

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 168**

51 Int. Cl.:

C22C 21/02 (2006.01)

C22F 1/043 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2016** E 16382663 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019** EP 3342890

54 Título: **Aleación de aluminio para fundición**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2020

73 Titular/es:

BEFESA ALUMINIO, S.L. (100.0%)
Carretera Luchana Asúa nº 13
48950 Erandio, Bizkaia, ES

72 Inventor/es:

VICARIO GÓMEZ, IBAN;
SÁENZ DE TEJADA PICORNELL, FRANCISCO;
MONTERO GARCÍA, JESSICA;
CABALLERO OGUIZA, PATRICIA y
OBREGÓN JUBETO, ALEJANDRO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 753 168 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

Aleación de aluminio para fundición

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 El campo de la invención se refiere a aleaciones de aluminio para fundición. Específicamente, la presente invención se refiere a una aleación hipoeutéctica de aluminio secundaria útil para producir piezas inyectadas a alta presión, componentes que tienen que cumplir altas de resistencias al desgaste en condiciones de fundición en bruto a temperatura ambiente

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

- 10 Las aleaciones de fundición de aluminio no han sido habitualmente adecuadas en aplicaciones abrasivas, en las cuales, deben presentar alta dureza, entre otras propiedades.

- 15 En relación con el sector de automoción, en el cual se consume la mayoría de las piezas fundidas de aluminio, algunas piezas bien conocidas deben de cumplir requisitos de abrasión, entre otras, cilindros de pistones, discos de freno y cajas de dirección. Los discos de freno y los cilindros de pistón deben de soportar no sólo resistencia a la abrasión sino también resistencia térmica a la fatiga, y si se utiliza aluminio en vez de acero, las aleaciones híper eutécticas se han aplicado habitualmente para producir los componentes de automoción por moldeo por gravedad (GC). Las aleaciones híper eutécticas presentan granos de silicio primarios que normalmente son modificados con fósforo y tratamientos térmicos T5 para resistir a la abrasión. El níquel es el elemento aleante más importante, también con el cobre y cinc en disolución, para mantener las propiedades mecánicas a altas temperaturas.

- 20 Para aplicaciones a temperatura ambiente (por ejemplo, en las cajas de dirección) las aleaciones híper eutécticas no son tan adecuadas. Estas aleaciones no cumplen la dureza requerida (durezas por encima de 80 HB según la norma EN-AC 4300 para aleaciones de aluminio). El níquel es innecesario y el fósforo es tan volátil que se requiere de técnicos expertos para fundir la aleación, la cual debe ser mantenida a una temperatura por encima de 750°C. Sólo una alta dureza y una alta resistencia son las propiedades objetivo, que abren la puerta a componentes producidos por fundición inyectada a alta presión (HPDC) con aluminio hipo eutéctico.

- 25 El proceso de fundición inyectada a alta presión HPDC ha sido extensamente empleado en nuevas aplicaciones en los últimos veinte años, debido a su bajo coste para series largas, alta reproducibilidad y fiabilidad, y es por lo tanto, el preferido mayoritariamente en comparación con el moldeo por gravedad (CG).

- 30 Desafortunadamente, un valor de dureza típico tiende hacia valores de alrededor 65-70HB en estado bruto de colada, lo que sigue siendo inferior del valor requerido de 80 HB. Por lo tanto, cuando se producen por ejemplo cajas de dirección, un casquillo / cilindro de acero es situado en la superficie interna de la caja para alojar los pistones. Tanto el eje como la caja son producidos normalmente por HPDC con la aleación $AlSi_9Cu_3$ en estado bruto de fundición, e incluso la adición de una nueva operación en el proceso (colocación de la camisa en el molde) es compensado cuando se compara con el alto coste que supone la producción mediante moldeo por gravedad CG con aleaciones híper eutécticas y con un tratamiento térmico T5.

- 35 Otras nuevas aleaciones han sido desarrolladas posteriormente para eliminar los tratamientos térmicos, como aquellas pertenecientes a las familias de $AlZn$, las cuales después de un proceso de envejecimiento natural durante una semana, alcanzan valores de dureza cercanos a 120HB. Desafortunadamente, la principal desventaja de estas aleaciones es que los requisitos de calidad solo son logrados con aleaciones de fusión primarias. Aleaciones de primera fusión con una proporción Fe/Mn de en torno a $\frac{1}{2}$ que disminuyen la tendencia al pegado de la aleación al molde y que a su vez reducen todo lo posible el efecto negativo de los compuestos intermetálicos de tipo Al_5FeSi sobre los valores de alargamiento. Una aleación de primera fusión implica principalmente un contenido en hierro inferior a 0,15% en peso, un contenido en cobre inferior a 0,03% en peso y un contenido en cinc inferior al 0,1% en peso, pudiéndose obtener estos contenidos únicamente si el aluminio se produce directamente mediante procesos electrolíticos a partir de alúmina en bruto. Todo el aluminio refinado producido a partir de chatarras, escorias y virutas procedentes de operaciones posteriores a la propia fundición está limitado a aplicaciones mecánicas de baja responsabilidad, lo que es una gran limitación para la sostenibilidad de la industria y del sector de reciclaje del aluminio.

- 50 Por desgracia, el tratamiento térmico, que es útil principalmente para la familia de las aleaciones de aluminio $AlSiMg$ y $AlCuTi$ implica un incremento de los costes y una instalación adicional de tratamiento térmico, además del horno de mantenimiento y la máquina de inyección ya existentes. Es bastante probable que la fabricación de piezas fundidas complejas se vea dificultada por la aparición de deformaciones y tensiones en las zonas con paredes finas. También se pueden formar ampollas sobre la superficie de las piezas si el metal fundido no ha llenado correctamente el molde o no se ha usado el sistema de vacío de un modo adecuado, lo que requiere de técnicos expertos.

Más recientemente se han desarrollado otras aleaciones de la familia de AlMg con el fin de eliminar los tratamientos térmicos, pero siempre con una característica común, es decir manteniendo porcentajes muy bajos de elementos que actúan como impurezas, tales como el hierro, cobre y cinc, entre otros, que solo se puede conseguir con las aleaciones primarias.

5 El documento WO 2006/0066314 describe una aleación de aluminio que contiene silicio, cobre, magnesio, manganeso, hierro, cinc, níquel, plomo, estaño y titanio. El documento WO 2006/0066314 menciona las propiedades mecánicas obtenidas por las aleaciones, pero no existe ningún cometario en cuanto a la dureza de estas aleaciones.

10 El documento de patente DE 19524564 describe una aleación de aluminio-silicio para la fundición de culatas. Pequeñas variaciones en la composición de las aleaciones provocan un cambio sobre las diferentes propiedades de las aleaciones. Añadiendo elementos de aleación minoritarios o variando la concentración de los elementos de aleación, se pueden obtener propiedades no esperadas. En este documento no se citan las propiedades mecánicas obtenidas por la aleación desarrollada ni menciona el proceso de fundición a alta presión (HPDC). Este documento describe una aleación del 5-11% y del 8-11% de Silicio y entre el 0,8-2% de cobre en peso.

15 Dependiendo del proceso de producción empleado para la fabricación de una pieza, las propiedades mecánicas obtenidas pueden cambiar totalmente, como se observa en la norma DIN 1706, donde las propiedades mecánicas para moldeo en arena, coquilla, fundición a presión (HPDC) y a la cera perdida varían.

El anexo A de la norma EN AC 43000 describe las propiedades mecánicas de las aleaciones fundidas a presión (Tabla A.1 – Propiedades mecánicas de las aleaciones para fundición inyectada).

20 El documento EP 1978120 A1 describe una aleación aluminio-silicio para componentes de motor. En el documento no hay referencias al proceso de fundición inyectada a alta presión (HPDC). Este documento describe aleaciones con valores de alargamiento muy bajos en las muestras obtenidas en estado bruto de colada a temperatura ambiente (<0,7%). Todos los ejemplos descritos en el documento tienen valores de Si con una composición eutéctica o híper eutéctica, muy por encima del 9% en peso. El documento también describe una aleación con el silicio entre del 5-25% y con el carbono entre el 0,0007-0,1% en peso.

25 Las aleaciones de aluminio secundarias descritas en el estado del arte tienen limitados valores del alargamiento debido a la presencia de agujas perjudiciales beta de Al₅FeSi. El estado del arte describe diferentes maneras de eliminar la formación de la fase β-Al₅FeSi: adicionando suficiente manganeso y, en aleaciones sin manganeso empleando grandes velocidades de enfriado. Otra manera de evitar este problema se basa en el desarrollo de aleaciones primarias con muy pequeños porcentajes de hierro, como las aleaciones Aural™ con un porcentaje en peso del hierro menor del 0,22% y del 0,03% del cobre. También se han descrito aleaciones con mayores alargamientos con porcentajes en hierro en peso menores del 0,2% y otras con porcentajes máximos de silicio en peso del 0,15% para obtener aleaciones de alto alargamiento.

30 El documento US 5573606 describe la adición de magnesio y limitando el contenido de hierro a un porcentaje menor del 0,6% en peso.

35 El documento EP 2771493 A2 describe una aleación de fundición AlSiMgCu. Este documento describe un porcentaje en peso del cobre del 0.5-2% y el uso de tratamientos térmicos. El documento describe que un aumento en el contenido de Cu puede aumentar la resistencia debido a la mayor cantidad de precipitados Θ'-Al₂Cu y Q' pero reduciendo la ductilidad. En este documento se busca optimizar la composición, los tratamientos térmicos de solubilización y envejecimiento para minimizar/eliminar las fases no disueltas de la fase Q-(AlSiMgSi) y maximizar el endurecimiento por solubilización/precipitación en estado sólido.

40 El documento JPH093610 (A) propone una aleación para fundición conteniendo del 5 al 13% de Si, hasta el 0,5% de Mg, de 0,1 a 1,0% de Mn y del 0,1 al 2,0% en peso de Fe. En este documento, los elementos de aleación contaminantes Cu y Zn no son tomados en consideración, cuando suelen estar en cantidades significativas en las aleaciones de aluminio secundario. El documento describe que los tratamientos térmicos son necesarios para aumentar la ductilidad, porque el silicio eutéctico toma una forma redondeada tras el tratamiento térmico.

45 El documento EP2657360 describe una aleación para fundición inyectada que contiene un 6-12% de Si, al menos un 0,3% de Fe, 0,25% de Mn, 0,1% de Cu y del 0,24 al 0,8% de Mg y del 0,4 al 1,5% en peso de Zn. El documento describe el uso de modificantes del eutéctico, como el Sr, Na y Sb, solos o en combinación, y de afinantes de grano como el Ti, Zr, V.

50 El documento EP 1612286 describe una aleación de aluminio para fundición inyectada con el 8 al 11,5% de Si, 0,3 a 0,8% de Mn, 0,08 a 0,4% de Mg, máx. 0,4% de Fe, máx. 0,1% de Cu, máx. 0,1% de Zn, máx. 0,15% de Ti y entre el 0,05 al 0,5% en peso de Mo. Los porcentajes de Cu y Zn se han restringido y el contenido de la aleación secundaria es muy restrictivo, por lo que es necesaria su producción mediante electrolisis.

5 El problema a resolver es el desarrollo de una nueva aleación secundaria producida por HPDC que se pueda usar en estado bruto de fundición y que presente los siguientes valores de alargamiento y propiedades mecánicas: Alargamiento (A) igual o superior al 2%, límite elástico ($R_{p0.2}$) igual o superior a 160 MPa, carga de rotura (R_m) igual o superior a 250 MPa y dureza Brinell igual o mayor que 80 HB. Dichos valores de alargamiento y propiedades mecánicas son necesarios para componentes diseñados para soportar simultáneamente alta resistencia a la abrasión y cargas de flexión/torsiones estáticas grandes, manteniendo una mínima ductilidad y otras propiedades de procesado como fluidez de la aleación, baja tendencia al pegado en el molde, fácil soldeo o elevada maquinabilidad, entre otros.

SUMARIO DE LA INVENCION

10 Una realización preferida de la presente invención es una aleación de aluminio para fundición, en que dicha aleación que consiste en:

11,5-12% en peso de silicio,

0,3-1% en peso de hierro,

0,05-0,4% en peso de cobre,

15 menos del 0,75% en peso de manganeso,

menos del 0,35% en peso de cinc,

0,45-0,8% en peso de magnesio,

menos del 0,3% en peso de titanio,

0,05-0,2% en peso de cromo,

20 menos del 0,3% en peso de níquel,

menos del 0,05% en peso de estroncio,

menos del 0,05% en peso de plomo, y

menos del 0,05% en peso de estaño,

y el aluminio como elemento restante.

25 En la invención, el contenido en silicio se ha restringido a un intervalo estrecho entre 11,5-12% en peso para reducir todo lo posible la fracción eutéctica, que ayuda a maximizar el alargamiento, pero mantiene la fluidez en unos valores mínimos que permiten un adecuado llenado del molde.

30 En la invención, el contenido en cobre se ha restringido a 0,05-0,4% en peso para garantizar un valor adecuado del límite elástico y de carga de rotura, y el uso de aleación de aluminio secundario, y para también obtener la dureza requerida superior a 80 HB y alta resistencia

En la invención, el contenido en hierro se ha limitado al intervalo 0,3-1% en peso para garantizar una baja tendencia al pegado de la pieza en el molde y una baja concentración en el volumen de los intermetálicos de tipo Al_5FeSi , que, al mismo tiempo, se minimizan con el contenido en manganeso.

35 En la invención, el contenido en manganeso se ha limitado a 0,75% en peso lo que ayuda a transformar los compuestos intermetálicos alfa- Al_5FeSi en fases alfa $Al_{12}(Mn,Fe)Si_2$, reduciendo en todo lo posible el efecto negativo de dichos compuestos intermetálicos y para evitar los problemas de sedimentación que ocurren cuando hay altos porcentajes de Mn en combinación con Fe y otros elementos de la aleación.

40 En la invención, el contenido de magnesio es también un elemento clave para maximizar la dureza y las propiedades mecánicas, cuyo contenido debe ser combinado con el contenido de cobre, mostrando mejor rendimiento cuando son ajustadas a 0,45-0,8% en peso de Mg y 0,05-0,4% en peso de Cu. El contenido de magnesio ayuda a aumentar el límite elástico, pero siempre con un porcentaje mínimo de cobre y hierro para evitar afectar al alargamiento. Para pequeños incrementos de los porcentajes de magnesio si se dispone de suficiente silicio se pueden llegar a producir compuestos intermetálicos de Mg_2Si .

- Las propiedades deseadas son obtenidas debido a la formación de fases eutécticas muy finas, con una forma semi-globular de las dendritas, la ausencia de agujas frágiles β de hierro, y la presencia de fases laberínticas $Al_{11.7-16.5}(Fe,Mn,Cr)_{2.3-3.3}Si_2$ y Mg_2Si en las muestras obtenidas mediante fundición a alta presión (HPDC) debido a la combinación de los diferentes elementos con el hierro en la nueva aleación desarrollada y la buena distribución de la fase Mg_2Si . También hay muy poca microporosidad en los procesos HPDC estudiados, probablemente relacionado con la composición cercana a la eutéctica de las piezas obtenidas.
- Puede observarse en la Figura 1 un ejemplo de las microestructuras descritas a 25 aumentos.
- En la figura 2 se puede observar la ausencia de las largas agujas β de hierro a 400 aumentos y la presencia de precipitados $Al_{11.7-16.5}(Fe,Mn,Cr)_{2.3-3.3}Si_2$ y Mg_2Si bien distribuidos.
- 10 La aleación de acuerdo a la invención difiere del documento WO 2005/0066314 en que contiene 0,05-0,4% de Cobre, donde en las nueve aleaciones descritas en el documento patente WO 2005/006631, el porcentaje en peso de cobre en la aleación es superior al 3,1% y el porcentaje de níquel es menor que 0,3% de acuerdo a la invención. Los valores del contenido de níquel en el documento WO 2006/0066314 están por encima de los valores del intervalo de la presente solicitud.
- 15 La presente aplicación permite aumentar la dureza de la aleación en estado bruto de fundición a valores superiores de 80 HB, para obtener piezas fundidas por HPDC con alta resistencia al desgaste y alta dureza. En la presente aleación, el objetivo de definir una aleación en un determinado rango de composición está relacionado con la dureza y propiedades mecánicas obtenidas, las cuales claramente varían con pequeños cambios en la composición en las aleaciones de ensayo 1 a 3.
- 20 La presente invención resuelve el problema de obtener aleaciones de aluminio secundarias con alta dureza en estado bruto de fundición para el proceso de fabricación de alta presión.
- 25 El níquel es normalmente utilizado en combinación del cobre para mejorar las propiedades a elevadas temperaturas. También reduce el coeficiente de expansión térmica. El níquel se caracteriza por su baja solubilidad en el aluminio (máximo 0,01-0,03%) y no formar soluciones sólidas sobresaturadas incluso después de una solidificación relativamente rápida. Su uso en aleaciones de aluminio siempre causa la formación de fases excesivas (partículas constituyentes) que a menudo reducen la maleabilidad y la resistencia a la corrosión.
- 30 Por esta razón, en muchos casos este elemento no es deseado como elemento aleante. Sin embargo, los elementos aleantes refractarios y aluminuros de níquel son beneficiosos para mejorar la estabilidad térmica de la aleación, por lo que cuando esta propiedad es la más importante, el níquel puede ser usado como elemento aleante. Haciendo uso de tratamientos térmicos a altas temperaturas es posible nodulizar estas partículas eutécticas (similares al silicio), en cuyo caso su influencia negativa sobre la maleabilidad y el alargamiento prácticamente se neutraliza. En aleaciones del documento WO 2006/0066314, el alto porcentaje de níquel puede estar relacionado con el desarrollo de un nuevo tratamiento térmico de las aleaciones.
- 35 La aleación de acuerdo a la invención difiere de la aleación de la patente DE 19524564 en que contiene del 11,5-12% de silicio y 0,05-0,4% en peso de cobre.
- El contenido de los elementos de aleación en la aleación de acuerdo a la presente invención está relacionado con las propiedades mecánicas obtenidas. Estas propiedades mecánicas varían claramente con pequeñas variaciones en la composición. Esto puede observarse en las aleaciones del ejemplo, que muestran cambios en las propiedades obtenidas con pequeños cambios en la composición.
- 40 La aleación de acuerdo a la invención difiere de la de la EP 1978120 A1 en que contiene entre 11,5-12% de silicio y no contiene C.
- 45 La aleación de acuerdo a la invención difiere de la de la EP 2771493 A2 en que contiene entre 0,05-0,4% de cobre. La concentración de cobre en la aleación de acuerdo con la invención provoca un aumento del alargamiento, en comparación con los valores mencionados en EP 2771493A2, que indica que un aumento del porcentaje del Cu puede aumentar la resistencia debido a una mayor concentración de fase $\Theta'-Al_2Cu$ y precipitado Q' , pero reduciendo la ductilidad.
- 50 El tratamiento térmico de la aleación de acuerdo con la invención no es necesario, debido a la aparición de un eutéctico muy fino con estructura dendrítica bastante globular en la aleación. El reducido contenido en Cu y Zn en comparación con la aleación JPH093610 (A) invalida el uso de aluminio secundario como se describe en la patente JPH093610 (A).
- La aleación de acuerdo a la invención difiere principalmente de la aleación del documento EP2657360 en que

contiene menos de un 0,35% en peso de Zn. Un incremento del porcentaje del Zn provoca una menor resistencia a la corrosión, y debido a esto, el contenido en Zn ha sido limitado en la aleación de acuerdo a la invención, lo que ayuda también a obtener piezas que no necesitan adicionales tratamientos superficiales. Además, la aleación de acuerdo a la invención tiene una gran ductilidad.

- 5 La aleación de acuerdo a la invención difiere de la del documento EP 1612286 en que no contiene Mo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1. Microestructura de la aleación 3 inyectada a alta presión (HPDC) a 25 aumentos.

- 1: Porosidad
- 2: Dendritas semi-globulares.

- 10 3: Estructura eutéctica fina.

Figura 2. Microestructura de la aleación 2 inyectada a alta presión (HPDC) a 400 aumentos.

- 4: Eutéctico Al Si
- 5: Al
- 6: Mg₂Si

- 15 7: Al_{11,7-16,5}(Fe,Mn,Cr)_{2,3-3,3}Si₂

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

Ejemplo 1. Aleaciones de aluminio para fundición (preparación, composición y propiedades mecánicas)

- 20 Se han preparado composiciones de aluminio partiendo de una aleación estándar EN-AC 43000 en un horno de mantenimiento a 690 °C y, después, se ha vertido la aleación fundida en el contenedor de inyección, y se ha inyectado en la cavidad del molde de una máquina HPDC con una fuerza de cierre de 950 toneladas a una temperatura de 685°C. No se ha empleado el vacío.

Se produjo una serie de 30 muestras para cada composición. Las muestras inyectadas se enfriaron con aire. Las dimensiones de las muestras y la posterior caracterización mecánica se fijaron y se llevaron a cabo siguiendo, respectivamente, las normas UNE-EN ISO 6892-1 B:2010.

- 25 Se analizaron varias composiciones, cuyo contenido se especifica en la Tabla 1. La aleación 1 es un ejemplo comparativo, no de acuerdo a la invención. Las aleaciones 2 y 3 son según la invención. Los resultados obtenidos también se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1

	Aleación 1	Aleación 2	Aleación 3
Si (% en peso)	9,02	11,82	11,64
Fe (% en peso)	1,05	0,96	0,96
Cu (% en peso)	0,294	0,106	0,078
Mn (% en peso)	0,81	0,108	0,078
Mg (% en peso)	0,382	0,52	0,53
Zn (% en peso)	0,063	0,175	0,125
Ti (% en peso)	0,171	0,109	0,267

ES 2 753 168 T3

	Aleación 1	Aleación 2	Aleación 3
Cr (% en peso)	0,066	0,141	0,162
Ni (% en peso)	0,207	0,109	0,075
Pb (% en peso)	0,21	0,11	0,083
Sn (% en peso)	0,02	0,046	0,033
Sr (% en peso)	0,048	0,023	0,01
Rp0,2 (MPa)	145	177	178,4
Rm (MPa)	236	260	263,5
A (%)	2	2,7	2,4
Dureza Brinell (HB)	76	81,0	86,8

Las aleaciones 2 y 3 presentan valores de dureza Brinell iguales o superiores a 81 HB, valores de Límite elástico (Rp0,2) superiores a 177 Mpa, valores de carga de rotura (Rm) mayores de 260 Mpa y valores de alargamiento por encima de 2.4%.

- 5 Pequeñas variaciones en los valores de composición reivindicados dan valores fuera de los objetivos. Como comparación, la aleación 1 tiene unos valores de composición fuera de los de la invención y teniendo un porcentaje de manganeso mayor que 0,75% (0,81%) presenta menores valores de Rp0,2, Rm y HB que los mínimos obtenidos que muestra la invención.
- 10 El documento EP2657360 (B1) describe el uso de modificantes del eutéctico, como el Sr, Na y el Sb, solos o en combinación, y de afinantes de grano como el Ti, Zr, V. La aleación de acuerdo a la invención tiene menos de un 0,3% de titanio y menos del 0,05% en peso de estroncio. El uso del estroncio en las aleaciones del ejemplo no muestra un incremento significativo del alargamiento, como por ejemplo la aleación 1 modificada con mayor contenido de estroncio que la aleación 3, pero con un menor valor de alargamiento. En el caso del titanio, las aleaciones del ejemplo no muestran un incremento significativo del alargamiento, con valores similares. Esto puede ser explicado debido a que el afinado y modificado de la estructura puede ser obtenido por el rápido enfriamiento (hasta 100°C/s) de la pieza inyectada y a la presión de multiplicación (hasta 120 Mpa) aplicada sobre el metal durante la solidificación en el proceso de fundición inyectada a alta presión (HPDC).
- 15

REIVINDICACIONES

1. Aleación de aluminio para fundición, caracterizada por que dicha aleación consiste en:

- 5 11,5-12% en peso de silicio,
 0,3-1% en peso de hierro,
 0,05-0,4% en peso de cobre,
 menos de 0,75% en peso de manganeso,
 menos del 0,35% en peso de cinc,
 0,45-0,8% en peso de magnesio,
 menos del 0,3% en peso de titanio,
10 0,05-0,25% en peso de cromo,
 menos del 0,3% en peso de níquel,
 menos del 0,05% en peso de estroncio,
 menos del 0,05% en peso de plomo, y
 menos del 0,05% en peso de estaño,
15 y el aluminio como elemento restante.

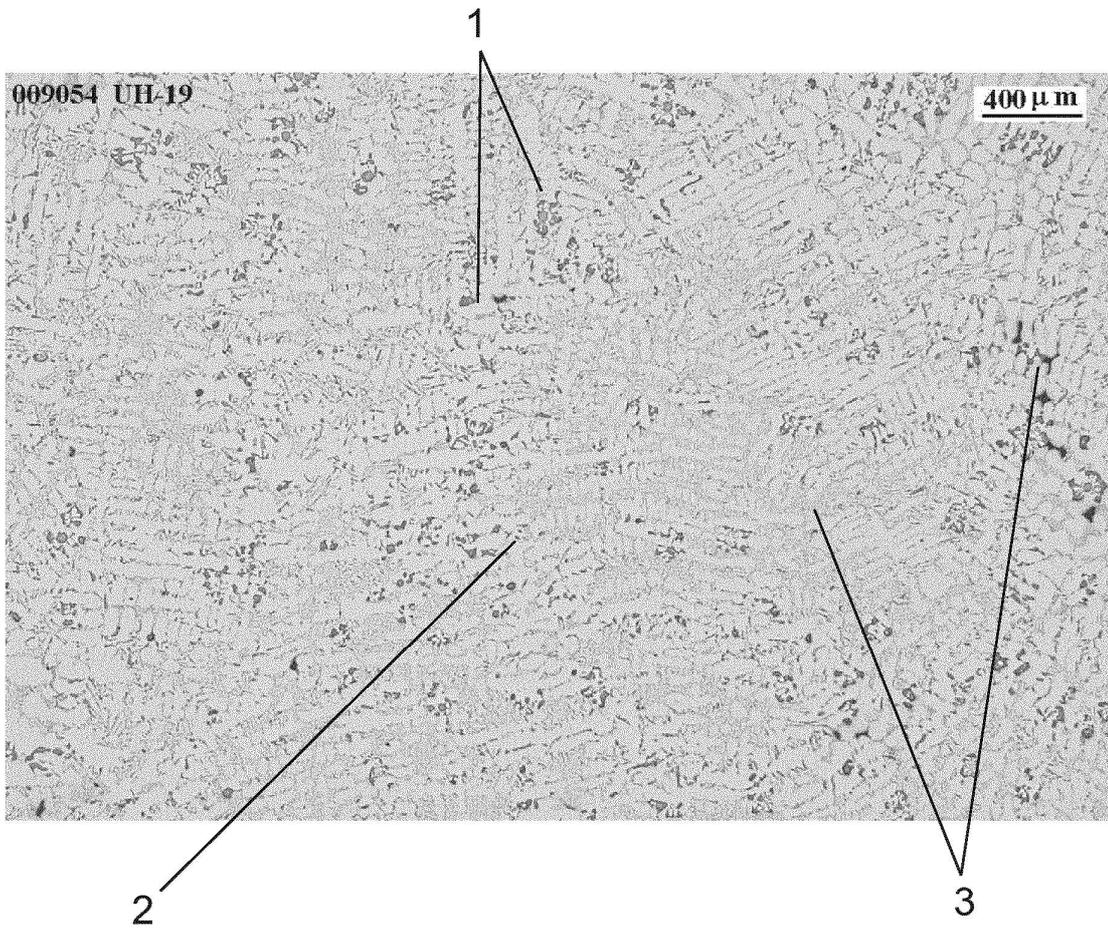


Fig. 1

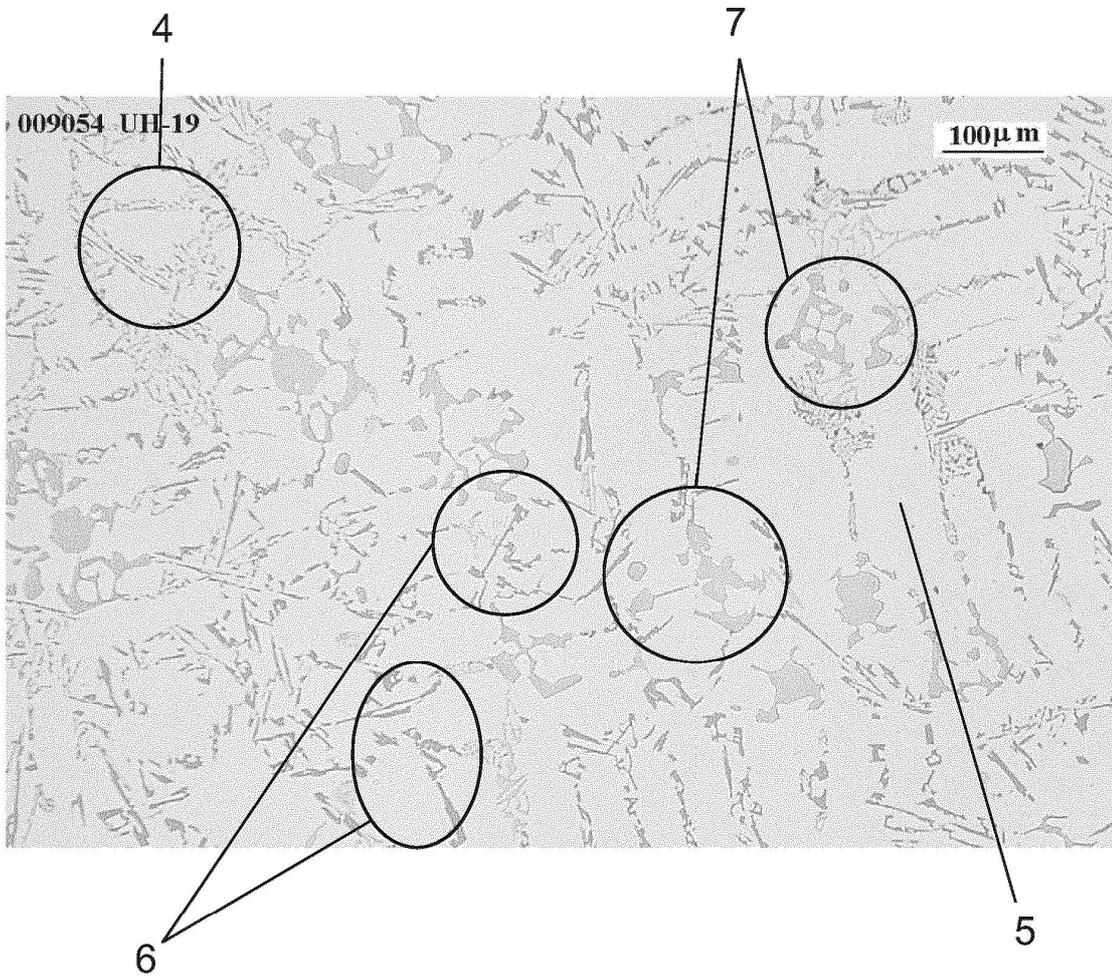


Fig. 2