

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 096**

51 Int. Cl.:

**B21B 1/46** (2006.01)  
**C22F 1/06** (2006.01)  
**B21B 37/74** (2006.01)  
**B22D 21/04** (2006.01)  
**B22D 11/12** (2006.01)  
**B22D 11/00** (2006.01)  
**B21B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2010 E 10723472 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2567760**

54 Título: **Procedimiento de laminación por colada continuo y de alta eficiencia para la formación de una plancha de aleación de magnesio**

30 Prioridad:

**27.04.2010 CN 201010163654**

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

**18.09.2015**

73 Titular/es:

**SHENZHEN SUNXING LIGHT ALLOYS  
MATERIALS CO., LTD (100.0%)  
Building A, Sunxing Plant Hi-Tech, Industrial  
District, Gongming Town, Guanguang Road,  
Baoan  
Shenzhen, Guangdong 518000, CN**

72 Inventor/es:

**CHEN, XUEMIN;  
YE, QINGDONG;  
LI, JIANGUO;  
LIU, CHAOWEN y  
YU, YUEMING**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 546 096 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**

Procedimiento de laminación por colada continuo y de alta eficiencia para la formación de una plancha de aleación de magnesio

5

**[0001]** La presente invención se refiere los campos de la fundición, la deformación y el procesamiento de la forma y especialmente a un procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio (Mg).

10 ANTECEDENTES GENERALES

**[0002]** El Mg y las aleaciones de Mg fundidos tienen unas características muy activas y pueden generar fácilmente una combustión oxidativa. El Mg y las aleaciones de Mg fundidos pueden generar reacciones violentas con prácticamente todos los materiales incombustibles que contienen una aleación de aluminio (Al) e incluso causar violentas explosiones. Por lo tanto es necesario e indispensable aplicar medidas de protección para una producción segura y fiable. Para mayor brevedad, el Mg y las aleaciones de Mg fundidos se denominan masa fundida de Mg.

**[0003]** Los procesos de fabricación convencionales de planchas de aleación de Mg incluyen normalmente la fundición, el control de la temperatura, la laminación por colada, etc. Durante todo el proceso, deben aplicarse rigurosamente medidas de protección. El proceso de fundición emplea un horno de resistencia. El proceso de control de la temperatura emplea un par de hornos de resistencia para implementar el procesado previo de la masa fundida de Mg antes de la laminación por colada. La laminación por colada convencional es propensa a generar roturas y no permite conseguir una laminación por colada continua en absoluto y, debido al lento aumento de la temperatura del horno de resistencia, la eficiencia de producción es muy baja.

25

**[0004]** Por lo tanto, lo que se necesita es un procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio que pueda superar o atenuar las deficiencias descritas anteriormente.

RESUMEN

30

**[0005]** Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio

**[0006]** Una realización ejemplar de la presente invención es un procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio que incluye la provisión de varios hornos de inducción, un horno de resistencia, un rodillo de colada y varios rodillos; la adición de los elementos metálicos a los hornos de inducción, en que los elementos metálicos comprenden lingotes de Mg o aleación de Mg, los elementos metálicos se funden en los hornos de inducción y después se hacen fluir al horno de resistencia; el control de la temperatura de la masa fundida de Mg en el horno de resistencia, en el que hay al menos dos zonas de control de la temperatura comunicadas entre sí y la diferencia de temperaturas es constante; la transferencia de la masa fundida de Mg a la zona de mordida a través de una tubería de transferencia y el moldeo de la masa fundida de Mg para formar la plancha de Mg, en que la temperatura de la masa fundida de Mg en la zona de mordida es de  $690 \pm 10$  °C; la laminación de la plancha de Mg entre los rodillos, en que cada banda de rodillos tiene una temperatura de trabajo de 250-350 °C y la diferencia de temperaturas es  $\pm 10$  °C.

45

**[0007]** Otras nuevas características y ventajas serán más evidentes a partir de la descripción detallada siguiente, tomada en conjunto con los dibujos acompañantes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50

**[0008]** Los componentes en los dibujos no están necesariamente representados a escala, sino que el énfasis se pone en ilustrar claramente los principios de al menos una realización de la presente invención. En los dibujos, los mismos números de referencia designan partes correspondientes en las diferentes vistas y todas las vistas son esquemáticas.

55

La figura 1 es un esquema que muestra un procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente

de planchas de aleación de magnesio.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

5 **[0009]** En referencia a las figuras 1 y 2, un procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención incluye un horno de inducción 11, un horno de resistencia 12, un rodillo de colada 13 y una pluralidad de rodillos 14. El horno de inducción 11 está configurado para fundir un lingote de Mg puesto en dicho horno de inducción 11. La masa fundida de Mg fluye desde el horno de inducción 11 al horno de resistencia 12 a través de una tubería 16. El horno de resistencia 12 define al menos dos zonas de control de la temperatura con válvulas de rebose conectadas entre sí. Las zonas de control de la temperatura tienen una diferencia de temperatura constante y las temperaturas de cada una de las zonas de control de la temperatura se establecen en una secuencia de mayor a menor. La masa fundida de Mg del horno 12 fluye después a una zona de mordida 18 a través de una tubería de transferencia 17 para formar una plancha de aleación de Mg. La masa fundida de Mg tiene una temperatura de aproximadamente 15 690 ± 10 °C. La plancha de aleación de Mg pasa secuencialmente a través de los rodillos 14. Los rodillos 14 y la plancha de aleación de Mg tienen respectivamente una temperatura de aproximadamente 250~350 °C y existe una diferencia de temperatura de aproximadamente ± 10 °C en sentido ascendente a lo largo del eje de los rodillos 14.

**[0010]** En la realización ilustrada, al adoptar el horno de inducción 11, el tiempo de fundición del Mg se reduce ampliamente desde varias horas a no más de una hora, y el tiempo de producción de la plancha de aleación de Mg en el proceso se reduce de manera correspondiente. El horno de inducción 11 es un horno de frecuencia intermedia. Las varias zonas de control de la temperatura mejoran eficazmente la precisión del control de la temperatura en comparación con los hornos de resistencia tradicionales con una sola cavidad. En la realización ilustrada, las planchas de aleación de Mg tienen una continuidad mejorada a la temperatura de moldeo de laminación por colada de 25 690 ± 10 °C. Los rodillos 14 y la plancha de aleación de Mg mantienen respectivamente una temperatura de aproximadamente 250~350 °C y las planchas de aleación de Mg tienen una plasticidad mejorada incorporada con el refinado del grano cristalino de dichas planchas de aleación de Mg.

**[0011]** Para facilitar el embalaje y transporte, las planchas de aleación de Mg producidas por los rodillos 14 se bobinan mediante un bobinador 19.

**[0012]** Dado que la masa fundida de Mg es activa, el horno de inducción 11 y el horno de resistencia 12 contienen un gas protector. El gas protector se distribuye sobre las superficies de la masa fundida de Mg del horno de inducción 11 y el horno de resistencia 12, respectivamente, impidiendo el contacto de la masa fundida de Mg con el oxígeno. El horno de inducción 11 y el horno de resistencia 12 se operan estando cerrados herméticamente. En 35 las entradas del horno de inducción 11 y del horno de resistencia 12, respectivamente, se disponen tapas de horno. Especialmente, la tapa de horno del horno de inducción 11 se abre para poner los lingotes de Mg en su interior cuando la masa fundida de Mg ha salido totalmente del horno de inducción 11 y dicho horno de inducción 11 está vacío, para impedir que la masa fundida de Mg entre en contacto con oxígeno o agua. Además, con el propósito de 40 observar fácilmente las condiciones de la masa fundida de Mg, las tapas de los hornos tienen preferentemente orificios de observación configurados en las mismas. En la realización ilustrada, el gas protector puede ser una mezcla de SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub>.

**[0013]** El horno de resistencia 12 contiene una pluralidad de espaciadores 20, ordenados de mayor a menor 45 altura, que de este modo definen las varias zonas de control de la temperatura. Las zonas de control de la temperatura están comunicadas entre sí a través de espacios por encima de los espaciadores 20. El número de zonas de control de la temperatura puede ser de dos, tres, cuatro, cinco o más. Cuando hay dos zonas de control de la temperatura, el número de espaciadores 20 es uno. Cuando hay tres zonas de control de la temperatura, el número de espaciadores 20 es dos, y así sucesivamente. La descripción siguiente considera tres zonas de control 50 de la temperatura, por ejemplo.

**[0014]** Las zonas de control de la temperatura incluyen una primera zona de control de la temperatura 21, una segunda zona de control de la temperatura 22 y una tercera zona de control de la temperatura 23. La primera zona de control de la temperatura 21 tiene una amplitud de intervalo de temperaturas de 900~800 °C. La segunda zona de control de la temperatura tiene una amplitud de intervalo de temperaturas de 800~700 °C. La tercera zona de control de la temperatura tiene una temperatura establecida de 700 °C. Sin embargo, se establece una gradación de la temperatura de acuerdo con el número de zonas de control de la temperatura. La masa fundida de Mg del horno de inducción 11 fluye a la primera zona de control de la temperatura 21. La masa fundida de Mg, rebosa entonces a la segunda zona de control de la temperatura 22 y después rebosa a la tercera zona de control de la temperatura 23. 55

La temperatura de la masa fundida de Mg se ajusta de 900 °C a 800 °C, después a 700 °C y finalmente a 690 ± 10 °C.

- [0015]** Para conseguir que la temperatura de la masa fundida de Mg se mantenga constante en cada zona de control de la temperatura, cada una de las zonas de control de la temperatura tiene una unidad de resistencia térmica, una unidad de radiación y una unidad de mezclado. La unidad de resistencia térmica está configurada para proporcionar energía térmica a la masa fundida de Mg. La unidad de radiación está configurada para absorber energía térmica de la masa fundida de Mg. La unidad de mezclado está configurada para regular las temperaturas de las zonas de control de la temperatura. La presente invención proporciona también una unidad de detección para detectar las temperaturas de las zonas de control de la temperatura y una unidad de control para controlar la amplitud del intervalo de temperaturas de cada zona de control de la temperatura. La unidad de control es capaz de determinar una compensación de temperaturas en cada zona de control de la temperatura de acuerdo con una señal de temperatura detectada y, entonces, enviar una señal de control a la unidad de resistencia térmica o a la unidad de radiación. Cuando la señal de temperatura detectada corresponde a una temperatura mayor que una temperatura predeterminada, la unidad de resistencia térmica deja de proporcionar energía térmica y la unidad de radiación reduce la temperatura hasta la temperatura predeterminada. Cuando la señal de temperatura detectada corresponde a una temperatura inferior a una temperatura predeterminada, la resistencia térmica proporciona energía térmica a las zonas de control de la temperatura hasta elevar la temperatura real hasta el valor predeterminado. En la realización ilustrada, la pared interior del horno de resistencia 12 está hecha de hierro que puede conducir el calor rápidamente y, por consiguiente, la unidad de radiación usa preferentemente enfriamiento por aire. La unidad de resistencia térmica puede ser una banda calefactora con un tubo cerámico por fuera de la banda calefactora. La unidad de resistencia térmica está dispuesta en parte de las zonas de control de la temperatura con una densidad de distribución adaptada a los volúmenes de las zonas de control de la temperatura y a la eficiencia de la unidad de radiación. En la realización ilustrada, al menos una de las zonas de control de la temperatura contiene la unidad de mezclado para mezclar la masa fundida de Mg, para conseguir la distribución uniforme de los elementos metálicos. Al menos una de las zonas de control de la temperatura controla la altura y la estabilidad de la superficie de la masa fundida de Mg. La masa fundida de Mg se transfiere a la zona de mordida 18 a través de la tubería de transferencia 17.
- [0016]** La masa fundida de Mg se ajusta a la temperatura predeterminada y después se transfiere a la zona de mordida 18 a través la tubería de transferencia 17. La tubería de transferencia se dispone preferentemente adyacente al fondo de la tercera zona de control de la temperatura 23. La tubería de transferencia 17 presenta una válvula que está configurada para permitir o bloquear el paso de la masa fundida de Mg a su través.
- [0017]** Dado que el Mg presenta poca plasticidad, la presente invención proporciona una entrada de agentes de refinado del grano cristalino en la tubería 16, para poder refinar las planchas de Mg. La presente invención emplea Al-Ti-C para el refinado del grano cristalino.
- [0018]** Los rodillos 14 y la plancha de aleación de Mg mantienen respectivamente una temperatura de aproximadamente 250~350 °C y las planchas de aleación de Mg tienen una plasticidad mejorada incorporada con el refinado del grano cristalino de dichas planchas de aleación de Mg. Las temperaturas de los rodillos 14 se ajustan mediante un módulo de temperatura dispuesto adyacente a la zona de laminación. El módulo de temperatura incluye secciones de calentamiento, enfriamiento y detección para ajustar las temperaturas de diferentes posiciones con precisión. El módulo de temperatura tiene los grados de ajuste 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, que pueden determinarse de acuerdo con las especificaciones de las planchas de Mg.
- [0019]** La presente invención incluye la provisión de al menos dos hornos de inducción 11, cada uno de ellos conectado con el horno de resistencia 12 a través de la tubería 16 y la válvula. Al llevar a cabo el proceso de laminación por colada, cada horno de inducción 11 se comunica alternativamente con el horno de resistencia 12. La masa fundida de Mg del horno de inducción 11 en comunicación con el horno de resistencia 12 fluye de este totalmente y entonces este horno de inducción 11 deja de estar comunicado al cerrar la válvula y el otro horno de inducción 11 se comunica con el horno de resistencia 12. Cuando el primer horno de inducción 11 se ha enfriado, se vuelven a poner lingotes de Mg en el mismo. Al adoptar dos hornos de inducción 11 para proporcionar masa fundida de Mg sin interrupción, la masa fundida de Mg puede ser un aporte ininterrumpido. En otras realizaciones alternativas, el número de hornos de inducción 11 puede ser de tres o más.
- [0020]** En comparación con los procedimientos convencionales, el procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio de esta invención emplea hornos de inducción para la fundición de lingotes de Mg y la eficiencia de la fundición se ha mejorado en gran medida y el problema de la

lenta formación de la masa fundida de Mg se ha solucionado. Además, mediante el control gradual de las temperaturas de la masa fundida de Mg para asegurar que la temperatura de la masa fundida de Mg en la zona de mordida sea de  $690 \pm 10$  °C, se mejoran en gran medida la plasticidad y la estabilidad de la masa fundida de Mg. Todas las zonas de control de la temperatura pueden comunicarse entre sí para evitar un posible bloqueo de las tuberías, lo que mejora sustancialmente la fiabilidad. Además, la laminación por colada continua y eficiente puede formar planchas de Mg que satisfacen especificaciones deseadas.

**[0021]** Una realización de la presente invención se describe de la manera siguiente.

10 **[0022]** En cuanto a la estructura, el horno de inducción, la tubería, el horno de resistencia y la tubería de transferencia integrada en el horno de resistencia se hacen trabajar conjuntamente, con un gas protector, para llevar a cabo la fundición, refinado, desespumado, control de la temperatura y transferencia. Con el fin de permitir a los operadores una fácil manipulación, hay orificios translúcidos y orificios de observación dispuestos en las partes superiores y laterales de los hornos de inducción y de resistencia. Además, en estos se instala un controlador de  
15 flujo para controlar la velocidad de flujo del gas protector que entra en los hornos, un detector de presión para detectar la presión del gas protector en los hornos y un controlador de temperatura controlado por silicio para controlar la temperatura dentro de los hornos.

**[0023]** En cuanto al proceso, se añaden refinadores del grano (Al-Ti-C) de acuerdo con el peso y las especificaciones de los lingotes de Mg. Por ejemplo, se añade Al-Ti-C a los lingotes de Mg en una proporción del 8~10 % de los lingotes de Mg. Después de la adición del refinador de grano, las planchas de aleación de Mg tienen un grano cristalino mucho más refinado y una plasticidad mejorada.

**[0024]** En cuanto al proceso, los elementos metálicos, que incluyen lingotes de Mg o aleación de Mg, se someten a una serie de procesos que incluyen la fundición, el refinado, el desespumado y el control de la temperatura. Los hornos de inducción y los hornos de resistencia tienen un gas protector, como SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub>. El gas protector tiene un espesor de 8~15 cm, que puede separar la masa fundida de Mg del oxígeno en los hornos, lo que aumenta en gran medida la seguridad de la fabricación.

30 **[0025]** En cuanto al proceso, el rodillo de colada y los seis rodillos de temperaturas graduales tienen lubricantes dispuestos en sus superficies para evitar una combustión oxidativa de la aleación de Mg. Los lubricantes en las superficies de los rodillos incluyen una suspensión líquida que contiene hidróxido de magnesio (MgOH) al 2~3 %, alquilsulfonato de sodio al 0,3 %, fluoroborato de potasio al 1 % y agua.

35 **[0026]** Las etapas de la presente invención se describen de la manera siguiente.

**[0027]** Etapa 1: adición de los elementos metálicos a los hornos de inducción. Se ponen los lingotes de Mg en los hornos de inducción. Se ponen los elementos de aleación Al, Zn, Mn, Ce, Th, Zr y Ge en los hornos de inducción. Se colocan las tapas de hornos y estos se cierran herméticamente. Se suministra el gas protector a los hornos antes  
40 del calentamiento o antes de que la temperatura de los hornos alcance 620 °C. Se abre la válvula de control del gas protector y dicho gas protector, mezcla de SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub>, se introduce en los hornos de inducción, para así evitar el contacto de la masa fundida de Mg con el oxígeno.

**[0028]** Después, los elementos metálicos se funden y se refinan totalmente y se desescorifican. A  
45 continuación, la masa fundida de Mg se agita para distribuir dicha masa fundida de Mg uniformemente.

**[0029]** Cuando va a usarse uno de los hornos de inducción, se activa el módulo de temperatura conectado al mismo para elevar la temperatura hasta el valor predeterminado, de modo que puede evitarse un bloqueo por condensación. Cuando la temperatura ha alcanzado el valor establecido, se abre la válvula y la masa fundida de Mg  
50 fluye al horno de resistencia a través de la tubería. Los refinadores del grano se añaden a través de la entrada de refinado cuando la válvula está abierta.

**[0030]** Etapa 2: control de la temperatura con precisión en el horno de resistencia. Después de que la masa fundida de Mg ha fluido al horno de resistencia, dicha masa fundida de Mg se almacena en la primera zona de control de la temperatura hasta que la altura de la masa fundida alcanza la altura del espaciador entre la primera zona de control de la temperatura y la segunda zona de control de la temperatura. Después, la masa fundida de Mg rebosa a la segunda zona de control de la temperatura, después rebosa a la tercera zona de control de la temperatura y así sucesivamente. Para hacer que la temperatura de la masa fundida de Mg se mantenga constante en cada zona de control de la temperatura, cada una de dichas zonas de control de la temperatura tiene una unidad

de resistencia térmica, una unidad de radiación y una unidad de mezclado. La unidad de resistencia térmica está configurada para proporcionar energía térmica a la masa fundida de Mg. La unidad de radiación está configurada para absorber energía térmica de la masa fundida de Mg. La unidad de mezclado está configurada para regular las temperaturas de las zonas de control de la temperatura. La presente invención proporciona también una unidad de  
 5 detección para detectar las temperaturas de las zonas de control de la temperatura y una unidad de control para controlar la amplitud del intervalo de temperaturas de cada zona de control de la temperatura. La unidad de control es capaz de determinar una compensación de temperaturas en cada zona de control de la temperatura de acuerdo con una señal de temperatura detectada y, entonces, enviar una señal de control a la unidad de resistencia térmica o a la unidad de radiación. Cuando la señal de temperatura detectada corresponde a una temperatura mayor que una  
 10 temperatura predeterminada, la unidad de resistencia térmica deja de proporcionar energía térmica y la unidad de radiación reduce la temperatura hasta la temperatura predeterminada. Cuando la señal de temperatura detectada corresponde a una temperatura inferior a una temperatura predeterminada, la resistencia térmica proporciona energía térmica a las zonas de control de la temperatura hasta elevar la temperatura real hasta el valor predeterminado.

15

**[0031]** Cuando la zona de control de la temperatura anterior a la tubería de transferencia ha alcanzado la temperatura y volumen establecidos, se activa el módulo de temperatura exterior y la tubería de transferencia y la válvula se controlan para alcanzar la temperatura establecida. A continuación, la masa fundida de Mg se transfiere a través de la tubería de transferencia.

20

**[0032]** En esta etapa, el horno de resistencia está cerrado herméticamente, con gas protector en su interior.

**[0033]** Etapa 3: laminación por colada de las planchas de aleación de aluminio. La masa fundida de Mg se transfiere a la zona de mordida a través de la tubería de transferencia. Para evitar que el rodillo de colada y la masa  
 25 fundida de Mg se vuelvan viscosos y para evitar la combustión oxidativa, se proporcionan lubricantes en las superficies de los rodillos que incluyen una suspensión líquida que contiene hidróxido de magnesio (MgOH) al 2~3 %, alquilsulfonato de sodio al 0,3 %, fluoroborato de potasio al 1 % y agua. Los rodillos superior e inferior giran en direcciones opuestas y el líquido de enfriamiento de los mismos fluye hacia dentro y hacia fuera sin interrupción.

**[0034]** Etapa 4: varios rodillos para la laminación de las planchas de aleación de Mg. Después del rodillo de colada, la masa fundida de Mg pasa a seis rodillos de temperaturas graduales. Los rodillos superior e inferior tienen una temperatura superficial de aproximadamente 250~350 °C y la diferencia de temperaturas es de ± 10 °C. Cada uno de los seis rodillos de temperaturas graduales tiene una distancia vertical entre el rodillo superior y el rodillo inferior que determina el grosor de las planchas de aleación de Mg. Cuando la plancha de aleación de Mg entra en la  
 35 primera banda de rodillos superior e inferior, los rodillos superior e inferior giran en direcciones opuestas y el grosor de la plancha es de 7~8 mm. A continuación, la plancha de aleación de Mg pasa a la segunda banda de rodillos superior e inferior y el espesor pasa a ser de 3~4 mm y después a la tercera, la cuarta y así sucesivamente. Después de la sexta banda de rodillos superior e inferior, el espesor de la plancha de aleación de Mg es de 0,1~0,2 mm.

40

Rodillo	1	2	3	4	5	6
Tasa de compresión del grosor	7-8	3-4	1,5-2	0,7-1	0,3-0,5	0,1-0,2

**[0035]** Sin embargo, ha de entenderse que, aunque en la descripción anterior se han expuesto numerosas características y ventajas de realizaciones ejemplares y preferidas, junto con detalles de las estructuras y funciones de las realizaciones, la descripción solamente es ilustrativa y pueden hacerse cambios en los detalles,  
 45 especialmente en cuestiones de forma, tamaño y disposición de las partes dentro de los principios de la invención en toda la extensión indicada por el amplio significado general de los términos en los que se expresan las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para la laminación por colada (13) continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio que comprende:
- 5 la provisión de varios hornos de inducción (11), un horno de resistencia (12), un rodillo de colada (13) y varios rodillos (14);
- la adición de elementos metálicos a los hornos de inducción (11), en que los elementos metálicos comprenden
- 10 lingotes de Mg (15) o aleación de Mg, los elementos metálicos se funden en los hornos de inducción (11) y después fluyen al horno de resistencia (12);
- el control de la temperatura de la masa fundida de Mg en el horno de resistencia (12), en que hay al menos dos zonas de control de la temperatura comunicadas entre sí y la diferencia de temperaturas es constante;
- 15 la transferencia de la masa fundida de Mg a la zona de mordida (18) a través de una tubería de transferencia (17) y moldeo de la masa fundida de Mg para obtener una plancha de Mg, en que la temperatura de la masa fundida de Mg en la zona de mordida (18) es de  $690 \pm 10$  °C;
- 20 la laminación de la plancha de Mg entre los rodillos (14), en que cada banda de rodillos (14) tiene una temperatura de trabajo de 250~350 °C y la diferencia de temperaturas es de  $\pm 10$  °C.
2. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de magnesio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que la plancha de Mg se bobina después de la laminación.
- 25 3. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que los elementos metálicos se funden en los hornos de inducción (11) y se refinan totalmente, se desescorifican y se después se agitan.
- 30 4. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que los hornos de inducción (11) y los hornos de resistencia contienen un gas protector.
5. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de
- 35 aluminio según se reivindica en la reivindicación 4, en que el gas protector es una mezcla de SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub>.
6. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que el horno de resistencia (12) contiene una pluralidad de espaciadores (19), ordenados de mayor a menor altura, que de este modo definen las varias zonas de control de la
- 40 temperatura, en que las zonas de control de la temperatura están comunicadas entre sí a través de espacios por encima de los espaciadores (19).
7. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 6, en el que cada una de las zonas de control de la temperatura
- 45 comprende una unidad de resistencia térmica, una unidad de radiación y una unidad de mezclado, en que la unidad de resistencia térmica está configurada para proporcionar energía térmica a la masa fundida de Mg, la unidad de radiación está configurada para absorber energía térmica de la masa fundida de Mg, la unidad de mezclado está configurada para regular las temperaturas de las zonas de control de la temperatura, y además comprende una unidad de detección para detectar las temperaturas de las zonas de control de la temperatura y una unidad de
- 50 control para controlar la amplitud del intervalo de temperaturas de cada zona de control de la temperatura, en que la unidad de control es capaz de determinar una compensación de temperaturas en cada zona de control de la temperatura, de acuerdo con una señal de temperatura detectada y, entonces, enviar una señal de control a la unidad de resistencia térmica o a la unidad de radiación, en que cuando la señal de temperatura detectada corresponde a una temperatura mayor que una temperatura predeterminada, la unidad de resistencia térmica deja
- 55 de proporcionar energía térmica y la unidad de radiación reduce la temperatura hasta la temperatura predeterminada, y cuando la señal de temperatura detectada corresponde a una temperatura inferior a una temperatura predeterminada, la resistencia térmica proporciona energía térmica a las zonas de control de la temperatura hasta elevar la temperatura real hasta el valor predeterminado.

8. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 7, en el que las paredes laterales de las zonas de control de la temperatura están hechas de hierro, la unidad de resistencia térmica es una banda calefactora con un tubo cerámico por fuera de la banda calefactora.
- 5
9. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 6, en el que el número de zonas de control de la temperatura es de dos, tres, cuatro o cinco.
- 10 10. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 6, en el que las zonas de control de la temperatura comprenden una primera zona de control de la temperatura (21) de 900~800 °C, una segunda zona de control de la temperatura (22) de 800~700 °C y una tercera zona de control de la temperatura (23) de 700 °C.
- 15 11. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 10, en el que la tubería de transferencia (17) está dispuesta adyacente a la tercera zona de control de la temperatura.
12. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que la tubería de transferencia (17) presenta una válvula que está configurada para permitir o bloquear el paso de la masa fundida de Mg a su través, y en que las temperaturas de los rodillos (14) se ajustan mediante un módulo de temperatura dispuesto adyacente a la zona de laminación.
- 20
- 25 13. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 12, en el que la tubería de transferencia (17) tiene una entrada para refinadores del grano cristalino.
14. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que el módulo de temperatura está dispuesto adyacente a la zona de laminación.
- 30
15. El procedimiento para la laminación por colada continua y eficiente de planchas de aleación de aluminio según se reivindica en la reivindicación 1, en el que el número de hornos de inducción (11) es de dos o más y en que los hornos de inducción (11) se conectan alternativamente al horno de resistencia (12).
- 35



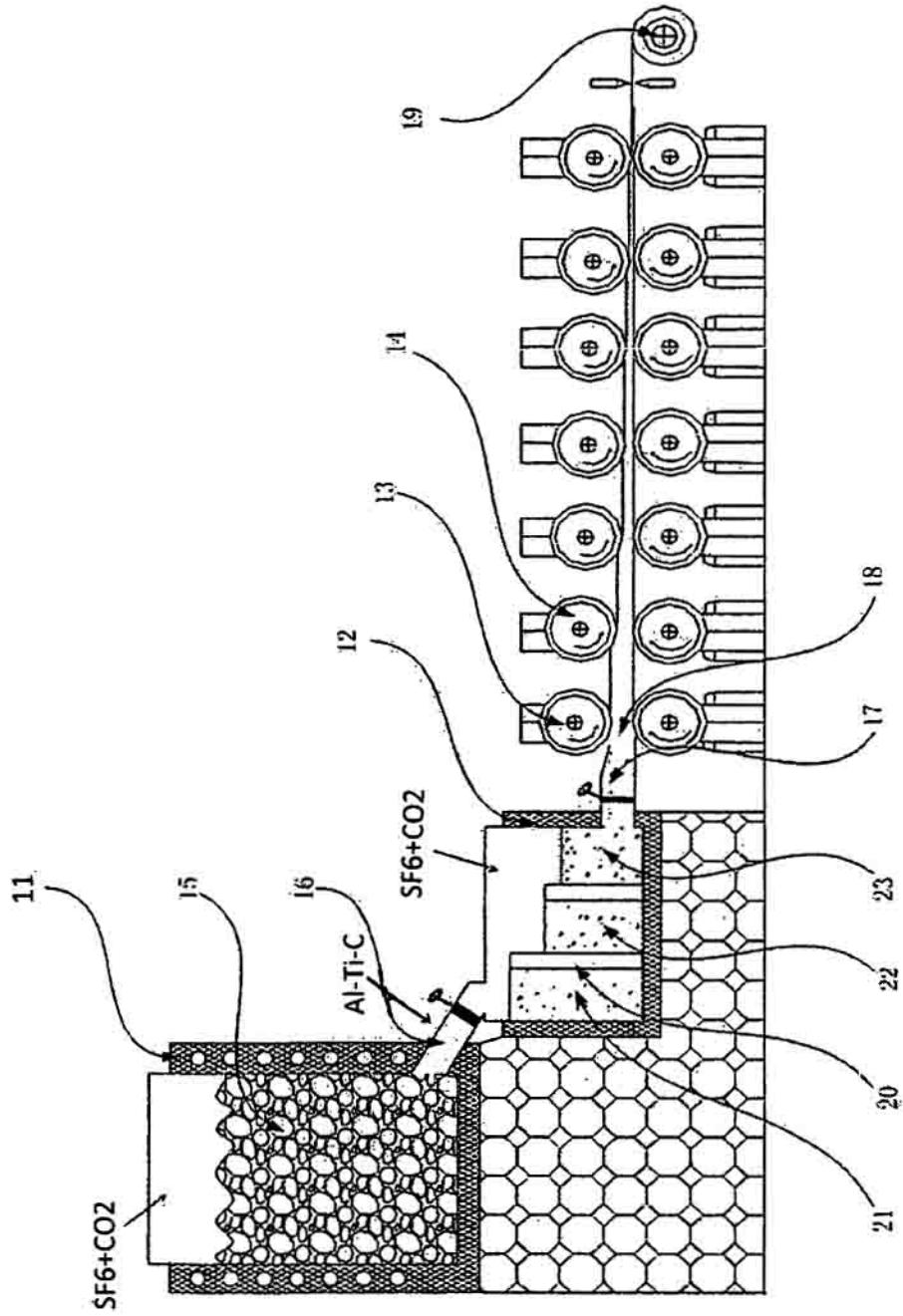


Fig. 1

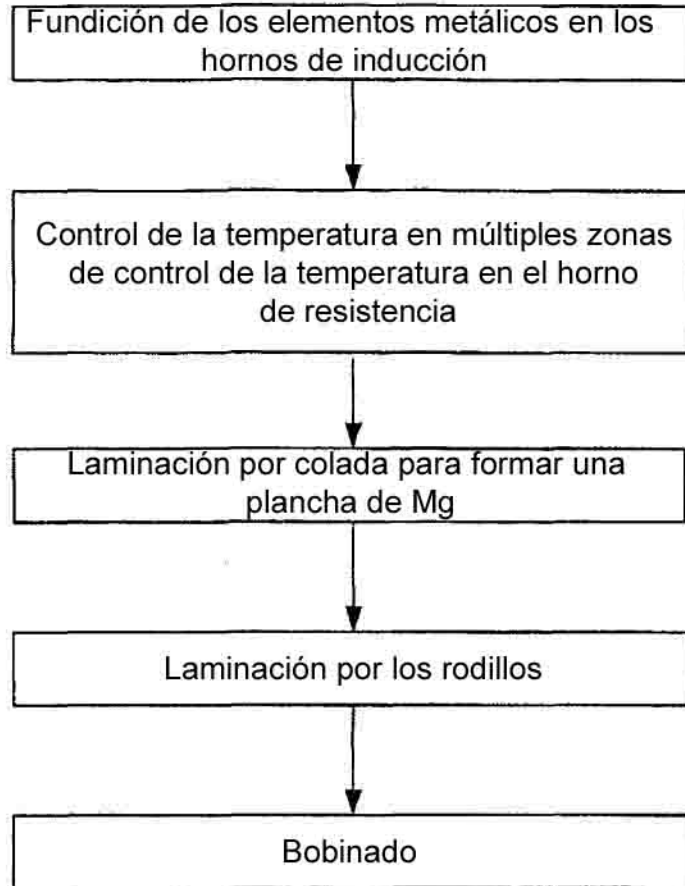


FIG. 2