



(19) OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 353 307**

(51) Int. Cl.:

H05H 1/28 (2006.01)

H05H 1/34 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **04759383 .5**

(96) Fecha de presentación : **09.04.2004**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1621052**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2006**

(54) Título: **Procedimiento y aparato para alinear componentes de un antorcha de arco de plasma.**

(30) Prioridad: **11.04.2003 US 411801**

(73) Titular/es: **HYPERTHERM, Inc.**
P.O. Box 5010, Etna Road
Hanover, New Hampshire 03755, US

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2011

(72) Inventor/es: **Brandt, Aaron, D.;**
Anderson, Richard, R.;
Currier, Brian, J.;
Lindsay, Jon W.;
Duan, Zheng;
Jones, Casey y
Shipulski, Edward, M.

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2011

(74) Agente: **Pons Ariño, Ángel**

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 Y APARATO PARA ALINEAR COMPONENTES DE UNA
ANTORCHA DE ARCO DE PLASMA****Campo de la invención**

La invención se refiere generalmente al campo de sistemas y procedimientos de antorchas de arco de plasma. En particular, la invención se refiere a electrodos refrigerados por líquido y tubos de refrigerante para uso en una antorcha de arco de plasma.

Antecedentes de la invención

Los aparatos de procesamiento de materiales tales como antorchas de arco de plasma y láseres son ampliamente usados en el corte de materiales metálicos. Una antorcha de arco de plasma incluye generalmente un cuerpo de antorcha, un electrodo montado dentro del cuerpo, una boquilla con un orificio de salida central, conexiones eléctricas, pasos para fluidos refrigerantes y de control del arco, un anillo de turbulencia para controlar los patrones de flujo de fluido y una fuente de alimentación. Los gases usados en la antorcha pueden ser no reactivos (por ejemplo, argón o nitrógeno) o reactivos (por ejemplo, oxígeno o aire). La antorcha produce un arco de plasma, que es un chorro ionizado estrecho de un gas de plasma con alta temperatura y alto momento.

Las antorchas de corte de arco de plasma producen un arco de plasma transferido con una densidad de corriente que normalmente está en el intervalo de 20.000 a 40.000 amperios/in² (3.100 a 6.200 amperios/cm²). Las antorchas de alta definición se caracterizan por chorros más estrechos con mayores densidades de corriente, normalmente aproximadamente 60.000 amperios/in² (9.300 amperios/cm²). Las antorchas de alta definición producen una sangría de corte estrecha y un ángulo de corte cuadrado. Tales antorchas tienen una zona afectada por el calor más delgada y son más eficaces en la producción de un corte libre de escoria y metal fundido soplado.

Similarmente, un aparato basado en láser generalmente incluye una boquilla en la que se introducen una corriente de gas y el haz láser. Una lente enfoca el haz láser que luego calienta la pieza. Tanto el haz como la corriente de gas salen de la boquilla por un orificio e inciden sobre un área objetivo de la pieza. El calentamiento resultante de la pieza, combinado con cualquier

reacción química entre el gas y el material de la pieza, sirve para calentar, licuar o vaporizar el área seleccionada de la pieza, dependiendo del punto focal y el nivel de energía del haz. Esta acción permite que el operador corte o modifique de otro modo la pieza.

5 Ciertos componentes del aparato de procesamiento de materiales se deterioran con el tiempo de uso. Estos componentes “consumibles” incluyen, en el caso de una antorcha de arco de plasma, el electrodo, anillo de turbulencia, boquilla y escudo. Idealmente, estos componentes son fácilmente sustituibles en el campo. Sin embargo, la alineación de estos componentes
10 dentro de la antorcha es crítica para garantizar una vida razonable del consumible, además de exactitud y repetibilidad de la localización del arco de plasma, que es importante en sistemas de corte de arco de plasma automatizados.

Algunas antorchas de arco de plasma incluyen un electrodo refrigerado
15 por líquido. Un electrodo tal se describe en la patente de EE.UU. nº 5.756.959 asignada a Hypertherm, Inc. El electrodo tiene un cuerpo alargado hueco con un extremo abierto y un extremo cerrado. El electrodo está hecho de cobre e incluye una inserción cilíndrica de material de alta emisividad termoiónica (por ejemplo, hafnio o circonio) que está ajustada a presión dentro de un taladro en
20 el extremo del fondo del electrodo. La cara del extremo expuesta de la inserción define una superficie de emisión. Frecuentemente, la superficie de emisión es inicialmente plana. Sin embargo, la superficie de emisión puede moldearse inicialmente para definir una cavidad en la inserción como se describe en la patente de EE.UU. nº 5.464.962 cedida a Hypertherm, Inc. En
25 cualquier caso, la inserción se extiende en el taladro en el extremo del fondo del electrodo hasta un flujo en circulación de líquido refrigerante dispuesto en el interior hueco del electrodo. El electrodo puede estar “laminado de forma hueca” de forma que se forme una cavidad anular en una porción interior del extremo del fondo que rodea la inserción. Un tubo de entrada de refrigerante
30 que tiene un cuerpo cilíndrico hueco de paredes delgadas que define un paso cilíndrico que se extiende por el cuerpo está situado adyacente a la superficie interior hueca del cuerpo de electrodo. El tubo se extiende en la cavidad en una

relación espaciada para proporcionar una alta velocidad de flujo de refrigerante por la superficie interior del electrodo.

El documento US 2001/007320 desvela una antorcha de arco de plasma con sellado mejorado de las conexiones entre pasos de fluido de partes contiguas de la antorcha. Las conexiones entre los pasos de gas de plasma alineados están hechas mediante tubos de acoplamiento que tienen cada uno una primera porción insertada en una porción receptora del paso en el cuerpo de antorcha principal y una segunda porción insertada en una porción receptora del paso en el cuerpo de aislante. Cada porción insertada incluye un par de juntas tóricas separadas a lo largo de la longitud del tubo para sellar la conexión.

El documento WO 90/10366 desvela una antorcha de arco de plasma con refrigeración mejorada del electrodo. Se proporciona un sistema de refrigerante del electrodo que comprende un paso que tiene porciones de liberación y retorno dispuestas una dentro de la otra para llevar refrigerante a y del electrodo. Las porciones de liberación y retorno pueden estar unidas por una porción limitada que se extiende radialmente para aumentar la velocidad de refrigerante en la parte trasera del electrodo.

En muchas antorchas de arco de plasma y bajo una variedad de condiciones de operación (por ejemplo, corte de alto amperaje), el tubo debe extraer el calor del electrodo proporcionando suficiente refrigeración para obtener una vida del electrodo aceptable. Se ha determinado empíricamente que si la salida del tubo de refrigerante está desalineada (longitudinalmente y/o radialmente) con la superficie interior del electrodo, el tubo no refrigerará suficientemente la inserción. El uso repetido de una antorcha que tiene un tubo de refrigerante desalineado con el electrodo hace que el material de la inserción se desgaste más rápidamente. Para lograr características de flujo de refrigerante deseables, el tubo está normalmente asegurado en una posición fija con respecto al electrodo para lograr la alineación apropiada. El desgaste del electrodo produce normalmente cortes de calidad reducida. Por ejemplo, la dimensión del ancho de sangría puede aumentar o el ángulo de corte puede trasladarse de cuadrado a medida que aumenta el desgaste del electrodo. Esto

requiere una sustitución frecuente del electrodo para lograr calidad de corte adecuada.

Las tolerancias asociadas a los procedimientos convencionales de montaje del electrodo y el tubo de refrigerante hacen que para sistemas que 5 emplean tales antorchas sea más difícil producir partes de tolerancias estrechas altamente uniformes sin requerir la sustitución frecuente del electrodo debido a los errores inherentes en el posicionamiento del electrodo con respecto al tubo de refrigerante.

Por tanto, un objetivo principal de la presente invención es proporcionar 10 electrodos y tubos de refrigerante para una antorcha de arco de plasma refrigerada por líquido que ayudan a mantener la vida del electrodo y/o reducir el desgaste del electrodo minimizando los efectos de desalineación.

Resumen de la invención

La invención proporciona un tubo de refrigerante para una antorcha de 15 arco de plasma como se explica en la reivindicación 1 y materia relacionada como se explica en el resto de las reivindicaciones independientes. La invención vence las deficiencias de la técnica anterior proporcionando en un aspecto un tubo de refrigerante para una antorcha de arco de plasma que consigue un posicionamiento fidedigno y repetible del tubo de refrigerante con 20 respecto al electrodo. En otro aspecto, la invención consigue errores de alineación reducidos en la alineación con respecto a los ejes longitudinales de un electrodo y un tubo de refrigerante. El tubo de refrigerante tiene un cuerpo alargado que tiene un primer extremo, un segundo extremo y un paso de refrigerante que se extiende a su través. El cuerpo alargado tiene una 25 superficie localizada sobre una porción exterior del cuerpo alargado adaptada para acoplarse a un electrodo.

Las realizaciones de este aspecto de la invención pueden incluir las siguientes características. La superficie de acoplamiento del tubo puede incluir 30 un contorno, conicidad lineal, escalón o reborde. La superficie de acoplamiento puede tener un cuerpo de diámetro reducido integrado en el cuerpo alargado. El cuerpo de diámetro alargado puede tener un diámetro variable. La superficie de acoplamiento del tubo puede fabricarse de manera que la superficie se

adapte para alinear ejes longitudinales respectivos del cuerpo alargado y un electrodo. La superficie de acoplamiento del tubo puede adaptarse para alinear de forma sustancialmente concéntrica, radial y/o circunferencial ejes longitudinales respectivos del tubo con un electrodo. Además o

5 provisionalmente, la superficie de acoplamiento puede adaptarse para alinear el cuerpo alargado y un electrodo a lo largo de la dirección de un eje longitudinal del cuerpo alargado. La superficie de acoplamiento del tubo puede localizarse en una región intermedia entre el primer extremo y el segundo extremo. La superficie de acoplamiento del tubo puede localizarse en un
10 extremo del cuerpo alargado.

En otro aspecto, la invención incluye un electrodo para una antorcha de arco de plasma. El electrodo incluye un cuerpo alargado hueco que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado y una superficie localizada en una porción interior del cuerpo alargado adaptada para acoplarse a un tubo de
15 refrigerante.

Realizaciones de este aspecto de la invención pueden incluir las siguientes características. La superficie de acoplamiento del electrodo puede incluir un contorno, conicidad lineal, escalón o reborde. La superficie de acoplamiento puede tener un cuerpo de diámetro reducido integrado en el
20 cuerpo alargado. El cuerpo de diámetro reducido puede tener un diámetro variable. La superficie de acoplamiento del electrodo puede adaptarse para alinear de forma sustancialmente concéntrica, radial y/o circunferencial ejes longitudinales respectivos del electrodo con un tubo. Además o

25 provisionalmente, la superficie de acoplamiento puede adaptarse para alinear el cuerpo alargado del electrodo con un tubo a lo largo de la dirección de un eje longitudinal del electrodo.

En general, en otro aspecto, la invención implica una antorcha de arco de plasma que tiene un cuerpo de antorcha. La antorcha de plasma también tiene un tubo de refrigerante que tiene un cuerpo alargado. El cuerpo alargado
30 del tubo tiene un primer extremo, un segundo extremo y un paso de refrigerante que se extiende a su través, y una superficie localizada sobre una porción exterior del cuerpo alargado. La antorcha también tiene un electrodo

que está soportado por el cuerpo de antorcha. El electrodo tiene un cuerpo alargado hueco que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado y una superficie localizada en una porción interior del cuerpo del electrodo alargado adaptado para acoplarse al tubo.

5 En este aspecto de la invención, al menos una de las superficies puede tener un contorno, conicidad lineal, escalón o reborde. La superficie del tubo puede tener un cuerpo de diámetro alargado integrado en el cuerpo alargado del tubo, y la superficie del electrodo puede tener un cuerpo de diámetro reducido integrado en el cuerpo alargado del electrodo. Al menos uno de los
10 cuerpos integrados puede tener un diámetro variable. Las superficies de acoplamiento pueden adaptarse para alinear de forma sustancialmente concéntrica, radial y/o circunferencial ejes longitudinales respectivos del tubo y el electrodo. Además o provisionalmente, las superficies de acoplamiento pueden adaptarse para alinear el tubo y un electrodo a lo largo de la dirección
15 de los ejes longitudinales respectivos.

En general, en otro aspecto más, la invención se refiere a un procedimiento de localizar un tubo de refrigerante con respecto a un electrodo en una antorcha de arco de plasma. Este procedimiento implica proporcionar superficies de contacto de acoplamiento sobre el electrodo y el tubo de
20 refrigerante y sesgar el electrodo y el tubo de refrigerante en contacto.

El procedimiento de localizar el tubo de refrigerante con respecto al electrodo puede implicar sesgar el tubo y el electrodo en contacto por la presión hidrostática del refrigerante. El tubo y el electrodo pueden sesgarse alternativamente por un elemento de resorte.

25 En general, en otro aspecto, la invención implica una antorcha de arco de plasma que tiene un cuerpo de antorcha. La antorcha también tiene un tubo de refrigerante que tiene un cuerpo alargado que tiene un primer extremo, un segundo extremo y un paso de refrigerante que se extiende a su través. La antorcha también incluye un electrodo que está soportado por el cuerpo de
30 antorcha. El electrodo tiene un cuerpo alargado hueco que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado. La antorcha también incluye un medio para acoplar superficies del tubo de refrigerante y el electrodo.

La invención, en otro aspecto, consigue errores de alineación reducidos en la alineación de ejes longitudinales respectivos de un electrodo y un tubo de refrigerante. El tubo de refrigerante tiene un cuerpo alargado que tiene un primer extremo, un segundo extremo y un paso de refrigerante que se extiende 5 a su través. El cuerpo alargado tiene una superficie localizada en una porción interior del cuerpo alargado adaptada para acoplarse a un electrodo.

La invención, en otro aspecto, consigue errores de alineación reducidos en la alineación de ejes longitudinales respectivos de un electrodo y un tubo de refrigerante. El tubo de refrigerante tiene un cuerpo alargado que tiene un 10 primer extremo, un segundo extremo y un paso de refrigerante que se extiende a su través. El cuerpo alargado tiene una superficie localizada sobre una porción exterior del cuerpo alargado adaptada para acoplarse a un electrodo y alinear ejes longitudinales respectivos del electrodo y el tubo de refrigerante.

En otro aspecto, la invención incluye un electrodo para una antorcha de 15 arco de plasma. El electrodo incluye un cuerpo alargado hueco que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado y una superficie localizada en una porción interior del cuerpo alargado adaptada para acoplarse a un tubo de refrigerante y alinear ejes longitudinales respectivos del electrodo y el tubo de refrigerante.

20 En otra realización, la invención ofrece una ventaja con respecto a los consumibles de antorcha de la técnica anterior (por ejemplo, tubo de refrigerante y electrodo) en el que una superficie de acoplamiento es la medida primaria para garantizar una alineación apropiada de los consumibles.

En otra realización, un aspecto de la superficie de acoplamiento sirve de 25 separador para aumentar la capacidad de alinear, por ejemplo, un tubo de refrigerante y el electrodo cuando el tubo de refrigerante y/o el electrodo se aseguran de forma fija a un cuerpo de antorcha.

Lo anterior y otros objetos, aspectos, características y ventajas de la invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción y de las 30 reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior y otros objetos, aspectos, características y ventajas de la

invención, además de la propia invención, se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción ilustrativa cuando se lee junto con los dibujos adjuntos que no tienen que escalarse necesariamente.

La FIG. 1 es una vista en sección transversal de un tubo de refrigerante
5 de la técnica anterior dispuesto en un electrodo laminado de forma hueca.

La FIG. 2A es una vista en sección transversal de un tubo de refrigerante según una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 2B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la
FIG. 2A.

10 La FIG. 3 es una vista en sección transversal de un electrodo según una
realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 4A es una vista lateral esquemática de un tubo de refrigerante
según una realización ilustrativa de la invención.

15 La FIG. 4B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la
FIG. 4A.

La FIG. 5A es una vista lateral esquemática de un tubo de refrigerante
según una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 5B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la
FIG. 5A.

20 La FIG. 6A es una vista lateral esquemática de un tubo de refrigerante
según una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 6B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la
FIG. 6A.

25 La FIG. 7A es una vista lateral esquemática de un tubo de refrigerante
según una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 7B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la
FIG. 7A.

La FIG. 8A es una vista lateral esquemática de un tubo de refrigerante
según una realización ilustrativa de la invención.

30 La FIG. 8B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la
FIG. 8A.

La FIG. 9A es una vista lateral esquemática de un tubo de refrigerante

según una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 9B es una vista desde un extremo del tubo de refrigerante de la FIG. 9A.

La FIG. 10 es una vista lateral esquemática de un electrodo según una 5 realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 11 es una sección transversal parcial de una antorcha de arco de plasma que incorpora un tubo de refrigerante y el electrodo de la invención.

Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

La FIG. 1 ilustra un tubo de refrigerante de la técnica anterior dispuesto 10 en un electrodo laminado de forma hueca adecuado para uso en una antorcha de alta definición (por ejemplo, la antorcha HD-3070 fabricada por Hypertherm, Inc.). El electrodo 10 tiene un cuerpo 12 de cobre cilíndrico. El cuerpo 12 se extiende a lo largo de una línea 14 de centrado del electrodo 10, que es común a la antorcha cuando el electrodo está instalado en su interior. El electrodo 15 puede asegurarse de forma sustituible en un bloque de cátodo (no mostrado) en la antorcha (no mostrada) por un ajuste de interferencia. Alternativamente pueden disponerse roscas (no mostradas) a lo largo de un extremo 16 superior del electrodo 10 para asegurar de forma sustituible el electrodo 10 en el bloque de cátodo. Un reborde 18 tiene una cavidad 20 anular orientada hacia afuera 20 para recibir una junta 22 tórica que proporciona un sellado fluido. El extremo 24 del fondo del electrodo se estrecha hasta una superficie 26 de extremo generalmente plano.

Un taladro 28 está taladrado en el extremo 24 del fondo del cuerpo 12 a lo largo de la línea 14 de centrado. Una inserción 30 generalmente cilíndrica, 25 hecha de un material de alta emisividad termoiónica (por ejemplo, hafnio) está ajustada a presión en el taladro 28. La inserción 30 se extiende axialmente por el extremo 24 del fondo hasta un interior 34 hueco del electrodo 10. Una superficie 32 de emisión está localizada a lo largo de la cara del extremo de la inserción 30 y puede exponerse a gas de plasma en la antorcha. La superficie 30 32 de emisión puede ser inicialmente plana o puede estar inicialmente moldeada para definir una cavidad en la inserción 30.

Un tubo 36 de refrigerante está dispuesto en el interior 34 hueco

adyacente a la superficie 38 interior del cuerpo 12 y la superficie 40 interior del extremo 24 del fondo. El tubo 36 es hueco, generalmente cilíndrico, de paredes delgadas y define un paso 41 de refrigerante de gran diámetro. El tubo de refrigerante puede asegurarse de forma sustituible en una antorcha (no mostrada) por roscas o un ajuste de interferencia. A modo de ejemplo, los tubos de refrigerante comercializados por Hypertherm, Inc. tienen un diámetro de paso de refrigerante de aproximadamente tres a aproximadamente cuatro milímetros y están posicionados a menos de aproximadamente un milímetro desde la superficie interior de una cavidad 44 anular opuesta a la cara 26 del extremo del electrodo para proporcionar suficiente refrigeración.

El tubo 36 introduce un flujo 42 de refrigerante por el paso 41, tal como agua, que circula a través de la superficie 40 interior del extremo 24 del fondo y a lo largo de la superficie interior 38 del cuerpo 12. El electrodo está laminado de forma hueca porque incluye la cavidad 44 anular formada en la superficie 40 interior del extremo 24 del fondo. La cavidad 44 aumenta el área superficial del cuerpo del electrodo expuesto al refrigerante y mejora la velocidad de flujo del refrigerante a través de la superficie 40 interior del cuerpo 12. El electrodo, alternativamente, puede “laminarse en hueco” de forma que no defina la cavidad 44 anular. El flujo 42 sale del electrodo 10 mediante un paso 46 anular definido por el tubo 36 y la superficie 38 interior del cuerpo 12. A modo de ejemplo, si el tubo 36 se usa en un corte de antorcha a 100 amperios, el flujo de refrigerante es 1,0 galones/minuto.

Durante la vida de servicio del electrodo 10, el material de la inserción se desgasta formando un hoyo de profundidad creciente en el taladro 28. La calidad del corte de la antorcha normalmente se degrada conjuntamente con el desgaste de la inserción. Si la inserción 30 ha formado un hoyo de profundidad suficiente, se produce una condición de apagado. Debido a la proximidad del tubo 36 a la superficie 40 interior del extremo 24 del fondo del electrodo 10, el arco puede unirse al tubo durante una condición de apagado. El tubo 36 se daña por el arco y requiere sustitución. Para evitar la degradación de la calidad del corte y/o el apagado, un operador normalmente sustituye el electrodo a intervalos frecuentes. Además, los fabricantes de sistemas de antorchas de

arco de plasma generalmente recomiendan la sustitución a ciertos niveles de desgaste de la inserción para minimizar la posibilidad de apagado.

El flujo 42 de refrigerante a través de la superficie de la inserción 30 está afectado por la alineación del tubo de refrigerante con respecto al inserto y, por tanto, el electrodo. Si la salida del tubo de refrigerante está desalineada (por ejemplo, longitudinalmente y/o radialmente) con respecto a la superficie 40 interior del electrodo 10, el refrigerante 42 liberado por el tubo 36 no refrigerará suficientemente la inserción 30. Se ha determinado empíricamente que el uso repetido de una antorcha que tiene un tubo de refrigerante desalineado con respecto al electrodo 10 hace que la inserción se desgaste más rápidamente.

Las FIGS. 2A y 2B ilustran una realización de un tubo 136 de refrigerante que incorpora los principios de la invención. El tubo 136 tiene un cuerpo 152 alargado con un primer extremo 154 y un segundo 156 extremo y define una línea 146 de centrado o eje longitudinal. Un paso 141 de refrigerante se extiende por el cuerpo 152 alargado. El primer extremo 154 del tubo 136 tiene un primer orificio 210 en comunicación fluida con el paso 141. El segundo extremo 156 tiene un segundo orificio 206 en comunicación fluida con el paso 141. Según un aspecto de la invención, el tubo 136 tiene una superficie 160 de acoplamiento localizada sobre una superficie 162 exterior del cuerpo 152 alargado. La superficie 160 de acoplamiento se diseña para acoplarse a una superficie de acoplamiento correspondiente de un electrodo de una antorcha de plasma.

La superficie 160 de acoplamiento se diseña para permitir la alineación fidedigna y repetible del eje 146 longitudinal del tubo 136 de refrigerante y un eje longitudinal tal como el eje 114 longitudinal del electrodo 110 de la FIG. 3. La superficie de acoplamiento puede alinear los ejes longitudinales respectivos del tubo 136 de refrigerante y el electrodo de forma que los ejes longitudinales estén alineados al menos sustancialmente concéntricamente. Además o provisionalmente, la superficie de acoplamiento puede alinear los ejes longitudinales respectivos del tubo 136 de refrigerante y el electrodo de forma que el tubo 136 de refrigerante y el electrodo estén alineados al menos sustancialmente concéntricamente, contemplándose así la alineación

preferencial del tubo 136 de refrigerante con respecto al electrodo.

El tubo de refrigerante no está unido de forma rígida al cuerpo de antorcha o el electrodo. Por tanto, puede producirse una desalineación aceptable mínima entre los ejes longitudinales respectivos del tubo 136 de refrigerante y el electrodo en realizaciones de la invención en las que el tubo 136 de refrigerante no está unido de forma rígida al cuerpo de antorcha o el electrodo.

El tubo 136 puede localizarse de forma sustituible dentro de un cuerpo de antorcha (véase la FIG. 11). El cuerpo 152 del tubo 136 tiene un reborde 170 que tiene una cavidad 172 anular orientada hacia afuera para recibir una junta 174 tórica. La junta 174 tórica proporciona un sellado fluido con el cuerpo de antorcha (véase la FIG. 11), a la vez que generalmente permite el movimiento del tubo 136 a lo largo de la dimensión longitudinal del cuerpo 152 del tubo 136.

La superficie 160 de acoplamiento del tubo 136, en este aspecto de la invención, tiene tres rebordes 166a, 166b y 166c (generalmente 166) distribuidos alrededor de la superficie 162 exterior del cuerpo 152 alargado del tubo 136. Los rebordes 166 están generalmente igualmente separados alrededor de la superficie 162 exterior. En otras realizaciones, los rebordes 166 podrían ser de cualquier número, forma o estar separados de otro modo alrededor del exterior como todavía puede permitir la superficie 160 para acoplarse a una superficie de acoplamiento de un electrodo. La superficie 160, los rebordes 166 y/o las partes de los mismos podrían formarse como una porción integral del tubo 136 de refrigerante, por ejemplo, mecanizando o colando el tubo 136. La superficie 160, los rebordes 166 y/o las partes de los mismos podrían fabricarse alternativamente por separado a partir del tubo 136 y ensamblarse o unirse al tubo, por ejemplo, mediante un adhesivo adecuado o cierre mecánico.

La FIG. 3 ilustra una realización de un electrodo 110 que incorpora los principios de la invención. El electrodo 110 tiene un cuerpo 112 de cobre alargado generalmente cilíndrico. El cuerpo 112 generalmente se extiende a lo largo de una línea 114 de centrado o eje longitudinal del electrodo 110 que es

común a la antorcha (no mostrada) cuando el electrodo 110 se instala en su interior. Las roscas 176 dispuestas a lo largo de un extremo 116 superior del electrodo 110 pueden asegurarse de forma sustituible al electrodo 110 en un bloque de cátodo (no mostrado) de la antorcha (no mostrada). Un reborde 118 5 tiene una cavidad 120 anular orientada hacia afuera para recibir una junta 122 tórica que proporciona un sellado fluido con el cuerpo de antorcha (no mostrado).

Un orificio 128 taladrado o taladro está localizado en un extremo 124 del fondo del cuerpo del electrodo 112 a lo largo de la línea 114 de centrado. Una 10 inserción 130 generalmente cilíndrico hecha de un material de alta emisión termoiónica (por ejemplo, hafnio) está ajustada a presión en el orificio 128. La inserción 130 se extiende axialmente hacia un interior 134 hueco del electrodo 110. Una superficie de emisión 132 está localizada a lo largo de una cara del extremo de la inserción 130 y puede exponerse a gas de plasma en la 15 antorcha. El electrodo está laminado de forma hueca porque incluye una cavidad 144 anular formada en la superficie 140 interior del extremo 124 del fondo. La cavidad 144 aumenta el área superficial del cuerpo del electrodo expuesto al refrigerante y mejora la velocidad de flujo del refrigerante a través de la superficie 140 interior del cuerpo 112. Alternativamente, el electrodo 20 puede laminarse en hueco de forma que no defina una cavidad 144 anular.

Una superficie 164 se proporciona en una superficie 138 interna del cuerpo del electrodo 112 y la superficie 164 está adaptada para acoplarse a una superficie correspondiente tal como la superficie 160 del tubo 136 de refrigerante de la FIG. 2A. La superficie 164 del electrodo 110 puede formarse 25 sobre la superficie 138 interior mediante mecanizado o un procedimiento de fabricación adecuado alternativo.

En una realización alternativa de la invención, como se ilustra en las FIGS. 4A y 4B, la superficie 160 del tubo 136 de refrigerante tiene cuatro elementos 208a, 208b, 208c y 208d (generalmente 208) esféricos. Los cuatro 30 elementos 208 están adaptados para acoplarse a una superficie de un electrodo de antorcha de arco de plasma. Alternativamente, la forma de los elementos podría ser cualquier forma geométrica (por ejemplo, elipsoide, forma

de diamante o cilíndrica) que fuera compatible con el acoplamiento a una superficie correspondiente de un electrodo y promover la refrigeración adecuada del electrodo.

En una realización alternativa de la invención, como se ilustra en las 5 FIGS. 5A y 5B, la superficie 160 del tubo 136 de refrigerante tiene una pluralidad de ranuras 210 localizadas en el segundo extremo 156 del tubo 136. Las ranuras 232 están adaptadas para permitir que el refrigerante salga fuera del paso 141. En esta realización, el segundo extremo 156 del tubo 136 se pone en contacto con una superficie interna de una pared del electrodo tal 10 como la superficie 218 interna del electrodo 110 de la FIG. 3. Las ranuras 232 permiten el flujo de refrigerante adecuado a través de la superficie 140 interior del electrodo 110.

En una realización alternativa de la invención, como se ilustra en las FIGS. 6A y 6B, la superficie 160 del tubo 136 de refrigerante tiene un cuerpo 15 212 de diámetro alargado con respecto al cuerpo 152 del tubo 136. El cuerpo 212 tiene cuatro surcos 214 orientados a lo largo de la longitud del cuerpo 152 del tubo 136. El cuerpo 212 de diámetro alargado está adaptado para acoplarse a una superficie de un electrodo de antorcha de arco de plasma.

En una realización alternativa de la invención, como se ilustra en las 20 FIGS. 7A y 7B, la superficie 160 del tubo 136 de refrigerante tiene un contorno que tiene una conicidad lineal. La conicidad lineal disminuye en diámetro desde el primer extremo 154 hacia el segundo extremo 156. El contorno de la superficie 160 está adaptado para acoplarse a una superficie interna de un electrodo tal como la superficie 214 de la superficie 138 interna del electrodo 25 110 de la FIG. 10.

En una realización alternativa de la invención, como se ilustra en la FIG. 10, la superficie 164 de la superficie 138 interna del electrodo 110 tiene un contorno que tiene una conicidad lineal que está adaptada para acoplarse a la superficie 160 de un tubo de refrigerante tal como el tubo 136 de refrigerante 30 de la FIG. 7A.

En una realización alternativa de la invención como se ilustra en las FIGS. 8A y 8B, el tubo 136 de refrigerante tiene dos superficies 160a y 160b.

Las superficies 160a y 160b están adaptadas para acoplarse a superficies correspondientes de un electrodo de una antorcha de arco de plasma. La superficie 160a tiene cuatro rebordes 166a, 166b, 166c y 166d igualmente separados alrededor del diámetro externo del cuerpo 152 del tubo 136. La 5 superficie 160b tiene cuatro rebordes 166e, 166f, 166g y 166h (no mostrados) igualmente separados alrededor del diámetro externo del cuerpo 152 del tubo 136.

En otra realización de la invención, como se ilustra en las FIGS. 9A y 9B, el tubo 136 de refrigerante tiene una superficie 160 localizada sobre una 10 superficie 250 interior del cuerpo 152 del tubo 136. La superficie 160 está adaptada para acoplarse a una superficie interior tal como la superficie 140 interior del electrodo 110 de la FIG. 3. La superficie 160 tiene cuatro rebordes 240 igualmente separados alrededor del diámetro interno del cuerpo 152 del tubo 136. Los rebordes 240 ponen en contacto la superficie 140 interior del 15 electrodo 110 cuando está localizada dentro de una antorcha de arco de plasma. A modo de ejemplo, el electrodo 110 puede asegurarse en el cuerpo de una antorcha de arco de plasma de forma que la superficie 140 interior del electrodo 110 se acople a la superficie 160 y los rebordes 240 del tubo 136, alineándose así los ejes longitudinales respectivos del tubo 136 y el electrodo 20 136 y limitando el movimiento del tubo 136 con respecto al electrodo 110.

La FIG. 11 muestra una parte de una antorcha 180 de arco de plasma de alta definición que puede utilizarse para poner en práctica la invención. La antorcha 180 tiene un cuerpo 182 generalmente cilíndrico que incluye conexiones eléctricas, pasos para fluidos de refrigeración y fluidos de control 25 del arco. Un bloque 184 de ánodo está asegurado en el cuerpo 182. Una boquilla 186 está asegurada en el bloque 184 de ánodo y tiene un paso 188 central y un paso 190 de salida por el que un arco puede transferirse a una pieza (no mostrada). Un electrodo, tal como el electrodo 110 de la FIG. 3, está asegurado en un bloque 192 de cátodo en una relación separada con respecto 30 a la boquilla 186 para definir una cámara 194 de plasma. El gas de plasma alimentado desde un anillo 196 de turbulencia se ioniza en la cámara 194 de plasma para formar un arco. Un tapón 198 refrigerado con agua está roscado

sobre el extremo inferior del bloque 184 de ánodo, y un tapón 200 secundario está roscado sobre el cuerpo 182 de antorcha. El tapón 200 secundario sirve de escudo mecánico contra el metal proyectado durante las operaciones de perforación o corte.

5 Un tubo de refrigerante tal como el tubo 136 de refrigerante de la FIG. 2A está dispuesto en el hueco 134 interior del electrodo 110. El tubo 136 se extiende a lo largo de una línea 202 de centrado o eje longitudinal del electrodo 110 y la antorcha 180 cuando el electrodo 110 está instalado en la antorcha 180. El tubo 136 está localizado dentro del bloque 192 de cátodo de manera
10 que el tubo 136 es generalmente libre para moverse a lo largo de la dirección del eje 202 longitudinal de la antorcha 180. Un extremo 204 superior del tubo 136 está en comunicación fluida con un suministro de refrigerante (no mostrado). El flujo de refrigerante se desplaza por el paso 141 y sale de un orificio 206 localizado en un segundo extremo 156 del tubo 136. El refrigerante
15 impacta con la superficie 140 interior del extremo 124 del fondo del electrodo 110 y circula a lo largo de la superficie 138 interior del cuerpo del electrodo 112. El flujo de refrigerante sale del electrodo 110 por el paso 134 anular definido por el tubo 136 y la superficie interior 138 del electrodo.

En funcionamiento, debido a que el tubo 136 de refrigerante no está
20 fijado de forma rígida al bloque de cátodo 180 en esta realización de la invención, el flujo o la presión hidrostática del fluido refrigerante actúa para sesgar el tubo 136 hacia un extremo 124 del fondo del electrodo 110. Alternativamente puede usarse un elemento de resorte (por ejemplo, resorte linear o ballesta) para sesgar el tubo 136 hacia el electrodo 110.
25 Alternativamente, el electrodo 110 puede roscarse en el cuerpo de antorcha hasta que las superficies 160 y 164 del tubo 136 y el electrodo 110, respectivamente, se acoplen entre sí, sesgándose así las superficies 160 y 164 juntas. El tubo 136 de refrigerante tiene una superficie 160 localizada sobre una superficie 162 exterior del cuerpo 152 de tubo. La superficie 160 está adaptada
30 para acoplarse a una superficie 164 localizada sobre una superficie 138 interior del cuerpo 112 del electrodo. Las superficies 160 y 164 del tubo 136 y el electrodo 110, respectivamente, se acoplan entre sí para alinearse con la

posición del tubo 136 con respecto al electrodo 110 durante el funcionamiento de la antorcha. El tubo 136 y el electrodo 110 están alineados longitudinalmente, además de radialmente, en este aspecto de la invención.

Las variaciones, modificaciones y otras implementaciones de lo que se describe en este documento se producirán por aquellos expertos sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un tubo de refrigerante (136) para una antorcha de arco de plasma, comprendiendo el tubo de refrigerante:
 - 5 un cuerpo alargado (152) que tiene un primer extremo (154), un segundo extremo (156) y un paso de refrigerante (141) que se extiende a su través; y una superficie (160) localizada sobre una porción exterior (162) del cuerpo alargado;
caracterizado porque:
 - 10 la superficie localizada sobre la porción exterior del cuerpo alargado está adaptada para acoplarse a y alinearse con un electrodo a lo largo de una dirección de un eje longitudinal (146) del cuerpo alargado, y el cuerpo alargado no está unido de forma rígida a un cuerpo de antorcha o al electrodo durante el funcionamiento de la antorcha, de manera que el tubo es generalmente libre
 - 15 para moverse a lo largo de la dirección del eje longitudinal de la antorcha, y el electrodo y la superficie (160) localizada sobre la porción exterior (162) del cuerpo alargado del tubo de refrigerante pueden sesgarse en contacto entre sí de manera que se acoplen y se alineen a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del electrodo.
 - 20 2. El tubo de la reivindicación 1, en el que la superficie (160) comprende al menos uno o más de un contorno, escalón o reborde (166a, 166b, 166c).
 - 25 3. El tubo de la reivindicación 2, en el que el contorno comprende una conicidad lineal.
 4. El tubo de la reivindicación 1, en el que la superficie (160) tiene un cuerpo de diámetro alargado integrado en el cuerpo alargado.
 - 30 5. El tubo de la reivindicación 4, en el que el cuerpo de diámetro alargado tiene un diámetro variable.

6. El tubo de la reivindicación 1, en el que la superficie está localizada en una región entre el primer extremo (154) y el segundo extremo (156).

7. El tubo de la reivindicación 1, en el que la superficie está localizada en
5 un extremo del cuerpo alargado.

8. Un electrodo (110) para una antorcha de arco de plasma,
comprendiendo el electrodo:

un cuerpo alargado hueco (112) que tiene un extremo abierto y un
10 extremo cerrado; y

una superficie (164) localizada en una porción interior (138) del cuerpo
alargado;

caracterizado porque:

la superficie localizada sobre la porción interior del cuerpo alargado está
15 adaptada para acoplarse a y alinearse con un tubo de refrigerante a lo largo de
una dirección de un eje longitudinal del tubo de refrigerante, y el tubo de
refrigerante no está unido de forma rígida a un cuerpo de antorcha o al
electrodo durante el funcionamiento de la antorcha, de manera que el tubo es
generalmente libre para moverse a lo largo de la dirección del eje longitudinal
20 de la antorcha, y el tubo de refrigerante y la superficie (164) localizada sobre la
porción exterior (138) del cuerpo alargado del electrodo pueden sesgarse en
contacto entre sí de manera que se acoplen y se alineen a lo largo de una
dirección de un eje longitudinal del electrodo.

25 9. El electrodo de la reivindicación 8, en el que la superficie (164)
comprende al menos uno o más de un contorno, escalón o reborde.

10. El electrodo de la reivindicación 9, en el que el contorno comprende una
conicidad lineal.

30

11. El electrodo de la reivindicación 8, en el que la superficie (164) tiene un
cuerpo de diámetro reducido integrado en el cuerpo alargado.

12. El electrodo de la reivindicación 11, en el que el cuerpo de diámetro reducido tiene un diámetro variable.

13. Una antorcha de arco de plasma que comprende:

5 un cuerpo de antorcha (182);
 un tubo de refrigerante (136), comprendiendo el tubo un cuerpo alargado (152) que tiene un primer extremo (154), un segundo extremo (156) y un paso de refrigerante (141) que se extiende a su través, y una superficie (160) localizada sobre una porción exterior (162) del cuerpo alargado; y

10 un electrodo (110) soportado por el cuerpo de antorcha, comprendiendo el electrodo un cuerpo alargado hueco (112) que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado, y una superficie (164) localizada sobre una porción interior (138) del cuerpo alargado;

 caracterizado porque:

15 la superficie localizada sobre la porción interior del cuerpo del electrodo alargado está adaptada para acoplarse a y alinearse con el tubo de refrigerante a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del tubo de refrigerante, y el cuerpo alargado del tubo de refrigerante no está unido de forma rígida a un cuerpo de antorcha o al electrodo durante el funcionamiento de la antorcha, de

20 manera que el tubo es generalmente libre para moverse a lo largo de la dirección del eje longitudinal de la antorcha, y el tubo de refrigerante (136) y la superficie (164) localizada sobre la porción interior (138) del cuerpo alargado del electrodo pueden sesgarse en contacto entre sí de manera que se acoplen y se alineen a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del electrodo.

25

14. La antorcha de la reivindicación 13, en la que al menos una de las superficies (160, 164) comprende al menos uno o más de un contorno, escalón o reborde (166a, 166b, 166c).

30 15. La antorcha de la reivindicación 14, en la que el contorno comprende una conicidad lineal.

16. La antorcha de la reivindicación 13, en la que la superficie (160) del tubo tiene un cuerpo de diámetro alargado integrado en el cuerpo alargado del tubo, y la superficie del electrodo (164) tiene un cuerpo de diámetro reducido integrado en el cuerpo alargado del electrodo.

5

17. La antorcha de la reivindicación 16, en la que al menos uno de los cuerpos integrados tiene un diámetro variable.

18. La antorcha de la reivindicación 13, en la que los ejes longitudinales son
10 al menos uno o más de sustancialmente concéntricamente alineados, radialmente alineados o circunferencialmente alineados.

19. Un procedimiento de localizar un tubo de refrigerante (136) con respecto
a un electrodo (110) en una antorcha de arco de plasma que comprende las
15 etapas de:

proporcionar superficies de contacto de acoplamiento (160, 164) sobre el electrodo y el tubo de refrigerante; y

sesgar el electrodo y el tubo de refrigerante en contacto, en el que un segundo extremo del tubo de refrigerante no se pone en contacto con una
20 superficie interna de la pared del electrodo,

caracterizado porque el tubo de refrigerante no está unido de forma rígida a un cuerpo de antorcha o al electrodo durante el funcionamiento de la antorcha, de manera que el tubo es generalmente libre para moverse a lo largo de la dirección del eje longitudinal de la antorcha, y el electrodo (110) y la
25 superficie (160) localizada sobre la porción exterior (162) del cuerpo alargado del tubo de refrigerante pueden sesgarse en contacto entre sí de manera que se acoplen y se alineen a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del electrodo.

30 20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que el sesgado es provocado por la presión hidrostática del refrigerante.

21. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que el sesgado es provocado por un elemento de resorte.
22. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que el sesgado es provocado por el roscado del electrodo en la antorcha.
23. Una antorcha de arco de plasma (180) que comprende:
 - un cuerpo de antorcha (182);
 - un electrodo (110) soportado por el cuerpo de antorcha, comprendiendo el electrodo un cuerpo alargado hueco (112) que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado;
 - un tubo de refrigerante (136), comprendiendo el tubo un cuerpo alargado (152) que tiene un primer extremo (154), un segundo extremo (156) y un paso de refrigerante (141) que se extiende a su través, y
- 15 medios para alinear superficies de acoplamiento (160, 164) del tubo de refrigerante y el electrodo a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del tubo,
 - caracterizado porque:
 - los medios para alinear comprenden una superficie de acoplamiento sobre la superficie interna del tubo de refrigerante; y
 - el cuerpo alargado del tubo de refrigerante no está unido de forma rígida al cuerpo de antorcha o al electrodo durante el funcionamiento de la antorcha, de manera que el tubo es generalmente libre para moverse a lo largo de la dirección del eje longitudinal de la antorcha, y
- 25 el electrodo y la superficie (160) localizada sobre la porción exterior (162) del cuerpo alargado del tubo de refrigerante pueden sesgarse en contacto entre sí de manera que se acoplen y se alineen a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del electrodo.
- 30 24. La antorcha de la reivindicación 23, en la que los medios para alinear comprenden una superficie de acoplamiento (164) sobre la superficie interna del electrodo.

25. Un tubo de refrigerante para una antorcha de arco de plasma, comprendiendo el tubo de refrigerante:

un cuerpo alargado que tiene un primer extremo, un segundo extremo y una superficie interior y un paso de refrigerante que se extiende a su través;

5 caracterizado porque

el cuerpo alargado no está unido de forma rígida a un cuerpo de antorcha o a un electrodo durante el funcionamiento de la antorcha; y la superficie interior del cuerpo alargado está adaptada para acoplarse a y alinearse con el electrodo a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del
10 electrodo, de manera que el tubo es generalmente libre para moverse a lo largo de la dirección del eje longitudinal de la antorcha, y el electrodo y la superficie localizada sobre la porción interior del cuerpo alargado pueden sesgarse en contacto entre sí de manera que se acoplen y se alineen a lo largo de una dirección de un eje longitudinal del electrodo.

15

26. El electrodo de la reivindicación 8, en el que la superficie está localizada entre los dos extremos del cuerpo alargado.

20

27. El electrodo de la reivindicación 8, en el que la superficie comprende uno o más de un contorno, escalón o reborde y está adaptado para poner en contacto y alinear sustancialmente al menos uno de concéntricamente, radialmente o circunferencialmente a lo largo de un eje longitudinal del cuerpo con una superficie de acoplamiento sobre una superficie exterior de un tubo de refrigerante.

25

28. El electrodo de la reivindicación 27, en el que la superficie comprende un contorno que comprende una conicidad lineal.

30

29. El electrodo de la reivindicación 27, en el que la superficie está localizada entre los dos extremos del cuerpo.

30. El electrodo de la reivindicación 27, en el que la superficie limita el

movimiento del electrodo con respecto al tubo de refrigerante.

31. El electrodo de la reivindicación 8 que comprende además al menos uno de un contorno, escalón o reborde localizado sobre la superficie para poner en contacto y alinear sustancialmente al menos uno de concéntricamente, radialmente o circunferencialmente con una superficie de acoplamiento sobre una superficie exterior del tubo de refrigerante.
- 10 32. La antorcha de la reivindicación 13, en la que la superficie del cuerpo del electrodo comprende uno o más de un contorno, escalón o reborde y está adaptado para poner en contacto y alinear sustancialmente al menos uno de concéntricamente, radialmente o circunferencialmente a lo largo de un eje longitudinal del cuerpo del electrodo con una superficie de acoplamiento sobre la superficie exterior del tubo de refrigerante.
- 15 33. El electrodo de la reivindicación 8, en el que la superficie está localizada entre los dos extremos del cuerpo alargado y está adaptada para limitar el movimiento del electrodo con respecto al tubo de refrigerante.

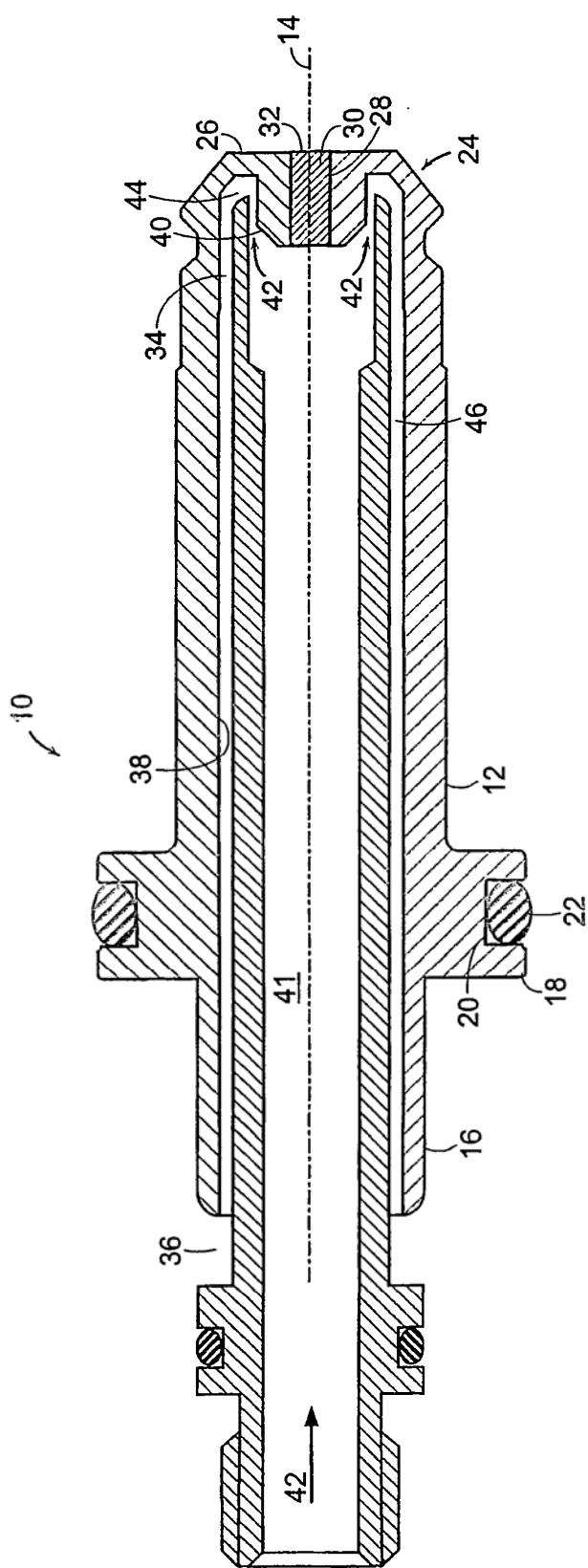
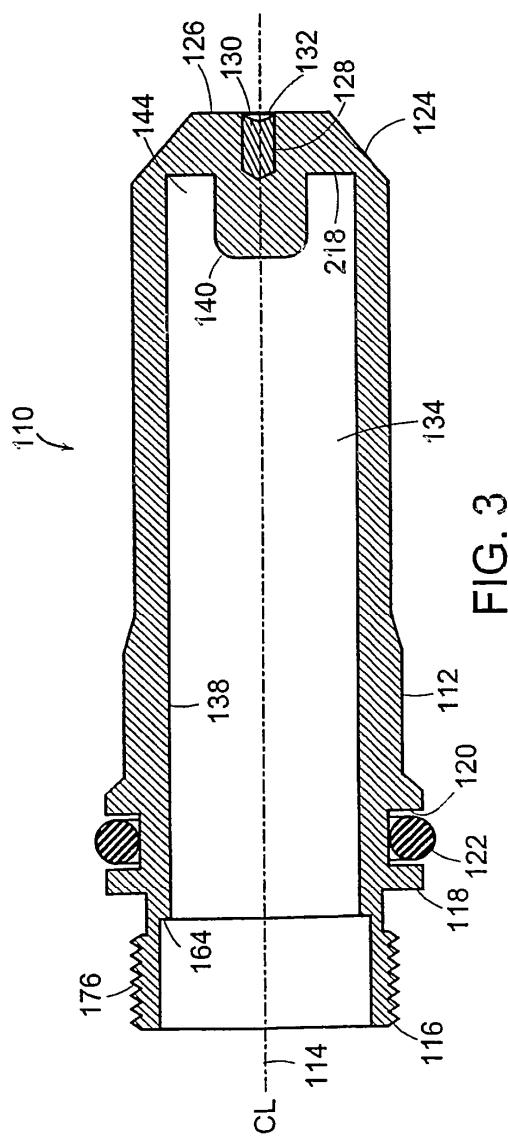
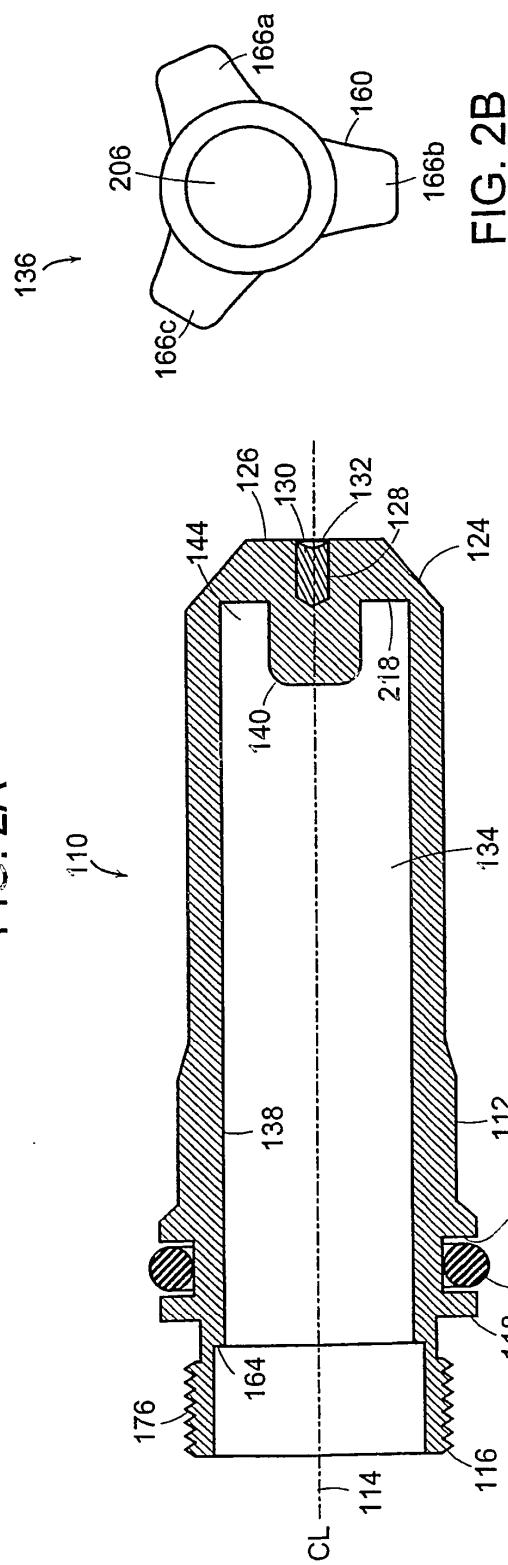
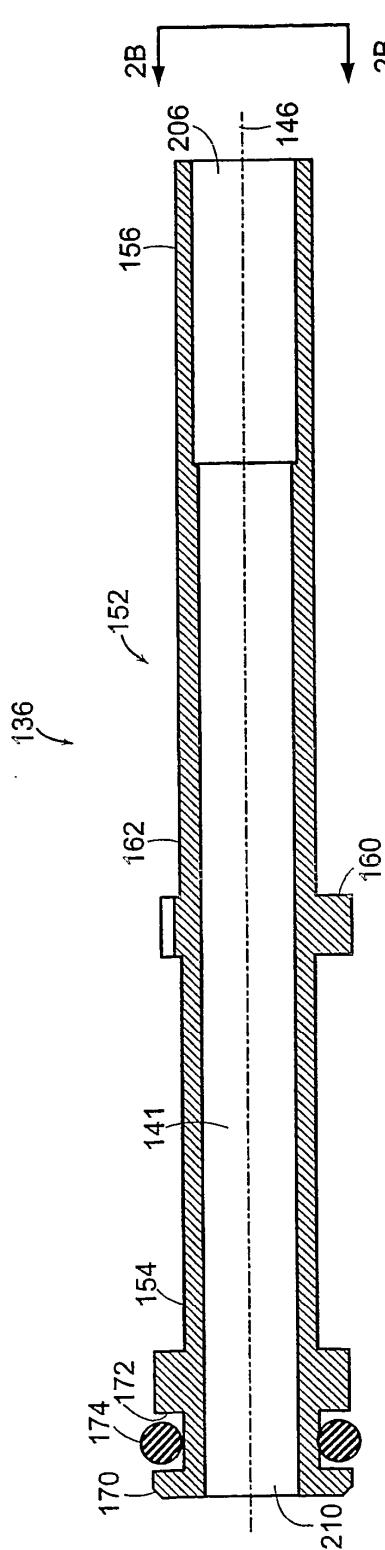


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR



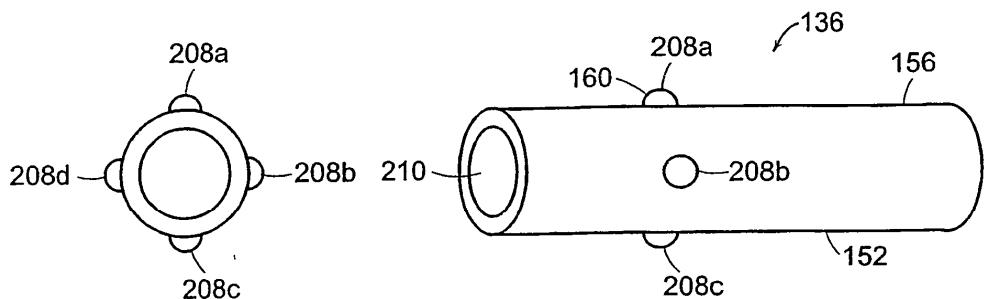


FIG. 4B

FIG. 4A

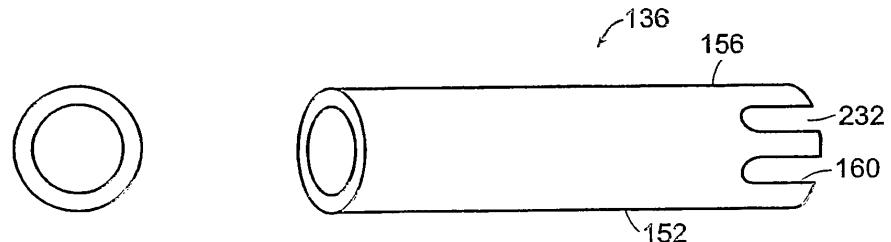


FIG. 5B

FIG. 5A

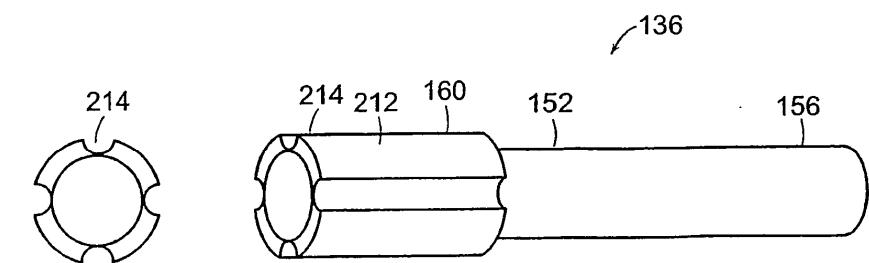


FIG. 6B

FIG. 6A

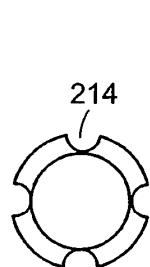


FIG. 7B

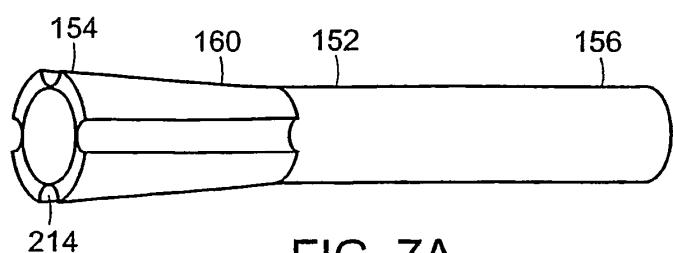


FIG. 7A

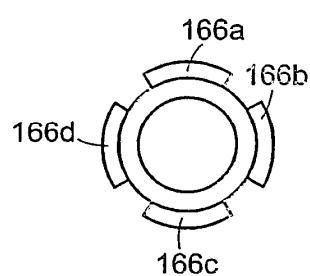


FIG. 8B

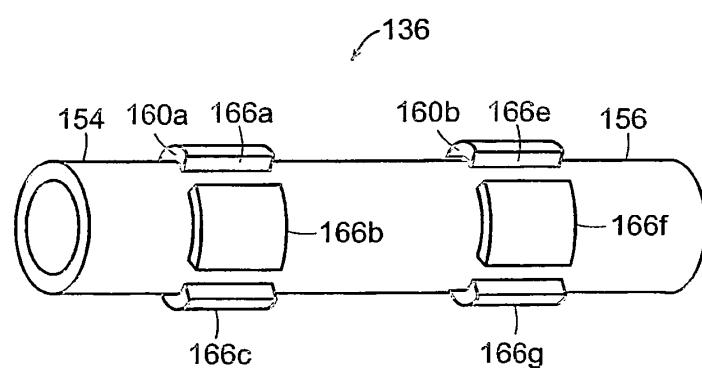


FIG. 8A

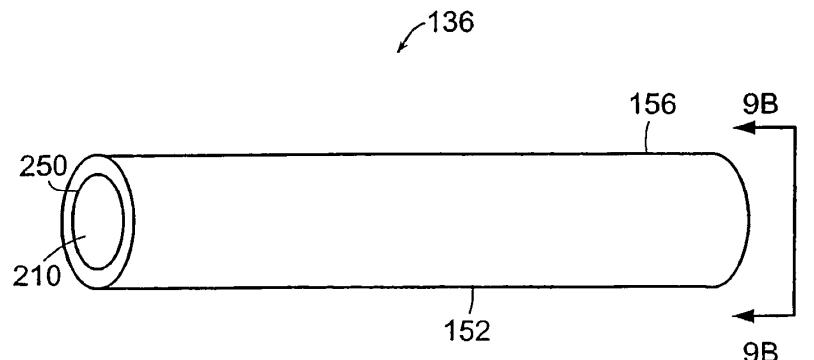


FIG. 9A

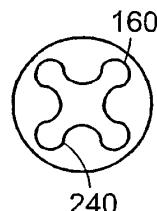


FIG. 9B

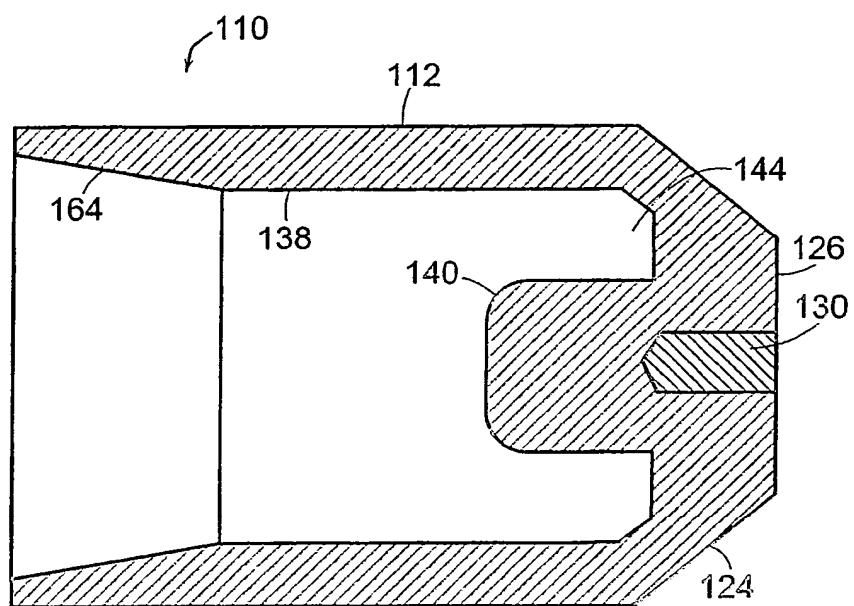


FIG. 10

30

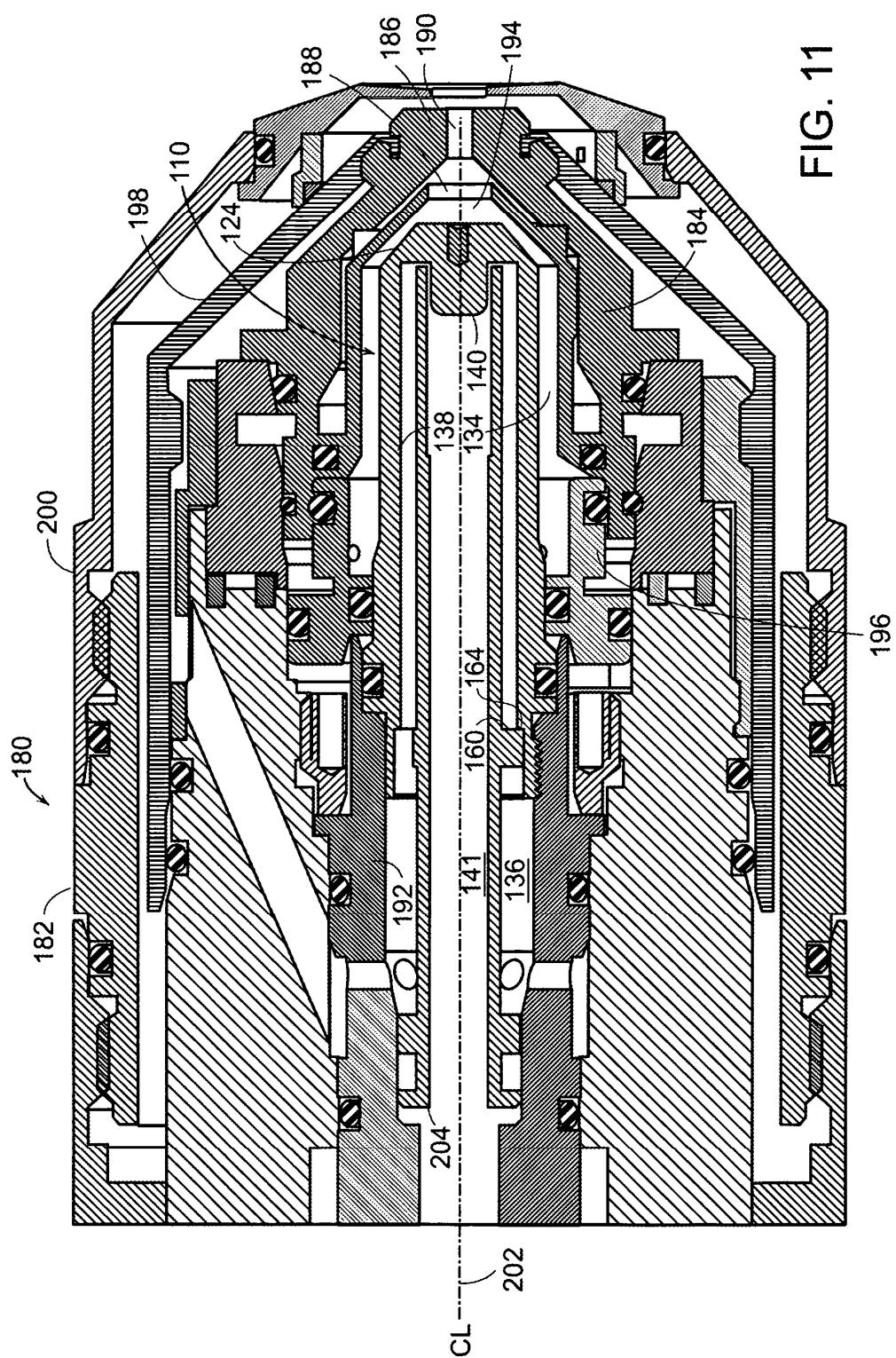


FIG. 11