

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 434**

51 Int. Cl.:

C22C 21/00 (2006.01)

C22C 21/02 (2006.01)

C22F 1/043 (2006.01)

C22F 1/047 (2006.01)

C22F 1/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2014** **E 14162348 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017** **EP 2924135**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una cinta de una aleación de aluminio altamente conformable y de resistencia media para productos semiacabados o componentes de automóviles**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2018

73 Titular/es:

**HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS GMBH
(100.0%)
Aluminiumstrasse 1
41515 Grevenbroich, DE**

72 Inventor/es:

**HENTSCHEL, DR. THOMAS;
MILLER-JUPP, DR. SIMON;
BRINKMAN, HENK-JAN y
ENGLER, DR. OLAF**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 655 434 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 para la fabricación de una cinta de una aleación de aluminio altamente conformable y de resistencia media para productos semiacabados o componentes de automóviles

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una cinta de una aleación de aluminio, a una cinta o chapa de aleación de aluminio correspondiente así como a una pieza estructural de un automóvil compuesta de una chapa de aleación de aluminio.

10 Los productos semiacabados y componentes para automóviles deben cumplir diferentes requisitos dependiendo de su lugar de aplicación y fin de uso en el automóvil. Durante la fabricación de los productos semiacabados y componentes para automóviles son decisivas las propiedades de conformación de la aleación de aluminio o de las cintas y chapas producidas a partir de la misma. Durante el posterior uso en el automóvil desempeñan un papel considerable los valores de resistencia, no obstante, en particular también las propiedades de corrosión.

15 Por ejemplo, en piezas estructurales de un automóvil, tal como por ejemplo piezas interiores de puerta, las propiedades mecánicas se determinan sobre todo por la rigidez, que depende sobre todo de la conformación de las piezas interiores de puerta. Frente a esto, por ejemplo, la resistencia a la tracción tiene una influencia más bien de orden menor. No obstante, los materiales usados para una pieza interior de puerta tampoco deben ser demasiado blandos. Una buena capacidad de conformación, frente a esto, es particularmente importante para la introducción de materiales de aleación de aluminio en el ámbito de los automóviles, ya que los componentes y los productos semiacabados durante su fabricación pasan por procesos de conformación particularmente complejos. Esto se refiere en particular a componentes que se producen en una forma de construcción monocasco de chapa de una sola pieza, tales como por ejemplo piezas de puertas interiores de chapa con zona de marco de ventana integrada.

20 Tales componentes tienen, gracias al ahorro de operaciones de ensamblaje, considerables ventajas en cuanto a costes con respecto a una solución de perfil de aluminio por ejemplo ensamblada para el marco de la ventana. El objetivo es poder producir por ejemplo productos semiacabados o componentes de una sola pieza a partir de una aleación de aluminio y aplicar, a este respecto, el menor número posible de operaciones de conformación. Esto requiere una maximización del comportamiento de conformación de la aleación de aluminio que se va a emplear. La aleación de aluminio del tipo AA5005 (AlMg1) empleada ocasionalmente para aplicaciones similares no cumple estas condiciones, ya que la misma a causa de consolidaciones durante la conformación no posee una suficiente capacidad de conformación.

35 La resistencia a la corrosión desempeña otro papel importante, ya que los componentes de automóviles están expuestos con frecuencia a agua rezumada, salpicaduras de agua y agua de condensación. Por tanto, la aleación de aluminio que se va a usar en la medida de lo posible debería ser resistente a la corrosión, en particular en el estado barnizado, frente a corrosión intercrystalina y frente a corrosión filiforme. Por corrosión filiforme se entiende un tipo de corrosión que aparece en componentes revestidos y que muestra un recorrido en forma de hilo. La corrosión filiforme aparece con alta humedad atmosférica en presencia de iones cloruro. Ciertamente, la aleación de aluminio del tipo AA8006 (AlFe1,5Mn 0,5) presenta una resistencia suficiente y una muy elevada capacidad de conformación, pero es vulnerable a corrosión filiforme. Con ello, la aleación AA8006 no es tan adecuada para componentes revestidos, en particular, barnizados, tales como piezas interiores de puerta.

45 Por la solicitud internacional de patente no publicada hasta la fecha del solicitante PCT/EP2014/053323 se conoce una aleación de aluminio como alternativa a la aleación de aluminio del tipo AA8006, que presenta los siguientes constituyentes de la aleación en % en peso:

$$\text{Fe} \leq 0,8 \%,$$

$$\text{Si} \leq 0,5 \%,$$

$$0,9 \% \leq \text{Mn} \leq 1,5 \%,$$

$$\text{Mg} \leq 0,25 \%,$$

$$\text{Cu} \leq 0,20 \%,$$

$$\text{Cr} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{Ti} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{V} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{Zr} \leq 0,05 \%,$$

65 resto aluminio, elementos acompañantes inevitables en solitario < 0,05 %, sumados < 0,15 %, cumpliendo la suma

de los contenidos de Mg y Cu la siguiente relación:

$$0,15 \% \leq \text{Mg} + \text{Cu} \leq 0,25 \%$$

- 5 Se ha mostrado que también esta aleación de aluminio todavía es susceptible de mejoras, en particular en relación con su comportamiento de conformación. Además, el elevado contenido de Mn puede conducir a problemas durante el reciclaje de esta aleación de aluminio cuando se mezcla en el ciclo de la chatarra con las aleaciones de Al-Mg-Si, empleadas habitualmente para aplicaciones de automóviles, del tipo de aleación AA6XXX.
- 10 Por el documento JP 2006-152358 A se conoce una aleación de aluminio para la fabricación de latas de bebidas que presenta una elevada capacidad de conformación y resistencia.

Partiendo de este estado de la técnica, por lo tanto, la presente invención se basa en el objetivo de facilitar un procedimiento para la fabricación de una cinta de una aleación de aluminio para la fabricación de productos semiacabados o componentes para automóviles, que sea altamente conformable, de resistencia media y muy resistente a la corrosión. Además se quiere proponer una cinta o chapa de aluminio, su uso y una pieza estructural de un automóvil.

La aleación de aluminio para la fabricación de productos semiacabados o componentes de automóviles presenta los siguientes constituyentes de la aleación en % en peso:

$$0,6 \% \leq \text{Si} \leq 0,9 \%,$$

$$0,6 \% \leq \text{Fe} \leq 1,0 \%,$$

$$\text{Cu} \leq 0,1 \%,$$

$$0,6 \% \leq \text{Mn} \leq 0,9 \%,$$

$$0,5 \% \leq \text{Mg} \leq 0,8 \%,$$

$$\text{Cr} \leq 0,05 \%,$$

resto Al e impurezas, en solitario como máximo el 0,05 % en peso, sumados como máximo el 0,15 % en peso.

A diferencia de los anteriores enfoques, la presente aleación de aluminio parte del conocimiento de que las aleaciones de Al-Mg-Si del tipo de aleación AA6XXX en el estado con recocido blando presentan una muy buena capacidad de conformación. No obstante, eran demasiado blandas para las anteriores aplicaciones. Los límites inferiores de los elementos de la aleación previstos de forma obligada del 0,6 % en peso para Si, del 0,6 % en peso para Fe, del 0,6 % en peso para Mn y del 0,5 % en peso para Mg garantizan que la aleación de aluminio en el estado con recocido blando pueda facilitar resistencias suficientes. Los límites superiores del 0,9 % en peso para Si, del 1,0 % en peso para Fe, del 0,9 % en peso para Mn y del 0,8 % en peso para Mg evitan que disminuya el alargamiento a la rotura y empeore, por tanto, el comportamiento de conformación. Por el mismo motivo, también se limitan los elementos de la aleación Cu a como máximo el 0,1 % en peso y Cr a como máximo el 0,05 % en peso. Gracias a la combinación de los constituyentes de la aleación previstos de Si, Fe, Mg y Mn se asegura de este modo que, por un lado, el comportamiento de conformación muy bueno de las aleaciones de Al-Mg-Si se combine con una mayor resistencia, sin tener mermas demasiado intensas en la ductilidad. Las investigaciones han mostrado que la aleación de aluminio indicada en el estado con recocido blando cumple las exigencias a la capacidad de conformación y, en particular, a la resistencia a la corrosión y, por tanto, es adecuada para la fabricación de productos semiacabados o componentes en automóviles. Con los intervalos mencionados de los elementos de aleación previstos de forma obligada Si, Fe, Mn y Mg, la aleación de aluminio de acuerdo con la invención se incluyen en la clase de las aleaciones de Al-Mg-Si del tipo de aleación AA6XXX. Esto posibilita una capacidad mejorada de reciclaje de esta aleación de aluminio cuando se mezcla en el ciclo de la chatarra con las aleaciones de Al-Mg-Si, empleadas habitualmente en aplicaciones de automóviles, del tipo de aleación AA6XXX.

De acuerdo con una primera forma de realización de la aleación de aluminio, los constituyentes de la aleación Si, Fe, Mn y Mg presentan las siguientes proporciones en % en peso:

$$0,7 \% \leq \text{Si} \leq 0,9 \%,$$

$$0,7 \% \leq \text{Fe} \leq 1,0 \%,$$

$$0,7 \% \leq \text{Mn} \leq 0,9 \%$$

65 y

$$0,6 \% \leq \text{Mg} \leq 0,8 \%$$

5 Mediante la elevación de los límites inferiores para Si, Fe, Mn y Mg se consigue que siga aumentando aún la resistencia de la aleación de aluminio sin empeorar el comportamiento de conformación o el alargamiento a la rotura de las chapas o cintas blandas producidas a partir de la aleación de aluminio.

10 Otra mejora de la aleación de aluminio en relación con un máximo alargamiento a la rotura se consigue al presentar los constituyentes de la aleación Si, Fe, Mn y Mg las siguientes proporciones en % en peso:

$$0,7 \% \leq \text{Si} \leq 0,8 \%,$$

$$0,7 \% \leq \text{Fe} \leq 0,8 \%,$$

$$15 \quad 0,7 \% \leq \text{Mn} \leq 0,8 \%$$

y

$$20 \quad 0,6 \% \leq \text{Mg} \leq 0,7 \%$$

Ha resultado que gracias a este estrecho corredor de contenidos obligados en relación con los constituyentes de la aleación Si, Fe, Mn y Mg se consigue una solución intermedia muy buena entre la resistencia conseguida y las propiedades de alargamiento a la rotura, es decir, las propiedades de conformación de la aleación de aluminio.

25 Es cierto que la aleación de aluminio tiene buenas propiedades de corrosión, no obstante, de acuerdo con otra configuración de la aleación de aluminio se puede continuar mejorando la resistencia frente a la corrosión intercrystalina al superar el contenido de Si de la aleación el contenido de Mg en como máximo el 0,2 % en peso, preferentemente como máximo el 0,1 % en peso.

30 De acuerdo con otra configuración de la aleación de aluminio se puede continuar mejorando el alargamiento a la rotura de la aleación de aluminio al reducirse adicionalmente el contenido de Cr, a un valor de como máximo el 0,01 % en peso, preferentemente como máximo el 0,001 % en peso. Se ha mostrado que el cromo tiene un efecto negativo sobre las propiedades de alargamiento a la rotura ya a concentraciones muy reducidas.

35 También tiene un efecto similar la reducción de los contenidos de Cu a como máximo el 0,05 % en peso, preferentemente como máximo el 0,01 % en peso, disminuyendo en general al mismo tiempo la tendencia a la corrosión filiforme o la corrosión intercrystalina gracias a la reducción de los contenidos de Cu.

40 De acuerdo con una primera enseñanza de la presente invención el objetivo que se ha indicado anteriormente se logra gracias a un procedimiento para la fabricación de una cinta a partir de una aleación de aluminio que se ha mencionado anteriormente con las siguientes etapas de procedimiento:

- colada de un desbaste plano de laminación,
- homogeneización a una temperatura entre 500 °C y 600 °C durante al menos 0,5 h
- 45 - laminación en caliente del desbaste plano de laminación a temperaturas de 280 °C a 500 °C, preferentemente a temperaturas de 300 °C a 400 °C a un espesor de 3 mm a 12 mm,
- laminación en frío con o sin recocido intermedio con un grado de reducción por laminación de al menos el 50 %, preferentemente al menos el 70 % a un espesor final de 0,2 mm a 5 mm y
- 50 - recocido blando final a de 300 °C a 400 °C, preferentemente 330 °C a 370 °C durante al menos 0,5 h, preferentemente al menos 2 h en un horno de cámara.

Después de la colada, la homogeneización a una temperatura de 500 °C a 600 °C durante al menos 0,5 h, preferentemente al menos 2 h sirve para que se facilite una estructura homogénea para el procesamiento posterior del desbaste plano de laminación. Las temperaturas de laminación en caliente posibilitan a este respecto una buena
55 recristalización durante la laminación en caliente, de tal manera que la estructura después de la laminación en caliente en la medida de lo posible sea de grano fino. Gracias a la laminación en frío, esta estructura de grano fino únicamente se estira y se recristaliza de nuevo en el recocido blando final. En una fabricación sin recocido intermedio, gracias a la laminación en frío se genera una cantidad particularmente elevada de dislocaciones en la estructura que, durante el recocido blando final, genera una estructura recristalizada por completo de grano muy
60 fino. Para esto, el grado de reducción por laminación de espesor final antes del recocido blando final debe presentar al menos el 50 %, preferentemente al menos el 70 % con respecto al espesor final pretendido.

Se puede conseguir otra influencia positiva sobre la finura de grano de la estructura a realizarse, de acuerdo con otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, la homogeneización en dos pasos, calentándose
65 el desbaste plano de laminación en primer lugar a de 550 °C a 600 °C durante al menos 0,5 h y al mantenerse a

continuación el desbaste plano de laminación a de 450 °C a 550 °C durante al menos 0,5 h, preferentemente al menos 2 h. A continuación se lamina en caliente el desbaste plano de laminación.

5 Se pueden mejorar las propiedades de corrosión al fresarse el desbaste plano de laminación después de la colada o después de la homogeneización en el lado superior e inferior para descartar impurezas del lado superior e inferior del desbaste plano de laminación, que pueden influir negativamente en la resistencia a la corrosión.

10 De acuerdo con otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención se realiza al menos un recocido intermedio después de una primera laminación en frío a una temperatura de 300 °C a 400 °C, preferentemente a una temperatura de 330 °C a 370 °C durante al menos 0,5 h, ascendiendo antes y después del recocido intermedio el grado de reducción por laminación al menos al 50 %, preferentemente al menos al 70 %. Gracias a los grados seleccionados de reducción por laminación antes del recocido intermedio o después del recocido intermedio se consigue que la estructura durante el recocido intermedio recristalice de forma completa suficientemente. La duración del recocido intermedio asciende al menos a 0,5 h, preferentemente al menos a 2 h.

15 Si el recocido intermedio tiene lugar a una temperatura de 330 °C a 370 °C se asegura que a causa de la temperatura inferior elevada de 330 °C tenga lugar una suficiente recristalización y al mismo tiempo, por reducción del límite superior, se produzca un recocido intermedio eficaz que necesita la menor cantidad posible de energía térmica.

20 De acuerdo con una segunda enseñanza de la presente invención el objetivo que se ha indicado anteriormente se logra gracias a una cinta o chapa de aleación de aluminio producida a partir de una aleación de aluminio que se ha mencionado anteriormente, poseyendo la cinta un espesor de 0,2 mm a 5 mm y presentando en el estado de recocido blando un límite de fluencia $R_{p0,2}$ de al menos 45 MPa así como un alargamiento uniforme A_g de al menos el 23 % y un alargamiento a la rotura $A_{80\text{ mm}}$ de al menos el 35 %. En particular con el espesor indicado de la cinta junto con la composición de la aleación y las propiedades mecánicas resultantes por ello en el estado de recocido blando se dan las condiciones para que la cinta o chapa de aleación de aluminio se pueda usar para componentes en el automóvil que presenten, aparte de propiedades muy buenas de conformación, también una resistencia muy buena frente a corrosión intercrystalina o corrosión filiforme. Esto se cumple en particular también para componentes barnizados o revestidos.

35 En este sentido, también el uso de la cinta de aleación de aluminio de acuerdo con la invención para la fabricación de productos semiacabados o componentes de un automóvil, en particular piezas estructurales de un automóvil, permite alcanzar el objetivo que se ha mencionado anteriormente. En particular se pueden producir piezas estructurales con grados muy elevados de conformación y adoptar formas muy complejas, sin ser necesarias operaciones particularmente complicadas de conformación. En particular, las mismas son particularmente resistentes a la corrosión también en forma barnizada, en particular, contra corrosión intercrystalina y corrosión filiforme.

40 De acuerdo con otra enseñanza de la presente invención, el objetivo indicado se logra mediante una pieza estructural de un automóvil, en particular una pieza interior de puerta de un automóvil que presenta al menos una chapa conformada de una cinta de aleación de aluminio de acuerdo con la invención. Como ya se ha indicado anteriormente, las investigaciones han mostrado que la aleación de aluminio que se ha mencionado anteriormente no solo facilita las propiedades necesarias de conformación en el estado de recocido blando, sino que garantiza también al mismo tiempo la resistencia a la corrosión y resistencia necesaria de las piezas estructurales.

50 Para conseguir los grados óptimos de conformación, la pieza estructural de acuerdo con la invención se produce a partir de una cinta que se ha producido con el procedimiento de acuerdo con la invención. Se ha mostrado que con el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden conseguir las propiedades de conformación al igual que las propiedades de resistencia de la pieza estructural con seguridad de proceso, de tal manera que es posible una producción económica de las piezas estructurales que cumplen las condiciones mencionadas.

A continuación se va a explicar con mayor detalle la invención mediante ejemplos de realización junto con el dibujo. La figura muestra en

55 la Fig. 1 un diagrama de desarrollo de un primer ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de una cinta de aleación de aluminio,

60 la Fig. 2 un diagrama de desarrollo para otro ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención y

la Fig. 3 un ejemplo de realización representado esquemáticamente de una pieza estructural de un automóvil.

65 La Fig. 1 muestra ahora un primer ejemplo de realización en un diagrama de desarrollo esquemático. En una primera etapa 2 se cuele el desbaste plano de laminación, por ejemplo, en el procedimiento de colada continua de DC o en el procedimiento de colada de cinta. En la etapa de procedimiento 4, entonces, el desbaste plano se

calienta a una temperatura de 500 °C a 600 °C y se mantiene durante al menos 0,5 h, preferentemente al menos 2 h a esta temperatura para la homogeneización. El desbaste plano de laminación homogeneizado de este modo se lamina en caliente a continuación a una temperatura de 280 °C a 500 °C, preferentemente de 300 °C a 400 °C hasta un espesor final de 3 a 12 mm. A continuación, en la etapa 8 se realiza una laminación en frío de espesor final, a lo que sigue un recocido blando final de recristalización de acuerdo con la etapa 10. En la laminación en frío en espesor final en una o varias pasadas, el grado de reducción por laminación debe ascender al menos al 50 %, preferentemente al menos al 70 %, para generar durante el recocido blando final una estructura de grano suficientemente fino. El recocido blando final en el que recristaliza de nuevo la cinta se realiza en el horno de cámara a de 300 °C a 400 °C, preferentemente de 330 °C a 370 °C en la etapa 10. A pesar de los componentes de la aleación de acuerdo con la invención Mg, Si, Fe y Mn, el empleo de un horno de paso continuo para la fabricación de la cinta de aleación de aluminio de acuerdo con la invención no es posible, ya que a causa de las diferentes velocidades de calentamiento y de enfriamiento se facilitarían otras estructuras.

Como alternativa a la fabricación de la cinta de aleación de aluminio sin recocido intermedio, de acuerdo con la etapa 14 se puede producir también un recocido intermedio en un horno de cámara a de 300 °C a 400 °C, preferentemente a de 330 °C a 370 °C, debiendo garantizarse tanto antes del recocido intermedio como después del recocido intermedio un grado de reducción por laminación de al menos el 50 %, preferentemente al menos el 70 % para influir positivamente en la finura de grano de la estructura después del recocido blando final de recristalización. Opcionalmente se puede producir después de la colada del desbaste plano de laminación en la etapa 2 también un fresado de acuerdo con la etapa 12 del lado superior e inferior del desbaste plano de laminación para minimizar la influencia de impurezas en los bordes de los desbastes planos durante la fabricación de los desbastes planos de laminación en el producto final. En particular, esto tiene una influencia positiva en la resistencia a la corrosión de los componentes.

La Fig. 2 muestra ahora otro diagrama de desarrollo que muestra, como alternativa a la etapa 4, la etapa 16 de la homogeneización. La homogeneización tiene una influencia sobre la finura de grano de la estructura final pretendida de la cinta o componente terminado. Para mejorar adicionalmente la finura de grano de la estructura se realiza en varios pasos la homogeneización. Así, en lugar de la etapa 4 en la Fig. 1, en la Fig. 2 se lleva a cabo una etapa de homogeneización 16. La etapa de homogeneización 16 presenta en primer lugar una primera fase de homogeneización, etapa 18, en la que el desbaste plano de laminación fresado o no fresado se calienta a una temperatura de 550 °C a 600 °C durante al menos 0,5 h, preferentemente al menos 2 h. En una siguiente etapa 20, el desbaste plano de laminación calentado de este modo se enfría a una temperatura de 450 °C a 550 °C y se mantiene durante al menos 0,5 h, preferentemente al menos 2 h a esta temperatura, lo que está representado en la Fig. 2 en la etapa 22.

Como alternativa, el desbaste plano de laminación después de la primera etapa de homogeneización 18 también se puede enfriar en una etapa 24 a temperatura ambiente y calentarse en una posterior etapa 26 a la temperatura para la segunda homogeneización. Esto es necesario por ejemplo cuando se ha de almacenar el desbaste plano de laminación entre la etapa de homogeneización. Opcionalmente, esta fase a temperatura ambiente se puede usar para fresar el desbaste plano de laminación en el lado superior e inferior, etapa 28. Después del segundo paso de homogeneización 22 se produce la laminación en caliente, tal como se representa en la Fig. 1, con los parámetros allí indicados. Se ha mostrado que la homogeneización de varios pasos, en particular la homogeneización de dos pasos, conduce a una estructura más fina del producto final.

El efecto de acuerdo con la invención de la facilitación de una aleación de aluminio o de una cinta de aleación de aluminio de resistencia media y muy conformable se constató mediante 10 ejemplos de realización.

En primer lugar se colaron 10 desbastes planos de laminación distintos compuestos de diferentes aleaciones en la colada continua de DC. Los lados superiores e inferiores de los desbastes planos de laminación se fresaron después de la colada de forma correspondiente a la etapa 12. A continuación se produjo una homogeneización de dos pasos, en la que en primer lugar se mantuvieron los desbastes planos de laminación durante 3,5 h a 600 °C y a continuación durante 2 h a 500 °C. Inmediatamente después de la homogeneización, los desbastes planos de laminación se laminaron en caliente directamente a aproximadamente 500 °C hasta dar una cinta de laminación en caliente de aleación de aluminio con un espesor de 8 mm. La cinta de laminación en caliente de 8 mm de espesor se laminó en frío finalmente sin recocido intermedio en cada caso hasta un espesor final de 1,5 mm, es decir, con un grado de reducción por laminación de más del 70 %. El recocido blando final de recristalización de las cintas de aleación de aluminio laminadas en frío con un espesor de 1,5 mm se produjo durante 1 h a 350 °C en un horno de cámara. Las distintas aleaciones de aluminio ensayadas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Variante	(C): Comparación (I); Invención	Constituyentes de la aleación de aluminio en % en peso					
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr
1	C	0,66	0,66	0,26	0,7	0,62	0,14
2	C	0,53	0,46	0,19	0,52	0,44	0,13
3	C	0,67	0,66	0,27	0,69	0,61	0,0005

ES 2 655 434 T3

4	C	0,73	0,68	0,0016	1,0	0,67	0,0002
5	I	0,72	0,69	0,0016	0,74	0,66	0,0006
6	I	0,67	0,65	0,07	0,69	0,61	0,0005
7	I	0,72	1,0	0,0017	0,72	0,66	0,0004
8	I	0,8	0,68	0,0015	0,72	0,63	0,0003
9	C	0,4	0,41	0,004	0,47	0,41	0,001
10	C	0,5	0,27	0,0013	0,66	0,42	0,0008

Las variantes 1 a 4 así como 9 y 10 son ejemplos comparativos que no se corresponden con la aleación de aluminio de acuerdo con la invención. Por el contrario, los ejemplos de realización 5 a 8 se corresponden con las composiciones de aleación de aluminio reivindicadas de acuerdo con la invención.

5

En las cintas de aleación de aluminio laminadas en frío fabricadas de este modo se midieron tanto el límite de fluencia $R_{p0,2}$, la resistencia a la tracción R_m , el alargamiento uniforme A_g , el alargamiento a la rotura $A_{80\text{ mm}}$ y la embutición SZ 32 conseguida durante el estiramiento sobre el molde en milímetros. Los valores del límite elástico $R_{p0,2}$ así como la resistencia a la tracción R_m se midieron en el ensayo de tracción en perpendicular a la dirección de laminación de la chapa según la norma DIN EN ISO 6892-1:2009. De acuerdo con la misma norma se midieron el alargamiento uniforme A_g así como el alargamiento a la rotura $A_{80\text{ mm}}$ en porcentaje en cada caso perpendicular a la dirección de laminación de la chapa con una probeta plana para ensayo de tracción según la norma DIN EN ISO 6892-1:2009, anexo B, forma 2. El comportamiento de conformación se puede medir además por ejemplo en un ensayo de estiramiento sobre molde SZ 32 por un ensayo de embutición según Erikson (norma DIN EN ISO 20482), en el que se presiona una probeta contra la chapa de tal manera que se produce una conformación en frío. Durante la conformación en frío se miden la fuerza así como el camino de estampación de la probeta hasta que se produce una caída de la carga que tiene como causa la formación de una fisura. En los presentes ejemplos de realización se llevó a cabo el ensayo de embutición con un diámetro de cabezal de punzón ajustado al espesor de chapa de 32 mm y un diámetro de matriz de 35,4 mm recurriendo a una lámina de embutición de teflón con reducción de la fricción. En la Tabla 2 está representada la compilación de los resultados.

20

Tabla 2

Variante	(C): Comparación (I) Invención	$R_{p0,2}$ N/mm ²	R_m N/mm ²	A_g %	$A_{80\text{ mm}}$ %	SZ 32 mm
1	C	65	145	19,6	26,5	15,8
2	C	52	131	21,9	30,3	16,2
3	C	60	135	22,7	30,3	16,4
4	C	51	122	22,3	33,5	15,6
5	I	48	112	23,1	35,3	16,0
6	I	47	118	23,5	35,0	16,5
7	I	50	120	23,4	36,2	16,1
8	I	47	112	23,8	36,6	15,0
9	C	41	98	23,6	37,9	16,5
10	C	41	102	24,2	38,0	16,3

Los ejemplos de realización muestran, mediante la comparación por ejemplo de la variante 2 con las variantes 5 a 8 de acuerdo con la invención, que una reducción demasiado intensa de los contenidos de Si, Fe, Mn, Mg con una elevación de los contenidos para Cu y Cr conducen a que, ciertamente los valores de límite de fluencia permanecen por encima de 45 MPa, no obstante, el alargamiento a la rotura cae claramente a aproximadamente el 30 %. Este efecto se puede constatar también cuando únicamente el contenido de Mn asciende por ejemplo al 1,0 %, lo que presiona ya el alargamiento a la rotura $A_{80\text{ mm}}$ a por debajo del 35 %, variante 4. Las variantes 9 y 10 muestran el efecto de contenidos reducidos de Si, Fe, Mn y Mg. Es cierto que los ejemplos comparativos 9 y 10 muestran un alargamiento a la rotura $A_{80\text{ mm}}$ muy bueno con más del 35 %, no obstante, el límite de fluencia con 41 MPa se encuentra por debajo de los ejemplos de realización 5 a 8 de acuerdo con la invención.

25

30

Los ejemplos de realización de acuerdo con la invención mostraron, en particular con intensas conformaciones, un comportamiento muy bueno de conformación, lo que se puede leer por los resultados muy buenos de estiramiento sobre molde SZ 32 y los elevados valores de alargamiento tanto con el alargamiento uniforme A_g como en el alargamiento a la rotura $A_{80\text{ mm}}$. Aquí se puede observar que depende globalmente de la interacción de los contenidos de la aleación Si, Fe, Mn, Mg, debiendo mantenerse particularmente bajos los componentes Cr y Cu, preferentemente el contenido de Cu es $\leq 0,05$ % en peso, preferentemente $\leq 0,01$ % en peso y el contenido de cromo $\leq 0,01$ % en peso, preferentemente $\leq 0,001$ % en peso. Acoplado con la resistencia muy buena a la corrosión de los ejemplos de realización se pueden facilitar para vehículos productos semiacabados y componentes, en particular componentes estructurales tales como piezas interiores de puertas, que garantizan no solo las especificaciones del campo de aplicación en relación con propiedades mecánicas y químicas, sino que se pueden fabricar también de forma económica con pocas operaciones de conformación.

35

40

45

Las cintas de aleación de aluminio de acuerdo con la invención, por tanto, son adecuadas de forma ideal para facilitar por ejemplo piezas estructurales de un automóvil, tal como la pieza interior de puerta 30 representada en la

Fig. 3, o usarse para su fabricación. La pieza interior de puerta está fabricada a partir de una chapa de una aleación de aluminio de acuerdo con la invención con un espesor de 1,5 mm, que facilita únicamente mediante operaciones de conformación, sin embargo, sin operaciones de ensamblaje, un marco de ventana.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una cinta de una aleación de aluminio que presenta los siguientes constituyentes de la aleación en % en peso:

- 5
- $$0,6 \% \leq \text{Si} \leq 0,9 \%,$$
- $$0,6 \% \leq \text{Fe} \leq 1,0 \%,$$
- 10
- $$\text{Cu} \leq 0,1 \%,$$
- $$0,6 \% \leq \text{Mn} \leq 0,9 \%,$$
- $$0,5 \% \leq \text{Mg} \leq 0,8 \%,$$
- 15
- $$\text{Cr} \leq 0,05 \%,$$

resto Al e impurezas, en solitario como máximo el 0,05 % en peso, sumados como máximo el 0,15 % en peso, con las siguientes etapas de procedimiento:

- 20
- colada (2) de un desbaste plano de laminación,
 - homogeneización (4, 16) a una temperatura entre 500 °C y 600 °C durante al menos 0,5 h,
 - laminación en caliente (6) del desbaste plano de laminación a temperaturas de 280 °C a 500 °C a un espesor de 3 mm a 12 mm,
- 25
- laminación en frío (8) con o sin recocido intermedio con un grado de reducción por laminación de al menos el 50 %, preferentemente al menos el 70 %, hasta un espesor final de 0,2 mm a 5 mm y
 - recocido blando final (10) a de 300 °C a 400 °C durante al menos 0,5 h en un horno de cámara.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la homogeneización (16) se realiza al menos en dos pasos, calentándose el desbaste plano de laminación en primer lugar a de 550 °C a 600 °C durante al menos 0,5 h y enfriándose a continuación el desbaste plano de laminación a de 450 °C a 550 °C, manteniéndose durante al menos 0,5 h a esta temperatura y laminándose en caliente a continuación.

3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** después de la colada (2) o después de la homogeneización (4, 16) se fresa (12) el desbaste plano de laminación en los lados superior e inferior.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** se realiza un recocido intermedio (14) después de una primera laminación en frío (8) a una temperatura de 300 °C a 400 °C durante al menos 0,5 h, ascendiendo antes y después del recocido intermedio el grado de reducción por laminación al menos al 50 %, preferentemente al menos al 70 %.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** se lleva a cabo el recocido intermedio (14) a una temperatura de 330 °C a 370 °C.

6. Cinta o chapa de aleación de aluminio fabricada a partir de una aleación de aluminio que presenta los siguientes constituyentes de la aleación en % en peso:

- 50
- $$0,6 \% \leq \text{Si} \leq 0,9 \%,$$
- $$0,6 \% \leq \text{Fe} \leq 1,0 \%,$$
- $$\text{Cu} \leq 0,1 \%,$$
- $$0,6 \% \leq \text{Mn} \leq 0,9 \%,$$
- 55
- $$0,5 \% \leq \text{Mg} \leq 0,8 \%,$$
- $$\text{Cr} \leq 0,05 \%,$$

60 resto Al e impurezas, en solitario como máximo el 0,05 % en peso, sumados como máximo el 0,15 % en peso, **caracterizada por que** la cinta tiene un espesor de 0,2 mm a 5 mm y presenta en el estado recocido blando un límite de fluencia $R_{p0,2}$ de al menos 45 MPa y un alargamiento a la rotura $A_{80 \text{ mm}}$ de al menos el 35 %.

7. Cinta de aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada por que** los constituyentes de la

aleación Si, Fe, Mn y Mg presentan las siguientes proporciones en % en peso:

$$0,7 \% \leq \text{Si} \leq 0,9 \%,$$

5

$$0,7 \% \leq \text{Fe} \leq 1,0 \%,$$

$$0,7 \% \leq \text{Mn} \leq 0,9 \%$$

y

10

$$0,6 \% \leq \text{Mg} \leq 0,8 \%.$$

8. Cinta de aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** los constituyentes de la aleación Si, Fe, Mn y Mg presentan las siguientes proporciones en % en peso:

15

$$0,7 \% \leq \text{Si} \leq 0,8 \%,$$

$$0,7 \% \leq \text{Fe} \leq 0,8 \%,$$

20

$$0,7 \% \leq \text{Mn} \leq 0,8 \%$$

y

$$0,6 \% \leq \text{Mg} \leq 0,7 \%.$$

25

9. Cinta de aleación de aluminio de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizada por que** la aleación de aluminio presenta el siguiente contenido de Cr en % en peso:

$$\text{Cr} \leq 0,01 \%.$$

30

10. Cinta de aleación de aluminio de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizada por que** la aleación de aluminio presenta el siguiente contenido de Cu en % en peso:

$$\text{Cu} \leq 0,05 \%.$$

35

11. Uso de una cinta de aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 6 para la fabricación de productos semiacabados o componentes para automóviles, en particular de una pieza estructural de un automóvil.

12. Pieza estructural, en particular pieza interior de puerta (30) de un automóvil, que presenta al menos una chapa conformada fabricada a partir de una cinta de aleación de aluminio de acuerdo con las reivindicaciones 6 a 10.

40

13. Pieza estructural de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** la chapa está recortada a partir de una cinta que se ha fabricado con un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.

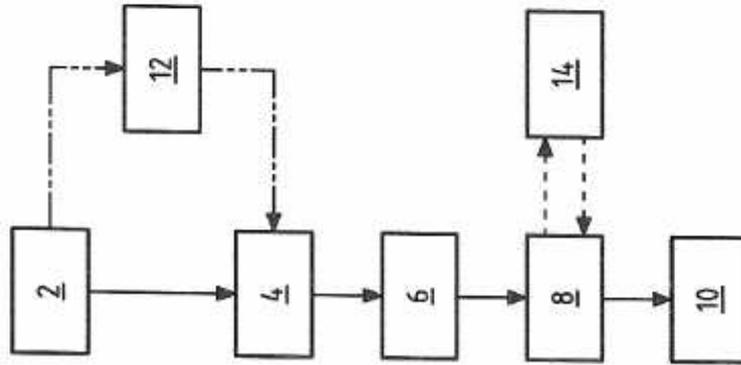


Fig.1

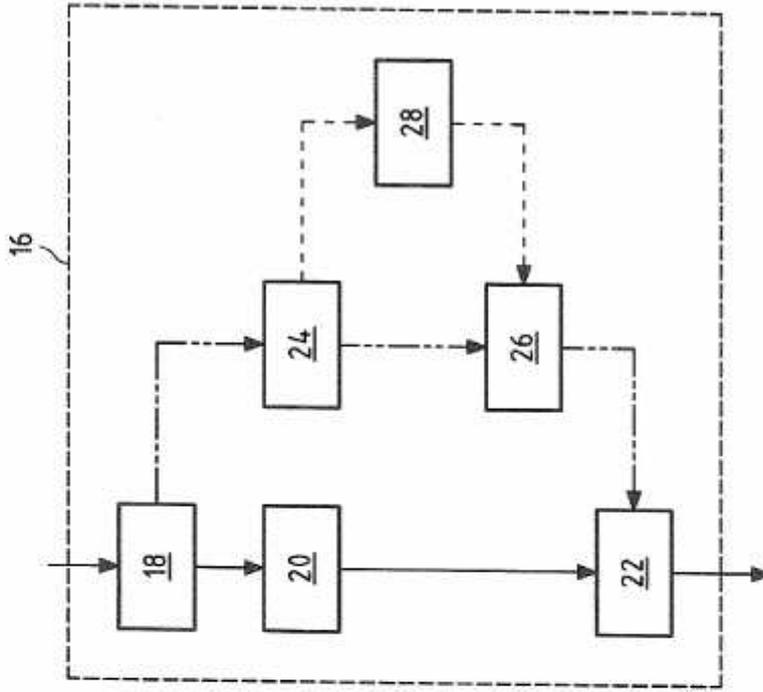


Fig.2

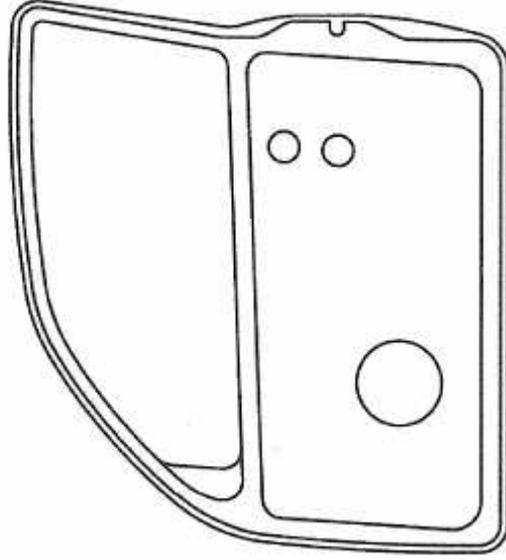


Fig.3