

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 678**

51 Int. Cl.:

B22D 11/00 (2006.01)

B22D 11/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2012 E 12748724 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2731742**

54 Título: **Proceso de colada semicontinua vertical multialeación**

30 Prioridad:

12.07.2011 FR 1102197

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

23.07.2015

73 Titular/es:

**CONSTELLIUM FRANCE (100.0%)
40-44, rue Washington
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**JARRY, PHILIPPE y
GUY, SERGE**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 541 678 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

Proceso de colada semicontinua vertical multialeación

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de la fabricación de semiproductos como placas de laminación y tochos de extrusión de aleaciones de aluminio por colada semicontinua vertical.

10 Más precisamente, la invención se refiere a un proceso de colada semicontinua vertical de placas o tochos que constan de por lo menos dos aleaciones de aluminio, por coladas simultáneas y con la ayuda de por lo menos un separador.

15 La invención se refiere también al dispositivo que permite la puesta por obra del correspondiente proceso y la fabricación de las correspondientes placas o tochos.

Estado de la técnica

20 El aluminio se utiliza de manera creciente en los sectores de la construcción aeronáutica y automóvil, tanto en lo que se refiere a chapas de fuselaje, largueros y refuerzos de ala, como a chapas de carrocería y a intercambiadores de calor soldados para automóviles por razones de limitación del peso, y también para reflectores ópticos o igualmente chapas de blindaje, moldes para termoplásticos, piezas de forja, piezas para mecanizado.

25 En particular, estas aplicaciones del aluminio, aunque la lista no sea exhaustiva, necesitan que se encuentre un compromiso entre las propiedades a menudo antagonistas, por ejemplo la resistencia mecánica y la aptitud al conformado, o la resistencia mecánica y la resistencia a la corrosión o también la aptitud para el taladrado y para el torneado.

30 Salvo indicación contraria, todas las aleaciones de aluminio mencionadas a continuación cumplen con las denominaciones definidas por la "Aluminum Association" en "Registration Record Series" que publica periódicamente.

35 El uso de aleaciones homogéneas permite cumplir con ciertas exigencias, pero podrían obtenerse mejoras sustanciales si fuera posible controlar por ejemplo una variación de composición entre superficie y matriz de una chapa o entre superficie y matriz de un tocho de extrusión, de forja o de mecanizado, y diferenciar así las propiedades de superficie de las propiedades de la matriz.

40 Para determinadas aplicaciones, existen productos plaqueados realizados por colaminación en caliente de dos placas de aleaciones distintas, como por ejemplo:

- Las chapas de soldadura, principalmente destinadas a la industria de los intercambiadores de calor, en particular para automóviles; entonces el plaqueado es una aleación con un punto de fusión inferior al de la matriz y el metal de aporte garantizará la unión entre las piezas ensambladas durante el proceso de soldadura.

45 - Chapas aeronáuticas para las que el plaqueado, cuya aleación está poco cargada de elementos de aleación, garantiza una protección contra la corrosión a una aleación matriz muy cargada y de muy alta resistencia mecánica.

50 - Lo mismo ocurre en el campo de las chapas para carrocería automóvil para las que el plaqueado, cuya aleación está poco cargada de elementos de aleación, garantiza una buena conformabilidad, especialmente durante las operaciones de embutición, plegado o engaste, a una aleación matriz más cargada de alta resistencia mecánica.

55 - El mismo principio se aplica también para otros productos llamados bicapa entre los cuales cabe destacar los reflectores ópticos, de aleación cualquiera, poco costosa y revestida de una aleación de aluminio de alta pureza, o también los productos bicapa para blindaje en el sector militar.

60 Sin embargo, este proceso de colaminación en caliente no puede aplicarse a todas las familias de aleaciones, sobre todo a las aleaciones que contienen magnesio y/o zinc en cantidad significativa (productos destinados en particular a la automoción, la aeronáutica u otra cosa), debido a la oxidabilidad de superficie de las aleaciones ricas en Mg y/o en Zn. Además, éste suele requerir una doble laminación en caliente, lo que no es favorable ni desde el punto de vista de la productividad, ni desde el punto de vista económico.

65 Por lo tanto, se han propuesto procesos que permitan la colada simultánea de dos capas de aleaciones, también llamada colada bialeación, en colada semicontinua vertical.

La solicitud WO 03/035305 A1, o también la patente US 7 407 713 B2, de la sociedad Alcoa Inc., así como otras solicitudes o patentes de la misma familia, divulgan el uso de un separador en forma de lámina metálica que va devanándose mientras está agarrada por el frente de solidificación y arrastrada por el metal sólido durante el descenso de la placa. Dicho separador permanece en la placa finalmente obtenida. Esta solución presenta la desventaja de una puesta por obra técnicamente incómoda, debido especialmente a la necesidad de precalentamiento de una longitud importante de dicha lámina metálica, a los problemas de volumen ocupado mutuamente con los sistemas de alimentación de metal líquido y sobre todo debido a la introducción, en el metal líquido, de dos superficies oxidadas, por lo cual no se garantiza la unión metalúrgica y los riesgos de delaminación ulteriores no son nada despreciables.

Por su parte, la patente US 4 567 936 de Kaiser Aluminum & Chemical Corporation reivindica una colada bialeación en la que el alma está totalmente encapsulada por la capa de aleación de revestimiento. Esta capa exterior se solidifica previamente y la aleación de alma se cuela en el interior de esta coquilla. En esta configuración, la aleación exterior debe tener un liquidus significativamente más alto que la aleación de alma. Además, la superficie interna de la capa exterior está necesariamente oxidada y en este caso también es difícil garantizar la unión metalúrgica entre ambas capas. Por cierto, la principal reivindicación de la patente consiste en proteger la aleación interior, del tipo Al-Li, del enfriamiento directo por agua.

Las solicitudes US 2005/0011630 A1 y US 2010/0025003 A1, de Novelis Inc, radican en una idea análoga, sin el encapsulado completo del alma en la aleación de revestimiento. Describen un proceso que permite obtener una interfase sana ya que de hecho el separador está constituido por la capa transitoriamente solidificada de la aleación interna. Es conocido por el especialista con el nombre de "Fusion™".

Por lo cual, este proceso se adapta mejor a los pares de aleaciones para los que el liquidus de la aleación exterior es inferior al de la aleación interior. En las otras combinaciones de aleaciones, la obtención de una unión metalúrgica exige un control muy agudo de las fases térmicas transitorias y, en determinados casos, puede ser simplemente imposible.

La solicitud DE 44 20 697 A1 de "Institut für Verformungskunde und Hüttenmaschinen" de Leoben radica en el principio de un separador exógeno que se coloca a proximidad del frente de solidificación. Sin embargo, esta configuración exige que éste se coloque y permanezca a cierta distancia del frente, por pequeña que sea, para evitar su agarre por solidificación. Por lo cual, se instala una convección significativa debajo del separador que induce una mezcla bastante marcada de las dos aleaciones y no permite una verdadera separación.

La solicitud WO 2009/024601 A1 de Aleris Aluminium Koblenz GmbH también reivindica el uso de un separador; éste se introduce en la parte central, a medio espesor de la placa donde se forma de nuevo una zona de mezcla que es difícil controlar de manera reproducible, es decir de manera industrial; además, el proceso queda limitado por lo que los espesores de las dos capas son iguales por construcción. Ahora bien, la mayoría de las aplicaciones industriales al contrario requieren capas de espesores muy desiguales.

Problema planteado

La invención pretende resolver estas dificultades permitiendo la introducción de un separador puesto en contacto directo con el frente de solidificación sin que esté agarrado por el metal que se solidifica ni arrastrado por el sólido; así, se trata de garantizar la estanqueidad entre las dos aleaciones por limitación de la eventual mezcla, por la zona semisólida, incluso si existe una diferencia de nivel de una y otra parte del separador.

Objeto de la invención

La invención tiene por objeto un proceso de colada semicontinua vertical con enfriamiento directo de placas de laminación o tochos de extrusión, en el que se utilizan un separador y dos medios de alimentación de metal líquido, típicamente boquillas o canales, situados de una y otra parte del correspondiente separador, que consta de las siguientes etapas:

- a) Colada de una primera aleación de aluminio en el molde de colada semicontinua vertical con la ayuda de la primera boquilla,
- b) Instalación del correspondiente separador metálico o de material refractario en el molde, puesto en contacto con el frente de solidificación,
- c) Colada de una segunda aleación de aluminio del otro lado del correspondiente separador con la ayuda de la segunda boquilla,
- d) Elevación del correspondiente separador sensiblemente al mismo tiempo que la parada de la colada de las aleaciones o un poco antes de la correspondiente parada, lo que autoriza la mezcla de las aleaciones en la zona final de la colada de la placa o tocho,

e) Extracción de la placa o tocho solidificado del molde de colada semicontinua,

5 caracterizado por lo que se da un movimiento vibratorio al correspondiente separador con la ayuda de un vibrador, por lo menos mientras dure su contacto con el frente de solidificación, de modo que el correspondiente separador no esté agarrado ni arrastrado por el metal sólido.

10 Preferentemente, el correspondiente separador se eleva un poco antes de la parada de la colada, lo que autoriza la mezcla entre las aleaciones en una zona que corresponde al correspondiente final de la colada, y se despunta dicha zona a continuación.

15 Este proceso presenta una ventaja muy particular cuando las correspondientes aleaciones tienen composiciones distintas, lo que autoriza la colada de placas o tochos bialeación. Ventajosamente, la zona de inicio de la colada obtenida antes introducción del separador y colada de la segunda aleación, constituida por una sola primera aleación, se despunta igualmente.

20 El separador puede ser una placa sensiblemente plana cuyo corte en la parte inferior casa con una sección vertical del frente de solidificación y atraviesa el molde de parte a parte para la colada de placas o tochos que presentan capas de distintas aleaciones superpuestas.

25 También puede ser un cuerpo cilíndrico hueco que cumple generalmente, pero no necesariamente, con la simetría geométrica del producto para la colada de tochos compuestos, y también un cuerpo hueco de sección sensiblemente rectangular para la colada de placas calificadas como rellenas interiormente con una aleación distinta de la aleación exterior.

30 En este último caso, la sección sensiblemente rectangular del separador puede tener esquinas redondeadas para casar con una sección horizontal del frente de solidificación de la placa colada, o tener una sección perfectamente rectangular. En este último caso, el correspondiente separador está delimitado en la parte inferior por una superficie plana con ángulos encorvados para casar con la forma del frente de solidificación en las correspondientes esquinas.

35 En lo que se refiere a los materiales, el correspondiente separador puede ser de material metálico del tipo acero o metal refractario como en particular, y de modo no limitativo, el molibdeno o el wolframio.

También puede realizarse con material refractario a base de cerámica o de cerámica reforzada con fibra de vidrio.

40 Por lo que atañe a la vibración del correspondiente separador, ésta es de poca amplitud, típicamente del orden de la centena de μm a frecuencias del orden de la centena de Hz hasta frecuencias ultrasónicas.

45 Dicha vibración se produce mediante un vibrador elegido, de modo no limitativo, dentro del grupo de los vibradores neumáticos, eléctricos o por ultrasonidos. Preferentemente, la frecuencia de vibración es de 100 a 20000 Hz y ventajosamente, la amplitud de vibración es de 100 a 200 μm .

Según un modo particular, la correspondiente primera y segunda aleación son de idéntica composición. En efecto, la solicitante pudo comprobar que la vibración tenía como efecto positivo reducir las mesosegregaciones dendríticas.

50 Por extensión, el proceso puede aplicarse a la colada de más de dos aleaciones, poniendo por obra entonces más de un separador.

55 La invención tiene igualmente por objeto el medio de puesta por obra del correspondiente proceso, a saber un dispositivo de colada semicontinua vertical con enfriamiento directo de placas o tochos, que consta de un molde de colada semicontinua vertical tubular cilíndrico o rectangular, con los extremos abiertos, salvo el extremo inferior cerrado al inicio de la colada por una protuberancia que se desplaza hacia abajo gracias a un descensor durante la colada de la placa o tocho, destinándose el extremo superior a la alimentación de metal, el extremo inferior a la salida de la placa o tocho, el correspondiente extremo superior estando provisto de dos medios de alimentación de metal líquido, típicamente boquillas o canales, y de un separador apto para introducirse en el molde, en el foso de metal líquido en contacto con el frente de solidificación, lo que divide el foso en dos zonas distintas, caracterizado por lo que el correspondiente separador está unido a un vibrador que puede darle un movimiento de vibración típicamente multidireccional, por lo menos mientras dure su contacto con el frente de solidificación, la vibración siendo del tipo de poca amplitud, típicamente del orden de la centena de μm , preferentemente de 100 a 200 μm , a frecuencias del orden de la centena de Hz hasta frecuencias ultrasónicas, y preferentemente de 100 a 20000 Hz.

60 Como se ha dicho anteriormente, el separador puede ser una placa sensiblemente plana o un cuerpo cilíndrico hueco asociado a un molde tubular de sección sensiblemente circular, o también un cuerpo hueco de sección sensiblemente rectangular asociado a un molde tubular de sección sensiblemente rectangular.

65 En este último caso, la sección sensiblemente rectangular del correspondiente separador puede tener esquinas redondeadas.

La correspondiente sección también puede ser perfectamente rectangular y el correspondiente separador está delimitado en la parte inferior por una superficie plana con ángulos encorvados para casar con la forma del frente de solidificación en las correspondientes esquinas.

5 En lo que se refiere a los materiales, el correspondiente separador puede ser de material metálico del tipo acero o metal refractario como en particular, y de modo no limitativo, el molibdeno o el wolframio.

Puede realizarse asimismo con material refractario a base de cerámica o de cerámica reforzada con fibra de vidrio.

10 En lo que se refiere a la vibración, ésta se produce mediante un vibrador elegido dentro del grupo de los vibradores neumáticos, eléctricos o por ultrasonidos.

15 Claro está que, por extensión, el correspondiente dispositivo puede constar de más de un separador, de más de dos medios de alimentación de metal líquido, para la colada de placas o tochos que comprenden más de dos aleaciones de aluminio.

Descripción de las figuras

20 La figura 1 representa en sección la primera fase de colada de la primera aleación 1, en el molde 6 provisto de un realce de material refractario 7, en el "asiento" o "fondo de colada" 8, también llamado protuberancia, el frente de solidificación lleva la referencia 2, el separador 3, en este caso del tipo rectángulo o cilíndrico, está fijado a la base 4 a la que está fijado el vibrador (no representado) unido al montaje 5 por muelles flexibles, el correspondiente montaje se desplaza de arriba hacia abajo gracias a guías 9.

25 La figura 2 representa la segunda fase durante la que el separador 3 se pone en contacto con el frente de solidificación y se inicia la vibración 10.

30 La figura 3 representa la tercera fase durante la que se instala la boquilla de alimentación 11 de la segunda aleación 12 y se cuela la segunda aleación.

La figura 4 corresponde al régimen permanente, la segunda aleación 12 se sitúa en la matriz de la placa o tocho y la primera 1 en la parte baja que ha de despuntarse, mezclada con la segunda aleación, y en la periferia.

35 La figura 5 representa el % de Zn de una sección transversal de la placa bialeación del ejemplo 2 con el exterior de aleación AA5083 y el alma de aleación AA7449 de acuerdo con la distancia d en mm de una cara externa de la placa en la dirección del espesor, obtenido por espectrometría por chispa.

40 La figura 6 representa el % de Zn de una sección transversal de la placa bialeación del ejemplo 2 con exterior de aleación AA6016 y alma de aleación AA7021 de acuerdo con la distancia d en mm de una cara externa de la placa en la dirección del espesor, obtenido por espectrometría por chispa.

Descripción de la invención

45 Para impedir el arrastre del separador por el metal sólido, la invención consiste en dar al separador un movimiento vibratorio de poca amplitud, típicamente de 100 a 200 μm , que, rompiendo las dendritas que se forman al entrar en contacto con él, empuja localmente la coherencia dendrítica hacia fracciones solidificadas más elevadas y garantiza así que el separador no esté arrastrado por el metal sólido. Pueden usarse varios tipos de vibradores: neumáticos, eléctricos, por ultrasonidos, etc., que producen una vibración de una frecuencia típicamente de 100 a 20000 Hz.

50 El separador puede ser un cuerpo cilíndrico hueco, preferentemente delimitado en la parte inferior por un plano horizontal, y cuya sección casa con una sección horizontal del frente de solidificación, de modo que se obtenga una buena estanqueidad. La sección transversal del separador se calcula, para las placas rectangulares, por modelado térmico 3D del frente de solidificación y toma la forma de un rectángulo con esquinas redondeadas según una ley precisa. En caso de querer que la separación de las aleaciones intervenga a una distancia constante de las superficies de la placa, incluso al lado de los cantos, es posible diseñar un separador de sección perfectamente rectangular; entonces éste no está delimitado en la parte inferior por un plano sino por una superficie plana con ángulos encorvados para casar con la forma del frente en las esquinas, que también puede calcularse por modelado térmico 3D del frente. Claro está que para los tochos, la sección del separador es circular. Pueden emplearse varios tipos de separadores: de material refractario no metálico o de material metálico (acero, metales refractarios como en particular el Mo o el W) con, según los casos, un revestimiento protector contra el ataque por el aluminio líquido. Esta configuración permite cumplir, si fuera necesario, con la simetría geométrica y térmica de la placa o del tocho bialeación. Este concepto de placa o tocho "relleno", en el que un alma de una primera aleación está totalmente incluida en una segunda aleación, ofrece además nuevas posibilidades con respecto a los procesos existentes. En efecto, gracias a la presencia de la aleación exterior en los lados de la placa (lo que no es el caso del proceso Fusion™ ni tampoco de los procesos de colaminación), puede considerarse la transformación por laminación de

5 aleaciones matrices muy cargadas de magnesio (más del 5 %, incluso el 7 %), de Zn (hasta el 15 % e incluso más), de Cu (hasta el 5 % e incluso más), de Li (hasta el 2 % e incluso más), de Si (inclusive con proporción hipereutéctica), o de una combinación de estos elementos, a la vez que se evita un fenómeno de agrietamiento a partir de los bordes, que suele encontrarse hoy día durante los intentos de laminación en caliente de ese tipo de multicapa.

10 Estas composiciones conducen a un buen compromiso resistencia mecánica / conformabilidad y además el recubrimiento puede permitir mejorar más particularmente la resistencia a la corrosión y/o la conformabilidad. Esto abre nuevas posibilidades de aplicaciones para el aluminio, en particular para la fabricación de piezas de formas muy complejas, especialmente para la automoción, la aeronáutica, el transporte, la industria mecánica, etc.

15 Es particularmente el caso de la combinación de una aleación de alma de la familia AA7xxx, muy cargada de elementos de aleación endurecedores, especialmente del tipo AA7021, o AA5xxx igualmente muy cargada, y de una aleación de periferia o de plaqueado de la familia AA6xxx, especialmente del tipo AA6016, para una aplicación a chapas de carrocería automóvil.

20 Es el caso igualmente de la combinación de una aleación de alma también de la familia AA7xxx, muy cargada de elementos de aleación endurecedores, especialmente del tipo AA7449, y de una aleación de periferia o de plaqueado de la familia AA5xxx, especialmente del tipo AA5083, para una aplicación a chapas de blindaje.

25 La fabricación de tochos rellenos puede presentar la ventaja adicional de permitir la extrusión muy rápida de aleaciones duras protegidas por una envoltura de aleación menos dura, para poder disolver la aleación dura simplemente con el calor de la extrusión: en efecto, las velocidades de extrusión necesarias son impracticables para las aleaciones duras debido a su mala extruibilidad. Ya que la aleación dura está revestida de una capa de aleación "blanda", el conjunto se hace más fácilmente extruible y a más alta velocidad, lo que autoriza precisamente la disolución de la aleación dura simplemente con el calor de la extrusión. Esta especificidad es particularmente interesante, sobre todo en caso de extrusión inversa.

30 Asimismo, el separador puede estar constituido por una placa plana cortada de modo que case con una sección vertical del frente de solidificación paralela a una de las caras de la placa, o a una de las generatrices en caso de tochos. En tal caso, no se obtiene una placa o un tocho relleno sino productos bicapa, incluso tricapa si se utilizan dos separadores planos, incluso más.

35 En todo caso, puede que el separador no cumpla con la simetría geométrica y térmica de la placa o tocho para obtener espesores de capas diferentes en las distintas caras.

40 En la práctica, la colada la placas o tochos rellenos se inicia con la sola aleación de periferia. El separador se introduce después en el metal líquido, se pone en vibración, baja hasta entrar en contacto con el frente mientras que el canal de alimentación de la aleación de alma baja conjuntamente para alimentar el interior del separador con la aleación de alma. Mientras esté activada la vibración, ésta impide el agarre del separador por el frente. La experiencia destaca que es posible obtener diferencias de niveles entre los dos lados del separador, en una dirección u otra, lo que demuestra una buena estanqueidad. Al final de la colada, el separador se eleva: hay mezcla pues entre las dos aleaciones. Esta zona tiene que despuntarse, salvo que se pretenda obtener voluntariamente una variación de composición en la longitud de la placa o del tocho colado, habiéndose elegido de manera adecuada las aleaciones. Esto es un grado de libertad suplementario que el proceso de colada con separador vibratorio ofrece.

45 En caso de que el separador esté constituido por una "simple" placa plana para la colada de productos bicapa, incluso tricapa si se utilizan dos separadores planos, la colada se inicia con una sola aleación. Luego el separador placa se introduce en el metal líquido, se pone en vibración, baja hasta entrar en contacto con el frente mientras que el canal de alimentación de la otra aleación baja conjuntamente para alimentar el otro lado del separador con la otra aleación. La prosecución de la colada se efectúa como en el caso anterior.

50 Claro está que cualquiera que sea la configuración, tocho o placa relleno, o bicapa simple, además de las aplicaciones del tipo aleación de alta resistencia mecánica / aleación de buena conformabilidad para chapas para carrocería automóvil o bicapa para chapas de blindaje, este proceso también permite colar productos tales como productos bicapa con matriz de aleación cualquiera y plaqueado de aleación de aluminio de alta pureza, especialmente para una aplicación a productos calificados de "gran brillo", o aleación de alma plaqueada con una aleación de revestimiento para aplicaciones a chapas de soldadura, o también bicapa para largueros y refuerzos de ala, no siendo exhaustiva la lista.

55 La invención se puede aplicar igualmente para la realización de lingotes, placas, o tochos, que constan de más de dos capas de aleaciones de aluminio, utilizando entonces más de un separador.

60 La invención se entenderá más detalladamente con la ayuda de los siguientes ejemplos, que por cierto no son limitativos.

65

Ejemplos

Ejemplo 1

5 Este primer ensayo no cumple con la invención ya que el separador, del tipo placa, no atraviesa el molde de parte a parte y que se ha puesto por obra una sola colada de una sola aleación, pero estaba destinado a demostrar la eficacia de la vibración para evitar el arrastre de la placa por el metal solidificado.

10 Se introdujo una placa monobloque, de compuesto refractario / fibras de vidrio, que se puso en vibración en el foso de una colada de placa de laminación de aleación AA1050 con sección transversal de 1100x300 mm.

La placa refractaria tenía 200 mm de ancho. Se introdujo paralelamente a la gran cara de laminación, a 65 mm de la pared del molde.

15 La vibración de la placa de refractario fue realizada por un vibrador neumático del tipo "Netter NTC", como aquellos utilizados para el vaciado de los silos para granos y otras tolvas. Se trata de una vibración multidireccional de poca amplitud.

20 La placa en vibración se puso y se mantuvo en contacto con el frente de solidificación.

Los sondeos con la ayuda de una varilla permitieron asegurarse de la efectividad de este contacto. Se pusieron a prueba diferentes presiones del vibrador neumático (entre 2 bares y 4 bares) de modo que, habida cuenta de las frecuencias propias de vibración del montaje, se obtuviera una amplitud de vibración del orden de 100 a 200 μ m a una frecuencia del orden de 100 Hz.

25 Al final de la colada, después de 400 mm colados con la placa en el frente (ajuste 4 bares), se apagó el aire comprimido y por lo tanto la vibración.

30 Entonces la placa fue agarrada de inmediato por el frente.

Ejemplo 2

En este ensayo, se colaron:

35 - una placa bialeación con periferia de aleación AA5083 y alma de aleación AA7449, típica para una aplicación como chapa de blindaje.

- una placa bialeación con periferia de aleación AA6016 y alma de aleación AA7021, típica para una aplicación en carrocería automóvil.

40 Las dimensiones de la sección transversal total de las placas eran de 1100 x 300 mm.

45 Para estos ensayos, un separador monobloque de compuesto refractario / fibras de vidrio, cuya sección transversal sensiblemente rectangular casaba con el frente de solidificación en un plano horizontal, se fabricó y se usó de modo que se obtuviera una capa de aleación exterior de 75 mm de espesor en la periferia de la placa.

Excepto en las curvaturas de los ángulos, dictadas por la forma del frente de solidificación en dichas zonas, el alma era homotética en la sección total, con dimensiones típicas de 950x150 mm.

50 El espesor del separador era de 12 mm en toda su altura y pasaba progresivamente a 4 mm en el extremo inferior, en una altura de 15 mm.

55 En la práctica, después del inicio con la aleación de periferia, el separador se introdujo en el foso, bajó hasta entrar en contacto con el frente de solidificación a la vez que se puso en vibración en las mismas condiciones que las del ejemplo 1, de modo que no fue arrastrado por el metal sólido.

La vibración se obtuvo gracias al mismo vibrador neumático enroscado en el marco metálico de soporte del separador. Dicho soporte corría por varillas guía verticales y estaba accionado con la ayuda de un sistema de tornillos sin fin.

60 Luego se bajó el canal de alimentación de la aleación de alma y se alimentó la cavidad interna del separador.

65 La estanqueidad, es decir la separación de las aleaciones, fue garantizada, lo que demostró durante las coladas la observación de una diferencia de nivel entre el interior y el exterior del separador, a merced de las pequeñas variaciones de caudal de cada una de las aleaciones. Se observó en rodajas de placas que la estructura granular

era localmente más fina en el lugar del separador, probablemente por la acción mecánica de la vibración en las dendritas.

5 Se realizó una medida por espectrometría por chispa de la proporción de zinc de una sección transversal para los dos tipos de placas de acuerdo con la distancia d en mm de una cara externa de la placa en la dirección del espesor.

Estos perfiles de composición se representan en las figuras 5 y 6 y vienen a confirmar la separación muy efectiva de las aleaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Proceso de colada semicontinua vertical con enfriamiento directo de placas de laminación o tochos de extrusión, en el que se utilizan un separador y dos medios de alimentación de metal líquido, típicamente boquillas o canales, situados de una y otra parte del correspondiente separador, que consta de las siguientes etapas:
 - a) Colada de una primera aleación de aluminio en el molde de colada semicontinua vertical con la ayuda de la primera boquilla,
 - b) Instalación del correspondiente separador metálico o de material refractario en el molde, puesto en contacto con el frente de solidificación,
 - c) Colada de una segunda aleación de aluminio del otro lado del correspondiente separador con la ayuda de la segunda boquilla,
 - d) Elevación del correspondiente separador sensiblemente al mismo tiempo que la parada de la colada de las aleaciones o un poco antes de la correspondiente parada, lo que autoriza la mezcla de las aleaciones en la zona final de la colada de la placa o tocho,
 - e) Extracción de la placa o tocho solidificado del molde de colada semicontinua, caracterizado por lo que se da un movimiento vibratorio al correspondiente separador con la ayuda de un vibrador, por lo menos mientras dure su contacto con el frente de solidificación, de modo que el correspondiente separador no esté agarrado ni arrastrado por el metal sólido.
2. Proceso según la reivindicación 1 caracterizado por lo que el correspondiente separador se eleva un poco antes de la parada de la colada, lo que autoriza la mezcla entre las aleaciones en una zona que corresponde al correspondiente final de la colada, y por lo que se despunta dicha zona a continuación.
3. Proceso según una de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado por lo que las correspondientes aleaciones tienen composiciones distintas.
4. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por lo que la zona de inicio de la colada obtenida antes introducción del separador y colada de la segunda aleación también se despunta.
5. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por lo que el correspondiente separador es una placa sensiblemente plana cuyo corte casa con una sección vertical del frente de solidificación y atraviesa el molde de parte a parte.
6. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por lo que el correspondiente separador es un cuerpo cilíndrico hueco.
7. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por lo que el correspondiente separador es un cuerpo hueco de sección sensiblemente rectangular.
8. Proceso según la reivindicación 7 caracterizado por lo que la sección sensiblemente rectangular tiene esquinas redondeadas para casar con una sección horizontal del frente de solidificación de la placa colada.
9. Proceso según la reivindicación 7 caracterizado por lo que el cuerpo hueco es de sección perfectamente rectangular y está delimitado en la parte inferior por una superficie plana con ángulos encorvados para casar con la forma del frente de solidificación en las correspondientes esquinas.
10. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizado por lo que el correspondiente separador es de material metálico del tipo acero o metal refractario como en particular el molibdeno o el wolframio.
11. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizado por lo que el correspondiente separador es de material refractario a base de cerámica o de cerámica reforzada con fibra de vidrio.
12. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 11 caracterizado por lo que la vibración del correspondiente separador es de poca amplitud, típicamente del orden de la centena de μm a frecuencias del orden de la centena de Hz hasta frecuencias ultrasónicas.
13. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 12 caracterizado por lo que la vibración se produce mediante un vibrador elegido dentro del grupo de los vibradores neumáticos, eléctricos o por ultrasonidos.

14. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 13 caracterizado por lo que la frecuencia de vibración es de 100 a 20000 Hz.
- 5 15. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 14 caracterizado por lo que la amplitud de vibración es de 100 a 200 μm .
16. Proceso según una de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado por lo que la correspondiente primera y segunda aleación son de idéntica composición.
- 10 17. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 16 modificado por lo que se aplica a la colada de más de dos aleaciones, utilizando entonces más de un separador.
- 15 18. Dispositivo de colada semicontinua vertical con enfriamiento directo de placas o tochos, que consta de un molde de colada semicontinua vertical tubular cilíndrico o rectangular, con los extremos abiertos, salvo el extremo inferior cerrado al inicio de la colada por una protuberancia que se desplaza hacia abajo gracias a un descensor durante la colada de la placa o tocho, destinándose el extremo superior a la alimentación de metal, el extremo inferior a la salida de la placa o tocho, el correspondiente extremo superior estando provisto de dos medios de alimentación de metal líquido, típicamente boquillas o canales, y de un separador apto para introducirse en el molde, en el foso de metal líquido en contacto con el frente de solidificación, lo que divide el foso en dos zonas distintas, caracterizado por lo que el correspondiente separador está unido a un vibrador que puede darle un movimiento de vibración típicamente multidireccional, por lo menos mientras dure su contacto con el frente de solidificación, la vibración siendo del tipo de poca amplitud, típicamente del orden de la centena de μm , preferentemente de 100 a 200 μm , a frecuencias del orden de la centena de Hz hasta frecuencias ultrasónicas, y preferentemente de 100 a 20000 Hz.
- 20 19. Dispositivo según la reivindicación 18 caracterizado por lo que el correspondiente separador es una placa sensiblemente plana.
- 25 20. Dispositivo según la reivindicación 18 caracterizado por lo que el correspondiente separador es un cuerpo cilíndrico hueco asociado a un molde tubular de sección sensiblemente circular.
- 30 21. Dispositivo según la reivindicación 19 caracterizado por lo que el correspondiente separador es un cuerpo hueco de sección sensiblemente rectangular asociado a un molde tubular de sección sensiblemente rectangular.
- 35 22. Dispositivo según la reivindicación 20 caracterizado por lo que la sección sensiblemente rectangular del correspondiente separador tiene esquinas redondeadas.
- 40 23. Dispositivo según la reivindicación 21 caracterizado por lo que el correspondiente separador es de sección perfectamente rectangular y está delimitado en la parte inferior por una superficie plana con ángulos encorvados para casar con la forma del frente de solidificación en las correspondientes esquinas.
- 45 24. Dispositivo según una de las reivindicaciones 18 a 23 caracterizado por lo que el correspondiente separador es de material metálico del tipo acero o metal refractario como en particular el molibdeno o el wolframio.
- 50 25. Dispositivo según una de las reivindicaciones 18 a 23 caracterizado por lo que el correspondiente separador es de material refractario a base de cerámica o de cerámica reforzada con fibra de vidrio.
- 55 26. Dispositivo según una de las reivindicaciones 18 a 25 caracterizado por lo que la vibración se produce mediante un vibrador elegido dentro del grupo de los vibradores neumáticos, eléctricos o por ultrasonidos.
27. Dispositivo según una de las reivindicaciones 18 a 26 modificado por lo que consta de más de un separador, de más de dos medios de alimentación de metal líquido, para la colada de placas o tochos que comprenden más de dos aleaciones de aluminio.

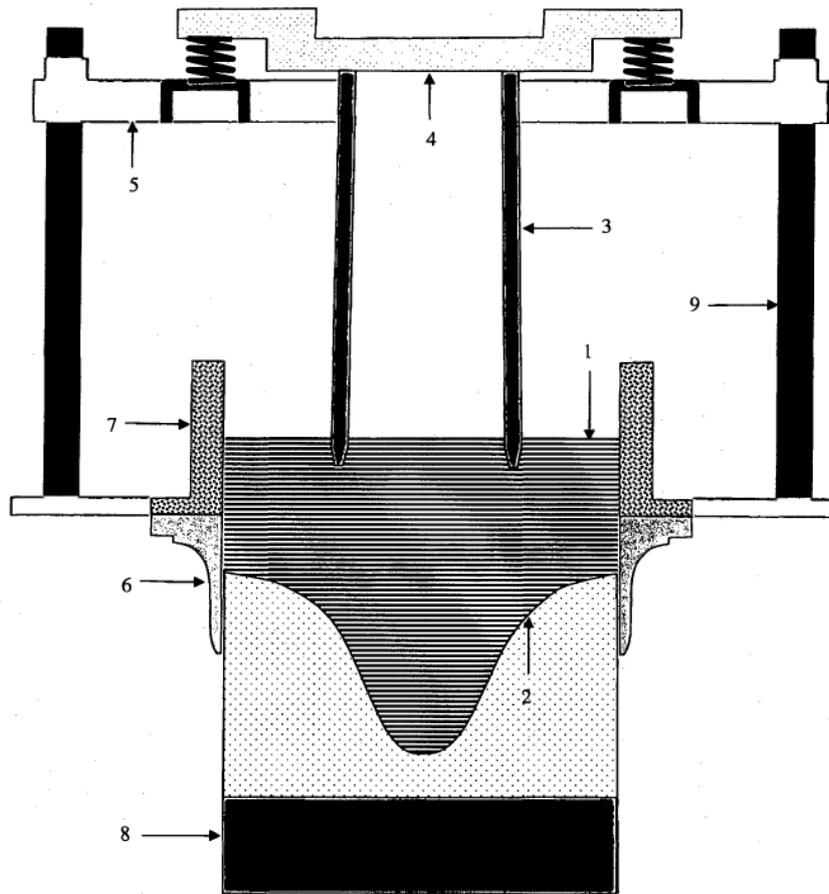


FIG. 1

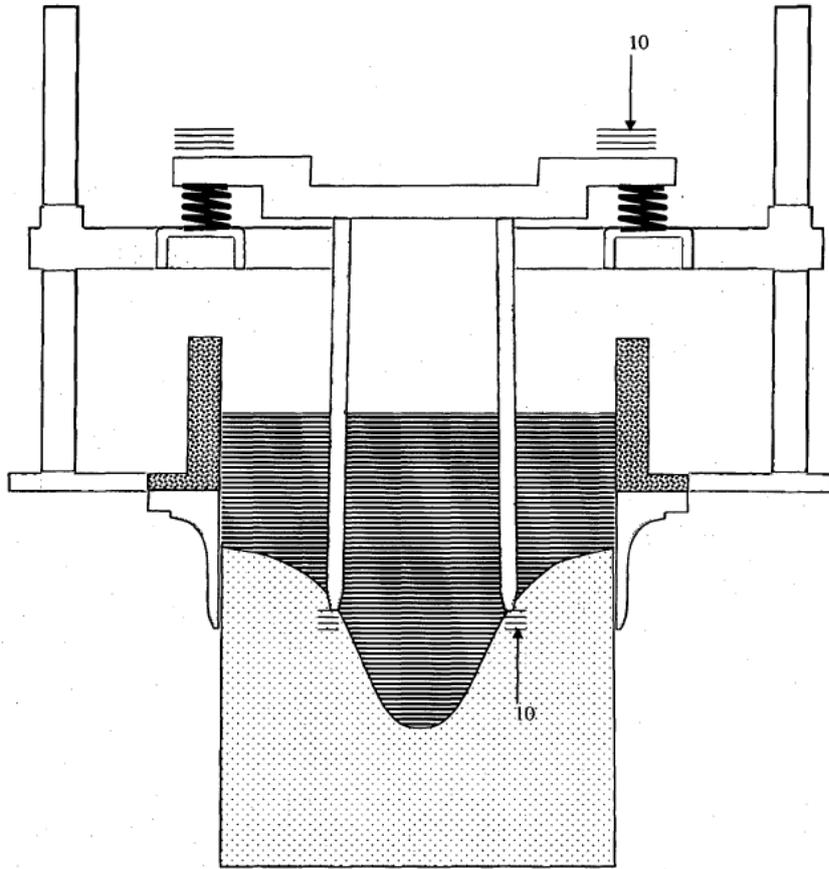


FIG. 2

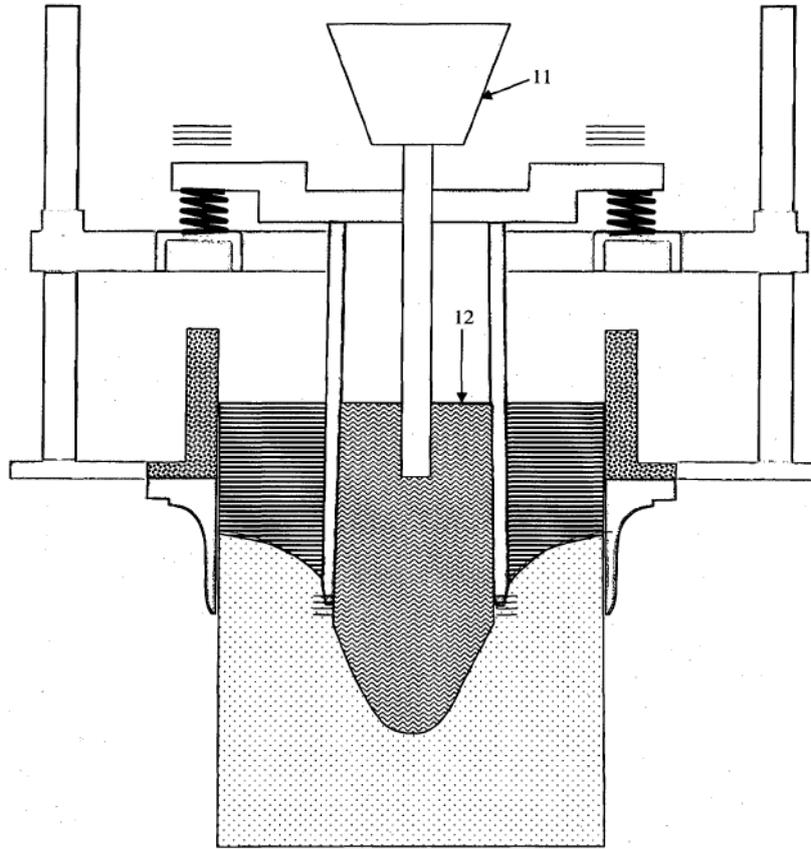


FIG. 3

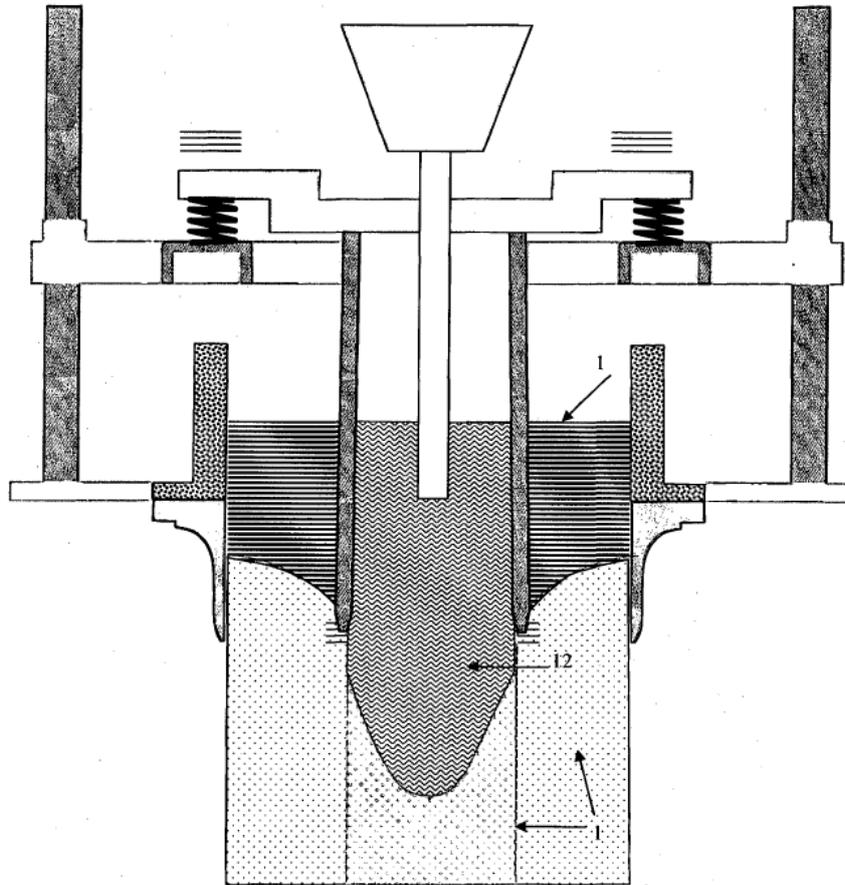


FIG. 4

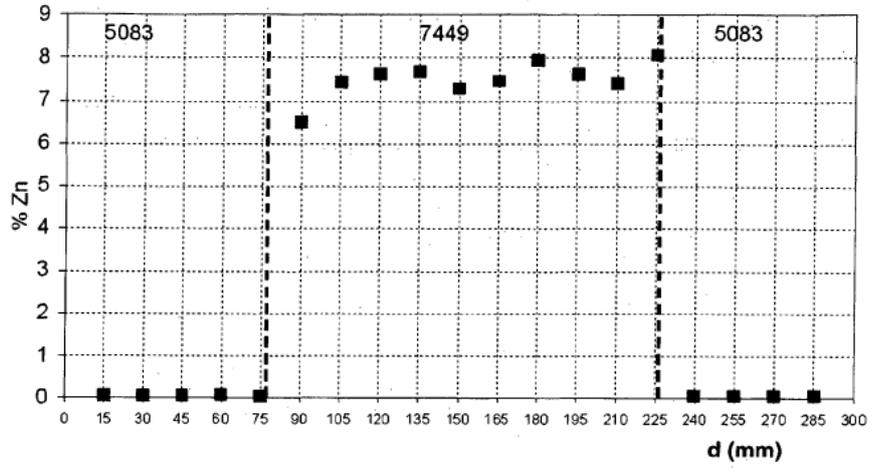


FIG. 5

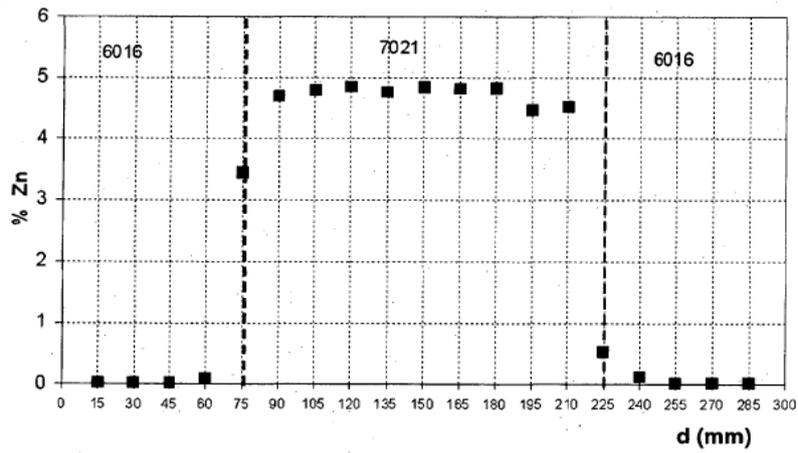


FIG. 6