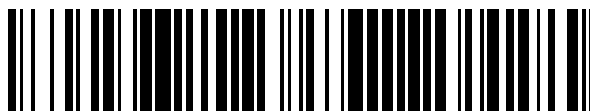


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 367**

51 Int. Cl.:
B06B 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09718430 .3**

96 Fecha de presentación: **04.03.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2257390**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **Sonda de ultrasonidos con capa protectora de niobio**

30 Prioridad:
05.03.2008 US 33807 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.04.2012

73 Titular/es:
**Southwire Company
One Southwire Drive
Carrollton, Georgia 30119-4400 , US**

72 Inventor/es:
**RUNDQUIST, Victor, F. y
GILL, Kevin, S.**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 378 367 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

Sonda de ultrasonidos con capa protectora de niobio.

Antecedentes

5 El procesamiento o la colada de artículos de cobre puede requerir un baño que contiene cobre fundido, y este baño de cobre fundido puede mantenerse a temperaturas de aproximadamente 1100°C. Pueden usarse muchos instrumentos o dispositivos para monitorizar o para someter a prueba las condiciones del cobre fundido en el baño, así como para la producción final o colada del artículo de cobre deseado. Hay una necesidad de que estos instrumentos o dispositivos resistan mejor las elevadas temperaturas encontradas en el baño de cobre fundido, teniendo beneficiosamente una vida útil más larga y reactividad limitada o inexistente con el cobre fundido.

10 El documento US 2004/0190733 da a conocer un dispositivo ultrasónico según el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta. El documento US 2006/0127577 da a conocer el uso de niobio en pulverización térmica.

Sumario

15 Este sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos de una forma simplificada que se describen adicionalmente a continuación en la descripción detallada. Este sumario no pretende identificar características clave o características esenciales de la materia reivindicada. Tampoco este sumario pretende usarse para limitar el alcance de la materia reivindicada.

20 Pueden ponerse en contacto dispositivos con metales fundidos tales como cobre, por ejemplo. Los dispositivos pueden incluir, pero no se limitan a, una boquilla usada para producir artículos preparados a partir del metal fundido, un sensor para determinar una cantidad de un gas disuelto en el metal fundido, o un dispositivo ultrasónico para reducir el contenido en gas (por ejemplo, hidrógeno) en el metal fundido. Puede usarse niobio como barrera protectora para los dispositivos cuando se exponen a los metales fundidos.

El dispositivo ultrasónico forma la presente invención definida en las reivindicaciones 1 a 7 adjuntas. La boquilla y el sensor son sólo ejemplos ilustrativos.

25 Tanto el sumario precedente como la siguiente descripción detallada proporcionan ejemplos y son sólo explicativos. Por consiguiente, no debe considerarse que el sumario precedente y la siguiente descripción detallada son restrictivos. Además, pueden proporcionarse características o variaciones además de las expuestas en el presente documento. Por ejemplo, las realizaciones pueden referirse a diversas combinaciones y subcombinaciones de características descritas en la descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

30 Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de esta descripción, ilustran diversas realizaciones de la presente invención. En los dibujos:

la figura 1 muestra una vista en sección transversal parcial de una boquilla;

la figura 2 muestra una vista en sección transversal parcial de un sensor; y

la figura 3 muestra una vista en sección transversal parcial de un dispositivo ultrasónico.

35 Descripción detallada

40 La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se usan los mismos números de referencia en los dibujos y la siguiente descripción para hacer referencia a los mismos o similares elementos. Mientras que pueden describirse realizaciones de la invención, son posibles modificaciones, adaptaciones y otras implementaciones. Por ejemplo, pueden hacerse sustituciones, adiciones o modificaciones a los elementos ilustrados en los dibujos, y los métodos descritos en el presente documento pueden modificarse sustituyendo, reordenando o añadiendo etapas a los métodos dados a conocer. Por consiguiente, la siguiente descripción detallada no limita la invención.

45 Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar sistemas y métodos para aumentar la vida de componentes directamente en contacto con metales fundidos. Por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden usar niobio para reducir la degradación de materiales en contacto con metales fundidos dando como resultado mejoras de calidad significativas en productos finales. En otras palabras, las realizaciones de la invención pueden aumentar la vida de o preservar materiales o componentes en contacto con metales fundidos usando niobio como barrera protectora. El niobio puede tener propiedades, por ejemplo su alto punto de fusión, que pueden ayudar a proporcionar las realizaciones mencionadas anteriormente de la invención. Además, el niobio también puede formar una barrera de óxido protectora cuando se expone a temperaturas de 200°C y superiores.

50 Además, las realizaciones de la invención pueden proporcionar sistemas y métodos para aumentar la vida de

componentes directamente en contacto o interconectados con metales fundidos. Debido a que el niobio tiene baja reactividad con metales fundidos, el uso de niobio puede impedir que un material de sustrato se degrade. La calidad de los materiales en contacto con metales fundidos puede disminuir la calidad del producto final. En consecuencia, las realizaciones de la invención pueden usar niobio para reducir la degradación de materiales de sustrato dando como resultado mejoras de calidad significativas en productos finales. Por consiguiente, el niobio en asociación con metales fundidos puede combinar el alto punto de fusión del niobio y la baja reactividad con metales fundidos tales como cobre.

Realizaciones consecuentes con la invención pueden incluir una boquilla que comprende grafito y niobio. Puede usarse una boquilla de este tipo en la colada vertical de artículos de cobre a partir de un baño que comprende cobre fundido. Por ejemplo, la boquilla puede comprender una capa interna y una capa externa, en el que la capa externa puede estar configurada para hacer que se transfiera calor desde el metal fundido, tal como cobre fundido, a la atmósfera circundante. La capa interna puede estar configurada para proporcionar una barrera, tal como una barrera de oxígeno, para la capa externa. La capa interna puede comprender niobio y la capa externa puede comprender grafito. La capa interna de niobio puede ser la capa en contacto directo con el metal fundido, por ejemplo, en contacto con cobre fundido. El grosor de la capa interna que comprende niobio puede ser importante para tanto la conductividad térmica como la función final de la boquilla así como para la barrera que el niobio proporciona sobre el grafito y la vida útil final resultante de la boquilla. Por ejemplo, la vida útil de una boquilla de grafito sin niobio puede ser de aproximadamente 3 días, mientras que la vida útil de una boquilla que comprende grafito y una capa de niobio en contacto directo con el cobre fundido puede ser de aproximadamente 15 a aproximadamente 20 días. En algunas realizaciones, el grosor de la capa interna que comprende niobio puede ser inferior a aproximadamente 10 micrómetros, tal como en un intervalo de desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 10 micrómetros. El grosor de la capa interna que comprende niobio puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 8 micrómetros, o desde aproximadamente 3 hasta aproximadamente 6 micrómetros, en otras realizaciones de la invención.

Consecuente con realizaciones de la invención, puede usarse niobio como recubrimiento sobre boquillas que se usan en la colada de cobre vertical. La abertura de la boquilla puede ser generalmente de forma cilíndrica, pero esto no es un requisito. Las siguientes etapas en la colada de cobre vertical pueden incluir lo siguiente. En primer lugar, una boquilla de grafito vertical encajada en una camisa de refrigeración puede sumergirse en un baño de cobre fundido. La boquilla puede exponerse a una temperatura de aproximadamente 1100°C. Debido a que el grafito puede tener excelente conductividad térmica, el grafito en la boquilla puede hacer que se transfiera calor desde el cobre fundido a la atmósfera circundante. A través de este proceso de refrigeración, el cobre fundido puede convertirse en una varilla de cobre sólido. Sin embargo, la boquilla de grafito anteriormente mencionada puede tener alta reactividad con oxígeno (que puede estar presente en el cobre fundido) conduciendo a la degradación de la boquilla. En consecuencia, puede ser necesario reemplazar periódicamente las boquillas de grafito para cumplir los requisitos de calidad de varillas de cobre. Esto a su vez puede conducir a superiores costes de calidad y producción.

La figura 1 ilustra el uso de niobio como recubrimiento de barrera en, por ejemplo, boquillas de grafito. Tal como se ilustra mediante la figura 1, las realizaciones de las invenciones pueden proporcionar una boquilla 100 que puede utilizar el punto de fusión superior del niobio y su baja reactividad con cobre fundido para aumentar la vida de la boquilla 100 con respecto a una boquilla de grafito convencional. Por ejemplo, las realizaciones de las invenciones pueden usar un recubrimiento de niobio sobre las partes de grafito de la boquilla 100. El niobio puede estar en contacto directo con cobre fundido. El recubrimiento de niobio puede reducir o impedir que penetre oxígeno en el grafito, aumentando así la vida de la boquilla 100. Esto a su vez puede conducir a disminuciones en los costes de producción y aumentos en la calidad. Consecuente con las realizaciones de la invención, el recubrimiento de niobio puede ser muy delgado y actuar todavía como barrera frente al oxígeno sin reaccionar con cobre fundido y adicionalmente con poco o ningún cambio en las características térmicas de la boquilla 100 con respecto a una boquilla de grafito convencional. En otras palabras, puede elegirse un grosor suficiente del recubrimiento de niobio para proporcionar la barrera de oxígeno anteriormente mencionada, aunque todavía es suficientemente delgada como para permitir que la boquilla 100 haga que se transfiera calor desde el cobre fundido a la atmósfera circundante.

Consecuente con esta realización es un método para producir un artículo sólido que comprende cobre a partir de cobre fundido. Este método puede comprender proporcionar un baño que comprende cobre fundido, introducir cobre fundido desde el baño a una entrada de la boquilla 100 y procesar el cobre fundido a través de la boquilla 100 mientras que se enfría para producir el artículo sólido que comprende cobre en una salida de la boquilla 100. Pueden producirse artículos de fabricación mediante este método, y tales artículos también son parte de esta invención. Por ejemplo, el artículo puede ser una varilla que comprende cobre.

En otras realizaciones, puede usarse niobio en un sensor para determinar una cantidad de un gas disuelto en un baño que comprende cobre fundido. Por ejemplo, el sensor puede comprender un cuerpo de sensor que rodea una parte de un tubo de electrolito sólido, y un electrodo de referencia contenido dentro del tubo de electrolito sólido. El tubo de electrolito sólido puede comprender un primer extremo y un segundo extremo. El primer extremo del tubo de electrolito sólido puede situarse dentro del cuerpo de sensor y el segundo extremo puede comprender una punta que se extiende hacia fuera desde el cuerpo de sensor. Según esta realización, la punta del tubo de electrolito sólido puede comprender niobio. El baño que comprende cobre fundido puede contener un gas disuelto que puede ser, por

ejemplo, oxígeno, hidrógeno o dióxido de azufre, o una combinación de estos materiales. El sensor puede emplearse para medir la cantidad del gas disuelto en el baño de cobre fundido de una manera continua o, alternativamente, puede usarse para pruebas aisladas o periódicas de la cantidad del gas disuelto respectivo a ciertos intervalos de tiempo predeterminados.

5 La figura 2 ilustra el uso de niobio como material para un sensor 200 para medir de manera continua la cantidad de oxígeno en un baño que comprende un metal fundido que comprende, pero sin limitarse a, sobre. Conocer el contenido en oxígeno en cobre fundido puede ser útil durante el proceso de colada del cobre. Demasiado o demasiado poco oxígeno puede tener efectos perjudiciales sobre el artículo o la colada cuando el cobre se solidifica. Por ejemplo, el contenido en oxígeno en cobre fundido dentro de un intervalo de desde aproximadamente 150 ppm hasta aproximadamente 400 ppm, o desde aproximadamente 175 ppm hasta aproximadamente 375 ppm puede ser beneficioso en el proceso de colada del cobre. Mientras que el sensor puede medir la cantidad de oxígeno disuelto en el intervalo de 150 - 400 ppm, puede esperarse que el sensor tenga un intervalo de detección del contenido en oxígeno medible de desde tan sólo aproximadamente 50 ppm de oxígeno hasta tanto como aproximadamente 1000 ppm o más.

15 El sensor 200 de oxígeno de la figura 2 puede incluir un electrodo 250 de referencia alojado o contenido dentro de un tubo 230 de electrolito sólido. El electrodo 250 de referencia puede ser una mezcla de metal/óxido de metal, tal como Cr/Cr₂O₃, que puede establecer un valor de referencia de presión parcial de oxígeno. Una parte del tubo 230 de electrolito sólido puede estar rodeado por un material 220 aislante. El material 220 aislante puede contener partículas de alúmina (Al₂O₃) u otro material aislante similar. El tubo 230 de electrolito sólido y el material 220 aislante pueden estar rodeados por un cuerpo 210 de sensor. El cuerpo 210 de sensor puede estar construido de muchos materiales adecuados incluyendo, pero sin limitarse a, metales, cerámicas o plásticos. También pueden utilizarse combinaciones de estos materiales en el cuerpo 210 de sensor. El cuerpo 210 de sensor puede ser generalmente de forma cilíndrica, pero esto no es un requisito.

25 El cuerpo 210 de sensor, en ciertas realizaciones, puede rodear sólo una parte del tubo 230 de electrolito sólido. Por ejemplo, el tubo 230 de electrolito sólido puede comprender un primer extremo y un segundo extremo. El primer extremo del tubo 230 de electrolito sólido puede estar situado dentro del cuerpo de sensor y el segundo extremo puede comprender una punta 240 que puede extenderse hacia fuera desde el cuerpo 210 de sensor. Consecuente con ciertas realizaciones de esta invención, la punta 240 del tubo 230 de electrolito sólido puede colocarse en el baño que comprende cobre fundido para determinar el contenido en oxígeno disuelto.

30 El tubo 230 de electrolito sólido, la punta 240 o ambos pueden comprender niobio. El niobio puede alearse con uno o más otros metales, o el niobio puede ser una capa que cubre o recubre una capa de base de otro material. Por ejemplo, el tubo 230 de electrolito sólido, la punta 240 o ambos pueden comprender una capa interna y una capa externa, en los que la capa interna puede comprender un material metálico o cerámico y la capa externa puede comprender niobio. Puede esperarse que la presencia de niobio en el tubo 230 de electrolito sólido, la punta 240 o ambos pueda proporcionar una buena conductividad eléctrica, resistencia a la temperatura de fusión del cobre y resistencia a la erosión química por el cobre fundido. El niobio puede proporcionar a las realizaciones de la invención las características mencionadas anteriormente junto con la facilidad de mecanizado y fabricación. No mostrado en la figura 2, pero abarcado en el presente documento, está un dispositivo de lectura o salida del sensor que presenta el contenido en oxígeno medido basándose en una señal eléctrica generada a partir del sensor 200. El dispositivo de lectura o salida puede conectarse físicamente al sensor 200 o conectarse de manera inalámbrica.

40 Consecuente con esta realización es un método para medir una cantidad de un gas disuelto en un baño que comprende cobre fundido. Un método de este tipo puede comprender insertar la punta 240 del sensor 200 en el baño que comprende cobre fundido, y determinar a partir de una señal eléctrica generada la cantidad del gas disuelto en el baño que comprende cobre fundido. A menudo, el gas disuelto que está midiéndose es oxígeno. La cantidad de oxígeno disuelto en el baño que comprende cobre fundido puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 50 ppm hasta aproximadamente 1000 ppm, por ejemplo, desde aproximadamente 150 ppm hasta aproximadamente 400 ppm.

45 En otras realizaciones, puede usarse niobio en un dispositivo ultrasónico que comprende un transductor ultrasónico y una sonda alargada. La sonda alargada puede comprender un primer extremo y un segundo extremo, en la que el primer extremo puede estar unido al transductor ultrasónico y el segundo extremo puede comprender una punta. Según esta realización, la punta de la sonda alargada puede comprender niobio. El dispositivo ultrasónico puede usarse en un proceso de desgasificación ultrasónica. Un baño de cobre fundido, que puede usarse en la producción de una varilla de cobre, puede contener un gas disuelto, tal como hidrógeno. El hidrógeno disuelto por encima de 3 ppm puede tener efectos perjudiciales sobre las velocidades de colada y la calidad de la varilla de cobre. Por ejemplo, niveles de hidrógeno en cobre fundido de aproximadamente 4 ppm, aproximadamente 5 ppm, aproximadamente 6 ppm, aproximadamente 7 ppm o aproximadamente 8 ppm, y superiores, pueden ser perjudiciales. Puede entrar hidrógeno en el baño de cobre fundido por su presencia en la atmósfera por encima del baño que contiene cobre fundido, o puede estar presente en el material de partida de materia prima de cobre usado en el baño de cobre fundido. Un método para eliminar el hidrógeno del cobre fundido es usar vibración ultrasónica. El equipo usado en el proceso de vibración ultrasónica puede incluir un transductor que genera ondas ultrasónicas. Unido al transductor puede estar una sonda que transmite las ondas ultrasónicas al baño que comprende cobre

fundido. Haciendo funcionar el dispositivo ultrasónico en el baño que comprende cobre fundido, el contenido en hidrógeno puede reducirse hasta menos de aproximadamente 3 ppm, tal como, por ejemplo, hasta dentro de un intervalo de desde aproximadamente 2 ppm hasta aproximadamente 3 ppm, o hasta menos de aproximadamente 2 ppm.

5 La figura 3 ilustra el uso de niobio como material en un dispositivo 300 ultrasónico, que puede usarse para reducir el contenido en hidrógeno en cobre fundido. El dispositivo 300 ultrasónico puede incluir un transductor 360 ultrasónico, un elevador 350 para una salida aumentada y un conjunto 302 de sonda ultrasónica unido al transductor 360. El conjunto 302 de sonda ultrasónica puede comprender una sonda 304 alargada y un medio 312 ultrasónico. El dispositivo 300 ultrasónico y la sonda 304 ultrasónica pueden ser generalmente de forma cilíndrica, pero esto no es un requisito. La sonda 304 ultrasónica puede comprender un primer extremo y un segundo extremo, en la que el primer extremo comprende un eje 306 de sonda ultrasónica que está unido al transductor 360 ultrasónico. La sonda 304 ultrasónica y el eje 306 de sonda ultrasónica pueden construirse de varios metales. Los materiales a modo de ejemplo pueden incluir, pero no se limitan a, acero inoxidable, titanio y similares, o combinaciones de los mismos. El segundo extremo de la sonda 304 ultrasónica puede comprender una punta 310 de sonda ultrasónica. La punta 310 de sonda ultrasónica puede comprender niobio. Alternativamente, la punta 310 puede consistir esencialmente en, o consistir en, niobio. El niobio puede alearse con uno o más otros metales, o el niobio puede ser una capa que cubre o recubre una capa de base de otro material. Por ejemplo, la punta 310 puede comprender una capa interna y una capa externa, en la que la capa interna puede comprender un material metálico o cerámico (por ejemplo, titanio) y la capa externa puede comprender niobio. En esta realización, el grosor de la capa externa que comprende niobio puede ser inferior a aproximadamente 10 micrómetros, o alternativamente, estar dentro de un intervalo de desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 8 micrómetros. Por ejemplo, el grosor de la capa externa que comprende niobio puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 3 hasta aproximadamente 6 micrómetros.

El eje 306 de sonda ultrasónica y la punta 310 de sonda ultrasónica pueden unirse mediante un conector 308. El conector 308 puede representar un medio para unir el eje 306 y la punta 310. Por ejemplo el eje 306 y la punta 310 pueden atornillarse o soldarse entre sí. En una realización, el conector 308 puede representar que el eje 306 contiene un roscado rebajado y la punta 310 pueden roscarse al eje 306. Se contempla que el eje 306 de sonda ultrasónica y la punta 310 de sonda ultrasónica puedan comprender diferentes materiales. Por ejemplo, el eje 306 de sonda ultrasónica puede comprender titanio, y la punta 310 de sonda ultrasónica puede comprender niobio.

30 Refiriéndose de nuevo a la figura 3, el dispositivo 300 ultrasónico puede comprender un tubo 328 interno, un tubo 324 central, un tubo 320 externo y un tubo 340 de protección. Estos tubos pueden rodear al menos una parte de la sonda 304 ultrasónica y generalmente pueden construirse de cualquier material de metal adecuado. Puede esperarse que la punta 310 de sonda ultrasónica se coloque en el baño de cobre fundido; sin embargo, se contempla que una parte del tubo 340 de protección también puede sumergirse en cobre fundido. Por consiguiente, el tubo 340 de protección puede comprender titanio, niobio, carburo de silicio o una combinación de más de uno de estos materiales. Contenidos dentro de los tubos 328, 324, 320 y 340 pueden estar fluidos 322, 326 y 342, tal como se ilustra en la figura 3. El fluido puede ser un líquido o un gas (por ejemplo, argón), cuyo fin puede ser proporcionar refrigeración al dispositivo 300 ultrasónico y, en particular, a la punta 310 de sonda ultrasónica y el tubo 340 de protección.

40 El dispositivo 300 ultrasónico puede comprender un casquete 344 de extremo. El casquete de extremo puede llenar el hueco entre el tubo 340 de protección y la punta 310 de sonda y puede reducir o impedir que entre cobre fundido en el dispositivo 300 ultrasónico. Similar al tubo 340 de protección, el casquete 344 de extremo puede construirse de, por ejemplo, titanio, niobio, carburo de silicio o una combinación de más de uno de estos materiales.

45 La punta 310 de sonda ultrasónica, el tubo 340 de protección o el casquete 344 de extremo, o los tres, pueden comprender niobio. El niobio puede alearse con uno o más otros metales, o el niobio puede ser una capa que cubre o recubre una capa de base de otro material. Por ejemplo, la punta 310 de sonda ultrasónica, el tubo 340 de protección o el casquete 344 de extremo, o los tres, pueden comprender una capa interna y una capa externa, en los que la capa interna puede comprender un material metálico o cerámico y la capa externa puede comprender niobio. Puede esperarse que la presencia de niobio sobre partes del dispositivo ultrasónico pueda mejorar la vida del dispositivo, proporcionar reactividad química baja o inexistente cuando está en contacto con cobre fundido, proporcionar resistencia a la temperatura de fusión del cobre y tener la capacidad de propagar ondas ultrasónicas.

55 Las realizaciones de la invención pueden incluir un método para reducir el contenido en hidrógeno en un baño que comprende cobre fundido. Un método de este tipo puede comprender insertar la punta 310 del dispositivo 300 ultrasónico en el baño que comprende cobre fundido, y hacer funcionar el dispositivo 300 ultrasónico a una frecuencia predeterminada, en el que el funcionamiento del dispositivo 300 ultrasónico reduce el contenido en hidrógeno en el baño que comprende cobre fundido. A menudo, hay más de 3 ppm, más de 4 ppm, más de 5 ppm o más de 6 ppm hidrógeno disuelto en el cobre fundido antes de hacer funcionar el dispositivo 300 ultrasónico. Por ejemplo, el contenido en hidrógeno en el baño que comprende cobre fundido puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 4 hasta aproximadamente 6 ppm de hidrógeno. El resultado de este método de desgasificación ultrasónica puede ser una reducción en el contenido en hidrógeno en el baño que comprende cobre fundido hasta un nivel que es inferior a aproximadamente 3 ppm, o alternativamente, inferior a aproximadamente 2 ppm.

Consecuente con realizaciones de la invención, el uso de niobio puede abordar las necesidades enumeradas anteriormente. El niobio puede tener las características mostradas en la tabla 1 a continuación.

TABLA 1

Resistencia a la tracción de forjado	585 megapascales
Dureza de forjado	160 HV
Módulo elástico	103 gigapascales
Módulo de cizallamiento	37,5 gigapascales
Punto de fusión	2750 K (2477°C, 4491°F)
Símbolo, número	Nb, 41
Peso atómico	92,91 g/mol
Densidad	8,57 g/cc
Conductividad térmica	(300 K) 53,7 W/m-k
Expansión térmica	(25°C) 7,3 Pm/m-k

- 5 Aunque se han descrito ciertas realizaciones de la invención, pueden existir otras realizaciones. Además, cualquier etapa de los métodos dados a conocer puede modificarse de cualquier manera, incluyendo mediante reordenación de etapas y/o inserción o eliminación de etapas, sin apartarse de la invención. Aunque la memoria descriptiva incluye ejemplos, el alcance de la invención se indica mediante las siguientes reivindicaciones. Además, aunque la memoria descriptiva se ha descrito en lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, las reivindicaciones no se limitan a las características o los actos descritos anteriormente. Más bien, las características y los actos específicos descritos anteriormente se dan a conocer como ejemplo para las realizaciones de la invención.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (300) ultrasónico que comprende:
un transductor (360) ultrasónico, y
una sonda (304) alargada que comprende un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo unido al transductor ultrasónico y comprendiendo el segundo extremo una punta (310),
5 caracterizado porque la punta (310) de la sonda (304) alargada comprende:
una capa interna que comprende un material metálico o cerámico, y
una capa externa que comprende niobio, teniendo la capa externa un grosor de menos de aproximadamente 10 micrómetros.
- 10 2. Dispositivo (300) ultrasónico según la reivindicación 1, en el que la capa interna comprende titanio.
3. Dispositivo (300) ultrasónico según la reivindicación 1, en el que el grosor de la capa externa que comprende niobio está en un intervalo de desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 8 micrómetros.
4. Dispositivo (300) ultrasónico según la reivindicación 1, en el que el grosor de la capa externa que comprende niobio está en un intervalo de desde aproximadamente 3 hasta aproximadamente 6 micrómetros.
- 15 5. Dispositivo (300) ultrasónico según la reivindicación 1, comprendiendo además el dispositivo ultrasónico medios (328, 324, 320, 340) para enfriar el dispositivo ultrasónico transportando un fluido en una pluralidad de canales (322, 326, 342) que rodean al menos una parte de la sonda (304) alargada.
6. Dispositivo (300) ultrasónico según la reivindicación 5, en el que el fluido es argón.
- 20 7. Dispositivo (300) ultrasónico según la reivindicación 1, en el que la sonda (304) alargada comprende acero inoxidable, titanio o una combinación de los mismos.

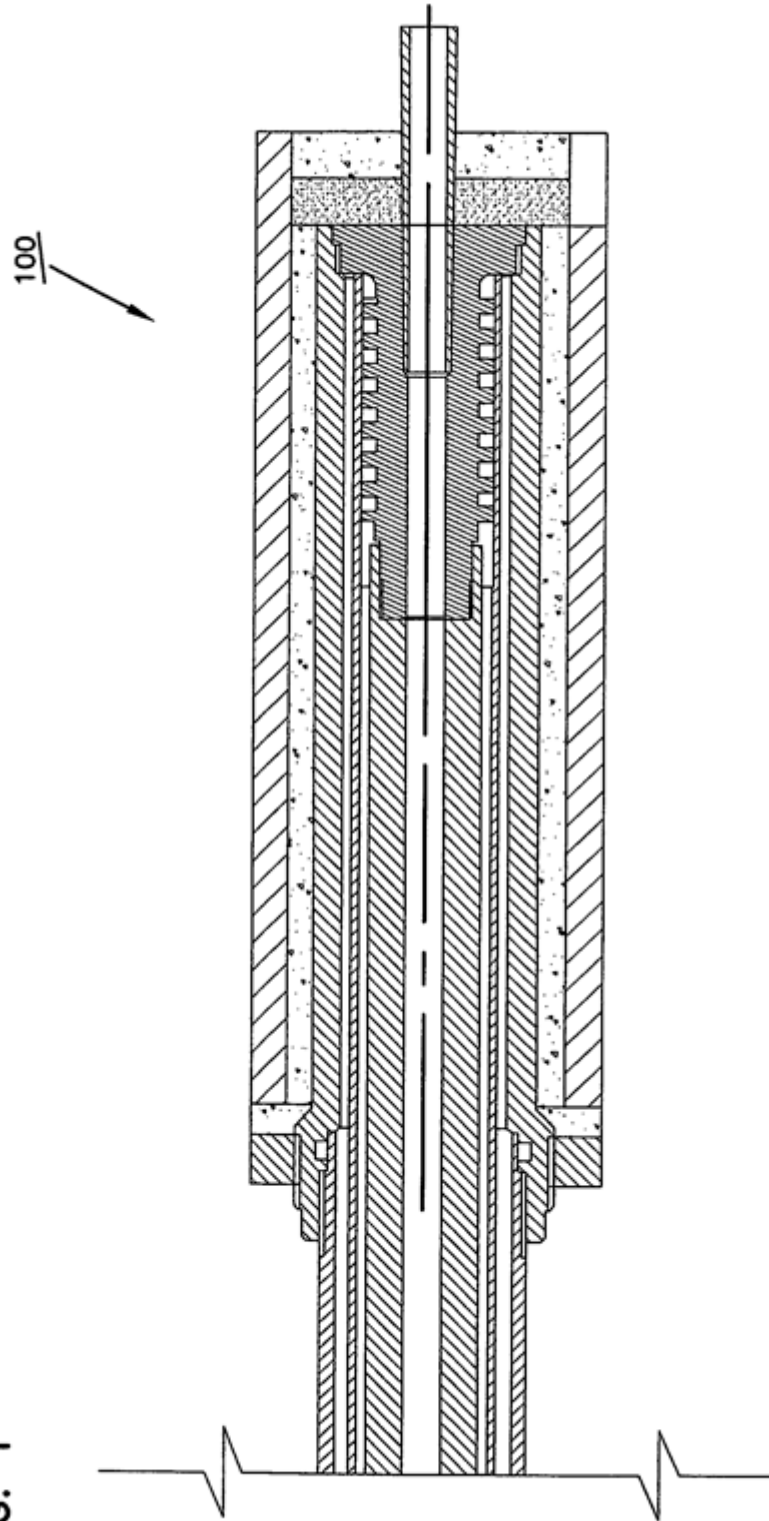


FIG. 1

FIG.2

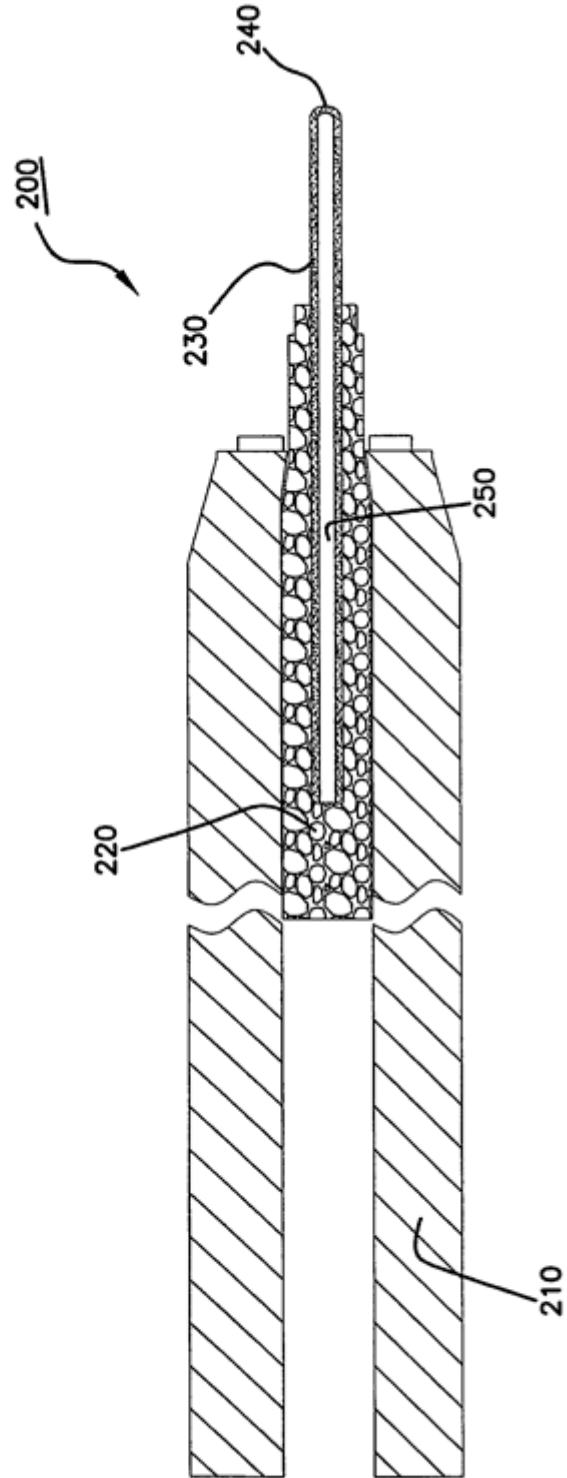


FIG.3

