



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO 437.641	10 A 1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION 13 MAYO 1975	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 21061/74	32 FECHA 13 Mayo 1974	33 PAIS Gran Bretaña
--	--------------------------	-------------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C22C	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION

"Perfeccionamientos en los métodos para producir artículos metálicos de estructura de grano muy fino".

71 SOLICITANTE (S)

THE BRITISH ALUMINIUM COMPANY LIMITED y T.I. (GROUP SERVICES) LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

72 INVENTOR (ES)

Rogers Grimes, Kenneth John Gardner, Michael James Stowell y Brian Michael Watts

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

M. Curall Suñol

ROL/LJD/25499
EX-GB-II

BAD ORIGINAL

nº. 437.641

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

por VEINTE años

solicitada en España a favor de THE BRITISH ALUMINIUM
COMPANY LIMITED y T.I. (GROUP SERVICES) LIMITED, de nacionalidad
5. británica, domiciliadas en Norfolk House, St. James's Square, Londres, S.W.1 y T.I. House, Five Ways, Edgbaston, Birmingham, Inglaterra, respectivamente, por "Perfeccionamientos en los métodos para producir artículos metálicos de estructura de grano muy fino", con prioridad
10. británica nº 21061/74 de fecha 13 Mayo 1974. - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a un método para la producción de artículos metálicos. - - - - -

Es conocido que dentro de gamas limitadas de temperatura y con grados de deformación limitados pueden tratarse ciertas aleaciones para dar una estructura de grano
15. muy fino y después pueden deformarse superplásticamente. Siem

pre que la estructura tratada sea suficientemente fina, estas aleaciones presentan entonces una plasticidad anormalmente alta con cargas relativamente bajas en comparación con las mismas aleaciones que no poseen tamaños de grano extremadamente finos. Es también conocido que el fenómeno de la deformación superplástica puede emplearse para permitir la fabricación relativamente económica de artículos a partir de semiacabados metálicos que han sido tratados para que tengan tamaños de grano extremadamente finos. - - - - -

5. Es un objetivo de esta invención proporcionar un método para conformar artículos metálicos a partir de ciertos semiacabados metálicos que no han sido tratados de modo que posean tamaños de grano extremadamente finos. - - - - -

10. Según un primer aspecto de la presente invención se provee un método para producir simultáneamente una estructura de grano recristalizado fino en una aleación metálica que tiene una composición adecuada para la deformación superplástica pero que tiene una estructura de grano que impide tal deformación y para conformar un artículo a partir de dicha aleación para deformación superplástica que comprende elevar la temperatura de un semiacabado de la aleación a una temperatura de conformación, aplicar una fuerza al semiacabado a dicha temperatura con el fin de deformar no superplásticamente el semiacabado y de provocar recrista-

15. Según un segundo aspecto de la presente invención se provee un método para producir simultáneamente una estructura de grano recristalizado fino en una aleación metálica que tiene una composición adecuada para la deformación superplástica pero que tiene una estructura de grano que impide tal deformación y para conformar un artículo a partir de dicha aleación para deformación superplástica que comprende elevar la temperatura de un semiacabado de la aleación a una temperatura de conformación, aplicar una fuerza al semiacabado a dicha temperatura con el fin de deformar no superplásticamente el semiacabado y de provocar recrista-

20. Según un tercer aspecto de la presente invención se provee un método para producir simultáneamente una estructura de grano recristalizado fino en una aleación metálica que tiene una composición adecuada para la deformación superplástica pero que tiene una estructura de grano que impide tal deformación y para conformar un artículo a partir de dicha aleación para deformación superplástica que comprende elevar la temperatura de un semiacabado de la aleación a una temperatura de conformación, aplicar una fuerza al semiacabado a dicha temperatura con el fin de deformar no superplásticamente el semiacabado y de provocar recrista-

5. lización por esfuerzo dinámico y proseguir la aplicación de dicha fuerza de modo que se desarrolle progresivamente dicha estructura de grano recristalizado fino y se deforme superplásticamente el semiacabado parcialmente conformado para conformar el artículo. - - - - -

10. En cuanto se refiere a las aleaciones predominantemente de aluminio, como las reveladas a título de ejemplo en las solicitudes británicas del mismo solicitante 33922/71 (solicitud de patente española 405.326) y 2846/73 (solicitud de patente española 422.655), se ha considerado que la aleación básica tal como se obtiene de fundición y trabajada luego mecánicamente necesitaría un tratamiento térmico adicional para formar una estructura de grano suficientemente fino a fin de lograr la superplasticidad. Sin embargo, se ha hallado ahora que pueden conformarse semiacabados metálicos laminados a partir de aleaciones adecuadas de aluminio para formar componentes sin necesidad de una etapa de tratamiento del semiacabado. - - - - -

20. En esta memoria todos los porcentajes lo son en peso. - - - - -

Por ello, según otro aspecto de la presente invención, se provee un método para producir simultáneamente una estructura de grano recristalizado fino en una aleación de

- aluminio y para conformar un artículo a partir de dicha aleación por deformación superplástica, que comprende elevar la temperatura de un semiacabado de la aleación a una temperatura de conformación, aplicar una fuerza al semiacabado a
5. dicha temperatura con el fin de deformar no superplásticamente el semiacabado y de provocar recristalización por esfuerzo dinámico y proseguir la aplicación de dicha fuerza de modo que se desarrolle progresivamente dicha estructura de grano recristalizado fino y se deforme superplásticamente
10. el semiacabado parcialmente conformado, para conformar el artículo, siendo dicha aleación predominantemente aluminio de una disolución sólida substancialmente monofásica y que incluye uno o más elementos elegidos de entre uno o más de los siguientes Cu, Zn, Mg, Mn, Si, Li y Fe para fomentar
15. la recristalización y por lo menos uno de los elementos Sr, Nb, Ta y Ni en una cantidad de por lo menos 0,25% de la que substancialmente la totalidad se halla presente en disolución sólida para impedir el crecimiento del grano, no sobrepasando del 1% la cantidad total de los últimos elementos.
20. La temperatura de conformación es preferentemente del orden de 380°C a 580°C. - - - - -

Anteriormente se ha creído que, debido a que la energía de defecto de apilamiento del aluminio es alta, no sería posible obtener recristalización dinámica (es decir

- recristalización simultáneamente con la deformación en caliente) en el aluminio y sus aleaciones. Los inventores han hallado que la adición de elementos, tales como el cobre o el zinc o el zinc y el magnesio, permite que tenga lugar la
5. recristalización dinámica. Adicionalmente, por colado de la aleación de tal forma que el lingote colado esté sobrecalentado como menos de 0,25% de Zr (o Nb, Ni o Ta) substancialmente la totalidad del cual está en disolución sólida es posible producir durante el tratamiento subsiguiente una dis-
10. peración de partículas muy finas de $ZrAl_3$ que limitan el crecimiento de los granos recién formados. Cuando una lámina fuertemente trabajada en frío de una aleación de Al-10% de Zn-0,5% de Zr se lleva a la temperatura de deformación superplástica y se mantiene a esta temperatura sin deformación
15. acabará recristalizándose con un tamaño de grano grueso y no uniforme. Sin embargo, si una plancha o lámina de aleación idéntica se lleva a la misma temperatura y se somete a una fuerza mecánica para deformar la lámina no superplásticamente, se desarrollará progresivamente una estructura de grano
20. recristalizado fino durante aproximadamente el primer esfuerzo del 200% de modo que tiene entonces lugar deformación superplástica. En la fabricación comercial de, por ejemplo, las aleaciones descritas en las solicitudes de patente británicas 33922/71 y 2846/73 el producto semiacabado será en ge-

neral una plancha laminada consistiendo su estructura en una matriz fuertemente trabajada en frío que contiene una dispersión de partículas muy finas de $ZrAl_3$ derivadas de la supersaturación de circonio del lingote colado durante el tratamiento subsiguiente. Pueden también hallarse presentes algunos otros precipitados. Los inventores han descubierto que cuando la lámina se calienta a la temperatura de conformación superplástica tiene lugar cierta recuperación y recristalización pero es sólo durante la aplicación de un esfuerzo mecánico que tiene lugar la recristalización dinámica hasta un tamaño de grano fino y ello permite que tenga lugar la deformación superplástica. - - - - -

En las solicitudes británicas del mismo solicitante 33922/71 y 2846/73 los inventores han revelado aleaciones particularmente adecuadas que en su forma más amplia son: - -

1. Una aleación a base de aluminio deformable superplásticamente, compuesta por una aleación a base de aluminio elegida entre aleaciones a base de aluminio no tratables térmicamente que contienen por lo menos 5% de Mg o por lo menos 1% de Zn y aleaciones a base de aluminio tratables térmicamente que contienen uno o más de los elementos Cu, Mg, Zn, Si, Li y Mn en combinaciones y cantidades conocidas y por lo menos uno de los elementos Zr, Nb, Ta y Ni en una cantidad total de por lo menos 0,30% substancialmente la totalidad de la

cuál se halla presente en disolución sólida, no sobrepasando dicha cantidad total 0,80%, siendo el resto impurezas normales y elementos concomitantes conocidos como incorporados en dichas aleaciones a base de aluminio. - - - - -

5. 2. Una aleación a base de aluminio deformable superplásticamente compuesta por un material de base no tratable térmicamente elegido del grupo formado por: - - - - -

1. Aluminio de pureza comercial normal; - - - - -

2. Aluminio con de 0,75 a 2,5% de manganeso; - - - - -

10. 3. Aluminio y de 0,25 a 0,75% de manganeso; y - - - - -

4. Aluminio y de 1 a 4% de magnesio; - - - - -

junto con aditivos modificadores de la recristalización dinámica para estos materiales a fin de lograr una estructura fina compuesta respectivamente por: - - - - -

15. 1. de 0,4% a 2,0% de hierro y de 0,4% a 2% de silicio; - - -

2. de 0,4% a 1% de hierro; - - - - -

3. ninguno; - - - - -

4. de 0,25% a 0,75% de manganeso; - - - - -

20. y por lo menos uno de los elementos Zr, Nb, In y Ni en una cantidad de por lo menos 0,3% de la que substancialmente la totalidad se halla presente en disolución sólida, no sobrepasando la cantidad total de dichos elementos el 1% y siendo el resto impurezas normales y elementos concomitantes conc-

cidos. - - - - -

3. Los inventores han hallado también que es posible obtener buenos resultados con aleaciones que contienen sólo 0,25% de Zr, siempre que el circonio se halle virtualmente en su totalidad en disolución sólida en el bloque colado, como puede garantizarse por refrigeración rápida del metal líquido desde la temperatura de aleación al punto de congelación y solidificándolo rápidamente. - - - - -

10. Preferentemente, para las aleaciones a base de aluminio-cobre-circonio y para las aleaciones a base de aluminio-cobre-magnesio-circonio la gama de temperatura debe ser de 430°C-500°C. Para las aleaciones a base de zinc, magnesio y circonio la temperatura de conformación debe ser del orden de 470°C-580°C, mientras que para las aleaciones de aluminio, zinc, magnesio, cobre y circonio la gama preferida de temperaturas de conformación es de 430°C-500°C. Los elementos Nb, Ta o Ni pueden añadirse en vez del Zr en las anteriores aleaciones. - - - - -

15.

20. Cuando el régimen de conformación es demasiado rápido no tiene lugar recristalización dinámica y el semiacabado se rompe después de esfuerzos relativamente bajos. Así, cuando una aleación de Al-10% de Cu-0,5% de Zr se deformó a un régimen de esfuerzos de $3,4 \times 10^{-2} \text{ seg}^{-1}$ a 580°C, sólo se obtuvo un alargamiento de 160% y la estructura era an-

plamente no recristalizada. La misma aleación recristaliza-
da simultáneamente con deformación dió un alargamiento de
690% a 580°C cuando se deformó a un régimen de esfuerzos de
 $4,2 \times 10^{-3} \text{seg}^{-1}$. - - - - -

5. Alternativamente, con regímenes de esfuerzos muy
bajos es posible la deformación sin rotura pero entonces el
método de conformación puede ser demasiado lento para poderse
realizar comercialmente. Preferentemente, el régimen de es-
fuerzos no es superior a $5 \times 10^{-2} \text{seg}^{-1}$ y más preferentemente
no superior a $5 \times 10^{-3} \text{seg}^{-1}$. La tabla ilustra la influencia
del régimen de esfuerzos sobre la ductilidad para una alea-
ción de Al-6% de Cu-0,5% de Zr. Los resultados de ductilidad
proceden de ensayos de tracción uniaxial realizados con una
velocidad constante de cruzeta a una temperatura de 450°C.-

Velocidad de cruzeta	Régimen correspondiente de esfuerzo inicial	Alargamiento
0,1 pulgadas/min	$3,4 \times 10^{-3} \text{seg}^{-1}$	985%
0,2 pulgadas/min	$6,7 \times 10^{-3} \text{seg}^{-1}$	635%
0,5 pulgadas/min	$1,7 \times 10^{-2} \text{seg}^{-1}$	413%
1,0 pulgadas/min	$3,4 \times 10^{-2} \text{seg}^{-1}$	273%

1 pulgada = 25,4 mm.

15. Cuando el régimen de esfuerzos permanece constan

te pero la temperatura de conformación aumenta, aumenta el alargamiento en un ensayo de tracción (que es equivalente a la capacidad de conformación en una operación de fabricación de componentes) hasta un valor máximo y entonces disminuye

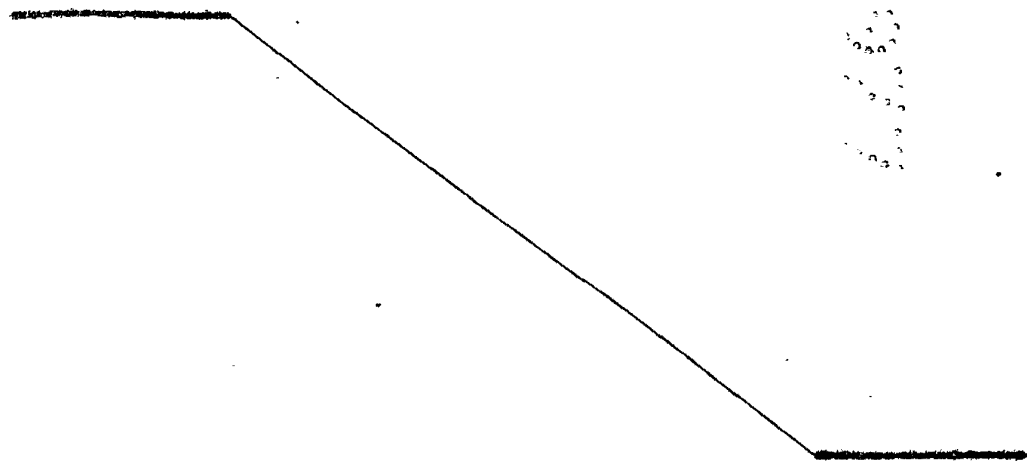
5. desde este valor. A las temperaturas inferiores no tiene lugar recristalización dinámica completa mientras que a la temperatura óptima las muestras se recristalizan dinámicamente hasta un tamaño de grano fino. A las temperaturas superiores a la temperatura óptima disminuye el alargamiento de nuevo debido a que tiene lugar cierto crecimiento del grano a la mayor temperatura. Este efecto se ilustra para la aleación de Al-6% de Cu-0,5% de Zr en la siguiente tabla. - - - -

Temperatura de deformación °C	Alargamiento (%) a velocidad constante de cruzeta de 0,1 pulgadas/min
440	300
460	1100
480	1070
500	650

1 pulgada = 25,4 mm.

El aumento del régimen de deformación aumentará el esfuerzo necesario para provocar la deformación de modo

que serán necesarias mayores presiones para conformar un componente más rápidamente. Alternativamente, la temperatura de deformación puede aumentarse a fin de reducir los tiempos o las presiones de conformación cuando se conforman componentes poco profundos pero puede entonces reducirse la ductilidad. Así, pueden conformarse artículos poco profundos a partir de la aleación de Al-6% de Cu-0,5% de Zr a unos 500°C mientras que los artículos más profundos pueden conformarse a temperaturas inferiores del orden de 450°C-480°C. Las presiones de conformación para una plancha de un espesor de 0,060 pulgadas (aprox., 1,5 mm) serán en general inferiores a 60 p.s.i. (aprox., 4,2 kg/cm²) aunque para producir detalles finos en un tiempo razonable la presión puede aumentarse hasta 120 p.s.i. (aprox., 8,4 kg/cm²). La tabla siguiente ilustra el aumento de los esfuerzos de fluencia que acompaña al aumento del régimen de esfuerzos para la aleación de Al-6% de Cu-0,5% de Zr a temperaturas de 450°C y 500°C. - - -



Temperatura de ensayo $^{\circ}\text{C}$	Régimen inicial de esfuerzos $\dot{\epsilon}$ (por segundo)	Sensibilidad al régimen de esfuerzos n	Esfuerzos de fluencia 6 MN/metros ²
460	5×10^{-4}	0,36	5,20
	1×10^{-3}	0,42	7,40
	2×10^{-3}	0,45	11,00
	5×10^{-3}	0,40	18,00
	1×10^{-2}	0,32	25,00
500	5×10^{-4}	0,44	3,30
	1×10^{-3}	0,49	5,00
	2×10^{-3}	0,50	8,20
	5×10^{-3}	0,42	14,00
	1×10^{-2}	0,33	20,50

El tamaño inicial de grano del semiacabado de partida puede ser tan grande como de 300 μ aunque este tamaño varía según la historia de la producción del semiacabado. Durante la deformación esta estructura de grano es transformada por recristalización dinámica y será en general inferior a unas 15 μ cuando la recristalización esté acabada. En la aleación de Al-6% de Cu-0,5% de Zr el tamaño de grano recristalizado puede ser inferior a 5 μ . - - - - -

Esta invención puede aplicarse a la conformación de un artículo haciendo que el semiacabado fluya en un molde

hembra por aplicación de presión e igualmente a la producción de un artículo por medio de la aplicación de presión para hacer que el semiacabado se conforme sobre un molde macho. - -

5. En un ejemplo un artículo cóncavo que tiene un diámetro de 5,5 pulgadas (aprox., 140 mm) y una profundidad de 2,5 pulgadas (aprox., 63 mm) se conformó a partir de una lámina de Al-6% de Cu-0,5% de Zn de un espesor de partida de 0,98 mm. El artículo tenía un espesor final de unos 0,3 mm y se conformó a partir de un semiacabado circular de un diámetro de 10 pulgadas (aprox., 254 mm) por embutición en un molde hembra con una presión de 20 p.s.i. (aprox., 1,4 kg/cm²). El régimen medio de partida era de aproximadamente $2 \times 10^{-3} \text{ seg}^{-1}$ con un tamaño de grano de partida del semiacabado de 350 μ y un tamaño de grano final en el artículo de aproximadamente 3 μ . - - - - -
- 10.
- 15.

El tiempo total de moldeo fue de aproximadamente cinco minutos. - - - - -

20. Se comprenderá que según el espesor y la composición de la plancha de aleación y el tamaño y la forma del artículo a moldear el tiempo de moldeo variará considerablemente. Por ejemplo, puede ser tan bajo como de 30 segundos y tan alto como de 10 minutos. - - - - -

Con aleaciones de aluminio que contienen menos de

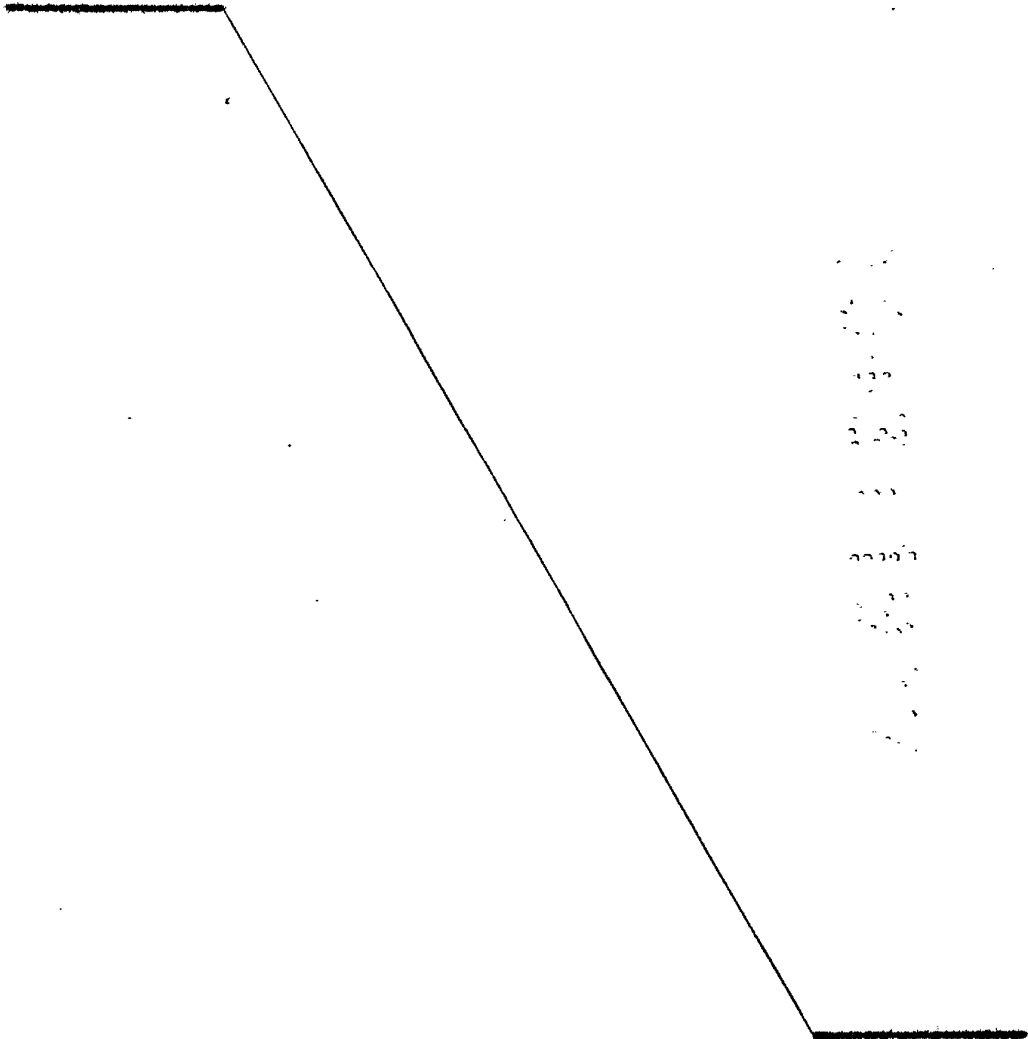
0,30% de Zr es deseable que en la operación original de colado el metal líquido se enfríe rápidamente desde la temperatura de aleación empleada hasta el punto de congelación de la aleación para lograr la solidificación rápida. Por ejemplo, con una aleación de aluminio que contiene 0,26% de Zr, 0,03% de Fe, < 0,01% de Si y 6,0% de Cu, un tiempo total de permanencia en el depósito de metal líquido durante la operación de colado de unos 0,7 minutos proporciona una aleación capaz de alargamiento superplástico de 930%. Este tiempo de permanencia inferior a 1 minuto debe compararse con un tiempo de unos 2 minutos para las aleaciones anteriormente indicadas. - - - - -

Aunque anteriormente se ha hablado de aleaciones predominantemente de aluminio se considera también que las propiedades superplásticas pueden ser presentadas por aleaciones que son predominantemente de cobre, de níquel, de zinc y de magnesio con constituyentes de aleación en general similares, eligiéndose tales constituyentes de modo que fomenten la aparición de recristalización por esfuerzos dinámico cuando se someten a deformación en caliente a regímenes de esfuerzos apropiados para operaciones de conformación superplástica. - - - - -

Si bien esta descripción ha considerado principalmente la conformación de artículos a partir de un pro-

ducto laminar semiacabado la invención es también aplicable a la fabricación de artículos por medio de una operación de forjado lento partiendo de una barra laminada o extruida o incluso de metal oclado. - - - - -

5. A los efectos consiguientes se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las reivindicaciones que siguen. - - - - -



REIVINDICACIONES

1.- Perfeccionamientos en los métodos para producir artículos metálicos de estructura de grano muy fino y, más particularmente, para producir una estructura de grano
5. recristalizado fino en una aleación metálica que tiene una composición adecuada para la deformación superplástica pero que tiene una estructura de grano que impide tal deformación y para conformar un artículo a partir de dicha aleación por deformación superplástica, caracterizados porque el método
10. comprende elevar la temperatura de un semiacabado de la aleación a una temperatura de conformación, aplicar una fuerza al semiacabado a dicha temperatura con el fin de deformar no superplásticamente el semiacabado y de provocar recristalización por esfuerzo dinámico y proseguir la aplicación de
15. dicha fuerza de modo que se desarrolle progresivamente dicha estructura de grano recristalizado fino y se deforme superplásticamente el semiacabado parcialmente conformado, para conformar el artículo. - - - - -

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicha aleación es predominantemente
20. aluminio de una disolución sólida substancialmente monofásica y que incluye uno o más elementos elegidos de entre uno o más de los siguientes Cu, Zn, Mg, Mn, Si, Li y Fe para fomentar la recristalización y por lo menos uno de los elemen-

tos Sr, Nb, Ta y Ni en una cantidad de por lo menos 0,25% de la que substancialmente la totalidad se halla presente en disolución sólida para impedir el crecimiento del grano, no sobrepasando del 1% la cantidad total de los últimos elementos. - - - - -

5.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la temperatura de conformación es del orden de 380°C a 580°C. - - - - -

10.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2 ó 3, caracterizados porque el semiacabado es una aleación a base de aluminio elegida de entre las aleaciones a base de aluminio no tratables térmicamente que contienen por lo menos 5% de Mg o por lo menos 1% de Sn y aleaciones a base de aluminio tratables térmicamente que contienen uno o más

15.

de los siguientes elementos Cu, Mg, Zn, Si, Li y Mn en combinaciones y cantidades conocidas y por lo menos uno de los elementos Sr, Nb, Ta y Ni en una cantidad total de por lo menos 0,30%, substancialmente la totalidad de la cual se halla presente en disolución sólida, no sobrepasando del

20.

0,50% dicha cantidad total, siendo el resto impurezas normales y elementos concomitantes conocidos como incorporados en dicha aleación a base de aluminio. - - - - -

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2

ó 3, caracterizados porque el semiacabado es de un material de base no tratable térmicamente elegido del grupo formado por: - - - - -

- 5. 1. Aluminio de pureza comercial normal; - - - - -
- 2. Aluminio y de 0,75 a 2,5% de manganeso; - - - - -
- 3. Aluminio y de 0,25 a 0,75% de manganeso; y - - - - -
- 4. Aluminio y de 1 a 4% de magnesio; - - - - -

10. junto con aditivos modificadores de la recristalización dinámica para estos materiales a fin de lograr una estructura fina, compuestos respectivamente por: - - - - -

- 1. de 0,4% a 2% de hierro y de 0,4% a 2% de silicio; - - -
- 2. de 0,4% a 1% de hierro; - - - - -
- 3. ninguno; - - - - -
- 4. de 0,25% a 0,75% de manganeso; - - - - -

15. y por lo menos uno de los elementos Zr, Nb, Ta y Ni en una cantidad de por lo menos 0,3% substancialmente la totalidad de la cual se halla presente en disolución sólida, no sobrepasando del 1% la cantidad total de dichos elementos y siendo el resto impurezas normales y elementos concomitantes conocidos. - - - - -

20.

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2

ó 3, caracterizados porque el semiacabado contiene menos

de 0,30% de Zr y porque la pieza colada a partir de la cual se constituye el semiacabado ha sido enfriada rápidamente desde la temperatura de aleación al punto de congelación y solidificada rápidamente. - - - - -

5. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el tiempo de refrigeración es inferior a un minuto. - - - - -

10. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque el tiempo de refrigeración no es superior a 0,7 minutos. - - - - -

15. 9.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizados porque para semiacabados de aleaciones de aluminio, cobre y uno de los elementos elegidos de entre Zr, Nb, Ta o Ni y para tales aleaciones que incluyen adicionalmente magnesio, la gama de temperaturas de conformación es de 430°C a 500°C. - - - - -

20. 10.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizados porque para semiacabados de aleaciones de aluminio, zinc, magnesio y uno de los elementos elegidos entre Zr, Nb, Ta o Ni, la gama de temperaturas de conformación es de 472°C a 580°C. - - - - -

11.- Perfeccionamientos según cualquiera de las

reivindicaciones 2 a 8, caracterizados porque para semiacabados de aleaciones de aluminio, zinc, magnesio, cobre y uno de los elementos elegidos entre Zr, Nb, Ta o Ni, la gama de temperaturas de conformación es de 430°C a 500°C.-

5. 12.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, caracterizados porque el régimen inicial de esfuerzos de deformación es de entre $5 \times 10^{-2} \text{seg}^{-1}$ y $5 \times 10^{-4} \text{seg}^{-1}$. - - - - -

10. 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12, caracterizados porque el régimen inicial de esfuerzos no es superior a $5 \times 10^{-2} \text{seg}^{-1}$. - - - - -

14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12 ó 13, caracterizados porque el régimen inicial de esfuerzos no es superior a $5 \times 10^{-3} \text{seg}^{-1}$. - - - - -

15. 15.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, caracterizados porque el tamaño de grano del artículo conformado es inferior a 15μ . - - - - -

20. 16.- Perfeccionamientos según la reivindicación 15, caracterizados porque el tamaño de grano del artículo conformado es inferior a 5μ . - - - - -

17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 15 ó 16, caracterizados porque el tamaño de grano del semiacabado es de por lo menos 300μ . - - - - -

18.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 17, caracterizados porque la presión aplicada al semiacabado se halla dentro del orden de 20 p.s.i. (aprox., 1,4 a 8,4 kg/cm²). - - - - -

5.

19.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS METODOS PARA PRODUCIR ARTICULOS METALICOS DE ESTRUCTURA DE GRANO MUY FINE".

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veintiuna hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras.

MADRID, 13 MAYO 1975
P.A. E. CUELL SUÑOL

Alventud