

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 932**

51 Int. Cl.:

F27B 3/19 (2006.01)
F27D 27/00 (2010.01)
C21C 5/52 (2006.01)
B01F 13/08 (2006.01)
F27B 3/04 (2006.01)
F27D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2012 E 12716517 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2683998**

54 Título: **Aparato para inducir un flujo en un material fundido**

30 Prioridad:

09.03.2011 GB 201103986

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

06.04.2015

73 Titular/es:

**FIVES SOLIOS LIMITED (100.0%)
Heath Brook House, Heath Mill Road
Wombourne, Wolverhampton, West Midlands
WV5 8AP, GB**

72 Inventor/es:

GUEST, GRAHAM

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 532 932 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato para inducir un flujo en un material fundido.

- 5 La presente solicitud se refiere a un aparato para inducir un flujo en un material fundido conductor de la electricidad. En particular, la invención se refiere a un aparato que comprende un horno con una portilla y una unidad de inducción electromagnética montada en la portilla, que puede utilizarse en un primer modo para agitar materiales fundidos dentro de una cámara del horno y en un segundo modo para extraer material fundido de la cámara del horno a través de la portilla con fines de vaciado u otros propósitos. La invención se refiere también a un procedimiento para operar tal aparato.
- 10 A lo largo de esta memoria descriptiva, incluyendo las reivindicaciones, las referencias a "material fundido" deben entenderse como relativas a un material fundido conductor de la electricidad, a no ser que se indique específicamente lo contrario. Además, las referencias a "metal", incluyendo "metal fundido", abarcan aleaciones que pueden incluir aditivos o materiales no metálicos, siempre que el material en conjunto siga siendo conductor de la electricidad.
- 15 Es conocida la utilización de hornos para la fusión y el refinado de materiales metálicos, incluyendo aluminio y otros materiales. Los hornos se han utilizado también para reciclar chatarra metálica. Las superficies de un horno o de otro aparato que están en contacto con o sumergidas en el material fundido están normalmente compuestas o revestidas con un material refractario. En este contexto, un material refractario puede ser cualquier material adecuado química y físicamente estable a las altas temperaturas existentes y que no se vea esencialmente afectado por el material fundido en cuestión.
- 20 Es un hecho reconocido que el proceso de fusión y refinado puede mejorarse agitando el metal fundido en la cámara del horno. Al agitar el metal fundido se distribuye el calor más uniformemente por toda la masa fundida y se mejora así la eficacia del proceso. Cuando se introducen en la masa fundida del horno materiales en estado sólido adicionales, por ejemplo chatarra metálica para el reciclado y/o aditivos, la agitación puede ayudar a mezclar el material en estado sólido con la masa fundida más rápidamente.
- 25 Es conocido el método de proporcionar un aparato agitador en forma de una unidad de inducción electromagnética (un tipo de motor de inducción lineal) situada debajo del horno en un plano horizontal adyacente a una pared de fondo del horno. El campo magnético creado por la unidad de inducción actúa a través de una placa de acero relativamente gruesa y un revestimiento refractario interno en el fondo del horno para agitar lentamente el material fundido en un plano horizontal, en un intento de dispersar el calor uniformemente por toda la masa fundida. Sin embargo, se cree que tal tratamiento del metal fundido puede tener desventajas, al menos en ciertas aplicaciones.
- 30 Por ejemplo, cuando se introduce en el horno material de chatarra metálica adicional o aditivos de aleación, por ejemplo silicio, por encima de la masa fundida, el efecto de agitación proporcionado por la unidad de inducción electromagnética no contribuye mucho a mezclar el nuevo material de chatarra metálica/ nuevos aditivos uniformemente en toda la masa fundida. Con frecuencia, el material de chatarra metálica/aditivo es bastante ligero (en particular los aditivos de silicio) y simplemente flota en la superficie de la masa fundida mientras se agita en un plano horizontal, en lugar de, por ejemplo, ser arrastrado hacia abajo al interior del metal fundido, donde puede fundirse y mezclarse mucho más rápida y eficazmente. Una vez más, la chatarra metálica con una alta relación de área superficial con respecto a la masa (por ejemplo latas de bebida de aluminio trituradas) simplemente flota por encima de la masa fundida y se oxida, en lugar de sumergirse dentro del baño para que pueda ser fundida y
- 35 reciclada eficazmente.
- 40 Además, para agitar el metal es necesario que la unidad de inducción suministre un campo magnético intenso que se propague a través de la estructura del horno para penetrar en el material fundido que se halla en su interior. Esto hace que sea necesario operar el dispositivo de inducción a frecuencias muy bajas, normalmente de 1 Hz o menos. Por consiguiente, la velocidad de agitación es relativamente baja.
- 45 La solicitante ha propuesto en el documento WO 03/106908 montar una unidad de inducción electromagnética en una pared inferior inclinada de una portilla del horno para inducir en el metal fundido un flujo que tenga tanto una componente vertical como una componente horizontal en la cámara del horno. Esta disposición puede utilizarse para ayudar a que los materiales de chatarra o aditivos sean arrastrados hacia abajo, al interior del material fundido, con el fin de favorecer la mezcla. Como se ha descrito, la unidad de inducción electromagnética establece un flujo
- 50 circulante de material en la cámara del horno, creando un flujo descendente de material en la portilla en un extremo. Dado que el campo electromagnético no tiene que penetrar tanto en el material fundido como en las disposiciones anteriormente conocidas, es posible utilizar una unidad de inducción electromagnética capaz de funcionar a frecuencias de hasta 60 Hz, pero que produce un campo magnético más superficial. Esto supone una ventaja, ya que permite alcanzar velocidades de flujo relativamente altas, lo que mejora la flexibilidad en la mezcla.
- 55 También es conocido el método de utilizar una unidad de inducción montada en una pared inferior inclinada de una portilla del horno para inducir un flujo ascendente, de manera que se extraiga metal fundido de la cámara del horno a

través de la portilla para el vaciado. Con el fin de crear un flujo, las fuerzas ascendentes inducidas en el metal fundido deben vencer la resistencia de fricción y las fuerzas gravitatorias. En las disposiciones ya conocidas, esto requiere el uso de una placa canal fijada de manera permanente en el revestimiento refractario de la pared inferior de la cámara, definiendo un canal restringido en la portilla adyacente a la unidad inductora, a través del cual la

5 unidad de inducción puede bombear el metal fundido a una reguera de alimentación de colada. Una disposición típica ya conocida se ilustra en la Figura 1, que muestra, en sección transversal, un extremo de un horno 1 que presenta una cámara 2 y una portilla de extracción 3, que lleva a una reguera o artesa de alimentación de colada 4. Una unidad de inducción 5 está montada en el exterior de una pared inferior inclinada 6 de la portilla y una placa canal 7, compuesta de un material refractario, está fijada de manera permanente al revestimiento refractario de la

10 pared inferior para definir un canal estrecho y restringido 8. La unidad de inducción 5 se opera de modo que induzca un flujo ascendente en el metal fundido en el canal 8, con lo que el metal fundido es bombeado desde la cámara de horno 2 a la reguera de alimentación de colada 4.

Ambas disposiciones conocidas funcionan bien, pero, que la solicitante sepa, aún no se han desarrollado disposiciones conocidas que permitan utilizar una única unidad de inducción en la portilla de un horno de manera selectiva tanto para agitar el metal fundido en la cámara del horno como para bombear con el fin de extraer el metal fundido de la cámara del horno a través de la portilla. El motivo de ello es que, con la placa canal en su posición, la unidad de inducción no puede establecer una circulación de metal fundido en la cámara del horno para producir una agitación eficaz, mientras que, si se suprime la placa canal, la unidad de inducción no puede inducir un flujo ascendente del metal fundido en la portilla para bombear el metal fundido desde la cámara del horno a la reguera de

15 alimentación de colada de forma controlada. Por consiguiente, las disposiciones ya conocidas están preparadas bien para la agitación o bien para la extracción, pero no para ambas. Aunque sería posible prever dos portillas en un horno, cada una de ellas con una unidad de inducción, preparar una portilla de manera que la unidad de inducción funcione para agitar el metal en la cámara del horno y preparar la otra como portilla de extracción, esto aumentaría considerablemente el coste del aparato y podría no ser posible cuando las restricciones de espacio no permitan

20 utilizar una segunda portilla.

La FR 2633708 describe un horno con una cámara de horno y una portilla que se halla en comunicación fluida con la cámara del horno, teniendo la portilla una pared inferior inclinada. La pared inferior está dividida en dos secciones: una primera sección adyacente a la cámara y con un ángulo de inclinación relativamente pequeño y una segunda sección, que va desde la primera sección a la salida de la portilla y tiene mayor ángulo de inclinación. Una placa canal se sitúa permanentemente en la portilla frente a la segunda sección para definir un canal restringido. Una primera unidad de inducción bidireccional está montada en la primera sección de la pared inferior inclinada y una segunda unidad de inducción está montada en la segunda sección. La primera unidad de inducción puede hacerse funcionar en una primera dirección para agitar una masa fundida en la cámara del horno. Una vez preparada la masa fundida, puede hacerse funcionar la primera unidad de inducción en dirección opuesta y activarse la segunda

30 unidad en la misma dirección "opuesta" para hacer que la masa fundida fluya hacia arriba por la portilla, a través del canal, hacia una salida. Aunque esta disposición permite tanto la agitación como la extracción de la masa fundida, requiere el uso de dos unidades de inducción y un complejo diseño de la portilla.

Un objetivo de la invención es proporcionar un aparato mejorado para inducir un flujo en un material fundido conductor de la electricidad que supere o como mínimo mitigue las desventajas de las disposiciones ya conocidas.

40 Otro objetivo de la invención es proporcionar un aparato mejorado que comprenda un horno con una portilla y una unidad de inducción electromagnética montada en la portilla, que pueda utilizarse en un primer modo para agitar el material fundido dentro de una cámara del horno y en un segundo modo para extraer material fundido de la cámara del horno a través de la portilla con fines de vaciado u otros propósitos.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento mejorado para operar el aparato.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para inducir un flujo en un material fundido, comprendiendo el aparato un horno que presenta una cámara de horno, una portilla en comunicación de fluidos con la cámara de horno y con una pared inferior inclinada, una unidad de inducción bidireccional montada en la pared inferior inclinada de la portilla para inducir un flujo en el material fundido en la portilla, un conjunto de placa canal retráctil posicionable de manera selectiva en la portilla para definir un canal de flujo de extracción para el material fundido entre el conjunto de placa de canal y la pared inferior inclinada, una disposición motriz para mover la placa de canal adentro y afuera de la portilla y un sistema de control para controlar el sistema motor, incluyendo el sistema de control un sistema sensor para medir el nivel del material fundido en la portilla y un sistema de realimentación para proporcionar información relativa a la posición del conjunto de la placa canal.

50

El aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención puede operar en un modo de agitación, agitando el material fundido en la cámara del horno, o en un modo de extracción, donde se extrae material fundido de la cámara del horno a través de la portilla con fines de vaciado u otros propósitos. En el modo de agitación, el conjunto de placa canal se retira de la portilla y la unidad de inducción se hace funcionar en una primera dirección, induciendo un flujo descendente de material fundido desde la portilla al interior de la cámara del horno. En el modo de extracción,

55

la unidad de inducción se hace funcionar en una segunda dirección, opuesta, para inducir un flujo ascendente del material fundido desde la cámara del horno a lo largo de la pared inferior de la portilla, introduciéndose el conjunto de placa canal gradualmente en la portilla mediante el sistema motor, que funciona bajo el control del sistema de control, mientras se está efectuando la extracción, de manera que, entre el conjunto de placa canal y la pared inferior inclinada de la portilla, se forma un canal de extracción a través del cual el material puede fluir para salir por la portilla. El sistema de control regula el sistema motor en respuesta a la información procedente del sistema sensor y el sistema de realimentación, de manera que en el material fundido se sumerge sólo una zona de borde delantera del conjunto de la placa canal, haciéndose avanzar el conjunto de la placa canal adentro de la portilla según desciende el nivel de material fundido, con el fin de mantener la zona de borde delantera sumergida en el material fundido.

El sistema de control puede configurarse para hacer avanzar el conjunto de placa canal adentro de la portilla de manera continua en respuesta a un descenso del nivel del material fundido detectado por el sistema sensor, para mantener así una zona de borde delantera sumergida en el material fundido esencialmente a una profundidad de inmersión deseada D.

Alternativamente, el sistema de control puede configurarse para hacer avanzar el conjunto de placa canal adentro de la portilla de manera incremental, en pasos discontinuos, en respuesta a un descenso del nivel del material fundido detectado por el sistema sensor, para así mantener una zona de borde delantera sumergida en el material fundido. El sistema de control puede configurarse para que accione el sistema motor con el fin de hacer avanzar el conjunto de placa canal hasta que la zona de borde delantera esté sumergida a una profundidad de inmersión media predeterminada D más un desplazamiento X y luego mantener estacionaria la placa canal, estando el sistema de control configurado para accionar de nuevo a continuación el sistema motor para hacer avanzar el conjunto de placa canal más allá cuando la profundidad de inmersión descienda a D-X, hasta que la profundidad de inmersión vuelva a ser D+X, y para repetir el avance secuencial por pasos hasta que se haya completado la extracción.

Una zona de borde delantera del conjunto de placa canal puede estar compuesta en su totalidad por materiales refractarios. El conjunto de placa canal puede comprender una estructura soporte compuesta de materiales no refractarios donde estén montados los materiales refractarios que forman la zona de borde delantera y una cara inferior que defina el canal de flujo de extracción. La estructura soporte puede estar compuesta de metal, por ejemplo de acero. La estructura soporte puede comprender una placa de montaje donde estén montados los materiales refractarios. La placa de montaje puede estar laminada y puede comprender una pluralidad de tiras longitudinales unidas juntas. Las tiras pueden estar compuestas de acero y pueden estar soldadas juntas. Los materiales refractarios pueden comprender una pluralidad de secciones de placa refractarias que estén montadas en la estructura soporte e incluyan una sección de placa delantera, extendiéndose una parte de esta última más allá de la estructura soporte para formar la zona de borde delantera del conjunto de placa canal. La parte de la sección de placa delantera que se extiende más allá de la estructura soporte puede tener, sobre su superficie superior, una aleta vertical que se apoye en la estructura soporte. La aleta puede estar unida a la estructura soporte.

Una cara inferior del conjunto de placa canal situada frente a la pared inferior de la portilla puede estar perfilada para definir el canal de flujo de extracción. La cara inferior del conjunto de placa canal puede estar perfilada para definir una acanaladura que se extienda a lo largo del conjunto de la placa canal.

El conjunto de placa canal puede estar montado en un soporte para realizar el movimiento adentro y afuera de la portilla. El soporte puede estar configurado para sujetar el conjunto de placa canal en una orientación de inserción, donde una cara inferior de la placa canal está alineada esencialmente en paralelo a la pared inferior inclinada de la portilla, para la inserción en la portilla. El soporte puede ser móvil, de manera que el conjunto de la placa canal pueda moverse afuera de la orientación de inserción cuando está retirado de la portilla. El soporte puede incluir un carril de deslizamiento y un conjunto de deslizamiento montado en el carril de deslizamiento para realizar un movimiento a lo largo del carril, estando el conjunto de placa de canal montado en el conjunto de deslizamiento o formando el conjunto de placa canal parte del conjunto de deslizamiento. El carril de deslizamiento puede estar montado de forma pivotante en un bastidor de soporte estacionario para un movimiento entre una posición inclinada, en la que soporta el conjunto de placa canal en la orientación de inserción, y una posición vertical.

El sistema motor puede estar montado en el soporte.

El sistema motor puede comprender un accionador de tornillo esférico.

El sistema motor puede comprender un mecanismo de transmisión por cadena.

El sistema para medir el nivel del material fundido puede comprender un sistema de medición por láser.

El sistema de control puede comprender una unidad de control programable, con una CPU y una memoria.

El horno puede ser un horno de fundición de metal.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para operar el aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención:

- 5 a) bien en un modo de agitación, para agitar el material fundido en el horno, donde la unidad de inducción se hace funcionar en una primera dirección para inducir un flujo descendente de material fundido desde la portilla al interior de la cámara del horno, con el conjunto de placa canal retirado de la portilla;
- 10 b) o bien en un modo de extracción, para extraer el material fundido de la cámara de horno a través de la portilla, donde la unidad de inducción se hace funcionar en una segunda dirección para inducir un flujo ascendente de material fundido desde la cámara del horno a lo largo de la pared inferior de la portilla y se utiliza el sistema motor, que funciona bajo el control del sistema de control, para hacer avanzar el conjunto de placa canal adentro de la portilla de manera que en el material fundido se sumerja sólo una zona de borde delantera del conjunto de la placa canal.

El procedimiento puede comprender hacer avanzar el conjunto de placa canal adentro de la portilla de manera continua según desciende el nivel del material fundido, para mantener la zona de borde delantera sumergida en el material fundido esencialmente a una profundidad de inmersión deseada D.

- 15 Alternativamente, el procedimiento puede comprender hacer avanzar el conjunto de la placa canal de manera incremental en pasos discontinuos según desciende el nivel del material fundido. El procedimiento puede comprender hacer avanzar inicialmente el conjunto de placa canal desde una posición retraída, hasta que el borde delantero esté sumergido a una profundidad de inmersión media predeterminada D más un desplazamiento X, y mantener estacionario el conjunto de placa canal según se extrae material fundido, hacer avanzar el conjunto de placa canal más allá una vez que la profundidad de inmersión haya descendido a D-X, hasta que la profundidad de inmersión vuelva a ser D+X, y mantener de nuevo estacionario el conjunto de placa canal. El procedimiento puede comprender repetir la secuencia de avance por pasos hasta que se haya completado la extracción.
- 20

A continuación se describen varias realizaciones de la invención, sólo a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 25 Figuras 2A-2D: son una serie de vistas en sección transversal un tanto esquemáticas a través de parte de un aparato de acuerdo con la invención, que muestran secuencialmente cómo el conjunto de placa canal se hace avanzar adentro de la portilla cuando el aparato se utiliza en un modo de extracción
- 30 Figura 3: es una vista en perspectiva inferior y lateral de un conjunto de deslizamiento que forma parte del aparato de las Figuras 2A a 2D;
- Figura 4: es una vista en perspectiva superior y lateral del conjunto de deslizamiento de la Figura 3;
- Figura 5: una vista lateral de un conjunto de placa canal que forma parte del conjunto de deslizamiento de las Figuras 3 y 4;
- Figura 6: vista de un extremo del conjunto de placa canal de la Figura 5;
- 35 Figura 7: proyección horizontal desde arriba del conjunto de placa de canal de la Figura 5;
- Figuras 8A-8D: son una serie de vistas un tanto esquemáticas de parte del aparato de las Figuras 2A a 2D, que muestran secuencialmente un primer procedimiento para hacer avanzar el conjunto de placa canal adentro de la portilla cuando el aparato se utiliza en un modo de extracción;
- 40 Figuras 9A y 9B: una serie de vistas un tanto esquemáticas de parte del aparato de las Figuras 2A a 2D, que muestran secuencialmente un segundo procedimiento para hacer avanzar el conjunto de placa canal adentro de la portilla cuando el aparato se utiliza en un modo de extracción;
- 45 Figura 10: vista en perspectiva de parte de un aparato de acuerdo con otra realización de la invención; y
- Figuras 11 y 12: son similares a las Figuras 5 y 7, pero muestran un conjunto de placa canal modificado.

El aparato 10 de acuerdo con la invención incluye un horno 12 que presenta una cámara principal de horno 14 y una portilla 16 en comunicación de fluidos con la cámara principal de horno 14. En esta realización, el horno 12 forma parte de un aparato para fundir metales y puede ser de cualquier tipo adecuado. La portilla es accesible desde arriba y puede utilizarse para introducir material en el horno, por ejemplo aditivos y/o chatarra metálica. La portilla puede utilizarse también para extraer metal fundido de la cámara del horno para el vaciado.

50

La portilla 16 tiene una pared inferior inclinada 18 que conduce a un elemento de canal 20 en el extremo superior de la portilla 16. Durante su utilización, el elemento de canal puede extenderse hacia fuera conectando elementos de canal adicionales para formar un conducto de extracción, que puede ser una reguera de alimentación de colada. En sección transversal, en general la portilla 16 tiene la forma de un triángulo rectángulo, con la pared inferior inclinada 18 dispuesta en un ángulo de aproximadamente 55° con respecto a una pared terminal vertical 22 del horno. Sin

55

embargo, no es necesario construir la portilla como un triángulo rectángulo, pudiendo variar el ángulo de la pared inclinada para adecuarse a la aplicación concreta, por ejemplo podría ser cualquier ángulo entre 30° y 66°.

La cámara principal de horno 14, la portilla 16 y el elemento de canal 20 están todos revestidos con materiales refractarios de forma ya conocida allí donde están en contacto con el metal fundido. Pueden utilizarse cualesquiera materiales refractarios adecuados, dependiendo de la naturaleza del material que se esté procesando y las temperaturas existentes. Los materiales refractarios que revisten la pared inferior inclinada de la portilla y el elemento de canal pueden estar perfilados para definir un canal a través del cual los materiales fundidos pueden fluir cuando el aparato se utiliza en un modo de extracción.

El aparato incluye una unidad de inducción electromagnética 24 (en forma de un motor de inducción lineal) montada en la pared inferior inclinada 18 de la portilla 16, para inducir un flujo en el metal fundido en la portilla 16, y un conjunto de placa canal 26, que puede retirarse selectivamente de la portilla, como se muestra en las Figuras 2A y 8A, o introducirse en la portilla para definir un canal de extracción 28 junto con la pared inferior inclinada 18 de la portilla, como se muestra en las Figuras 2B a 2D, Figuras 8B a 8D y Figuras 9A y 9B.

La unidad de inducción 24 puede denominarse dispositivo de agitación por inducción o dispositivo motor por inducción, dado que su función principal es conferir un movimiento al metal fluido en el horno y/o la portilla. Aunque se genera algo de calor, éste no es el propósito principal de la unidad de inducción, y la unidad de inducción no es un dispositivo de calentamiento por inducción como tal.

La unidad de inducción 24 es bidireccional y puede hacerse funcionar en una primera dirección para provocar una fuerza descendente en el metal en la portilla 16, con el fin de establecer un flujo de material en una dirección descendente a lo largo de la pared inferior inclinada de la portilla y hacia el interior de la cámara principal de horno 14, como indican las flechas A en la Figura 8A. Con el conjunto de placa de canal 26 retirado, el flujo descendente de metal de la portilla a la cámara principal crea un flujo circulante de material en el horno que agita el material en la cámara principal. La unidad de inducción 24 se hace funcionar en una dirección opuesta cuando se pone el aparato en un modo de extracción para provocar una fuerza ascendente en el metal fundido en la portilla. Utilizado juntamente con el conjunto de placa canal 26, que se introduce gradualmente en la portilla para definir el canal de extracción 28, esto establece un flujo de metal fundido desde la cámara principal de horno 14 al elemento de canal de extracción 20 a través del canal de extracción 28, como se muestra en las Figuras 8B a 8D, 9A y 9B.

El conjunto de placa canal 26 está montado en una unidad de deslizamiento 30, que a su vez está montada de forma móvil en un conjunto soporte 32. El conjunto soporte 32 incluye un bastidor estático 34 que presenta dos elementos verticales separados 36 (tan sólo puede verse uno de los mismos), situados adyacentes a la pared vertical 22 del horno. Un brazo soporte 38 (tan sólo puede verse uno de los mismos) está montado rígido en cada uno de los elementos verticales 36 y sobresale hacia delante, en dirección opuesta al horno. Los brazos soporte 38 están interconectados por sus extremos distales mediante un travesaño 40.

El conjunto soporte incluye también un carril de deslizamiento 42, que está montado de forma pivotante por su extremo inferior en el bastidor soporte estático 34, en una posición entre los dos elementos verticales 36. El carril de deslizamiento 42 puede moverse desde una posición inclinada, mostrada en las Figuras 2A a 2D, a una posición vertical (no mostrada). En la posición inclinada, el extremo superior del carril de deslizamiento 42 está soportado en el travesaño de bastidor 40. Con el carril de deslizamiento en la posición inclinada, la unidad de deslizamiento 30 y el conjunto de placa canal 26 están soportados en una posición y una orientación adecuadas para mover el conjunto de placa canal adentro y afuera de la portilla 16, esencialmente en paralelo a la pared inferior inclinada 18. Sin embargo, cuando el conjunto de placa canal 26 está completamente retraído, el carril de deslizamiento 42 puede moverse hasta la posición vertical para alejar de la portilla la unidad de deslizamiento y el conjunto de placa canal, facilitando así el acceso a la portilla. El movimiento del carril de deslizamiento 42 entre la posición inclinada y la posición vertical se controla mediante un cable 44 que está unido al extremo superior del carril de deslizamiento y que está enrollado en un tambor 46 accionado mediante un motor eléctrico 47 montado en uno o en ambos elementos verticales 36 del bastidor soporte.

En algunas aplicaciones puede no ser necesario o deseable poder pivotar el carril de deslizamiento 42 entre las posiciones vertical e inclinada. En este caso, la disposición en torno del cable 44, 46, 47 puede suprimirse y el carril de deslizamiento 42 puede soportarse en una posición inclinada, en la que la unidad de deslizamiento 30 y el conjunto de placa canal 26 están alineados, para realizar el movimiento adentro y afuera de la portilla, utilizando un bastidor soporte estático simplificado 34' para soportar una zona terminal superior del carril de deslizamiento 42, como se muestra en la Figura 10. La construcción del conjunto de placa canal 26 y la unidad de deslizamiento 30 puede verse mejor en las Figuras 3 a 7. El conjunto de placa canal 26 presenta un armazón metálico de soporte 48 en su superficie superior, que no entra en contacto con el metal fundido en la portilla. El armazón incluye una parte de montaje elevada 48a, para la unión ala unidad de deslizamiento 30, y una parte de montaje 48b. La sección de montaje 48b del armazón 48 presenta unidas varias secciones de placa 50, compuestas de un material refractario adecuado, y que definen una superficie inferior continua de la placa para el contacto con el metal fundido en la portilla. Las secciones de placa refractarias 50 tienen unos bordes de unión perfilados 52 para impedir o limitar la

- migración de metal fundido entre ellas. Como puede verse mejor en la Figura 6, las superficies delanteras o inferiores de las secciones de placa refractarias están perfiladas y presentan una acanaladura central 54 entre dos zonas laterales 56 que están en contacto con o dispuestas muy cerca del revestimiento refractario de la pared inferior inclinada 18 de la portilla. La acanaladura central 54 define el canal de extracción 28 para el metal fundido
- 5 junto con el revestimiento refractario de la pared inferior inclinada, que también puede estar perfilado. La forma y el tamaño de la acanaladura central 54 ayudan a determinar el caudal del metal fundido cuando se extrae del horno y pueden perfilarse correspondientemente. En el material refractario que rodea la acanaladura central 54 pueden disponerse unos insertos metálicos para aumentar el campo magnético dentro de la acanaladura.
- En la presente realización, el conjunto de placa canal 26 tiene tres secciones de placa refractarias, pero el número
- 10 de secciones puede variar según sea necesario para cualquier aplicación concreta.
- La sección de placa refractaria 50a en el extremo delantero del conjunto de placa canal 26 sobresale hacia delante más allá del armazón metálico, definiendo una zona de borde delantera 58 del conjunto de placa canal que está formada en su totalidad por materiales refractarios y que puede sumergirse en el metal fundido en la portilla.
- La unidad de deslizamiento 30 incluye un elemento de deslizamiento tubular 60 dispuesto alrededor del carril de deslizamiento 42 del conjunto soporte para el movimiento a lo largo del carril de deslizamiento. El elemento de deslizamiento 60 puede estar provisto de rodillos para el contacto con el carril de deslizamiento o de otros elementos de baja fricción para permitir al elemento de deslizamiento 60 moverse fácilmente a lo largo del carril de deslizamiento 42. En la presente realización, tanto el carril de deslizamiento 42 como el elemento de deslizamiento son rectilíneos en sección transversal, de manera que el elemento de deslizamiento no gira alrededor del carril de deslizamiento y mantiene el conjunto de la placa canal 26 en la orientación deseada. Un par de largueros 62 salen del elemento de deslizamiento al que está unida la parte de montaje elevada 48a del bastidor del conjunto de placa canal. El conjunto de placa canal 26 puede estar formado como parte integral de la unidad de deslizamiento.
- 15
- 20
- El aparato 10 tiene un sistema motor 64 para mover la unidad de deslizamiento 30 a lo largo del carril de deslizamiento 42 y, por tanto, para mover el conjunto de placa canal 26 en relación con la portilla 16. Puede utilizarse cualquier sistema motor adecuado, pero en la presente realización el sistema motor comprende un accionador de tipo tornillo esférico que presenta un tornillo de avance 66 accionado por un motor eléctrico 68 a través de una caja de engranajes. El motor y la caja de engranajes 68 están montados en el extremo superior del carril de deslizamiento, extendiéndose el tornillo de avance paralelamente al carril de deslizamiento, alojándose su extremo inferior en un cojinete 70 fijado en relación con el extremo inferior del carril de deslizamiento. El tornillo de avance 66 pasa a través de una unidad motriz de tuerca esférica 72 unida a la unidad de deslizamiento, de manera que el movimiento giratorio del tornillo se convierte en un movimiento lineal de la unidad de deslizamiento a lo largo del carril de deslizamiento 42. En una realización alternativa puede utilizarse un sistema motor por cadena (indicado en general con la referencia 73 en la Figura 10) para mover la unidad de deslizamiento 30 a lo largo del carril de deslizamiento 42. Por razones de seguridad puede utilizarse una disposición motriz de cadena doble, de manera que
- 25
- 30
- 35 la unidad de deslizamiento 30 no caiga en la portilla en caso de que una de las cadenas se rompa.
- El movimiento de la unidad de deslizamiento 30 y, por tanto del conjunto de placa canal 26, se controla mediante un sistema de control electrónico 74, que incluye una unidad de control programable 76 con una CPU y una memoria. El sistema de control incluye un sensor 78 para medir el nivel H del material fundido en el horno, y en particular en la portilla, y para proporcionar una entrada de datos en la unidad de control indicativa del nivel H del material. Puede utilizarse cualquier disposición de sensor adecuada, pero en la presente realización el sensor 78 es un sensor láser que mide la distancia hasta la parte superior del metal fundido en la portilla desde un punto de referencia conocido. Pueden utilizarse otros sistemas de medición, que pueden incluir dispositivos ópticos, mecánicos o de ultrasonidos. El sistema de control incluye también una disposición de realimentación para proporcionar a la unidad de control 76 información relativa a la posición del conjunto de la placa canal. Esto puede comprender el uso de uno o más codificadores en el sistema motor, pero puede utilizarse cualquier sistema de realimentación adecuado. La unidad de control 76 puede formar parte de una unidad de control global para el horno o puede estar separada de otros sistemas de control previstos en el horno.
- 40
- 45
- A continuación se describe el funcionamiento del aparato 10.
- Para la utilización en un modo de agitación, destinado a agitar material fundido en la cámara de horno 14, el conjunto de placa canal 26 se retira de la portilla 16, como se muestra en la Figura 8A. La unidad de inducción 24 se hace funcionar en una primera dirección para inducir un flujo descendente de material fundido a lo largo de la pared inferior inclinada 18 hacia el interior de la cámara de horno 14. Esto establece un flujo circulante de material fundido en la cámara de horno, como indican las flechas A en la Figura 8A.
- 50
- Cuando se desea extraer el material fundido del horno, por ejemplo con fines de vaciado, el aparato 10 puede hacerse funcionar en un modo de extracción. En el modo de extracción, la unidad de inducción 24 se hace funcionar en la dirección opuesta para inducir un flujo ascendente de material fundido desde la cámara de horno 14 a lo largo de la pared inferior de la portilla, y el conjunto de placa canal 26 se introduce en la portilla para definir un canal de
- 55

extracción 28. Inicialmente, el conjunto de placa canal 26 está completamente retraído y el sistema de control 74 acciona el sistema motor 64 para hacer avanzar el conjunto de placa canal 26 adentro de la portilla 16, hasta haberse sumergido en el material fundido a una profundidad predeterminada D sólo una zona de borde delantera 58 del conjunto de placa canal. Normalmente, la pared inferior inclinada 18 de la portilla se extiende hacia arriba más allá del nivel del material fundido, de manera que el canal de extracción 28 se define entre el conjunto de placa de canal 26 y la pared inferior inclinada básicamente por encima del nivel H del material fundido, con lo que la unidad de inducción 24 fuerza al material fundido a entrar en el elemento de canal 20. Según desciende el nivel H del material fundido, el sistema de control 74 hace avanzar el conjunto de placa canal 26 de manera que parte de la zona de borde delantera 58 permanezca sumergida en el material fundido hasta haberse completado el proceso de extracción.

Cuando la resolución del sistema motor 64 lo permita, el sistema de control 74 puede disponerse para mover el conjunto de placa canal 26 de manera proporcional según desciende el nivel H del material fundido, con lo que la zona de borde delantera 58 se mantiene a una profundidad de inmersión D esencialmente constante durante todo el proceso de extracción. Esto se ilustra en las Figuras 8B a 8D.

Alternativamente, el sistema de control 74 puede estar configurado para hacer avanzar el conjunto de placa canal 26 de manera incremental en pasos discontinuos. En una realización, ilustrada en las Figuras 9A y 9B, el sistema de control acciona el sistema motor 64 para hacer avanzar el conjunto de placa canal 26 hasta que la zona de borde delantera 58 se haya sumergido a una profundidad de inmersión media predeterminada D más un desplazamiento X. Después, el conjunto de placa de canal 26 se mantiene estacionario mientras continúa la extracción, hasta que la profundidad de inmersión haya descendido a D-X. A continuación, el sistema de control acciona de nuevo el sistema motor 64 para hacer avanzar el conjunto de placa canal hasta que la profundidad de inmersión vuelva a ser D+X. Este avance secuencial por pasos se repite hasta que se haya completado la extracción. La profundidad de inmersión media D y el desplazamiento X pueden calcularse para adecuarlos a cualquier instalación concreta, dependiendo de los requisitos de vaciado y la geometría física de la instalación. En una realización, D oscila entre 150 mm y 380 mm y X oscila entre 40 mm y 60 mm.

El aparato y los procedimientos según la invención proporcionan un sistema versátil en el que una unidad de inducción montada en una pared inferior inclinada de una portilla de horno puede utilizarse eficazmente bien para agitar los materiales fundidos en el horno o bien para bombear el material afuera de la portilla con fines de vaciado u otros propósitos. Dado que en el material fundido sólo se sumerge una zona de borde delantera del conjunto de la placa canal, sólo es necesario construir completamente con material refractario dicha zona de borde delantera. El resto del conjunto de placa canal puede consistir en un revestimiento refractario aplicado a una estructura metálica soporte. Esto tiene una integridad estructural superior si se compara con una placa compuesta enteramente de materiales refractarios, lo que permite emplear secciones refractarias más pequeñas y facilita el mantenimiento.

Las Figuras 11 y 12 ilustran un conjunto de placa canal modificado 26' que puede utilizarse en el aparato de acuerdo con la invención. El conjunto de placa canal 26' es esencialmente igual al conjunto de placa canal 26 arriba descrito, por lo que se describirán en detalle sólo las diferencias.

En el conjunto de placa canal modificado 26', la parte de montaje 48b' del armazón donde están montadas las secciones de placa refractarias 50' presenta la forma de una placa de montaje laminada 80. El elemento de placa laminada 80 está formado por varias tiras de acero longitudinales 82 soldadas juntas. En este caso hay cinco tiras 82 en el elemento de placa 80, pero podrían ser más o menos de cinco, según sea necesario. En los ensayos, el uso de un elemento de placa de acero laminada 80 en lugar de una única placa de montaje ininterrumpida o un bastidor de montaje ha demostrado aumentar el campo magnético producido por la unidad de inducción 24. Aunque sin limitarse a una teoría concreta, se cree que la construcción de placa laminada actúa a modo de un núcleo de transformador aumentando el campo magnético.

En el conjunto de placa canal modificado 26', la sección de placa refractaria delantera 50a' sobresale del extremo del armazón 48' en mayor medida que en la realización anterior 30, estando el armazón 48' correspondientemente acortado. La parte de borde delantera de la sección de placa refractaria delantera 50a' que sobresale del armazón soporte 48' tiene una aleta central 84 en forma de cuña, que se extiende verticalmente hacia arriba en su superficie trasera o superior. El extremo posterior de la aleta 84 es contiguo y está fijado al extremo delantero de la parte de montaje elevada 48a' del armazón 48'. Esto ayuda a resistir las fuerzas de flexión, especialmente en la sección de placa refractaria delantera 50a'. La aleta 84 es parte integral de la sección de placa refractaria delantera 50a' y está compuesta de materiales refractarios. En las placas refractarias 50' están moldeadas unas fijaciones 86 para unir las placas refractarias 50' al armazón 48'. Las fijaciones 86 pueden tener la forma de unos espárragos roscados para su inserción a través de unos orificios correspondientes en el armazón 48'.

Se entiende que las disposiciones de placa refractaria utilizadas en el conjunto de placa canal modificado 26' podrían adaptarse para el uso con un armazón 48 que no presentase un elemento de placa laminada 80 y viceversa.

Aunque se ha descrito la invención en relación con lo que actualmente se considera la realización preferente y más práctica, debe entenderse que la invención no se limita a la disposición descrita, sino que está destinada a abarcar diversas modificaciones y construcciones equivalentes incluidas dentro del espíritu y el alcance de la invención.

- 5 Cuando en esta memoria descriptiva se utiliza el verbo "comprender", deberá interpretarse que especifica la presencia de las características, métodos integrales, etapas o componentes a los que se haya hecho referencia, pero ello no excluye la presencia o adición de una o más características, métodos integrales, etapas o componentes adicionales, o grupos de los mismos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (10) para inducir un flujo en un material fundido, comprendiendo el aparato un horno (12) que presenta una cámara de horno (14), una portilla (16) en comunicación de fluidos con la cámara de horno y con una pared inferior inclinada (18), una unidad de inducción bidireccional (24) montada en la pared inferior inclinada de la portilla para inducir un flujo en el material fundido en la portilla, caracterizado porque el aparato comprende un conjunto de placa canal retráctil (26) posicionable de manera selectiva en la portilla para definir un canal de flujo de extracción (28) para el material fundido entre el conjunto de placa de canal y la pared inferior inclinada, un sistema motor (64) para mover el conjunto de placa canal adentro y afuera de la portilla y un sistema de control (74) para controlar el sistema motor, incluyendo el sistema de control un sistema sensor (78) para medir el nivel del material fundido en la portilla y un sistema de realimentación para proporcionar información relativa a la posición del conjunto de placa canal.
2. Aparato (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque el aparato puede operar en un modo de extracción para extraer material fundido de la cámara de horno (14) a través de la portilla (16), estando el sistema de control (74) configurado, cuando se hace funcionar en el modo de extracción, para hacer avanzar el conjunto de placa canal (26) adentro de la portilla de manera continua en respuesta a un descenso del nivel del material fundido detectado por el sistema sensor (78), con el fin de mantener una zona de borde delantera (58) sumergida en el material fundido esencialmente a una profundidad de inmersión deseada D.
3. Aparato (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque el aparato puede hacerse operar en un modo de extracción para extraer material fundido de la cámara de horno (14) a través de la portilla (16), estando el sistema de control (74) configurado para, cuando se hace funcionar en el modo de extracción, hacer avanzar el conjunto de placa de canal (26) adentro de la portilla de manera incremental en pasos discontinuos en respuesta a un descenso del nivel del material fundido detectado por el sistema sensor (78), con el fin de mantener una zona de borde delantera (58) sumergida en el material fundido.
4. Aparato según la reivindicación 3, caracterizado porque el sistema de control (74) está configurado para accionar el sistema motor (64) con el fin de hacer avanzar el conjunto de placa canal (26) hasta que la zona de borde delantera (58) esté sumergida a una profundidad de inmersión media predeterminada D más un desplazamiento X y luego mantener estacionario el conjunto de placa de canal, estando el sistema de control configurado para accionar de nuevo a continuación el sistema motor para hacer avanzar el conjunto de placa de canal más allá cuando la profundidad de inmersión descienda a D-X, hasta que la profundidad de inmersión vuelva a ser D+X, y para repetir el avance secuencial por pasos hasta que se haya completado la extracción.
5. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una zona de borde delantera (58) del conjunto de placa canal (26) está compuesta en su totalidad por materiales refractarios.
6. Aparato (10) según la reivindicación 5, caracterizado porque el conjunto de placa canal (26) comprende una estructura soporte (48) compuesta de materiales no refractarios (por ejemplo metal) donde están montados materiales refractarios (50) para formar la zona de borde delantera (58) y una cara inferior que define el canal de flujo de extracción (28).
7. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una cara inferior del conjunto de placa canal (26) situada frente a la pared inferior (18) de la portilla (16) está perfilada para definir el canal de flujo de extracción (28).
8. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el conjunto de placa canal (26) está montado en un soporte (32) para realizar el movimiento adentro y afuera de la portilla (16).
9. Aparato (10) según la reivindicación 8, caracterizado porque el soporte (32) está configurado para sujetar el conjunto de placa de canal (26) en una orientación de inserción donde una cara inferior del conjunto de placa canal está alineada esencialmente en paralelo a la pared inferior inclinada (18) de la portilla (16) para la inserción en la portilla.
10. Aparato (10) según la reivindicación 9, caracterizado porque el soporte (32) es móvil, de manera que el conjunto de placa canal (26) puede moverse afuera de la orientación de inserción cuando está retirado de la portilla (16).
11. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el soporte (32) comprende un carril de deslizamiento (42) y una unidad de deslizamiento (30) montada en el carril de deslizamiento para realizar un movimiento a lo largo del carril, estando el conjunto de placa canal (26)

montado en la unidad de deslizamiento o formando el conjunto de placa canal parte de la unidad de deslizamiento.

12. Procedimiento para operar el aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo el procedimiento: operar el aparato selectivamente en una de:
- 5 a) bien en un modo de agitación, para agitar material fundido en el horno (12), donde la unidad de inducción (24) se hace funcionar en una primera dirección para inducir un flujo descendente de material fundido de la portilla (16) al interior de la cámara de horno (14), con el conjunto de placa canal (26) retirado de la portilla; o
- 10 b) bien en un modo de extracción, para extraer material fundido de la cámara de horno (14) a través de la portilla (16), donde la unidad de inducción (24) se hace funcionar en una segunda dirección para inducir un flujo ascendente de material fundido desde la cámara de horno (14) a lo largo de la pared inferior (18) de la portilla y se utiliza el sistema motor (64), que funciona bajo el control del sistema de control (74), para hacer avanzar el conjunto de placa canal (26) adentro de la portilla, de manera que en el material fundido se sumerge sólo una zona de borde delantera (58) del conjunto de placa canal (26).
- 15
13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque el aparato (10) se hace funcionar en el modo de extracción, comprendiendo el procedimiento hacer avanzar el conjunto de placa canal (26) adentro de la portilla (16) de manera continua según desciende el nivel del material fundido, manteniendo la zona de borde delantera (58) sumergida en el material fundido esencialmente a una profundidad de inmersión deseada D.
- 20
14. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque el aparato (10) se hace funcionar en el modo de extracción, comprendiendo el procedimiento hacer avanzar el conjunto de placa de canal (26) de manera incremental en pasos discontinuos según desciende el nivel del material fundido.
- 25
15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque el procedimiento comprende hacer avanzar inicialmente el conjunto de placa de canal (26) desde una posición retraída, hasta que el borde delantero (58) esté sumergido a una profundidad de inmersión media predeterminada D más un desplazamiento X, y mantener estacionario el conjunto de placa de canal según se extrae material fundido, hacer avanzar el conjunto de placa de canal más allá una vez que la profundidad de inmersión haya descendido a D-X, hasta que la profundidad de inmersión vuelva a ser D+X, y mantener de nuevo estacionario el conjunto de placa de canal.
- 30

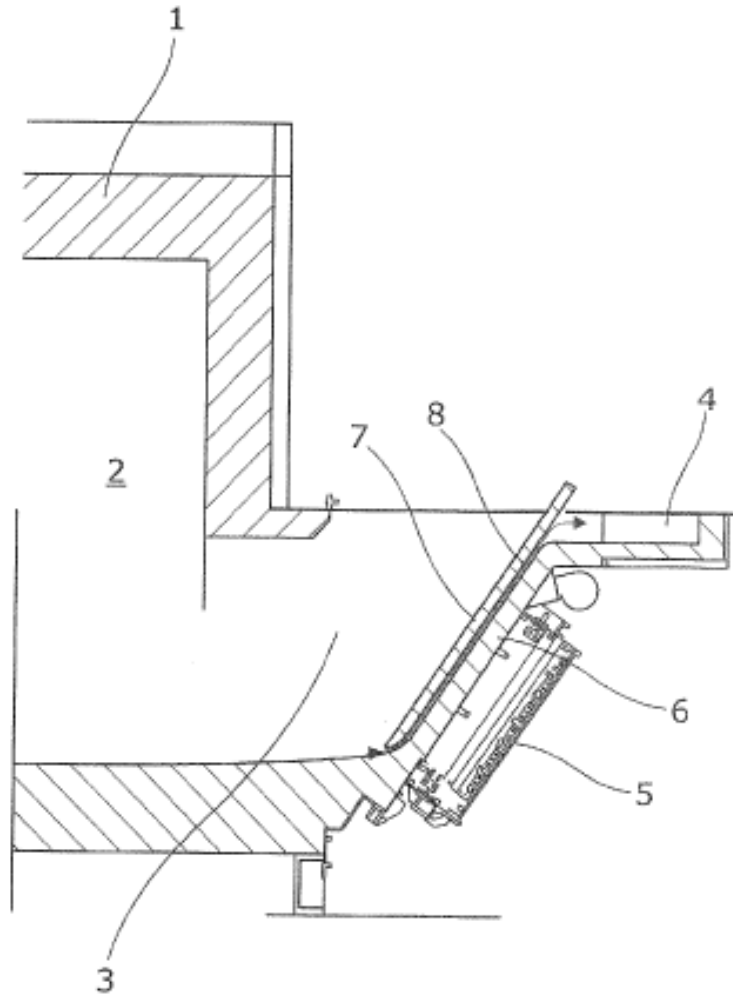


Fig. 1
(Estado actual de la técnica)

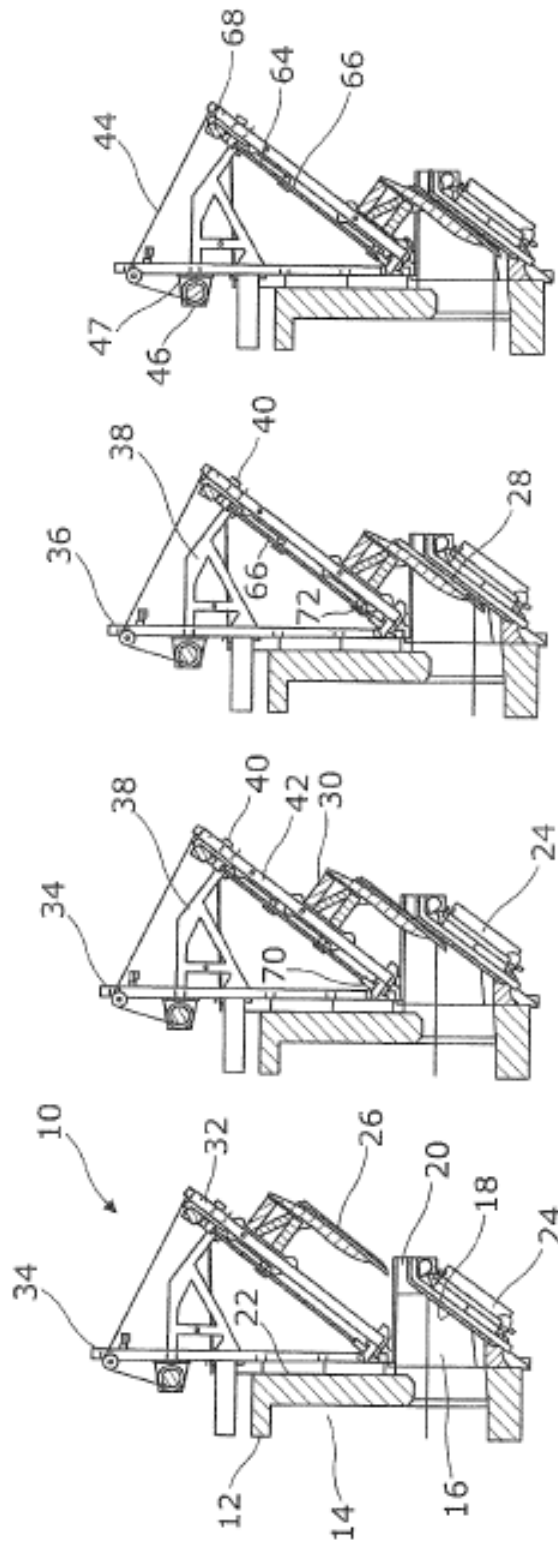


Fig. 2A

Fig. 2B

Fig. 2C

Fig. 2D

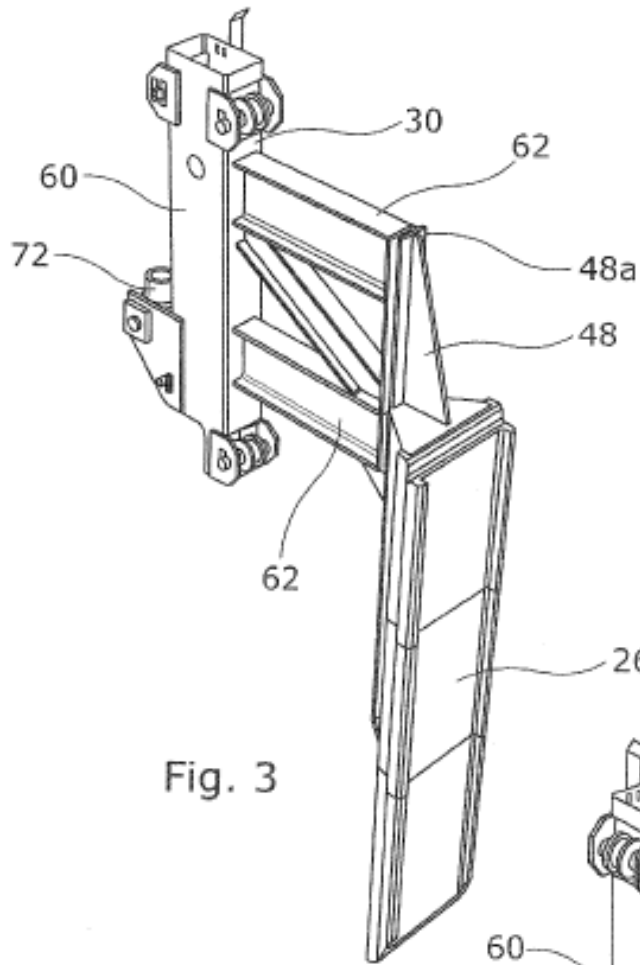


Fig. 3

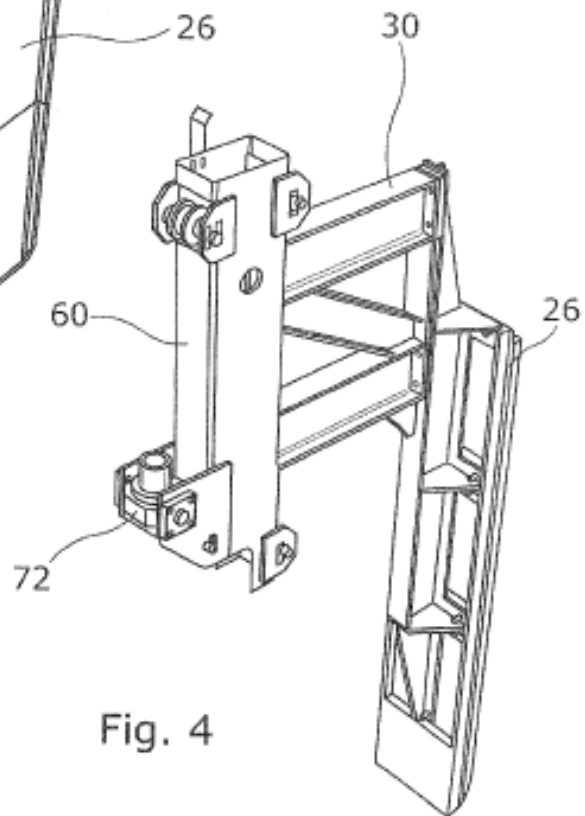


Fig. 4

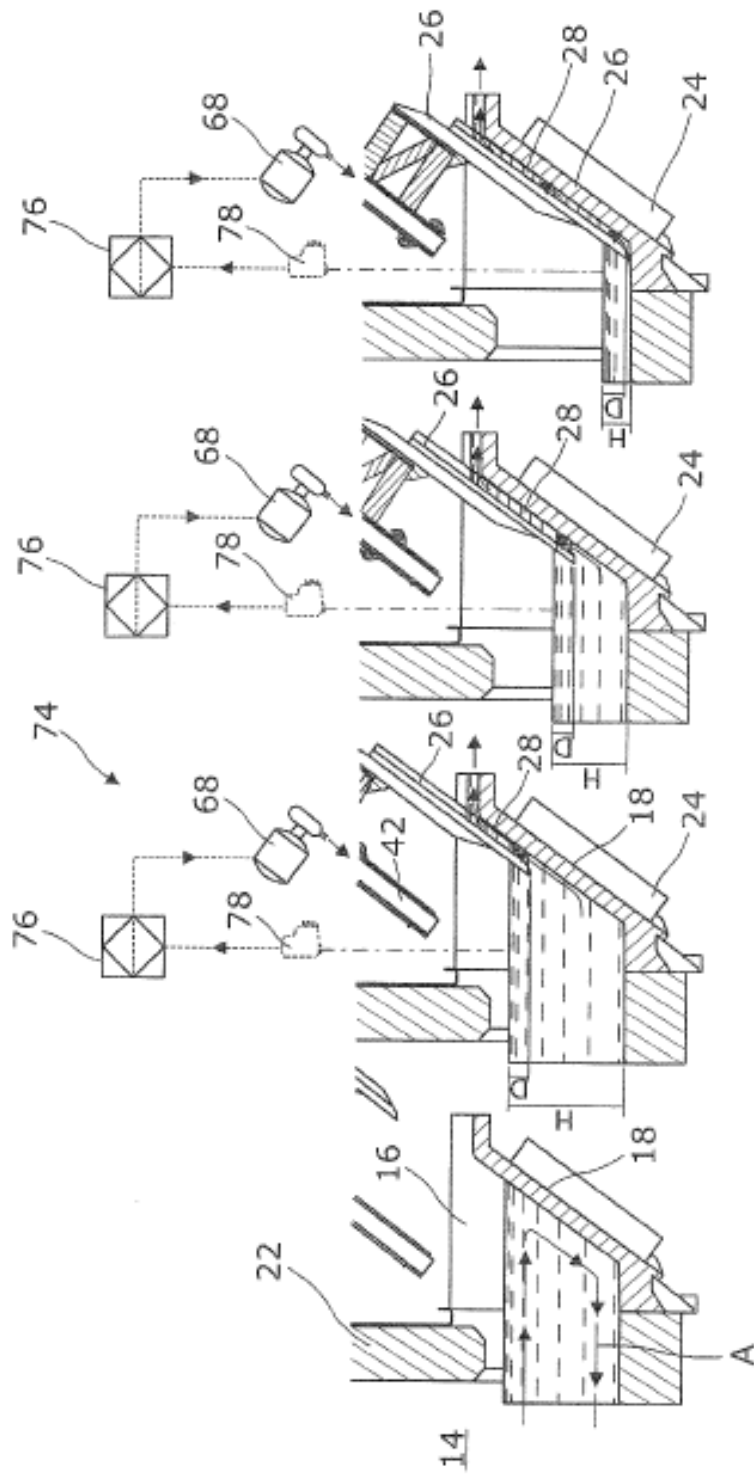


Fig. 8D

Fig. 8C

Fig. 8B

Fig. 8A

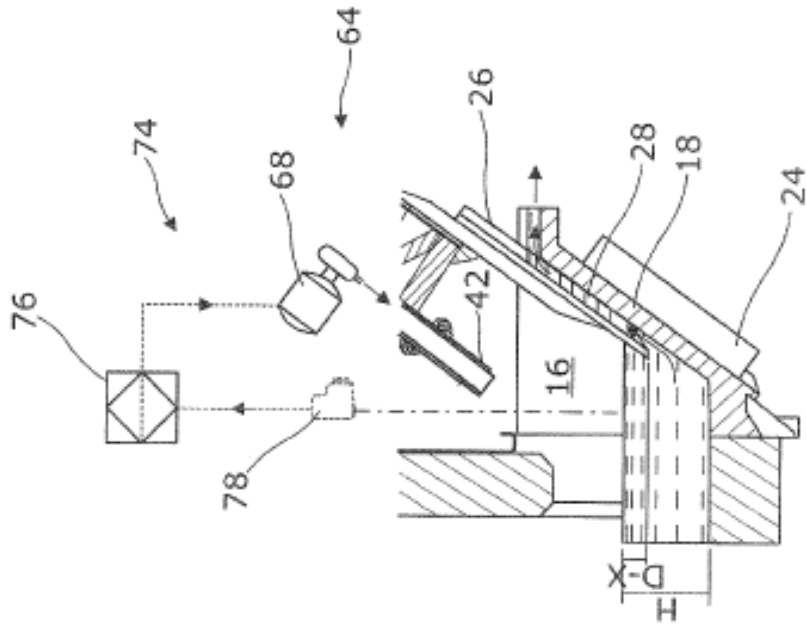


Fig. 9B

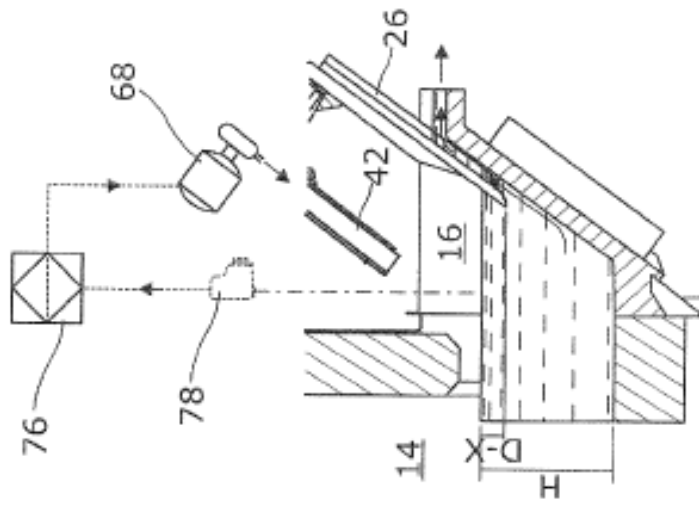


Fig. 9A

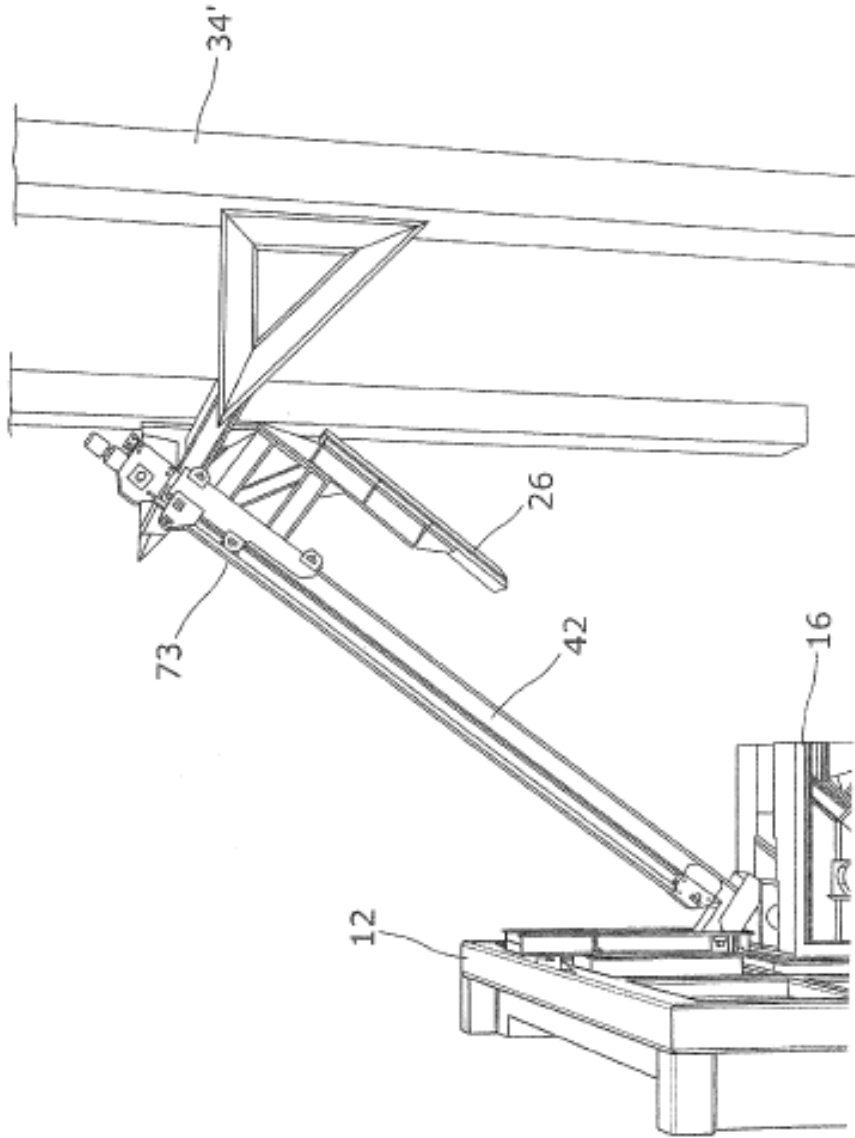


Fig. 10

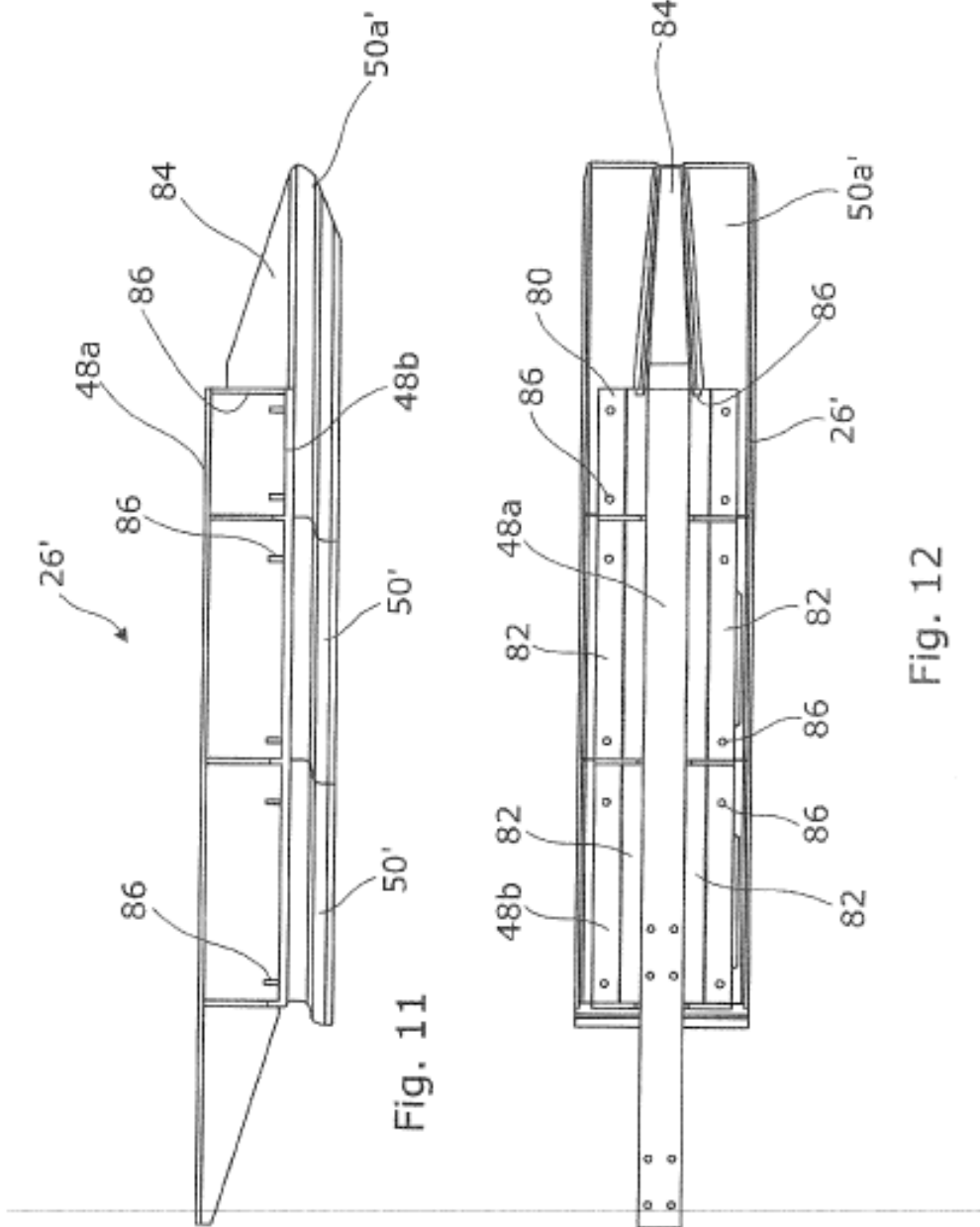


Fig. 11

Fig. 12