

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 459 307**

51 Int. Cl.:

**C22F 1/05** (2006.01)

**B62D 29/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2011** **E 11181519 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2014** **EP 2570509**

54 Título: **Procedimiento de producción para banda de aluminio de AlMgSi**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.05.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KEHL, WERNER;  
SCHRÖDER, DIETMAR;  
BRINKMAN, HENK-JAN;  
HÖRSTER, NATALIE;  
KARHAUSEN, KAI-FRIEDRICH;  
BRÜNGER, EIKE y  
WIRTZ, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 459 307 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción para banda de aluminio de AlMgSi

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de una banda de una aleación de AlMgSi, en el que se  
 cuele una barra laminada de una aleación de AlMgSi, se somete la barra laminada a una homogeneización, se  
 lamina en caliente la barra laminada que se ha llevado hasta temperatura de laminación, a continuación se lamina  
 en frío opcionalmente hasta el grosor final y se somete a recocido por disolución y se enfría bruscamente la banda  
 laminada acabada. Además la invención se refiere a usos ventajosos de una banda de aluminio de AlMgSi  
 10 producida de manera correspondiente.

Sobre todo en la construcción de automóviles pero también en otros campos de aplicación, por ejemplo en la  
 construcción de aeronaves o en la construcción de vehículos sobre railes, se necesitan chapas de aleación de  
 aluminio, que no sólo se caracterizan por valores de resistencia especialmente elevados, sino que, al mismo tiempo,  
 15 presentan un comportamiento de conformación muy adecuado y permiten altos grados de conformación. En la  
 construcción de automóviles son campos de aplicación típicos la carrocería y las piezas de tren de rodadura. En el  
 caso de elementos constructivos lacados, visibles, por ejemplo chapas de carrocería visibles desde el exterior, se  
 añade que el conformado de los materiales ha de tener lugar de modo que la superficie después del lacado no se  
 vea perjudicada por errores tales como figuras de fluencia o formación de estrías (*roping*). Esto es especialmente  
 20 importante por ejemplo para el uso de chapas de aleación de aluminio para la producción de cubiertas de motor y  
 otros elementos constructivos de carrocería de un automóvil. No obstante, esto limita la elección de materiales en  
 cuanto a la aleación de aluminio. En particular las aleaciones de AlMgSi, cuyos componentes principales de aleación  
 son magnesio y silicio, presentan resistencias relativamente altas en el estado T6 con, al mismo tiempo, un  
 comportamiento de conformación adecuado en el estado T4 así como una excelente resistencia a la corrosión. Las  
 25 aleaciones de AlMgSi son los tipos de aleación AA6XXX, por ejemplo del tipo de aleación AA6016, AA6014,  
 AA6181, AA6060 y AA6111. Habitualmente se producen bandas de aluminio a partir de una aleación de AlMgSi  
 mediante colada de una barra laminada, homogeneización de la barra laminada, laminación en caliente de la barra  
 laminada y laminación en frío de la banda laminada en caliente. La homogeneización de la barra laminada tiene  
 lugar a una temperatura de 380 a 580 °C durante más de una hora. Mediante un recocido por disolución posterior a  
 30 temperaturas típicas de 500 °C a 570 °C con posterior enfriamiento brusco y endurecimiento por precipitación en frío  
 aproximadamente a temperatura ambiente durante al menos tres días, pueden entregarse las bandas en el estado  
 T4. El estado T6 se ajusta después del enfriamiento brusco mediante un endurecimiento por precipitación en  
 caliente a temperaturas entre 100 °C y 220 °C.

35 Es problemático que en bandas de aluminio laminadas en caliente de aleaciones de AlMgSi existan deposiciones  
 gruesas de Mg<sub>2</sub>Si, que se rompen y reducen en la laminación en frío posterior mediante alto grado de conformación.  
 Las bandas laminadas en caliente de una aleación de AlMgSi se producen por regla general en grosores de 3 mm a  
 12 mm y se alimentan a una laminación en frío con altos grados de conformación. Dado que el intervalo de  
 temperatura en el que se forman las fases de AlMgSi, durante la laminación en caliente convencional se atraviesa  
 40 muy lentamente, se desarrollan las fases de forma muy gruesa. El intervalo de temperatura para la formación de las  
 fases mencionadas anteriormente depende de la aleación. Éste se encuentra en cambio entre 230 °C y 550 °C, es  
 decir, en el intervalo de las temperaturas de laminación en caliente. Pudo detectarse experimentalmente que estas  
 fases gruesas en la banda laminada en caliente influyen negativamente en el alargamiento del producto final. Esto  
 significa que el comportamiento de conformación de bandas de aluminio de aleaciones de AlMgSi no pudo  
 45 aprovecharse por completo hasta el momento.

Por la solicitud de patente europea EP 2 270 249 A1 publicada, que remite a la solicitante, se propuso que la banda  
 de aleación de AlMgSi inmediatamente después de la descarga a partir del último cilindro alimentador caliente  
 50 presentara una temperatura de como máximo 130 °C y se arrollara con esta temperatura o una temperatura más  
 baja. Mediante el enfriamiento brusco de la banda laminada en caliente con este procedimiento pueden producirse  
 bandas de aluminio en el estado T4, que en el estado T4 presentan un alargamiento de rotura de A<sub>80</sub> de más del  
 30 % o un alargamiento uniforme Ag de más del 25 %. Además resultaron también valores muy altos para el  
 alargamiento de rotura en el estado T6. En cambio, se ha mostrado que este intervalo de temperatura en la  
 descarga del último cilindro alimentador caliente, lleva a problemas en la planeidad de la banda laminada en  
 55 caliente, de modo que las siguientes etapas de fabricación se alteraban. Además, la tasa de enfriamiento  
 predeterminada pudo alcanzarse sólo con velocidades de producción reducidas. A partir de este estado de la  
 técnica, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar un procedimiento mejorado para la producción  
 de una banda de aluminio a partir de una aleación de AlMgSi, con el que pueden producirse de manera segura para  
 el proceso bandas de aluminio de AlMgSi con un comportamiento de conformación muy adecuado en el estado T4.

60 De acuerdo con una primera enseñanza de la presente invención el objetivo señalado se resuelve para un  
 procedimiento por que la banda laminada en caliente inmediatamente después de la descarga a partir del último  
 cilindro alimentador caliente presenta una temperatura de más de 130 °C, preferentemente de 135 °C a como  
 máximo 250 °C, preferentemente de 135 °C a como máximo 230 °C y se arrolla la banda laminada en caliente con  
 65 esta temperatura.

En contraposición al procedimiento conocido con temperaturas de arrollamiento especialmente bajas se mostró sorprendentemente que las propiedades mecánicas no variaban o sólo de forma insignificante con respecto al alargamiento uniforme Ag que determina el comportamiento de conformación, a pesar de las temperaturas de arrollamiento modificadas. Las bandas de aleación de AlMgSi fabricadas de acuerdo con la invención en el estado T4 mostraban además un alargamiento uniforme de más del 25 % en el ensayo de tracción de acuerdo con la norma DIN EN. Además mostraban una capacidad de curado muy buena en el estado T6, tal como se conoce por la solicitud previa de la solicitante. No obstante pudo estabilizarse claramente el procedimiento de producción y alcanzarse una mayor velocidad de producción.

De acuerdo con una forma de realización ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención este proceso de enfriamiento tiene lugar dentro de los dos últimos cilindros alimentadores calientes, es decir el enfriamiento hasta más de 130 °C, preferentemente de 135 °C a 250 °C, preferentemente de 135 °C a 230 °C tiene lugar en el plazo de segundos, como máximo en el plazo de cinco minutos. Se ha mostrado que en este modo de proceder, los valores elevados de alargamiento uniforme se consiguen de manera segura para el proceso con valores límite de resistencia o de alargamiento en el estado T4 y la capacidad de curado mejorada en el estado T6 especialmente.

De acuerdo con una configuración adicional del procedimiento de acuerdo con la invención se consigue un enfriamiento seguro para el proceso de la banda laminada en caliente por que la banda laminada en caliente con el uso de al menos un refrigerador de placas y de los propios cilindros alimentadores calientes cargados con emulsión se enfría bruscamente hasta la temperatura de arrollamiento. Un refrigerador de placas se compone de una disposición de boquillas de refrigerante o de lubricante, que pulverizan una emulsión de laminación sobre la banda de aluminio. El refrigerador de placas puede encontrarse en un laminador en caliente, para enfriar las bandas laminadas en caliente antes de la laminación en caliente hasta la temperatura de laminación y para poder alcanzar velocidades de producción superiores.

Si la temperatura de la banda laminada en caliente antes del inicio del proceso de enfriamiento, que tiene lugar preferentemente dentro de los dos últimos rodillos alimentadores, asciende al menos a 400 °C, preferentemente de 470 °C a 490 °C, de acuerdo con una siguiente configuración del procedimiento se consigue que estén presentes deposiciones de Mg<sub>2</sub>Si especialmente pequeñas en la banda laminada en caliente enfriada bruscamente, dado que el mayor porcentaje de los componentes de aleación magnesio y silicio se encuentran en estado disuelto en la matriz de aluminio a estas temperaturas. Este estado ventajoso de la banda laminada en caliente casi se "congela" mediante el enfriamiento brusco.

De acuerdo con una configuración adicional del procedimiento la temperatura de la banda laminada en caliente después del penúltimo rodillo alimentador asciende a de 290 °C a 310 °C. Se ha mostrado que estas temperaturas permiten tanto una congelación suficiente de las deposiciones y, por otro lado, al mismo tiempo, el último rodillo alimentador puede conducirse sin problemas.

Si la banda laminada en caliente laminada en la descarga inmediatamente después del último cilindro alimentador caliente tiene una temperatura de 200 °C a 230 °C puede conseguirse una velocidad de proceso óptima durante la laminación en caliente, sin empeorarse las propiedades de la banda de aluminio producida.

El grosor de la banda laminada en caliente acabada asciende a de 3 mm a 12 mm, preferentemente de 5 mm a 8 mm, de modo que pueden usarse estructuras de laminación en frío habituales para la laminación en frío.

Preferentemente, la aleación de aluminio usada es del tipo de aleación AA6xxx, preferentemente AA6014, AA6016, AA6060, AA6111 o AA6181. A todos los tipos de aleación AA6xxx es común que presentan un comportamiento de conformación especialmente adecuado caracterizado por altos valores de alargamiento en el estado T4 así como altas resistencias o límites de alargamiento en el estado de uso T6, por ejemplo después de un endurecimiento por precipitación en caliente a 205 °C / 30 min.

De acuerdo con una configuración adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, la banda de aluminio laminada acabada se somete a un tratamiento térmico, en el que la banda de aluminio después del recocido por disolución y enfriamiento brusco se calienta hasta más de 100 °C y a continuación con una temperatura de más de 55 °C, preferentemente más de 85 °C se arrolla y se endurece por precipitación. Esta forma de realización del procedimiento permite ajustar, después del endurecimiento por precipitación en frío mediante una fase de calentamiento más corta con temperaturas más bajas, el estado T6 en la banda o chapa, en el que las chapas o bandas conformadas para dar elementos constructivos se utilizan en la aplicación. Estas bandas de aluminio que curan rápidamente se calientan para ello únicamente hasta temperaturas de aproximadamente 185 °C durante únicamente 20 min, para conseguir los valores límites de estiraje superiores en el estado T6.

Si bien los valores de alargamiento de rotura A<sub>80</sub> de las bandas de aluminio producidas con esta forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención en el estado T4 se encuentran ligeramente por debajo del 29 %, la banda de aluminio producida de acuerdo con la invención se caracteriza en cambio, después del endurecimiento por precipitación en el estado T4, además por un alargamiento uniforme Ag muy adecuado de más del 25 %. Por el alargamiento uniforme Ag se entiende el alargamiento máximo de la muestra con el que en el ensayo de tracción no

## ES 2 459 307 T3

se muestra estricción alguna de la muestra. Es decir, la muestra se alarga de manera uniforme en el intervalo del alargamiento uniforme. El valor para el alargamiento uniforme se encontraba hasta el momento, en el caso de materiales similares, en como máximo del 22 % al 23 %. El alargamiento uniforme influye de manera decisiva en el comportamiento de conformación, dado que éste determina el grado de conformación máximo usado en la práctica del material. En este sentido, con el procedimiento de acuerdo con la invención puede proporcionarse una banda de aluminio con propiedades de conformación muy adecuadas, que puede convertirse también a través de un endurecimiento por precipitación en caliente acelerado (185 °C/ 20 min) en el estado T6.

Una aleación de aluminio del tipo AA6016 presenta los siguientes componentes de aleación en porcentaje en peso:

$$0,25 \% \leq \text{Mg} \leq 0,6 \%,$$

$$1,0 \% \leq \text{Si} \leq 1,5 \%,$$

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

$$\text{Cu} \leq 0,2 \%,$$

$$\text{Mn} \leq 0,2 \%,$$

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

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

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

y el resto Al así como impurezas inevitables como máximo en total el 0,15 %, individualmente como máximo el 0,05 %.

En el caso de contenidos en magnesio de menos del 0,25 % en peso, la resistencia de la banda de aluminio, que está prevista para aplicaciones de estructura es demasiado pequeña, por otro lado se empeora la capacidad de conformación en el caso de contenidos en magnesio por encima del 0,6 % en peso. El silicio en relación con el magnesio es responsable esencialmente de la capacidad de curado de la aleación de aluminio y por lo tanto también de altas resistencias que pueden alcanzarse en el caso de aplicación por ejemplo después de un secado de barnizado. En el caso de contenidos en Si de menos del 1,0 % en peso, la capacidad de curado de la banda de aluminio se reduce, de modo que en el caso de aplicación pueden proporcionarse sólo resistencias reducidas. Contenidos en Si de más del 1,5 % en peso no llevan a ninguna mejora del comportamiento de curado de la aleación. El porcentaje en Fe se limitará a como máximo el 0,5 % en peso, para evitar deposiciones gruesas. Una limitación del contenido en cobre a como máximo el 0,2 % en peso lleva sobre todo a una resistencia a la corrosión mejorada de la aleación de aluminio en la aplicación específica. El contenido en manganeso de menos del 0,2 % en peso reduce la tendencia a la formación de deposiciones de manganeso más gruesas. Si bien el cromo proporciona una estructura fina, en cambio ha de limitarse al 0,1 % en peso, para evitar así mismo deposiciones gruesas. La presencia de manganeso mejoraba por el contrario la soldabilidad mediante la reducción de tendencia a la fisuración o sensibilidad al enfriamiento brusco de la banda de aluminio de acuerdo con la invención. Una reducción del contenido en zinc hasta como máximo el 0,1 % en peso mejora en particular la resistencia a la corrosión de la aleación de aluminio o de la chapa acabada en la aplicación respectiva. Por el contrario, el titanio proporciona un afinamiento del grano durante la colada, pero se limitará como máximo al 0,1 % en peso, para garantizar una capacidad de colada adecuada de la aleación de aluminio.

Una aleación de aluminio del tipo AA6060 presentan los siguientes componentes de aleación en porcentaje en peso:

## ES 2 459 307 T3

$$0,35 \% \leq \text{Mg} \leq 0,6 \%,$$

$$0,3 \% \leq \text{Si} \leq 0,6 \%,$$

$$0,1 \% \leq \text{Fe} \leq 0,3 \%$$

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

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

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

$$\text{Zn} \leq 0,10 \%,$$

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

5 y el resto Al así como impurezas inevitables como máximo en total el 0,15 %, individualmente como máximo el 0,05 %.

10 La combinación de un contenido en magnesio predeterminado de forma exacta con un contenido en Si reducido en comparación con la primera forma de realización y un contenido en Fe especificado estrecho da como resultado una aleación de aluminio, en la que puede evitarse de manera especialmente adecuada la formación de deposiciones de  $\text{Mg}_2\text{Si}$  después de la laminación en caliente con el procedimiento de acuerdo con la invención, de modo que puede proporcionarse una chapa con un alargamiento mejorado y altos límites de alargamiento en comparación con chapas producidas de manera convencional. Los menores límites superiores de los componentes de aleación Cu, Mn y Cr refuerzan adicionalmente el efecto del procedimiento de acuerdo con la invención. En cuanto a las  
15 consecuencias de los límites superiores de Zn y Ti se remite a las realizaciones para la primera forma de realización de la aleación de aluminio.

Una aleación de aluminio del tipo AA6014 presenta los siguientes componentes de aleación en porcentaje en peso

$$0,4 \% \leq \text{Mg} \leq 0,8 \%,$$

$$0,3 \% \leq \text{Si} \leq 0,6 \%,$$

$$\text{Fe} \leq 0,35 \%$$

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

$$0,05 \% \leq \text{Mn} \leq 0,20 \%,$$

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

$$\text{Zn} \leq 0,10 \%,$$

20

## ES 2 459 307 T3

$$0,05 \% \leq V \leq 0,20 \%,$$

$$Ti \leq 0,1 \%$$

y el resto Al así como impurezas inevitables como máximo en total el 0,15 %, individualmente como máximo el 0,05 %.

5

Una aleación de aluminio del tipo AA6181 presenta los siguientes componentes de aleación en porcentaje en peso:

$$0,6 \% \leq Mg \leq 1,0 \%,$$

$$0,8 \% \leq Si \leq 1,2 \%,$$

$$Fe \leq 0,45 \%$$

$$Cu \leq 0,10 \%,$$

$$Mn \leq 0,15 \%,$$

$$Cr \leq 0,10 \%,$$

$$Zn \leq 0,20 \%,$$

$$Ti \leq 0,1 \%$$

10

y el resto Al así como impurezas inevitables como máximo en total el 0,15 %, individualmente como máximo el 0,05 %.

15 Una aleación de aluminio del tipo AA6111 presenta los siguientes componentes de aleación en porcentaje en peso:

$$0,5 \% \leq Mg \leq 1,0 \%,$$

$$0,7 \% \leq Si \leq 1,1 \%,$$

$$Fe \leq 0,40 \%$$

$$0,50 \% \leq Cu \leq 0,90 \%,$$

$$0,15 \% \leq Mn \leq 0,45 \%,$$

$$Cr \leq 0,10 \%,$$

$$Zn \leq 0,15 \%,$$

$$Ti \leq 0,1 \%$$

y el resto Al así como impurezas inevitables como máximo en total el 0,15 %, individualmente como máximo el 0,05 %. La aleación AA6111 muestra fundamentalmente debido al elevado contenido en cobre mayores valores de resistencia en el estado de uso T6, pero ha de clasificarse como susceptible de corrosión.

5 Todas las aleaciones de aluminios indicadas están adaptadas específicamente en sus componentes de aleación a diferentes aplicaciones. Tal como ya se expuso, las bandas de estas aleaciones de aluminio, que se produjeron con el uso del procedimiento de acuerdo con la invención, muestran valores de alargamiento uniforme especialmente altos en el estado T4 a la vez que un aumento especialmente marcado de los límites de alargamiento por ejemplo después de un endurecimiento por precipitación en caliente a 205 °C / 30 min. Esto es válido también para las  
10 bandas de aluminio sometidas después del recocido por disolución a un tratamiento térmico en el estado T4.

Debido a la excelente combinación entre buena capacidad de conformación en el estado T4, alta resistencia a la corrosión así como altos valores para los límites de alargamiento Rp0,2 en el estado de uso (estado T6) se resuelve el objetivo expuesto anteriormente de acuerdo con una segunda enseñanza de la presente invención mediante el  
15 uso de una banda de aluminio de AlMgSi producida de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención para un elemento constructivo, chapa o parte de estructura o de tren de rodadura en la construcción de automóviles, aeronaves o vehículos sobre raíles, en particular como componente, pieza de tren de rodadura, chapa exterior o interior en la construcción de automóviles, preferentemente como elemento constructivo de carrocería. Sobre todo las partes de carrocería visibles, a modo de ejemplo cubiertas de motor, guardabarros etc. así como piezas de  
20 paneles exteriores de un vehículo sobre raíles o aeronave se benefician de los altos límites de alargamiento Rp0,2 con buenas propiedades superficiales también después de una conformación con altos grados de conformación.

Una banda de aleación de AlMgSi que cura rápidamente con excelentes propiedades de conformación puede proporcionarse mediante una banda de aleación de aluminio producida de acuerdo con la invención, que después de su producción se someta a un recocido por disolución con posterior tratamiento térmico. En el estado T4 presenta, tal como ya se expuso, un alargamiento uniforme Ag de más del 25 % por ejemplo con un límite de alargamiento Rp0,2 de 80 a 140 MPa. Con esta variante puede proporcionarse una banda de aleación de AlMgSi que cura rápidamente y, al mismo tiempo, puede conformarse muy adecuadamente. El endurecimiento por precipitación en caliente para alcanzar el estado T6 puede tener lugar a 185 °C durante 20 min, para conseguir los aumentos de  
25 límite de alargamiento necesarios.

Una banda de aleación de aluminio producida de acuerdo con la invención presenta de acuerdo con una siguiente configuración un alargamiento uniforme Ag de más del 25 % en dirección de laminación, en sentido transversal a la dirección de laminación y en diagonal a la dirección de laminación, de modo que se permite un comportamiento de conformación especialmente isotrópico.  
35

Preferentemente, las bandas de aluminio producidas de acuerdo con la invención presentan un grosor de 0,5 mm a 12 mm. Las bandas de aluminio con grosores de 0,5 mm a 2 mm se usan preferentemente para piezas de carrocería por ejemplo en la construcción de automóviles, mientras que las bandas de aluminio con mayores grosores de 2 a 4,5 mm por ejemplo en piezas de tren de rodadura en la construcción de automóviles encuentran aplicación. Los componentes individuales pueden fabricarse en la banda laminada en frío también con un grosor de hasta 6 mm. Además, en aplicaciones específicas pueden usarse también bandas de aluminio con grosores de hasta 12 mm. Estas bandas de aluminio con grosores muy grandes se proporcionan habitualmente sólo mediante laminación en caliente.  
40

45 La invención se explicará en detalle ahora por medio de ejemplos de realización en relación con el dibujo.

El dibujo muestra en la única figura 1 un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención para la producción de una banda de de una aleación de aluminio MgSi con las etapas a) producir y homogeneizar de la barra laminada, b) laminar en caliente, c) laminar en frío y d) recocer por disolución con enfriamiento brusco.  
50

En primer lugar se cuela una barra laminada 1 a partir de una aleación de aluminio con los siguientes componentes de aleación en porcentaje en peso:  
55

$$0,25 \% \leq \text{Mg} \leq 0,6 \%,$$

$$1,0 \% \leq \text{Si} \leq 1,5 \%,$$

$$\text{Fe} \leq 0,50 \%,$$

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

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

$$\text{Cr} \leq 0,10 \%,$$

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

$$\text{Ti} \leq 0,15 \%$$

y el resto Al así como impurezas inevitables como máximo en total el 0,15 %, individualmente como máximo el 0,05 %.

5 La barra así producida se homogeneiza a una temperatura de homogeneización de aproximadamente 550 °C durante 8 h en un horno 2, de modo que los componentes de aleación aleados se encuentran distribuidos especialmente de forma homogénea en la barra laminada, figura 1a).

10 En la figura 1b) se representa cómo la barra laminada 1 en el presente ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención mediante una estructura de laminación en caliente 3 se lamina en caliente de manera reversible, presentando la barra laminada 1 una temperatura de 400 a 550 °C durante la laminación en caliente. En este ejemplo de realización, tras abandonar la estructura de laminación en caliente 3 y antes del penúltimo cilindro alimentador caliente la banda laminada en caliente 4 tiene preferentemente una temperatura de al menos 400 °C, 15 preferentemente de 470 °C a 490 °C. Preferentemente a esta temperatura de banda laminada en caliente tiene lugar el endurecimiento por precipitación de la banda laminada en caliente 4 con el uso de un refrigerador de placas 5 y los rodillos de trabajo de la estructura de laminación en caliente 3. Preferentemente se enfría la banda laminada en caliente en este caso hasta una temperatura de 290 °C a 310 °C antes del último cilindro alimentador caliente. Para ello el refrigerador de placas 5, representado sólo esquemáticamente, rocía la banda laminada en caliente 4 con emulsión de laminación de refrigeración y proporciona un enfriamiento acelerado de la banda laminada en caliente 4 hasta las temperaturas mencionadas en último lugar. Los rodillos de trabajo de la estructura de laminación en caliente 3 están cargados así mismo con emulsión y enfrían la banda laminada en caliente 4 en el último cilindro alimentador caliente y más abajo. Después del último rodillo alimentador la banda laminada en caliente 4 a la salida del refrigerador de placas 5', en el presente ejemplo de realización tiene una temperatura de 200 °C a 230 °C y se 25 arrolla a continuación sobre la bobina de arrollamiento 6 con esta temperatura.

Debido a que la banda laminada en caliente 4 inmediatamente en la descarga del último cilindro alimentador caliente presenta una temperatura de más de 135 °C a 250 °C, preferentemente de 200 °C a 230 °C u opcionalmente en los 30 dos últimos cilindros alimentadores calientes con el uso del refrigerador de placa 5 y de los rodillos de trabajo de la estructura de laminación en caliente 3 se lleva a las temperaturas mencionadas, la banda laminada en caliente 4 presenta, a pesar de la elevada temperatura de arrollamiento un estado de estructura cristalina congelado, que lleva a muy buenas propiedades de alargamiento uniforme Ag de más del 25 % en el estado T4. No obstante, debido a la temperatura de arrollamiento más alta puede procesarse de forma más rápida y mejor. La banda laminada en caliente con un grosor de 3 a 12 mm, preferentemente de 5 a 8 mm se arrolla sobre la bobina de arrollamiento 6. 35 Como se expuso anteriormente, la temperatura de arrollamiento en el presente ejemplo de realización asciende preferentemente a de 135 °C a 250 °C.

En el caso del procedimiento de acuerdo con la invención en la banda laminada en caliente 4 arrollada no puede formarse ahora ninguna o sólo algunas deposiciones gruesas de Mg<sub>2</sub>Si. La banda laminada en caliente 4 tiene un 40 estado cristalino muy favorable para el procesamiento adicional y puede arrollarse por la bobina de desenrollado 7 por ejemplo alimentarse a una estructura de laminación en frío 9 y arrollarse de nuevo sobre una bobina de

arrollamiento 8, figura 1c).

La banda laminada en frío 11, resultante, se arrolla. A continuación se alimenta a un recocido por disolución a temperaturas de 520 °C a 570 °C y a un enfriamiento brusco 10, figura 1d). Para ello se desenrolla de nuevo por la bobina 12, se recuece por disolución en un horno 10 y se enfría bruscamente de nuevo para dar una bobina 13. La banda de aluminio puede entregarse entonces después de un endurecimiento por precipitación en frío a temperatura ambiente en el estado T4 con capacidad de conformación máxima. Como alternativa (no representado) la banda de aluminio 11 puede separarse en chapas individuales, que se encuentran en el estado T4 después de un endurecimiento por precipitación en frío.

En el caso de mayores grosores de banda de aluminio, por ejemplo en aplicaciones de tren de rodadura componentes tales como por ejemplo placas de anclaje de frenos pueden llevarse a cabo también como alternativa recocidos por piezas y a continuación se enfrían bruscamente las chapas.

En el estado T6 se lleva la banda de aluminio o la chapa de aluminio mediante un endurecimiento por precipitación en caliente a de 100 °C a 220 °C, para alcanzar valores máximos para el límite de alargamiento. Por ejemplo puede llevarse a cabo un endurecimiento por precipitación en caliente también a 205 °C / 30 min.

Las bandas de aluminio producidas de acuerdo con el ejemplo de realización representado presentan después de la laminación en frío por ejemplo un grosor de 0,5 a 4,5 mm. Grosores de banda de 0,5 a 2 mm se usan habitualmente para aplicaciones de carrocería o grosores de banda de 2,0 mm a 4,5 mm para piezas de tren de rodadura en la construcción de automóviles. En ambos campos de aplicación son decisivamente ventajosos valores mejoradas de alargamiento uniforme en la producción de los elementos constructivos, dado que en la mayoría de los casos se llevan a cabo conformaciones considerables de las chapas y a pesar de ello se necesitan altas resistencias en el estado de uso (T6) del producto final.

En la tabla 1 se indican las composiciones de aleación de aleaciones de aluminio a partir de las que se produjeron bandas de aluminio de manera convencional o de acuerdo con la invención. Junto a los contenidos mostrados en componentes de aleación, las bandas de aluminio contienen como porcentaje restante aluminio e impurezas, individualmente como máximo el 0,05 % en peso y en total como máximo el 0,15 % en peso.

Tabla 1

Bandas	Si % en peso	Fe % en peso	Cu % en peso	Mn % en peso	Mg % en peso	Cr % en peso	Zn % en peso	Ti % en peso
251	1,3	0,19	-	0,06	0,3	-	0,01	0,02
252	1,3	0,19	-	0,06	0,3	-	0,01	0,02
491-1	1,39	0,18	0,002	0,062	0,30	0,0006	0,01	0,0158
491-11	1,40	0,18	0,002	0,063	0,31	0,0006	0,0104	0,0147

Las bandas (muestras) 251 y 252 se produjeron con un procedimiento de acuerdo con la invención, en el que la banda laminada en caliente dentro de los dos últimos cilindros alimentadores calientes se enfrían de aproximadamente 470 °C a 490 °C hasta 135 °C a 250 °C con el uso de un refrigerador de placa así como de la laminación en caliente y se arrollaron. En la tabla 2 se caracterizan los valores de medición de estas bandas con "Inv.". A continuación tuvo lugar una laminación en frío hasta un grosor final de 0,865 mm.

Las bandas (muestras) 491-1 y 491-11 se produjeron con una laminación en caliente y laminación en frío convencionales y se caracterizan con "Konv."

Los resultados representados en la tabla 2 de las propiedades mecánicas muestran claramente la diferencia en los valores de alargamiento uniforme Ag que pueden alcanzarse.

Tabla 2

Bandas		Grosor (mm)	T4				T6 205 °C / 30 min			
			Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	Ag (%)	A80 (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	Ag (%)	ΔRp0,2 (MPa)
251 L	Inv.	0,865	93	207	26,3	30,4				
251 Q	Inv.	0,865	86	203	26,4	29,0	193	249	12,4	107
251 D	Inv.	0,865	87	203	27,0	30,0				
252 L	Inv.	0,865	93	206	26,1	31,5				
252 Q	Inv.	0,865	88	205	26,6	29,0	185	244	12,2	97
252 D	Inv.	0,865	87	202	27,3	31,1				
491-1	Konv.	1,09	92	202	23,1	27,8	180	235	10,7	88
491-11	Konv.	1,04	88	196	23,0	27,4	179	232	11,2	91

Para alcanzar el estado T4 se sometieron las bandas a un recocido por disolución con posterior enfriamiento brusco y a un endurecimiento por precipitación en frío posterior durante ocho días a temperatura ambiente. El estado T6 se alcanzó mediante un endurecimiento por precipitación en caliente posterior al endurecimiento por precipitación en frío a 205 °C durante 30 minutos.

5 Las muestras designadas con L se cortaron en dirección de laminación, las muestras designadas con Q se cortaron en sentido transversal a la dirección de laminación y las muestras designadas con D en diagonal a la dirección de laminación. Las muestras 491-1 y 491-11 se midieron en cada caso en sentido transversal a la dirección de laminación.

10 Se mostró que la estructura ventajosa, que se ajustó a través del procedimiento de acuerdo con la invención en las bandas 251 y 252, con un límite de alargamiento  $R_{p0,2}$  idéntico y resistencia  $R_m$  permite un claro aumento del alargamiento uniforme  $A_g$ . El alargamiento uniforme  $A_g$  se aumentó desde el 23,0 % hasta como máximo el 26,6 % en sentido transversal a la dirección de laminación en las bandas producidas de acuerdo con la invención en comparación con las bandas producidas de manera convencional.

15 La estructura ajustada con el procedimiento de acuerdo con la invención lleva a la combinación especialmente ventajosa de un alto alargamiento uniforme  $A_g$  de más del 25 % con valores muy altos para el límite de alargamiento  $R_{p0,2}$  de 80 a 140 MPa. En el estado T6 el límite de alargamiento  $R_{p0,2}$  aumenta hasta al menos 185 MPa, permaneciendo el alargamiento uniforme  $A_g$  además a más del 12 %. La capacidad de curado con un  $\Delta R_{p0,2}$  de 97 o 107 MPa es además muy adecuado en las bandas fabricadas de acuerdo con la invención.

20 En el estado T6 pudo conservarse prácticamente el aumento del alargamiento uniforme  $A_g$  en comparación con bandas producidas de forma convencional.

25 Los valores de alargamiento de rotura  $A_g$  y  $A_{80}$ , los valores del límite de alargamiento  $R_{p0,2}$  y los valores de resistencia a la tracción  $R_m$  en las tablas se midieron de acuerdo con la norma DIN EN.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de una banda de una aleación de AlMgSi, en el que se cuele una barra laminada de una aleación de AlMgSi, se somete la barra laminada a una homogeneización, se lamina en caliente la barra laminada que se ha llevado hasta temperatura de laminación en caliente, a continuación se lamina en frío opcionalmente hasta el grosor final y se somete a recocido por disolución y se enfría bruscamente la banda laminada acabada,  
5 **caracterizado por que** la banda laminada en caliente inmediatamente después de la descarga desde el último cilindro alimentador caliente presenta una temperatura de más de 130 °C a 250 °C, preferentemente a 230 °C y se arrolla la banda laminada en caliente con esta temperatura.  
10
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,  
**caracterizado por que** la banda laminada en caliente se enfría bruscamente hasta la temperatura de descarga con el uso de al menos un refrigerador de placas y de los propios cilindros alimentadores calientes cargados con emulsión.  
15
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2,  
**caracterizado por que** la temperatura de la banda laminada en caliente antes del inicio del proceso de enfriamiento durante la laminación en caliente asciende a más de 400 °C.  
20
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3,  
**caracterizado por que** la temperatura de la banda laminada en caliente después del penúltimo rodillo alimentador asciende a más de 250 °C.  
25
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,  
**caracterizado por que** la temperatura de la banda laminada en caliente después del último rodillo alimentador antes del devanado asciende a de 200 °C a 230 °C.  
30
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,  
**caracterizado por que** el grosor de la banda laminada en caliente acabada asciende a de 3 mm a 12 mm, preferentemente de 5 mm a 8 mm.  
35
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6,  
**caracterizado por que** la aleación de aluminio es del tipo de aleación AA6xxx, preferentemente AA6014, AA6016, AA6060, AA6111 o AA6181.  
40
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7,  
**caracterizado por que** la banda de aluminio laminada acabada se somete a un tratamiento térmico, en el que la banda de aluminio después del recocido por disolución y del enfriamiento brusco se calienta hasta más de 100 °C y a continuación con una temperatura de más de 55 °C, preferentemente de más de 85 °C se arrolla y se endurece por precipitación.  
45
9. Uso de una banda de aluminio producida con un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 para un elemento constructivo, parte de estructura o de tren de rodadura o chapa en la construcción de automóviles, aeronaves o vehículos sobre raíles, en particular como componente, pieza de tren de rodadura, chapa exterior o interior en la construcción de automóviles, preferentemente como elemento constructivo de carrocería.

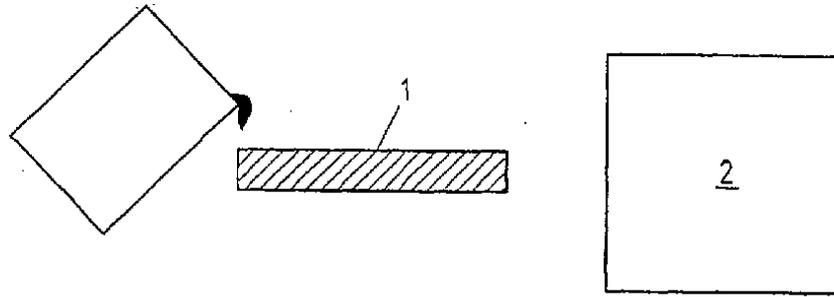


Fig. 1a

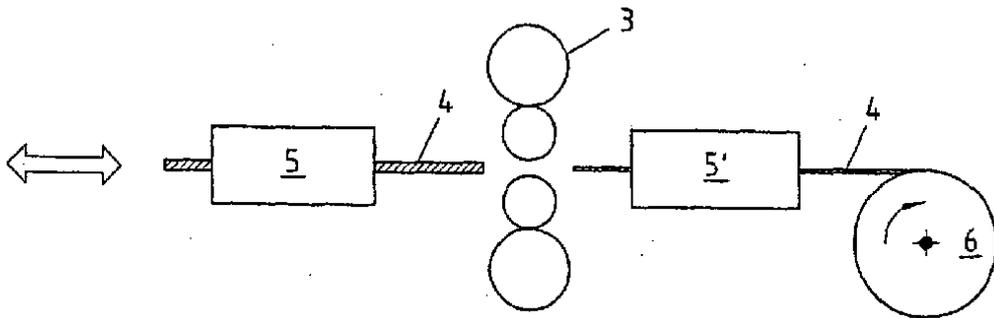


Fig. 1b

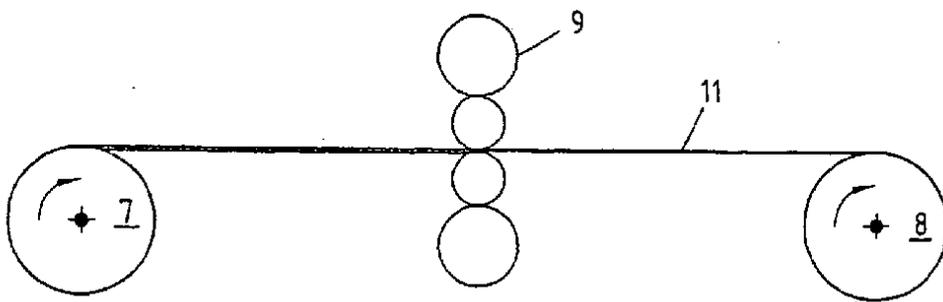


Fig. 1c

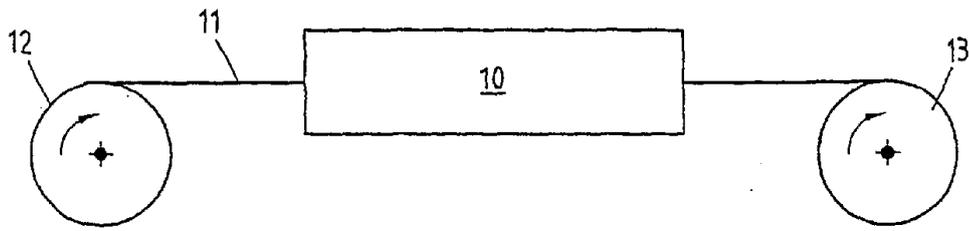


Fig. 1d