

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 062**

51 Int. Cl.:

B32B 7/02 (2006.01)

B32B 15/01 (2006.01)

C22C 21/10 (2006.01)

C22C 21/16 (2006.01)

C22F 1/053 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2012 E 12191505 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2727720**

54 Título: **Material compuesto y procedimiento para el tratamiento en caliente de un material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.03.2017

73 Titular/es:

**AMAG ROLLING GMBH (100.0%)
Lamprechtshausenerstrasse 61
5282 Braunau am Inn-Ranshofen, AT**

72 Inventor/es:

**OBERHAUSER, PAUL;
HANKO, GERHARD y
PULM, PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 607 062 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

Material compuesto y procedimiento para el tratamiento en caliente de un material compuesto

5 La invención se relaciona con un material compuesto y un procedimiento para el tratamiento en caliente de un material compuesto, que presenta un material de base endurecible a base de Al-Zn-Mg y un chapado no endurecible a base de Al-Zn previsto sobre el material de base, en el que el material compuesto se recuece al menos por zonas y, particularmente de forma acelerada, se enfría y evacua.

10 Gracias al estado actual de la técnica se conocen materiales compuestos resistentes a la corrosión (por ejemplo: 7008 Alclad 7075 Sheet and Plate), que presentan un material de base endurecible a base de Al-Zn-Mg-Cu y un chapado a base de Al-Zn naturalmente duro (no endurecible) previsto sobre este material de base. Entre el material de base AA 7075 (AlZn_{5,5}MgCu: potencial electroquímico tras tratamiento en caliente T6 aproximadamente -740 mV/SCE) y el chapado AA 7072 (AlZn1: potencial electroquímico tras tratamiento en caliente T6 aproximadamente -860 mV/SCE) se forma una diferencia de potencial electroquímico de aproximadamente 120 mV. Esta diferencia de potencial se encuentra en el rango propuesto entre 60 mV y 130 mV, para conferir con ello a un material de base más noble una protección catódica suficiente (DE60100724T2). Si estos materiales compuestos se tratan en caliente mediante soldadura, lo que incluye además de un recocido por disolución y enfriamiento también un temple tratado en solución y/o endurecimiento en frío, surge un peligro intensificado de corrosión en la superficie límite entre el material de base y el chapado. Podría indicarse un deterioro de las propiedades químicas y mecánicas mediante delaminación del chapado.

20 La presente invención se centra, por tanto, partiendo del estado actual de la técnica inicialmente descrito, en el objetivo de desarrollar un procedimiento para el tratamiento en caliente de un material compuesto, con el que puedan garantizarse y/u obtenerse las propiedades químicas y mecánicas más altas del material compuesto.

25 La presente invención resuelve el objetivo fijado empobreciendo en zinc la matriz cristalina mixta del material de base mediante temple tratado en solución, particularmente mediante formación de fases de MgZn₂, y volviendo el material de base con ello más noble, de tal manera que con ello se ajuste entre el chapado y el material de base más noble respecto del chapado una diferencia de potencial electroquímico de 40mV a 130mV.

30 Si la matriz cristalina mixta del material de base se empobrece en zinc mediante temple tratado en solución, puede contarse con modificaciones en la diferencia de potencial electroquímico entre el material de base y el chapado, pues la matriz restante del material de base se ennoblecce. Dado que la matriz cristalina mixta se empobrece en zinc mediante endurecimiento en frío de tal manera, que con ello se ajusta entre el chapado y el material de base más noble respecto del chapado una diferencia de potencial electroquímico de 40mV a 130mV, puede garantizarse, que el tratamiento en caliente puede conducir a una diferencia de potencial electroquímico deseada entre el material de base y el chapado -por ejemplo mediante variación del parámetro del temple tratado en solución o mediante selección de las composiciones del material de base y/o material de chapado. El tratamiento en caliente conforme a la invención, que, tras el recocido por disolución y enfriamiento, particularmente enfriamiento brusco, prevé un temple tratado en solución, para con ello ennoblecce el material de base, puede garantizar por tanto en el material compuesto la resistencia química más alta. No ha de temerse por tanto una delaminación del chapado del material de base, lo que asegura una estabilidad mecánica constante. Incluso también entonces, cuando este material compuesto se someta a un proceso de soldadura autógena o soldadura, particularmente a una soldadura fuerte, y se enfríe la unión material tras la preparación de uniones y después se endurezca en frío y/o se temple tratado en solución. Además, se ha probado como especialmente favorable la formación de fases de MgZn₂, porque con ello, además del ennoblecimiento del material de base, puede elevarse también su resistencia. Para esto puede resultar beneficiosa una relación de Zn: Mg de más de 2. El procedimiento conforme a la invención conlleva por tanto en el material compuesto no sólo una resistencia química sino también mecánica comparativamente alta, por lo que el procedimiento conforme a la invención puede distinguirse respecto a aquellos del estado de la técnica.

45 En general se menciona que los potenciales indicados por ejemplo en el chapado y en el material de base se han determinado según la norma ASTM G69 respecto a un electrodo saturado de calomelanos (inglés: Saturated Calomel Electrode (SCE)).

50 Se pueden obtener propiedades favorables en el material compuesto, en que se ajusta una diferencia de potencial electroquímico de por lo menos 50mV. Una diferencia de potencial electroquímico de 80mV puede revelarse como preferencial, para proteger especialmente bien el material de base frente a la corrosión.

55 Si la matriz cristalina mixta del material de base se empobrece en zinc partiendo de una diferencia de potencial electroquímico entre el chapado y el material de base de menos de 40mV, puede emplearse un margen elevado en la capacidad de ennoblecimiento del material de base, para elevar la resistencia del material de base y con ello también del material compuesto. La matriz cristalina mixta del material de base puede empobrecerse reforzadamente en zinc, sin de este modo tener que temer alcanzar mediante el tratamiento en caliente en un alto

rango no deseado de la diferencia de potencial. Esto último puede también aumentar considerablemente la seguridad del proceso, sobre todo condicionado por el manejo en la soldadura con relaciones de temperatura diferencialmente altas.

5 Si antes del tratamiento en caliente del material compuesto el material de base y el chapado presentan un esencialmente mismo potencial electroquímico, puede mejorarse aún más la reproducibilidad del procedimiento. Por ejemplo, se mostraba extraordinariamente apropiado un material de base $\text{AlZn}_{2,7}\text{Mg}_1$ con un chapado $\text{AlZn}_{2,7}$ para una soldadura fuerte. Con ello puede garantizarse una resistencia a la corrosión sobresaliente y más alta estabilidad.

10 Si el material compuesto se recuece al menos por zonas en el transcurso de una soldadura autógena o no, puede realizarse una parte del tratamiento en caliente a través de la preparación de uniones material. En lo que se refiere al recocido por disolución y el enfriamiento y/o enfriamiento brusco acelerado se pueden producir así razones procedimentales simplificadas.

15 Un sencillo procedimiento de soldadura puede producirse, cuando el material compuesto presenta una capa de soldadura, particularmente capa de soldadura fuerte, aplicada sobre el chapado, particularmente vanisada. Además, el chapado puede formar una barrera de difusión entre la capa de soldadura y el material de, para proteger al soldar el material de base frente a elementos no deseados, que pueden proceder por ejemplo de la aleación de soldadura fundida. Esto puede ser ventajoso precisamente en una capa de soldadura a base de Al-Si, para evitar en el material de base fases de MgSi con comparativamente mayor electronegatividad y no hacer peligrar la resistencia a la corrosión del material compuesto.

20 Si el material de base muestra como máximo un 0,3 % en peso de cobre (Cu), puede mantenerse en el material de base pequeño el peligro de fases de bajo punto de fusión, que puedan fundirse en un tratamiento en caliente, particularmente en la soldadura. La reproducibilidad del procedimiento puede mejorarse, particularmente cuando este incluya una preparación de uniones material. Un contenido en cobre autorizadamente bajo, particularmente del 0,1 al 0,2 % en peso, puede mejorar sin embargo la resistencia a la corrosión del material compuesto.

25 La invención se ha fijado aparte de esto el objetivo de ofrecer un material compuesto, particularmente una lámina de metal chapada a base de Al, con un material de base endurecible a base de Al-Zn-Mg y con un chapado no endurecible a base de Al-Zn previsto en el material de base, que pueda tener propiedades químicas y mecánicas favorables, particularmente respecto a una alta resistencia a la corrosión y una alta estabilidad, que se produzca bajo las condiciones de una soldadura y/o de una soldadura autógena al material compuesto.

30 La invención resuelve el objetivo fijado en lo que se refiere al material compuesto haciendo que el material de base contenga

del 1 al 2 % en peso de magnesio (Mg),

del 2 al 4,5 % en peso de zinc (Zn),

como máximo un 0,3 % en peso de cobre (Cu)

opcionalmente

35 hasta un 0,4 % en peso de hierro (Fe),

hasta un 0,35 % en peso de silicio (Si),

hasta un 0,5 % en peso de manganeso (Mn) y/o

hasta un 0,35 % en peso de cromo (Cr)

y como residuo aluminio e impurezas relacionadas con la producción, y que el chapado contenga

40 del 2 al 5 % en peso de zinc (Zn),

como máximo un 0,3 % en peso de magnesio (Mg)

opcionalmente

hasta un 0,1 % en peso de hierro (Fe),

hasta un 0,1 % en peso de silicio (Si) y/o

hasta un 0,2 % en peso de cromo (Cr), zirconio (Zr), escandio (Sc), hafnio (Hf), vanadio (V) y/o plata (Ag)

y como residuo aluminio e impurezas relacionadas con la producción.

5 En general se menciona que como impurezas relacionadas con la producción pueden entenderse otros elementos de < 0,05 % en peso en cada caso y < 0,15 % en peso total.

Si el chapado muestra como máximo un 0,3 % en peso de magnesio (Mg), puede evitarse primero mediante el contenido comparativamente pequeño de Mg en el chapado una fase de ZnMg₂ condicionada por el endurecimiento, de forma que el potencial de este chapado no endurecible permanezca esencialmente igual incluso mediante un endurecimiento en frío.

10 Puede lograrse un material compuesto especialmente elevado en su resistencia a la corrosión y estabilidad, en que el material de base tenga del 1 al 2 % en peso de magnesio (Mg) y del 2 al 4,5 % en peso de zinc (Zn). Con ello pueden ajustarse los contenidos en magnesio (Mg) y zinc (Zn) en el material de base de tal manera unos respecto de otros, que el material de base ennoblecido debido a un empobrecimiento en zinc, condicionado por el endurecimiento en frío, de su matriz cristalina mixta, particularmente mediante formación de fases de MgZn₂,
15 conlleve una diferencia de potencial electroquímico entre el chapado y el material de base más noble respecto del chapado de 40mV a 130mV. El ennoblecimiento del material de base a base de Al-Zn-Mg endurecible mediante endurecimiento en frío puede desplazarse con ello en límites estrechos, para proporcionar una protección catódica suficiente del material de base. Además, mediante la formación de fases de MgZn₂ puede elevarse también la resistencia del material de base, lo que puede mejorar la estabilidad del material compuesto. Conforme a la
20 invención puede alcanzarse, mediante el contenido propuesto de Mg y Zn, un compromiso entre la capacidad de endurecimiento en frío del material de base por un lado y la resistencia a la corrosión del material compuesto por el otro. Además, un menor contenido en cobre en el material de base de como máximo un 0,3 % en peso puede evitar que se formen en el material de base fases de bajo punto de fusión al soldar el material compuesto y perjudicar con ello la preparación de uniones material. Si el chapado muestra como máximo un 0,1 % en peso de silicio (Si), se
25 pueden evitar casi fases comparativamente muy innobles en la capa límite entre el chapado y el material de base, cuando el material compuesto se someta a un tratamiento en caliente. La resistencia a la corrosión puede mejorarse más aún, cuando el hierro se ajuste en el chapado a un bajo nivel, lo que puede lograrse con un correspondiente contenido de como máximo un 0,1 % en peso de hierro (Fe) en el chapado.

30 Entre otros, puede posibilitarse una buena soldabilidad del material compuesto, cuando el chapado contenga del 2 al 4 % en peso, particularmente del 2 al 3 % en peso, de zinc (Zn).

El material compuesto puede servir especialmente para un temple tratado en solución, cuando los contenidos en zinc del material de base y del chapado sean iguales.

Las propiedades en lo que se refiere a la resistencia a la corrosión del material de base se pueden mejorar, haciendo que el material de base contenga por lo menos un 0,1 % en peso de cobre (Cu).

35 Se pueden reducir más y/o evitarse las secreciones no deseadas en la superficie límite entre el chapado y el material de base, haciendo que el chapado contenga hasta un 0,05 % en peso de hierro (Fe) y/o hasta un 0,05 % en peso de silicio (Si).

40 El material compuesto puede servir particularmente para soldadura, cuando este tenga una capa de soldadura a base de Al-Si prevista, particularmente vanisada, sobre el chapado. Además, el chapado puede emplearse como diafragma de difusión entre la capa de soldadura y el material de base.

A continuación se describe la invención más a fondo por ejemplo en virtud de los ejemplos de ejecución: Como prueba de los efectos obtenidos se produjeron diversos materiales compuestos. Las composiciones de las aleaciones investigadas se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Panorámica de los materiales compuestos

material compuesto	material de base	chapado
1	AlZn4,5Mg (AA 7020)	Al99,5 (AA 1050)

ES 2 607 062 T3

material compuesto	material de base	chapado
2	AlZn2,7Mg1	AlZn2,7

5 El material compuesto 1 se trata de una lámina de metal chapada conocida gracias al estado actual de la técnica. El material compuesto 2 representa un ejemplo de ejecución conforme a la invención. Ambos materiales compuestos se soldaron y durante ocho horas se evacuaron y/o endurecieron en frío. A continuación se determinaron sus propiedades mecánicas, así como su resistencia a la corrosión. Para esto se determinaron los límites de estirado $R_{p0,2}$ en el ensayo de tracción y se realizó un ensayo SWAAT según la ASTM G85, anexo A3. Los valores medidos obtenidos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados de los materiales compuestos investigados

material compuesto	$R_{p0,2}$ [MPa]	ensayo SWAAT
1	140	no cumple
2	100	apto.

10 Según la Tabla 2 es obvio, que el material compuesto 1 no pudo concluir el ensayo SWAAT positivamente. El material de base del material compuesto 1 estaba ya deteriorado. Por el contrario, en el caso del material compuesto 2 podía indicarse, que, aunque el ensayo SWAAT conlevaba un deterioro uniforme del chapado, sin embargo, el material de base está protegido catódicamente por el chapado deteriorado.

En general y/o por afán de exhaustividad se indica que

15 - la aleación de aluminio a base de Al-Zn o Al-Zn-Mg puede tratarse de una aleación de forja de la serie de aleaciones 7xxx, es decir, con zinc como elemento principal de aleación, o también de una aleación de fundición de la serie 7xxxx (EN AC-7xxxx), es decir, con zinc como elemento principal de aleación.

- también una aleación de Al-Zn-Mg(Cu) de forja o de fundición puede contarse como una aleación de aluminio a base de Al-Zn-Mg

20 - de todas formas, una aleación de aluminio a base de Al-Zn-, Al-Zn-Mg puede emplearse para una aleación de forja y/o aleación de fundición, donde además tampoco se descartan los materiales compuestos, reforzados mediante partículas o material fibroso.

25

REIVINDICACIONES

1. Material compuesto, particularmente lámina de metal chapada a base de Al, para un procedimiento para su tratamiento en caliente con un material de base endurecible a base de Al-Zn-Mg y con un chapado no endurecible a base de Al-Zn previsto en el material de base, caracterizado porque el material de base contiene
- 5 del 1 al 2 % en peso de magnesio (Mg),
del 2 al 4,5 % en peso de zinc (Zn),
como máximo un 0,3 % en peso de cobre (Cu),
opcionalmente
hasta un 0,4 % en peso de hierro (Fe),
- 10 hasta un 0,35 % en peso de silicio (Si),
hasta un 0,5 % en peso de manganeso (Mn) y/o
hasta un 0,35 % en peso de cromo (Cr),
y como residuo aluminio e impurezas relacionadas con la producción, y porque el chapado contiene
del 2 al 5 % en peso de zinc (Zn),
- 15 como máximo un 0,3 % en peso de magnesio (Mg),
opcionalmente
hasta un 0,1 % en peso de hierro (Fe),
hasta un 0,1 % en peso de silicio (Si) y/o
hasta un 0,2 % en peso de cromo (Cr), zirconio (Zr), escandio (Sc), hafnio (Hf), vanadio(V) y/o plata (Ag)
- 20 y como residuo, aluminio e impurezas relacionadas con la producción.
2. Material compuesto según la reivindicación 1, caracterizado porque el chapado tiene del 2 al 4 % en peso, particularmente del 2 al 3 % en peso de zinc (Zn).
3. Material compuesto según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque los contenidos en zinc del material de base y del chapado son iguales.
- 25 4. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el material de base contiene por lo menos un 0,1 % en peso de cobre (Cu).
5. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el chapado contiene hasta un 0,05 % en peso de hierro (Fe) y/o hasta un 0,05 % en peso de silicio (Si).
- 30 6. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el material compuesto presenta una capa de soldadura a base de Al-Si prevista, particularmente vanisada, sobre el chapado.
7. Procedimiento para el tratamiento en caliente de un material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 6, donde el material compuesto se recuece al menos por zonas y, particularmente de forma acelerada, se enfría y evacua, donde la matriz cristalina mixta del material de base mediante temple tratado en solución, particularmente mediante formación de fases de $MgZn_2$, se empobrece en zinc de tal manera y el material de base se vuelve con ello más noble, que con ello se ajusta entre el chapado y el material de base más noble respecto del chapado una diferencia de potencial electroquímico de 40mV a 130mV.
- 35

ES 2 607 062 T3

8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque se ajusta una diferencia de potencial electroquímico de como mínimo 50mV, preferentemente de 80mV.
- 5 9. Procedimiento según la reivindicación 7 o 8, caracterizado porque la matriz cristalina mixta del material de base se empobrece en zinc partiendo de una diferencia de potencial electroquímico entre el chapado y el material de base de menos de 40mV.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque antes del tratamiento en caliente del material compuesto, el material de base y el chapado tienen un potencial electroquímico esencialmente igual.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque el material compuesto se recuece al menos por zonas en el curso de una soldadura.
- 10 12. Empleo de un material compuesto, particularmente de una lámina de metal chapada a base de Al, según una de las reivindicaciones 1 a 6 para soldar con un posterior endurecimiento en frío, donde los contenidos en magnesio (Mg) y zinc (Zn) se ajustan en el material de base de tal manera unos respecto de otros, que el material de base que se ennoblesce debido a un empobrecimiento condicionado por endurecimiento en frío de su matriz cristalina mixta en zinc, particularmente mediante formación de fases de $MgZn_2$, conlleva una diferencia de potencial electroquímico
- 15 entre el chapado y el material de base más noble respecto del chapado de 40mV a 130mV.