



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 773**

51 Int. Cl.:
C23C 14/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06790256 .9**

96 Fecha de presentación : **05.10.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1937866**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Blanco tubular.**

30 Prioridad: **14.10.2005 AT A 699/2005**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2011

73 Titular/es: **PLANSEE SE**
6600 Reutte, AT

72 Inventor/es: **Abenthung, Peter;**
Huber, Karl;
Lackner, Harald;
Leichtfried, Gerhard;
Polcik, Peter y
Weratschnig, Christian

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 356 773 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 La invención se refiere a un procedimiento para fabricar un blanco tubular que comprende un tubo de molibdeno o una aleación de molibdeno con un contenido de oxígeno inferior a 50 µg/g, una densidad superior al 99% de la densidad teórica y un tamaño de grano medio transversal a la dirección axial inferior a 100 µm, así como un tubo de apoyo hecho de un material no magnético.

10 Por «blanco» se entiende el material cuyos átomos van a desprenderse por bombardeo iónico de una instalación de pulverización catódica. Los blancos tubulares giratorios son conocidos y se describen, por ejemplo, en los documentos US4.422.916 y US4.356.073. En este caso, durante el desprendimiento de átomos por bombardeo iónico, el blanco tubular gira en torno a un magnetron que se encuentra en el interior del tubo.
 15 Los blancos tubulares se utilizan principalmente para la producción de revestimientos de gran superficie. Mediante la rotación del blanco tubular se consigue un desgaste homogéneo del material cuyos átomos se desprenden por bombardeo iónico. Por tanto, los blancos tubulares presentan un elevado porcentaje de utilización del material del blanco y una larga vida útil del blanco, lo cual es importante especialmente en el caso de costosos materiales de capa, como es el caso del molibdeno. Así, el porcentaje de utilización para blancos planos se sitúa en aproximadamente el 15 al 40% y, para blancos tubulares, en el 75 al 90%.

20 El enfriamiento del blanco llevado a cabo en el espacio interior del blanco tubular es fundamentalmente más eficaz que en los blancos planos gracias a la transferencia térmica más favorable en el tubo, lo que posibilita una mayor tasa de revestimiento. Para garantizar que en caso de una elevada utilización del blanco tampoco sale agua de refrigeración y, además, para aumentar la capacidad de carga mecánica y facilitar la fijación a la instalación de desprendimiento de átomos por bombardeo iónico, el blanco tubular se une normalmente a un tubo de apoyo. En este sentido, el tubo de apoyo debe estar hecho de un material no magnético para que no interactúe con el campo magnético que determina el área de desgaste.

25 Tal como se ha indicado, el uso de blancos tubulares es ventajoso cuando se revisten sustratos de gran superficie. En el caso del molibdeno como material del blanco, se utiliza, por ejemplo, en la fabricación de pantallas LCD-TFT y en el revestimiento de vidrio.

30 Para la fabricación de blancos tubulares se han descrito múltiples procedimientos. Muchos de estos procedimientos pasan por una fase líquida tal como, por ejemplo, la colada continua o la fundición centrífuga. Esta última se describe en el documento DE19953470. Debido al elevado punto de fusión del molibdeno y la problemática resultante de ello de un material que permita un modelado adecuado, estas vías de fabricación no pueden implementarse en el caso del molibdeno y sus aleaciones.

35 Los blancos tubulares también pueden fabricarse enrollando una cinta gruesa alrededor de un núcleo y soldando las áreas de contacto. Sin embargo, la junta de soldadura presenta una estructura y poros claramente más gruesos, lo que conduce a una erosión no uniforme y, como consecuencia, a diferentes grosores de capa. Además, en el caso del molibdeno, el área de soldadura es extremadamente frágil y, por tanto, propensa a grietas.

40 Otro blanco tubular se conoce del documento US4.356.073. En este caso, la fabricación se lleva a cabo al precipitarse el material desprendido por pulverización iónica mediante proyección de plasma en un tubo de soporte. Sin embargo, tampoco mediante el uso de la técnica de proyección por plasma en vacío pueden fabricarse blancos tubulares totalmente densos con un contenido de gas suficientemente reducido. Tampoco una precipitación electroquímica, tal como se utiliza para el cromo y el estaño, es adecuada para el molibdeno y sus aleaciones.

45 En el documento EP0500031 se describe la fabricación de un blanco tubular mediante prensado isostático en caliente. En este caso, se coloca un tubo de apoyo en un recipiente de modo que entre el tubo de apoyo y la matriz se forme un espacio intermedio en el que se rellena polvo del material del blanco. Tras cerrar el recipiente, se somete a un proceso de compresión isostática en caliente. En este caso, la cantidad de polvo que ha de utilizarse en relación con el peso del blanco tubular fabricado es elevada, lo que constituye una desventaja.

50 Los documentos US6.878.250 y US6.946.039 describen la utilización de ECAP (equal channel angular pressing, extrusión en canal angular de sección constante) para la fabricación de blancos para el desprendimiento de átomos por bombardeo iónico. En el caso de las aleaciones de molibdeno con valores k_f relativamente elevados, esto conduce a un elevado desgaste de la herramienta.

El documento EP-A-0735152 da a conocer la fabricación de una pieza en verde por compresión isostática en frío y subsiguiente sinterizado y remodelado de la pieza en verde mediante forjado o laminado.

55 Por tanto, el objetivo de la invención es facilitar un procedimiento para la fabricación de un blanco tubular, que, por una parte, sea económico y, por otra parte, proporcione un producto que se erosione de forma homogénea durante el proceso de desprendimiento de átomos por bombardeo iónico, no tienda a una elevada tasa local de desprendimiento de átomos por bombardeo iónico y no conduzca a ninguna contaminación del sustrato o de la capa precipitada.

El objetivo se alcanza mediante las reivindicaciones independientes.

5 Para conseguir un tamaño de grano suficientemente fino, capacidad de sinterización y, con ello, densidad, se emplea un polvo de metal con un tamaño de partícula según Fischer de 0,5 a 10 μm . En este caso, para la fabricación de blancos tubulares de molibdeno puro se utiliza preferiblemente polvo de molibdeno con una pureza metálica superior al 99,9% en peso. Si se fabrica un blanco tubular de una aleación de molibdeno, se emplean mezclas de polvos o polvo previamente aleado, situándose, no obstante, el tamaño de partícula también en el intervalo de entre 0,5 y 10 μm . El polvo se introduce en una matriz flexible en la que ya está colocado un núcleo. El núcleo determina el diámetro interior de la pieza en bruto para tubo que va a fabricarse, teniendo en cuenta la compresión durante el proceso de prensado y la contracción por la sinterización. Como material para el núcleo son adecuados aceros convencionales para herramientas. Tras llenar la matriz flexible con el polvo de metal y cerrarla de forma estanca al líquido, esta se coloca en un recipiente a presión de una prensa isostática en frío. La compresión se lleva a cabo a presiones de 100 a 500 MPa. Después, se extrae la pieza en verde de la matriz flexible y se separa el núcleo. A continuación, se sinteriza la pieza en verde a una temperatura de entre 1600°C y 2500°C en atmósfera reductora o vacío. A menos de 1600°C, no se consigue una compresión suficiente. A más de 2500°C, se produce un aumento indeseado del tamaño del grano. La temperatura de sinterización que ha de seleccionarse depende del tamaño de partícula del polvo. Las piezas en verde fabricadas a partir de un polvo con un tamaño de partícula de 0,5 μm según Fischer pueden sinterizarse ya a una temperatura de sinterización de 1600°C, alcanzando una densidad superior al 95% de la densidad teórica, mientras que para piezas en verde que se fabrican con un polvo con un tamaño de partícula de 10 μm según Fischer es necesaria una temperatura de sinterizado de aproximadamente 2500°C. Si la precisión de forma del proceso de prensado no es suficiente, lo que sucede normalmente, la pieza sinterizada se procesa mecánicamente. El diámetro exterior de la pieza sinterizada viene dado en este caso por el diámetro interior del contenedor de la prensa de extrusión. Para permitir una correcta colocación de la pieza bruta a extrudir en el contenedor de la prensa de extrusión, el diámetro exterior de la pieza sinterizada es algo menor que el diámetro interior del contenedor. Nuevamente, el diámetro interior se determina mediante el diámetro del mandril. Para reducir la pérdida por compresión en el molibdeno durante el prensado por extrusión, resulta ventajoso fijar mecánicamente una pieza final de acero en un extremo de la pieza en bruto para el tubo de molibdeno. Esta fijación mecánica puede realizarse en este caso, por ejemplo, mediante una unión roscada o unión mediante tornillos. El diámetro exterior y el diámetro interior de la pieza de extremo de acero de la pieza en bruto para tubo se corresponden con el diámetro exterior o el diámetro interior de la pieza en bruto para tubo de molibdeno.

3.5 Para el prensado por extrusión se calienta la pieza en bruto para tubo a una temperatura T , donde $\text{DBTT} < T < (T_s - 800^\circ\text{C})$. Por 'DBTT' (Ductile-Brittle Transition Temperature) ha de entenderse en este caso la temperatura de transición dúctil – frágil. En caso de temperaturas más bajas, se produce una intensa formación de grietas. El límite de temperatura superior se obtiene de la temperatura (T_s) de fusión de la aleación de molibdeno menos 800°C. Esto garantiza que durante el proceso de prensado por extrusión no se produce un incremento indeseado del tamaño del grano. El calentamiento puede realizarse en este caso en un horno convencional calentado eléctricamente o por gas (por ejemplo, hornos de solera giratoria), debiendo tenerse en cuenta que debe elegirse la conducción del gas de modo que el valor λ sea neutro o negativo. Para implementar temperaturas de prensado por extrusión más elevadas, puede realizarse un calentamiento inductivo posterior. Tras el proceso de calentamiento, la pieza en bruto para tubo se lamina en una mezcla de polvo de vidrio. Después, se coloca la pieza en bruto para tubo en el contenedor de la prensa de extrusión y se prensa mediante un mandril a través de una matriz al diámetro exterior o interior correspondiente.

4.5 Resulta ventajoso que el tubo prensado por extrusión se someta a un recocido de recuperación o recristalizador a atmósfera reductora o vacío a una temperatura T , donde $700^\circ\text{C} < T < 1600^\circ\text{C}$. Si no se alcanza el límite de temperatura inferior, la reducción de tensión es insuficiente. En caso de una temperatura superior a 1600°C, se produce un aumento del tamaño del grano. El tubo prensado por extrusión se procesa mecánicamente en el lado exterior del tubo, las superficies frontales y, preferiblemente, en el lado interior del tubo.

5.0 El tubo de molibdeno elaborado de esta manera se une a un tubo de apoyo de un material no magnético. El diámetro exterior del tubo de apoyo se corresponde aproximadamente con el diámetro interior del tubo de molibdeno. Además, el tubo de apoyo se extiende más allá de los extremos correspondientes del tubo de molibdeno. Aleaciones de cobre, aceros austeníticos, titanio o aleaciones de titanio han demostrado ser materiales especialmente adecuados para el tubo de apoyo.

5.5 Como procedimientos técnicos de unión son adecuados tanto los que conducen a una unión de material, como los que conllevan una unión en arrastre de forma. Sin embargo, una condición necesaria es que la superficie de contacto entre el tubo de molibdeno y el tubo de apoyo sea de al menos el 30% de la superficie teóricamente posible. Si la superficie es menor, se obstaculiza la disipación de calor de forma demasiado intensa. También debe considerarse el bajo coeficiente de dilatación térmica del molibdeno. Por tanto, la temperatura de unión debe elegirse lo más baja posible. Si, por ejemplo, la unión entre el tubo de molibdeno y el tubo de apoyo se realiza mediante un proceso de forja en el que el tubo de apoyo se coloca en el interior del tubo de molibdeno y se forja mediante un mandril, pueden elegirse temperaturas de remodelado lo más bajas posibles, del orden de aproximadamente 500°C a 800°C. Además, resulta ventajoso que el material del tubo de

apoyo presente un reducido límite elástico de estricción para que las tensiones que surjan puedan reducirse mediante el flujo plástico.

5 En otro procedimiento según la invención, la pieza en bruto de molibdeno para tubo se prensa mediante extrusión conjunta con una pieza en bruto del tubo de apoyo. En este caso, la fabricación del tubo de molibdeno tiene lugar nuevamente partiendo de un polvo de metal con un tamaño de partícula medio según Fischer de 0,5-10 μm . La pieza en bruto para tubo se fabrica nuevamente mediante prensado isostático en frío del polvo metálico en una matriz flexible utilizando un núcleo y mediante sinterizado en el intervalo de 1600°C a 2500°C.

10 Tras el sinterizado, la pieza en bruto para tubo se procesa de forma mecánica. En el interior de la pieza en bruto para tubo se coloca una pieza bruta de tubo de apoyo hecha de un acero austenítico. A una o a las dos piezas de los extremos de la pieza en bruto para tubo se une, mediante una unión mecánica (por ejemplo, unión roscada o unión mediante tornillos), una pieza de extremo de tubo hecha de acero. En este caso, la pieza de extremo de tubo tiene aproximadamente el mismo diámetro interior y exterior que la pieza en bruto para tubo. El grosor de la pieza de extremo de tubo oscila preferiblemente en el intervalo de 10 a 100 mm. A su vez, a la pieza de extremo de tubo se fija la pieza en bruto del tubo de apoyo. Esta fijación se realiza preferiblemente mediante una unión por soldadura.

20 El diámetro exterior de la pieza en bruto del tubo de apoyo puede corresponderse aproximadamente con el diámetro interior de la pieza en bruto del tubo de molibdeno, o también elegirse de modo que entre la pieza en bruto del tubo de molibdeno y la pieza en bruto del tubo de apoyo se forme un intersticio definido. En este intersticio definido se rellena un polvo de acero, preferiblemente de acero austenítico. El cuerpo tubular compuesto fabricado de esta manera se calienta a una temperatura de remodelado de 900°C a 1350°C. De este modo pueden fabricarse únicamente blancos tubulares de aleaciones de molibdeno que pueden modelarse de forma correspondiente a esta temperatura. Debido al acero, no puede elegirse una temperatura superior para el prensado por extrusión.

25 La pieza en bruto de tubo compuesto fabricada de esta manera se prensa por extrusión (prensado por extrusión conjunta) mediante un mandril, con lo que se produce un tubo compuesto. De forma opcional, puede realizarse a continuación un recocido, situándose la temperatura de recocido preferiblemente entre 800°C y 1300°C.

30 Mediante la aplicación de un intersticio y el subsiguiente vertido de polvo de acero en este, se mejora la unión entre el tubo de apoyo y el tubo de molibdeno durante el prensado por extrusión conjunta. Se ha mostrado ventajosa una anchura del intersticio entre 3 mm y 20 mm.

35 Gracias al uso de polvo de vidrio como agente lubricante se consigue, tanto durante el prensado por extrusión como durante el prensado por extrusión conjunta, una excelente superficie del blanco tubular, con lo que puede reducirse al mínimo el procesado mecánico. Asimismo, con esto se garantiza que el blanco tubular no presenta poros ni fisuras intergranulares. Se ha mostrado ventajoso un grado de remodelado durante el proceso de prensado por extrusión en el intervalo del 40 al 80%. El grado de remodelado se determina en este caso de la siguiente manera: ((sección transversal de partida antes del prensado por extrusión menos sección transversal tras el prensado por extrusión) / sección transversal de partida) x 100.

40 Tras el proceso de prensado por extrusión / prensado por extrusión conjunta, puede resultar ventajoso enderezar el tubo prensado por extrusión. Esto puede realizarse mediante un mandril en un proceso de forja.

Además, mediante un proceso de forja posterior también puede variarse el grosor de pared a lo largo del tubo de molibdeno o el tubo compuesto. Ventajosamente, el grosor de pared en la zona de los extremos del tubo puede realizarse más grueso. La zona de los extremos del tubo es también la zona de mayor erosión durante el uso.

45 Mediante un procesamiento mecánico correspondiente, se ajustan las calidades superficiales y las tolerancias de medida. Mediante el procedimiento según la invención, se garantiza que el contenido de oxígeno en la aleación de molibdeno es < 50 $\mu\text{g/g}$, preferiblemente inferior a 20 $\mu\text{g/g}$, la densidad es superior al 99% de la densidad teórica, preferiblemente superior al 99,8% de la densidad teórica, y el tamaño de grano medio transversal a la dirección axial es inferior a 100 μm , preferiblemente inferior a 50 μm . Por tanto, el tamaño de grano medio se determina de forma transversal a la dirección axial dado que, en caso de una junta remodelada
50 no recristalizada, los granos se extienden en la dirección axial y, con ello, resulta difícil una determinación exacta del tamaño de grano en la dirección axial. Con los dos procedimientos descritos es posible fabricar blancos tubulares de molibdeno con una pureza metálica superior al 99,99% en peso. Por 'pureza metálica' ha de entenderse en este caso la pureza del blanco tubular de molibdeno sin gases (O, H, N) y sin carbono.
55 Tampoco se tiene en cuenta en este valor el wolframio, no crítico para la aplicación.

Para el uso de estos blancos tubulares según la invención en el ámbito de la fabricación de pantallas TFT-LCD también son especialmente adecuadas aleaciones de molibdeno que contienen de 0,5 a 30% en peso de V, Nb, Ta, Cr y/o W.

A continuación, se explica detalladamente la invención mediante un ejemplo.

Ejemplo:

5 En un proceso de reducción de dos etapas a 600 o 1000°C, se redujo polvo de MoO₃ a polvo metálico de molibdeno con un tamaño de grano de 3,9 µm. En una manguera de goma con un diámetro de 420 mm y cerrada por un lado, se colocó en el centro un mandril de acero con un diámetro de 141 mm. En el espacio intermedio entre el núcleo de acero y la pared de goma, se vertió el polvo metálico de molibdeno.

10 A continuación, se cerró el extremo abierto de la manguera de goma mediante una tapa de goma. La manguera de goma cerrada se colocó en una prensa isostática en frío y se comprimió a una presión de 210 MPa. La pieza en verde presentó una densidad de 64% de la densidad teórica. El diámetro exterior era de aproximadamente 300 mm. La pieza en verde así producida se sinterizó en un horno interno indirecto a una temperatura de 1900°C. La densidad de sinterizado alcanzada fue de 94,4% de la densidad teórica.

15 Tras el proceso de sinterizado, se procesó la pieza en bruto para tubo por todos sus lados, de modo que el diámetro exterior era de 243 mm, el diámetro interior era de 123 mm y la longitud era de 1060 mm. El prensado por extrusión se realizó en una prensa de extrusión indirecta 2500 t. La pieza en bruto para tubo se calentó a una temperatura de 1100°C en un horno de solera giratoria calentado a gas. El valor lambda se ajustó en este caso de modo que la atmósfera era ligeramente reductora, con lo que se impidió una oxidación del molibdeno. Tras el calentamiento en el horno de solera giratoria, se calentó la pieza en bruto prensada por extrusión de forma inductiva a una temperatura de 1250°C y se laminó en un apilamiento de polvo de vidrio de modo que en el lado exterior se adhirió polvo de vidrio por todas partes.

20 A continuación, se prensó mediante un mandril, con lo que se originó un tubo prensado por extrusión con una longitud de 2700 mm, un diámetro exterior de 170 mm y un diámetro interior de 129 mm.

25 En el tubo prensado por extrusión se colocó un tubo de apoyo de un acero austenítico con un grosor de pared de 6 mm. Esta construcción se enderezó mediante un mandril en una máquina de forjado de tres mordazas a una temperatura de 500°C y apenas se deformó, con lo que también se formó un compuesto entre el tubo de molibdeno y el tubo de apoyo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un blanco tubular que comprende un tubo de molibdeno o una aleación de molibdeno con un contenido de oxígeno inferior a 50 µg/g, una densidad superior al 99% de la densidad teórica y un tamaño de grano medio transversal a la dirección axial inferior a 100 µm, así como un tubo de apoyo de un material no magnético, caracterizado porque comprende al menos los siguientes pasos de fabricación:
- fabricación de un polvo metálico de molibdeno o una aleación de molibdeno con un tamaño de partícula medio según Fischer de 0,5 a 10 µm;
- 1 0
- fabricación de una pieza en verde en forma de una pieza en bruto para tubo mediante prensado isostático en frío del polvo metálico en una matriz flexible utilizando un núcleo a una presión p , donde $100 \text{ MPa} < p < 500 \text{ MPa}$;
 - fabricación de una pieza en bruto para tubo mediante sinterizado de la pieza en verde a una temperatura T , donde $1600^\circ\text{C} < T < 2500^\circ\text{C}$, en atmósfera reductora o vacío;
- 1 5
- fabricación de un tubo mediante calentamiento de la pieza en bruto para tubo a una temperatura T de remodelado; donde $\text{DBTT} < T < (T_s - 800^\circ\text{C})$, y prensado por extrusión mediante un mandril
 - unión del tubo con el tubo de apoyo
 - procesamiento mecánico.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la pieza en bruto para tubo sinterizada se procesa de forma mecánica.
- 2 0 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque al menos en un extremo de la pieza en bruto para tubo se fija una pieza de extremo de tubo hecha de acero que presenta aproximadamente el mismo diámetro exterior e interior que la pieza en bruto para tubo.
- 2 5 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tubo prensado por extrusión en atmósfera reductora o vacío se recuece a una temperatura T de recocido, donde $800^\circ\text{C} < T < 1600^\circ\text{C}$.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el tubo de apoyo está hecho de una aleación de cobre, preferiblemente Cu-Cr-Zr, acero austenítico, titanio o una aleación de titanio.
- 3 0 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el tubo de apoyo se une con el tubo de molibdeno o una aleación de molibdeno mediante un proceso de unión que conduce a una deformación plástica del tubo de apoyo.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el tubo de apoyo se une mediante un proceso de remodelado con el tubo de molibdeno o una aleación de molibdeno.
- 3 5 8. Procedimiento para la fabricación de un blanco tubular que comprende un tubo de molibdeno o una aleación de molibdeno con un contenido de oxígeno inferior a 50 µg/g, una densidad superior al 99% de la densidad teórica y un tamaño de grano medio transversal a la dirección axial inferior a 100 µm, así como un tubo de apoyo de un material no magnético, caracterizado porque comprende al menos los siguientes pasos de fabricación:
- fabricación de un polvo metálico de molibdeno o una aleación de molibdeno con un tamaño de partícula medio según Fischer de 0,5 a 10 µm;
- 4 0
- fabricación de una pieza en verde en forma de una pieza en bruto para tubo mediante prensado isostático en frío del polvo metálico en una matriz flexible utilizando un núcleo a una presión p , donde $100 \text{ MPa} < p < 500 \text{ MPa}$;
 - fabricación de una pieza en bruto para tubo mediante sinterizado de la pieza en verde a una temperatura T , donde $1600^\circ\text{C} < T < 2500^\circ\text{C}$, en atmósfera reductora o vacío;
- 4 5
- procesamiento de la pieza en bruto para tubo y unión de al menos una pieza de extremo de tubo hecha de acero, con lo que se fija una pieza en bruto de tubo de apoyo de acero austenítico que se encuentra en el interior de la pieza en bruto para tubo;
 - fabricación de un tubo compuesto mediante calentamiento a una temperatura T de remodelado, donde $900^\circ\text{C} < T < 1350^\circ\text{C}$, y prensado por extrusión conjunta mediante un mandril;
- 5 0
- procesamiento mecánico.

ES 2 356 773 T3

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el tubo compuesto se recuece en una atmósfera reductora o vacío a una temperatura T de recocido de $800^{\circ}\text{C} < T < 1300^{\circ}\text{C}$.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado porque, entre la pieza en bruto para tubo y la pieza en bruto del tubo de apoyo, se forma un intersticio de 0,2 a 1 mm.
- 5 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado porque, entre la pieza en bruto para tubo y la pieza en bruto del tubo de apoyo, se forma un intersticio de entre 3 mm y 20 mm que se rellena con polvo de acero.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque se utiliza polvo de vidrio para la lubricación durante el prensado por extrusión.
- 10 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el grado de remodelado durante el prensado por extrusión es de 40 a 80%.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el tubo o tubo compuesto prensado por extrusión se endereza en un mandril mediante un proceso de forjado.
- 15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque el tubo o tubo compuesto prensado por extrusión se deforma en un mandril mediante un proceso de forjado de modo que el grosor de pared varía a lo largo del tubo.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque el tubo o tubo compuesto prensado por extrusión se deforma de modo que el tubo presenta un mayor grosor de pared hacia los extremos del tubo.
- 20 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque el tubo de molibdeno está hecho de molibdeno puro con una pureza metálica, excluido el wolframio, superior al 99,99% en peso.
18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque el tubo de molibdeno está hecho de una aleación de molibdeno que contiene de 0,5 a 30% en peso de V, Nb, Ta, Cr y / o W.
19. Uso del blanco tubular fabricado según las reivindicaciones 1 a 18 para la fabricación de pantallas planas LCD – TFT.
- 25 20. Uso del blanco tubular fabricado según las reivindicaciones 1 a 18 para el revestimiento de vidrio.