

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 779**

51 Int. Cl.:

B32B 15/01	(2006.01) B32B 15/20	(2006.01)
C22F 1/04	(2006.01) C22F 1/00	(2006.01)
B21D 47/04	(2006.01) B32B 5/18	(2006.01)
B21B 1/22	(2006.01)	
B32B 3/30	(2006.01)	
B21D 53/04	(2006.01)	
B23P 15/26	(2006.01)	
F28D 1/00	(2006.01)	
B32B 15/18	(2006.01)	
B23B 3/28	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2011 PCT/EP2011/053747**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2011 WO11110685**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2011 E 11707438 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018 EP 2544890**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico que tiene una hoja de aluminio tratada térmicamente para obtener alúmina alfa y otra hoja con irregularidades de superficie que se incrustan en la misma en la colaminación**

30 Prioridad:

12.03.2010 FR 1051808

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.04.2018

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (CNRS) (33.3%)
3, rue Michel-Ange
75016 Paris, FR;
CNAM-CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS
ET METIERS (33.3%) y
ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN
(33.3%)**

72 Inventor/es:

**PREVOND, LAURENT;
COLLARD, NICOLAS;
CAPLAIN, RENAUD y
FRANCOIS, PIERRE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 665 779 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

5 Procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico que tiene una hoja de aluminio tratada térmicamente para obtener alúmina alfa y otra hoja con irregularidades de superficie que se incrustan en la misma en la colaminación.

La invención se refiere de manera general a la fabricación de ensamblajes de aluminio-metal.

10 Más precisamente, la invención se refiere a la fabricación de un conjunto que comprende una hoja de aluminio y una hoja metálica, ensambladas y conformadas de manera que se obtenga un ensamblaje metálico que tiene una buena cohesión.

15 El aluminio es un metal maleable, paramagnético, de baja densidad, muy conductor y que tiene unas propiedades de resistencia a la oxidación destacables.

20 Cuando tiene lugar su oxidación con el aire, se forma muy rápidamente en superficie una capa fina de alúmina que permite protegerlo contra la progresión de la oxidación. Esta capa de alúmina natural tiene un grosor que va generalmente de uno a tres micrómetros.

25 Sin embargo, la alúmina es muy aislante, a diferencia del aluminio, y forma una barrera que impide, en particular, la humectación del aluminio sobre otro metal (por ejemplo sobre hierro, acero o cobre).

30 Algunas aplicaciones necesitan, no obstante, unos materiales que tengan al mismo tiempo las propiedades del aluminio, en particular su conductividad, su baja densidad, etc. pero también unas propiedades suplementarias tales como el magnetismo, la resistencia a la ruptura, la capacidad para ser soldado, la rigidez, que pueden presentar en particular el acero o el níquel.

35 Ahora bien, la fabricación de un ensamblaje que comprende aluminio y hierro es muy problemática, ya que estos dos materiales son difíciles de alear.

40 Típicamente, los diagramas de equilibrio muestran que las aleaciones de aluminio con unos materiales ferromagnéticos son posibles, pero estas aleaciones son únicamente susceptibles de formar unos compuestos predeterminados, mecánicamente frágiles, y paramagnéticos.

45 La fabricación y el conformado de ensamblajes metálicos que comprenden una hoja (o chapa) de aluminio y una hoja (o chapa) realizada en otro material, en particular níquel, cobre, cobalto, o incluso aluminio, interesa también a los industriales. En efecto, la realización de ensamblajes metálicos ligeros y rígidos necesita actualmente unos ensamblajes por soldadura, encolado, etc. que no son realizables fácilmente con cualquier tipo de material, y en particular con el aluminio.

50 Por ejemplo, en el caso de los intercambiadores térmicos, se busca obtener unos ensamblajes metálicos rígidos, resistentes a la corrosión y de baja densidad a menor coste. Ahora bien, la utilización de placas de aluminio del mercado no está adaptada dada su maleabilidad, y su ensamblaje con otros metales (en forma de placa, de polvo, etc.) se vuelve difícil por la presencia en la superficie de la capa de alúmina.

55 Se han desarrollado numerosos procedimientos de fabricación de ensamblajes metálicos a base de aluminio, pero todos adolecen del inconveniente de ser largos y difíciles de realizar, necesitan la mayor parte del tiempo unas instalaciones específicas y tienen un coste energético elevado.

60 Por ejemplo, el documento US nº 6 096 14 describe un procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico durante el cual se colamina en caliente una hoja de aluminio y una hoja de plomo para soldarlas por difusión. La hoja de aluminio puede haber sufrido un recocido previo a la colaminación. El ensamblaje se ondula a continuación.

65 El documento GB 2 326 117 describe, por su parte, un procedimiento de fabricación de una multicapa metálica durante el cual se ondulan simultánea o sucesivamente varias capas metálicas de grosor dado con el fin de acoplarlas para formar un blindaje acústico.

Un objetivo de la invención es por lo tanto proponer un procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico de bajo coste, reproducible, que implique bajos gastos energéticos y que permita obtener un ensamblaje metálico que sea ligero y al mismo tiempo que tenga una gran rigidez y, llegado el caso, una buena resistencia a la corrosión.

Para ello, la invención propone un procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico que comprende una primera hoja a base de aluminio y por lo menos una segunda hoja metálica, que comprende las etapas que consisten en:

- 5
- tratar térmicamente la hoja de aluminio llevándola a una temperatura comprendida entre el 80% y el 100% de la temperatura de fusión del material que la constituye durante un tiempo comprendido entre una veintena de minutos y aproximadamente dos horas para crear y estabilizar una capa de alúmina alfa por transformación alotrópica de la capa de óxido presente en la superficie de dicha hoja de aluminio, y después dejándola enfriar;
- 10
- prever una hoja metálica que tenga una ductilidad inferior o igual a la ductilidad de la hoja de aluminio después del enfriamiento, presentando dicha hoja unas irregularidades de superficie de una profundidad superior o igual al grosor de la capa de alúmina alfa; y
 - colaminar en un laminador la hoja de aluminio y la hoja metálica (20) con el fin de obtener el ensamblaje metálico,
- 15
- en el que el laminador comprende por lo menos un cilindro cuya superficie externa de laminación está provista de relieves.
- Algunos aspectos preferidos pero no limitativos del procedimiento de fabricación según la invención son los siguientes:
- 20
- la colaminación se realiza en frío,
 - la colaminación se realiza en una sola pasada,
- 25
- los relieves son unos surcos o unas cruces,
 - los surcos son rectilíneos, dentados, acanalados, y/o sinuosos,
- 30
- los relieves se extienden en una dirección general paralela y/o transversal a la dirección de laminación de las hojas en el laminador,
 - la superficie externa de laminación de dos cilindros complementarios del laminador presenta unos relieves idénticos en oposición a la fase cuando tiene lugar la colaminación,
- 35
- sólo la superficie de uno de los cilindros está provista de relieves, siendo el cilindro de enfrente liso,
 - la hoja metálica está constituida por uno de los elementos del grupo siguiente: una rejilla metálica, un desplegado metálico, una espuma metálica, una estructura metálica en nido de abeja, unos cables metálicos, o una hoja metálica rugosa,
- 40
- la hoja metálica está realizada en uno de los materiales del grupo siguiente: acero, hierro, níquel, cobalto, cobre, metal de estructura cristalográfica cúbica de caras centradas, o sus aleaciones,
 - comprende además las etapas siguientes previamente a la etapa de colaminación de las hojas:
- 45
- calentar la hoja metálica a una temperatura comprendida entre aproximadamente el 70% y el 98% de la temperatura de fusión del metal que la constituye durante un tiempo determinado en función del grosor de la hoja; y
 - dejar enfriar la hoja hasta temperatura ambiente,
- 50
- comprende además una etapa durante la cual se decapa la hoja metálica entre las etapas de enfriamiento y de colaminación,
 - la hoja metálica es una hoja de aluminio suplementaria, comprendiendo dicho procedimiento además, previamente a la etapa de colaminación de las hojas, las etapas siguientes:
- 55
- llevar la hoja de aluminio suplementario a una temperatura comprendida entre el 80% y el 100% de la temperatura de fusión del material que la constituye durante un tiempo comprendido entre una veintena de minutos y aproximadamente dos horas para crear y estabilizar una capa de alúmina alfa en la superficie de dicha hoja de aluminio; y
- 60
- dejar enfriar la hoja de aluminio suplementaria,
 - comprende además una etapa durante la cual la hoja metálica recibe un tratamiento de superficie,
- 65
- comprende además una etapa de ensamblaje de las hojas de aluminio y metálica(s) previamente a su colaminación,

- la etapa de ensamblaje de las hojas se realiza por remachado, soldadura por punto, prelaminación de una cabeza de las hojas, tornillo auto-perforante, soldadura por haz de electrón, encolado y/o embridado,
- 5 - se colamina además una hoja metálica suplementaria con las hojas de aluminio y metálica,
- las dos hojas metálicas y la hoja de aluminio son colaminadas simultáneamente en una sola etapa,
- 10 - la hoja de aluminio y la hoja metálica se colaminan en primer lugar en un laminador de cilindros lisos con el fin de obtener un ensamblaje plano, colaminándose dicho ensamblaje plano a continuación con la hoja metálica suplementaria en el laminador de cilindro(s) con relieves con el fin de obtener el ensamblaje metálico,
- 15 - comprende además una etapa de aplicación de una capa de polvo sobre la hoja de aluminio previamente a la etapa de colaminación,
- la hoja de aluminio y el polvo se colaminan en un laminador de cilindros lisos con el fin de obtener un ensamblaje plano, colaminándose dicho ensamblaje plano a continuación con la hoja metálica en el laminador que comprende por lo menos un cilindro cuya superficie externa de laminación está provista de relieves con el fin de obtener el ensamblaje metálico,
- 20 - el polvo se aplica entre la hoja de aluminio y la hoja metálica previamente a la etapa de colaminación, comprendiendo el ensamblaje la hoja de aluminio, el polvo, y siendo la hoja metálica colaminada a continuación en el laminador, y
- 25 - comprende además una etapa suplementaria de deshidratación del polvo metálico previamente a su aplicación sobre la hoja de aluminio.

30 Según un segundo aspecto, la invención propone un procedimiento de fabricación de un intercambiador térmico, que comprende una etapa de conformación de una hoja de aluminio con por lo menos una hoja metálica según un procedimiento de acuerdo con la invención en un laminador que comprende un primer cilindro cuya superficie externa de laminación presenta unos surcos que se extienden longitudinalmente a la dirección de laminación, y un segundo cilindro cuya superficie externa de laminación es lisa o presenta unos surcos en oposición de fase con los surcos del primer cilindro.

35 Algunos aspectos preferidos, pero no limitativos del procedimiento de fabricación de un intercambiador térmico son los siguientes:

- 40 - la hoja metálica es una hoja de cobre, de hierro o de acero, y
- la hoja metálica es una hoja de aluminio suplementaria, y el procedimiento comprende además, previamente a la etapa de colaminación de las hojas, las etapas siguientes:
 - 45 - llevar la hoja de aluminio suplementaria a una temperatura comprendida entre el 80% y el 100% de la temperatura de fusión del material que la constituye durante un tiempo comprendido entre una veintena de minutos y aproximadamente dos horas para crear y estabilizar una capa de alúmina alfa en la superficie de dicha hoja de aluminio; y
 - 50 - dejar enfriar la hoja de aluminio suplementaria.

Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención se apreciarán mejor con la lectura de la descripción detallada siguiente, y con respecto a los dibujos adjuntos, dados a título de ejemplo, no limitativos y en los que:

55 La figura 1 es una vista en sección transversal de un primer ejemplo de ensamblaje metálico que puede ser fabricado según un procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 2 es una vista en sección longitudinal del ejemplo de ensamblaje metálico de la figura 1.

60 La figura 3 es una vista en sección transversal de un segundo ejemplo de ensamblaje metálico que se puede fabricar según un procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 4 es una vista en sección transversal de un tercer ejemplo de ensamblaje metálico que puede fabricarse según un procedimiento de acuerdo con la invención.

65 La figura 5 es una vista en sección transversal de un cuarto ejemplo de ensamblaje metálico que se puede fabricar según un procedimiento de acuerdo con la invención, y

La figura 6 es una vista en sección transversal de un quinto ejemplo de ensamblaje metálico que se puede fabricar según un procedimiento de acuerdo con la invención.

5 Se describirá en primer lugar un procedimiento general de fabricación de un ensamblaje metálico de acuerdo con la invención, que comprende por lo menos una hoja de aluminio 10 y una hoja metálica 20 conformadas y que forman un apilamiento coherente.

10 Este procedimiento comprende una etapa de tratamiento térmico de la hoja de aluminio seguida de una etapa de colaminación en un laminador que comprende unos cilindros, no siendo lisa la superficie externa de por lo menos uno de los cilindros, sino que está provista de relieves.

15 Según una primera etapa, se efectúa una transformación alotrópica de la capa de óxido presente en la superficie de la hoja de aluminio 10.

Para ello, se lleva la hoja de aluminio 10 a una temperatura comprendida entre aproximadamente el 80% y el 100% de la temperatura de fusión de su material constitutivo durante un tiempo suficientemente importante para estabilizar y homogeneizar dicha capa. Esta etapa se realiza preferentemente en un ambiente seco.

20 Preferentemente, se calienta la hoja de aluminio 10 a una temperatura comprendida entre el 93% y el 98% de la temperatura de fusión, más preferentemente aún a una temperatura del orden del 95% (+/- 1%).

25 Por hoja, se comprenderá en la presente memoria una chapa fina (que tiene algunos milímetros de grosor), una hoja (que tiene algunos micrones de grosor), etc. o cualquier forma sustancialmente plana que se pueda laminar.

La hoja de aluminio 10 puede estar realizada, por otro lado, en aluminio puro, o en una aleación de aluminio.

30 Sin embargo, la invención está adaptada más particularmente a las chapas de aluminio que tienen una buena conducción térmica, y que pueden llevarse a una temperatura uniforme en todo su volumen. Típicamente, puede tratarse de una hoja de aluminio realizada en la serie 1000 de la nomenclatura internacional (A5 a A9, etc.).

Por ejemplo, la hoja de aluminio puede ser un papel de aluminio alimentario que tiene un grosor comprendido entre 5 y 20 micrones calentada entre 500°C y 660°C.

35 Para estos dos ejemplos de hoja de aluminio 10, la duración del tratamiento térmico está comprendida entonces entre una veintena de minutos y aproximadamente dos horas, preferentemente una treintena de minutos.

40 En el caso de hojas de aluminio 10 de grosor más importante, típicamente 12 mm, la duración del tratamiento térmico es entonces preferentemente del orden de 45 minutos.

Como se ha mencionado anteriormente, el grosor de la hoja de aluminio 10 está limitado por las condiciones de laminación a algunos milímetros. Pero en todos los casos, la duración del tratamiento térmico no supera dos horas.

45 Las duraciones indicadas anteriormente son, por supuesto, unos ordenes de magnitud, y pueden prolongarse según las condiciones de realización del tratamiento térmico, más particularmente según el tipo y la calidad inicial del aluminio utilizado, las características del horno y la humedad residual ambiente. En efecto, la capa de alúmina alfa se puede degradar si la duración de tratamiento es demasiado prolongada en malas condiciones.

50 El tratamiento térmico se realiza preferentemente en ambiente seco, por ejemplo precalentando el horno de manera que se elimine la humedad residual y evitar así la hidroxidación de la capa de alúmina alfa. Es posible entonces aumentar la duración del tratamiento térmico hasta por ejemplo cuatro horas sin dañar la hoja de aluminio 10.

55 La utilización de un horno que utiliza la atmósfera exterior al horno para la ventilación, tiene el riesgo también de dar una capa de alúmina alfa hidroxidada, y por lo tanto de inferior calidad. Preferentemente, se utiliza por lo tanto un horno con atmósfera controlada si se desea aumentar la duración del tratamiento térmico.

60 La calidad de la capa de alúmina alfa también puede depender del tipo de aluminio de la hoja 10 y de la calidad del horno: cuanto más puro sea el aluminio (como el aluminio A9) y menos contaminado esté el horno, más prolongado puede ser el tratamiento térmico de la hoja de aluminio sin tener el riesgo de dañar la capa de alúmina alfa.

65 Por ejemplo, el tratamiento térmico de una hoja de aluminio constituido por una aleación A5 en un horno "contaminado" durante cuatro horas da una capa de alúmina alfa que, a pesar de estar estabilizada, es de mala calidad y presenta unas trazas verdes y negras debidas a la interacción de los diferentes materiales que constituyen la aleación A5 con los metales del horno.

En una segunda etapa, se enfría la hoja de aluminio 10.

5 En efecto, es preciso distinguir el tiempo necesario para enfriar la hoja de aluminio 10 y el tiempo de estancia a la temperatura de estabilización de la capa de alúmina que debe ser considerada como esencial. El tiempo de enfriamiento y la temperatura final después del enfriamiento no son, en efecto, unas características determinantes en sí, mientras que se reduzca suficientemente la temperatura de la hoja de aluminio 10 para permitir su "laminación en frío" (véase más adelante en la descripción).

10 En efecto, es posible dejar enfriar la hoja 10 lentamente al aire o rápidamente (por ejemplo por un temple), sin que esto tenga influencia sobre el resultado obtenido.

15 La temperatura final de enfriamiento puede, por ejemplo, ser la temperatura de la habitación en la que se realiza el procedimiento, típicamente una veintena de grados. Sin embargo, es posible enfriar más aun la hoja de aluminio 10 (por ejemplo hasta cero grados Celsius), o enfriarla menos (por ejemplo hasta una sesentena de grados Celsius).

20 Se obtiene entonces una hoja de aluminio 10 que tiene una resistencia a la ruptura menos importante que la hoja de aluminio antes del tratamiento térmico (entre 15 y 20 MPa), en lugar de una sesentena antes del tratamiento térmico). El tratamiento térmico permite en efecto aumentar el tamaño del grano del aluminio, facilitando así su trabajo ulterior.

En una última etapa, se colamina la hoja de aluminio 10 con la hoja metálica 20 seleccionada en el laminador.

25 No es necesario realizar la colaminación inmediatamente después del tratamiento térmico. Por ejemplo, es posible dejar pasar algunas horas, incluso algunas semanas, entre el tratamiento térmico y la colaminación de las hojas.

30 La hoja metálica 20 debe presentar, por su parte, algunas propiedades físicas para garantizar su ensamblaje coherente con la hoja de aluminio 10 según el procedimiento de la invención.

35 En particular, por lo menos una de las caras de la hoja metálica 20 debe presentar unas irregularidades de superficie 21 de una profundidad superior o igual al grosor de la capa de alúmina alfa creada durante el tratamiento térmico de la hoja de aluminio 10, es decir típicamente del orden de 5 micrones.

40 Es importante señalar que el grosor de la capa de alúmina permanece globalmente constante igual a 5 micrones (pudiendo diferir en 1-2 micrones), sea cual sea el grosor de la hoja de aluminio 10, incluso si se prosigue el tratamiento térmico más allá de la duración necesaria para estabilizarlo. Sin embargo, más allá de algunas horas (generalmente cuatro horas), el tratamiento térmico se vuelve un tratamiento de "homogeneización": la capa de alúmina alfa se degrada y los granos que la constituyen ya no están en un mismo plano, de manera que su grosor final se modifica y presenta unos efectos negros y verdes.

45 Por ejemplo, la hoja metálica 20 puede ser un desplegado (o, de manera más general, una rejilla), una estructura en nido de abeja, estando entonces las irregularidades de superficie 21 formadas por los orificios pasantes u obstruidos presentes en la hoja 20. Por desplegado, se entiende en la presente memoria un enrejado realizado de una sola pieza por recorte y estirado de metal laminado, mientras que por rejilla se entiende, por ejemplo, una hoja realizada por tejido de alambre.

50 Puede tratarse también de una espuma metálica cuyos poros 21 están preferentemente abiertos y tienen un diámetro superior o igual a 5 micrones, o también de una hoja metálica cuyas rugosidades de superficie son de un tamaño superior o igual a 5 micrones.

55 Por supuesto, se pueden utilizar otros tipos de hojas metálicas, siempre que las irregularidades de superficie 21 sean de tamaño suficientemente importante. Por ejemplo, es posible tratar una hoja metálica 20 de superficie lisa de manera que sea suficientemente irregular para poder ser utilizada en la invención, por cepillado con estropajo metálico, por arenado, por tratamiento químico, etc.

60 La hoja metálica puede también recibir un tratamiento de superficie por vía húmeda o seca, en particular para aumentar la resistencia a la corrosión de la hoja metálica 20 así como algunas de sus características físicas, tales como su conductividad eléctrica, su permeabilidad magnética, y modificar su coeficiente de fricción.

Por ejemplo, es posible efectuar un depósito de níquel sobre una hoja metálica 20 de acero con el fin de aumentar su resistencia a la corrosión.

65 La hoja metálica 20 debe además ser menos dúctil que la hoja de aluminio 10 después del tratamiento térmico, de manera que permita la interpenetración del aluminio en las irregularidades de superficie 21 de la hoja metálica 20 en la etapa de colaminación. Puede estar realizada por ejemplo en acero, hierro, níquel, cobalto, cobre, un

metal de estructura cristalográfica cúbica de caras centradas (oro, cobre, plata, etc.) o sus aleaciones.

5 Se observará que una hoja de aluminio idéntica o similar a la primera hoja de aluminio y que ha sufrido el tratamiento térmico responde bien a las exigencias requeridas para ser utilizada como hoja metálica en el procedimiento de fabricación. En efecto, el tratamiento térmico permite por un lado crear y estabilizar en la superficie una capa de alúmina alfa que tiene una rugosidad de aproximadamente 5 micrones de grosor (y por lo tanto una superficie suficientemente irregular) y, por otro lado, hacer la hoja sustancialmente tan dúctil como la primera hoja de aluminio.

10 La colaminación de la hoja de aluminio 10 con la hoja metálica 20 puede entonces ser efectuada en caliente o en frío, en una o varias pasadas. Sin embargo, los inventores han observado a este respecto que la colaminación en frío (es decir a temperatura ambiente, sin recalentamiento de las hojas, por ejemplo entre aproximadamente 0°C y 60°C) en una sola pasada permitía obtener mejores resultados.

15 En efecto, efectuado varias pasadas, el ensamblaje metálico 1 constituido por la hoja de aluminio 10 y la hoja metálica 20 tiene el riesgo de deslaminarse, mientras que efectuando sólo una pasada, la hoja de aluminio 10 interpenetra la hoja metálica 20 de manera que se forme un ensamblaje metálico 1 coherente.

20 La colaminación se puede efectuar en particular a una velocidad comprendida entre 0,1 km/h y 3 km/h con, por ejemplo, una tasa de reducción de laminación comprendida entre 2 y 10 aproximadamente. Previamente a la colaminación, es posible ensamblar la hoja de aluminio 10 y la hoja metálica 20 con el fin de evitar que el ensamblaje metálico 1 se deforme o que se desplace cuando tiene lugar la colaminación, por ejemplo por remachado de las hojas 10 y 20, soldadura por puntos, prelaminación del cabezal del ensamblaje 1, tornillos auto-perforantes, soldadura por haz de electrón, o cualquier sistema de encolado o de embridado convencional.

25 Contrariamente a los prejuicios existentes en el campo de la metalurgia, la soldadura por punto de las hojas resulta posible en efecto gracias al tratamiento térmico sufrido por la hoja de aluminio 10, y más particularmente gracias a la transformación alotrópica y a la estabilización de la capa de óxido.

30 Por otro lado, como se ha visto anteriormente, la superficie externa de por lo menos un cilindro del laminador comprende unos relieves.

35 Por ejemplo, los relieves tienen la forma de surcos, que se extienden paralela o transversalmente a la dirección de laminación, de cruces, etc. Los surcos pueden ser rectilíneos (cilindros acanalados) o por el contrario no rectilíneos (en particular unos surcos dentados, acanalados, sinuosos, o una combinación de estos motivos), uniformes (paredes en U de ancho constante) o no uniformes (paredes en U de anchura variable a lo largo de la superficie del cilindro), etc.

40 Cuando dos cilindros adyacentes del laminador están provistos de relieves, estos pueden ser idénticos y estar en fase, de manera que las partes sobresalientes de los relieves estén enfrentadas cuando tiene lugar la laminación del ensamblaje. Típicamente, para unos relieves en forma de surcos rectilíneos que se extienden paralelamente a la dirección de laminación, se obtiene entonces un ensamblaje metálico en el que la hoja de aluminio y la hoja metálica están ensambladas y forman entre ellas unos surcos que se extienden en la dirección de laminación (véanse en particular las figuras 1 y 2 adjuntas).

45 Como variante, los relieves pueden también ser idénticos y en oposición de fase. Para unos relieves en forma de surcos rectilíneos que se extienden paralelamente a la dirección de laminación, se obtiene entonces un ensamblaje metálico que comprende unos tubos 30 soldados juntos, como se ilustra en la figura 6 adjunta. Un ensamblaje de este tipo se puede utilizar entonces en particular en la fabricación de un intercambiador térmico.

50 De manera general, estos ensamblajes metálicos presentan una gran rigidez en la dirección de la laminación, una baja densidad y una resistencia incrementada a la corrosión (debido a la utilización de aluminio).

55 Más generalmente, la elección de los relieves está guiada por la aplicación del ensamblaje metálico. En efecto, la realización de relieves y de los materiales para la hoja metálica 20 que se extienden en una dirección general dada rigidiza el ensamblaje metálico en esta dirección. Por ejemplo, cuando los cilindros son acanalados, siendo los relieves entonces unos surcos rectilíneos paralelos a la dirección de laminación, la colaminación confiere una gran rigidez al ensamblaje metálico final en esta dirección. Por otro lado, la realización de relieves que tienen dos direcciones de extensión, tales como unos surcos dentados, sinusoidales o acanalados, o también unas cruces, permite obtener unos ensamblajes metálicos rigidizados al mismo tiempo en las direcciones paralela y transversal a la dirección de laminación.

60 El grosor final del ensamblaje metálico depende de los grosores iniciales de las hojas de aluminio y metálicas, de los relieves de los cilindros así como de las tensiones aplicadas en el laminador.

65 La capa de alúmina alfa tiene además un papel de lubricante durante la colaminación del ensamblaje metálico 1, y permite aumentar sustancialmente la resistencia a la corrosión del aluminio.

- Se obtiene entonces un ensamblaje metálico 1 que presenta unas propiedades destacables tales como una resistencia incrementada a la corrosión y a las tensiones de tracción, una relación elevada entre resistencia mecánica y peso, un rango de temperatura de utilización más extenso que el del aluminio puro (entre aproximadamente -200°C y +200°C para un ensamblaje aluminio-hierro), o también una conductividad parecida a la conductividad del aluminio antes del tratamiento térmico. El ensamblaje metálico 1 puede recibir además unos tratamientos de superficie, ser embutido o conformado, soldado, etc. como cualquier otra chapa metálica convencional.
- Finalmente, el ensamblaje metálico puede comprender varias hojas metálicas diferentes o idénticas. Estas hojas son entonces preferentemente colaminadas directamente juntas, en una sola pasada y en frío.
- Como variante, el ensamblaje metálico se puede reforzar mediante la adición de una capa de polvo metálico que se extiende entre dos hojas antes de la colaminación, por ejemplo entre dos hojas de aluminio. Se observará que una capa metálica de este tipo responde a las condiciones planteadas en cuanto a las irregularidades de superficie 21 si su granulometría es superior o igual al grosor de la capa de alúmina de la hoja de aluminio 10.
- El polvo metálico puede ser un polvo de acero, de hierro, de níquel, de cobalto, de cobre, de un metal de estructura cristalográfica cúbica de caras centradas (oro, cobre, plata, etc.) o de sus aleaciones.
- Se describirán ahora unos procedimientos de fabricación de acuerdo con la invención de manera más detallada, tomando unos ejemplos de hojas metálicas y de relieves que se pueden utilizar. Los ejemplos siguientes, no obstante, no son de ninguna manera limitativos y se dan sólo a título de ilustración.
- Se observará por otro lado que, sea cual sea el ejemplo de procedimiento descrito a continuación, las etapas de calentamiento, enfriamiento y colaminación siguen siendo las mismas que en el marco del procedimiento de fabricación general descrito anteriormente.
- Para un ensamblaje metálico 1 que comprende una hoja de aluminio 10 y una hoja de acero 20, el procedimiento puede comprender además una etapa suplementaria de calentamiento de la hoja de acero a una temperatura comprendida entre el 70% y el 98% de su temperatura de fusión, por ejemplo 1100°C, durante un tiempo que depende del grosor de la hoja, típicamente durante 30 minutos para una hoja 20 de un milímetro de grosor.
- El tiempo de calentamiento depende de la masa volúmica, de la capacidad térmica, de la conductividad térmica y del grosor de la hoja de acero 20.
- En este ejemplo de realización, la hoja de aluminio 10 está realizada en una aleación serie 1000 y la hoja de acero 20 es una hoja de acero débilmente aleada de XC10.
- El acero se enfría entonces hasta la temperatura de enfriamiento de la hoja de aluminio. De nuevo, como para la hoja de aluminio 10, la duración del enfriamiento y la temperatura final del acero enfriado no son unos parámetros determinantes.
- Se decapa entonces mecánicamente o químicamente la hoja de acero 20 de manera que se retire la capa de óxidos presente en superficie que podría impedir la formación de un ensamblaje metálico 1 coherente.
- Según una forma de realización, el decapado se realiza por arenado. Dado que la superficie de la hoja metálica 20 no debe ser regular, la granulometría del arenado no tiene importancia. Por el contrario, se debe controlar la presión del arenado con el fin de evitar las intrusiones de granos abrasivos en el metal.
- Como variante, el decapado se realiza por ataque ácido (por ejemplo con ácido clorhídrico), por cepillado con estropajo metálico, o cualquier otra técnica conocida.
- La hoja de acero 20 así obtenida se colamina entonces con la hoja de aluminio 10 tratada térmicamente, preferentemente en frío y en una sola pasada, en un laminador del cual por lo menos uno de los cilindros presenta una superficie externa provista de relieves.
- El ensamblaje metálico 1 así obtenido presenta entonces unas propiedades inesperadas.
- Por un lado, el ensamblaje metálico 1 acumula algunas de las propiedades propias del aluminio y del acero considerados separadamente. Así, se ha constatado que el ensamblaje metálico 1 era ferromagnético, y era capaz de atraer unos imanes y mantenerlos en contacto con su superficie exterior, teniendo al mismo tiempo una buena conductividad eléctrica y una baja densidad.
- Por ejemplo, para un ensamblaje metálico 1 que comprende un papel de aluminio alimentario de título A5 y un desplegado de níquel de un grosor de aproximadamente 1 mm, la permeabilidad magnética relativa del ensamblaje es del orden de 300, su conductividad es próxima de la del aluminio (del orden de $4,6 \cdot 10^{18}$ Ohm⁻¹

$1 \cdot m^1$), su resistencia mecánica a la tracción es del orden de 10 MPa (lo cual es importante para una hoja 10 de tan bajo grosor, aproximadamente 100 micrones), mientras que su densidad es del orden de 4,7.

5 De esta manera, resulta posible utilizar el ensamblaje metálico 1 aluminio-níquel obtenido según el procedimiento de la invención con el fin de realizar unos blindajes electromagnéticos flexibles, ligeros y mecánicamente resistentes según los grosores seleccionados para las hojas de aluminio 10 y metálica 20.

10 Además, el ensamblaje 1 puede sufrir una laminación sucesiva (successfully Rolling bonding) que permite multiplicar mecánicamente el número de capas a partir de un solo ensamblaje inicial. Esta multicapa posee entonces unas características más elevadas que el ensamblaje inicial, en particular en términos de resistencia mecánica (tracción/desgarro) y magnética por una mejor distribución en el grosor.

15 Preferentemente, en el caso de una laminación sucesiva, las primeras colaminaciones se realizan en un laminador de cilindros lisos, y sólo la última colaminación se realiza con uno o varios cilindros cuya superficie presenta unos relieves.

20 Además, en el ejemplo de realización en el que la hoja metálica 20 es de acero, es posible utilizar sólo un laminador de dos cilindros en lugar de un laminador convencional de cuatro cilindros (o más), ya que el ensamblaje 1 permanece suficientemente alineado durante la laminación.

25 Por otro lado, unos ensayos efectuados sobre este ensamblaje metálico 1 han permitido constatar que resistía a la corrosión y a la deslaminación en un ambiente en fase vapor de agua saturante a 210°C durante 12 horas. Asimismo, los ensamblajes obtenidos han resistido a temperaturas de 77K (aproximadamente -196°C) sin deslaminarse.

30 Unos ensayos han mostrado asimismo que las hojas de aluminio obtenidas tras el tratamiento térmico realizado en la primera etapa del procedimiento según la invención presentaban un mayor rango de temperaturas de utilización (entre aproximadamente -200°C y +200°C, en lugar de -200°C y +150°C para las chapas solas).

35 Se observará no obstante que el tratamiento térmico de la hoja metálica 20 no es necesaria para todos los materiales. Tiene como objetivo suavizar mecánicamente el material que la constituye.

40 Por ejemplo, en el marco de la fabricación de un ensamblaje metálico 1 formado por una hoja de aluminio 10 que interpenetra una hoja 20 de níquel, de cobre, de oro, o de cualquier otro material cúbico de caras centradas, la etapa de calentamiento de la hoja metálica 20 es opcional, así como su decapado en superficie.

45 Por otro lado, según una forma de realización preferida, la hoja de aluminio 10 se trata de manera directa térmicamente de acuerdo con el procedimiento de la invención, sin haber sufrido previamente una etapa de prelaminación. En efecto, esta prelaminación podría conducir a unas recristalizaciones primarias o secundarias del aluminio y hacer más difícil su colaminación ulterior.

50 Según una segunda forma de realización, la hoja metálica 20 puede ser una hoja de cobre 20, más particularmente una rejilla o un desplegado. Basta entonces, después del tratamiento térmico de la hoja de aluminio, colaminar en una sola pasada y en frío en el laminador de cilindro(s) con relieve(s) la hoja de aluminio y la hoja de cobre, seleccionando los relieves apropiados en función de la aplicación industrial del ensamblaje, para obtener el ensamblaje metálico.

55 Este ensamblaje metálico presenta entonces numerosas propiedades de interés, típicamente su excelente conductividad (mejorada con respecto a la hoja de aluminio inicial debido a la presencia de la hoja de cobre), una baja densidad, una excelente resistencia a la corrosión, una gran rigidez en la dirección principal de los relieves, etc., lo cual la hace particularmente adaptada a la fabricación de electrodos para pila de combustible por ejemplo, o cualquier otro ensamblaje metálico que necesite una excelente conductividad y resistencia a la corrosión siendo al mismo tiempo ligero y rígido. Por otro lado, es posible realizar dichos electrodos en un laminador del cual uno de los cilindros es liso, estando sólo la superficie de laminación del correspondiente cilindro provista de relieves.

60 El ensamblaje puede comprender además una segunda hoja de cobre, dispuesta sobre la cara libre de la hoja de aluminio y colaminada al mismo tiempo que las otras hojas, con el fin de mejorar aún más la conductividad del ensamblaje final.

65 Según una tercera forma de realización, y como se ha indicado anteriormente, el procedimiento según la invención permite también realizar un ensamblaje formado por dos hojas de aluminio que se interpenetran. La hoja metálica 20 es por lo tanto en este caso la hoja de aluminio suplementaria.

Gracias a esta forma de realización, resulta posible por lo tanto soldar juntas dos hojas de aluminio, lo cual no era factible según las técnicas de soldadura convencionales, en particular a causa de la barrera formada por la capa de alúmina.

Por eso, el procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico 1 de dos hojas de aluminio comprende simplemente una etapa suplementaria de calentamiento y de enfriamiento de la hoja metálica (en este caso la hoja de aluminio suplementaria) con respecto al procedimiento general de acuerdo con la invención.

5

Más precisamente, se tratan térmicamente las dos hojas de aluminio, simultánea o sucesivamente, y después se enfrían, de acuerdo con las dos primeras etapas (calentamiento y después enfriamiento) del procedimiento general que se han detallado anteriormente.

10

Se colaminan a continuación las dos hojas de aluminio, preferentemente en frío y en una sola pasada, de manera que se obtiene un ensamblaje metálico 1 que comprende dos hojas de aluminio que se interpenetran, y que presentan unos relieves complementarios de los relieves del o de los cilindros.

15

Este ensamblaje metálico 1 presenta en particular unas características mecánicas incrementadas y las mismas propiedades que cada hoja de aluminio considerada separadamente tras su tratamiento térmico respectivo. En particular, presenta una resistencia a la corrosión incrementada (en particular en el ácido nítrico al 68%), puede soldarse por puntos, utilizarse en un mayor rango de temperaturas, etc.

20

Según una cuarta forma de realización, es posible soldar una hoja de aluminio adicional 10' a un ensamblaje metálico obtenido según el procedimiento descrito anteriormente.

25

Por eso, se calienta la hoja de aluminio adicional 10' y después se enfría, de acuerdo con las dos últimas etapas del procedimiento, después se colamina directamente la hoja de aluminio 10, la o las hojas metálicas 20 y la hoja de aluminio adicional 10', preferentemente en frío y en una sola pasada, con el fin de formar el ensamblaje metálico final con relieves que comprende por lo menos tres capas.

30

Como variante, se puede también reiterar el procedimiento colaminando la hoja de aluminio adicional tratada térmicamente según las dos primeras etapas del procedimiento con el ensamblaje metálico obtenido según el procedimiento descrito anteriormente. En este caso, se preferirá entonces colaminar el ensamblaje metálico 1 de base (que comprende la hoja de aluminio 10 y la hoja metálica 20) en un laminador de cilindros lisos con el fin de obtener un ensamblaje coherente plano, y colaminar en el laminador de cilindro(s) con relieves solamente el ensamblaje metálico final 1.

35

Se puede así obtener, por ejemplo, un ensamblaje que comprende una hoja de cobre 20 o un desplegado de acero 20 entre dos hojas de aluminio 10, 10', como se ilustra en la figura 3, obtenido por colaminación simultánea de las hojas 10, 10' y 20 con el desplegado 20 en una sola etapa o reiterando las etapas del procedimiento.

40

En el caso en el que el ensamblaje metálico 1 se realiza con una hoja 20 de acero, hierro o de cualquier otro material enunciado anteriormente, se debe, previamente a la colaminación, llevar el ensamblaje metálico 1 a una temperatura comprendida entre el 80% y el 100% de la temperatura de fusión de la hoja de aluminio de acuerdo con la primera etapa del procedimiento descrito anteriormente, durante por ejemplo una treintena de minutos.

45

Reiterando estas etapas de calentamiento, enfriamiento y colaminación, se pueden obtener así unos sándwiches que comprenden más de dos ensamblajes metálicos 1. El número de ensamblajes metálicos 1 apilados y la elección de la o de las hojas metálicas 20, 20' depende por supuesto de las propiedades deseadas para el sándwich 2 y mejoran la resistencia a la tracción (por ejemplo, la resistencia a la ruptura es aproximadamente más de tres veces más elevada para un ensamblaje aluminio-hierro con respecto al aluminio solo), típicamente de 50 a 150 MPa.

50

Como variante, también es posible colaminar simultáneamente, en una sola pasada y en frío en el laminador de cilindro(s) con relieves, el conjunto de las hojas que constituye en ensamblaje metálico final 1. Para ello, se aplica el tratamiento térmico al conjunto de las hojas de aluminio de acuerdo con las primeras etapas del procedimiento general descrito anteriormente, así como, llegado el caso, los tratamientos térmico, de superficie, etc. en las hojas metálicas, y después se colamina en frío y en una sola pasada en el laminador de cilindro(s) con relieves el apilamiento que constituye el ensamblaje metálico que se desea realizar.

55

Según una quinta forma de realización, el ensamblaje metálico 1 comprende además una capa de polvo metálico. Preferentemente, la capa metálica está contenido entre por lo menos dos hojas, típicamente entre dos hojas de aluminio, entre una hoja de aluminio y una hoja metálica (como se ilustra en la figura 5) o también dos hojas de aluminio y una hoja metálica.

60

Como variante, la capa de polvo está colaminada con una hoja de aluminio en un laminador de cilindros lisos, y después solamente en el laminador de cilindro(s) con relieves, de manera que se obtenga un ensamblaje metálico coherente que comprende sólo la hoja de aluminio y el polvo metálico o, llegado el caso, que comprende además una hoja metálica 20, y que presenta los relieves complementarios de los cilindros del laminador.

65

El procedimiento puede comprender entonces además una etapa suplementaria de tratamiento térmico del polvo metálico 22 previamente a la etapa de colaminación.

5 En efecto, unos ensayos han demostrado que la deshidratación de los polvos 22 permitía mejorar la cohesión del ensamblaje metálico 1 obtenido. En efecto, la superficie específica de los elementos constitutivos del polvo 22 es superior a la de las hojas de aluminio y metálicas. Así, el nivel de hidratación puede resultar importante en cuanto al resultado final obtenido, en particular cuando se utiliza el ensamblaje 1 a temperaturas superiores a 100°C, creando el vapor de agua unos puntos de deslaminación por sobrepresión local interna,

10 En efecto, generalmente los polvos metálicos pueden presentar del orden del 15% en peso de agua, lo cual puede resultar molesto en particular cuando tiene lugar tratamientos de envejecimiento, provocando el vapor saturante la deslaminación de las hojas.

15 Para unos resultados mejores, es por lo tanto preferible realizar el tratamiento térmico de la capa 20 de polvo metálico de manera que el grado de hidratación del polvo 22 sea suficientemente bajo (típicamente inferior al 1% de agua superficial y de agua ligada) para reducir el vapor saturante en las interfaces cuando tiene lugar la colaminación con la hoja de aluminio 10.

20 El tiempo de calentamiento, preferentemente al vacío, depende de nuevo de la masa volúmica, de la capacidad térmica, de la conductividad térmica y del grosor de la capa metálica 20.

25 Por ejemplo, en el caso de una capa 20 de polvo de hierro, el tratamiento térmico dura entre aproximadamente treinta minutos y dos horas a 300°C, de manera que el polvo 22 se seque totalmente. Sin embargo, un secado parcial a 120°C durante una sesentena minutos aproximadamente, al vacío, puede ser suficiente para algunos tipos de polvos 22 poco hidrófilos.

30 Por ejemplo, un polvo de alúmina deshidratada comprende generalmente sólo el 4% de agua superficial y el 10% de agua ligada. De este modo, un simple pretratamiento térmico permite reducir suficientemente su grado de hidratación para obtener buenos resultados cuando tiene lugar la colaminación con la hoja de aluminio 10 y limitar los riesgos de deslaminación.

35 La capa de polvo metálico así obtenida se colamina entonces con la hoja de aluminio 10 tratada térmicamente, preferentemente en frío y de una sola pasada en un laminador de cilindros lisos, o entre dos hojas en el laminador de cilindro(s) con relieves.

40 Esta etapa de colaminación de la hoja de aluminio 10 con el polvo metálico y, llegado el caso, las hojas metálicas adicionales, se realiza preferentemente de manera consecutiva a la deshidratación del polvo 22, por ejemplo en los minutos que siguen, con el fin de evitar la recogida de humedad del polvo 22. Llegado el caso, es posible un nuevo tratamiento térmico con el fin de deshidratar de nuevo el polvo 22.

De nuevo, la colaminación se efectúa preferentemente en frío y en una sola pasada.

45 Por otro lado, la cantidad de polvo puede ser variable en función de la aplicación deseada. En efecto, es posible aplicar una capa de polvo muy fina, una capa discontinua de polvo, una capa completa, incluso varios grosores de polvos. El resultado obtenido depende entonces de la relación entre la granulometría del polvo 22 y la cantidad de polvo 22 aplicada. Una capa muy fina, que presenta un grosor mínimo del orden de cinco micrones, comprenderá por ejemplo polvo 22 atomizado que presenta un efecto de bola que dificulta la colaminación. Por el contrario, una capa gruesa que puede tener hasta dos milímetros de grosor, comprenderá por ejemplo el polvo 22 angular que es fácil de colaminar.

50 El ensamblaje metálico 1 así obtenido presenta entonces unas propiedades inesperadas, en particular buenas características mecánicas con respecto a una hoja de aluminio sola, y una gran estabilidad en el tiempo.

55 En efecto, el ensamblaje metálico 1 acumula algunas de las propiedades propias del aluminio y del metal constitutivo del polvo, considerados separadamente. Así, en el caso de un polvo de hierro, se ha constatado que el ensamblaje metálico 1 era ferromagnético, y era capaz de atraer unos imanes y mantenerlos en contacto con su superficie exterior, teniendo al mismo tiempo una buena conductividad eléctrica y una baja densidad.

60 El procedimiento según la invención permite por lo tanto fabricar unos sándwiches que comprenden por lo menos un ensamblaje metálico y una hoja adicional, metálica o de aluminio.

65 Puede tratarse de un apilamiento que comprende, por ejemplo: una hoja metálica (en particular un desplegado) y polvo metálico (en particular polvo de níquel) atrapados entre dos hojas de aluminio, una hoja de aluminio aprisionado entre dos hojas metálicas (en particular dos rejillas de cobre), etc.

Por ejemplo, para un sándwich metálico 2 que comprende dos chapas de aluminio de título A5 de 0,8 milímetros de grosor (10) y (10') que contienen un desplegado de acero XC10 de grosor 0,8 mm (20'), el grosor del surco

del sándwich obtenido tiene un grosor de aproximadamente 0,8 milímetros, una permeabilidad magnética relativa de aproximadamente 100, una densidad de 3,2 y una conductividad eléctrica de aproximadamente $4,4 \cdot 10^{+8} \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Por otro lado, cuando los motivos son unos surcos longitudinales (que tienen una anchura en el plano del ensamblaje (en el sentido transversal a la dirección de laminación, que corresponde a la dirección principal de los surcos) del orden de 2 mm para una altura del orden de 1,5 mm):

- 5
- la resistencia mecánica a la tracción longitudinal (es decir en la dirección principal de los surcos) del sándwich es del orden del triple de la de una chapa de aluminio de mismo grosor y no tratada, que está comprendida generalmente entre 25 y 80 MPa según su estado metalúrgico, y
- 10
- la resistencia a la flexión según un eje transversal a los surcos es de por lo menos cinco a diez veces superior a la de una chapa de aluminio de igual volumen y no tratada es del orden de 60 MPa según su estado metalúrgico.

15 Ventajosamente, un sándwich 2 que comprende dos hojas de aluminio 10, 10' que encierran una hoja de acero 20 presenta unas propiedades de resistencia a la corrosión sorprendentes y una importante resistencia a la deslaminación. Así, la inmersión de un sándwich 2 de este tipo en un baño de nitrógeno líquido a 77 K (-196°C) ha mostrado que el sándwich 2 seguía siendo coherente a pesar de los coeficientes de dilatación diferentes del aluminio y del acero.

20 Por otro lado, el sándwich 2 según la invención es capaz de resistir un ataque de ácido nítrico concentrado al 68% durante varios días. Sólo es atacada la hoja metálica 20 si las caras del sándwich 2 no están protegidas, es decir si la hoja metálica 20 contenida por las hojas de aluminio 10, 10' está en contacto con el ácido.

25 La estanqueidad de la parte central metálica 20 del sándwich es, sin embargo, más fácil de obtener cuando comprende polvo. Basta en efecto con no poner polvo sobre los bordes de las hojas de aluminio 10, 10' cuando tiene lugar la colaminación. Se evita entonces cualquier deslaminación por oxidación de la parte central metálica.

30 Los sándwiches pueden además estar realizados con varios tipos de hojas metálicas diferentes y/o polvo metálico, con el fin de acumular algunas propiedades de interés. Por ejemplo, la fabricación de un ensamblaje metálico 1 que comprende una hoja de acero con un ensamblaje metálico 1 que comprende una hoja de níquel permite obtener un sándwich que comprende al mismo tiempo aluminio, acero y níquel, con el fin de adaptar la conductividad, la permeabilidad magnética y la densidad, por ejemplo a la aplicación deseada.

35 Ventajosamente, el procedimiento según la invención permite obtener unos ensamblajes metálicos 1 y sándwiches de hojas metálicas fácilmente recuperables por fusión. En efecto, es posible separar y recuperar por gravedad el componente del ensamblaje metálico 1 que tiene la temperatura de fusión más baja. En el caso de un sándwich mixto, que comprende más de un material diferente para las hojas metálicas, basta entonces con reiterar la operación hasta que sólo quede un tipo de material.

40 Por otro lado, el procedimiento tiene un bajo coste energético gracias a la etapa de colaminación en frío y a la duración reducida del tratamiento térmico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un ensamblaje metálico que comprende una primera hoja a base de aluminio y por lo menos una segunda hoja metálica, que comprende las etapas que consisten en:
- 5
- tratar térmicamente la hoja de aluminio (10) llevándola a una temperatura comprendida entre el 80% y el 100% de la temperatura de fusión del material que la constituye durante un tiempo comprendido entre una
 - 10
 - veintena de minutos y aproximadamente dos horas para crear y estabilizar una capa de alúmina alfa por transformación alotrópica de la capa de óxido presente en la superficie de dicha hoja de aluminio (10), y después dejándola enfriar;
 - prever una hoja metálica (20) que tiene una ductilidad inferior o igual a la ductilidad de la hoja de aluminio (10) después del enfriamiento, presentando dicha hoja (20) unas irregularidades de superficie (21) de una
 - 15
 - profundidad superior o igual al grosor de la capa de alúmina alfa; y
 - colaminar en un laminador la hoja de aluminio (10) y la hoja metálica (20) con el fin de obtener el
 - 20
 - ensamblaje metálico (1),
- caracterizado por que el laminador comprende por lo menos un cilindro cuya superficie externa de laminación está provista de relieves.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la colaminación se realiza en frío.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la colaminación se realiza en una sola pasada.
- 25
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los relieves son unos surcos rectilíneos, dentados, acanalados y/o sinuosos o unas cruces.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los relieves son unos surcos rectilíneos, dentados, acanalados y/o sinuosos o unas cruces.
- 30
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la superficie externa de laminación de dos cilindros complementarios del laminador presenta unos relieves idénticos en oposición de fase cuando tiene lugar la colaminación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la hoja metálica (20) está constituida por uno de los elementos del grupo siguiente: una rejilla metálica, un desplegado metálico, una espuma metálica, una estructura metálica en nido de abejas, unos cables metálicos, o una hoja metálica rugosa.
- 35
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la hoja metálica (20) está realizada en uno de los materiales del grupo siguiente: acero, hierro, níquel, cobalto, cobre, metal de estructura cristalográfica cúbica de caras centradas, o sus aleaciones.
- 40
8. Procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además las etapas siguientes previamente a la etapa de colaminación de las hojas (10, 20):
- calentar la hoja metálica (20) a una temperatura comprendida entre aproximadamente el 70% y el 98% de la temperatura de fusión del metal que la constituye; y
 - 45
 - dejar enfriar la hoja (20) hasta temperatura ambiente.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además una etapa durante la cual se decapa la hoja metálica (20) entre las etapas de enfriamiento y de colaminación.
- 50
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la hoja metálica (20) es una hoja de aluminio suplementaria, comprendiendo además dicho procedimiento, previamente a la etapa de colaminación de las hojas, las etapas siguientes:
- 55
- llevar la hoja de aluminio suplementaria (20) a una temperatura comprendida entre el 80% y el 100% de la temperatura de fusión del material que la constituye durante un tiempo comprendido entre una veintena de minutos y aproximadamente dos horas, para crear y estabilizar una capa de alúmina alfa en la
 - 60
 - superficie de dicha hoja de aluminio; y
 - dejar enfriar la hoja de aluminio suplementaria (20).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además una etapa de ensamblaje de las hojas de aluminio (10) y metálica(s) (20) previamente a su colaminación.
- 65
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se colamina además una hoja metálica

suplementaria (10', 20') con las hojas de aluminio (10) y metálica (20).

5 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que las dos hojas metálicas (20, 20') y la hoja de aluminio (10) se colaminan simultáneamente en una sola etapa.

10 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la hoja de aluminio (10) y la hoja metálica (20) se colaminan, en primer lugar, en un laminador de cilindros lisos con el fin de obtener un ensamblaje plano, siendo dicho ensamblaje colaminado a continuación con la hoja metálica suplementaria (20') en el laminador de cilindro(s) con relieves con el fin de obtener el ensamblaje metálico.

15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende además una etapa de aplicación de una capa de polvo sobre la hoja de aluminio previamente a la etapa de colaminación, siendo la hoja de aluminio y el polvo colaminados en un laminador de cilindros lisos con el fin de obtener un ensamblaje plano, siendo dicho ensamblaje colaminado a continuación con la hoja metálica en el laminador que comprende por lo menos un cilindro cuya superficie externa de laminación está provista de relieves con el fin de obtener el ensamblaje metálico.

20 16. Procedimiento según la reivindicación 15, que comprende además una etapa suplementaria de deshidratación del polvo metálico (22) previamente a su aplicación sobre la hoja de aluminio.

25 17. Procedimiento de fabricación de un intercambiador térmico, caracterizado por que comprende una etapa de moldeado de una hoja de aluminio con por lo menos una hoja metálica según un procedimiento de fabricación según una de las reivindicaciones 1 a 16, en un laminador que comprende un primer cilindro cuya superficie externa de laminación presenta unos surcos que se extienden longitudinalmente a la dirección de laminación, y un segundo cilindro cuya superficie externa de laminación es lisa o presenta unos surcos en oposición de fase con los surcos del primer cilindro.

FIG. 1

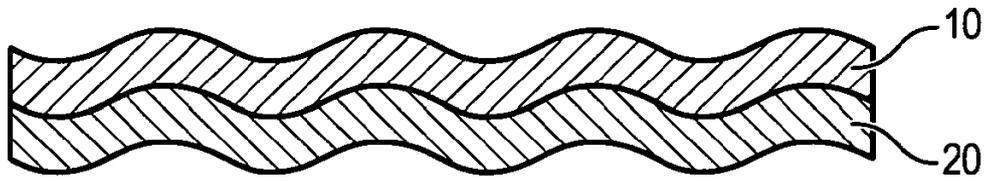


FIG. 2

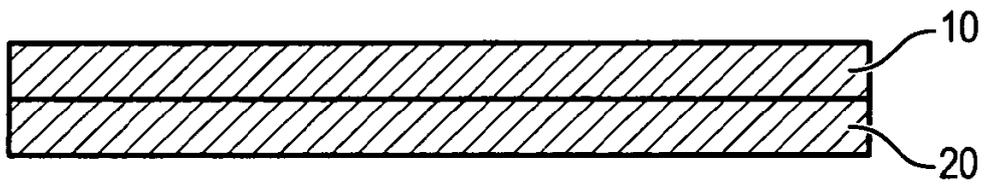


FIG. 3

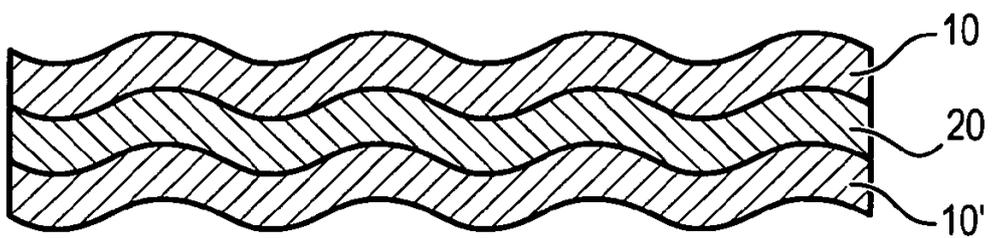


FIG. 4

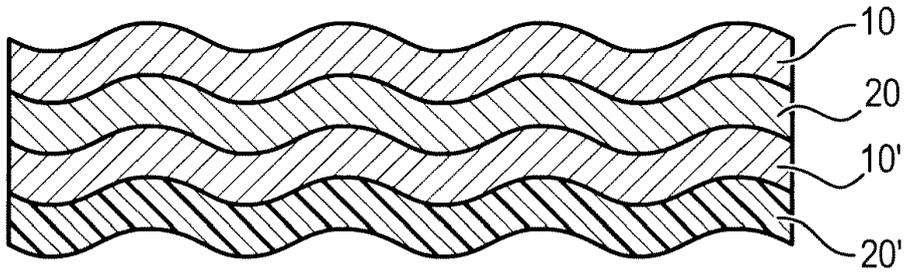


FIG. 5

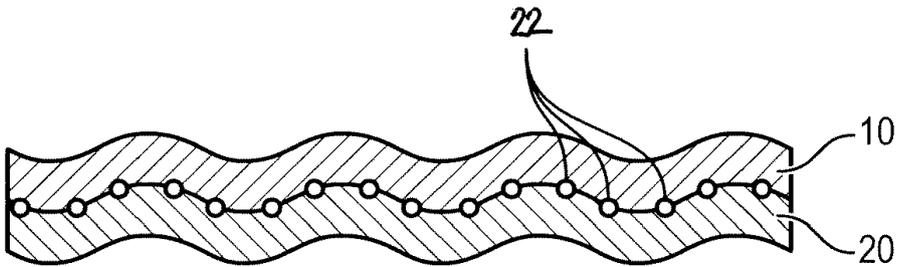


FIG. 6

