

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 246**

51 Int. Cl.:

B22D 11/114 (2006.01) **C22C 23/02** (2006.01)
C22F 1/00 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)
C22C 1/02 (2006.01)
C22C 1/04 (2006.01)
C22C 23/00 (2006.01)
C22C 21/00 (2006.01)
C22C 1/10 (2006.01)
C22C 1/03 (2006.01)
C22C 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2011 E 11811507 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2532763**

54 Título: **Aplicación de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de deformación de magnesio y aleaciones de magnesio**

30 Prioridad:

10.06.2011 CN 201110155839

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

17.11.2015

73 Titular/es:

**SHENZHEN SUN XING LIGHT ALLOYS
MATERIALS CO., LTD. (100.0%)
Building A, Sunxing Plant Hi Tech industrial
District Gongming Town Baoan District
Shenzhen, Guangdong 518081, CN**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 551 246 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

Aplicación de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de deformación de magnesio y aleaciones de magnesio

5

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere al uso de aleación intermedia basada en Al en el procesamiento, en especial el uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleación de magnesio.

10

Antecedentes de la invención

[0002] El uso de magnesio y aleaciones de magnesio en la industria empezó en la década de 1930. Puesto que el magnesio y las aleaciones de magnesio son los materiales metálicos estructurales más ligeros hasta el momento, y tienen las ventajas de baja densidad, resistencia específica y rigidez altas, buena absorción de choque por amortiguación, conductividad térmica, y rendimiento de blindaje electromagnético, excelente maquinabilidad, tamaño de piezas estable, fácil recuperación, y similares, el magnesio y las aleaciones de magnesio, en especial aleaciones de magnesio forjadas, tienen un potencial de uso extremadamente grande en los campos del transporte, diseño de materiales estructurales y electrónica. La aleación de magnesio forjado se refiere a la aleación de magnesio que se puede conformar por procedimientos de moldeo plástico tales como extrusión, laminado, forjado y similares. Sin embargo, debido a las limitaciones, por ejemplo, en la preparación de materiales, técnicas de procesamiento, rendimiento de anticorrosión y coste, el uso de aleación de magnesio, en especial aleación de magnesio forjado, está muy por detrás de las aleaciones de acero y aluminio en términos de cantidad de uso, dando lugar a una diferencia enorme entre el potencial de desarrollo y la aplicación práctica del mismo, que nunca ocurre en otros materiales metálicos.

15

20

25

[0003] La diferencia del magnesio con otros metales usados habitualmente tales como el hierro, cobre y aluminio, está en que su aleación presenta estructura cristalina hexagonal compacta, tiene solo 3 sistemas de deslizamiento independientes a temperatura ambiente, es malo en forjado plástico y le afecta significativamente en términos de propiedades mecánicas, los tamaños de los granos. La aleación de magnesio tiene un intervalo relativamente amplio de temperatura de cristalización, conductividad térmica relativamente baja, contracción de volumen relativamente grande, tendencia grave al engrosamiento por crecimiento de granos, y defectos de generación de porosidad por contracción, agrietamiento por calor y similares durante el endurecimiento. Puesto que el tamaño de grano más fino facilita la reducción de la porosidad por contracción, al disminuir el tamaño de la segunda fase y reducir los defectos en el forjado, el afino de los granos de aleación de magnesio puede acortar la distancia de difusión necesaria por la solución sólida de fases de bordes de grano cortas, y a la vez mejora la eficacia del tratamiento térmico. Además, el tamaño de grano más fino contribuye a mejorar el rendimiento de anticorrosión y la maquinabilidad de las aleaciones de magnesio. La aplicación de afinador de grano en el afinado de fundidos de aleaciones de magnesio es un medio importante para mejorar las características integrales y propiedades de conformado de aleaciones de magnesio. El afino del tamaño de grano puede mejorar no solo la resistencia de las aleaciones de magnesio, sino también la plasticidad y tenacidad de las mismas, permitiendo de esta forma el procesamiento plástico a gran escala y la industrialización a bajo coste de materiales de aleación de magnesio.

30

35

40

45

[0004] Se encontró en 1937 que el elemento que tiene un efecto de afino significativo para el tamaño de grano del magnesio puro es el Zr. Estudios han demostrado que el Zr puede inhibir eficazmente el crecimiento de granos de aleaciones de magnesio, para así afinar el tamaño de grano. El Zr se puede usar en Mg puro, aleaciones basadas en Mg-Zn, y aleaciones basadas en Mg-RE, pero no se puede usar en aleaciones basadas en Mg-Al ni aleaciones basadas en Mg-Mn, puesto que tiene una solubilidad muy pequeña en magnesio líquido, es decir, solo se disuelve 0,6% en peso del Zr en magnesio líquido durante la reacción peritética, y precipitará formando compuestos estables con Al y Mg. Las aleaciones basadas en Mg-Al son las aleaciones de magnesio disponibles en el comercio más populares, pero tienen la desventaja de granos de fundido relativamente gruesos, e incluso cristales columnares gruesos y cristales con forma de abanico, dando lugar a dificultades en el procedimiento de forjado de lingotes, tendencia al agrietamiento, tasa de producto acabado baja, malas propiedades mecánicas, y tasa de forjado plástico muy baja, lo que afecta de forma adversa a la producción industrial del mismo. Por lo tanto, debería abordarse primero el problema que existe en el afino de los granos de fundido de la aleación de aluminio con el fin de lograr la producción a gran escala. Los procedimientos para el afino de granos de aleaciones basadas en Mg-Al comprenden principalmente el procedimiento de sobrecalentamiento, procedimiento de adición de elemento de

50

55

tierras raras y procedimiento de inoculación de carbono. El procedimiento de sobrecalentamiento es eficaz en cierta medida; sin embargo, el fundido se oxida gravemente. El procedimiento de adición de elemento de tierras raras tampoco tiene un efecto estable ni ideal. El procedimiento de inoculación de carbono tiene las ventajas de una amplia fuente de materias primas y baja temperatura de operación, y se ha convertido en el método de afino de grano principal para las aleaciones basadas en Mg-Al. Los procedimientos de inoculación de carbono convencionales añaden $MgCO_3$, C_2Cl_6 , o similares a un fundido para formar una gran cantidad de puntos de masa de Al_4C_3 dispersos en el mismo, que son buenos núcleos de cristales heterogéneos para el afino del tamaño de grano de las aleaciones de magnesio. Sin embargo, dichos afinadores rara vez se usan porque su adición a menudo hace que el fundido hierva. En resumen, no se ha encontrado una aleación intermedia de grano de propósito general en la industria de las aleaciones de magnesio, y el espectro de aplicación de diferentes procedimientos de afino de grano depende de las aleaciones o de los componentes de las mismas. Por lo tanto, una de las claves para lograr la industrialización de las aleaciones de magnesio es encontrar un afinador de grano de propósito general capaz de afinar eficazmente granos de fundido cuando solidifican magnesio y aleaciones de magnesio, y un procedimiento para usarlos en la producción continua.

15

Resumen de la invención

[0005] Se proporciona el uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) en el procedimiento de forjado del magnesio y aleaciones de magnesio, con el fin de abordar los problemas mencionados antes que existen en este momento.

[0006] La presente invención adopta la siguiente solución técnica: el uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado del magnesio y aleaciones de magnesio, en donde la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) tiene una composición química de: 0,01 % a 10 % de Zr, 0,01 % a 10 % de Ti, 0,01 % a 0,3 % de C, y el resto Al, basado en el porcentaje en peso; el procedimiento de forjado es moldeo plástico; y el uso es afinar los granos de magnesio o aleaciones de magnesio.

[0007] Preferiblemente, la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) tiene una composición química de: 0,1 % a 10 % de Zr, 0,1 % a 10 % de Ti, 0,01 % a 0,3 % de C, y el resto Al, basado en el porcentaje en peso. Más preferiblemente, la composición química es: 1 % a 5 % de Zr, 1 % a 5 % de Ti, 0,1 % a 0,3 % de C, y el resto Al.

[0008] Preferiblemente, el contenido de impurezas presentes en la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) son: Fe como máximo 0,5 %, Si como máximo 0,3 %, Cu como máximo 0,2 %, Cr como máximo 0,2 %, y otros elementos individuales de impurezas como máximo 0,2 % basado en el porcentaje en peso.

[0009] Preferiblemente, el moldeo plástico se lleva a cabo por extrusión, laminado, forjado o la combinación de los mismos. Cuando el moldeo plástico se lleva a cabo por laminación, preferiblemente se usa el fundido y laminado para formar materiales en placa o alambre. El procedimiento de fundido y laminado comprende llevar a cabo de forma secuencial y continua las etapas de fusión, ajuste de la temperatura y fundido y laminado de magnesio o aleaciones de magnesio. Más preferiblemente, la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) se añade al fundido de magnesio o aleaciones de magnesio después de la etapa de ajuste de la temperatura y antes de la etapa de fundido y laminado. Todavía más preferiblemente, la etapa de ajuste de la temperatura usa un horno de resistencia, la etapa de fundido y laminado usa un cilindro laminador, el horno de resistencia está provisto de una salida de líquido en el extremo inferior de la pared lateral, los cilindros laminadores están provistos de una zona de engrane, una tubería de suministro de fundido está conectada entre la salida de líquido y la zona de engrane, y la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono se añade al fundido de magnesio o aleación de magnesio por la entrada del afinador de grano. Lo más preferiblemente, la entrada de afinador de grano está provista de un agitador que dispersa uniformemente la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el fundido de magnesio o aleación de magnesio por agitación. Además preferiblemente, el espacio por encima del fundido de magnesio o aleación de magnesio en la entrada de afinador de grano se llena con un gas protector, que es una mezcla de SF_6 y CO_2 .

[0010] Más preferiblemente, la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono es un alambre que tiene un diámetro de 9 a 10 mm.

[0011] La presente invención tiene los siguientes efectos técnicos: proporcionar una aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) y el uso de la misma en el procedimiento de forjado plástico de magnesio o aleaciones de magnesio como afinador de grano, que tiene las ventajas de gran capacidad de

nucleación y buen efecto de afino de grano; y proporcionar además un procedimiento para usar la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el fundido y laminado de magnesio y aleaciones de magnesio, que puede lograr producción continua y a gran escala de materiales de magnesio y aleación de magnesio forjados.

5 Breve descripción del dibujo

[0012] La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra el uso de la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en la producción de fundido y laminado continuo de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con una realización de la presente invención.

10

Descripción detallada

[0013] La presente invención se puede explicar además claramente mediante ejemplos específicos de la invención dados a continuación que, sin embargo, no se pretende que limiten el alcance de la presente invención.

15

Ejemplo 1

[0014] Aluminio comercialmente puro, trozos de circonio, esponja de titanio y polvo de grafito se recogieron en una relación en peso de 94,85 % de Al, 3 % de Zr, 2 % de Ti y 0,15 % de C. El polvo de grafito tenía un tamaño medio de partícula de 0,27 mm a 0,83 mm. El polvo de grafito se empapó en solución acuosa de KF 2 g/l a 65 ± 3 °C durante 24 h, se filtró para separar la solución, se secó a 120 ± 5 °C durante 20 horas y después se enfrió a temperatura ambiente para usar. Se añadieron lingotes de aluminio a un horno de inducción, se fundieron y se calentaron a una temperatura de 770 ± 10 °C, y se añadieron secuencialmente los trozos de circonio, la esponja de titanio y el grafito empapado, y se disolvieron completamente con agitación. La mezcla resultante se mantuvo a la temperatura, se agitó continua y mecánicamente para ser homogeneizada, y después se procesó por fundido y laminado en alambres enrollados de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono, que tenían un diámetro de 9,5 mm.

Ejemplo 2

[0015] Aluminio comercialmente puro, trozos de circonio, trozos de titanio y polvo de grafito se pesaron en una relación en peso de 83,8 % de Al, 9,7 % de Zr, 6,2 % de Ti y 0,3 % de C. El polvo de grafito tenía un tamaño medio de partícula de 0,27 mm a 0,83 mm. El polvo de grafito se empapó en solución acuosa de KF 4 g/l a 95 ± 3 °C durante 48 h, se filtró para separar la solución, se secó a 160 ± 5 °C durante 20 horas y después se enfrió a temperatura ambiente para usar. Se añadieron lingotes de aluminio a un horno de inducción, se fundieron y se calentaron a una temperatura de 720 ± 10 °C, y se añadieron secuencialmente los trozos de circonio, los trozos de titanio y el grafito empapado, y se disolvieron completamente con agitación. La mezcla resultante se mantuvo a la temperatura, se agitó continua y mecánicamente para ser homogeneizada, y después se procesó por fundido y laminado en alambres enrollados de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono, que tenían un diámetro de 9,5 mm.

40

Ejemplo 3

[0016] Aluminio comercialmente puro, trozos de circonio, trozos de titanio y polvo de grafito se pesaron en una relación en peso de 99,57 % de Al, 0,1 % de Zr, 0,3 % de Zr y 0,03 % de C. El polvo de grafito tenía un tamaño medio de partícula de 0,27 mm a 0,55 mm. El polvo de grafito se empapó en solución acuosa mixta de K_2TiF_6 1,2 g/l y KF 0,5 g/l a 87 ± 3 °C durante 36 h, se filtró para separar la solución, se secó a 110 ± 5 °C durante 20 horas y después se enfrió a temperatura ambiente para usar. Se añadió aluminio a un horno de inducción, se fundió y se calentó a una temperatura de 810 ± 10 °C, a la que se añadieron secuencialmente los trozos de circonio, los trozos de titanio y el grafito empapado, y se disolvieron completamente con agitación. La mezcla resultante se mantuvo a la temperatura, se agitó continua y mecánicamente para ser homogeneizada, y después se procesó por fundido y laminado en alambres enrollados de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono, que tenían un diámetro de 9,5 mm.

Ejemplo 4

55

[0017] Se fundió magnesio puro en un horno de inducción bajo la protección de una mezcla gaseosa de SF_6 y CO_2 , y se calentó a una temperatura de 710°C, y se le añadió respectivamente 1% de aleación intermedia de Al-Zr-Ti-C preparada de acuerdo con los ejemplos 1-3, para realizar el afino de grano. La mezcla resultante se mantuvo a la temperatura con agitación mecánica durante 30 minutos, y se moldeó directamente en lingotes para proporcionar

3 grupos de muestras de aleación de magnesio sometidas a afino de grano.

[0018] El tamaño de grano de las muestras se evaluó bajo el estándar GB/T 6394-2002 para el intervalo circular definido por un radio de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ desde el centro de las muestras. Se definieron dos campos visuales en cada uno de los cuatro cuadrantes en el intervalo circular, es decir, 8 en total, y el tamaño de grano se calculó por el método del valor discriminante.

[0019] El magnesio puro sin afino de grano presentó granos columnares que tenían una anchura de $300\ \mu\text{m}$ – $2000\ \mu\text{m}$ y en estado de dispersión. Los 3 grupos de aleaciones de magnesio sometidos a afino de grano presentaron granos equiaxiales con una anchura de $50\ \mu\text{m}$ ~ $200\ \mu\text{m}$.

[0020] Los resultados de los ensayos muestran que las aleaciones intermedias de Al-Zr-Ti-C de acuerdo con la presente invención tienen efecto muy bueno en el afino de granos de magnesio puro.

15 Ejemplo 5

[0021] Se hace referencia a la figura 1 que muestra el uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono (Al-Zr-Ti-C) como afinador de grano en el procesamiento de placas de magnesio o aleación de magnesio. La temperatura del líquido de magnesio o líquido de aleación de magnesio fundido se ajusta en un horno de resistencia 1, de modo que la temperatura de los líquidos es uniforme y alcanza el valor requerido para el fundido y laminado. En el horno de resistencia 1, se pueden disponer múltiples etapas, por ejemplo 3 etapas, de ajuste de la temperatura, estando separadas las etapas individuales por placas de hierro de una a otra, derramándose los líquidos sobre las placas de hierro a una etapa inferior. Una salida de líquidos 11 está dispuesta en el extremo inferior de una pared lateral del horno de resistencia 1, y está conectada con una tubería de suministro de fundido 3, que tiene una válvula 31 cerca de la salida de líquido 11. Una entrada de afinador de grano 32 está dispuesta en la pared superior de en medio de la tubería de suministro de fundido 3, y está provista de un agitador 321 en la misma. La parte frontal de la tubería de suministro de fundido es plana y de abertura decreciente 33, que se extiende a la zona de engrane 6 de los cilindros laminadores 71 y 72. Un par de cilindros laminadores 81 y 82 o múltiples pares de cilindros laminadores, si es necesario, pueden estar dispuestos después de los cilindros laminadores 71 y 72. La temperatura del líquido de magnesio o aleación de magnesio 2 sometido a ajuste de temperatura se controla a $700 \pm 10\ \text{°C}$. Cuando empiezan el fundido y laminado, la válvula 31 se abre, el líquido de magnesio o aleación de magnesio 2 fluye a la tubería de suministro de fundido 3 y después entra en la entrada de afinador de grano 32 bajo la presión del fundido. El alambre de aleación intermedia de Al-Zr-Ti-C 4 preparado de acuerdo con cualquiera de los ejemplos anteriores, se desenrolla y se inserta en el fundido que entra en la entrada del afinador de grano 32 como el afinador de grano, y se disuelve continua y uniformemente en el fundido de magnesio o aleación de magnesio para formar una gran cantidad de puntos de masa dispersos de ZrC y Al_4C_3 que actúan como núcleos de cristales. La mezcla se agita mediante el agitador 321 para proporcionar un líquido fundido 5 que tiene núcleos de cristales uniformemente dispersos en el mismo. La forma en la que se añade el afinador de grano en el procedimiento de fundido y laminado de magnesio o aleaciones de magnesio, evita la disminución de la capacidad de nucleación producida por la precipitación y atenuación de los núcleos de cristales cuando se añade el afinador de grano de Al-Zr-Ti-C en la etapa de ajuste de la temperatura o etapa de fundido previo, mejorando así sustancialmente el rendimiento de afino de grano de la aleación intermedia de Al-Zr-Ti-C. Puesto que el líquido de magnesio tiene una tendencia extremada a oxidarse cuando se encuentra con oxígeno, se carga una mezcla gaseosa de 8-15 cm de espesor de SF_6 y CO_2 , en el espacio superior del fundido en la entrada del afinador de grano 32 como gas protector 322. El gas protector 322 se puede introducir desde agujeros finos y densos dispuestos en el extremo inferior de la pared lateral del serpentín colocado sobre el fundido en la entrada de afinador de grano 32. El líquido de fundido 5 entra en la zona de engrane 6 de los cilindros laminadores 71 y 72 por el puerto decreciente 33 para ser fundido y laminado. La temperatura del líquido fundido 5 se controla a $690 \pm 10\ \text{°C}$, y la temperatura del cilindro laminador 71 y 72 se controla entre 250 y $350\ \text{°C}$, con una diferencia de temperatura axial como máximo de $10\ \text{°C}$. El líquido de fundido 5 es fundido y laminado en placas en bruto de magnesio o aleaciones de magnesio, en las que los granos son afinados durante el fundido y laminado para potenciar las propiedades integrales de la aleación de magnesio y mejorar el rendimiento de moldeo y maquinabilidad del mismo. Las placas en bruto se someten a uno o más pares secuenciales de cilindros laminadores para obtener placas de magnesio o aleación de magnesio 9 que tienen el tamaño deseado, en las que los granos del magnesio o aleaciones de magnesio están más afinados.

55

REIVINDICACIONES

1. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio, **caracterizado porque** la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono tiene una composición química de: 0,01 % a 10 % de Zr, 0,01 % a 10 % de Ti, 0,01 % a 0,3 % de C, y el resto Al, basado en el porcentaje en peso; el procedimiento de forjado es moldeo plástico; y el uso es afinar los granos de magnesio o aleaciones de magnesio.
2. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los contenidos de impurezas presentes en la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono son: Fe como máximo 0,5 %, Si como máximo 0,3 %, Cu como máximo 0,2 %, Cr como máximo 0,2 %, y otros elementos individuales de impurezas como máximo 0,2 %, basado en el porcentaje en peso.
3. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el moldeo plástico se lleva a cabo por extrusión, laminado, forjado o la combinación de los mismos.
4. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el moldeo plástico se lleva a cabo por laminado que comprende el fundido y laminado para formar materiales en placa o alambre.
5. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el procedimiento de fundido y laminado comprende llevar a cabo secuencial y continuamente las etapas de fusión, ajuste de temperatura y fundido y laminado de magnesio y aleaciones de magnesio.
6. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono se añade al fundido de magnesio o aleaciones de magnesio después de la etapa de ajuste de la temperatura y antes de la etapa de fundido y laminado.
7. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etapa de ajuste de la temperatura usa un horno de resistencia, la etapa de fundido y laminado usa cilindro laminador, el horno de resistencia está provisto de una salida de líquido en el extremo inferior de la pared lateral, los cilindros laminadores están provistos de una zona de engrane, una tubería de suministro de fundido está conectada entre la salida de líquido y la zona de engrane, y la aleación intermedia de Al-Zr-Ti-C se añade al fundido de magnesio o aleación de magnesio por la entrada del afinador de grano.
8. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la entrada de afinador de grano está provista de un agitador mediante el cual la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono se dispersa uniformemente en el fundido de magnesio o aleación de magnesio con agitación.
9. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que la aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono es un alambre que tiene un diámetro de 9 a 10 mm.
10. El uso de aleación intermedia de aluminio-circonio-titanio-carbono en el procedimiento de forjado de magnesio y aleaciones de magnesio de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que el espacio sobre el fundido de magnesio o aleación de magnesio en la entrada del afinador de grano se carga con gas protector, el cual es una mezcla gaseosa de SF₆ y CO₂.

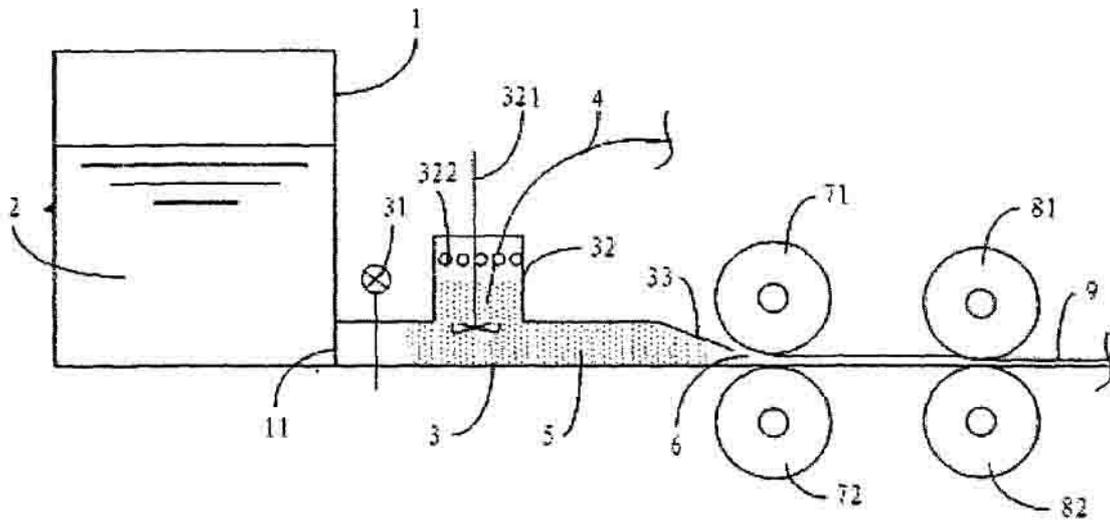


Figura 1