



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 378 505**

⑯ Int. Cl.:
B32B 15/01 (2006.01)
C22C 21/02 (2006.01)
C22C 21/08 (2006.01)



TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- ⑯ Número de solicitud europea: **09781694 .6**
⑯ Fecha de presentación: **11.08.2009**
⑯ Número de publicación de la solicitud: **2328748**
⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **08.06.2011**



④ Título: **Producto de chapa recubierta para automoción**

⑩ Prioridad:
13.08.2008 EP 08162298

⑦ Titular/es:
Novelis, Inc.
191 Evans Avenue
Toronto, ON M8Z 1J5, CA

④ Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2012

⑦ Inventor/es:
TIMM, Juergen y
BASSI, Corrado

④ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2012

⑦ Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 378 505 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).

DESCRIPCION

Producto de chapa recubierta para automoción.

La presente invención se refiere a una chapa de aluminio compuesta fundamentalmente destinada para uso en aplicaciones para automoción. El producto de chapa comprende un núcleo de aleación de aluminio de la serie 6XXX y al menos una capa de recubrimiento de otra aleación de aluminio de la serie 6XXX.

El uso de materiales de chapas de aluminio en la producción de automóviles se ha establecido hace muchos años. Se usan una diversidad de aleaciones diferentes dependiendo de las exigencias particulares de los diseñadores de automóviles para componentes específicos. En ciertas aplicaciones, es deseable que el material sea de alta resistencia. Otras aplicaciones aún requieren mayor conformabilidad y, en dichos casos, la resistencia puede considerarse menos importante. Igualmente, se han deseado materiales que se deformaran fácilmente bajo el impacto, por ejemplo, en el caso de colisión con peatones y dichos materiales pueden tener resistencias incluso más bajas.

La conformabilidad para los usuarios de chapas de automoción implica dos exigencias. Existe la conformabilidad de la chapa debida a su espesor, la cual generalmente está relacionada con la conformación en conjunto de la chapa. La segunda es el grado hasta el cual la chapa puede doblarse alrededor de un radio cerrado. Esta última exigencia es importante para algunas partes de automoción en las cuales la chapa se dobla sobre sí misma para crear un medio d sujeción a los paneles soporte de refuerzo. Este doblado sobre sí mismo se conoce como plegado y una chapa que es capaz de doblarse alrededor de un radio cerrado de esta forma, sin fisurarse, se dice que posee buena plegabilidad.

Típicamente, las aleaciones de aluminio usadas para este fin proceden de la serie 6XXX de aleaciones, fundamentalmente aquellas cuyo principales elementos de aleación son Mg y Si, o proceden de la serie 5XXX de aleaciones, cuyo principal elemento de aleación es Mg. Para un conocimiento del sistema de designación numérica más comúnmente usado en la denominación e identificación del aluminio y sus aleaciones, véase International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminium and Wrought Aluminium Alloys, publicado por The Aluminum Association, revisada en Enero 2001.

En muchas aplicaciones es deseable que el material se forme fácilmente y además, después de un tratamiento de horneado para pintura, desarrolle suficiente resistencia mecánica. Las aleaciones de la serie 6XXX son particularmente adecuadas para esto, dada su respuesta al envejecimiento. Durante los últimos 15 a 20 años han aparecido una cantidad significativa de trabajos con el fin de conocer los procesos de envejecimiento en estas aleaciones y existen diversos procedimientos para maximizar la denominada respuesta al horneado para pintura, (PBR), en base a la diferencia en las propiedades a la tracción desde el temple tal como se suministra (denominado en la presente invención en adelante como T4) al temple final (denominado en la presente invención en adelante como T8) después de la formación y endurecimiento por horneado.

Es bien sabido que una resistencia elástica de T4 menor y un contenido en Fe reducido promueven una conformabilidad mejorada, particularmente el comportamiento a la plegabilidad. Una resistencia elástica menor está relacionada con la facilidad de deformación. Es decir, una resistencia elástica menor significa que la chapa puede conformarse usando cargas de trabajo menores. El alargamiento está relacionado con el grado de deformación. Puede lograrse una resistencia elástica menor reduciendo el contenido de soluto en la aleación, pero el menor contenido de soluto usualmente reduce la respuesta al horneado para pintura. Una aleación de este tipo es la comercializada bajo el nombre de Anticorodak®-170 (denominada en la presente invención más adelante como AC170). Otra aleación de este tipo se conoce a partir de la Patente EP 1685268, en la que la aleación está tratada térmicamente en solución de una manera tal que se evita un endurecimiento con el tiempo significativo. De estas dos, la aleación de acuerdo con la Patente EP 1685268 tiene menor contenido en soluto y posee excelente plegabilidad. La AC170 (conteniendo igualmente un contenido el soluto relativamente bajo en comparación con aleaciones de alta resistencia del tipo AA6111), posee, por otra parte, una plegabilidad ligeramente inferior con respecto de la aleación procedente de la Patente EP 1685268, pero endurece por envejecimiento. Por otra parte, con la AC170 la plegabilidad se deteriora con el tiempo conforme la aleación endurece por envejecimiento, en particular cuando se pre-estira antes del plegado.

Tal como se ha mencionado anteriormente, usualmente existe un compromiso entre resistencia mecánica y plegabilidad. Aunque la plegabilidad es el foco de la presente invención, es útil para los diseñadores de automoción el que el material sea capaz de endurecimiento por envejecimiento en cierto grado durante el horneado para pintura. Esto permite al diseñador optimizar economías de peso a través de reducciones en el espesor. Igualmente, es deseable el que las propiedades mecánicas permanezcan relativamente estables a lo largo del tiempo en chapas suministradas a los fabricantes de automoción. Esto es debido a que, después del suministro de la chapa, puede existir algún retraso antes de usar dicha chapa en la producción de partes del cuerpo de automoción. Si, por ejemplo, la plegabilidad cambia durante dicho período, (el cual puede ser de varios meses), el usuario de la chapa puede encontrar que es menos ventajosa para sus procedimientos de fabricación. De manera alternativa, la chapa podría conformarse en un panel o capó en una fecha anterior, pero únicamente ensamblarse a otros componentes en una fecha posterior. Cuando el procedimiento de ensamblado implica el plegado, es deseable que el comportamiento al plegado cambie poco durante el período de tiempo transcurrido.

La Solicitud de Patente Japonesa JP62-207642 publicada el 12 de Septiembre de 1987, sugiere el recubrimiento de un núcleo de aleación de la serie 6XXX con una capa de recubrimiento de aleación de la serie 5XXX, aunque el intervalo de composición reivindicado para la capa de recubrimiento abarca o se solapa con algunas aleaciones de la serie 6XXX. Esta publicación expone que un contenido en Si por encima del 0,5% en peso en la capa de recubrimiento no es deseable dado que reducirá la conformabilidad. La mezcla de aleaciones de la serie 6XXX y la serie 5XXX en un producto de este tipo, le hace menos favorable para el reciclado. Esta publicación no indica nada sobre el comportamiento al plegado de los productos de chapa recubiertos.

5 La combinación de aleaciones de la serie 6XXX con aleaciones de la series 1XXX y 5XXX se divulga en la Patente de EE.UU. 2006-0185816. En particular, se produjo la combinación de un núcleo de aleación de composición convencional AA6111 con capas recubiertas de AA3003 o AA3104 convencional. La estructura del compuesto proporciona una mejora en la conformabilidad cuando se compara con la AA6111 monolítica. No se divulga el comportamiento al plegado.

10 La Patente WO 07/128391 divulga un producto compuesto que comprende la combinación de aleaciones de la series 6XXX en el núcleo con aleaciones de la serie 6XXX en la capa de recubrimiento. A pesar de la amplitud de las 15 reivindicaciones, la descripción únicamente contiene 2 ejemplos en los cuales las aleaciones del núcleo son o bien AA6016 o bien AA6111 y la capa de recubrimiento es AA6005A. El comportamiento al plegado de los productos compuestos fue mejor que la de las aleaciones de núcleo monolítico solo, aunque no se informa de la forma en que cambia de comportamiento al plegado con el tiempo.

15 La Patente Japonesa JP2000-129382 divulga igualmente el recubrimiento de una aleación de la serie 6XXX que 20 contiene Cu con otra capa de aleación de la serie 6XXX sin Cu. La conformabilidad se midió mediante el alargamiento – una medida de la amplitud del grado de conformado en su conjunto, no de la plegabilidad.

25 Ninguna de estas divulgaciones de la técnica anterior sugiere una combinación de aleaciones en el núcleo y capas de recubrimiento que proporcionen características de plegado extremadamente buenas, incluso después del pre-estiramiento, plegabilidad que se mantiene excelente después de envejecimiento, al mismo tiempo que también muestra la capacidad de ser endurecida por envejecimiento de manera significativa durante el horneado para pintura.

30 Por ello, es un objeto de la invención el proporcionar un producto de recubrimiento de aleación de aluminio que posee excelente comportamiento de plegado, en el que el comportamiento de plegado se mantiene excelente después de periodos substanciales de envejecimiento natural y de pre-estirado, y que es capaz de endurecimiento por envejecimiento.

Este objeto se logra mediante el producto de chapa de automoción recubierta que comprende las características de la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se establecen en las reivindicaciones adjuntas, respectivamente.

35 El término "chapa", tal como se usa en su sentido más amplio en la presente invención, está destinado a abarcar espesores a veces referidos como "plancha" o "lámina", así como espesores de chapas de espesores intermedios entre plancha y lámina.

Las razones por las cuales se limitan los constituyentes de las aleaciones de manera tal que se cumplan las reivindicaciones se dan más adelante. Todos los valores son en % en peso.

40 Mg: El contenido en Mg en la capa del núcleo se establece que sea de 0,45 - 0,8. Preferiblemente, el contenido en Mg es de 0,5 - 0,7, lo más preferiblemente aproximadamente 0,6. El contenido en Mg en al menos una capa de recubrimiento se establece que sea de 0,3 - 0,7. Preferiblemente, el contenido en Mg en la capa de recubrimiento es de 0,4 - 0,6, lo más preferiblemente aproximadamente 0,5.

45 Si: El contenido en Si tanto en la capa del núcleo como de recubrimiento se establece que sea de 0,45 a 0,7. Preferiblemente, el contenido de Si en la capa del núcleo es de 0,5 a 0,7, lo más preferiblemente aproximadamente 0,6. El contenido en Si en la al menos una capa de recubrimiento es entre 0,3 - 0,7. Preferiblemente, el contenido en Si en la al menos una capa de recubrimiento es de 0,4 - 0,6, lo más preferiblemente aproximadamente 0,5.

50 Mg y Si se combinan fundamentalmente como Mg₂Si, lo que imparte resistencia mejorada después de endurecimiento por envejecimiento. Demasiada poca proporción tanto de Mg como de Si hace que el endurecimiento por envejecimiento sea mínimo y esto fija que el límite inferior para cada elemento sea de 0,45 para la composición de aleación del núcleo. Sin embargo, el contenido superior de Mg y Si está limitado, puesto que un exceso de Si es perjudicial para la conformabilidad en general, especialmente con respecto al radio de doblado sin rotura mínima de la chapa. En consecuencia, los contenidos de Mg y Si están compensados de una manera tal que se logre el efecto de resistencia deseado y para prevenir una cantidad elevada de Si en exceso en el material.

55 Fe: El contenido en Fe tanto en el núcleo como la al menos en una capa del recubrimiento se establece que sea menos de 0,35. El contenido en Fe es sabido que tiene un efecto significativo sobre el radio de doblado sin rotura mínimo. Usualmente, el Fe no es soluble en aluminio pero está presente como constituyente de una fase secunda-

ria, por ejemplo una fase AlFe(Mn)Si, frecuentemente localizada en los límites del grano. Tras el doblado, la rotura se inicia en las intercaras constituyentes y se propaga. Por ello, se estima que un bajo contenido en Fe y, preferiblemente una distribución fina de las fases que contienen hierro, mejora las características de doblado del producto de chapa.

5 Cu: El contenido en Cu en la capa del núcleo se establece que sea de 0,05 - 0,25. Una adición de Cu dentro de este intervalo proporciona resistencia adicional más allá de la obtenida simplemente a partir de la precipitación de Mg₂Si. Demasiado Cu en la al menos una capa de recubrimiento no es deseable dado que este reduce el comportamiento al plegado y perjudica el comportamiento a la corrosión, especialmente la corrosión filiforme. El contenido en Cu en la al menos una capa de recubrimiento es hasta de 0,20, pero preferiblemente no existe adición de Cu a las capas de recubrimiento de manera tal que la cantidad se contabiliza, en consecuencia, con la de una impureza.

10 Mn: El contenido en Mn en la capa del núcleo se establece que sea de 0,05 - 0,3. El contenido en Mn en la al menos una capa de recubrimiento se establece que sea menor de 0,15. Preferiblemente, el contenido en Mn en la al menos una capa de recubrimiento es menor de 0,10. El manganeso en la aleación del núcleo contribuye a la resistencia al endurecimiento por horneado, y ayuda a controlar el tamaño del grano y la rigidez de la chapa tratada térmicamente.

15 Sin embargo, cantidades excesivas de en la al menos una capa de recubrimiento incrementan el tamaño de las partículas que contienen Fe con las cuales se asocia el Mn de una manera no deseada, afectando, en consecuencia, negativamente la doblabilidad del producto de chapa de acuerdo con la invención.

20 Otros elementos tales como, pero sin limitarse a ellos, Zn, Ni, Ti, B, Cr y V pueden estar presentes tanto en la capa del núcleo como en la al menos una capa de recubrimiento, en la forma de elementos traza o impurezas, o en el caso de Ti y B mediante adición en la forma de refinadores del grano. Cada uno de dichos elementos traza o impurezas está presente en una cantidad menor del 0,05 cada uno y menor del 0,15 en total. El resto de la aleación es aluminio.

25 En una realización preferida de la invención, el producto de chapa para automoción recubierto tiene un factor de doblado a temperatura ambiente (t.a.) medido de acuerdo con la ASTM 290C de menos de 0,3 después de 6 meses de envejecimiento natural. En una realización más preferida, el factor de doblado se mantiene por debajo de 0,3 después de 12 meses de envejecimiento natural. Incluso más preferido, el factor de doblado es menor de 0,25 después de 6 meses de envejecimiento natural y lo más preferiblemente, el factor de doblado es menor de 0,25 después de 12 meses de envejecimiento natural.

30 En una realización preferida adicional, el producto de la invención tiene una respuesta al horneado para pintura superior a 75 MPa.

La combinación de núcleo y capas de recubrimiento de acuerdo con la invención logra un mejor comportamiento de plegado que una aleación monolítica conteniendo los elementos de aleación de la capa del núcleo, retiene la capacidad de endurecimiento por envejecimiento y, durante y después del endurecimiento por envejecimiento, no muestra un cambio significativo en el comportamiento al plegado.

35 En lo que sigue a continuación, la invención se describirá más detalladamente con referencia a las Figuras adjuntas, las cuales muestran los resultados de los ensayos llevados a cabo sobre una realización de la invención reivindicada. Ni la descripción detallada ni las Figuras están destinadas a limitar el ámbito de protección, el cual está definido por las reivindicaciones adjuntas.

40 La Figura 1 es una representación de la variación del factor de doblado con el tiempo para la invención y de productos de comparación en el estado T4, con cero pre-estiramiento antes del doblado.

La Figura 2 es una representación de la variación del factor de doblado con el tiempo para la invención y de productos de comparación en el estado T4, al 5% de pre-estiramiento antes del doblado.

La Figura 3 es una representación de la variación del factor de doblado con el tiempo para la invención y de productos de comparación en el estado T4, al 10% de pre-estiramiento antes del doblado.

45 La Figura 4 es una representación de la variación del factor de doblado con el tiempo para la invención y de productos de comparación en el estado T4, al 15% de pre-estiramiento antes del doblado.

Ejemplos

a) Preparación de la muestra:

Se colaron lingotes del material compuesto de acuerdo con la invención usando el procedimiento descrito en la Patente WO 04/112992. El lingote del material compuesto tenía dos capas de recubrimiento de composición idéntica, una de cada sobre ambas lados de la capa del núcleo.

Para fines comparativos, se colaron igualmente lingotes del material compuesto usando el procedimiento de colada descrito en la Patente WO 04/112992, con el fin de proporcionar muestras de acuerdo con las Patentes WO 07/1283 y JP62-207642. En el caso de la muestra de acuerdo con la Patente WO 07/128391, la capa del núcleo fue una

aleación 6016 y las dos capas de recubrimiento fueron aleaciones de la serie 6XXX de bajo contenido en soluto. En el caso de la muestra de acuerdo con la Patente JP62-207642, la capa del núcleo fue igualmente una aleación 6016 y las dos capas de recubrimiento fueron de la misma composición, siendo esta una composición basada en AA5005.

Además, se produjeron las aleaciones para automoción monolíticas establecidas AC170, AA6016 y la aleación de acuerdo con la Patente EP 1685268 mediante las vías de colada DC convencionales.

En la Tabla 1 se muestra la composición química de las diversas muestras ensayadas. En cada caso, los lingotes que tenían un espesor de 560 mm se colaron y, a continuación, se rasparon para eliminar 25 mm de cada lado. En el caso de los productos de recubrimiento esto dio como resultado chapas en las que las dos capas de recubrimiento representaron el 10% del espesor total del lingote.

10 A continuación, los lingotes se homogeneizaron, se laminaron en caliente y en frío usando prácticas convencionales hasta un espesor final de 1,0 mm.

15 La chapa laminada en frío para todas las muestras, (excepto la muestra de acuerdo con la Patente EP 1685268), se trataron, a continuación térmicamente en solución en una línea de tratamiento térmico en solución continua para proporcionar temperaturas pico del metal de alrededor de 565°C durante 30 segundos. Después del tratamiento térmico en solución (SHT), la chapa se templó y se sometió a una práctica de pre-envejecimiento seguido de enfriamiento lento a temperatura ambiente.

20 La chapa de acuerdo con la composición B de la Tabla 1 se trató térmicamente en solución a una temperatura inferior de 500°C durante 20 segundos, de acuerdo con el tratamiento de la Patente EP 1685268. Esta muestra no se sometió a un pre-tratamiento de envejecimiento dado que, este tratamiento, no está diseñado para un endurecimiento por envejecimiento significativo.

Todas las muestras se dejaron envejecer artificialmente durante varios días a temperatura ambiente para proporcionar un estado de suministro de T4.

25 Con el fin de confirmar la respuesta al endurecimiento por envejecimiento después de endurecimiento por horneado (temple T8), las muestras se sometieron al siguiente tratamiento de conformación en frío y de tratamiento de envejecimiento: 2% de estiramiento más a 185°C durante 20 minutos.

30 Las muestras del material T4 se sometieron igualmente a diferentes proporciones de pre-estiramiento con el fin de simular el tipo de conformación usado en la industria cuando se fabrican partes conformadas. Las proporciones de pre-estiramiento adicional fueron del 5, 10 y 15%. Los ensayos de doblabilidad se usaron para medir el comportamiento al plegado a lo largo de períodos de hasta 12 meses, en los cuales la chapa T4 fue dejada endurecer por envejecimiento de manera natural, seguido de pre-estiramiento y, a continuación, se ensayaron para determinar la doblabilidad. La doblabilidad se midió de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma ASTM 290C.

Tabla 1. Composición de las muestras, todos los valores en % en peso

Muestra	Composición del núcleo (resto Al e impurezas)				
	Mg	Si	Cu	Mn	Fe
Invención	0,6	0,6	0,14	0,1	0,2
A	0,6	0,5	0,1	0,15	0,2
B	0,4	0,4	0,08	0,07	0,17
D	0,55	1,1	0,08	0,07	0,21
E	0,55	1,1	0,08	0,07	0,21
Composición del recubrimiento (resto Al e impurezas)					
Invención	0,5	0,5		0,1	0,2
A	Sin capa de recubrimiento – monolítica				
B	Sin capa de recubrimiento – monolítica				
C	Sin capa de recubrimiento – monolítica				
D	0,72	0,15	0,01	0,02	0,18
E	0,4	0,4	0,08	0,07	0,17

Tabla 1 (Cont.)

El Ejemplo Comparativo A es una composición conocida como AC170 y es una composición monolítica muy similar a la composición de capa de núcleo de la invención.

El Ejemplo Comparativo B es una aleación monolítica de acuerdo con la Patente EP 1695268.

El Ejemplo Comparativo C es una aleación monolítica que entra dentro del intervalo de la aleación de chapa para automoción establecida AA6016.

El Ejemplo Comparativo D es un producto de recubrimiento con un núcleo de aleación 6016 y capas de recubrimiento de aleación de la serie 5XXX de acuerdo con la Patente JP62-207642.

El Ejemplo Comparativo E es un producto de recubrimiento con un núcleo de aleación 6016 y capa de recubrimiento de aleación de la serie 6XXX similar a las descritas en la Patente WO 07/128391.

b) Propiedades de tracción:

Las propiedades de tracción de todas las muestras se midieron usando una máquina de ensayo Zwick Z050.

- 5 La Tabla 2 muestra los datos del ensayo de tracción, resistencia elástica (YS) y resistencia final a la tracción (UTS) para el estado T4 tal como se suministró y después de endurecimiento por horneado, de acuerdo con las condiciones anteriormente especificadas (todos los valores en MPa).

Tabla 2

	T4		T8		PBR
	YS	UTS	YS	UTS	
Invención	95	194	175	238	80
A	95	200	217	265	122
B	70	129	94	149	24
C	115	225	245	295	130
D	100	205	190	235	90
E	105	205	190	230	85

- 10 Puede observarse que la respuesta al horneado para pintura (PBR) del producto de la invención es razonable a un nivel de alrededor de 80 MPa. Aunque esta respuesta es un poco menor que las muestras A o C, es significativamente mayor que la muestra B y se mantiene útil para los diseñadores de automoción. Además, es comparable al nivel de la respuesta al horneado para pintura obtenida con productos de recubrimiento de la técnica anterior.
- 15 Además, la resistencia elástica en la condición T4 es menor que las resistencias elásticas de las muestras de recubrimiento comparativas D y E, lo que quiere decir que el producto de la invención proporciona un grado de conformado en conjunto mejor también que estos productos.

c) Propiedades de doblado:

En las Figuras 1 a 4 adjuntas se presenta el comportamiento al doblado.

- 20 El factor de doblado del producto de la invención se mantiene relativamente constante a lo largo de un período de 12 meses y se mantiene a un nivel bien por debajo de 0,3. En todo caso, no importa si la cantidad de pre-estiramiento varió antes del ensayo.

- 25 Por el contrario, el factor de doblado para la muestra A (la aleación monolítica con la misma composición que la capa de aleación del núcleo de la invención) al 0% de pre-estiramiento fue de un valor bajo y razonablemente constante a lo largo del tiempo con 0% de pre-estiramiento (puede detectarse un ligero incremento). Sin embargo, una vez que se incrementa el pre-estiramiento, la tendencia es a aumentar el factor de doblado y se observa más incremento con el tiempo. Incluso después del 5% de pre-estiramiento, existe un cambio significativo a lo largo del tiempo en el valor del factor de doblado, de manera tal que el valor está por encima del 0,3 después de 6 meses de envejecimiento.

cimiento. Al 10% de pre-estiramiento después de 6 meses de envejecimiento, el factor de doblado fue del 0,36 pero este se incrementó a lo largo de los 6 meses siguientes hasta un valor de 0,5.

La muestra B, la muestra con una baja respuesta al horneado para pintura tal como se ha visto anteriormente, tiene, al igual que el producto de la invención, una excelente doblabilidad, la cual se mantiene estable a lo largo del tiempo, independientemente del pre-estiramiento.

La muestra C, la aleación 6016 monolítica de moderadamente alta resistencia, tiene un valor de factor de doblado relativamente pobre, siendo este de alrededor de 0,5 o bien por encima de este valor.

La muestra D, el núcleo de aleación 6016 con capas de recubrimientos de la serie 5XXX, tenía un factor de doblado después del 0% de pre-estiramiento y 3 meses de envejecimiento de 0,33, pero este se incrementó ligeramente hasta un valor de 0,4 después de 6 meses de envejecimiento. Los cambios más significativos en el factor de doblado se observaron cuando la muestra se sometió a pre-estiramientos de 5, 10 y 15%, de manera tal que el factor de doblado aumentó a valores dentro del intervalo de 0,5 a 0,65.

La muestra E, el núcleo de aleación 6016 con capas de recubrimientos de la serie 6XXX con bajo contenido en soluto, tenía generalmente factores de doblado más bajos que la muestra D. Realmente, al 0% de pre-estiramiento y 3 meses de envejecimiento el factor de doblado fue muy bajo de 0,16. Sin embargo, el factor de doblado se incrementó con el tiempo, y la velocidad del cambio fue relativamente excesiva en comparación con algunas de las otras muestras ensayadas, de manera tal que, después de 6 meses de envejecimiento e independientemente de la proporción de pre-estiramiento, el factor de doblado fue siempre de 0 o por encima de 0,4.

En conclusión, el análisis de los datos de tracción en combinación con los datos de doblado muestran que el producto de la invención proporciona excelente plegabilidad, la cual se mantiene relativamente constante a lo largo del tiempo, independientemente de la proporción de pre-estiramiento antes del doblado, e incluso es capaz de proporcionar un nivel razonable de capacidad de endurecimiento por horneado. Ninguna de las muestras de la técnica anterior ensayadas ofreció esta combinación de propiedades. Una vez formado, un producto de chapa de la invención puede endurecerse durante los tratamientos para horneado, mientras que las aleaciones monolíticas con este mismo comportamiento al doblado no pueden.

El producto de acuerdo con la invención es idealmente adecuado para uso en estructuras para automoción.

REIVINDICACIONES

1. Un producto de chapa recubierta para automoción que comprende una capa de núcleo y al menos una capa de recubrimiento, en la que el núcleo comprende una aleación de la composición siguiente en % en peso:

	Mg	0,45 - 0,8
5	Si	0,45 - 0,7
	Cu	0,05 - 0,25
	Mn	0,05 - 2
	Fe	hasta 0,35

otros elementos (o impurezas) <0,05 cada uno y <0,15 en total, resto aluminio

10 y al menos una capa de recubrimiento que comprende una aleación de la composición siguiente en % en peso:

	Mg	0,3 - 0,7
	Si	0,3 - 0,7
	Mn	hasta 0,15
	Fe	hasta 0,35

15 otros elementos (o impurezas) <0,05 cada uno y <0,15 en total, resto aluminio.

2. El producto de chapa recubierta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el producto comprende dos capas de recubrimiento con una capa de recubrimiento sobre cada lado de la capa del núcleo.

3. El producto de chapa recubierta de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** las dos capas de recubrimiento son de la misma composición.

20 4. El producto de chapa recubierta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido en Mg en la al menos una capa de recubrimiento es 0,4 - 0,6.

5. El producto de chapa recubierta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido en Mg en la al menos una capa de recubrimiento es aproximadamente 0,5.

25 6. El producto de chapa recubierta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido en Si en la al menos una capa de recubrimiento es 0,4 - 0,6.

7. El producto de chapa recubierta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido en Si en la al menos una capa de recubrimiento es aproximadamente 0,5.

8. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el contenido en Mg en la capa del núcleo es 0,5 - 0,7.

30 9. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el contenido en Mg en la capa del núcleo es aproximadamente 0,6.

10. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el contenido en Si en la capa del núcleo es 0,5 - 0,7.

35 11. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el contenido en Si en la capa del núcleo es aproximadamente 0,6.

12. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el factor de doblado medido mediante ASTM 290C, está por debajo de 0,3 después de 6 meses de envejecimiento natural.

40 13. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el factor de doblado medido mediante ASTM 290C, está por debajo de 0,3 después de 12 meses de envejecimiento natural.

14. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el factor de doblado medido mediante ASTM 290C, está por debajo de 0,25 después de 6 meses de envejecimiento natural.

15. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el factor de doblado medido mediante ASTM 290C, está por debajo de 0,25 después de 12 meses de envejecimiento natural.
- 5 16. El producto de chapa recubierta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la respuesta al horneado para pintura es mayor de 75 MPa.

Figura 1:

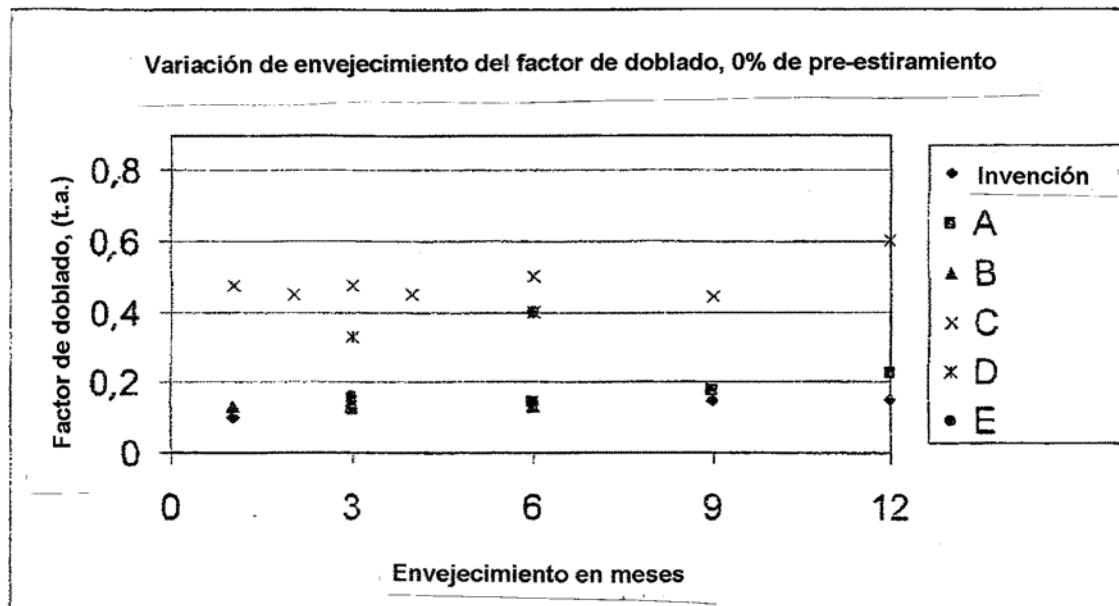


Figura 2:

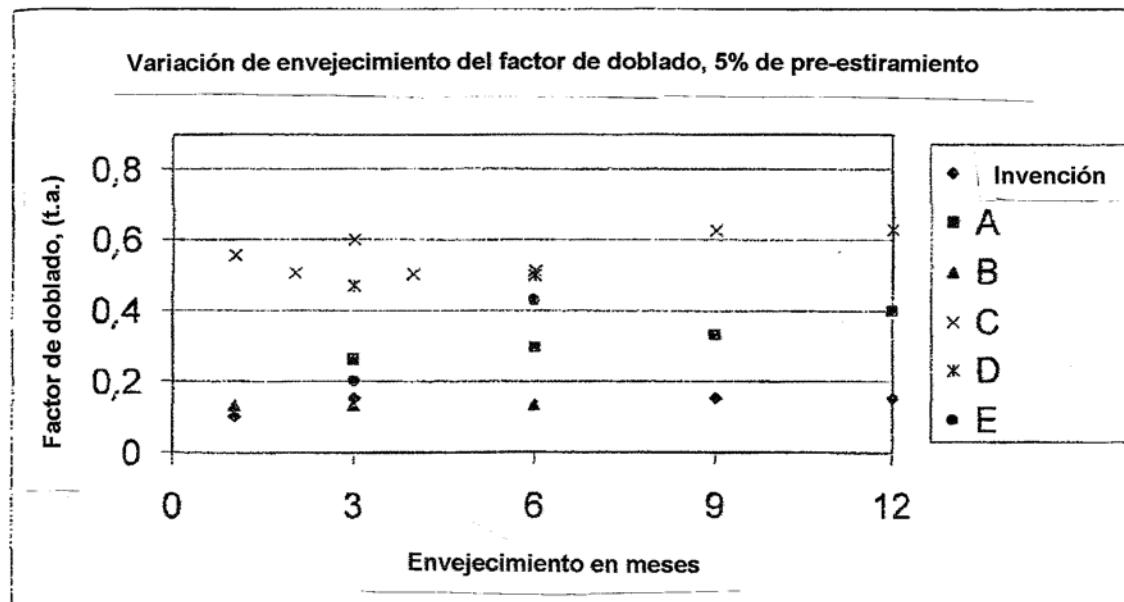


Figura 3:

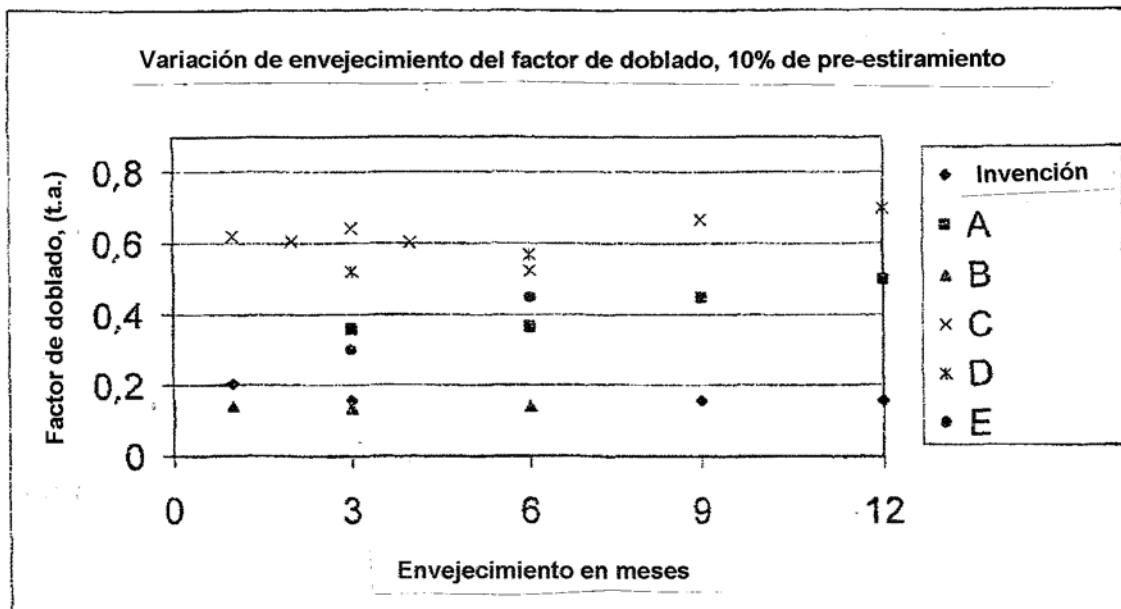


Figura 4:

