

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 552**

51 Int. Cl.:

B22D 35/04 (2006.01)

B22D 35/06 (2006.01)

B22D 11/103 (2006.01)

F27D 3/14 (2006.01)

F27D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2011 E 15191699 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 2998047**

54 Título: **Optimización térmica en recipientes usados para contener metales fundidos**

30 Prioridad:

19.04.2010 US 342841 P

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

11.08.2017

73 Titular/es:

**NOVELIS, INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

**REEVES, ERIC W.;
BOORMAN, JAMES;
WAGSTAFF, ROBERT BRUCE y
WOMACK, RANDAL GUY**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 629 552 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

Optimización térmica en recipientes usados para contener metales fundidos

5 **Campo técnico**

Esta invención se refiere a recipientes usados para contener y/o transportar metales fundidos y, especialmente, a tales recipientes que tienen dos o más unidades de recubrimiento refractario que entran en contacto directo una con otra y con los metales fundidos durante el uso. Más en concreto, la invención resuelve los problemas de escape de metal fundido y optimización térmica en tales recipientes.

Antecedentes de la invención

Se conocen varios recipientes para contener y/o transportar metales fundidos. Por ejemplo, los metales fundidos como aluminio fundido, cobre, acero, etc, son transportados frecuentemente a través de canales alargados (a veces llamados regueras de colada, canales de colada, etc) desde una posición a otra, por ejemplo, desde un horno de fundición de metales a un molde de vaciado o aparato de colada. Lo usual en los tiempos recientes ha sido hacer tales canales de secciones de canal modulares que pueden usarse solas o unidas para obtener un canal integral de cualquier longitud deseable. Cada sección de canal incluye generalmente un revestimiento refractario que en el uso entra en contacto con el metal fundido y lo transporta desde un extremo del canal al otro. El revestimiento puede estar rodeado por un material termoaislante, y la estructura combinada puede mantenerse dentro de una envuelta o alojamiento externo hecho de metal u otro material rígido. Los extremos de cada sección de canal pueden estar provistos de una chapa transversal ampliada o pestaña que proporciona soporte estructural y facilita la conexión de una sección de canal a otra (por ejemplo, atornillando pestañas de apoyo).

También se conoce dotar a los canales de transporte de metal de medios de calentamiento para mantener la temperatura del metal fundido cuando es transportado a través del canal, y tales medios de calentamiento pueden estar colocados dentro del alojamiento cerca de una superficie externa del revestimiento refractario de modo que el calor sea transferido a través de la pared de revestimiento al metal situado dentro. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos 6.973.955 concedida el 13 de diciembre de 2005 a Tingey y colaboradores describe una sección de canal que tiene un elemento de calentamiento eléctrico debajo del revestimiento refractario mantenido dentro de un alojamiento de metal externo. En este caso, el revestimiento refractario se hace de un material de conductividad térmica relativamente alta, por ejemplo, carburo de silicio o grafito. Una desventaja observada de esta disposición es que puede escapar metal fundido del revestimiento (por ejemplo, a través de fisuras que pueden desarrollarse durante el uso) y dañar el elemento de calentamiento. Como protección contra esto, se dispone una barrera a la entrada de metal entre la parte inferior del revestimiento refractario y el elemento de calentamiento. La barrera puede tomar la forma de un tamiz o malla hecho de una aleación metálica termostensible (a metal fundido) no humectable, por ejemplo, una aleación de Fe-Ni-Cr. Aunque la barrera a la entrada de metal fundido de la patente anterior puede ser efectiva, en general es difícil de instalar de tal forma que se evite que todo el metal fundido resultante de un escape contacte el elemento de calentamiento. Además, esta solución al problema del escape de metal tiende a ser cara, en particular cuando se emplean aleaciones exóticas en la barrera.

FR 2 364 081 se refiere a una reguera de colada o canal incluyendo un sustrato rígido en el que se ha colocado una sustancia refractaria. La sustancia refractaria incluye, entre otros, fibras altamente resistentes térmicamente y un ligante y está recubierta con una capa de una sustancia altamente resistente a la abrasión y la corrosión, habiendo una capa del material coloreado entre la sustancia refractaria y la capa resistente a la abrasión y a la corrosión para transferir metal líquido de la etapa de fusión a la etapa de refinado o desde la etapa de refinado a la etapa de colada. El canal de colada tiene una mejor resistencia al desgaste y duración además de ser de construcción más simple que los canales de colada convencionales.

El problema de escape de metal fundido del revestimiento refractario se incrementa cuando el revestimiento propiamente dicho se hace de dos o más unidades de revestimiento en contacto dentro de un canal o sección de canal. La unión entre las dos unidades de revestimiento forma un punto débil donde el metal puede penetrar en el revestimiento. El uso de dos o más unidades es necesario en muchos casos porque hay un límite práctico a las longitudes a las que las unidades de revestimiento refractario se pueden hacer sin incrementar el riesgo de fisura o fallo mecánico, pero secciones de canal de mayor longitud que este límite pueden ser necesarias para minimizar el número de secciones necesarias para una extensión completa del canal. Cuando una sección de canal tiene dos o más unidades de revestimiento refractario unidas extremo con extremo, las unidades se mantienen por lo general juntas con la fuerza de compresión (proporcionada por el alojamiento y las pestañas de extremo) y la unión interviniente se sella de ordinario solamente con una capa compresible de papel refractario o cuerda refractaria. Con el tiempo, tales juntas estancas se degradan y una cantidad de metal fundido escapa de ordinario a través del revestimiento al interior del alojamiento. Si la sección de canal tiene uno o varios elementos de calentamiento u otros dispositivos, el metal fundido llegará a menudo a tales elementos de calentamiento o dispositivos y dañará el equipo y producirá cortocircuitos eléctricos.

Otra desventaja del equipo conocido es que, cuando se utilizan canales o secciones de canal calentados, por lo

general se utiliza un recubrimiento refractario de alta conductividad térmica para permitir la eficiente transferencia de calor a través del material refractario del revestimiento de canal. Sin embargo, esto puede tener la desventaja de que se conduce calor a lo largo del revestimiento refractario a la pestaña de extremo de metal, creando por ello una región de alta pérdida de calor del revestimiento y una región peligrosa de alta temperatura en el exterior del alojamiento.

Consiguientemente, se necesita una mejora de las secciones de canal de este tipo general con el fin de resolver algunos o todos estos problemas y posiblemente problemas adicionales.

Resumen de la invención

Aquí se describe un recipiente usado para contener metal fundido. El recipiente incluye un revestimiento refractario que tiene al menos dos unidades de revestimiento refractario colocadas extremo con extremo, con una unión entre las unidades, teniendo cada unidad una superficie exterior y una superficie interior de contacto de metal. El recipiente también tiene un alojamiento rodeando al menos parcialmente las superficies exteriores de las unidades de revestimiento refractario con un intervalo entre las superficies exteriores y el alojamiento. Elementos de confinamiento de metal fundido, que el metal fundido no puede penetrar, están colocados en lados opuestos de la unión dentro del intervalo, al menos debajo de un nivel horizontal correspondiente a una altura de trabajo máxima predeterminada de metal fundido mantenido dentro del recipiente en el uso, para dividir el intervalo en una región de confinamiento de metal fundido entre los elementos y al menos otra región. Los elementos de confinamiento evitan que metal fundido en la región de confinamiento penetre en la otra u otras regiones del intervalo dentro del alojamiento de modo que estas regiones puedan usarse para alojar equipo (por ejemplo, dispositivos de calentamiento tales como calefactores eléctricos) que se dañarían por contacto con metal fundido. Así, más bien que proporcionar una barrera para retener el metal fundido que pueda penetrar a través de alguna parte del revestimiento refractario del recipiente, se facilita una zona de confinamiento o ruta de escape para el metal fundido penetrante, en base a la observación de que el lugar más probable de dicha penetración de metal son las uniones entre las unidades que forman el revestimiento refractario. De esta forma, el metal fundido se mantiene apartado de las zonas del recipiente interior donde puede producir daño.

Una realización ejemplar se refiere a un recipiente usado para contener metal fundido que tiene una entrada para metal fundido y una salida para metal fundido. El recipiente incluye un revestimiento refractario hecho de unidades de revestimiento refractario en contacto. Las unidades incluyen al menos una unidad de revestimiento refractario intermedia y dos unidades de extremo, estando colocada una de las unidades de extremo en la entrada de metal fundido y estando colocada la otra de las unidades de extremo en la salida de metal fundido. La unidad o unidades intermedias está o están colocadas entre las unidades de extremo remoto de la entrada y las salidas. Cada unidad de revestimiento refractario tiene una superficie exterior y una superficie interior de contacto de metal. Un alojamiento contacta las unidades de extremo y rodea al menos parcialmente las superficies exteriores de las unidades de revestimiento refractario con un intervalo entre las superficies exteriores de la unidad o unidades intermedias y el alojamiento. Un dispositivo de calentamiento está colocado en el intervalo adyacente a la unidad o unidades intermedias. Las unidades de revestimiento se hacen de materiales refractarios y el material de las unidades de extremo (o al menos una de ellas) tiene una conductividad térmica más baja que el material refractario de la unidad o unidades intermedias. Esto maximiza la penetración de calor del dispositivo de calentamiento a través del material refractario de la unidad o unidades intermedias, pero minimiza la pérdida de calor a través de la unidad o unidades de extremo al alojamiento adyacente a la entrada y la salida de metal fundido.

En la realización ejemplar, el recipiente puede tomar varias formas, pero es preferiblemente un canal o sección de canal usado para transportar metal fundido, en cuyo caso el revestimiento refractario es alargado y tiene una entrada para la entrada de metal fundido en un extremo y una salida para la salida de metal fundido en un extremo opuesto. Las superficies interiores de contacto de metal de las unidades de revestimiento pueden formar un canal de transporte de metal fundido abierto por arriba o, alternativamente, un canal cerrado (por ejemplo, formando el revestimiento refractario un tubo).

También se describe aquí una sección de canal para transportar metal fundido, incluyendo la sección de canal: al menos dos unidades de recubrimiento refractario colocadas extremo con extremo, con una unión entre las unidades, para formar un recubrimiento refractario alargado, teniendo cada unidad una superficie exterior y un canal longitudinal de transporte de metal abierto en un lado superior de la superficie exterior, un alojamiento rodeando al menos parcialmente las unidades de recubrimiento refractario, excepto en los lados superiores, con un intervalo formado entre las unidades de recubrimiento refractario y el alojamiento; y un par de elementos de confinamiento de metal, impermeables a metal fundido, colocados uno en cada lado de la unión y rodeando las superficies exteriores de las unidades de recubrimiento refractario, al menos debajo de un nivel horizontal correspondiente a una altura de trabajo máxima predeterminada de metal fundido transportado por la sección de canal en el uso, y puenteando el intervalo entre la superficie exterior y una superficie interna del alojamiento; donde cada uno de los elementos de confinamiento tiene superficies de forma conforme a la superficie externa y a la superficie interna para formar por ello una región de confinamiento de metal fundido entre los elementos de confinamiento para contener y confinar el metal fundido que en el uso escape por la unión.

Una realización preferida ejemplar proporciona una sección de canal para transportar metal fundido, incluyendo la sección de canal: al menos dos unidades de recubrimiento refractario colocadas extremo con extremo formando un recubrimiento refractario alargado que tiene extremos longitudinales opuestos, teniendo cada una de las unidades un canal longitudinal de transporte de metal abierto en un lado superior, y un alojamiento rodeando al menos parcialmente las unidades de recubrimiento refractario, excepto en los lados superiores, e incluyendo una pared de extremo transversal que contacta y rodea parcialmente uno de los extremos longitudinales del recubrimiento refractario, donde la unidad de recubrimiento refractario que contacta la pared transversal de extremo se hace de un material refractario de conductividad térmica más baja que un material de al menos otra unidad de recubrimiento refractario que forma el recubrimiento refractario alargado.

Es preferible proporcionar secciones de canal según las realizaciones ejemplares con al menos dos unidades intermedias por sección de canal porque las unidades de recubrimiento refractario tienen una tendencia a la fisuración mayor a medida que aumenta su longitud, de modo que hay una longitud máxima práctica a la que se pueden hacer (que puede variar según el material elegido, pero que a menudo es del rango de 400 a 1100 mm). Además, cuando el recubrimiento refractario de una sección de canal es calentado desde dentro de la sección de canal, es deseable hacer la sección lo más larga posible para maximizar la longitud de canal que se calienta. Las regiones de extremo de las secciones de canal donde se unen las secciones no pueden calentarse y, de hecho, allí puede producirse pérdida de calor a las paredes de extremo de la sección, de modo que es deseable minimizar el número de secciones de canal usadas para producir una longitud de canal requerida. Esto maximiza la entrada de calor por unidad de longitud del canal. Aunque no se prefiere, un módulo de canal corto construido con una sola unidad intermedia de recubrimiento refractario puede ser necesario debido a las limitaciones de distancia entre otro equipo en la corriente de metal fundido. Las secciones de canal pueden hacerse en general de cualquier longitud adecuada ajustando el número de unidades de recubrimiento refractario por canal. Longitudes de 570 mm hasta 2 m, más preferiblemente de 1300 a 1800 mm, son habituales. La longitud real elegida a partir de este rango se determina por la facilidad de instalación, minimizando secciones no calentadas requeridas para la interfaz con otro equipo en la corriente de metal fundido, y la facilidad de manejo y transporte.

Las secciones de canal de las realizaciones ejemplares pueden usarse para transportar metales fundidos de cualquier tipo a condición de que las unidades de recubrimiento refractario (y los elementos de confinamiento de metal) se hagan de materiales que puedan resistir sin deformación, fusión, desintegración de partículas o reacción química las temperaturas que haya. Idealmente, los materiales refractarios resisten temperaturas de hasta 1200°C, lo que los hace adecuados para aluminio y cobre, pero no acero (se precisarían y están disponibles refractarios para acero capaces de resistir temperaturas más altas). Muy preferiblemente, las secciones de canal están destinadas al uso con aluminio y sus aleaciones, en cuyo caso los materiales refractarios tendrían que resistir temperaturas de trabajo del rango de sólo 400 a 800°C.

El término "material refractario" en el sentido en que se usa aquí con referencia a recipientes de contención de metal pretende incluir todos los materiales que sean relativamente resistentes al ataque por metales fundidos y que sean capaces de conservar su resistencia a las altas temperaturas previstas para los recipientes. Tales materiales incluyen, aunque sin limitación, materiales cerámicos (sólidos inorgánicos no metálicos y vidrios termorresistentes) y no metales. Una lista no limitativa de materiales adecuados incluye los siguientes: los óxidos de aluminio (alúmina), silicio (sílice, en particular sílice fundida), magnesio (magnesia), calcio (cal), circonio (zirconia), boro (óxido de boro); carburos metálicos, boruros, nitruros, siliciuros, tales como carburo de silicio, en particular carburo de silicio unido por nitruro ($\text{SiC/Si}_3\text{N}_4$), carburo de boro, nitruro de boro; aluminosilicatos, por ejemplo, silicato de calcio aluminio; materiales compuestos (por ejemplo, compuestos de óxidos y no óxidos); vidrios, incluyendo vidrios maquinables; lanas minerales de fibras o sus mezclas; carbono o grafito; y análogos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de una sección de canal, con chapas superiores quitadas para claridad.

La figura 2 es una sección transversal vertical longitudinal de la sección de canal de la figura 1.

La figura 3 es una vista en planta superior de la sección de canal de las figuras 1 y 2.

La figura 4 es una vista en perspectiva de elementos de confinamiento de metal usados en las figuras 1 a 3, pero representados aislados y en escala ampliada.

La figura 5 es una vista en perspectiva similar a la figura 1, pero representa una realización ejemplar.

La figura 6 es una sección transversal vertical longitudinal de la sección de canal de la figura 5.

La figura 7 es una vista en planta superior de la sección de canal de las figuras 5 y 6.

La figura 8 es una vista en perspectiva de una unidad de extremo de revestimiento refractario como en las figuras 1 a 3 y usada en la realización de las figuras 5 a 7, pero representada aislada y en escala ampliada.

Y la figura 9 es una vista en perspectiva de otra realización ejemplar de una sección de canal.

Descripción detallada

5 En las figuras 1 a 3 se representa un recipiente de contención de metal en forma de una sección de canal de un tipo usado para transportar metal fundido de una posición a otra. La sección de canal 10 puede ser usada solo para abarcar distancias cortas o puede unirse a una o varias secciones de canal similares o idénticas para formar un canal modular más largo de transporte de metal. Se deberá indicar que la sección de canal representada en estos dibujos está provista normalmente de dos chapas de metal superiores longitudinales horizontales, extendiéndose una a lo largo de cada lado del canal de transporte de metal 11, formando una parte superior de un alojamiento externo 20, pero tales chapas superiores se han omitido en el dibujo para poner de manifiesto los elementos interiores. El aislamiento térmico, por ejemplo, en forma de placas aislantes refractarias o placas fibrosas, normalmente dispuestas dentro del alojamiento, también se ha omitido para mayor claridad. Los elementos de refuerzo 13 (destinados a reforzar el alojamiento 20) también se representan en la figura 1 en un lado solamente del canal 11, pero están presentes en ambos lados como se puede ver en la figura 3.

20 El canal de transporte de metal 11 está formado por cuatro unidades de revestimiento refractario que forman conjuntamente un revestimiento refractario alargado 12 que contiene y transporta el metal fundido desde un extremo de la sección de canal al otro durante el uso. Las cuatro unidades de revestimiento refractario incluyen dos unidades intermedias 14 y 15, y dos unidades de extremo 16 y 17. Estas unidades generalmente en forma de U abiertas por arriba están alineadas longitudinalmente formando el revestimiento 12 y se mantienen en posición dentro del alojamiento 20. El alojamiento se hace en general de un metal tal como acero y (además de las chapas superiores mencionadas anteriormente) tiene paredes laterales 21, una pared inferior 22 y un par de paredes de extremo transversales ampliadas 23 que forman pestañas que soportan la sección y facilitan el montaje de una sección de canal en otra (por ejemplo, atornillando pestañas de secciones adyacentes). El alojamiento 20 rodea las unidades de revestimiento refractario excepto en sus lados superiores abiertos, pero con un intervalo 24 entre las unidades de recubrimiento refractario y las superficies interiores adyacentes de las paredes laterales 21 y la pared inferior 22. Las paredes laterales, la pared inferior y las paredes de extremo pueden unirse de modo que el metal fundido que escape al alojamiento del canal 11 no salga, o alternativamente, pueden tener intervalos (por ejemplo, entre la pared inferior y las paredes laterales), que permitan el escape de metal fundido.

35 Las dos unidades de revestimiento refractario intermedias 14 y 15 contactan formando una unión 25 que se sella para evitar el escape de metal fundido, por ejemplo, proporcionando una capa de un papel refractario compresible entre las unidades o una cuerda refractaria comprimida dentro de una ranura 18 dispuesta en las caras de contacto o formada en las caras de canal de las unidades solapando la unión. Se han formado uniones similares 26 y 27 entre las unidades de extremo 16, 17 y sus unidades intermedias de contacto 14 y 15, aunque las unidades de extremo tienen partes que se extienden una distancia corta a lo largo del exterior de las unidades intermedias como se representa (véase la figura 2) y así presentan un recorrido más complejo o contorneado contra el escape de metal fundido del canal 11 a través de las uniones 26, 27. Estas uniones también están provistas de una junta estanca de papel refractario o cuerda o análogos para evitar el escape de metal fundido. Las partes de unidades de extremo 16 y 17 que se extienden a lo largo del exterior de las unidades 14 y 15 también permiten que las unidades de extremo 16 y 17 proporcionen soporte para las unidades intermedias 14 y 15, dado que las unidades de extremo descansan a su vez en la pared inferior 22 del alojamiento, como se puede ver en la figura 2. Sin embargo, tal soporte físico no es esencial e incluso puede no ser preferible si da lugar al desarrollo de cargas mecánicas indeseables en las unidades refractarias de extremo que pueden dar lugar a fisuración o fallo de las unidades refractarias de extremo. Las unidades de extremo 16 y 17 también tienen una parte sobresaliente 30 que se extiende a través de una muesca rectangular 31 en las paredes de extremo 23 y la parte sobresaliente termina sobresaliendo ligeramente de la pared de extremo adyacente (normalmente una cantidad del rango de 0 - 10 mm, y preferiblemente aproximadamente 6 mm) de modo que las secciones de canal 10 puedan montarse extremo con extremo con las partes sobresalientes 30 en contacto de apoyo y alineación una con otra para evitar la pérdida de metal fundido en la interfaz. La muesca 31 encaja estrechamente alrededor de la parte sobresaliente 30 de modo que las paredes de extremo 23 del alojamiento 20 también proporcionen soporte para las unidades de extremo 16 y 17. Una unidad de extremo 17 se representa aislada para mayor claridad en la figura 8.

55 Como se ha indicado anteriormente, las dos unidades de revestimiento refractario intermedias 14 y 15 apoyan una en otra en la unión 25. Un par de elementos de confinamiento de metal 35 y 36 están dispuestos en el intervalo 24, estando situado un elemento en cada lado opuesto de la unión 25 para definir una región de confinamiento de metal 38 entremedio. Esta región se denomina una región de confinamiento de metal porque, si escapa metal fundido del canal 11 a través de la unión 25 durante el uso de la sección de canal, como puede suceder si la junta estanca entre las unidades 14 y 15 comienza a fallar, el metal fundido escapa a la región de confinamiento 38 y es retenido de modo que no vaya a otras partes del interior del alojamiento 20. Si el alojamiento 20 no tiene salidas en la región de confinamiento, el metal fundido que escapa a la región de confinamiento es retenido allí permanentemente y puede solidificarse en contacto con las superficies interiores del alojamiento. Por otra parte, si el alojamiento 20 tiene salidas (por ejemplo, si hay un intervalo entre la pared inferior y las paredes laterales del alojamiento), puede escapar metal fundido al exterior del alojamiento (si permanece fundido) donde puede recogerse opcionalmente en

un depósito o canal adecuado. Como se ha mencionado, una característica importante es que los elementos de confinamiento 35 y 36 evitan el movimiento de metal fundido más allá de la región de confinamiento a otras partes interiores del alojamiento. Para asegurar tal confinamiento del metal fundido, los elementos 35 y 36, que se representan aislados en la figura 4, tienen superficies interiores 39 y superficies exteriores 40 cuya forma se adapta estrechamente a las superficies externas de las unidades de revestimiento refractario 14 y 15 y a la superficie interior del alojamiento 20, respectivamente, formando por ello una barrera o presa contra la exfiltración de metal de la región 38 a lo largo de la superficie interior del alojamiento. También puede considerarse que los elementos de confinamiento forman debajo del recubrimiento refractario 12 un asiento o cuna en el que asienta el recubrimiento refractario, y pueden proporcionar soporte físico para las unidades de revestimiento refractario 14 y 15, por ejemplo, si los elementos de confinamiento se hacen de una sustancia incompresible. Sin embargo, tal soporte físico no es esencial e incluso puede no ser preferible si da lugar al desarrollo de cargas mecánicas indeseables en los elementos de confinamiento que pueden dar lugar a fisuración o fallo de los elementos de confinamiento o las unidades de revestimiento refractario de extremo. Los elementos de confinamiento de metal son preferiblemente impermeables a la penetración de metal fundido (es decir, son macizos o tienen poros o agujeros demasiado pequeños para que pueda fluir metal fundido a su través) y son resistentes a altas temperaturas y al ataque por el metal fundido. También deberán ser preferiblemente de conductividad térmica relativamente baja (por ejemplo, preferiblemente inferior a aproximadamente 1,4 W/m-°K, por ejemplo, en un rango de aproximadamente 0,2 -1,1 W/m-°K) para evitar la excesiva pérdida de calor del metal fundido en el canal 11 al alojamiento 20. Los materiales adecuados para los elementos de confinamiento incluyen sílice fundida, alúmina, mezclas de alúmina-sílice, silicato de calcio, etc. Para proporcionar un buen sellado contra la penetración de metal fundido, las superficies interiores 39 están provistas preferiblemente de ranuras paralelas 44 para recibir un elemento de sellado compresible tal como una cuerda refractaria o un cordón de material refractario moldeable (no representado). Las superficies exteriores pueden estar ranuradas y selladas de la misma forma, pero, dado que contactan la pared del alojamiento, que es conductora de frío y calor, el metal fundido que penetre entre la superficie exterior 40 y la pared adyacente del alojamiento es probable que se congele y así permanezca en posición. Por lo tanto, tal sellado adicional no es especialmente necesario. La pared interior del alojamiento puede estar provista de pares de tiras de colocación verticales cortas 42 (figura 2), al menos a lo largo de la pared inferior, para facilitar la instalación y la posición apropiada de los elementos de confinamiento y para evitar su movimiento durante el uso.

Para formar la región de confinamiento 38, los elementos de confinamiento 35 y 36 están espaciados uno de otro y de la unión 25, aunque la espaciación puede ser virtualmente cero a condición de que haya espacio suficiente para acomodar incluso una cantidad pequeña del metal fundido y dejar que escape. A medida que aumenta la espaciación, la capacidad de la región de confinamiento para contener metal fundido aumenta deseablemente, pero el tamaño de otras regiones del intervalo dentro del alojamiento, es decir, las regiones que pueden ser necesarias para otros fines, disminuye indeseablemente. En la práctica, la espaciación entre estos elementos puede ser del rango de 0 a 150 mm, preferiblemente de 0 a 100 mm, y más preferiblemente de 10 a 50 mm. Si la región de confinamiento 38 está cerrada en todos los lados, cabe pensar que se pueda llenar de metal fundido si la cantidad de escape es suficientemente grande, pero esto no importaría, a condición de que se evite el efecto deseado de evitar el escape a otras regiones del alojamiento.

En los dibujos, los elementos de confinamiento 35 y 36 se extienden hasta la parte superior de las unidades de revestimiento refractario en cada lado del canal 11. En la práctica, sin embargo, no es necesario que estos elementos se extiendan más altos que un nivel horizontal correspondiente a una altura de trabajo máxima predeterminada del metal fundido transportado a través de la sección de canal en el uso, puesto que no habrá escape de metal fundido por encima de este nivel. Este nivel se indica con la línea de trazos 43 en la figura 2 a modo de ejemplo. Claramente, el metal fundido que escape del canal 11 al interior del alojamiento 20, es decir, a la región de confinamiento 38, nunca subirá por encima de este nivel y por lo tanto no fluirá sobre la parte superior de los elementos de confinamiento si se extendiesen hacia arriba al menos a este nivel.

Como se ha indicado, los elementos de confinamiento 35 y 36 evitan que el metal fundido que escape de la unión 25 llegue a otras regiones del interior del alojamiento 20. Esto es especialmente deseable cuando estas otras regiones contienen dispositivos que pueden dañarse por el contacto con metal fundido, por ejemplo, los elementos de calentamiento eléctrico 45 usados para mantener el metal fundido en el canal 11 a una temperatura elevada deseada. Tales elementos pueden ser del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos 6.973.955 de Tingey y colaboradores.

Aunque el diseño tiene la finalidad de mantener el metal fundido fuera de las regiones en las que están dichos dispositivos, también puede ser prudente disponer uno o varios agujeros de drenaje en estas otras regiones a un nivel por debajo del punto más bajo de los dispositivos. Por lo tanto, el metal fundido que llega a estas regiones (por ejemplo, procedente de una fisura en el revestimiento refractario situada lejos de la unión 25) escapará sin dañar los dispositivos.

Aunque las figuras 1 a 3 muestran una sección de canal 10 que tiene dos unidades de revestimiento refractario intermedias 14 y 15, puede haber más de dos de tales unidades con el fin de poder alargar la sección de canal, si se desea. En tales casos, se disponen preferiblemente pares de elementos de confinamiento adyacentes a cada unión a tope entre las unidades intermedias. Sin embargo, se ha hallado en la práctica que es normal que las secciones de

canal tengan solamente dos de tales unidades intermedias porque las secciones de canal de más de aproximadamente 2 m de largo son bastante engorrosas y pesadas de manipular, y es posible construir secciones de canal de longitudes hasta 2 m con solamente dos unidades de revestimiento intermedias 14 y 15 como se representa.

5 Las figuras 5 a 8 de los dibujos muestran una realización de una sección de canal 10. Esta realización es similar a la de las figuras 1 a 4, pero los elementos de confinamiento 35, 36 se han omitido y han sido sustituidos por pilares estrechos 46 de material refractario (por ejemplo, wollastonita) que colocan y soportan las unidades de revestimiento refractario en cada lado del canal en la unión 25. En estas realizaciones, no se ha previsto confinamiento del metal fundido que escapa por la unión 25, pero tal confinamiento podría proporcionarse según las figuras 1 a 4, si se desea. En cambio, esta realización tiene la finalidad primaria de asegurar que se maximice la ganancia de calor de los elementos de calentamiento 45 por el metal fundido dentro del canal 11 haciendo las unidades de revestimiento refractario intermedias 14 y 15 de un material refractario que sea de alta conductividad térmica, asegurando también al mismo tiempo que se minimice la pérdida de calor por el metal fundido que pasa por encima de los extremos del revestimiento refractario 12 (unidades de revestimiento de extremo 16 y 17). En las unidades de extremo de revestimiento refractario 16 y 17 hay contacto entre las unidades y las paredes metálicas de extremo 23 del alojamiento 20 y puede perderse calor a través de estas unidades al alojamiento. Esta pérdida de calor se minimiza haciendo las unidades de extremo 16 y 17 de un material refractario que es conductor térmico pobre. Cualquier diferencia de conductividad térmica entre las unidades de extremo de revestimiento 16 y 17 y las unidades de revestimiento intermedias 14 y 15 (siendo las unidades intermedias mejores conductores de calor que las unidades de extremo) ayudaría a mejorar la ganancia de calor en el centro del canal reduciendo al mismo tiempo la pérdida de calor en uno o ambos extremos, pero es preferible hacer relativamente grande la diferencia de las conductividades térmicas. Idealmente, la conductividad térmica de los materiales usados para las unidades de revestimiento intermedias es preferiblemente al menos $3,5 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ (vatios por metro de grosor por grado Kelvin). Cuando disminuye la conductividad del material usado para las unidades intermedias, la temperatura de los elementos 45 debe elevarse para compensación, lo que es indeseable. Por otra parte, cuando aumenta la conductividad del material, el costo del material tiende a aumentar indeseablemente, en especial si se emplean materiales refractarios de muy alta conductividad y exóticos. Un rango preferido de la conductividad de los materiales elegidos para las unidades intermedias es $3,5 - 20 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, e incluso más preferiblemente $5-10 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, con el fin de proporcionar un compromiso entre buena conductividad y costo razonable. Se ha hallado que una conductividad especialmente preferida es de aproximadamente $8 \text{ W/m}^\circ\text{K}$. En contraposición, en el caso de las unidades de extremo de revestimiento refractario 16 y 17, la conductividad del material refractario es preferiblemente inferior a aproximadamente $1,4 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, por ejemplo, en un rango de aproximadamente $0,2-1,1 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.

35 Los materiales de alta conductividad térmica adecuados para las unidades de revestimiento refractario intermedias 14, 15 incluyen carburo de silicio, alúmina, hierro fundido, grafito, etc. Las unidades de revestimiento refractario intermedias pueden recubrirse, si se desea, al menos en sus superficies externas, con un recubrimiento conductor, de alta absorción de calor, para maximizar la transferencia de calor radiante desde los elementos de calentamiento 45. Los materiales adecuados para las unidades de revestimiento refractario de extremo 16, 17 incluyen sílice fundida, alúmina, mezclas de alúmina-sílice, silicato de calcio, etc.

45 Las unidades de extremo 16 y 17 se hacen preferiblemente lo más cortas posible en la dirección longitudinal del canal 11, pero proporcionando una integridad estructural adecuada y buen aislamiento contra la pérdida de calor a la pared de extremo 23 del alojamiento. En la práctica, las longitudes adecuadas dependen del material del que se hacen las unidades de extremo, pero en general son del rango de 25 a 200 mm, y preferiblemente de 75 a 150 mm. También es deseable dotar a una unidad de extremo de una conductividad térmica relativamente baja en ambos extremos de la sección de canal, aunque una unidad de extremo de este tipo se puede disponer solamente en un extremo de la sección de canal cuando las circunstancias lo hagan apropiado, por ejemplo, si un extremo de la sección de canal conecta directamente con un horno de fundición de metales de modo que la pared de extremo 23 esté a una temperatura tan alta por la proximidad al horno que la pérdida de calor a través de la pared de extremo sea despreciable o incluso sea concebible una ganancia de calor. La unidad de extremo puede hacerse entonces de un material de conductividad térmica más alta (similar a las unidades intermedias) para asegurar la transferencia térmica al metal fundido en el canal incluso en este extremo de la sección de canal.

55 Aunque las figuras 5 a 7 ilustran una realización que tiene dos unidades de revestimiento intermedias 14, 15, otra realización ejemplar puede tener solamente una unidad de revestimiento intermedia. Tal realización se representa en la figura 9 donde solamente hay una unidad de revestimiento intermedia 14'. El uso de solamente una unidad de revestimiento intermedia evita la formación de una unión intermedia (unión 25 de las figuras 5 a 7) con su potencial de escape de metal fundido. Sin embargo, como se ha explicado antes, se ha hallado que hay una longitud máxima práctica para las unidades de revestimiento intermedias por encima de la que pueden aumentar las debilidades estructurales, de modo que la longitud de la sección de canal 10 de la figura 9 puede estar más limitada que la de las realizaciones anteriores. En esta realización ejemplar, también puede haber solamente una unidad intermedia más bien que dos o más. La única unidad de revestimiento intermedia 14' se hace de un material de alta conductividad térmica y al menos una de las unidades de extremo de revestimiento 16, 17 (y preferiblemente ambas) se hace de un material de baja conductividad, como antes.

5 Como se ha mencionado anteriormente, todas las secciones de canal de las realizaciones ejemplares pueden estar provistas de una o más capas de material termoaislante en el espacio disponible dentro del intervalo entre el revestimiento refractario 12 y la superficie interior del alojamiento 20, en particular junto a las paredes laterales. El aislamiento puede ser, por ejemplo, una placa fibrosa refractaria de aluminosilicato, aislamiento microporoso (por ejemplo, mezcla de humo de sílice, dióxido de titanio, carburo de silicio), wollastonita, lana mineral, etc. El aislamiento mantiene las superficies exteriores del alojamiento a temperaturas razonablemente bajas de modo que operadores no están expuestos a un riesgo excesivo de sufrir quemaduras, y ayuda a mantener la temperatura elevada deseada del metal fundido dentro del canal de metal. Es claro que tal aislamiento no se coloca entre los elementos de calentamiento y las unidades de revestimiento refractario en las realizaciones que emplean tales elementos de calentamiento, y opcionalmente las regiones de confinamiento 38 se mantienen libres de aislamiento para forzar que el plano de congelación del metal fundido de escape esté en la superficie interior del alojamiento 20.

15 Aunque las realizaciones anteriores muestran secciones de canal como ejemplos de recipientes de contención de metal fundido, puede emplearse otros recipientes que tengan protectores refractarios de este tipo, por ejemplo, contenedores para filtros de metal fundido, contenedores para desgasificadores de metal fundido, crisoles o análogos. Cuando el recipiente es un canal o sección de canal, el canal o la sección de canal puede tener un canal abierto de transporte de metal que se extiende al canal o la sección de canal desde una superficie superior, por ejemplo, como se representa en las realizaciones ejemplificadas. Alternativamente, el canal puede estar totalmente cerrado, por ejemplo, en forma de un agujero tubular que pase a través del canal o de la sección de canal desde un extremo al otro, en cuyo caso el revestimiento refractario se asemeja a un tubo o conducto. En otra realización ejemplar, el recipiente actúa como un depósito en el que el metal fundido es desgasificado, por ejemplo, como en el denominado "Alcan compact metal degasser" descrito en la Publicación de Patente PCT WO 95/21273 publicada el 10 de agosto de 1995.

25 La operación de desgasificación quita hidrógeno y otras impurezas de una corriente de metal fundido cuando avanza desde un horno a una plataforma de colada. Tal recipiente incluye un volumen interno para contener metal fundido al que impulsores desgasificadores rotativos sobresalen desde arriba. El recipiente puede ser usado para procesado discontinuo, o puede ser parte de un sistema de distribución de metal montado en recipientes de transporte de metal. En general, el recipiente puede ser cualquier recipiente refractario de contención de metal que tenga varias unidades de revestimiento refractario en contacto colocadas dentro de un alojamiento.

35 Los recipientes a los que se refiere la invención están destinados normalmente a contener aluminio y aleaciones de aluminio fundidos, pero podrían usarse para contener otros metales fundidos, en particular los que tienen puntos de fusión similares a los del aluminio, por ejemplo, magnesio, plomo, estaño y zinc (que tienen puntos de fusión más bajos que el aluminio) y cobre y oro (que tienen puntos de fusión más altos que el aluminio).

REIVINDICACIONES

1. Un recipiente usado para contener metal fundido que tiene una entrada para metal fundido y una salida para metal fundido, incluyendo dicho recipiente:
- 5 un revestimiento refractario (12) formado por unidades de revestimiento refractario en contacto, incluyendo dichas unidades al menos una unidad de revestimiento refractario intermedia (14) y dos unidades de extremo (16, 17), estando una de dichas unidades de extremo en dicha entrada y estando colocada otra de dichas unidades de extremo en dicha salida, y estando colocada dicha al menos una unidad intermedia (14) entre dichas unidades de extremo (16, 17) alejada de dicha entrada y dicha salida, teniendo cada una de las unidades de revestimiento una superficie exterior y una superficie interior de contacto de metal,
- 10 un alojamiento (20) que contacta dichas unidades de extremo (16, 17) y que rodea al menos parcialmente las superficies exteriores de las unidades de revestimiento refractario con un intervalo (24) entre las superficies exteriores de dicha al menos una unidad intermedia (14) y el alojamiento (20); y
- 15 al menos un dispositivo de calentamiento (45) colocado en el intervalo (24) adyacente a dicha al menos una unidad intermedia (14);
- 20 donde dichas unidades de revestimiento se hacen de materiales refractarios y el material de al menos una de dichas unidades de extremo (16, 17) tiene una conductividad térmica más baja que el material refractario de dicha al menos una unidad intermedia (14).
2. Un recipiente según la reivindicación 1, en forma de una sección de canal para transportar metal fundido, siendo alargado dicho revestimiento refractario (12) y teniendo dicha entrada de metal fundido en un extremo y dicha salida de metal fundido en un extremo opuesto.
- 25 3. Un recipiente según la reivindicación 2, donde las superficies interiores de contacto de metal de las unidades de revestimiento forman un canal de transporte de metal fundido abierto por arriba (11) que se extiende entre dicha entrada y dicha salida.
- 30 4. Un recipiente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la conductividad del material refractario de dicha al menos única unidad de extremo (16, 17) es inferior a aproximadamente $1,4 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.
- 35 5. Un recipiente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la conductividad del material refractario de dicha al menos una unidad intermedia (14) es al menos $3,5 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.
6. Un recipiente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que tiene solamente una unidad intermedia (14).
- 40 7. Un recipiente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde ambas unidades de extremo (16, 17) se hacen de un material refractario que tiene una conductividad térmica inferior a la de dicha al menos una unidad intermedia (14).

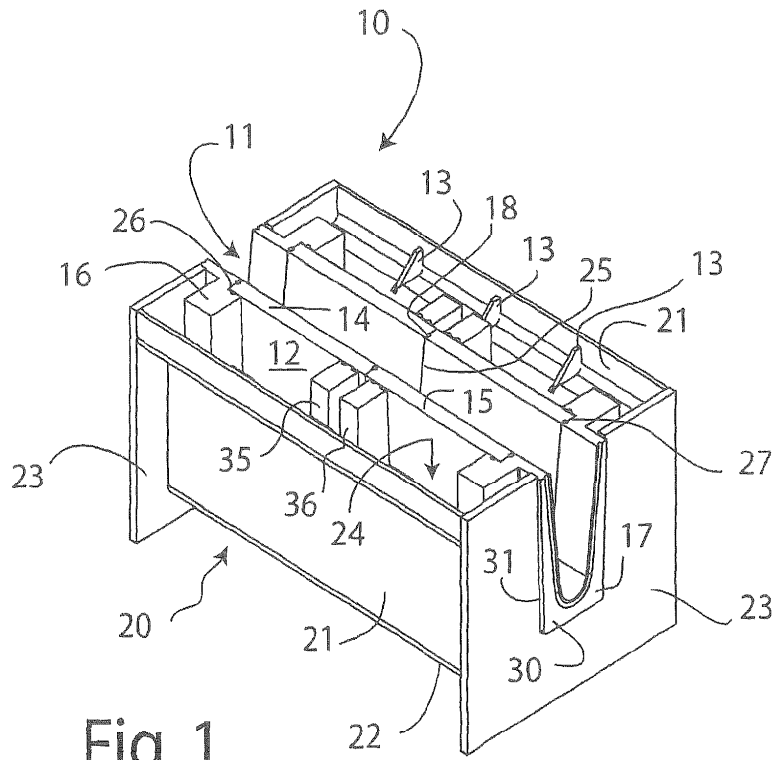


Fig. 1

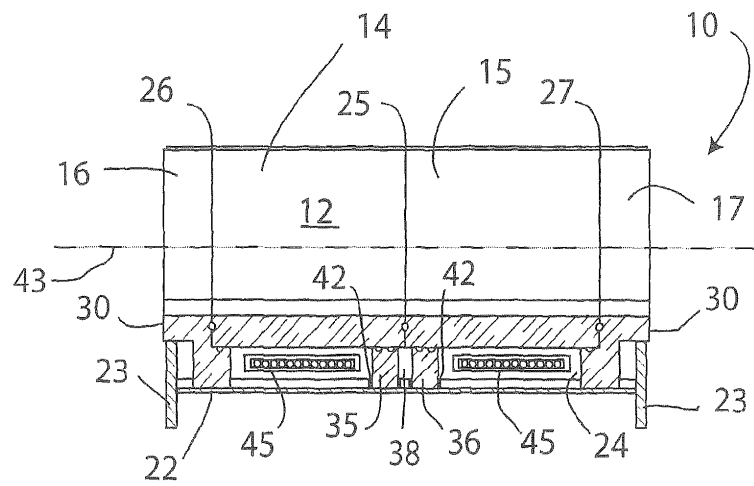


Fig. 2

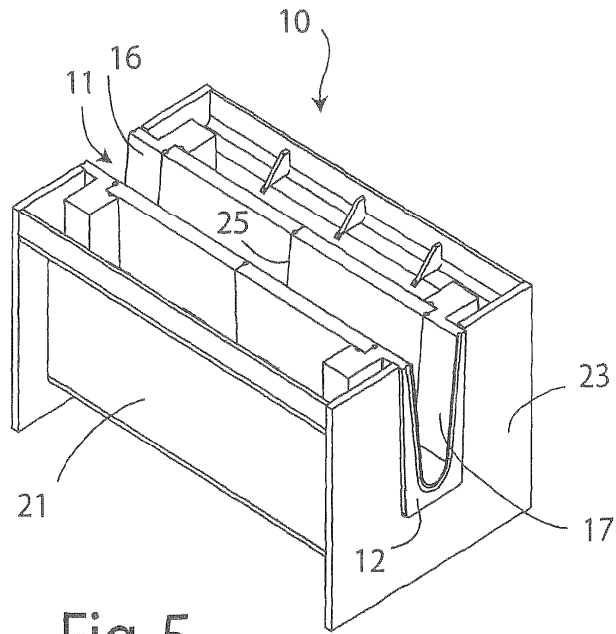


Fig. 5

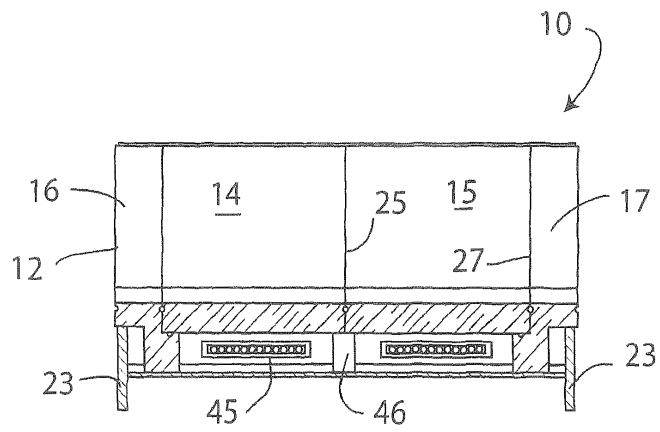


Fig. 6

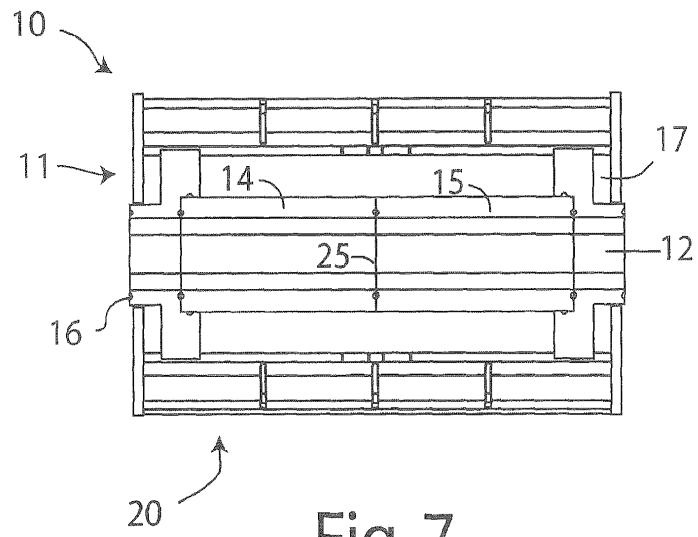


Fig. 7

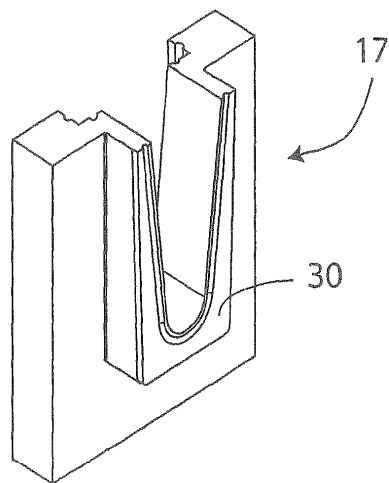


Fig. 8

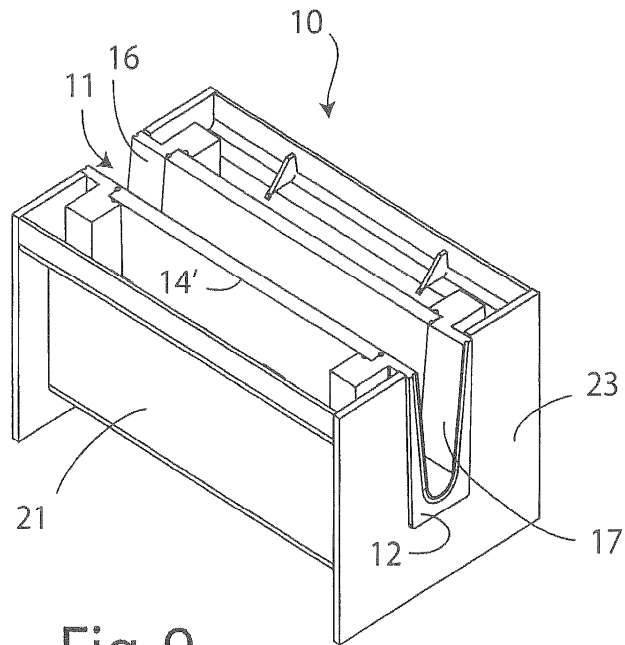


Fig. 9