

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 998 549**

(51) Int. Cl.:

C22C 21/02 (2006.01)
C22C 21/06 (2006.01)
C22C 21/08 (2006.01)
C22F 1/00 (2006.01)
C22F 1/05 (2006.01)
C25D 11/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2021 PCT/IB2021/054983**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2021 WO21250545**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2021 E 21730296 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2024 EP 4165223**

(54) Título: **Procedimiento de fabricación de una placa de aleación de aluminio para elementos de cámara de vacío**

(30) Prioridad:

10.06.2020 EP 20179258

(73) Titular/es:

NOVELIS KOBLENZ GMBH (100.00%)
Carl-Spaeter-Strasse 10
56070 Koblenz, DE

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2025

(72) Inventor/es:

AUST, DENNIS;
RITZ, FABIAN y
JACOBY, BERND

(74) Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 998 549 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de una placa de aleación de aluminio para elementos de cámara de vacío

5 REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD RELACIONADA

Esta solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de Solicitud de Patente Europea N.º 20179258,7, presentada el 10 de junio de 2020.

10 CAMPO DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere a un método de fabricación de una placa de aleación de aluminio de una aleación Al-Mg-Si (también conocida como aleación de aluminio de la serie 6XXX) para formar elementos de las cámaras de vacío de aparatos para fabricar dispositivos semiconductores y dispositivos de cristal líquido, tales como sistemas CVD, sistemas PVD, sistemas de implantación de iones, sistemas de pulverización catódica y sistemas de grabado en seco, y aquellos colocados en las cámaras de vacío. La invención se refiere también a un método de fabricación de elementos de cámara de vacío a partir de la placa de aleación Al-Mg-Si. La invención se refiere además a métodos de fabricación de válvulas y conjuntos totales a partir de la placa de aleación Al-Mg-Si.

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Se suministran gases reactivos, gases de grabado y gases corrosivos que contienen halógeno como gas de limpieza a las cámaras de vacío de aparatos para fabricar dispositivos semiconductores y dispositivos de cristal líquido, tales como sistemas CVD, sistemas PVD, sistemas de implantación de iones, sistemas de pulverización catódica y sistemas de grabado en seco. Por lo tanto, se requiere que las cámaras de vacío tengan resistencia a la corrosión por gases corrosivos (en adelante, denominada "resistencia a gases corrosivos"). Dado que en la cámara de vacío a menudo se produce un plasma halógeno, la resistencia a los plasmas (en adelante, denominada "resistencia al plasma") también es importante. Recientemente, se han utilizado materiales de aluminio y aleación de aluminio para formar elementos de la cámara de vacío porque el aluminio y la aleación de aluminio son ligeros y tienen una excelente conductividad térmica. Dado que los materiales de aluminio y de aleación de aluminio no son satisfactorios en cuanto a resistencia a gases corrosivos y resistencia al plasma, se han propuesto diversas técnicas de mejora de la calidad de la superficie para mejorar esas propiedades. Sin embargo, muchas de esas propiedades aún son insatisfactorias y es deseable mejorarlas aún más. Se ha descubierto que recubrir un material de aluminio o de aleación de aluminio con una película de óxido anódico duro que tiene una alta dureza es eficaz para mejorar la resistencia al plasma. La película de óxido anódico duro es resistente a la abrasión de un miembro por un plasma que tiene alta energía física y, por lo tanto, es capaz de mejorar la resistencia al plasma. Los elementos de la cámara de vacío también requieren una resistencia mecánica y una elongación suficientemente altas, así como una uniformidad de color y una alta tensión de ruptura después de la anodización.

El documento US 2015/0255253 A1 describe productos de aleación de aluminio diseñados para ser utilizados como elementos de cámaras de vacío. El documento US 2009/0050485 A1 describe un material de aleación de aluminio y en particular un material de aleación de aluminio anodizado destinado a formar miembros de las cámaras de vacío de aparatos.

El documento de la patente de EE. UU US-2012/0325381-A1 divulga un proceso de fabricación de un bloque de aluminio de al menos 250 mm de espesor diseñado para la fabricación de un elemento para una cámara de vacío, el método comprende fundir un bloque de una aleación de aluminio de la serie 6XXX dada, homogeneizar opcionalmente dicho bloque fundido, realizar un tratamiento térmico de solución directamente sobre el bloque fundido y opcionalmente homogeneizado, templar el bloque, aliviar la tensión del bloque templado por medio de compresión en frío, seguido de envejecimiento artificial hasta una condición T652. Un elemento clave del proceso descrito es que antes del tratamiento térmico de la solución, el bloque no ha sido trabajado en caliente o en frío para reducir su espesor. El producto de placa resultante es una denominada "placa fundida". Una desventaja de la placa fundida es que las fases inevitables resultantes de la combinación y precipitación en los límites de grano de elementos como hierro, manganeso, cobre, cinc, magnesio y silicio, a menudo en forma eutéctica después de la solidificación, no pueden disolverse por completo en las etapas de procesamiento posteriores como la homogeneización y el tratamiento térmico de solución, y permanecen como lugares para el inicio de grietas, reduciendo así las propiedades mecánicas (por ejemplo, resistencia máxima a la tracción, fatiga, elongación, tenacidad y otros), o como iniciadores de corrosión local (por ejemplo, corrosión por picaduras) y pueden ser perjudiciales también para tratamientos finales como la anodización que es de particular importancia para los elementos de cámaras de vacío. Cualquier capa de óxido presente en la aleación fundida también permanecerá en su forma original, por lo que también se reducirán las propiedades mecánicas. Aunque los productos de placa fundida pueden ser más rentables, debido a que se mantiene sustancialmente la microestructura de colada, y depende en gran medida de la velocidad de enfriamiento local durante la operación de colada, hay mucha más variación en las propiedades mecánicas en función de la ubicación de la

prueba en comparación con los productos de chapa laminada, lo que hace que las placas fundidas sean menos adecuadas para muchas aplicaciones críticas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 La Figura 1 es una imagen de microscopio óptico de muestra para analizar las fases y partículas de los materiales de aleación de aluminio descritos en este documento.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

- 10 Como se apreciará a continuación, salvo que se indique lo contrario, las designaciones de aleación de aluminio y las designaciones de temple se refieren a las designaciones de la Aluminium Association en Aluminium Standards and Data and the Registration Records, según lo publicado por la Aluminium Association en 2019 y son bien conocidas por los expertos en la técnica. Las designaciones de temple se establecen en la norma europea EN515.

Para cualquier descripción de composiciones de aleación o composiciones de aleación preferidas, todas las referencias a porcentajes son porcentajes en peso a menos que se indique lo contrario.

- 20 El término "hasta" y "hasta aproximadamente", como se emplea en la presente memoria, incluye explícitamente, pero no se limita, a la posibilidad de un cero por ciento en peso del componente particular de aleación al que se refiere. Por ejemplo, hasta un 0,08 % de Zn puede incluir una aleación de aluminio que no tenga Zn.

- 25 Un objeto de la invención es proporcionar un método de fabricación de una placa de aleación de aluminio de una aleación de aluminio Al-Mg-Si o una aleación de aluminio de la serie 6XXX para formar elementos de cámara de vacío. Otro objeto de la invención es proporcionar un método de fabricación de elementos de cámara de vacío a partir de una placa de aleación de aluminio Al-Mg-Si. Es otro objeto de la invención proporcionar un método de fabricación de válvulas y conjuntos totales a partir de la placa de aleación de aluminio Al-Mg-Si.

- 30 Estos y otros objetos y ventajas adicionales se cumplen o superan mediante la presente invención y se proporciona un método de fabricación de una placa de aleación de aluminio para elementos de cámara de vacío, comprendiendo el método los pasos de, en este orden:

- 35 (a) proporcionar una materia prima para laminación de una aleación de aluminio Al-Mg-Si cuya composición comprenda, en % en peso

Mg	0,80% a 1,05%;
Si	0,70% a 1,0%;
Mn	0,70% a 0,90%;
Fe	hasta 0,20%;
Zn	hasta el 0,08 %, preferiblemente hasta el 0,05 %;
Cu	hasta el 0,05 %, preferiblemente hasta el 0,03 %;
Cr	hasta el 0,03 %, preferiblemente hasta el 0,02 %;
Ti	hasta 0,06%, preferiblemente 0,01% a 0,06%;

impurezas inevitables cada una <0,03%, total <0,10%, aluminio restante;

- 40 (b) homogeneización de la materia prima de laminación a una temperatura en un intervalo de 550°C a 595°C;

(c) laminación en caliente de la materia prima de laminación homogeneizada en uno o más pasos de laminación hasta una placa laminada en caliente que tiene un espesor de al menos 10 mm;

- 45 (d) tratamiento térmico en solución (SHT") de la placa laminada en caliente a una temperatura en un intervalo de 540°C a 590°C;

(e) enfriamiento o templado rápido de la placa SHT, preferiblemente mediante templado por aspersión o templado por inmersión en agua u otros medios de templado;

- 50 (f) estiramiento de la placa SHT enfriada para obtener un alargamiento permanente de 1% a 5%;

(g) envejecimiento artificial de la placa estirada, donde el envejecimiento artificial se realiza a una temperatura comprendida entre 150°C y 190°C durante un período de 5 a 60 horas, preferentemente a una condición T6 (por ejemplo, T651) o T7 (por ejemplo, T7651).

- 5 Mediante el cuidadoso control de los estrechos intervalos de composición de la aleación Al-Mg-Si en combinación con el procesamiento termomecánico, la placa de aleación de aluminio resultante es ideal para la fabricación de elementos de cámara de vacío. Está disponible en una amplia gama de espesores y es muy bien anodizable con un recubrimiento anódico duro. El material de la placa de aluminio tiene altas propiedades mecánicas que proporcionan una buena estabilidad de forma del elemento de la cámara de vacío. Varias 10 propiedades de un elemento anodizado dependen de la microestructura y composición del material de la placa. El producto de placa tiene una microestructura que tiene una distribución uniforme de fases dentro de la placa, lo que conduce a una capa anódica menos afectada en relación, por ejemplo, con el espesor de la placa y la uniformidad en la superficie después de la anodización. El producto de placa resultante según esta invención 15 proporciona una alta resistencia a gases corrosivos, por ejemplo, como se prueba en una prueba de burbuja utilizando HCl al 5%; y tiene un alto voltaje de ruptura (AC, DC) medido según ISO-2376 (2010).

En una realización, la placa de aleación de Al-Mg-Si con un espesor de 55 mm en condición T651 tiene una resistencia a la tracción (YS) de al menos 250 MPa, e incluso de al menos 265 MPa, en la dirección LT de acuerdo con la norma aplicable ISO 6892-1 B.

- 20 En una realización, la placa de aleación Al-Mg-Si de 55 mm de espesor en condición T651 tiene una resistencia a la tracción (UTS) de al menos 300 MPa, e incluso de al menos 310 MPa, en la dirección LT de acuerdo con la norma aplicable ISO 6892-1 B.
- 25 En una realización, la placa de aleación Al-Mg-Si con un espesor de 55 mm en la condición T651 tiene un alargamiento ($A_{50\text{ mm}}$) de al menos un 8%, e incluso de al menos un 10%, en la dirección LT de acuerdo con la norma aplicable ISO 6892-1 B.

- 30 Mg en combinación con Si son los principales elementos de aleación en la aleación de aluminio para proporcionar resistencia mediante la formación de fases Mg₂Si. El Mg debe estar en un intervalo de 0,80% a 1,05%, y preferiblemente en un intervalo de 0,85% a 1,05%. Un límite superior preferido para el contenido de Mg es 1,0%. Un contenido demasiado alto de Mg puede provocar la formación de fases gruesas de Mg₂Si, lo que tiene un efecto adverso en la calidad de un revestimiento de anodización aplicado posteriormente. Un contenido demasiado bajo de Mg tiene un efecto adverso sobre las propiedades de tracción de la placa de aluminio.

35 El Si debe estar en un intervalo de 0,70% a 1,0%. En una realización, el contenido de Si es al menos 0,75 %, preferiblemente al menos 0,80 % y, lo más preferiblemente, al menos 0,84 %. En una realización, el límite superior del contenido de Si es del 0,95%.

- 40 En una realización, la relación de Mg/Si, en % de peso, es más de 0,9, y preferiblemente más de 1,0, y lo más preferiblemente más de 1,05. La reducción de la cantidad de Si libre en la aleación de aluminio favorece un mayor alargamiento de la placa de aluminio después del SHT a temperaturas relativamente altas como se hizo de acuerdo con la invención.

- 45 Otro elemento de aleación importante es el Mn y debe estar en un intervalo de 0,70% a 0,90% para aumentar la resistencia en la placa de aluminio y controlar la estructura del grano y conduce a la recristalización después del tratamiento térmico de la solución y el templado. Un límite inferior preferido es 0,75%. Un límite superior preferido es 0,85%.

- 50 Fe es un elemento de impureza que no debe superar el 0,20%. Para controlar el tamaño del grano y lograr una alta resistencia mecánica y una buena resistencia a la corrosión después de la anodización, el nivel de Fe es preferiblemente hasta 0,12%. Sin embargo, se prefiere que esté presente al menos 0,03%, y más preferiblemente al menos 0,04%. Un contenido de Fe demasiado bajo puede provocar un engrosamiento indeseable del grano recristalizado y hace que la aleación de aluminio sea demasiado cara. Un contenido de Fe demasiado alto da como resultado propiedades de tracción reducidas y tiene un efecto adverso, por ejemplo, en la tensión de ruptura después de la anodización debido a la formación de, entre otras, fases AlFeSi y también tiene un efecto adverso en la resistencia a los gases corrosivos.

- 60 Zn hasta aproximadamente 0,08%, Cu hasta aproximadamente 0,05% y Cr hasta aproximadamente 0,03% son impurezas tolerables y tienen un efecto adverso sobre la calidad de un revestimiento de anodización aplicado posteriormente, por ejemplo, resistencia reducida a gases corrosivos. En una realización el Zn es de hasta aproximadamente 0,05%, y preferiblemente de hasta aproximadamente 0,03%. En una realización el Cu es de hasta aproximadamente 0,03%, y preferiblemente de hasta aproximadamente 0,02%. En una realización, el Cr es de hasta aproximadamente 0,02%.

Se añade Ti hasta un 0,06% como refinador de grano de la microestructura de la colada. En una realización, está presente en un intervalo de aproximadamente 0,01% a 0,06%, y preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 0,01% a 0,04%.

- 5 El equilibrio está hecho de aluminio e impurezas inevitables. Las impurezas están presentes hasta un 0,03% cada una y hasta un 0,10% en total.

En una realización, la aleación de aluminio Al-Mg-Si tiene una composición que consiste en, en % en peso, Mg 0,80% a 1,05%, Si 0,70% a 1,0%, Mn 0,70% a 0,90%, Fe hasta 0,20%, Zn hasta 0,08%, Cu hasta 0,05%, Cr hasta 0,03%, Ti hasta 0,06%, impurezas inevitables cada una hasta 0,03%, total hasta 0,10%, aluminio restante, y con intervalos más estrechos preferidos como aquí se describen y reivindican.

La aleación de aluminio Al-Mg-Si-Mn se proporciona como un lingote o un bloque para la fabricación de producto laminado en caliente por técnicas de fundición habituales en la técnica para productos fundidos, p. ej., fundición por enfriamiento directo (DC), fundición por Fundición Electro Magnética (EMC), fundición por Agitación Electro Magnética (EMS) y preferiblemente que tenga un espesor de lingote en un intervalo de aproximadamente 220 mm o más, p. ej. 400 mm, 500 mm or 600 mm. Tras la colada de la materia prima de laminación, el lingote colado se somete a un proceso de descascarillado para eliminar las zonas de segregación próximas a la superficie de colada del lingote. Como es bien sabido en la técnica, se utilizan refinadores de grano como los que contienen titanio y boro, o titanio y carbono, para obtener una estructura de grano fino colado.

El propósito de un tratamiento térmico de homogeneización tiene al menos los siguientes objetivos: (i) disolver en la mayor medida posible las fases solubles gruesas formadas durante la solidificación, y (ii) reducir los gradientes de concentración para facilitar la etapa de disolución. Un tratamiento de precalentamiento logra también algunos de estos objetivos. El proceso de homogeneización se realiza en un intervalo de temperatura de 550°C a 595°C. En una realización, la temperatura de homogeneización es de al menos 555 °C, y más preferiblemente de al menos 565 °C. El tiempo de remojo a la temperatura de homogeneización está en el intervalo de aproximadamente 1 a 20 horas, y preferiblemente no excede aproximadamente 15 horas, y está más preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 5 a 15 horas. Los intervalos de calentamiento que se pueden aplicar son aquellos habituales en la técnica.

El laminado en caliente se realiza hasta un espesor de placa de laminado en caliente de 10 mm o más. En una realización, el límite superior es de aproximadamente 230 mm, preferiblemente de aproximadamente 200 mm y más preferiblemente de aproximadamente 180 mm.

Un siguiente paso importante del proceso es el tratamiento térmico en solución ("SHT") del material de placa laminada en caliente. El producto de placa debe calentarse para llevar la mayor cantidad posible de todos o prácticamente todos los elementos de aleación solubles a la solución. La SHT se lleva a cabo preferiblemente a una temperatura en el intervalo de temperatura de aproximadamente 540°C a 590°C. Una temperatura SHT más alta proporciona propiedades mecánicas más favorables, por ejemplo, un R_m mayor. En una realización, el límite inferior para la temperatura SHT es 545°C, preferiblemente es 550°C. En una realización, el límite superior para la temperatura del SHT es de aproximadamente 580°C, y más preferiblemente de aproximadamente 575°C. Una temperatura SHT baja reduce la resistencia de la placa de aluminio y algunas fases grandes de Mg_2Si pueden permanecer sin disolver y pueden crear los llamados "puntos calientes" y reducir la resistencia a la corrosión después de la anodización y reducir el voltaje de ruptura. Se cree que los tiempos de remojo más cortos son muy útiles, por ejemplo en el intervalo de aproximadamente 10 a 180 minutos, preferiblemente en un intervalo de 10 a 40 minutos, y más preferiblemente en un intervalo de 10 a 35 minutos, por ejemplo para espesores de placa de hasta 50 mm. Un tiempo de remojo demasiado prolongado a una temperatura SHT relativamente alta da como resultado el crecimiento de varias fases que afectan negativamente la ductilidad de la placa de aluminio. El SHT generalmente se lleva a cabo en un horno discontinuo o continuo. Después del SHT, es importante que el material de la placa se enfríe con una velocidad de enfriamiento alta a una temperatura de 100°C o inferior, preferiblemente por debajo de 40°C para evitar o minimizar la precipitación incontrolada de fases secundarias. Por otro lado, las velocidades de enfriamiento no deberían ser demasiado altas para permitir una planitud suficiente y un bajo nivel de tensiones residuales en el producto. Se pueden conseguir velocidades de enfriamiento adecuadas con el uso de agua, por ejemplo, inmersión en agua o chorros de agua.

El SHT y la chapa templada se trabaja luego en frío, estirando preferiblemente el intervalo de aproximadamente 1% a 5% de su longitud original para aliviar tensiones residuales en la misma y mejorar la planitud del producto. Preferiblemente, el estiramiento está en el intervalo de aproximadamente el 1,5% a 4%, más preferiblemente de aproximadamente 2% a 3,5%.

Después de enfriar, el material la chapa extendida se envejece artificialmente, más preferiblemente para proporcionar una condición T6, más preferiblemente una condición T651. Según la invención, el envejecimiento artificial se realiza a una temperatura comprendida entre 150°C y 190°C, y durante un tiempo de 5 a 60 horas.

En una realización, la chapa extendida se envejece hasta una condición T7 sobrevenejecida, preferiblemente hasta una condición T74 o T76, y más preferiblemente hasta una condición T7651.

- 5 En un aspecto adicional de la invención se refiere a un método de fabricación de un elemento de cámara de vacío, comprendiendo el método los pasos de fabricar la placa de aleación Al-Mg-Si que tiene un espesor de al menos 10 mm como aquí se establece y reivindica, y comprendiendo además los pasos posteriores de:
- 10 (h) mecanizar dicha placa envejecida, por ejemplo en estado T6, T651, T7, T74, T76 o T7651, en un elemento de cámara de vacío de forma y dimensiones predeterminadas;

(i) tratar la superficie del elemento de cámara de vacío, preferiblemente mediante anodización; preferiblemente para proporcionar un espesor de capa de ánodo o de capa de revestimiento de ánodo de al menos 20 µm, y preferiblemente un espesor de al menos 30 µm;

- 15 (j) opcionalmente el producto así anodizado se hidrata o sella en agua desionizada a una temperatura de al menos 80°C y preferiblemente de al menos 98°C, preferiblemente durante una duración de al menos aproximadamente 1 hora. En una realización, la hidratación se realiza en dos pasos, un primer paso con una duración de al menos 10 minutos a una temperatura de 30°C a 70°C, y un segundo paso con una duración de al menos 20 aproximadamente 1 hora a una temperatura de al menos 98°C.

En una realización, la anodización se realiza utilizando una solución electrolítica que comprende al menos ácido sulfúrico a una temperatura de aproximadamente 15°C a 30°C y una densidad de corriente de aproximadamente 1,0 A/dm² a aproximadamente 2 A/dm². La concentración de ácido en el baño de anodización suele estar en un intervalo de aproximadamente 5 a 20% del volumen. El proceso tarda entre 0,5 y 60 minutos aproximadamente, dependiendo del espesor de la capa de óxido deseado. El anodizado de sulfúrico generalmente produce una capa de óxido con un espesor de entre aproximadamente 8 micrones a aproximadamente 40 micrones.

- 30 En una realización, la anodización se realiza en una solución electrolítica que comprende al menos ácido sulfúrico a una temperatura de aproximadamente 0°C a 10°C y una densidad de corriente de aproximadamente 3 A/dm² a aproximadamente 4,5 A/dm². El proceso generalmente tarda aproximadamente entre unos 20 minutos y unos 120 minutos. Este anodizado de capa dura generalmente produce una capa de óxido con un espesor de aproximadamente 30 micrones a aproximadamente 80 micrones, o incluso más grueso.

- 35 En algunas realizaciones, el material descrito en este documento puede tener una densidad de fases y partículas que tienen un tamaño mayor que 10µm² de menos de 400 por mm². Por ejemplo, el material puede tener una densidad de fases y partículas que tengan un tamaño mayor a 10 µm² que va de 100 a 400 por mm² o de 250 a 350 por mm². Las fases y partículas pueden incluir fases y partículas de tipo AlFeSi y fases y partículas de tipo Mg₂Si.

- 40 Los siguientes ejemplos servirán para ilustrar adicionalmente la presente invención sin que, no obstante, constituyan ninguna limitación de la misma. Por el contrario, debe entenderse claramente que puede recurrirse a sus diversas realizaciones, modificaciones y equivalentes que, tras una lectura de la descripción del presente documento, puedan sugerirse por sí mismas a los expertos en la materia sin apartarse del espíritu de la invención.

EJEMPLO

- 50 Se realizaron experimentos de análisis de fases en muestras de aleación de aluminio para anodizado como se describe en este documento. Se investigaron tres muestras de distintos espesores, incluida una muestra con un espesor de 130 mm (denominada en este documento "Muestra 1"), una muestra con un espesor de 40 mm (denominada en este documento "Muestra 2") y una muestra con un espesor de 14 mm (denominada en este documento "Muestra 3"). Cada una de las muestras se analizó en tres posiciones, incluida la posición cercana a la superficie ("superficie"), la posición de un cuarto de espesor ("s/4") y la posición de medio espesor ("s/2"). Se capturaron siete imágenes por posición a 1280 x 1024 píxeles² (0,382 µm/píxel). Como se analizaron 0,191 mm²/imagen para siete imágenes, se investigaron aproximadamente 1,34 mm² para cada posición, lo que suma un total de 12,05 mm². Por lo tanto, las muestras se estudiaron exhaustivamente.

- 60 Las imágenes fueron tomadas utilizando un microscopio óptico con un aumento de 200x. Las muestras se prepararon de la misma manera. No se realizó ningún grabado. Se realizó un esmerilado y pulido de cada muestra, prestando especial atención a evitar cualquier impacto en los datos debido al método de preparación, como por ejemplo, poros o rayones que potencialmente podrían malinterpretarse debido al uso de herramientas de análisis de escala de grises.

Las fases y partículas analizadas fueron principalmente fases y partículas de tipo AlFeSi junto con fases y partículas de Mg₂Si. La detección se realizó mediante el software ImageJ y el análisis se realizó en escala de grises. En la Figura 1 se muestra una imagen de muestra. Se utilizó un filtro para contar únicamente partículas con un área superior a 10 µm². Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 1. La densidad para

- 5 cada posición se muestra en la columna denominada "Densidad (fases/mm²)", la densidad promedio para cada muestra (calculada tomando el promedio de las tres posiciones para cada muestra) se muestra en la columna denominada "Densidad promedio (fases/mm²)", y la densidad promedio total calculada tomando el promedio de las nueve mediciones (tres muestras y tres posiciones por muestra) se muestra en la columna denominada "Densidad promedio total para todas las muestras (fases/mm²)". Como se muestra en la Tabla 1, las densidades
- 10 oscilaron entre 250 y 320 fases/mm².

Tabla 1

Muestra	Posición	Espesor (mm)	Densidad (fases/mm ²)	Densidad media (fases/mm ²)	Densidad media total de todas las muestras (fases/mm ²)
Muestra 1	superficie	130	277,85	276,35	275,86
Muestra 1	s/4	130	283,82		
Muestra 1	s/2	130	267,39		
Muestra 2	superficie	40	253,20	257,68	
Muestra 2	s/4	40	269,63		
Muestra 2	s/2	40	250,21		
Muestra 3	superficie	14	270,38	293,53	
Muestra 3	s/4	14	318,93		
Muestra 3	s/2	14	291,29		

15 Todas las patentes y publicaciones citadas en la presente memoria descriptiva se incorporan a la presente mediante referencia en su totalidad. Se han descrito diversas realizaciones de la invención en cumplimiento de los diversos objetivos de la invención. Debe reconocerse que estas realizaciones son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Numerosas modificaciones y adaptaciones de la misma serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de fabricación de una placa de aleación de aluminio para elementos de cámara de vacío, válvulas o conjuntos totales, comprendiendo el método las etapas de:

(a) proporcionar una materia prima de laminación de una aleación de aluminio Al-Mg-Si que tiene una composición que comprende, en % en peso,

Mg	0,80% a 1,05%,
Si	0,70% a 1,0%,
Mn	0,70% a 0,90%,
Fe	hasta el 0,20%,
Zn	hasta el 0,08%,
Cu	hasta el 0,05%,
Cr	hasta el 0,03%,
Ti	hasta el 0,06%,

10 10) impurezas inevitables cada una <0,03%, total <0,10%, aluminio restante;

(b) homogeneizar la materia prima de laminación a una temperatura en un intervalo de 550°C a 595°C;

15 (c) laminar en caliente la materia prima de laminación homogeneizada en una o más etapas de laminación hasta obtener una placa laminada en caliente que tenga un espesor de al menos 10 mm;

(d) tratar térmicamente en solución SHT de la placa laminada en caliente a una temperatura en un intervalo de 540°C a 590°C;

20 (e) enfriar rápidamente de la placa de SHT, en el que el enfriamiento rápido se realiza mediante templado por pulverización o enfriamiento por inmersión en agua u otros medios de templado;

(f) estirar la placa SHT enfriada para obtener un alargamiento permanente del 1% al 5%; y

25 (g) envejecer artificialmente la placa estirada, donde el envejecimiento artificial se realiza a una temperatura en el intervalo de 150°C a 190°C, y preferiblemente durante un período de 5 a 60 horas.

30 2. El método según la reivindicación 1, en el que el laminado en caliente de la materia prima laminada homogeneizada se realiza para obtener una placa con un espesor comprendido entre 10 mm y 230 mm.

35 3. El método según la reivindicación 1 o 2, en el que el contenido de Mg está en un intervalo de 0,85% a 1,05%.

40 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el contenido de Si está en un intervalo de 0,70% a 0,95%.

45 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la relación en % en peso Mg/Si es superior a 0,9.

60 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el contenido de Mn está en un intervalo del 0,75% a 0,85%.

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el contenido de Fe es de hasta 0,12%.

45 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el contenido de Ti está en un intervalo de 0,01% a 0,06%.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la homogeneización de la materia prima de laminación se realiza a una temperatura en un intervalo de 555°C a 595°C.

50 10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el tratamiento térmico en solución de la placa laminada en caliente se realiza a una temperatura en un intervalo de 545°C a 580°C.

11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el envejecimiento artificial se realiza para lograr un temple T6.

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 11, que comprende además:
- 5 (h) mecanizar dicha placa envejecida para formar un elemento de cámara de vacío;
- (i) tratar la superficie del elemento de la cámara de vacío, de la válvula o del conjunto total.
13. El método de la reivindicación 12, en el que el tratamiento de la superficie se realiza mediante anodización.
- 10 14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la placa de aleación de aluminio tiene una densidad de fases y partículas con un tamaño superior a $10\mu\text{m}^2$ de menos de 400 por mm^2 .

ES 2 998 549 T3

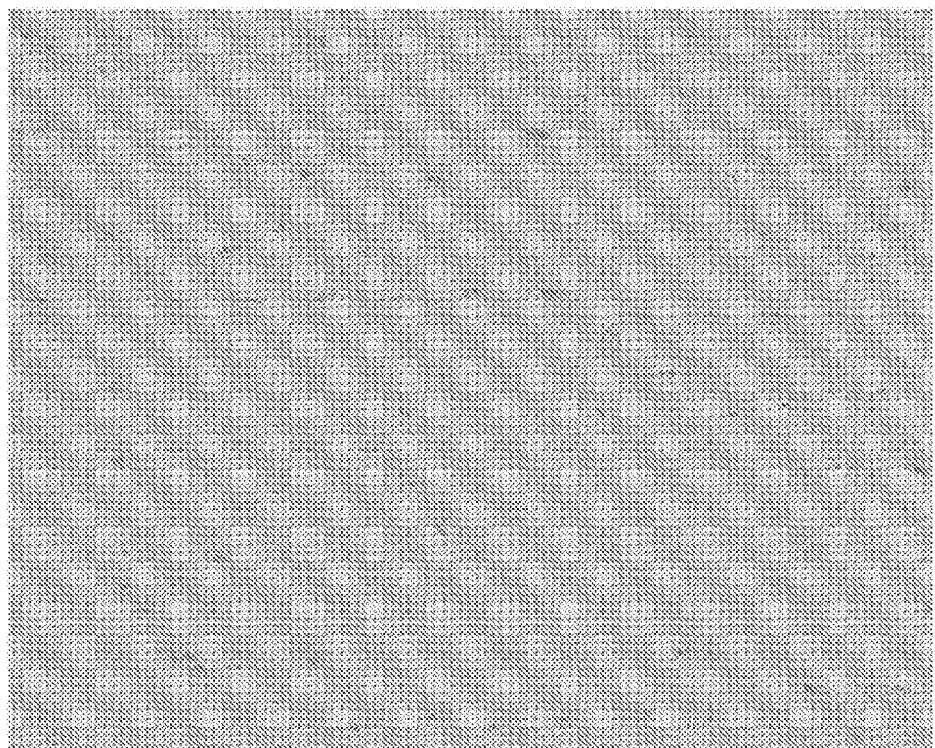


FIGURA 1