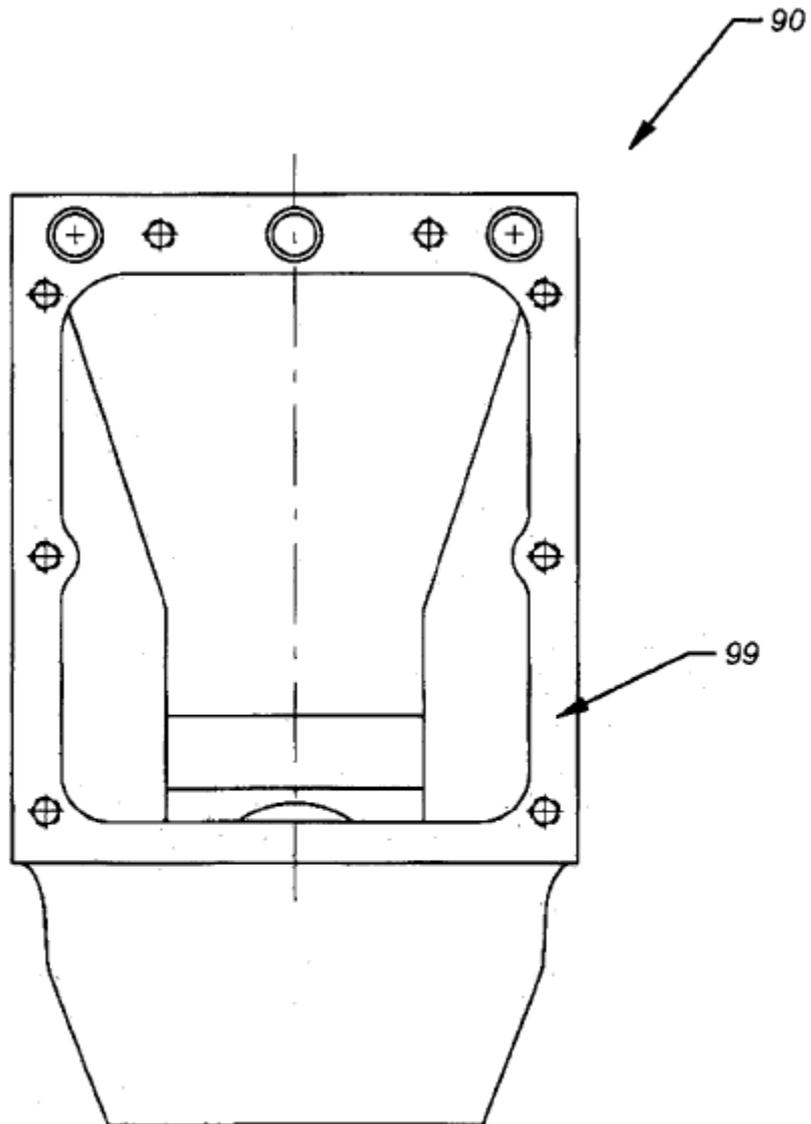
VISTA G  
**FIG. 10**



VISTA E  
**FIG. 11**

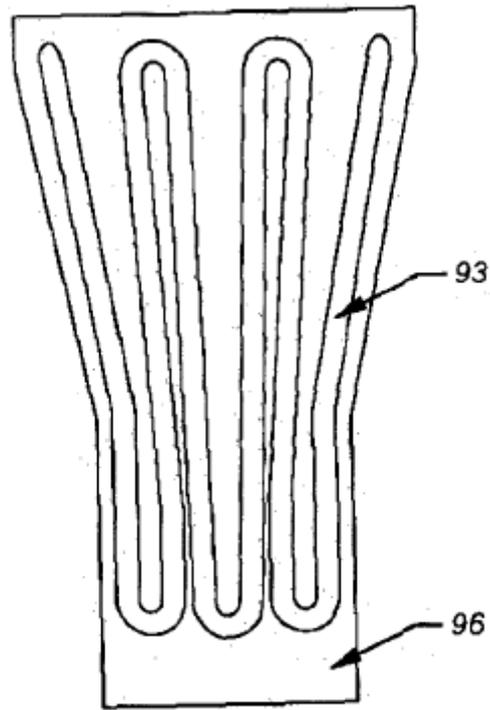


VISTA D  
**FIG. 12**

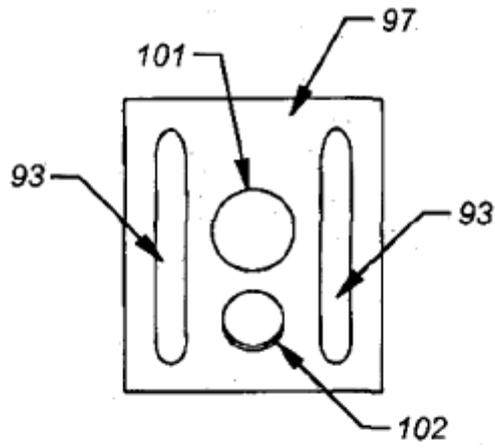


VISTA F

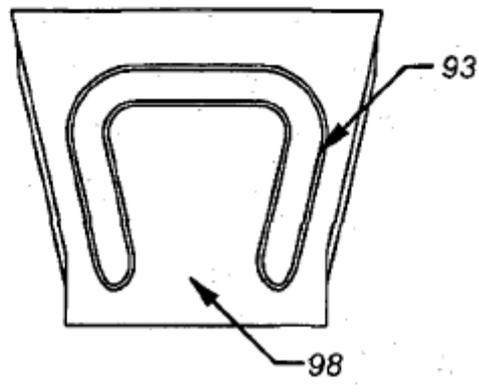
**FIG. 13**



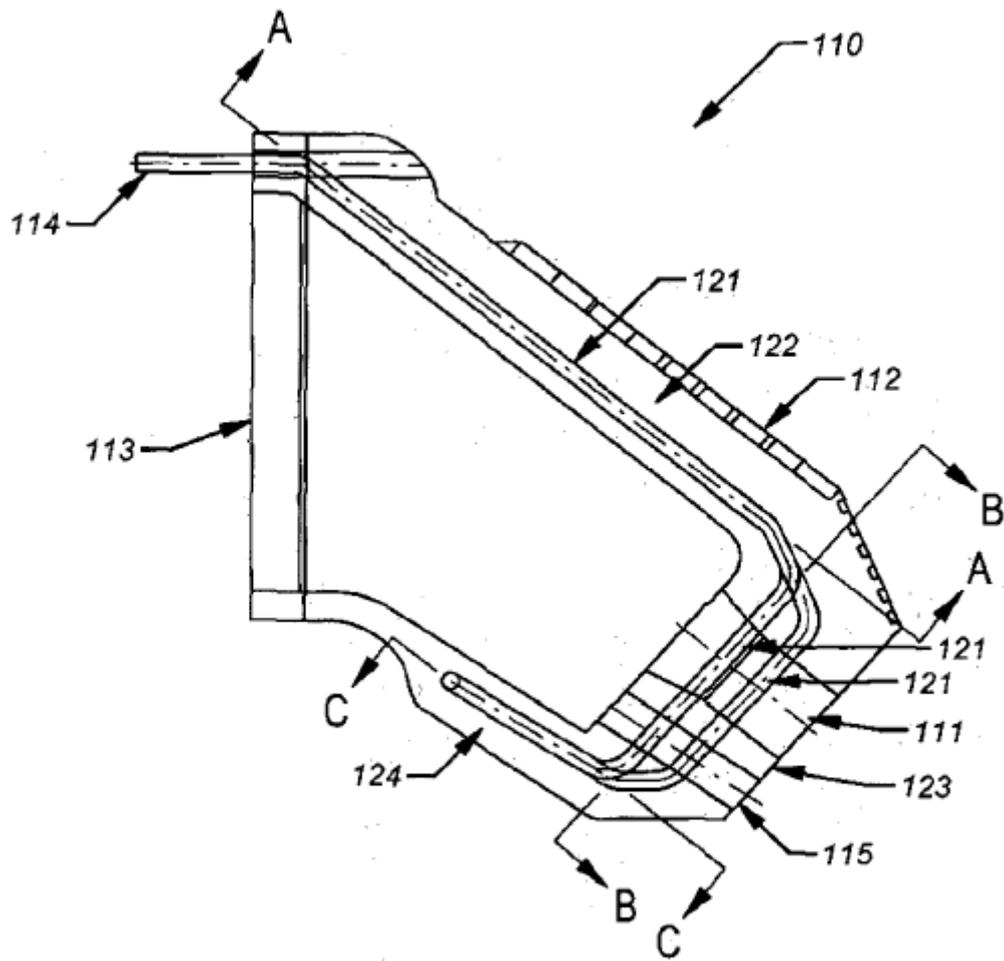
**FIG. 14**



**FIG. 15**

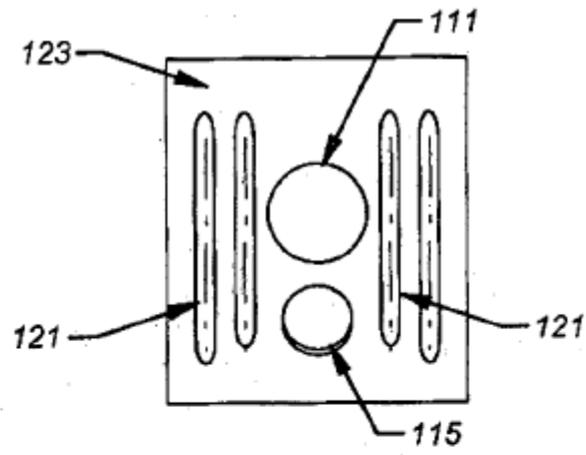


**FIG. 16**

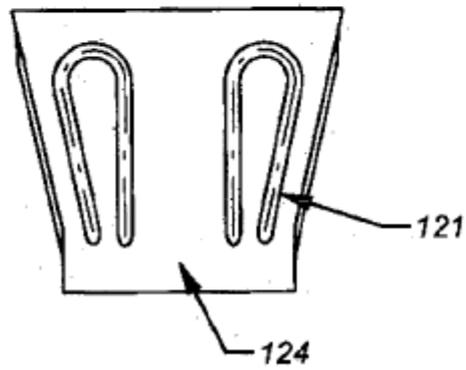


**FIG. 17**

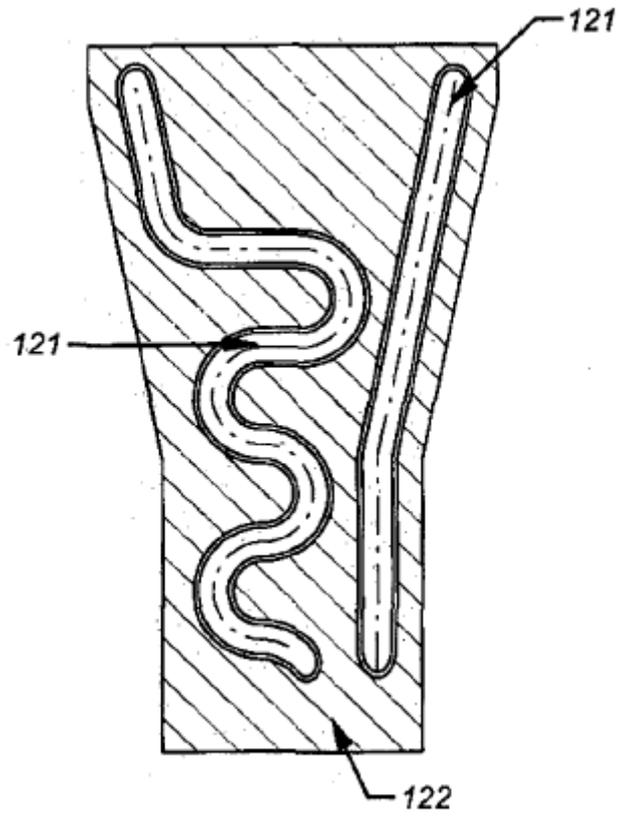




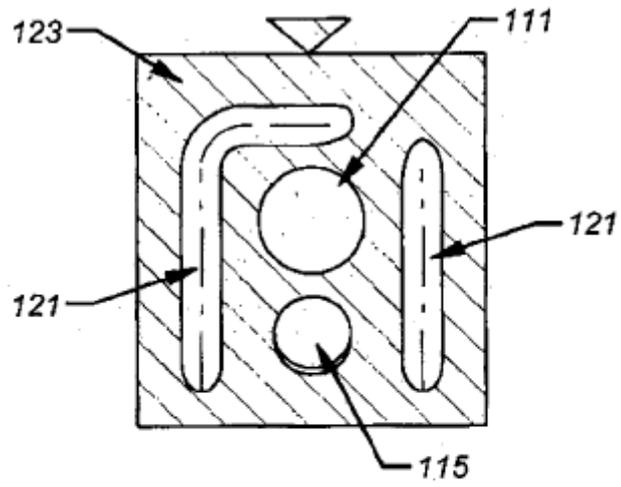
**FIG. 19**



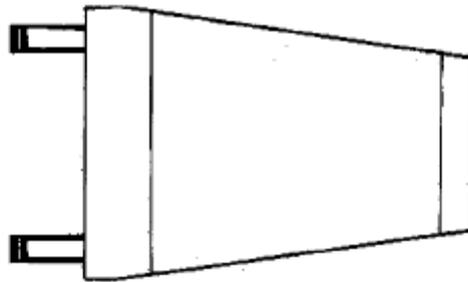
**FIG. 20**



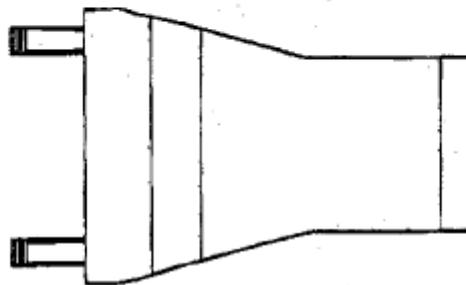
**FIG. 21**



**FIG. 22**



**FIG. 23A**



**FIG. 23B**