



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 279 123**

51 Int. Cl.:
C22C 21/06 (2006.01)
C22F 1/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03735766 .2**
86 Fecha de presentación : **04.03.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1481106**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

54 Título: **Chapa o banda de aleación Al-Mg para la fabricación de piezas plegadas de pequeño radio de curvatura.**

30 Prioridad: **07.03.2002 FR 02 02897**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

73 Titular/es: **ALCAN RHENALU**
7, place du Chancelier Adenauer
75116 Paris, FR

72 Inventor/es: **Hoffmann, Jean-Luc;**
Morere, Bruce y
Helfer, Fabrice

74 Agente: **Gallego Jiménez, José Fernando**

ES 2 279 123 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).

ES 2 279 123 T3

DESCRIPCIÓN

Chapa o banda de aleación Al-Mg para la fabricación de piezas plegadas de pequeño radio de curvatura.

5 **Ámbito de la invención**

La invención se refiere a la fabricación de piezas plegadas de pequeño radio de curvatura, y la mayoría de las veces embutidas, en particular destinadas a la automoción, a partir de chapas o bandas de aleación de aluminio de tipo aluminio-magnesio, es decir de la serie 5000 según la nomenclatura de la Aluminum Association.

10 **Estado de la técnica**

Las aleaciones aluminio-magnesio con más de 4% de magnesio se utilizan ampliamente en la automoción para piezas distintas de las pieles de carrocería, por ejemplo para refuerzos o piezas de estructura, eventualmente conformadas por embutición o plegado. Permiten una buena resistencia mecánica sin requerir, como las aleaciones de piel de la serie 6000, un tratamiento térmico de disolución y temple. Por ejemplo se pueden mencionar las aleaciones 5019, 5182 y 5083 cuya composición (% en peso) registrada en la Aluminum Association se indica en el cuadro 1:

20 CUADRO 1

Aleación	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn
5019	<0,40	<0,50	<0,10	0,1- 0,6	4,5- 5,6	<0,20	<0,20
5182	<0,20	<0,35	<0,15	0,2- 0,5	4,0- 5,0	<0,10	<0,25
5083	<0,40	<0,40	<0,10	0,4- 1,0	4,0- 4,9	0,05- 0,25	<0,25

35 **Problema planteado**

40 La fabricación de piezas embutidas y plegadas necesita un material que presenta una conformabilidad suficiente como para realizar las partes embutidas de las piezas así como una mayor aptitud para el plegado aún cuando se deseen obtener radios de plegado muy pequeños, típicamente del orden del espesor de la chapa. Esta aptitud tiene que ser tan buena en el sentido del laminado como en el sentido perpendicular. La chapa o la banda tienen que presentar una resistencia mecánica la más elevada posible con el fin de reducir al máximo el espesor y de obtener así el efecto de 45 reducción de carga óptima resultante de la utilización del aluminio con respecto al acero.

Por otra parte, durante el recocido de las pinturas de la carrocería, las piezas de vehículos automóviles se someten a un tratamiento térmico que se hace a una temperatura incluida entre los 150 y los 200°C durante 15 a 30 min. Así es necesario tener en cuenta la eventual pérdida de resistencia mecánica durante esta operación y es deseable que esta 50 degradación sea la menor posible. La invención tiene por objeto chapas y bandas de aleación Al-Mg que permitan cumplir estas exigencias.

55 **Objeto de la invención**

La invención tiene por objeto una chapa o banda de aleación de aluminio con un espesor incluido entre 1 y 5 mm, destinada a la fabricación de piezas embutidas y plegadas de pequeño radio de curvatura, con la composición (% en peso):

60 Si < 0,3 Fe: 0,2 - 0,4 Mn: 0,3 - 0,45 Mg: 4,5 - 5,5 Cr < 0,04 - 0,1 Cu < 0,1 Zn < 0,1 otros elementos < 0,05 cada uno y < 0,15 en total, resto aluminio y, para esta composición específica, $R_{0,2}$ sentido T > 240 MPa, A_{80} > 15% y $R_m - R_{0,2}$ > 90 MPa.

También tiene por objeto un procedimiento de fabricación de tal chapa o banda que comprende la colada de una chapa que tiene la composición anterior, su laminado en caliente hasta un espesor e_c , el laminado en frío hasta un 65 espesor final e_f incluido entre los 70 y 40% de e_c , y un recocido de recuperación a una temperatura incluida entre los 180 y los 280°C sin endurecimiento por deformación ulterior.

Descripción de las figuras

La única figura ilustra los resultados del ejemplo 1 de límite de elasticidad $R_{0,2}$ y radio de curvatura.

5 Descripción de la invención

La invención radica en la combinación de la selección estrecha de una composición de aleación Al-Mg con más de 4% de Mg y de una gama de fabricación específica para obtener un compromiso de propiedades, en particular entre el límite de elasticidad, el alargamiento y la aptitud para el plegado, particularmente favorable a la realización de piezas embutidas y plegadas de pequeño radio de curvatura.

Las aleaciones según la invención son aleaciones con más de 4,5% de Mg como las aleaciones 5182, 5019 o 5083 arriba mencionadas.

El magnesio contribuye a la resistencia mecánica y es posible ajustar su porcentaje según la resistencia mecánica deseada. Más allá de los 5,5% de Mg, la aleación es más difícil de colar y de poner por obra.

El control del porcentaje total de manganeso y cromo es un punto importante para obtener el conjunto de las propiedades deseadas. Un porcentaje inferior a 0,3% mejora el alargamiento, pero disminuye el límite de elasticidad sin mejorar la aptitud para el plegado. Un porcentaje superior a 0,7% mejora el límite de elasticidad sin demasiado reducir el alargamiento pero, de manera asombrosa, no da un buen radio de curvatura.

El procedimiento de fabricación de las bandas según la invención comprende la colada de una chapa con la aleación considerada, su laminado en caliente para obtener una banda de espesor e_c así como después su laminado en frío hasta el espesor final e_f incluido entre 1 y 5 mm. Para obtener las propiedades deseadas, el espesor final e_f tiene que estar incluido entre los 40 y los 70% del espesor de la banda laminada en caliente e_c . Si el índice de laminado en frío es insuficiente, no se puede alcanzar el límite de elasticidad deseado. Si es demasiado importante, el coeficiente de endurecimiento por deformación n es demasiado bajo y la conformabilidad es insuficiente.

La banda laminada en frío se somete después a un recocido de recuperación a una temperatura incluida entre los 180 y los 280°C. Es importante el control de esta temperatura: una ausencia de recuperación o una temperatura demasiado baja perjudican el alargamiento. A la inversa una temperatura de recocido superior a los 280°C conduce a un estado recristalizado, con una resistencia mecánica insuficiente.

Una característica esencial del procedimiento de fabricación de las bandas y chapas según la invención es la ausencia de reendurecimiento por deformación después del recocido de recuperación, sea por laminado en frío, sea por aplanado bajo tensión. En efecto tal endurecimiento por deformación aumentaría el límite de elasticidad pero reduciría demasiado el alargamiento y el coeficiente de endurecimiento por deformación, lo que sería desfavorable a la conformabilidad y a la aptitud para el plegado. Además, durante el tratamiento de recocido de las pinturas, se pierde muy rápidamente el beneficio de límite de elasticidad mientras que, durante el recocido de las pinturas, se reduce la pérdida de resistencia mecánica para los productos recuperados y no reendurecidos por deformación.

Otra ventaja de la ausencia de endurecimiento por deformación, en particular por aplanado, después de la recuperación es que se obtienen chapas y bandas que presentan una baja anisotropía, con una diferencia entre los límites de elasticidad en los sentidos L y T de menos de 15 MPa y la mayoría de las veces de menos de 10 MPa.

Para no tener que reendurecer el metal después de la recuperación, es necesario controlar bien la planeidad de la banda durante el laminado en frío, y sobre todo durante el acabado, en particular durante el corte longitudinal de bandas relativamente estrechas y con un espesor bastante importante, en las que se tienen que evitar las deformaciones de tipo "lámina de sable".

Las chapas y bandas según la invención se adaptan particularmente bien a la fabricación de piezas embutidas y plegadas de pequeño radio de curvatura, en particular para la automoción. Se obtienen radios de curvatura a 180° inferiores al espesor de la chapa o de la banda, incluso inferiores a 80% de este espesor. El coeficiente de endurecimiento por deformación n es superior a 0,10, lo que contribuye al rápido aumento de la resistencia mecánica de las piezas al conformarlas, y por consiguiente a la utilización de espesores menos importantes.

Cabe mencionar a modo de ejemplo de utilización los refuerzos de techos corredizos de protección contra las intrusiones que comprenden partes embutidas y plegadas, y que se someten al tratamiento de recocido de las pinturas, en particular de las capas de cataforesis. Para un tratamiento de 20 min. a 200°C, la pérdida de límite de elasticidad queda inferior a los 20 MPa.

Otra utilización interesante de las chapas y bandas según la invención es la fabricación de gatos, lo que permite obtener un importante ahorro de peso con respecto a los gatos de acero.

ES 2 279 123 T3

Ejemplos

Ejemplo 1

5 Se colaron chapas de 7 aleaciones diferentes A a G, las aleaciones A a E tenían una composición según la invención y las aleaciones F y G una composición fuera de la invención.

Se indican las composiciones (% en peso) en el cuadro 1:

10 CUADRO 1

Aleación	Mg	Mn	Cu	Si	Fe
A	4,62	0,37	0,06	0,13	0,30
B	4,76	0,36	0,05	0,10	0,31
C	4,61	0,35	0,05	0,14	0,37
D	4,53	0,36	0,05	0,09	0,29
E	5,18	0,35	0,06	0,11	0,18
F	4,58	0,27	0,02	0,04	0,17
G	5,10	0,81	0,05	0,11	0,24

30

Las chapas se laminaron en caliente para obtener bandas de 5 mm de espesor, luego se laminaron en frío hasta los 3 mm, o sea 60% del espesor de la banda en caliente. Las bandas se sometieron a un recocido de recuperación a 200°C. Se midieron el límite de elasticidad $R_{0,2}$ sentido L, el alargamiento a la ruptura A_{80} según la norma NF EN 10002-1 relativa a las pruebas de tracción en los materiales metálicos, y el radio de curvatura a 180°. Se indican los resultados en el cuadro 2:

35

40 CUADRO 2

Aleación	$R_{0,2}$ (MPa)	A_{80} (%)	Radio de curvatura (mm)
A	239	15,5	1,8
B	223	16,2	1,5
C	225	17,5	1,4
D	220	16,5	1,7
E	258	16,8	2,0
F	235	16,9	2,5
G	279	12,2	2,8

45

50

55

60

Se observa que la aleación con Mn elevado H tiene un alargamiento $< 15\%$ y un radio de curvatura límite bastante elevado, superior a 80% del espesor. La aleación F con bajo Mn también tiene un radio de curvatura bastante elevado. En la figura 1 se representó el compromiso entre el límite de elasticidad $R_{0,2}$ y el radio de curvatura. Se considera aceptable un radio de 1,5 mm para un $R_{0,2}$ de 200 MPa y de 2,5 mm para un $R_{0,2}$ de 280 MPa.

65

ES 2 279 123 T3

Los puntos que corresponden a las 5 aleaciones según la invención se sitúan a la izquierda de la derecha y muestran un buen compromiso entre las dos propiedades. Los puntos que corresponden a las aleaciones F y G se sitúan a la derecha de la derecha y no presentan pues ningún compromiso aceptable.

5 Ejemplo 2

Se efectuó un tratamiento térmico de 20 min. respectivamente a 170°C, 185°C y 200°C, que simulaba tratamientos de recocido de las pinturas de un vehículo automóvil, en muestras de chapa del ejemplo 1 de aleaciones C y E y en una muestra de la aleación C sometida además a un endurecimiento por aplanado por tracción. Se midieron las características mecánicas en el sentido de la longitud, a saber la resistencia a la ruptura R_m , el límite de elasticidad $R_{0,2}$ y el alargamiento A_{80} , antes y después del tratamiento térmico. Se indican los resultados en los cuadros 3 (para la aleación C recuperada), 4 (para E) y 5 (para C endurecida por deformación).

15

CUADRO 3

(C no endurecida por deformación)

20

Recocido	Sin	20 min. 170 °C	20 min. 185 °C	20 min. 200 °C
R_m (MPa)	325	316	314	313
$R_{0,2}$ (MPa)	225	212	210	208
A_{80} (%)	17,5	16,6	18,5	19,0

25

30

CUADRO 4

(E no endurecida por deformación)

40

Recocido	Sin	20 min. 170 °C	20 min. 185 °C	20 min. 200 °C
R_m (MPa)	355	351	353	351
$R_{0,2}$ (MPa)	258	254	256	254
A_{80} (%)	16,8	16,2	16,6	16,7

45

50

CUADRO 5

(C no endurecida por deformación)

55

Recocido	Sin	20 min. 170 °C	20 min. 185 °C	20 min. 200 °C
R_m (MPa)	328	320	315	313
$R_{0,2}$ (MPa)	242	214	210	207
A_{80} (%)	14,9	16,0	17,2	18,7

60

65

ES 2 279 123 T3

Se observa que el bajón de $R_{0,2}$ debido al tratamiento térmico es muy inferior para las muestras no endurecidas por deformación que para la muestra endurecida por deformación.

5 Ejemplo 3

En las muestras C y E del ejemplo 1, se midieron las características mecánicas R_m , $R_{0,2}$ y A_{80} en el sentido de la longitud, a 45° y en el sentido transversal. Se indican los resultados en el cuadro 6:

10

CUADRO 6

15

	C longitud	C 45°	C transversal	E longitud	E 45°	E transversal
R_m (MPa)	324	325	324	357	347	352
$R_{0,2}$ (MPa)	225	229	230	258	247	255
A_{80} (%)	17,5	19,1	18,2	16,8	16,6	16,1

20

25

30

Se observa que las características mecánicas, en particular el límite de elasticidad, varían muy poco según el sentido de la medida.

35

Ejemplo 4

Se colaron chapas de aleación de composición:

40

Si	Fe	Mn	Mg	Cu	Cr
0,12	0,18	0,33	4,57	0,04	0,06

45

Se varía el espesor de salida del laminado en caliente, quedándose el espesor final en 3 mm, de modo que se varía la relación e_t/e_c entre los 70% y los 40%. También se varía la temperatura de recocido final entre los 200 y los 320°C. No se efectuó ningún endurecimiento por deformación posterior al recocido final. En cada uno de los casos se midieron la resistencia a la ruptura R_m , el límite de elasticidad $R_{0,2}$, el alargamiento A y el coeficiente de endurecimiento por deformación n. Los resultados, que corresponden a la media de 5 medidas, se indican en el cuadro 7:

55

60

65

ES 2 279 123 T3

CUADRO 7

e_f/e_c (%)		200 °C	230 °C	260 °C	290 °C	320 °C
70	R_m (MPa)	305	304	296	289	266
	$R_{0,2}$ (MPa)	209	207	197	179	126
	A_{80} (%)	16,4	17,8	18,7	21,4	25,5
	n	0,168	0,172	0,178	0,203	0,309
60	R_m (MPa)	317	313	307	285	267
	$R_{0,2}$ (MPa)	228	222	216	166	132
	A_{80} (%)	15,9	17,5	18,7	23,6	25,9
	n	0,155	0,157	0,165	0,242	0,312
50	R_m (MPa)	339	332	333	283	268
	$R_{0,2}$ (MPa)	261	253	244	161	138
	A_{80} (%)	15,2	17,1	18,6	24,6	27,0
	n	0,135	0,141	0,155	0,262	0,307
40	R_m (MPa)	338	330	337	278	268
	$R_{0,2}$ (MPa)	260	251	248	156	142
	A_{80} (%)	14,5	16,1	18,9	25,0	25,9
	n	0,133	0,137	0,156	0,274	0,304

Se observa un importante bajón de R_m y sobre todo de $R_{0,2}$ cuando la temperatura del recocido final pasa de 260 a 290°C, lo que corresponde al paso a la temperatura de recristalización. Por otra parte, a determinada temperatura de recuperación, se observa que cuando disminuye la relación e_f/e_c , es decir cuando el laminado en frío es más importante, $R_{0,2}$ aumenta pero el alargamiento y el coeficiente de endurecimiento por deformación n disminuyen.

ES 2 279 123 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Chapa o banda de aleación de aluminio con un espesor incluido entre 1 y 5 mm, destinada a la fabricación de piezas embutidas y plegadas de pequeño radio de curvatura, con la composición (% en peso):

Si < 0,3 Fe: 0,2 - 0,4 Mn: 0,3 - 0,45 Cr: 0,04 - 0,1 Mg: 4,5 - 5,5 Cu < 0,1 Zn < 0,1 otros elementos < 0,05 cada uno y < 0,15 en total, resto aluminio, **caracterizada** porque presenta, en estado recuperado, un límite de elasticidad $R_{0,2}$ sentido T > 240 MPa, un alargamiento $A_{80} > 15\%$ y una diferencia $R_m - R_{0,2} > 90$ MPa.

10 2. Chapa o banda según la reivindicación 1 **caracterizada** porque su radio de curvatura a 180° es inferior a su espesor.

15 3. Chapa o banda según la reivindicación 2, **caracterizada** porque su radio de curvatura es inferior al 80% de su espesor.

4. Chapa o banda según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque la diferencia entre los límites de elasticidad en el sentido L y en el sentido T es inferior a los 15 MPa.

20 5. Chapa o banda según la reivindicación 4, **caracterizada** porque la diferencia entre los límites de elasticidad en el sentido L y en el sentido T es inferior a los 10 MPa.

6. Chapa o banda según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque la diferencia entre el límite de elasticidad antes y después de un tratamiento de recocido de pintura de 20 min. a 185°C es inferior a los 20 MPa.

25 7. Procedimiento de fabricación de una chapa o banda según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende la colada de una chapa, su laminado en caliente hasta un espesor e_c , el laminado en frío hasta un espesor final e_f incluido entre los 70 y 40% de e_c , y un recocido de recuperación a una temperatura incluida entre los 180 y los 280°C sin endurecimiento por deformación ulterior.

30 8. Utilización de chapas o bandas según una de las reivindicaciones 1 a 7 para la fabricación de refuerzos de un techo corredizo de vehículo automóvil.

35 9. Utilización de chapas o bandas según una de las reivindicaciones 1 a 7 para la fabricación de gatos.

40

45

50

55

60

65

