

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 653**

51 Int. Cl.:

B22D 7/02 (2006.01)
B22D 15/04 (2006.01)
B22D 35/04 (2006.01)
B22D 9/00 (2006.01)
B22D 7/08 (2006.01)
B22D 43/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2009 E 09749366 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2288456**

54 Título: **Retención de óxido durante la cofundición de metales**

30 Prioridad:

22.05.2008 US 128848

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

15.03.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BISCHOFF, TODD F.;
WOMACK, RANDY;
FENTON, WAYNE J.;
WAGSTAFF, ROBERT BRUCE y
HUDSON, LAWRENCE G.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 563 653 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

Retención de óxido durante la cofundición de metales

5 **Campo de la técnica**

La presente invención se refiere a la fundición de metales, en particular (aunque no exclusivamente) aluminio y aleaciones de aluminio. Más particularmente, la invención se refiere a la cofundición de capas de metal mediante técnicas de fundición en coquilla directa.

10

Técnica anterior

Los lingotes metálicos normalmente se producen mediante fundición directa en coquilla (CD). Esto implica verter un metal fundido en un molde que tiene paredes enfriadas, un extremo superior abierto y (tras el inicio) un extremo inferior abierto. El metal sale del extremo inferior del molde como un lingote de metal sólido que desciende y se alarga a medida que procede operación de fundición. Dichas técnicas de fundición son particularmente adecuadas para la fundición de aluminio y aleaciones de aluminio, pero también se pueden usar para otros metales.

15

20

25

30

35

Las técnicas de fundición de este tipo se tratan de forma extensa en la patente de Estados Unidos 6.260.602 de Wagstaff, concedida el 17 de julio de 2001, que se refiere exclusivamente a la fundición de lingotes monolíticos, es decir lingotes hechos del mismo metal y fundidos como una sola capa. También se sabe fundir varias capas de metal fundido en un aparato de fundición mediante CD. Esto implica el uso de un divisor de algún tipo dentro del molde de fundición para crear dos o más compartimentos para diferentes piscinas de metales que forman diferentes capas de metal en el lingote colado. El divisor puede ser una lámina fina de metal que se alimenta continuamente en el molde cuando comienza la fundición y que se incorpora en el lingote colado, o el divisor puede ser un elemento fijo relativamente corto o pared divisoria que permanece en su lugar en la entrada del molde y separa los metales hasta que estén lo suficientemente sólido como para ponerse en contacto unos con otros sin mezclado de los metales fundidos. El aparato del tipo anterior (divisor móvil) se divulga en, por ejemplo, la patente de EE.UU. 6.705.384 emitida el 16 de marzo de 2004 a Kilmer et al. (cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia). El aparato del último tipo (pared divisoria fija) puede implicar la cofundición simultánea de dos o más capas o la cofundición secuencial donde la pared divisoria generalmente se enfría. El aparato para la cofundición secuencial se divulga en, por ejemplo, la publicación de patente de Estados Unidos n.º . 2005/0011630 A1, publicada el 20 de enero de 2005 a nombre de Anderson et al. La solidificación secuencial implica la fundición de una primera capa (por ejemplo, una capa destinada como capa interna o núcleo) y, después, posteriormente pero en la misma operación de fundición, la fundición de una o más capas de otros metales (por ejemplo, como capas revestimiento) en la primera capa una vez que se ha alcanzado un grado de solidificación adecuado.

40

El documento WO 2004/112992 A2 divulga un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10.

45

Aunque estas técnicas son eficaces y exitosas, existe un continuo interés en la mejora de la calidad del lingote colado y, especialmente, la resistencia y la integridad de la unión interfacial entre capas adyacentes o entre dichas capas y un divisor incorporado en el lingote colado. Si la unión interfacial es débil o está comprometida, la separación de capas puede producirse durante la fundición o el posterior laminado del lingote o se pueden formar "ampollas" durante el recocido del lingote. Adicionalmente, también existe un interés continuo en la evitación de la formación de grietas en la superficie externa del lingote colado producido de estas formas.

50

Por tanto, es un objeto de la invención proporcionar un aparato para la fundición de un lingote de metal compuesto o un método para la fundición de un lingote compuesto que mejora la calidad del lingote colado.

Divulgación de la invención

55

El objeto se resuelve mediante un aparato para la fundición de un lingote de metal compuesto de acuerdo con la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes del aparato se describen realizaciones preferidas del aparato.

60

En la realización descrita en la reivindicación 1, el aparato tiene, preferentemente, uno o más separadores de óxidos hacia abajo en una u otra de las cámaras de alimentación y teniendo cada una un extremo inferior colocado por debajo de la altura vertical predeterminada de la piscina de metales en una u otra de las cámaras de alimentación. Preferentemente, el separador de óxidos de la superficie (o cada uno) está colocado adyacente a una pared divisoria controlada por temperatura o adyacente a una pared enfriada del molde.

65

El objeto se resuelve adicionalmente mediante un método para la fundición de un lingote de metal compuesto de acuerdo con la reivindicación 10. En las reivindicaciones dependientes del método se describen realizaciones preferidas del método.

Una realización de ejemplo proporciona un método de fundición de un lingote compuesto que comprende la cofundición de al menos dos capas metálicas de al menos dos piscinas de metales fundidos formados en un aparato

de fundición en coquilla directa, donde los metales de las piscinas de metal fundido son susceptibles a la formación de óxido en la superficie. El método implica mantener una superficie superior de cada piscina de metales a una altura vertical predeterminada durante la fundición y bloquear el movimiento del óxido de metal formado sobre la superficie superior de al menos uno de las piscinas hacia el borde de la piscina colocada por encima de una cara externa o interfaz metal-metal del lingote.

También se describe un separador para su uso en un aparato de fundición, comprendiendo el separador una tira alargada de material que es aislante térmico y resistente al ataque por metales fundidos. La tira alargada tiene al menos dos posiciones de unión que permiten que la tira se fije a una pared de un molde adyacente o pared divisoria del molde de un aparato de fundición y generalmente tiene un borde inferior recto.

Breve descripción de las figuras

En la descripción siguiente se describen con mayor detalle realizaciones preferidas de la invención con referencia a las figuras adjuntas, donde:

- La figura 1 es una sección transversal vertical de un molde de fundición secuencial de la técnica anterior para la fundición de dos capas de revestimiento en las caras opuestas de una capa de núcleo, fundiéndose las capas de revestimiento primero;
- La figura 2 es una sección transversal de un molde de la técnica anterior similar a la de la figura 1 pero que muestra la fundición de la capa del núcleo antes de las capas de revestimiento;
- La figura 3 es una vista parcial de un lateral derecho de un aparato similar al de la figura 2 pero que muestra el uso de un separador de acuerdo con una realización de ejemplo preferida;
- La Figura 4 es una vista en planta del aparato de la Figura 3;
- La figura 5 es una vista parcial de un lateral derecho de un aparato similar al de la figura 1 pero que muestra el uso de separadores de acuerdo con una realización de ejemplo preferida;
- La figura 6 es una vista similar a la de la figura 5 pero que muestra una realización que tiene un separador adicional;
- La figura 7 es una vista similar a la de la figura 3 pero que muestra una pared divisoria elevada y un separador unido, se usa para formar un lingote con una única capa de núcleo y una única capa de revestimiento;
- Las figuras 8 y 9 son vistas laterales de diseños alternativos para separadores de acuerdo con las realizaciones de ejemplo;
- La figura 10 es una vista en perspectiva de dos separadores de diseño diferente unidos entre sí como lo estarían en una realización de ejemplo preferida;
- La figura 11 es una vista en planta similar a la de la figura 4 pero que ilustra una realización de ejemplo alternativa adicional.

Realizaciones de ejemplo para llevar a cabo la invención

La presente invención se puede usar con cofundición de varios tipos y es especialmente eficaz cuando se usa con un aparato de fundición directa en coquilla del tipo descrito, por ejemplo en la publicación de la patente de Estados Unidos n.º 2005/0011630 mencionada anteriormente. El tipo de aparato hace posible la fundición de metales mediante solidificación secuencial para formar al menos una capa externa (por ejemplo, una capa de revestimiento) en una capa interna (por ejemplo, una capa de núcleo) de un lingote metálico. En aras de la exhaustividad, aparatos de este tipo se describen brevemente a continuación, aunque debe tenerse en cuenta que la invención puede utilizarse también con otros tipos de aparatos de cofundición, por ejemplo un aparato como se describe en la patente de Estados Unidos 6.705.384.

Cabe aclarar que los términos "exterior" e "interior" para describir las capas de metal de un lingote se emplean en el presente documento en líneas bastante generales. Por ejemplo, en una estructura de dos capas, estrictamente hablando no puede haber capa externa o capa interna como tales, pero una capa externa es una que normalmente está destinada a estar expuesta al ambiente, al clima o al ojo cuando se ha fabricado en un producto final. Asimismo, la capa "externa" suele ser más fina que la capa "interna", normalmente, considerablemente así y, por tanto, se proporciona como una capa de recubrimiento o revestimiento fina sobre la capa "interna" subyacente o lingote del núcleo. En el caso de los lingotes destinados para laminado en caliente y/o en frío para formar artículos de láminas, a menudo es deseable recubrir las caras (de laminado) principales del lingote, en cuyo caso son capas "interna" y "externa" ciertamente reconocibles. La "capa interna" a menudo se denomina "núcleo" o "capa de núcleo" y la o las "capas externas" se denominan el "revestimiento" o "capa(s) de revestimiento".

En la fundición secuencial, es normal fundir el metal con el punto de fusión más alto primero (es decir, el metal con la temperatura líquida más alta) y después fundir el metal de fusión más baja sobre una superficie de autosoporte del metal de fusión más alta. El metal del punto de fusión más alto puede formar una capa de revestimiento o, como alternativa, la capa de núcleo, de acuerdo con diseños de lingote y usos finales concretos. Aunque las capas de revestimiento se pueden formar en ambas superficies principales de una capa de núcleo, en ocasiones es preferible formar una capa de revestimiento en solo una de las superficies principales de una capa de núcleo.

La figura 2 muestra un ejemplo de un aparato de la técnica anterior 10 adecuado para la cofundición secuencial. El

aparato ilustrado se usa para la fundición de una capa de revestimiento externa 11 en ambas superficies laterales principales (caras de laminado) de una capa interna rectangular o capa de núcleo 12. Cabe destacar que en esta versión del aparato, las capas de revestimiento externas 11 se solidifican primero (al menos parcialmente) durante el proceso de fundición y, después, la capa de núcleo 12 se funde en contacto con las superficies solidificadas de las capas externas. En el aparato mostrado en la figura 2 que también se divulga en la técnica anterior, la capa de núcleo 12 se funde primero y las capas de revestimiento externas 11 se funden después sobre las superficies solidificadas (Al menos parcialmente) de la capa de núcleo 12. Normalmente (aunque no necesariamente), el metal usado para las dos capas externas 11 es el mismo y este metal difiere del metal usado para la capa de núcleo 12. También cabe destacar que, en el caso de la figura 1 y la figura 2, el aparato se puede usar para recubrir solo una superficie principal de la capa de núcleo 12 con una capa de revestimiento 11, como se explicará más adelante.

En la descripción siguiente se hace referencia a la figura 1, pero cabe destacar que el aparato de la figura 2 funciona esencialmente del mismo modo, a excepción de la inversión de las alturas de la superficie de las piscinas de metales proporcionadas para las capas de revestimiento y de núcleo. El aparato de la figura 2 incluye un montaje de molde para fundición rectangular 12 que tiene paredes del molde 14 que forman parte de una camisa de agua 15 a partir de la cual una corriente o corrientes 16 circulantes de agua refrigerante se dispersan sobre las superficies externas de un lingote emergente 17. Los lingotes fundidos en un aparato de este tipo son, generalmente, de sección transversal rectangular y normalmente tienen un tamaño de hasta 10 pulgadas de anchura por 35 pulgadas de profundidad, pero los lingotes más grandes o más pequeños pueden fundirse de este modo, por ejemplo lingotes de hasta 85 pulgadas de anchura o incluso más anchos. Normalmente se usan para laminado en caliente y en frío convencionales. Es importante obtener un buen grado de adherencia entre las capas internas y externas del lingote para prevenir la formación de ampollas durante el recocido del lingote, de este modo, para que no se produzca la separación de capas durante la fundición o el laminado o uso del producto.

La porción final de entrada 18 del molde está separada por divisores formados por paredes divisorias 19 (en ocasiones denominados "divisores", "coquillas" o "paredes de coquillas" en (en esta realización) tres cámaras de alimentación, una para cada capa de una estructura de lingote de tres capas. Las paredes divisorias 19, que a menudo están hechas de cobre para una buena conductividad térmica, se enfrían (por ejemplo se refrigeran o se controla la temperatura) por medio de un equipo de refrigeración con agua enfriada (no mostrado en las figuras 1 y 2) poniendo en contacto las paredes divisorias por encima de los niveles de los metales fundidos. En consecuencia, las paredes divisorias se enfrían y solidifican el metal fundido que entra en contacto con ellas. De un modo similar, las paredes del molde 14, que también se enfrían con agua, se enfrían y solidifican el metal fundido que entra en contacto con ellas. El enfriamiento combinado proporcionado por las paredes del molde y las paredes divisorias se denomina enfriamiento "primario" del metal porque es el enfriamiento más responsable de crear un lingote solidificado embrionario que emerge del molde y porque es el enfriamiento que el metal se encuentra primero a medida que pasa por el molde. Como indican las flechas A, se suministra a las cámaras de dos lados el mismo metal desde los depósitos de metal 23 y, como indica la flecha B, se suministra a la cámara central un metal diferente de un depósito de metal fundido 24. A cada una de las tres cámaras se suministra metal fundido hasta un nivel deseado a través de boquillas de liberación de metal fundido 20 equipada cada una con un regulador ajustable (no mostrado) para mantener la superficie superior de la piscina de metales fundidos resultante a una altura vertical predeterminada a lo largo de la fundición. Una unidad de bloque inferior verticalmente móvil 21 inicialmente cierra el extremo inferior abierto 22 del molde y después se baja durante la fundición (como indica la flecha C) al tiempo que sujeta el lingote compuesto embrionario 17 a medida que sale del molde. Por tanto, el molde tiene una abertura en el extremo de descarga por la cual sale el lingote embrionario. Las corrientes de agua 16 están colocadas a una distancia corta de la abertura del extremo de descarga y proporcionan un enfriamiento "secundario" destinado a eliminar más calor del lingote embrionario después de que salga del molde para garantizar, de este modo, un enfriamiento y solidificación rápidos del interior del lingote.

Las realizaciones de ejemplo de la presente invención se describen con referencia al aparato del tipo anterior, pero debe tenerse en cuenta que se pueden usar otras realizaciones de ejemplo con el aparato de cofundición de otros tipos.

Cuando los metales que se están fundiendo son susceptibles a la formación de óxidos en la superficie, que es cierto para el aluminio y aleaciones de aluminio así como a muchos otros metales (por ejemplo, aleaciones de cobre y magnesio), se forma una capa de óxido (que normalmente es sólida a las temperaturas de fundición) sobre las superficies externas de las piscinas de metales en el molde de fundición. Los inventores de la presente invención han observado que, en un aparato de este tipo, el óxido tiende a moverse durante la fundición en una dirección desde los centros o líneas centrales de las superficies superiores de las piscinas hacia los bordes externos. Esto puede ser por las corrientes térmicas por debajo de las superficies externas del metal fundido a medida que se está vertiendo o, posiblemente, por el menisco metálico adyacente a las superficies del molde 14 o las paredes divisorias 19 giran hacia abajo y la capa de óxido cae por la gravedad en la depresión creada por el menisco. De hecho, el movimiento del óxido puede ser el resultado de una combinación de estas y otras razones. También se ha observado que el óxido en los bordes de la superficie de metal fundido puede descender por y alrededor de la superficie externa de la capa de metal emergente a medida que el metal baja por el molde. Por tanto, el óxido puede recubrir la cara de metal externa recién formada del lingote o la interfaz metal/metal de revestimiento/núcleo entre las capas de fundición. Además del óxido, algunos metales forman residuos sólidos en forma de grumos o

precipitados que flotan en la superficie y dichos sólidos también se pueden estirar sobre las caras recién fundidas o interfaces del lingote. El óxido y los residuos metálicos introducidos de este modo en la interfaz metal-metal pueden dar lugar a una reducción de la adherencia de las capas metálicas, es decir un deterioro de la unión metalúrgica limpia deseada. Asimismo, al menos para ciertos metales, el óxido o residuos llevados a la cara externa del lingote pueden interferir con la dinámica de enfriamiento en la pared del molde y puede conducir a la formación de grietas en la superficie en las superficies externas del lingote colado. Claramente, los efectos de estos tipos son indeseables.

De acuerdo con las realizaciones de ejemplo de la presente invención, el movimiento del óxido (y residuos metálicos si están presentes) en la superficie en las piscinas de metales fundidos proporcionados para fundición en un molde de fundición DC se bloquea, se restringe o se sujeta en algunos o todos las piscinas de metales o al menos algunas de las áreas de las piscinas de metales, de modo que se evita que el óxido de un área central de la piscina migre a uno o más bordes de la superficie de la piscina durante la fundición. Esto reduce la cantidad de óxido (y residuos metálicos) disponibles para disponer sobre una o más de las caras o interfaces internas del lingote a medida que se funde. Por supuesto, todavía se puede formar óxido en los bordes de los lados expuestos de las piscinas de metales, incluso si la mayor parte del óxido se ha sujetado, pero en estas regiones del borde la capa de óxido tiende a ser bastante fina porque el metal de la superficie baja rápidamente por el molde a medida que se forma el lingote y, por tanto, no permanece expuesto a la atmósfera durante mucho tiempo.

A medida que el óxido que se forma sobre el metal fundido es menos densa que el propio metal, flota sobre la superficie del metal fundido. El movimiento del óxido y/o los residuos metálicos en la superficie flotante desde el centro hacia los bordes de la piscina de metales puede retenerse o restringirse físicamente, por ejemplo por medio de un "separador" sólido en contacto o sumergido en la superficie de la piscina de metales fundidos anterior. Se evita que el óxido u otros residuos sólidos retenidos de este modo, especialmente adyacentes a una superficie de fundición del aparato de fundición, descienda sobre una cara recién fundida o interfaz metal-metal del lingote colado y, por tanto, no puede interferir con las características deseadas de la superficie sólida o interfaz a medida que se forma.

Aunque una restricción física preferida de este tipo se denomina en el presente documento "separador", cabe destacar que el separador generalmente permanece estático y no elimina el óxido de la superficie metálica, sino que simplemente retiene su movimiento sobre la superficie hacia la región del borde. El dispositivo funciona como separador en el sentido de que restringe el movimiento del óxido sobre una corriente de metal fundido que fluye por debajo del separador o el movimiento bajo los efectos de la gravedad formada por un menisco cercano. El separador no restringe significativamente el flujo del metal fundido debajo de la capa de óxido. El separador se puede conocer por otros nombres, tales como un "bloqueante de óxidos", "Deflector", "dispositivo de retención de óxidos", dispositivo de contención de óxidos" o "restricción de óxidos" en cuanto a que restringe, bloquea, sujeta, contiene o restringe el movimiento del óxido desde el centro hacia al menos un borde lateral de una piscina de metales, cuyo movimiento tendría lugar de forma natural si no fuera por la presencia de dicha restricción física. Por comodidad, el término "separador" se usa en lo sucesivo en esta descripción y/o las reivindicaciones de esta memoria descriptiva.

El movimiento del óxido (y otros residuos flotantes) generalmente se puede restringir simplemente poniendo en contacto la propia capa de óxido, pero el separador se empuja preferentemente a través de la capa de óxido, de modo que se sumerge en el metal fundido de la piscina de metales subyacente. De este modo, la profundidad de la penetración del separador en el metal fundido debería mantenerse, preferentemente, a un mínimo para evitar ejercer una influencia indebida sobre el flujo de metal fundido durante la operación de fundición. Por tanto, el metal fundido puede fluir bajo el separador sin una desviación significativa. Por otro lado, el óxido (y otros residuos) que flotan sobre la superficie de la piscina no puede sortear el separador porque el óxido tiene una densidad demasiado baja como para descender en el metal fundido para pasar por debajo del extremo inferior del separador y el extremo superior del separador está hecho para que se extienda demasiado arriba por encima de la superficie de la piscina para que el óxido pase por encima. Idealmente, el separador debería proyectarse a una distancia adecuada en el metal fundido para acomodar cualquier variación ligera de la altura vertical del metal fundido durante la operación de fundición. Preferentemente, esta distancia es de hasta 8 mm por debajo de la superficie, más preferentemente en el intervalo de 3 a 5 mm y, lo más preferentemente, aproximadamente 3 mm (por ejemplo, 3 mm ± 20 %) por debajo de la superficie superior del metal fundido, pero se pueden elegir diferentes distancias para aparatos de fundición de diferentes tipos.

Aunque el separador puede tener cualquier tamaño o forma, preferentemente está en forma de una tira o barra alargada preferentemente fina de sección transversal generalmente rectangular que se sujeta con su eje largo generalmente horizontal y su eje corto generalmente vertical o con una suave pendiente desde la vertical. Lo más preferentemente, el separador debería ser lo bastante grueso para una resistencia, longevidad y resistencia a la rotura adecuadas, pero no apreciablemente más grueso de lo necesario para estas características. A medida que el espesor del separador aumenta, existe una posibilidad creciente de extracción de calor indebida del metal fundido que da lugar a la formación de estructuras cristalinas no deseables. Asimismo, en algunas realizaciones de ejemplo puede desearse un determinado grado de flexión del separador, de modo que el separador puede ser lo bastante fino como para permitirlo. El espesor real dependerá de la naturaleza del material del que está formado el separador y las características previstas del diseño, pero normalmente no es superior a aproximadamente 3 cm y, preferentemente, no superior a 2 cm, más preferentemente inferior a 1 cm e incluso más preferentemente de

aproximadamente 0,3 cm o incluso menos. En una realización de ejemplo particularmente preferida, el grueso del material del separador tiene un espesor de 6 mm (o más), pero el separador tiene una superficie ahusada en un lado que reduce el espesor a 3 mm en el extremo inferior, donde el separador penetra en el metal. Esto da al separador una Buena resistencia estructural en general, al tiempo que proporciona una estrechez óptima donde contacta con el metal fundido. Por supuesto, los separadores ahusados de este tipo pueden proporcionarse con otras dimensiones.

Generalmente, el separador tiene un extremo inferior recto de modo que se sumerge en el metal fundido por la misma cantidad a lo largo de su longitud y, preferentemente, está asegurado a un soporte estacionario en los puntos (generalmente al menos dos puntos) adyacentes a su extremo superior y/o en sus extremos longitudinales y se proyecta hacia abajo suficientemente para permitir que su extremo inferior se sumerja ligeramente en la piscina de metal como ya se ha descrito.

En el aparato de fundición DC del tipo mostrado en las figuras 1 y 2, es normal proporcionar un molde generalmente rectangular que tiene dos caras largas y dos extremos más cortos. Esto produce un lingote rectangular que tiene dos caras de laminado grandes opuestas y dos extremos estrechos opuestos. El separador de las realizaciones de ejemplo está colocado, preferentemente, paralelo a las caras largas del molde y cerca de una pared del molde o pared divisoria. Las paredes del molde y las paredes divisorias son donde las caras del lingote, o las interfaces metal-metal, se forman durante la fundición y donde se desea la protección frente al óxido o residuos flotantes. La distancia del separador desde la pared del molde adyacente o pared divisoria normalmente se determina según lo siguiente. El separador se puede colocar en cualquier lugar en un compartimento de metal fundido del molde de fundición, ya que cualquier contacto con el óxido metálico puede tener un efecto de restricción. No obstante, preferentemente se coloca cerca de la pared del molde o pared divisoria y, más preferentemente, lo más cerca posible sin producir ningún contacto o congestión en esta parte del molde, siempre que el espacio no sea tan cerca que se produzcan características de enfriamiento inusuales o flujo de metal. Claramente, cuando más cerca está el separador a la pared del molde o pared divisoria, mayor protección se obtendrá frente al óxido o residuos en la superficie sobre el resto de la superficie del metal fundido. Normalmente, el espacio desde la pared del molde o la pared divisoria no es superior a aproximadamente 5 cm y, preferentemente, no es superior a aproximadamente 3 cm, con un intervalo más preferido de 3 mm a 15 mm, pero puede variar según lo dicten las circunstancias.

El separador está hecho, preferentemente, de un material aislante térmico que aguante el ataque por el metal fundido con el que se va a usar. El uso de un material aislante térmico reduce la pérdida de calor desde el metal fundido, especialmente cuando el separador se apoya en una pared del molde enfriada o pared divisoria y, por tanto, ayuda a evitar la formación indeseable de estructuras cristalinas presolidificadas en el metal fundido. Preferentemente, el separador está hecho de un material no metálico e, idealmente, o es reactivo, tiene una expansión baja, es resistente al choque térmico, no humectante (para el metal fundido), material cerámico aislante, por ejemplo un material refractario basado en óxido de circonio laminado compuesto denominado RSLE-57[®]. Este material se puede obtener en Zircar Refractory Composites, Inc. of Florida, New York 10921, EE.UU.

Aunque puede ser deseable proteger cada cara principal o interfaz metal-metal de un lingote de la contaminación con óxido proporcionando un separador adyacente a cada pared del molde larga o pared divisoria, de modo que requiera dos separadores en cada cámara de alimentación del molde, generalmente es más habitual proteger solo una o dos de estas caras donde es probable que surjan problemas causados por la presencia de óxido o residuos. De hecho, en algunos casos, solo una parte de una cara principal o interfaz metal-metal puede requerir protección. Por ejemplo, al fundir algunos lingotes, se observa que existe una reducción de la adherencia interfacial solo hacia los extremos longitudinales del lingote y la adherencia en el centro es adecuada. Esto se puede producir porque los extremos longitudinales del lingote tienen más exposición al enfriamiento primario y secundario y, por tanto, se enfrían más rápidamente que el centro del lingote. En consecuencia, en lugar de proporcionar un único separador que se extiende completamente desde un borde más corto del molde al otro, se pueden proporcionar dos separadores cortos distintos, cada uno de los cuales se extiende una distancia corta hacia dentro desde un borde más corto del molde que cubre la región donde se producen problemas de adherencia pero deja un hueco en el separador en el centro del molde. Aunque se puede esperar que el óxido de la superficie sortearía dichos separadores moviéndose alrededor de sus extremos más internos a las posiciones que requieren protección, se ha descubierto que el óxido y los residuos de la superficie tienden a moverse directamente desde la línea central de la piscina de metales a ángulos rectos hacia el lado largo más cercano del molde, por lo que dos separadores cortos distintos proporcionan una protección adecuada contra el movimiento del óxido y los residuos hacia las áreas que requieren protección. Como alternativa, puede haber situaciones donde solo la parte central de una cara del lingote o interfaz metal-metal requiere protección del óxido, de modo que en estos casos se puede usar un separador central corto (que no se extiende a los extremos del molde).

También es el caso de que algunos metales pueden requerir menos protección frente al óxido y los residuos de la superficie que otros, de modo que solo se tiene que proporcionar uno o más separadores a las piscinas de metales que requieran dicha protección. Por ejemplo, las aleaciones de aluminio que contienen 0,5 % en peso o más de magnesio tienen, en particular, necesidad de protección frente al óxido de la superficie.

Los separadores pueden estar apoyados en el molde de cualquier forma conveniente que deje sus extremos inferiores libres para sumergirse en la superficie de metal fundido. No obstante, convenientemente, los separadores pueden estar sostenidos desde las paredes divisorias adyacentes o las paredes del molde. De acuerdo con la

invención, un separador está sostenido en la divisoria como se describe con detalle en la reivindicación 1, donde la divisoria puede estar formada, como en esta realización, por una pared divisoria. Las paredes divisorias en el aparato del tipo anterior tienen una altura fija en el molde durante la fundición y, por tanto, proporcionan un soporte eficaz para los separadores. Deseablemente se debería proporcionar alguna forma de aislamiento térmico o rotura de puente térmico entre los separadores y las paredes divisorias o las paredes del molde porque las paredes pueden estar enfriadas o refrigeradas y, por los motivos proporcionados anteriormente, es indeseable eliminar cantidades significativas de calor desde el metal fundido a través de los separadores. En realizaciones preferidas, el separador se puede proporcionar con al menos dos orificios pasantes y pernos o tornillos alargados se pueden pasar a través de los orificios y usarse para fijar el separador a una pared divisoria o pared del molde. Los pernos o tornillos pueden estar provistos de espaciadores o arandelas aislantes tanto para separar los separadores de las paredes divisorias o paredes del molde mediante una distancia adecuada como para proporcionar una rotura de puente térmico. Preferentemente, la unión se puede producir a través de tornillos que encajan en orificios pasantes mecanizados y roscados en una pared divisoria. Idealmente, el modo de unión de los separadores permite que los separadores se desplacen hacia arriba una determinada distancia desde una posición de operación. Esto evita problemas durante el inicio de las operaciones de moldeo cuando el bloque inferior limita con los extremos inferiores de las paredes divisorias con el fin de formar compartimentos cerrados requeridos para evitar la mezcla del metal hasta que se ha producido un grado de solidificación del metal. Dado que los separadores cuelgan por debajo de las paredes divisorias, deben poder moverse hacia arriba cuando el bloque inferior se eleva a la posición de inicio. Dicho movimiento vertical se puede acomodar pasando los pernos, tornillos etc. usados para fijar los separadores a las paredes divisorias o paredes del molde sin apretar a través de las ranuras alargadas verticalmente en los separadores. Los extremos superiores de las ranuras alargadas proporcionan la posición índice que determina la posición del extremo inferior del separador durante el uso normal, pero el bloque inferior puede empujar los separadores hacia arriba desde estas posiciones cuando sea necesario.

En algunas formas del aparato de moldeo, las paredes divisorias pueden doblarse o cambiar de forma a diferentes tiempos en la operación de moldeo, por ejemplo al proporcionar compensación del hinchado de la parte de atrás durante la fase inicial de la fundición. Si dicha pared divisoria se usa para sostener un separador adyacente, solo se deben usar para el soporte las partes de la pared divisoria que no cambian de forma o posición, de otro modo el separador se puede agrietar o romper a medida que la pared divisoria se mueve. Como alternativa, se puede proporcionar al separador ranuras extendidas horizontalmente para recibir los pernos y tornillos de fijación. Por tanto, las ranuras permiten que un separador adecuadamente flexible siga el cambio de forma de la pared divisoria sin agrietarse ni romperse.

Cuando se usa el aparato de fundición para revestimiento de un lado de una capa de núcleo, se puede usar el aparato de la figura 1 o la figura 2, pero con una de las paredes divisorias elevadas por encima de la posición de operación y los niveles de metales ajustados en caso necesario. Si se desea proteger la cara no revestida del lingote del arrastre de óxido en dicho aparato, se puede proporcionar un separador adyacente a la pared del molde en el lado no revestido del molde. El separador puede estar sostenido de la pared divisoria elevada, de modo que no hay necesidad de contemplar la unión del separador a la propia pared del molde.

Las figuras 3 y 4 de las figures adjuntas muestran dos disposiciones de fundición preferidas donde se usan uno o más separadores. Estas figures muestran solo un lado de un aparato del tipo mostrado en la figura 1 o la figura 2. El otro lado puede ser una imagen especular de la parte ilustrada. De nuevo, se indica que el aparato de fundición de las figuras 1 y 2 es simplemente de ejemplo del aparato de cofundición con el que se pueden usar las realizaciones de ejemplo, y las realizaciones de ejemplo se pueden usar con un aparato de cofundición que usa cofundición simultánea o secuencia, con pares divisorias enfriadas o no enfriadas o un divisor alimentado de forma continua (lámina o tira) que se incorpora en el lingote. No obstante, el tipo de aparato de fundición mostrado en las figuras 1 y 2 es el preferido actualmente para su uso con las realizaciones de ejemplo y se ilustra en las figuras.

En la figura 3, una capa de núcleo 12 se vierte primero y después una capa de revestimiento 11 se vierte sobre una superficie de la capa de núcleo. En esta disposición, el óxido de superficie formado sobre la superficie 34 del metal de núcleo fundido 37 se puede disponer sobre la cara recién formada 38 y después procede a través de la superficie de la capa de revestimiento 11 y sobre la cara exterior del lingote debajo del molde 15. Dado que el óxido tiene este medio de escape, existe una tendencia reducida para que el óxido penetre en la interfaz metal-metal 30, pero es deseable proteger la cara externa del lingote de la presencia del óxido del núcleo. Por tanto, un separador 35 se coloca estrechamente adyacente a la superficie interna 32 de una pared divisoria 19 provista de un canal de enfriamiento 33. Por tanto, se bloquea el movimiento del óxido de metal formado sobre la superficie externa 34 de la piscina de metales del núcleo 37 hacia dentro del separador 35 que puede tener un espesor de, por ejemplo, 50 a 2.000 Angstroms, hacia la región adyacente de la pared divisoria 19 y, por tanto, no puede proceder hacia debajo de la superficie 38 y a través de la superficie de la capa de revestimiento 11. Esto limita la cantidad de óxido presente entre la capa de revestimiento y el molde 15 a medida que se vierte la capa de revestimiento 11.

La figura 4 es una vista en planta del aparato de la figura 3 que muestra que los separadores 35 se proporcionan en cada lado de la piscina 37 de metal para la capa de núcleo 12 y que los separadores se extienden completamente a lo largo del molde de fundición desde un lado corto 43 del mismo al otro 44 y que son paralelos a las paredes divisorias 19 y están separados ligeramente de las paredes divisorias. El metal fundido se alimenta continuamente en los compartimentos a través de conductos de liberación de metales 20-

La figura 5 muestra una disposición (denominada la disposición de “coquilla inversa”) donde la capa de revestimiento 11 se vierte primero y la capa de núcleo 12 se vierte sobre una superficie de la capa de revestimiento 11. En este caso, el óxido formado en el metal 37 de la capa del núcleo no puede escapar a través de la superficie de la capa de revestimiento 11 (que es superior) y, por tanto, se puede disponer por la cara interna recién formada 38 de la capa de núcleo y penetran en la interfaz metal-metal 30. Esto también puede ser cierto para el óxido formado sobre la superficie de la capa de revestimiento 11 que se puede disponer por la cara interna recién formada 40 de la capa de revestimiento. Con el fin de proteger la interfaz metal-metal del arrastre de óxido de este modo, se colocan dos separadores 35A y 35B uno a cada lado de la pared divisoria 19. Estos separadores reducen o elimina el óxido que se dispone sobre la cara recién formada 40 de la capa de revestimiento 11 y la cara recién formada 38 de la capa de núcleo 12 y, por tanto, en la interfaz metal-metal 30. En esta disposición de “coquilla inversa”, el metal para el núcleo 12 puede ser, por ejemplo, aleación de aluminio AA3004 y el metal para las capas de revestimiento 11 puede ser, por ejemplo, aleaciones de aluminio 7072 para producir suministros de alcantarillado.

La figura 6 es una disposición similar a la de la figura 5 excepto porque se ha añadido un separador adicional 35C en la capa de revestimiento adyacente a la pared del molde 15. Esto evita además que el óxido formado sobre la superficie de la capa de revestimiento 11 se disponga sobre la cara externa del lingote entre la capa de revestimiento 11 y el molde 15.

La figura 7 muestra una disposición en la cual no hay revestimiento en el lado derecho del lingote colado (pero se proporciona una capa de revestimiento (no mostrada) en el lado izquierdo). Por esta razón, la pared divisoria 19 se eleva desde su posición de operación normal y se puede mover lateralmente más cerca a la pared lateral del molde 45. Un separador 35 se fija a la pared divisoria elevada 19 y tiene una longitud suficiente para el extremo inferior 47 para que penetre en la superficie externa 46 de la piscina de metales del núcleo 37. Dado que la pared divisoria no se usa, tampoco se enfría. En consecuencia, el separador se puede fijar directamente a la pared divisoria 19 sin proporcionar ningún tipo de espaciador o rotura de puente térmico. El separador 35 protege del arrastre de óxido a la cara externa 49 del lingote 17 a medida que se forma, lo que hace que su superficie sea menos susceptible a agrietarse o romperse. Los lingotes del revestimiento de un solo lado formados de este modo se pueden usar, por ejemplo, para producir láminas de soldadura para tubos intercambiadores de calor. El lado no revestidor de la capa de núcleo forma el interior del intercambiador de calor expuesto al medio de enfriamiento. La aleación AA3003 se puede usar para la capa de núcleo y las aleaciones AA4343 o 4045 se pueden usar para la capa de revestimiento única. Estas aleaciones del núcleo son especialmente propensas al agrietamiento en la superficie expuesta durante la fundición y, por tanto, se benefician de la realización de ejemplo ilustrada.

Las figuras 8, 9 y 10 son vistas que muestran diferentes diseños de separadores. La figura 8 muestra un diseño que es particularmente adecuado para su uso en el lado de revestimiento de una pared divisoria. El separador de longitud completa 35 consiste en dos partes 35' y 35" de igual longitud. Estas dos partes se colocan en contacto adyacente en el centro y unidas rígidamente a una pared divisoria en esta posición, por ejemplo mediante pernos o tornillos que pasan a través de orificios circulares pequeños 50. Los puntos de unión restantes no son rígidos y se pueden conseguir mediante pernos o tornillos que pasan a través de ranuras alargadas horizontalmente 51 que permiten un grado de movimiento horizontal entre el separador y la pared divisoria. Esto acomoda una flexión convexa hacia fuera de la pared divisoria durante la fundición. Las dimensiones entre los puntos de unión esencialmente se alargan en respuesta a la flexión y se evita el daño al separador 35 (tal como fractura o separación).

La figura 9 muestra un separador 35 (mostrado en parte) hecho de varias piezas pequeñas de dos tipos, mostradas como 35''' y 35'''''. La pieza 35''' es una pieza del extremo y la pieza 35'''' es una pieza interna. Se puede formar un separador de cualquier longitud adecuada uniendo dichas piezas junto con una pieza del extremo 35''' en cada extremo del separador. Este diseño es particularmente adecuado para su uso en el lado del núcleo de una pared divisoria. En una versión donde no se requiere descender por debajo del borde inferior de una pared divisoria, las piezas se pueden proporcionar con orificios circulares que son ligeramente más grandes que los diámetros de los cierres (por ejemplo, pernos o tornillos) usados para fijar las piezas a la pared divisoria. Esto permite algún movimiento limitado a medida que la pared divisoria se flexiona durante la fundición. Dado que los separadores laterales del núcleo solo experimentan una flexión cóncava hacia dentro durante la fundición que les coloca bajo compresión, el grado de movimiento permisible no tiene que ser tan grande como para los separadores laterales del revestimiento. En la realización ilustrada de la figura 9, los orificios de unión 53 están en forma de ranuras alargadas verticalmente para permitir un grado de movimiento hacia arriba y hacia abajo. Este diseño se usa cuando el borde inferior del separador se extiende por debajo del borde inferior de la pared divisoria a la que está unido, de modo que requiere retracción durante el procedimiento de inicio.

La figura 10 muestra dos separadores 35X y 35Y unidos por pernos 55. Estos separadores pueden estar colocados sobre lados opuestos de la pared divisoria (no mostrados) y sus bordes inferiores 56 y 57 están colocados a diferentes alturas verticales para coincidir con las diferentes alturas de las superficies de las piscinas de metales en cada lado de la pared divisoria.

La figura 11 es una vista en planta de la disposición de la fundición de la figura 5 excepto que ilustra una realización de ejemplo donde se usan dos pares de separadores cortos 35P y 35Q en cada capa de revestimiento adyacente a las paredes divisorias 19 en lugar de un solo separador continuo que se extiende completamente de un lado corto 43

del molde al otro 44. Estos pares de separadores protegen la interfaz metálica entre las capas 11 y 12 de los efectos adversos de la contaminación por el óxido de la superficie únicamente en los bordes longitudinales del lingote colado, donde la adherencia interfacial es más vulnerable para la realización ilustrada.

5 En el aparato donde el divisor es móvil y se alimenta continuamente en el molde para su incorporación en el lingote colado, un separador colocado adyacente al divisor no se puede sostener o unir al propio divisor. En su lugar, el separador puede estar unido a la pared del molde adyacente a sus extremos longitudinales (lados cortos) o puede estar unido a otros medios de soporte proporcionados en la entrada del molde, por ejemplo una superestructura unida al molde o a otro equipo externo.

10 Los lingotes se han fundido con éxito en aparatos del tipo mostrado en las figuras 3 y 4 usando las combinaciones de aleaciones mencionadas en la descripción de estas figuras. La disposición de la figura 3 dio lingotes que tenían una tendencia reducida al agrietamiento en la superficie externa del lingote y la disposición de la figura 4 dio lingotes que tenían buenas uniones en la interfaz metal-metal 30. Por el contrario, los resultados de ultrasonidos mostraron que cuando el óxido penetraba en la interfaz durante la fundición de acuerdo con otras disposiciones, la interfaz no estaba bien unida (interfaz claramente visible en el resultado de ultrasonidos).

15 Asimismo, cuando los separadores 35 se eliminaron de una disposición de acuerdo con la figura 3. Se observó que el óxido iba, alternativamente, desde una cara y después a la otra del lingote a medida que se vertía.

20

REIVINDICACIONES

1. Aparato para fundir un lingote de metal compuesto, que comprende:

5 un molde anular de extremo abierto que tiene un extremo de alimentación y un extremo de salida, una pared de molde enfriada (14) entre dicho extremo de alimentación y dicho extremo de salida, y un bloque inferior móvil adaptado para encajar dentro del extremo de salida y móvil en una dirección a lo largo del eje del molde anular, donde el extremo de alimentación del molde se divide en al menos dos cámaras de alimentación separadas, siendo cada cámara de alimentación adyacente a al menos otra cámara de alimentación, y donde los pares adyacentes de las cámaras de alimentación están separadas por un divisor (19);
 10 un dispositivo de alimentación para liberar metal (37) a cada cámara de alimentación para formar una piscina de metales fundidos (37) en cada cámara de alimentación durante la fundición, teniendo cada piscina una superficie externa (34, 46) mantenida a una altura vertical predeterminada, y
 15 Un separador de óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') que se extiende en una de dichas cámaras de alimentación anteriores, teniendo dicho separador (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') un extremo inferior colocado durante la fundición en o por debajo de la altura vertical predeterminada de dicha superficie superior (34, 46) de la piscina de metales fundidos (37) de dicha una de dichas cámaras de alimentación, **caracterizado por que**
 20 dicho separador de óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') está sostenido en dicho divisor (19) que separa dichos pares adyacentes de las cámaras de alimentación.

2. El aparato de la reivindicación 1 que tiene uno o más separadores de óxido de superficie adicionales (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') que descienden en dicha una u otra de dichas cámaras de alimentación y teniendo cada uno un extremo inferior colocado en o por debajo de dicha altura vertical predeterminada de dicha piscina de metales (37) en dicha una y otra de dichas cámaras de alimentación.

3. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho separador de óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') está colocado adyacente a dicho divisor (19).

4. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho separador (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') está hecho de un material refractario aislante térmico.

5. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho separador (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') se extiende completamente a través de dicha cámara de alimentación.

6. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho separador (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') se extiende solo parcialmente a través de dicha cámara de alimentación.

7. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho divisor (19) es una pared divisoria enfriada (32).

8. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho divisor es una tira metálica alimentada continuamente en dicho molde durante la fundición e incorporada en el lingote colado.

9. El aparato de la reivindicación 1, donde dicho extremo inferior de dicho separador de óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') está colocado por debajo de la altura vertical predeterminada de dicha superficie superior (34, 46) por una distancia de hasta 8 mm.

10. Un método de fundición de un lingote compuesto que comprende la cofundición de al menos dos capas metálicas (11, 12) de al menos dos piscinas de metales fundidos (37) formados dentro de un molde de un aparato de fundición en coquilla directa, siendo dichos metales (37) de dichas piscinas de metales fundidos (37) susceptibles a la formación de óxido en la superficie, manteniendo una superficie superior (34, 46) de cada piscina de metales (37) a una altura vertical predeterminada en dicho molde durante la fundición y restringiendo el movimiento del óxido de metal formado en dicha superficie superior (34, 46) de al menos uno de dichas piscinas hacia un borde de dicha piscina colocada por encima de una superficie externa (34, 46) o interfaz metal-metal (3) de dicho lingote, **caracterizado por que** el movimiento del óxido de metal formado en dicha superficie superior (34, 46) de al menos uno de dichas piscinas hacia un borde de dicha piscina se restringe usando un separador de óxido de superficie ((35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') sostenido sobre un divisor (19) del aparato en coquilla directa que separan un par de cámaras de alimentación del aparato de fundición en coquilla directa.

11. El método de la reivindicación 10, donde dicho movimiento de dicho óxido de metal está restringido por la colocación de un extremo inferior del separador de óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') en o debajo de dicha superficie superior (34, 46) adyacente a dicho borde de dicha piscina de metales (37).

12. El método de la reivindicación 11, donde dicho movimiento se restringe proporcionando dos separadores del óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') para dicha piscina de metales y

ES 2 563 653 T3

colocando cada separador del óxido de superficie (35, 35A, 35B, 35C, 35P, 35Q, 35X, 35Y, 35', 35", 35"', 35''') adyacente a un borde diferente y opuesto de dicha piscina.

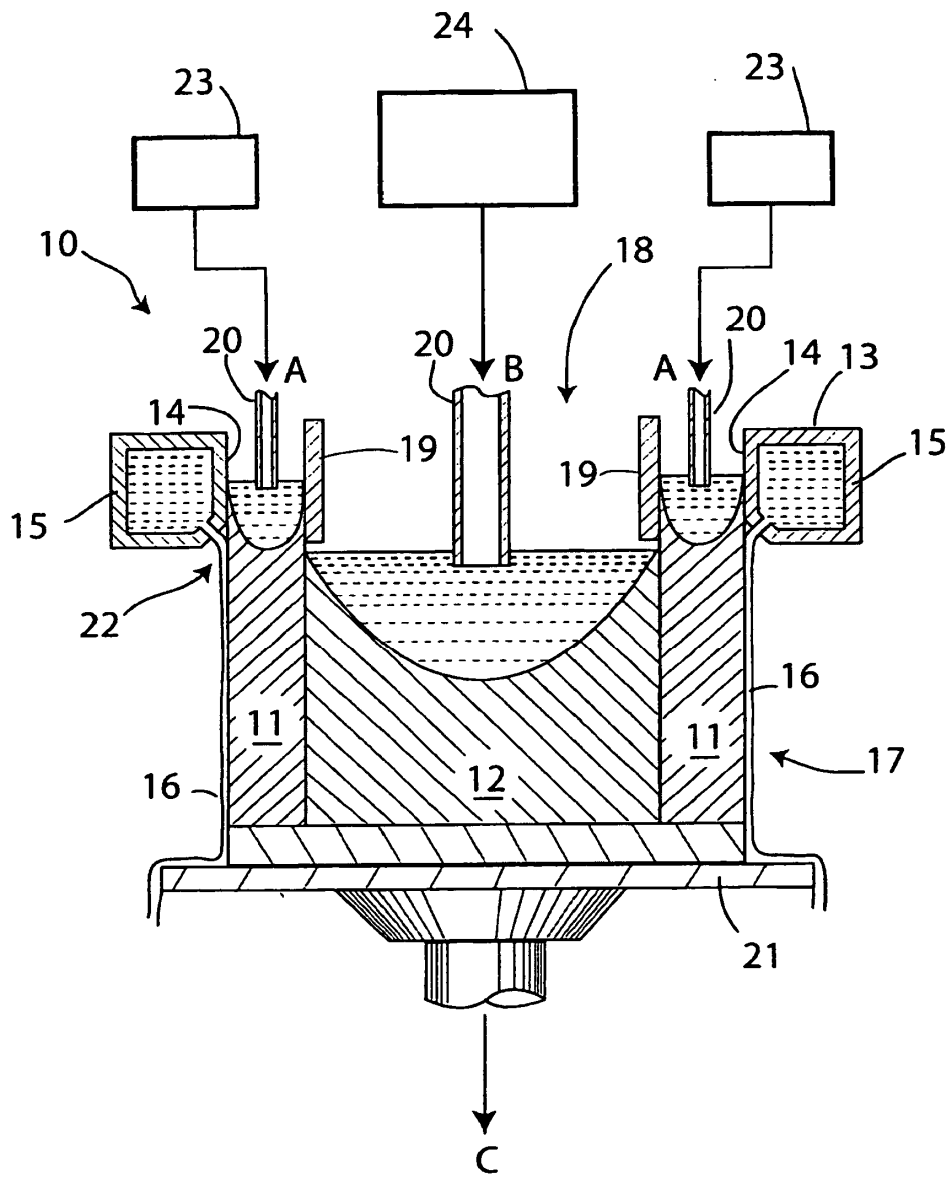


Fig. 1

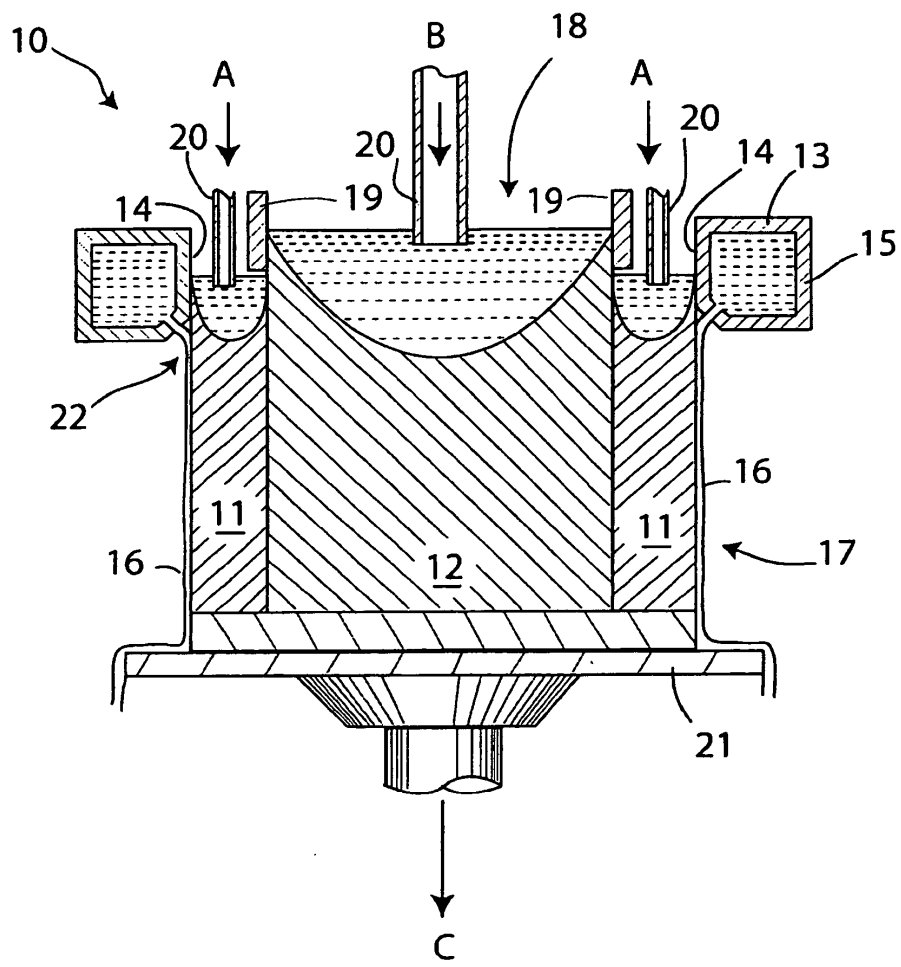


Fig. 2

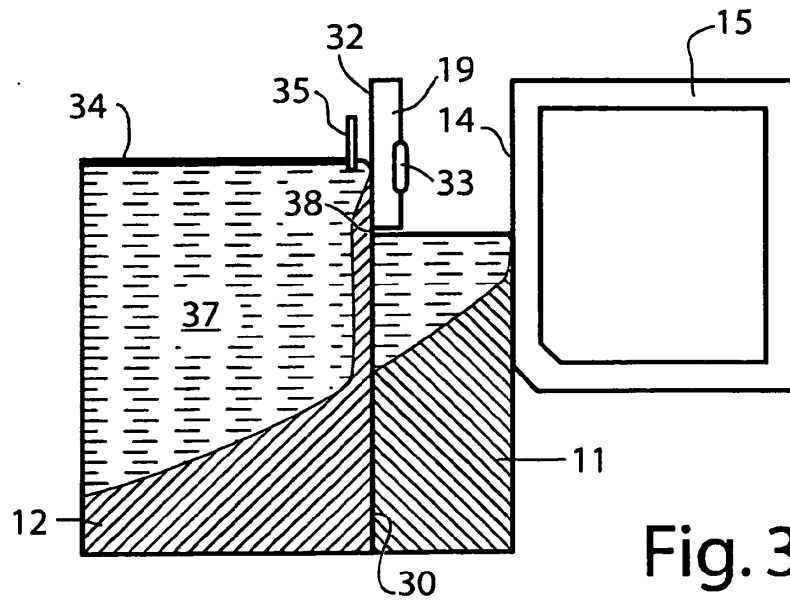


Fig. 3

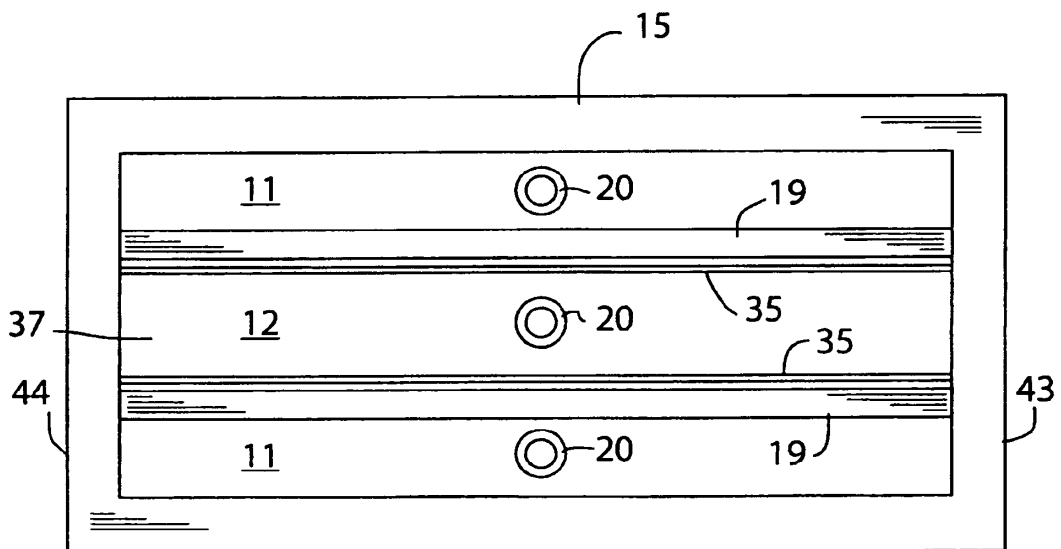


Fig. 4

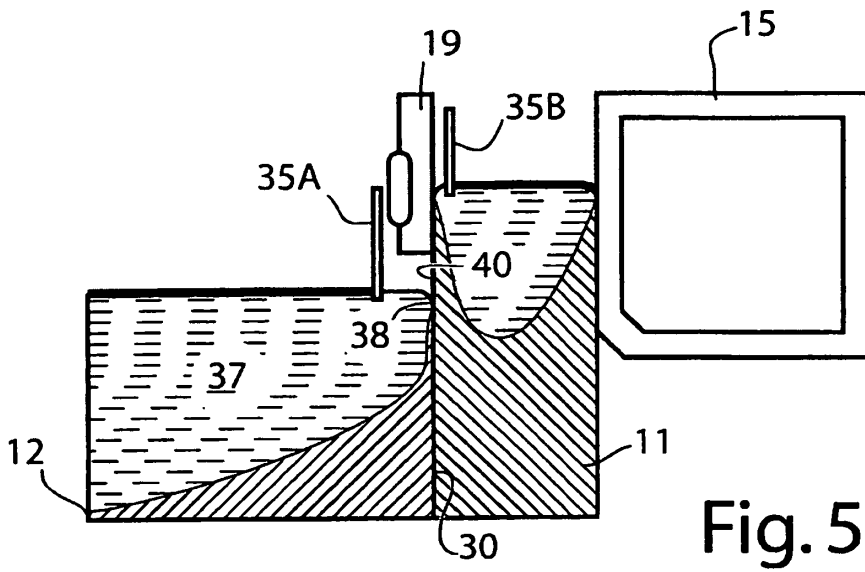


Fig. 5

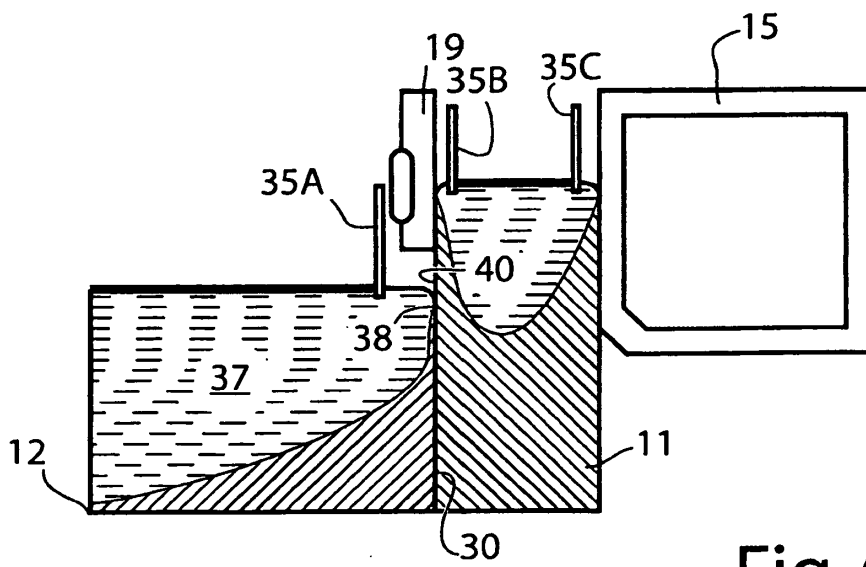


Fig. 6

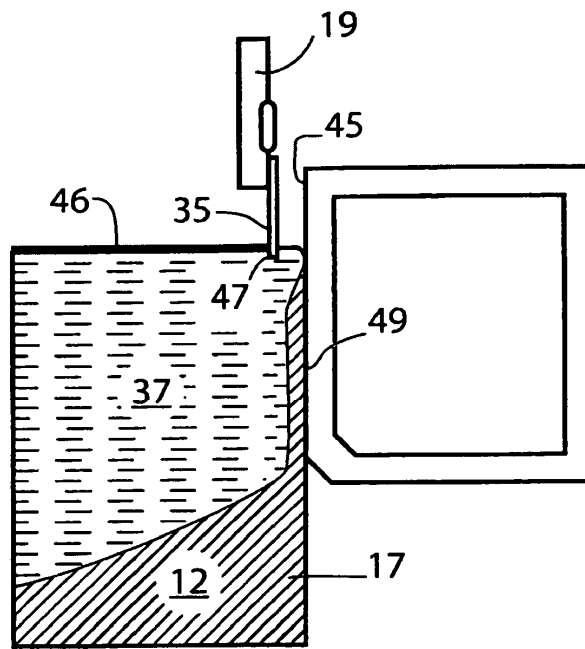


Fig. 7

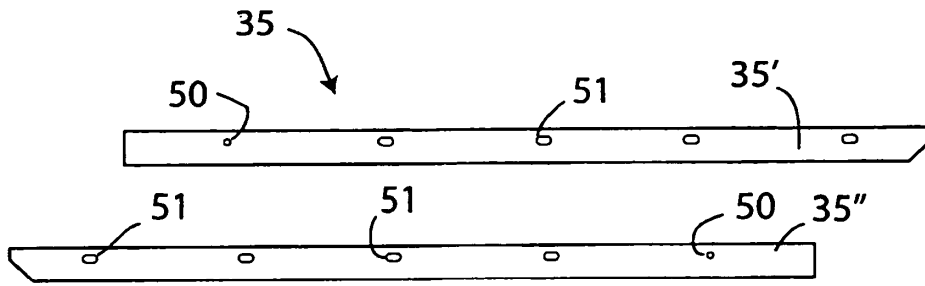


Fig. 8

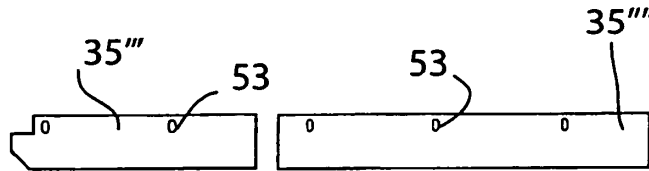


Fig. 9

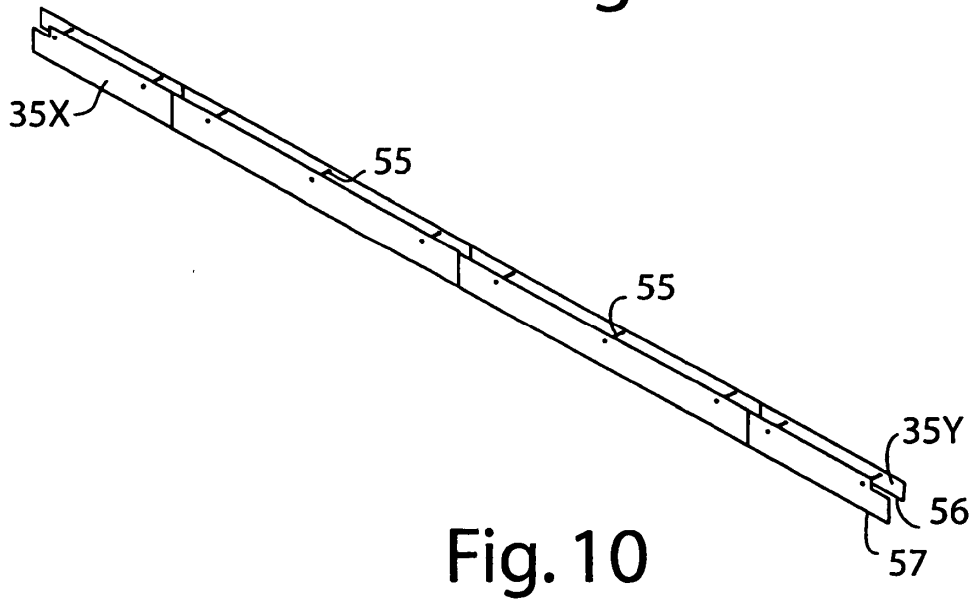


Fig. 10

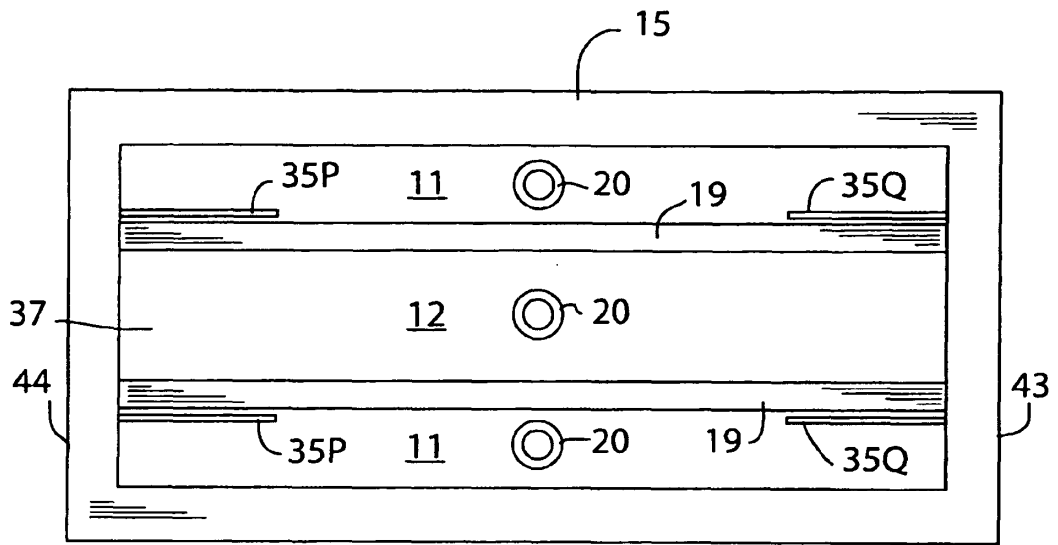


Fig. 11