

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 644**

51 Int. Cl.:

**H05H 1/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2010 PCT/DE2010/000325**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2010 WO10115397**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2010 E 10720245 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2417840**

54 Título: **Tubos de refrigeración, portaelectrodos y electrodo para un soplete de arco de plasma y conjuntos fabricados de los mismos y un soplete de arco de plasma que comprende los mismos**

30 Prioridad:

**08.04.2009 DE 102009016932**

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

**28.05.2018**

73 Titular/es:

**KJELLBERG FINSTERWALDE PLASMA UND  
MASCHINEN GMBH (100.0%)  
Oscar-Kjellberg-Strasse 20  
03238 Finsterwalde**

72 Inventor/es:

**LAURISCH, FRANK;  
KRINK, VOLKER y  
REINKE, RALF-PETER**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 669 644 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 Tubos de refrigeración, portaelectrodos y electrodo para un soplete de arco de plasma y conjuntos fabricados de los mismos y un soplete de arco de plasma que comprende los mismos

La presente invención se refiere a tubos de refrigeración, portaelectrodos y electrodos para un soplete de arco de plasma y conjuntos fabricados de los mismos y un soplete de arco de plasma que comprende los mismos.

10 El plasma se entiende como un gas eléctricamente conductor muy caliente que consiste en iones positivos y negativos, electrones y átomos y moléculas excitados y neutros.

15 Se usan diversos gases como gas de plasma, por ejemplo, el argón monoatómico y/o los gases diatómicos, hidrógeno, nitrógeno u oxígeno, o aire. Estos gases se ionizan y se disocian debido a la energía de un arco. El arco, constreñido por una boquilla, se denomina entonces chorro de plasma.

Los parámetros del chorro de plasma pueden verse muy influenciados por la configuración de la boquilla y el electrodo. Estos parámetros del chorro de plasma son, por ejemplo, el diámetro de haz, la temperatura, la densidad de energía y la velocidad de flujo del gas.

20 En el corte por plasma, por ejemplo, el plasma se constriñe por una boquilla que puede refrigerarse con gas o refrigerarse con agua. Esto hace posible alcanzar densidades de energía de hasta  $2 \times 10^6$  W/cm<sup>2</sup>. Las temperaturas en el chorro de plasma pueden alcanzar los 30.000 °C y, junto con la alta velocidad de flujo del gas, producen velocidades de corte muy altas en los materiales.

25 Debido a la alta carga térmica en la boquilla, la boquilla se fabrica, en general, de un material metálico, preferentemente cobre debido a su alta conductividad eléctrica y conductividad térmica. Lo mismo se aplica al electrodo, aunque este también puede fabricarse de plata. A continuación, la boquilla se inserta en un soplete de arco de plasma, denominado soplete de plasma, cuyos componentes principales son un cabezal de soplete de plasma, una tapa de boquilla, una parte de guía de gas de plasma, una boquilla, un retenedor de boquilla, un electrodo con una inserción de electrodo y, en los sopletes de plasma modernos, un retenedor de tapa de boquilla protectora y una tapa de boquilla protectora. El electrodo contiene, por ejemplo, una inserción de electrodo puntiaguda fabricada de tungsteno que es adecuado para su uso con gases no oxidantes, por ejemplo, una mezcla de argón e hidrógeno, como gas de plasma. Un denominado electrodo plano, cuya inserción de electrodo consiste, por ejemplo, en hafnio, también es adecuado para su uso con gases oxidantes, por ejemplo, aire u oxígeno, como gas de plasma.

35 Con el fin de lograr una larga vida útil para la boquilla y el electrodo, la refrigeración a menudo se realiza usando un líquido, por ejemplo agua, pero también es posible refrigerar usando un gas.

40 A ese respecto, se establece una distinción entre sopletes de plasma refrigerados con líquido y refrigerados con gas.

45 De acuerdo con la técnica anterior, el electrodo se fabrica de un material que tiene una buena conductividad eléctrica y térmica, por ejemplo cobre y plata o aleaciones de los mismos, y una inserción de electrodo que consiste en un material resistente a la temperatura, por ejemplo, tungsteno, zirconio o hafnio. Para gases de plasma que contienen oxígeno, puede usarse zirconio. Sin embargo, debido a sus mejores propiedades térmicas, el hafnio es más adecuado ya que su óxido es más resistente al calor.

50 Con el fin de lograr una larga vida útil para el electrodo, el material de alta temperatura se introduce como una inserción de emisión en el soporte, que se enfría a continuación. La forma más efectiva de refrigeración es la refrigeración con líquido.

55 Se conoce la disposición, en el soplete de plasma, de un electrodo internamente hueco y un tubo de refrigeración localizado en el mismo. En el documento DD 87 361, por ejemplo, el agua fluye a través del interior del tubo de refrigeración, enjuaga la base del electrodo y, a continuación, fluye de vuelta entre la cara interna del electrodo y la cara externa del tubo de refrigeración.

60 El electrodo tiene a menudo una zona cilíndrica o cónica que sobresale hacia dentro sobre la que sobresale el tubo de refrigeración. El líquido de refrigeración fluye alrededor de esta zona y se supone que garantiza un mejor intercambio de calor entre el electrodo y el líquido de refrigeración.

Sin embargo, el sobrecalentamiento del electrodo sigue siendo un problema, en particular cuando se usa durante largos períodos, que se muestra en forma de una fuerte decoloración del portaelectrodos, y en un quemado rápido de la inserción de electrodo.

65 Por lo tanto, la invención se basa en el objeto de evitar o al menos reducir el sobrecalentamiento del electrodo de los sopletes de arco de plasma.

5 De acuerdo con la invención, este objeto se logra con un tubo de refrigeración para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado que tiene un extremo que puede disponerse en el extremo abierto de un electrodo y un conducto de refrigerante que se extiende a través del mismo, caracterizado por que en dicho extremo hay una parte engrosada orientada hacia dentro y/o hacia fuera en forma de protuberancia de la pared del tubo de refrigeración.

10 Este objeto también se logra con un conjunto constituido por un tubo de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3 y un electrodo que tiene un cuerpo alargado hueco con un extremo abierto para disponer el extremo delantero de un tubo de refrigeración, y un extremo cerrado en el que la cara inferior del extremo abierto tiene una zona saliente sobre la que se extiende el extremo del tubo de refrigeración, y la parte engrosada se extiende en la dirección longitudinal al menos sobre la zona saliente.

15 Este objeto se logra adicionalmente con un tubo de refrigeración para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado con un extremo trasero que puede conectarse de manera desacoplable a un portaelectrodos de un soplete de arco de plasma y un conducto de refrigerante que se extiende a través de este cuerpo, caracterizado por que con el fin de conectar de manera desacoplable el extremo trasero a un portaelectrodos, se proporciona una rosca externa, con una cara externa cilíndrica adyacente a esta con el fin de centrar el tubo de refrigeración con respecto al portaelectrodos.

20 Este objeto se logra adicionalmente con un portaelectrodos para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado con un extremo para alojar un electrodo y un interior hueco, caracterizado por que en el interior hueco se proporciona una rosca interna en la que puede enroscarse un extremo trasero de un tubo de refrigeración, habiendo, adyacente a esta, una cara interna cilíndrica para centrar el tubo de refrigeración con respecto al portaelectrodos.

25 Este objeto también se logra con un conjunto de un tubo de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13 y un portaelectrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 a 16, en el que el tubo de refrigeración se ajusta a rosca en el portaelectrodos por medio de la rosca externa y la rosca interna.

30 Este objeto se logra de manera similar con un conjunto de un tubo de refrigeración para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado con un extremo trasero que puede conectarse de manera desacoplable a un portaelectrodos de un soplete de arco de plasma y un conducto de refrigerante que se extiende a través de este cuerpo, y un portaelectrodos para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado con un extremo para alojar un electrodo y un interior hueco, caracterizado por que se proporciona al menos un saliente en la cara externa del tubo de refrigeración con el fin de centrar el tubo de refrigeración en el portaelectrodos.

35 La presente invención proporciona además un electrodo para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado hueco con un extremo abierto para disponer el extremo delantero de un tubo de refrigeración en el mismo, y un extremo cerrado, teniendo el extremo abierto una rosca externa para acoplarse con la rosca interna de un portaelectrodos, caracterizado por que, adyacente a la rosca externa, hacia el extremo cerrado, hay una cara externa cilíndrica con el fin de centrar el electrodo con respecto al portaelectrodos.

40 Además, la presente invención proporciona un portaelectrodos para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado con un extremo, provisto de una rosca interna, para alojar un electrodo y un interior hueco, caracterizado por que una cara interna cilíndrica para centrar el electrodo con respecto al portaelectrodos es adyacente la rosca interna.

45 La presente invención proporciona además un conjunto de un electrodo de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 28 y un portaelectrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones 29 a 31, en el que el electrodo se ajusta a rosca en el portaelectrodos por medio de la rosca externa y la rosca interna.

50 De acuerdo con otro aspecto, este objeto se logra con un soplete de arco de plasma que tiene un tubo de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3 o 9 a 13, un portaelectrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 a 16 o 29 a 31, un electrodo de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 28, o un conjunto de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 8, 17 a 23 o 32 a 33.

55 Ventajosamente, en el tubo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, la parte engrosada se extiende al menos un milímetro en la dirección longitudinal del tubo de refrigeración.

60 Convenientemente, la parte engrosada aumenta el diámetro exterior en al menos 0,2 milímetros y/o reduce el diámetro interior en al menos 0,2 milímetros.

65 Puede permitirse que el conjunto de acuerdo con la reivindicación 4 comprenda, además, un portaelectrodos, que tiene un cuerpo alargado con un extremo para alojar el electrodo y un interior hueco, en el que el tubo de refrigeración se extiende dentro del interior hueco y se proporciona al menos un saliente en la cara externa del tubo de refrigeración con el fin de centrar el tubo de refrigeración en el portaelectrodos.

Ventajosamente, se proporciona un primer grupo de salientes que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí.

5 En ese contexto, puede permitirse, en particular, que estén dispuestos circunferencialmente y separados entre sí, estando el segundo grupo desplazado axialmente con respecto al primer grupo.

Más preferentemente, el segundo grupo de salientes está desplazado circunferencialmente con respecto al primer grupo de salientes.

10 En el caso del tubo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 9, puede proporcionarse una cara de tope con el fin de fijar axialmente el tubo de refrigeración en el portaelectrodos.

Ventajosamente, la cara externa cilíndrica tiene una ranura circunferencial.

15 En particular, puede disponerse un anillo redondo en la ranura para el sellado.

De acuerdo con una realización específica de la invención, la cara externa cilíndrica tiene un diámetro exterior igual o mayor que el diámetro exterior de la rosca externa.

20 En el caso del portaelectrodos de acuerdo con la reivindicación 14, se proporciona convenientemente una cara de tope con el fin de fijar axialmente el tubo de refrigeración en el portaelectrodos.

25 Ventajosamente, la cara interna cilíndrica tiene un diámetro interior que es igual o mayor que el diámetro interior de la rosca interna. En ese contexto, la siguiente relación sostiene que:

$$D6.1 = (D6.1a - D6.1i)/2$$

30 De acuerdo con una realización específica del conjunto de acuerdo con la reivindicación 17, el tubo de refrigeración y el portaelectrodos están configurados de tal manera que existe un espacio anular entre los mismos hacia el extremo delantero.

35 También se permite ventajosamente que exista una estrecha tolerancia entre la cara externa cilíndrica del tubo de refrigeración y la cara interna cilíndrica del portaelectrodos.

En el caso del conjunto de acuerdo con la reivindicación 20, se proporciona convenientemente un primer grupo de salientes que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí. En particular, pueden proporcionarse exactamente tres salientes que están dispuestos preferentemente desplazados 120° entre sí.

40 Además, puede proporcionarse un segundo grupo de salientes que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí, estando el segundo grupo desplazado axialmente con respecto al primer grupo. El segundo grupo de salientes también puede consistir en, exactamente, tres salientes que están dispuestos preferentemente desplazados 120° entre sí.

45 Ventajosamente, el segundo grupo de salientes está desplazado circunferencialmente con respecto al primer grupo de salientes. Por ejemplo, el desplazamiento puede ser de 60°.

En el caso del electrodo de acuerdo con la reivindicación 24, puede proporcionarse convenientemente una cara de tope para fijar axialmente el electrodo en el portaelectrodos.

50 En particular, la cara externa cilíndrica puede tener una ranura circunferencial, en la que preferentemente está dispuesto un anillo redondo para el sellado.

De acuerdo con una realización especialmente ventajosa, la cara externa cilíndrica tiene un diámetro exterior que es igual o mayor que el diámetro exterior de la rosca externa.

55 En el caso del portaelectrodos de acuerdo con la reivindicación 29, puede proporcionarse una cara de tope con el fin de fijar axialmente un electrodo en el portaelectrodos.

60 Ventajosamente, la cara interna cilíndrica tiene un diámetro interior que es igual o mayor que el diámetro interior de la rosca interna. En ese contexto, la siguiente relación sostiene que:

$$D6.4 = (D6.4a + D6.4i)/2$$

65

En el caso del conjunto de acuerdo con la reivindicación 32, existe ventajosamente una estrecha tolerancia entre la cara externa cilíndrica del electrodo y la cara interna cilíndrica del portaelectrodos. En este caso, el uso se realiza normalmente con el denominado ajuste de transición, es decir, por ejemplo, tolerancia externa: de 0 a -0,01 mm; tolerancia interna: de 0 a +0,01 mm.

5 La invención se basa en el descubrimiento sorprendente de que la parte engrosada estrecha el espacio entre el tubo de refrigeración y el electrodo pero sin estrechar la sección transversal en la zona trasera del cabezal del soplete de arco de plasma. Esto produce una alta velocidad de flujo del refrigerante en la dirección de avance entre el tubo de refrigeración y el electrodo, lo que mejora la transferencia de calor.

10 La transferencia de calor se mejora, adicionalmente o como alternativa, mediante el centrado adecuado de los componentes del cabezal del soplete de plasma.

15 La invención se basa en el descubrimiento de que la transferencia de calor entre el electrodo y el refrigerante no es óptima. En ese contexto, la presión, la velocidad de flujo, el flujo volumétrico y/o la diferencia de presión del refrigerante en la trayectoria de flujo en la zona delantera, en la que el tubo de refrigeración sobresale más allá de la zona del electrodo que se extiende hacia dentro, pueden ser inadecuados. También se identifica el problema de que el espacio anular entre el electrodo y el tubo de refrigeración puede tener diferentes magnitudes alrededor de su circunferencia debido a una estación no central. Esto produce una distribución irregular del refrigerante alrededor de la zona del electrodo que se extiende hacia dentro. Esto afecta a la refrigeración.

Otras características y ventajas de la invención surgen de las reivindicaciones adjuntas y de la siguiente descripción, en la que se explican en detalle cuatro realizaciones a modo de ejemplo con referencia a los dibujos esquemáticos, en los que:

25 Figura 1 es una vista en sección longitudinal de un cabezal de soplete de plasma de acuerdo con una primera realización específica de la presente invención;

30 Figura 2 es una vista en detalle de un tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma de la figura 1, mostrado en una vista en planta (izquierda) y en una vista en sección longitudinal (derecha);

Figura 3 muestra, en una vista en sección longitudinal, detalles de la conexión entre el electrodo y el portaelectrodos del cabezal de soplete de plasma mostrado en la figura 1;

35 Figura 4 muestra, en sección longitudinal, detalles de parte del portaelectrodos mostrado en la figura 3;

Figura 5 muestra detalles de la conexión entre el portaelectrodos y el tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma mostrado en la figura 1;

40 Figura 6 muestra, en una vista en sección longitudinal, detalles de parte del portaelectrodos mostrado en la figura 5;

Figura 7 muestra un detalle (sección A-A) de la conexión entre el portaelectrodos y el tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma mostrado en la figura 1;

45 Figura 8 es una vista en detalle del electrodo del cabezal de soplete de plasma de la figura 1, mostrado en una vista en sección longitudinal;

50 Figura 9 es una vista en sección longitudinal de un cabezal de soplete de plasma de acuerdo con una segunda realización específica de la presente invención;

Figura 10 es una vista en detalle de un tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma de la figura 9, mostrado en una vista en planta (izquierda) y en una vista en sección longitudinal (derecha);

55 Figura 11 muestra detalles de la conexión entre el portaelectrodos y el tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma mostrado en la figura 9;

Figura 12 es una vista en sección longitudinal de un cabezal de soplete de plasma de acuerdo con una tercera realización específica de la presente invención;

60 Figura 13 es una vista en detalle de un tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma de la figura 12, mostrado en una vista en planta (izquierda) y en una vista en sección longitudinal (derecha);

65 Figura 14 muestra detalles de la conexión entre el portaelectrodos y el tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma mostrado en la figura 12;

Figura 15 es una vista en sección longitudinal de un cabezal de soplete de plasma de acuerdo con una cuarta realización específica de la presente invención;

Figura 16 es una vista en detalle de un tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma de la figura 15, mostrado en una vista en planta (izquierda) y en una vista en sección longitudinal (derecha); y

Figura 17 muestra detalles de la conexión entre el portaelectrodos y el tubo de refrigeración del cabezal de soplete de plasma mostrado en la figura 15.

La figura 1 muestra una primera realización específica de un cabezal de soplete de plasma 1 de acuerdo con la presente invención. Dicho cabezal de soplete de plasma tiene un electrodo 7, un portaelectrodos 6, un tubo de refrigeración 10, una boquilla 4, una tapa de boquilla 2 y una guía de gas 3. La boquilla 4 se fija mediante la tapa de boquilla 2 y un retenedor de boquilla 5. El portaelectrodos 6 aloja el electrodo 7 y el tubo de refrigeración 10, respectivamente, por medio de una rosca, concretamente la rosca interna 6.4 y la rosca interna 6.1. La guía de gas 3 está localizada entre el electrodo 7 y la boquilla 4 y establece un gas de plasma PG en rotación. Además, el cabezal de soplete de plasma 1 tiene una tapa protectora de gas secundaria 9 que, en esta realización a modo de ejemplo, se enrosca sobre un retenedor de tapa de boquilla protectora 8. Un gas secundario SG, que protege la boquilla 4 y, en particular, la punta de boquilla, fluye entre la tapa protectora de gas secundario 9 y la tapa de boquilla 2.

El tubo de refrigeración 10 (véase también la figura 2) está sujeto a la parte trasera del portaelectrodos 6 y el electrodo 7 está sujeto a la parte delantera del portaelectrodos 6. El tubo de refrigeración 10 sobresale sobre una zona 7.5 (véanse también las figuras 3 y 8) del electrodo 7, zona que se extiende hacia dentro, es decir, alejándose de la punta de boquilla. En esta zona, el diámetro interior D10.8, a lo largo de la longitud L10.8 del tubo de refrigeración 10, es menor que el diámetro interior D10.9 de la sección interior orientada hacia atrás 10.9 del tubo de refrigeración 10, y el diámetro exterior D10.10, a lo largo de la longitud L10.10 del tubo de refrigeración 10, es mayor que el diámetro exterior D10.11 de la sección exterior 10.11 orientada hacia atrás del tubo de refrigeración 10. Esto produce una parte engrosada orientada hacia dentro y hacia fuera en forma de protuberancia 10.18 de la pared 10.19 del tubo de refrigeración. Como resultado, la sección transversal de flujo que está disponible para el refrigerante se estrecha solo en la sección interior delantera 10.8 y la sección exterior delantera 10.10, en la que se requiere una alta velocidad de flujo de refrigerante para una buena disipación de calor, y en la zona trasera, la mayor sección transversal de flujo posible está disponible con el fin de tener pérdidas de presión mínimas en la sección interior trasera 10.9 y la sección exterior trasera 10.11. Un refrigerante fluye en primer lugar en la trayectoria de flujo a través de WV1 (flujo de avance de agua 1) a través del interior del tubo de refrigeración 10, se encuentra con la zona que se extiende hacia dentro 7.5 del electrodo 7, antes de que fluya de vuelta a través de la trayectoria de flujo WR1 (flujo de retorno de agua 1) en el espacio entre el tubo de refrigeración 10 y el electrodo 7 y el portaelectrodos 6.

El chorro de plasma (no mostrado) comienza en la cara externa de una inserción de electrodo 7.8. Ahí es donde se produce el mayor calor, que debe disiparse con el fin de lograr una larga vida útil del electrodo 7. El calor se conduce, a través del electrodo 7 fabricado de cobre o de plata, al refrigerante en el interior del electrodo.

En esa sección en la que el tubo de refrigeración 10 sobresale sobre la zona que se extiende hacia dentro 7.5 del electrodo 7, la distancia entre las superficies opuestas de la sección interior delantera 10.8 del tubo de refrigeración y de la zona de electrodo 7.5 del electrodo 7, y de la sección exterior delantera 10.10 y la cara interna 7.10 del electrodo es muy pequeña. Está en el intervalo de 0,1 a 0,5 mm.

El refrigerante también fluye en el espacio entre la boquilla 4 y la tapa de boquilla 2, a través de una trayectoria de flujo WV2 (flujo de avance de agua 2) y WR2 (flujo de retorno de agua 2).

Como también se muestra en las figuras 5 y 6, el tubo de refrigeración 10 se ajusta a rosca al portaelectrodos 6 por medio de la rosca externa 10.1 y la rosca interna 6.1. El tubo de refrigeración 10 y el portaelectrodos 6 se centran uno con respecto a otro por medio de la cara externa cilíndrica 10.3 del tubo de refrigeración 10 y la cara interna cilíndrica 6.3 del portaelectrodos 6. Estas tienen una estrecha tolerancia una con respecto a otra con el fin de lograr un buen centrado. En ese contexto, la tolerancia de la cara externa cilíndrica 10.3 puede alcanzar la dimensión nominal del diámetro exterior D10.3 con una desviación de 0 a -0,01 mm, y la tolerancia de la cara interna cilíndrica 6.3 puede alcanzar la dimensión nominal del diámetro interior D6.3 con una desviación de 0 a +0,01 mm. La rosca interna 6.1 del portaelectrodos 6 y la rosca externa 10.1 del tubo de refrigeración 10 tienen suficiente juego una con respecto a otra para que el tubo de refrigeración 10 pueda enroscarse fácilmente en el portaelectrodos 6. El centrado tiene lugar justo antes del apriete, por medio de la cara interna cilíndrica 6.3 y la cara externa cilíndrica 10.3 que tienen una estrecha tolerancia una con respecto a otra y son opuestas entre sí en el estado enroscado.

El diámetro exterior D10.3 de la cara externa cilíndrica 10.3 del tubo de refrigeración 10 es al menos igual o mayor que el diámetro exterior D10.1 de la rosca externa 10.1.

El diámetro interior D6.3 de la cara interna cilíndrica 6.3 del portaelectrodos 6 es mayor que el diámetro interior mínimo  $D6.1 = (D6.1a - D6.1i)/2$

El centrado descrito anteriormente garantiza la orientación paralela del tubo de refrigeración 10 con respecto al eje M del cabezal de soplete de plasma 1, un espacio anular constante entre el tubo de refrigeración 10 y la zona de electrodo 7.5 y, por lo tanto, una distribución uniforme del flujo de refrigerante en el interior del electrodo, en particular en la zona de la sección delantera 10.8 del tubo de refrigeración 10 y de la zona de electrodo que se extiende hacia dentro 7.5. En el estado de enroscado apretado, las caras de tope 10.2 y 6.2 se apoyan una contra otra. Esto fija axialmente el tubo de refrigeración 10 en el portaelectrodos 6.

Como también se muestra en las figuras 3 y 4, el electrodo 7 se ajusta a rosca al portaelectrodos 6 por medio de la rosca externa 7.4 y la rosca interna 6.4. El electrodo 7 y el portaelectrodos 6 se centran uno con respecto a otro por medio de la cara externa cilíndrica 7.6 del electrodo 7 y la cara interna cilíndrica 6.6 del portaelectrodos 6. En ese contexto, las caras externas tienen una estrecha tolerancia una con respecto a otra con el fin de lograr un buen centrado. En ese contexto, la tolerancia de la cara externa cilíndrica puede alcanzar la dimensión nominal del diámetro exterior D7.6 con una desviación de 0 a -0,01 mm, y la tolerancia de la cara interna cilíndrica puede alcanzar la dimensión nominal del diámetro interior D6.6 con una desviación de 0 a +0,01 mm. La rosca interna 6.4 del portaelectrodos 6 y la rosca externa 7.4 del electrodo 7 tienen suficiente juego una con respecto a otra para que el electrodo 7 pueda enroscarse fácilmente en el portaelectrodos 6. El centrado tiene lugar justo antes del apriete, por medio de las caras cilíndricas 6.6 y la cara externa cilíndrica 7.6 que tienen una estrecha tolerancia una con respecto a otra y son opuestas entre sí en el estado enroscado.

El diámetro exterior D7.6 de la cara externa cilíndrica 7.6 del electrodo 7 es al menos igual o mayor que el máximo diámetro exterior D7.4 de la rosca externa 7.4 (véase la figura 8).

El diámetro interior D6.6 de la cara interna cilíndrica 6.6 del portaelectrodos 6 es mayor que el diámetro interior D6.4 de la rosca interna 6.4, donde  $D6.4 = (D6.4a + D6.4i)/2$

El centrado descrito anteriormente es necesario para la orientación paralela del electrodo 6 con respecto al eje M del cabezal de soplete de plasma 1, que a su vez garantiza una distribución uniforme del flujo de refrigerante en el interior del electrodo, en particular en la zona de la sección interior delantera 10.8 del tubo de refrigeración 10 y de la zona que se extiende hacia dentro 7.5 del electrodo 7. El centrado del electrodo 7 en relación con el portaelectrodos 6 sirve para garantizar el centrado con respecto a los otros componentes del cabezal de soplete de plasma, en particular, la boquilla 4. Esto sirve para formar uniformemente el chorro de plasma, que se determina, consiguientemente, colocando la inserción de electrodo 7.8 del electrodo 7 en relación con el orificio de boquilla 4.1 de la boquilla 4. Además, la cara externa cilíndrica 7.6 tiene una ranura 7.3 en la que un anillo redondo 7.2 está dispuesto para el sellado. En el estado de enroscado apretado, las caras de tope 7.7 y 6.7 se apoyan una contra otra. Esto fija axialmente el electrodo 7 en el portaelectrodos 6.

Una mejora adicional en el centrado radial del tubo de refrigeración 10 con respecto al portaelectrodos 6 se efectúa por medio de un grupo de salientes 10.6 y un grupo de salientes 10.7, que se localizan en la cara externa del tubo de refrigeración 10. Fijan la distancia a la cara interna del portaelectrodos 6. En esta realización, cada grupo contiene tres salientes 10.6 y, respectivamente, 10.7 dispuestos distribuidos en 120° alrededor de la circunferencia de la cara externa del tubo de refrigeración, y también dispuestos con un desplazamiento L10a unos con respecto a otros en la dirección longitudinal del tubo de refrigeración 10 (véanse las figuras 2 y 7). En este caso, los salientes 10.6 están desplazados 60° con respecto a los salientes 10.7. Este desplazamiento mejora el centrado radial. Al mismo tiempo, los salientes 10.7 pueden usarse como un complemento para una herramienta (no mostrada) para enroscar y desenroscar el tubo de refrigeración 10. Los salientes 10.6 y 10.7 tienen una sección transversal rectangular como se ve desde la zona delantera 10.8. Por lo tanto, solo las esquinas de las secciones transversales rectangulares se apoyan contra la cara interna cilíndrica 6.11 del portaelectrodos 6. Esto proporciona un alto grado de centrado y, al mismo tiempo, un ensamblaje suave.

La figura 9 muestra otra realización específica de un cabezal de soplete de plasma 1 de acuerdo con la invención, que difiere de la realización mostrada en las figuras 1 a 8 en la configuración de la sección interior delantera 10.8 del tubo de refrigeración 10 (véase también la figura 10). La longitud L10.8 de la sección interior 10.8 es más corta y, como consecuencia, la sección transversal de flujo aumenta mucho solo en la zona más delantera. Las longitudes de la sección interior delantera 10.8 y de la sección exterior delantera 10.10 son en este caso iguales. Además, la zona en la que el portaelectrodos 6 y el tubo de refrigeración 10 se ajustan a rosca contiene una ranura 10.4 en la cara externa cilíndrica 10.3 del tubo de refrigeración 10, ranura en la que se dispone un anillo redondo 10.5 para el sellado (véase también la figura 11).

La figura 12 muestra otra realización específica del cabezal de soplete de plasma de acuerdo con la invención, que difiere de las dos realizaciones mostradas en las figuras 1 a 11 en la configuración de la sección interior delantera 10.8 del tubo de refrigeración 10 (véase también la figura 13). La longitud L10.8 de la sección interior 10.8 es más corta que en la figura 1, la longitud L10.10 de la sección exterior delantera 10.10 es mayor que en la figura 9. Esto reduce la resistencia al flujo del conjunto general ya que existen espacios estrechos solo en la parte más delantera, entre el tubo de refrigeración y el electrodo.

5 El centrado entre el tubo de refrigeración 10 y el portaelectrodos 6 también se realiza por medio de una cara interna cilíndrica 6.3 y una cara externa cilíndrica 10.3. Sin embargo, estas están dispuestas de manera diferente a las figuras 1 y 9. Esta disposición aumenta las caras de centrado cilíndricas. Esto mejora aún más el centrado y se logra cambiando la secuencia rosca-cara de centrado-cara de tope por rosca-cara de tope-cara de centrado. Otra ventaja es que el tamaño total no aumenta. Si se mantuviera la secuencia original, la cara de tope debería tener un diámetro mayor que la cara de centrado.

10 La figura 15 muestra otra realización específica del cabezal de soplete de plasma de acuerdo con la invención. Esta difiere de la realización mostrada en la figura 1 en la configuración de la sección interior delantera 10.8 del tubo de refrigeración 10 (véase también la figura 16). Las longitudes de la sección interior delantera 10.8 y de la sección exterior delantera 10.10 son en este caso iguales. Las longitudes de dichas secciones corresponden a la zona 7.5 del electrodo 7.

15 El centrado entre el tubo de refrigeración 10 y el portaelectrodos 6 tiene lugar como en la figura 12. Además, la zona en la que el portaelectrodos 6 y el tubo de refrigeración 10 se ajustan a rosca contiene una ranura 10.4 en la cara externa cilíndrica 10.3 del tubo de refrigeración 10, ranura en la que se dispone un anillo redondo 10.5 para el sellado. Esto se muestra en la figura 17.

20 Las características de la invención desveladas en la descripción anterior, en los dibujos y en las reivindicaciones pueden ser esenciales para realizar la invención en sus diversas realizaciones, ya sea individualmente o también en cualquier combinación deseada. En cualquier caso, la invención se define por las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Tubo de refrigeración (10) para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado (10.13) que tiene un extremo (10.17) que puede disponerse en el extremo abierto (7.12) de un electrodo (7) y un extremo trasero (10.14), y un conducto de refrigerante (10.15) que se extiende a través del mismo, en el que en dicho extremo (10.17) hay una parte engrosada orientada hacia dentro y/o hacia fuera en forma de protuberancia (10.18) de la pared (10.19) del tubo de refrigeración (10), y en la cara externa (10.16) del tubo de refrigeración (10) se proporciona un primer grupo de salientes (10.6), que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí, y un segundo grupo de salientes (10.7), que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí, para centrar el tubo de refrigeración (10) en un portaelectrodos (6), estando el segundo grupo de salientes desplazado axialmente con respecto al primer grupo de salientes y estando el segundo grupo de salientes (10.7) desplazado circunferencialmente con respecto al primer grupo de salientes (10.6).
- 15 2. Tubo de refrigeración (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la parte engrosada (10.18) se extiende al menos un milímetro en la dirección longitudinal del tubo de refrigeración (10).
- 20 3. Tubo de refrigeración (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la parte engrosada (10.18) aumenta el diámetro exterior (D10.11) al menos 0,2 milímetros y/o reduce el diámetro interior (D10.9) al menos 0,2 milímetros.
- 25 4. Tubo de refrigeración (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, con el fin de conectar de manera desacoplable el extremo trasero (10.14) a un portaelectrodos (6), se proporciona una rosca externa (10.1) en el extremo trasero, con una cara externa cilíndrica (10.3) adyacente a esta con el fin de centrar el tubo de refrigeración (10) con respecto al portaelectrodos (6).
- 30 5. Tubo de refrigeración (10) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que se proporciona una cara de tope (10.2) con el fin de fijar axialmente el tubo de refrigeración (10) en el portaelectrodos (6).
- 35 6. Tubo de refrigeración (10) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, caracterizado por que la cara externa cilíndrica (10.3) tiene una ranura circunferencial (10.4), en particular, disponiéndose un anillo redondo (10.5) en la ranura (10.4) para el sellado.
7. Tubo de refrigeración (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cara externa cilíndrica (10.3) tiene un diámetro exterior (D10.3) igual o mayor que el máximo diámetro exterior (D10.1) de la rosca externa (10.1).
- 40 8. Conjunto de un tubo de refrigeración (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores y un electrodo (7) que tiene un cuerpo alargado hueco (7.11) con un extremo abierto (7.12) en el que está dispuesto el extremo delantero (10.17) del tubo de refrigeración (10), y un extremo cerrado (7.13) en el que la cara inferior (7.14) del extremo cerrado (7.13) tiene una zona saliente (7.5) sobre la que se extiende el extremo (10.17) del tubo de refrigeración (10), y la parte engrosada (10.18) se extiende en la dirección longitudinal sobre al menos la zona saliente (7.5).
- 45 9. Conjunto de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además un portaelectrodos (6) que tiene un cuerpo alargado (6.12) con un extremo (6.13), en el que se aloja el electrodo (7), y un interior hueco (6.14), extendiéndose el tubo de refrigeración (10) dentro del interior hueco (6.14).
- 50 10. Portaelectrodos (6) para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado (6.12) con un extremo (6.13) para alojar un electrodo (7) y un interior hueco (6.14), en el que en el interior hueco (6.14) se proporciona una rosca interna (6.1) en la que puede enroscarse un extremo trasero (10.14) de un tubo de refrigeración (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-7, en el que adyacente a esta hay una cara interna cilíndrica (6.3) para centrar el tubo de refrigeración (10) con respecto al portaelectrodos (6), en el que la cara interna cilíndrica (6.3) tiene un diámetro interior (D6.3) que es igual o mayor que el diámetro interior (D6.1) de la rosca interna (6.1), y se proporciona una cara de tope (6.2) con el fin de fijar axialmente el tubo de refrigeración (10) en el portaelectrodos (6).
- 55 11. Portaelectrodos (6) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que una cara interna cilíndrica (6.6) para centrar el electrodo (7) con respecto al portaelectrodos (6) es directamente adyacente a la rosca interna (6.4), proporcionándose, en particular, una cara de tope (6.7) con el fin de fijar axialmente un electrodo (7) en el portaelectrodos (6).
- 60 12. Portaelectrodos (6) de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que la cara interna cilíndrica (6.6) tiene un diámetro interior (D6.6) que es igual o mayor que el diámetro interior (D6.4) de la rosca interna (6.4).
- 65

- 5 13. Conjunto de un tubo de refrigeración (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 7 y un portaelectrodos (6) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el tubo de refrigeración (10) se ajusta a rosca al portaelectrodos (6) por medio de la rosca externa (10.1) y la rosca interna (6.1), estando, en particular, el tubo de refrigeración (10) y el portaelectrodos (6) configurados de tal manera que existe un espacio anular (11) entre los mismos hacia el extremo delantero.
14. Conjunto de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que la cara externa cilíndrica (10.3) del tubo de refrigeración (10) y la cara interna cilíndrica (6.3) del portaelectrodos (6) presentan un ajuste de transición.
- 10 15. Conjunto de un tubo de refrigeración (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-7, que comprende un cuerpo alargado (10.13) con un extremo trasero (10.14) que puede conectarse de manera desacoplable a un portaelectrodos (6) de un soplete de arco de plasma y un conducto de refrigerante (10.15) que se extiende a través de este cuerpo, y  
 15 un portaelectrodos (6) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10-12, que comprende un cuerpo alargado (6.12) con un extremo (6.13) para alojar un electrodo (7) y un interior hueco (6.14), en el que se proporciona al menos un saliente (10.6 y/o 10.7) en la cara externa (10.16) del tubo de refrigeración (10) con el fin de centrar el tubo de refrigeración (10) en el portaelectrodos (6).
- 20 16. Conjunto de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por que se proporciona un primer grupo de salientes (10.6) que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí.
- 25 17. Conjunto de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado por que se proporciona un segundo grupo de salientes (10.7) que están dispuestos circunferencialmente y separados entre sí, en el que el segundo grupo está desplazado axialmente con respecto al primer grupo, estando, en particular, el segundo grupo de salientes (10.7) circunferencialmente desplazado con respecto al primer grupo de salientes (10.6).
- 30 18. Electrodo (7) para un soplete de arco de plasma, que comprende un cuerpo alargado hueco (7.11) con un extremo abierto (7.12) para disponer el extremo delantero de un tubo de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-7 en el mismo, y un extremo cerrado (7.13), en el que el extremo abierto tiene una rosca externa (7.4) para acoplarse con la rosca interna (6.4) de un portaelectrodos (6) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10-12, caracterizado por que  
 35 directamente adyacente a la rosca externa (7.4), hacia el extremo cerrado (7.13), hay una cara externa cilíndrica (7.6) con el fin de centrar el electrodo (7) con respecto al portaelectrodos (6).
- 40 19. Electrodo (7) de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado por que se proporciona una cara de tope (7.7) para fijar axialmente el electrodo (7) en el portaelectrodos (6).
20. Electrodo (7) de acuerdo con la reivindicación 18 o 19, caracterizado por que la cara externa cilíndrica (7.6) tiene una ranura circunferencial (7.3), disponiéndose, en particular, un anillo redondo (7.2) en la ranura (7.3) para el sellado.
- 45 21. Electrodo (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizado por que la cara externa cilíndrica (7.6) tiene un diámetro exterior (D7.6) que es igual o mayor que el diámetro exterior (D7.4) de la rosca externa (7.4).
- 50 22. Conjunto de un electrodo (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 18 a 21 y un portaelectrodos (6) de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 o 12, en el que el electrodo (7) se ajusta a rosca al portaelectrodos (6) por medio de la rosca externa (7.4) y la rosca interna (6.4), presentando, en particular, la cara externa cilíndrica (7.6) del electrodo (7) y la cara interna cilíndrica (6.6) del portaelectrodos (6) un ajuste de transición.
23. Soplete de arco de plasma que tiene un tubo de refrigeración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, un portaelectrodos de acuerdo con las reivindicaciones 10 a 12, un electrodo de acuerdo con una de las reivindicaciones 18 a 21, o un conjunto de acuerdo con una de las reivindicaciones 8, 9, 13 a 17 y 22.

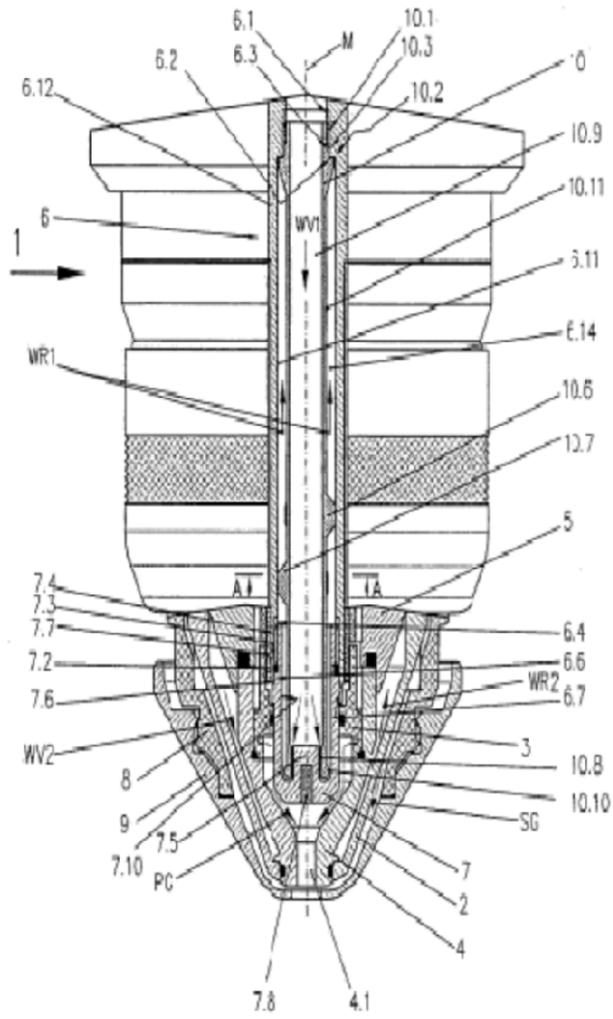


Figura 1

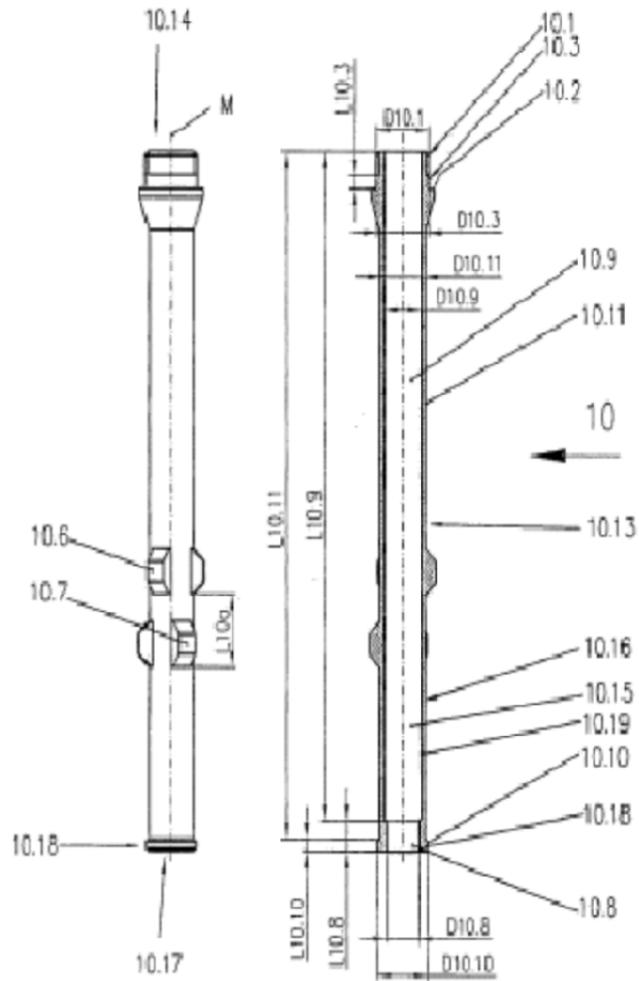


Figura 2

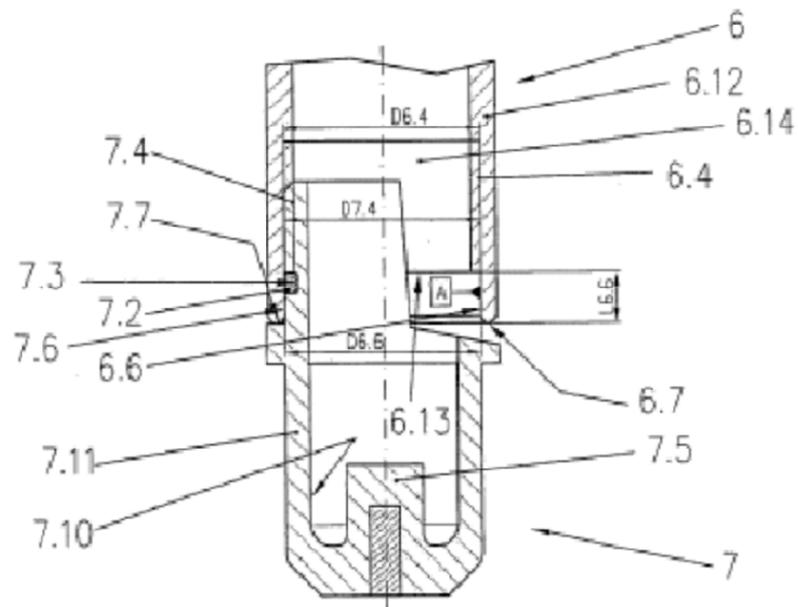


Figura 3

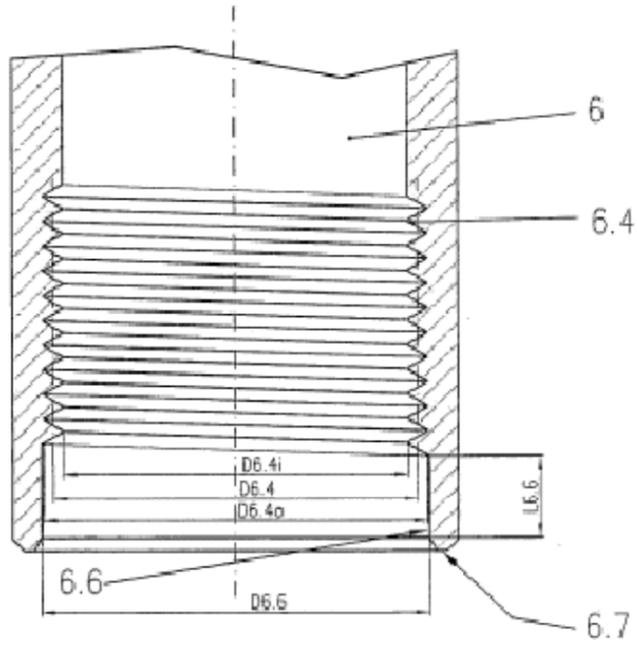


Figura 4

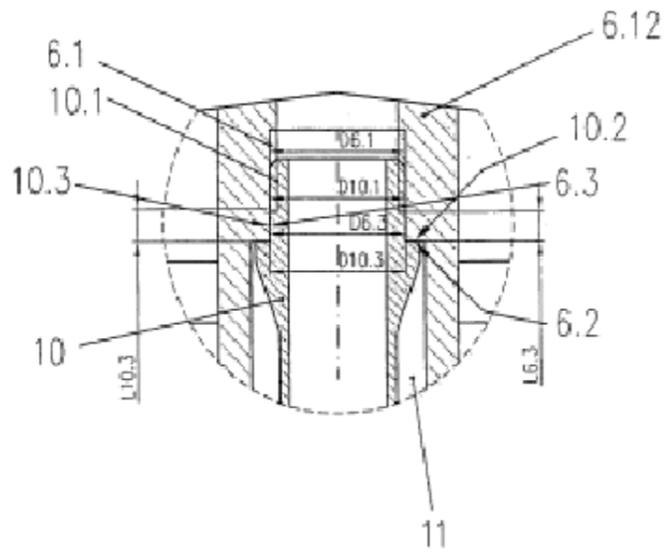


Figura 5

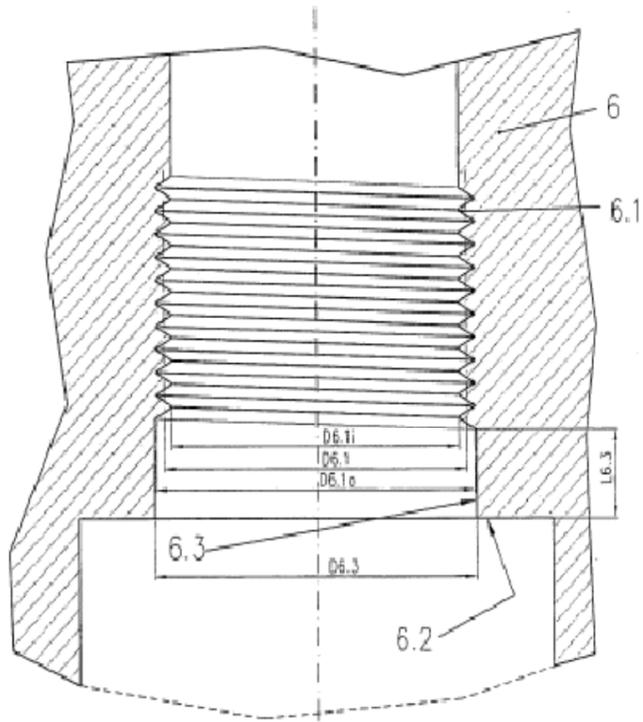


Figura 6

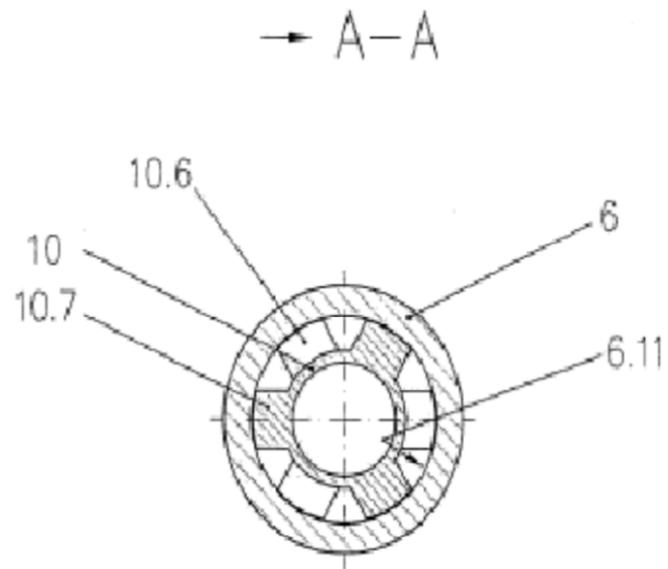


Figura 7

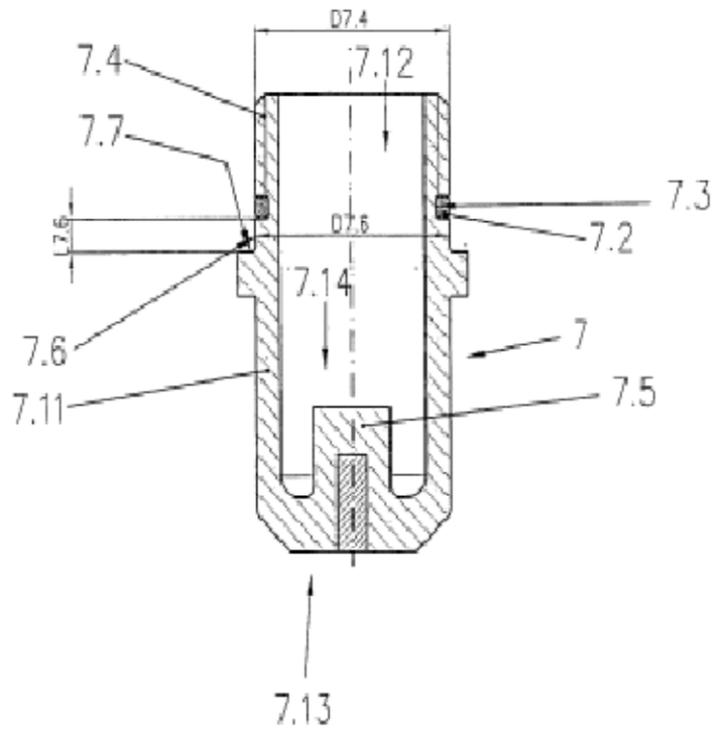


Figura 8

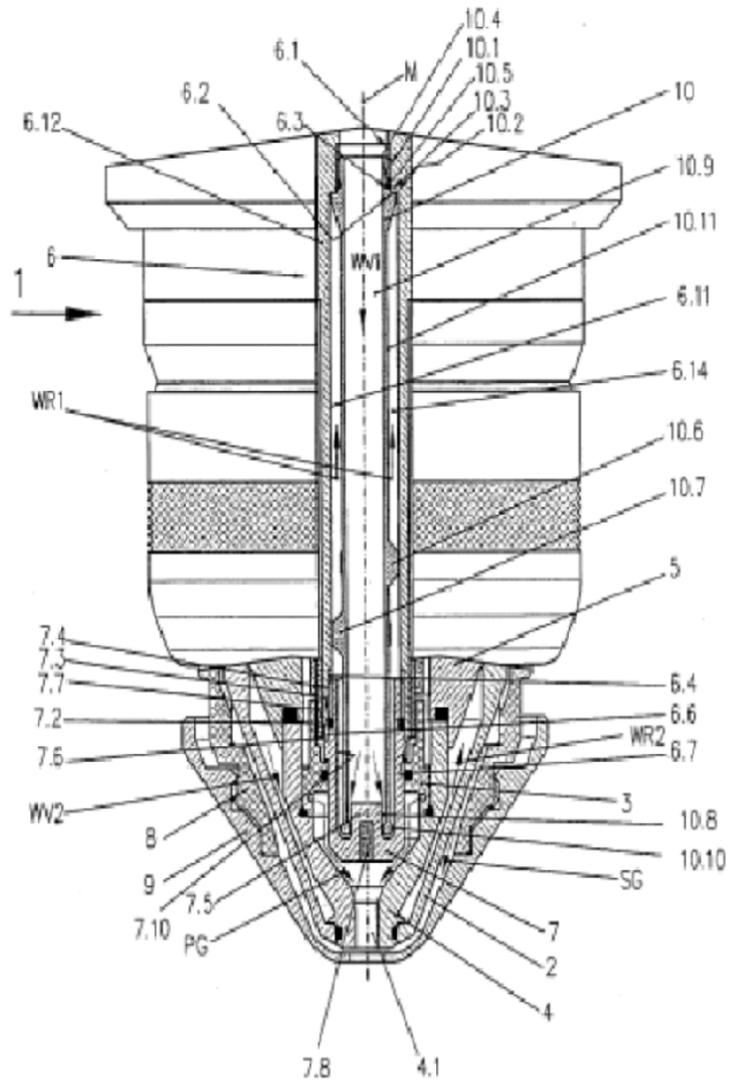


Figura 9

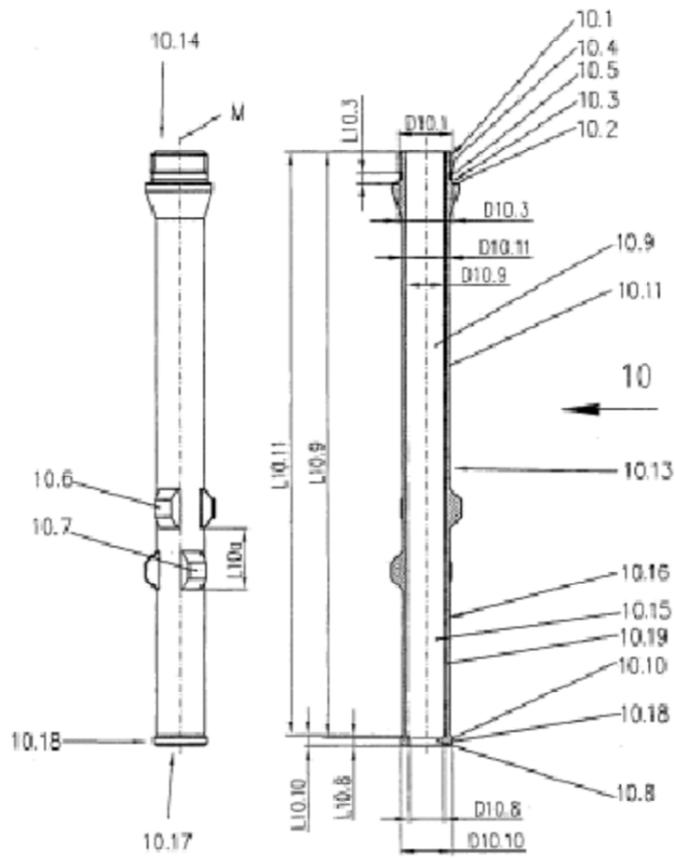


Figura 10

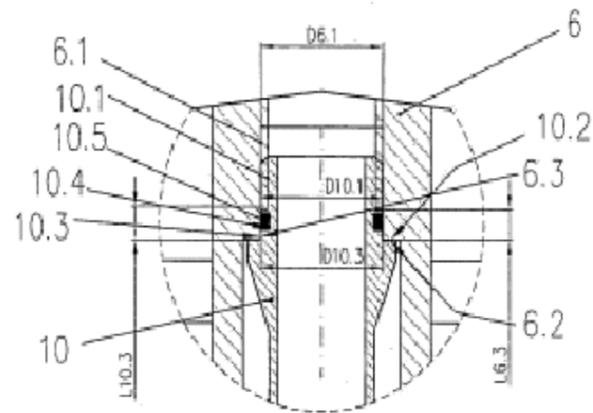


Figura 11

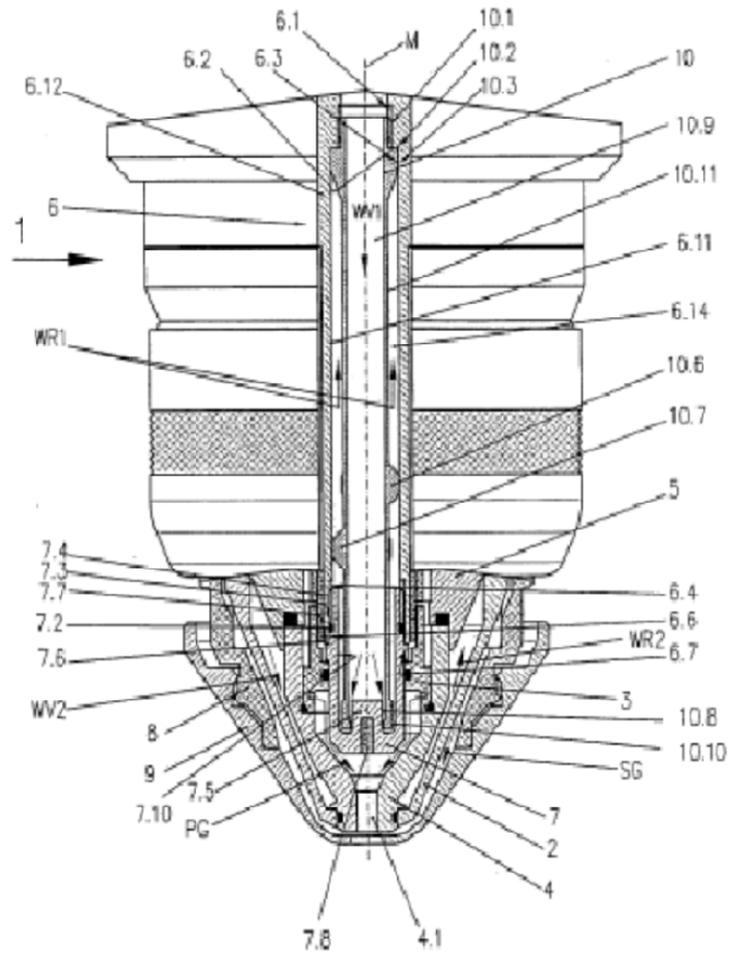


Figura 12

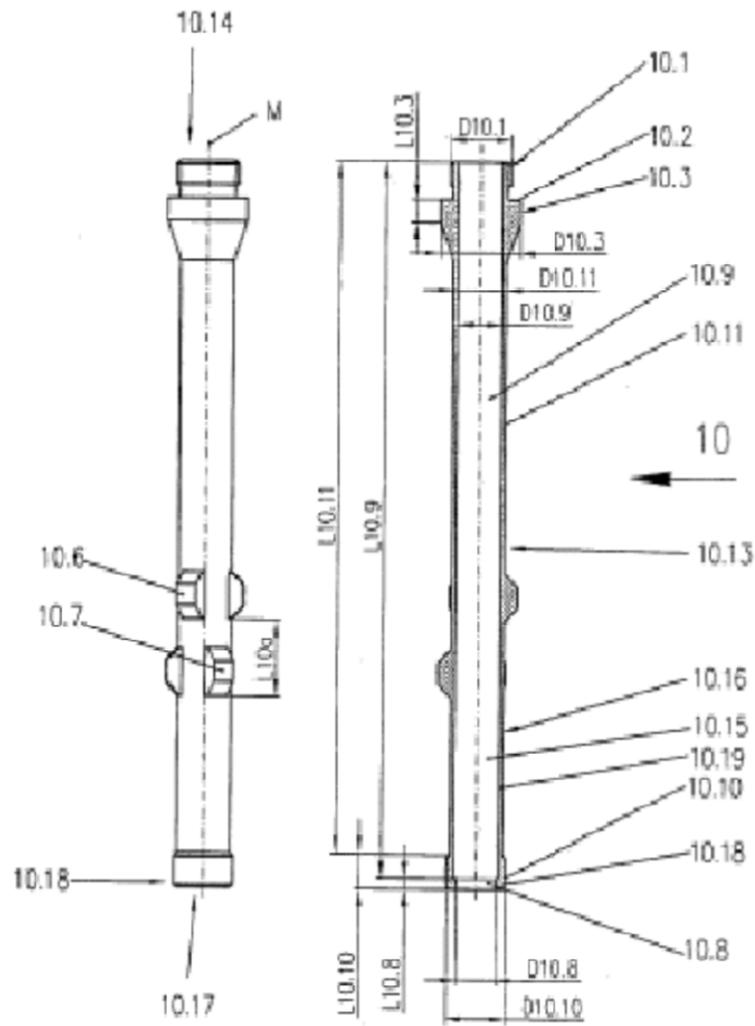


Figura 13

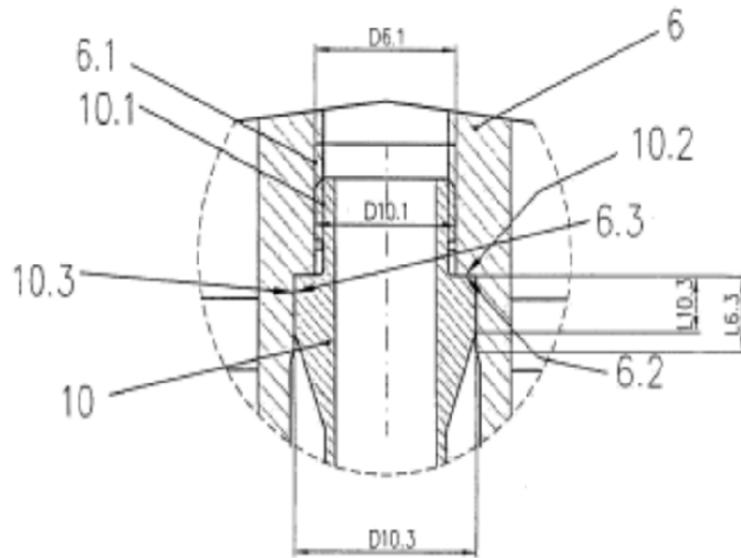


Figura 14

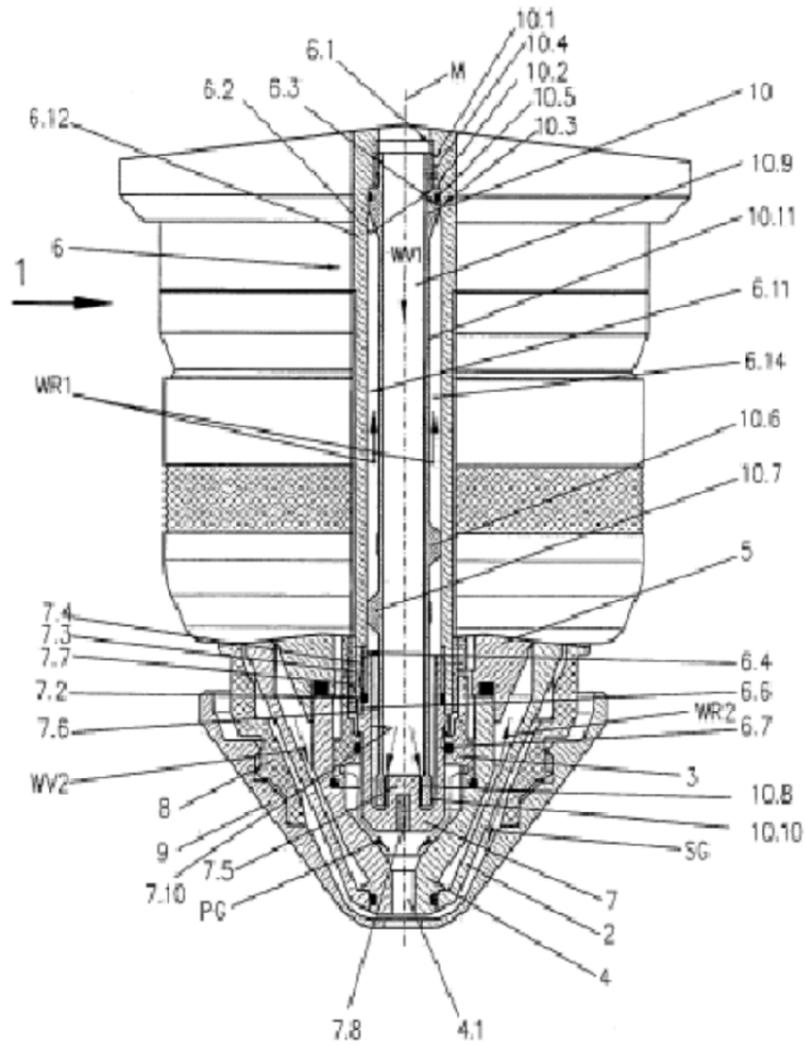


Figura 15

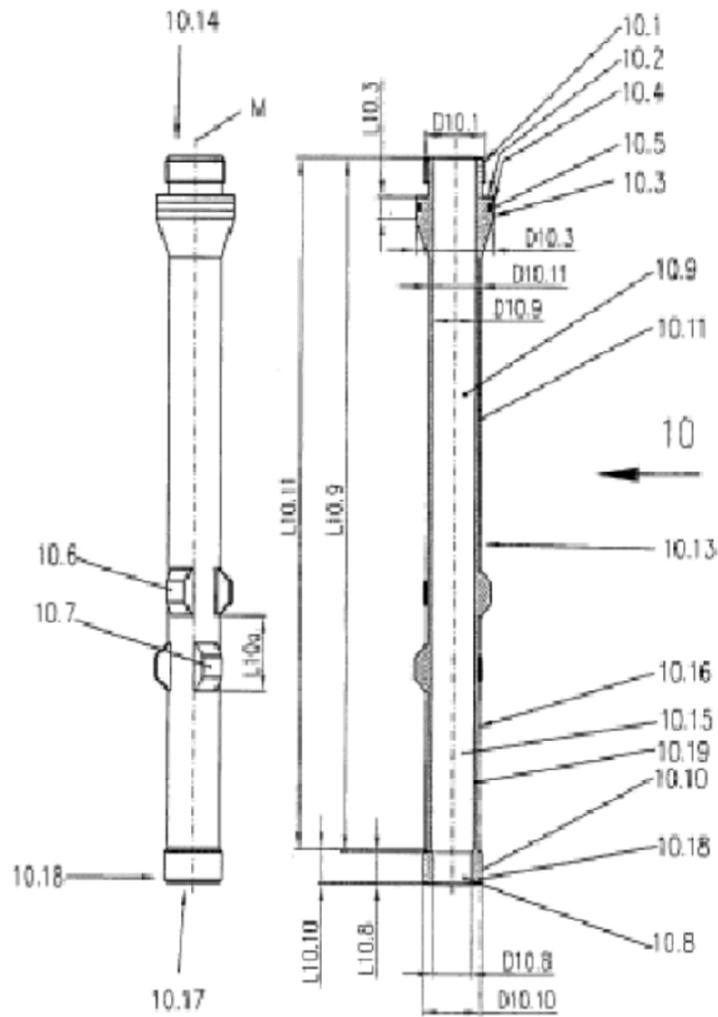


Figura 16

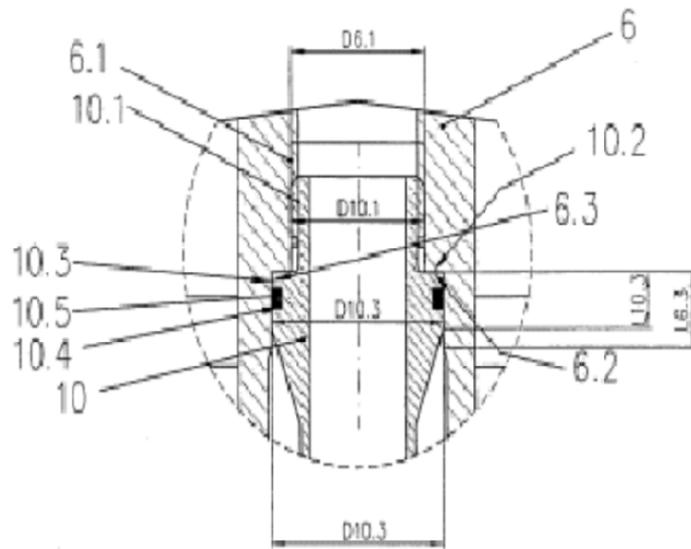


Figura 17