

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 618**

51 Int. Cl.:

**H05H 1/28** (2006.01)

**H05H 1/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2010 E 10732275 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2449862**

54 Título: **Boquilla para una antorcha de plasma refrigerada mediante líquido así como cabezal de antorcha de plasma con la misma**

30 Prioridad:

**03.07.2009 DE 102009031857**

**30.12.2009 DE 102009060849**

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

**22.12.2015**

73 Titular/es:

**KJELLBERG FINSTERWALDE PLASMA UND  
MASCHINEN GMBH (100.0%)**

**Oscar-Kjellberg-Strasse 82  
03238 Finsterwalde, DE**

72 Inventor/es:

**KRINK, VOLKER;  
LAURISCH, FRANK y  
GRUNDKE, TIMO**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 554 618 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

Boquilla para una antorcha de plasma refrigerada mediante líquido así como cabezal de antorcha de plasma con la misma

5 La presente invención se refiere a una boquilla para una antorcha de plasma refrigerada mediante líquido así como a un cabezal de antorcha de plasma con la misma.

Se denomina plasma a un gas eléctricamente conductor y térmicamente muy calentado, que se compone de iones positivos y negativos, electrones así como moléculas y átomos neutros y excitados.

10 Como gas de plasma se utilizan diferentes gases, por ejemplo el argón monoatómico y/o los gases diatómicos hidrógeno, nitrógeno, oxígeno o aire. Estos gases se ionizan y disocian mediante la energía de un arco voltaico. El arco voltaico constreñido por una boquilla se denomina entonces chorro de plasma.

El chorro de plasma puede verse muy afectado en sus parámetros por la forma de la boquilla y el electrodo. Estos parámetros del chorro de plasma son, por ejemplo, el diámetro de chorro, la temperatura, la densidad de energía y la velocidad de flujo del gas.

15 En el corte con plasma, el plasma se constriñe por ejemplo mediante una boquilla, que puede estar refrigerada por gas o agua. De este modo pueden conseguirse densidades de energía de hasta  $2 \times 10^6$  W/cm<sup>2</sup>. En el chorro de plasma se alcanzan temperaturas de hasta 30.000°C, que en asociación con la alta velocidad de flujo del gas dan lugar a velocidades de corte muy altas en materiales de trabajo.

20 Las antorchas de plasma pueden funcionar directa o indirectamente. En el modo de funcionamiento directo, la corriente fluye desde la fuente de corriente pasando a través del electrodo de la antorcha de plasma, el chorro de plasma generado por medio de un arco voltaico y constreñido por la boquilla directamente a través de la pieza de trabajo de vuelta a la fuente de corriente. Con el modo de funcionamiento directo pueden cortarse materiales eléctricamente conductores.

25 En el modo de funcionamiento indirecto, la corriente fluye desde la fuente de corriente a través del electrodo de la antorcha de plasma, el chorro de plasma generado por medio de un arco voltaico y constreñido por la boquilla y la boquilla de vuelta a la fuente de corriente. A este respecto, la boquilla se carga aún más que en el caso del corte con plasma directo, ya que no sólo constriñe el chorro de plasma, sino que también constituye el punto de partida del arco voltaico. Con el modo de funcionamiento indirecto pueden cortarse materiales tanto eléctricamente conductores como no conductores.

30 Debido a la elevada carga térmica de la boquilla, ésta por regla general se fabrica de un material de trabajo metálico, preferiblemente, debido a su elevada conductividad eléctrica y conductividad térmica, de cobre. Lo mismo se aplica para el portaelectrodo, que sin embargo también puede fabricarse de plata. La boquilla se instala entonces en una antorcha de plasma, cuyos principales componentes constituyentes son un cabezal de antorcha de plasma, un capuchón de boquilla, una pieza de conducción de gas de plasma, una boquilla, un soporte de boquilla, un alojamiento de electrodo, un portaelectrodo con pieza de inserción de electrodo y, en las antorchas de plasma modernas, un soporte de capuchón protector de boquilla y un capuchón protector de boquilla. El portaelectrodo fija una pieza de inserción de electrodo puntiaguda de wolframio, que es adecuada para la utilización de gases no oxidantes como gas de plasma, por ejemplo una mezcla argón-hidrógeno. Un denominado electrodo plano, cuya pieza de inserción de electrodo está compuesta por ejemplo por hafnio, también es adecuado para la utilización de gases oxidantes como gas de plasma, por ejemplo aire u oxígeno. Para alcanzar una vida útil prolongada para la boquilla, ésta se refrigera en este caso con un líquido, por ejemplo agua. El refrigerante se alimenta a través de una admisión de agua a la boquilla y se descarga a través de un retorno de agua de la boquilla y a este respecto fluye por un espacio para refrigerante, que está delimitado por la boquilla y el capuchón de boquilla.

45 En el documento DD 36014 B1 se describe una boquilla. Ésta está compuesta por un material de trabajo que es buen conductor, por ejemplo cobre, y tiene una forma geométrica correspondiente al respectivo tipo de antorcha de plasma, por ejemplo un espacio de descarga configurado de forma cónica con una salida de boquilla cilíndrica. La forma exterior de la boquilla está configurada como cono, obteniéndose un grosor de pared aproximadamente igual, que está dimensionado de modo que se garantiza una buena estabilidad de la boquilla y una buena conducción térmica con respecto al refrigerante. La boquilla se asienta en un portaboquillas. El portaboquillas está compuesto por un material resistente a la corrosión, por ejemplo latón, y tiene en su interior un alojamiento de centrado para la boquilla así como una acanaladura para una goma de estanqueidad, que sella el espacio de descarga frente al refrigerante. Además, en el portaboquillas se encuentran perforaciones desplazadas 180° para la alimentación y el retorno de refrigerante. Sobre el diámetro exterior del portaboquillas se encuentran una acanaladura para una goma toroidal para sellar el espacio para refrigerante frente a la atmósfera así como una rosca y un alojamiento de centrado para un capuchón de boquilla. El capuchón de boquilla, también de material resistente a la corrosión, por ejemplo latón, está configurado de manera puntiaguda y tiene un grosor de pared dimensionado de manera conveniente para desviar el calor irradiado al refrigerante. El diámetro interior más pequeño está dotado de un anillo toroidal. Como refrigerante se emplea, en el caso más sencillo, agua. Esta disposición posibilitará una fabricación sencilla de las boquillas ahorrando material y un rápido intercambio de las mismas así como, debido a la forma

constructiva puntiaguda, un pivotado de la antorcha de plasma con respecto a la pieza de trabajo y, con ello, un corte oblicuo.

5 En el documento DE-OS 1 565 638 se describe una antorcha de plasma, preferiblemente para el corte por fusión con plasma de materiales de trabajo y para la preparación de cantos de soldadura. La delgada forma del cabezal de antorcha se consigue mediante el uso de una boquilla de corte especialmente puntiaguda, cuyos ángulos interno y externo son iguales entre sí y también iguales a los ángulos interno y externo del capuchón de boquilla. Entre el capuchón de boquilla y la boquilla de corte se forma un espacio para refrigerante, en el que el capuchón de boquilla está dotado de un reborde, que se recalca metálicamente con la boquilla de corte, de modo que así aparece un intersticio anular uniforme como espacio para refrigerante. El suministro y la evacuación del refrigerante, en general  
10 agua, se produce a través de dos ranuras dispuestas desplazadas 180° entre sí en el portaboquillas.

15 En el documento DE 25 25 939 se describe una antorcha de arco de plasma, en particular para corte o soldadura, en la que el portaelectrodo y el cuerpo de boquilla forman una unidad constructiva intercambiable. El suministro de refrigerante exterior se forma esencialmente mediante un capuchón de superposición que comprende el cuerpo de boquilla. El refrigerante fluye a través de canales a un espacio anular, que está formado por el cuerpo de boquilla y el capuchón de superposición.

20 El documento DE 692 33 071 T2 se refiere a un dispositivo de corte por arco de plasma. En el mismo se describe una forma de realización de una boquilla para una antorcha de corte por arco de plasma, que está formada por un material conductor y una abertura de salida para un chorro de gas de plasma y un segmento de cuerpo hueco, que está configurado de tal modo que tiene una configuración en general cónica de pared delgada, que está inclinada hacia la abertura de salida y presenta un segmento de cabeza ampliado, que está configurado de una sola pieza con el segmento de cuerpo, siendo el segmento de cabeza macizo a excepción de un canal central, que está a nivel con la abertura de salida y presenta una superficie exterior en general cónica, que también está inclinada hacia la  
25 abertura de salida y tiene un diámetro adyacente al del segmento de cuerpo contiguo, que supera el diámetro del segmento de cuerpo, para formar una entalladura rebajada. El dispositivo de corte por arco de plasma tiene un capuchón de gas secundario. Además entre la boquilla y el capuchón de gas secundario está dispuesto un capuchón refrigerado mediante agua, para formar una cámara refrigerada mediante agua para la superficie exterior de la boquilla para una refrigeración altamente eficaz. La boquilla se caracteriza por una cabeza grande, que rodea una abertura de salida para el chorro de plasma, y un destalonado agudo o una entalladura para formar un cuerpo cónico. Esta construcción de boquilla favorece la refrigeración de la boquilla.

30 En las antorchas de plasma descritas anteriormente, el refrigerante se alimenta a través de un canal de admisión de agua hacia la boquilla y se descarga a través de un canal de retorno de agua de la boquilla. Estos canales están desplazados generalmente 180° uno con respecto a otro y el refrigerante en su trayecto desde la admisión hacia el retorno lavarà la boquilla de la manera más uniforme posible. A pesar de ello se detectan cada cierto tiempo sobrecalentamientos en las proximidades del canal de boquilla.

35 Otra conducción de refrigerante para una antorcha, preferiblemente una antorcha de plasma, en particular para soldadura por plasma, corte por plasma, fusión por plasma e inyección de plasma, que soporta altas solicitaciones térmicas de la boquilla y el cátodo, se describe en el documento DD 83890 B1. En este caso, para la refrigeración de la boquilla está dispuesto un anillo conductor de medio refrigerante extraíble y que puede insertarse fácilmente en la pieza de soporte de boquilla, el cual para limitar la conducción de medio refrigerante a una capa delgada de cómo  
40 máximo 3 mm de grosor presenta a lo largo de la pared de boquilla exterior una acanaladura de conformación circundante, en la que desembocan más de uno, preferiblemente de dos a cuatro, conductos refrigerantes dispuestos en forma de estrella con respecto a la misma radial y simétricamente con respecto al eje de boquilla y en forma de estrella con respecto a la misma con un ángulo de entre 0 y 90°, de modo que es adyacente a en cada caso dos flujos de salida de medio refrigerante y cada flujo de salida de medio refrigerante a dos flujos de entrada de  
45 medio refrigerante.

Esta disposición tiene a su vez la desventaja de que es necesario un mayor esfuerzo para la refrigeración mediante el empleo de un componente adicional, el anillo conductor de medio refrigerante. Además de este modo se amplía la disposición global.

50 Para mejorar la refrigeración mediante agua para la boquilla, en el documento DE 10 2007 005 316 A1 se incorporan un canal de admisión de agua y un canal de retorno de agua en la boquilla.

La invención se basa por tanto en el objetivo de evitar de manera sencilla un sobrecalentamiento en las proximidades del canal de boquilla o de la perforación de boquilla.

Según la invención, este objetivo se alcanza mediante un cabezal de antorcha de plasma, que comprende:

- una boquilla según una de las reivindicaciones 1 a 14,
  - 55 - un soporte de boquilla para soportar la boquilla, y
- un capuchón de boquilla, en el que el capuchón de boquilla y la boquilla forman un espacio para líquido refrigerante,

5 que puede comunicarse a través de dos perforaciones desplazadas en cada caso de 60° a 180° con un conducto de alimentación de líquido refrigerante o un conducto de retorno de líquido refrigerante, en el que el soporte de boquilla está diseñado de tal modo que el líquido refrigerante llega, casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma, incidiendo sobre la boquilla, al espacio para líquido refrigerante, y/o casi en perpendicular al eje longitudinal, saliendo del espacio para líquido refrigerante, al soporte de boquilla.

10 Además, la presente invención proporciona una boquilla para una antorcha de plasma refrigerada mediante líquido, que comprende una perforación de boquilla para la salida de un chorro de gas de plasma por una punta de boquilla, un primer segmento, cuya superficie exterior es esencialmente cilíndrica, y un segundo segmento adyacente al mismo hacia la punta de boquilla, cuya superficie exterior se estrecha hacia la punta de boquilla esencialmente de forma cónica, en la que está(n) prevista(s) al menos una acanaladura de alimentación de líquido y/o al menos una acanaladura de retorno de líquido y se extienden por el segundo segmento en la superficie exterior de la boquilla hacia la punta de boquilla y en la que la acanaladura de alimentación de líquido o al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido y/o una acanaladura de retorno de líquido o al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido también se extiende(n) por una parte del primer segmento y, en el primer segmento, se encuentra al menos una acanaladura, que está en comunicación con la acanaladura de alimentación de líquido o al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido o con la acanaladura de retorno de líquido o al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido. Con esencialmente cilíndrica quiere decirse que la superficie exterior, al menos al omitir las acanaladuras, tales como las acanaladuras de alimentación y de retorno de líquido, es en general cilíndrica. De manera análoga, "estrechada de manera esencialmente cónica" significa que la superficie exterior, al menos al omitir las acanaladuras, tales como las acanaladuras de alimentación y de retorno de líquido, se estrechan en general de manera cónica.

25 Según una forma de realización particular del cabezal de antorcha de plasma, la boquilla presenta al menos una acanaladura de alimentación de líquido y al menos una acanaladura de retorno de líquido, y el capuchón de boquilla presenta sobre su superficie interior al menos tres entalladuras, cuyas aberturas dirigidas hacia la boquilla se extienden en cada caso por una medida en radianes ( $b_2$ ), en el que la medida en radianes ( $b_4$ ;  $c_4$ ;  $d_4$ ;  $e_4$ ) de las áreas de la boquilla adyacentes en la dirección perimetral a la(s) acanaladura(s) de alimentación de líquido y/o a la(s) acanaladura(s) de retorno de líquido y que sobresalen hacia fuera con respecto a la(s) acanaladura(s) de alimentación de líquido y/o la(s) acanaladura(s) de retorno de líquido, es en cada caso al menos tan grande como la medida en radianes ( $b_2$ ). De esta manera se evita una conexión de derivación de la alimentación de refrigerante al retorno de refrigerante, de manera especialmente elegante.

Además en el cabezal de antorcha de plasma puede estar previsto que las dos perforaciones se extiendan en cada caso esencialmente en paralelo al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma. De este modo se consigue que puedan conectarse conductos de líquido refrigerante ahorrando espacio al cabezal de antorcha de plasma.

En particular, las perforaciones pueden estar dispuestas desplazadas 180°.

35 De manera ventajosa, la medida en radianes del segmento entre las entalladuras del capuchón de boquilla es como máximo la mitad de grande que la medida en radianes mínima de la(s) acanaladura(s) de retorno de líquido y/o que la medida en radianes mínima de la(s) acanaladura(s) de alimentación de líquido de la boquilla.

En una forma de realización particular de la boquilla están previstas al menos dos acanaladuras de alimentación de líquido y/o al menos dos acanaladuras de retorno de líquido.

40 De manera ventajosa, el punto central de la acanaladura de alimentación de líquido o de al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido y el punto central de la acanaladura de retorno de líquido o de al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido están dispuestos desplazados 180° uno con respecto a otro a lo largo del perímetro de la boquilla.

45 De manera ventajosa, la anchura de la acanaladura de alimentación de líquido o de al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido y/o la anchura de la acanaladura de retorno de líquido o de al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido se sitúa(n) en la dirección perimetral en el intervalo de desde 10° hasta 270°.

Según una forma de realización particular, la suma de las anchuras de las acanaladuras de alimentación y/o de retorno de líquido asciende a entre 20° y 340°.

50 También puede estar previsto que la suma de las anchuras de las acanaladuras de alimentación y/o de retorno de líquido ascienda a entre 60° y 300°.

Puede estar previsto que la acanaladura o una de las acanaladuras se extienda en la dirección perimetral del primer segmento de la boquilla por todo el perímetro.

55 A este respecto puede estar previsto en particular que la acanaladura o al menos una de las acanaladuras se extienda en la dirección perimetral del primer segmento de la boquilla por un ángulo  $\zeta_1$  o  $\zeta_2$  en el intervalo de desde 60° hasta 300°.

A este respecto puede estar previsto en particular que la acanaladura o al menos una de las acanaladuras se extienda en la dirección perimetral del primer segmento de la boquilla por un ángulo  $\zeta_1$  o  $\zeta_2$  en el intervalo de desde  $90^\circ$  hasta  $270^\circ$ .

5 En una forma de realización adicional de la boquilla están previstas exactamente dos acanaladuras de alimentación de líquido y exactamente dos acanaladuras de retorno de líquido.

10 En particular, ambas acanaladuras de alimentación de líquido pueden estar dispuestas a lo largo del perímetro de la boquilla de manera simétrica con respecto a una recta que se extiende desde el punto central de las acanaladuras de retorno de líquido en ángulo recto a través del eje longitudinal de la boquilla, y ambas acanaladuras de retorno de líquido pueden estar dispuestas a lo largo del perímetro de la boquilla de manera simétrica con respecto a una recta que se extiende desde el punto central de la acanaladura de alimentación de líquido en ángulo recto a través del eje longitudinal de la boquilla.

De manera ventajosa, los puntos centrales de ambas acanaladuras de alimentación de líquido y/o los puntos centrales de ambas acanaladuras de retorno de líquido están dispuestos desplazados, uno con respecto a otro a lo largo del perímetro de la boquilla, un ángulo que se sitúa en el intervalo de desde  $20^\circ$  hasta  $180^\circ$ .

15 Además puede estar previsto que ambas acanaladuras de alimentación de líquido y/o ambas acanaladuras de retorno de líquido estén en comunicación entre sí en el primer segmento de la boquilla.

De manera conveniente, al menos una de las acanaladuras va más allá de la acanaladura de alimentación de líquido o de al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido o más allá de la acanaladura de retorno de líquido o de al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido.

20 La invención se basa en la sorprendente observación de que mediante el suministro y/o la evacuación del líquido refrigerante en ángulo recto con respecto al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma en lugar de, como en el estado de la técnica, en paralelo al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma, se logra una mejor refrigeración de la boquilla por el contacto netamente más prolongado del líquido refrigerante con la boquilla y por la conducción del líquido refrigerante a través de acanaladuras en la boquilla en el área cilíndrica hacia el portaboquillas.

25 Cuando están previstas más de una acanaladura de alimentación de líquido, puede obtenerse entonces en el área de la punta de boquilla una turbulencia especialmente buena del líquido de refrigeración debido a la convergencia de las corrientes de líquido refrigerante, que normalmente también va acompañada de una mejor refrigeración de la boquilla.

30 Características y ventajas adicionales de la invención se desprenden de las reivindicaciones adjuntas y de la siguiente descripción, en la que se explican en detalle varios ejemplos de realización mediante los dibujos esquemáticos. A este respecto muestra:

la figura 1, una vista en sección longitudinal a través de un cabezal de antorcha de plasma con suministro de gas de plasma y secundario con una boquilla según una forma de realización particular de la presente invención

35 la figura 1a, una representación en sección a lo largo de la línea A-A de la figura 1;

la figura 1b, una representación en sección a lo largo de la línea B-B de la figura 1;

la figura 2, representaciones en detalle (arriba a la izquierda: vista en planta desde delante; arriba a la derecha: vista en sección longitudinal; abajo a la derecha: vista lateral) de la boquilla de la figura 1;

40 la figura 3, representaciones en detalle (arriba a la izquierda: vista en planta desde delante; arriba a la derecha: vista en sección longitudinal; abajo a la derecha: vista lateral) de una boquilla según una forma de realización particular adicional de la invención;

la figura 4, representaciones en detalle (arriba a la izquierda: vista en planta desde delante; arriba a la derecha: vista en sección longitudinal; abajo a la derecha: vista lateral) de una boquilla según una forma de realización particular adicional de la invención;

45 la figura 5, una vista en sección longitudinal a través de un cabezal de antorcha de plasma con suministro de gas de plasma y secundario con una boquilla según una forma de realización particular adicional de la presente invención

la figura 5a, una representación en sección a lo largo de la línea A-A de la figura 5;

la figura 5b, una representación en sección a lo largo de la línea B-B de la figura 5;

50 la figura 6, representaciones en detalle (arriba a la izquierda: vista en planta desde delante; arriba a la derecha: vista en sección longitudinal; abajo a la derecha: vista lateral) de una boquilla según una forma de realización particular adicional de la invención; y

la figura 7, representaciones en detalle del capuchón de boquilla 2 utilizado en la figura 1, a la izquierda: vista en sección longitudinal, a la derecha: vista desde la izquierda de la sección longitudinal.

Anteriormente y también a continuación, con acanaladura se hará referencia por ejemplo también a un aplanamiento.

5 En la siguiente descripción se describen formas de realización de boquillas, que presentan al menos una acanaladura de alimentación de líquido, en este caso denominada acanaladura de alimentación de líquido refrigerante, y al menos una acanaladura de retorno de líquido, en este caso denominada acanaladura de retorno de líquido refrigerante, en particular en cada caso exactamente una y en cada caso exactamente dos. Sin embargo, la invención no se limita a esto. Pueden estar presentes un mayor número de acanaladuras de alimentación y de retorno de líquido y/o el número de acanaladuras de alimentación y de retorno de líquido puede ser diferente.

10 El cabezal de antorcha de plasma 1 mostrado en la figura 1 aloja con un alojamiento de electrodo 6 un electrodo 7, en el presente caso a través de una rosca (no mostrada). El electrodo 7 está configurado como electrodo plano. Para la antorcha de plasma puede utilizarse por ejemplo aire u oxígeno como gas de plasma (PG). Una boquilla 4 se aloja en un soporte de boquilla 5 esencialmente cilíndrico. Un capuchón de boquilla 2, que se sujeta a través de una rosca (no mostrada) al cabezal de antorcha de plasma 1, fija la boquilla 4 y forma con ésta un espacio para líquido refrigerante. El espacio para líquido refrigerante se sella mediante una junta de estanqueidad implementada por un anillo toroidal 4.16, que se encuentra en una acanaladura 4.15 de la boquilla 4, entre la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2, y se sella mediante una junta de estanqueidad implementada por un anillo toroidal 4.18, que se encuentra en una acanaladura 4.17, entre la boquilla 4 y el soporte de boquilla 5.

15 Un líquido refrigerante, por ejemplo agua o agua mezclada con anticongelante, fluye a través del espacio para líquido refrigerante desde una perforación de la admisión de líquido refrigerante WV hasta una perforación del retorno de líquido refrigerante WR, estando dispuestas las perforaciones desplazadas 90° una con respecto a la otra (véase la figura 1b).

20 En las antorchas de plasma del estado de la técnica cada cierto tiempo se produce un sobrecalentamiento de la boquilla 4 en el área de la perforación de boquilla 4.10. Sin embargo, también pueden producirse sobrecalentamientos entre un segmento cilíndrico 4.1 (véase la figura 6) de la boquilla 4 y el soporte de boquilla 5. Esto se produce en particular en antorchas de plasma que funcionan indirectamente o con una corriente piloto elevada. Esto se pone de manifiesto mediante una variación del color del cobre tras un tiempo de funcionamiento breve. En este caso, ya con corrientes de 40 A se producen variaciones del color tras un tiempo breve (por ejemplo 5 minutos).

25 Del mismo modo se sobrecarga la zona de estanqueidad entre la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2, lo que lleva a un daño del anillo toroidal 4.16 y con ello a la falta de estanqueidad y a la salida de líquido refrigerante. Las investigaciones han demostrado que este efecto se produce especialmente en el lado de la boquilla 4 dirigido hacia el retorno de líquido refrigerante. Se supone que el área más solicitada desde el punto de vista térmico, la perforación de boquilla 4.10 de la boquilla 4, se refrigera de manera insuficiente, porque el líquido refrigerante fluye a través de la parte 10.20 del espacio para líquido refrigerante situada más próxima a la perforación de boquilla de manera insuficiente y/o ni siquiera la alcanza en particular en el lado dirigido hacia el retorno de líquido refrigerante.

30 En el presente cabezal de antorcha de plasma según la figura 1, el líquido refrigerante se conduce casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma 1, desde el soporte de boquilla 5, incidiendo sobre la boquilla 4, al espacio para líquido refrigerante. Para ello, en un espacio de desvío 10.10 del espacio para líquido refrigerante, el líquido refrigerante se desvía de la dirección paralela al eje longitudinal en la perforación de la admisión de líquido refrigerante WV de la antorcha de plasma en dirección al primer segmento 4.1 (véase la figura 2) casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma 1. A continuación el líquido refrigerante fluye a través de una acanaladura 4.6 (véanse las figuras 1b y 2), que se extiende en la dirección perimetral del primer segmento 4.1 por un perímetro parcial, es decir, por aproximadamente 110°, a la parte 10.11 formada por una acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.20 (véanse las figuras 1a, 1b y 2) de la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2, a la parte 10.20 del espacio para líquido refrigerante que rodea la perforación de boquilla 4.10, y aquí fluye alrededor de la boquilla 4. A continuación el líquido refrigerante fluye a través de un espacio 10.15 formado por una acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22 de la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2 de vuelta al retorno de líquido refrigerante WR, produciéndose la transición en este caso esencialmente en paralelo al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma (no se muestra).

35 Además, el cabezal de antorcha de plasma 1 está dotado de un soporte de capuchón protector de boquilla 8 y un capuchón protector de boquilla 9. A través de esta área fluye un gas secundario SG, que rodea el chorro de plasma. A este respecto, el gas secundario SG fluye a través de una conducción de gas secundario 9.1 y mediante la misma puede hacerse rotar.

40 La figura 1a muestra una representación en sección a lo largo de la línea A-A de la antorcha de plasma de la figura 1. Ésta muestra cómo la parte 10.11 formada por la acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.20 de la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2, mediante segmentos 4.41 y 4.42 de áreas 4.31 y 4.32 de la boquilla 4 que

sobresalen hacia fuera en combinación con la superficie interior 2.5 del capuchón de boquilla 2, evitan una conexión de derivación entre la admisión de líquido refrigerante y el retorno de líquido refrigerante. De este modo se consigue una refrigeración eficaz de la boquilla 4 en el área de la punta de boquilla y se evita una sobrecarga térmica. Se garantiza que la mayor cantidad de líquido refrigerante posible alcanza la parte 10.20 del espacio para refrigerante. En los experimentos ya no se produjo una variación del color de la boquilla en el área de la perforación de boquilla 4.10. Tampoco aparecieron más faltas de estanqueidad entre la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2 y ya no se sobrecalentó el anillo toroidal 4.16.

La figura 1b muestra una representación en sección a lo largo de la línea B-B del cabezal de antorcha de plasma de la figura 1, que muestra el plano del espacio de desvío 10.10 y la comunicación de la admisión de líquido refrigerante a través de la acanaladura 4.6 circundante aproximadamente 110° en la boquilla 4 y las perforaciones dispuestas desplazadas 90° para la admisión de líquido refrigerante WV y el retorno de líquido refrigerante WR.

La figura 2 muestra la boquilla 4 del cabezal de antorcha de plasma de la figura 1. Dispone de una perforación de boquilla 4.10 para la salida de un chorro de gas de plasma por una punta de boquilla 4.11, un primer segmento 4.1, cuya superficie exterior 4.4 es esencialmente cilíndrica, y un segundo segmento 4.2 adyacente al mismo hacia la punta de boquilla 4.11, cuya superficie exterior 4.5 se estrecha hacia la punta de boquilla 4.11 esencialmente de forma cónica. La acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.20 se extiende por una parte del primer segmento 4.1 y por el segundo segmento 4.2 en la superficie exterior 4.5 de la boquilla 4 hacia la punta de boquilla 4.11 y termina delante de la superficie exterior cilíndrica 4.3. La acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22 se extiende por el segundo segmento 4.2 de la boquilla 4. El punto central de la acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y el punto central de la acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22 están dispuestos desplazados 180° uno con respecto a otro a lo largo del perímetro de la boquilla 4. Entre la acanaladura de admisión de líquido refrigerante 4.20 y la acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22 se encuentran las áreas que sobresalen hacia fuera 4.31 y 4.32 con los segmentos correspondientes 4.41 y 4.42.

La figura 3 muestra una boquilla según una forma de realización especial adicional de la invención, que también puede utilizarse en el cabezal de antorcha de plasma según la figura 1. La acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.20 se comunica con una acanaladura 4.6 que en este caso se extiende en la dirección perimetral por todo el perímetro. Esto tiene la ventaja de que la perforación para la admisión de líquido refrigerante WV y para el retorno de líquido refrigerante WR pueden estar dispuestas en el cabezal de antorcha de plasma con cualquier desplazamiento. Además, esto es ventajoso para la refrigeración de la transición entre el soporte de boquilla 5 y la boquilla 4. En principio, lo mismo puede emplearse evidentemente también para una acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22.

La figura 4 muestra una boquilla según una forma de realización especial adicional de la invención, que también puede utilizarse en el cabezal de antorcha de plasma según la figura 1. Las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 se extienden por una parte del primer segmento 4.1 y por el segundo segmento 4.2 en la superficie exterior 4.5 de la boquilla 4 hacia la punta de boquilla 4.11 y terminan delante de la superficie exterior cilíndrica 4.3. Las acanaladuras de retorno de líquido refrigerante 4.22 y 4.23 se extienden por el segundo segmento 4.2 de la boquilla 4. Entre las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 y las acanaladuras de retorno de líquido refrigerante 4.22 y 4.23 se encuentran las áreas que sobresalen hacia fuera 4.31, 4.32, 4.33 y 4.34 con los segmentos correspondientes 4.41, 4.42, 4.34 y 4.44. Las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 se comunican entre sí a través de una acanaladura 4.6 de la boquilla 4 que se extiende en la dirección perimetral del primer segmento 4.1 de la boquilla 4 por un perímetro parcial entre las acanaladuras 4.20 y 4.21, es decir, por aproximadamente 160°.

La figura 5 representa un cabezal de antorcha de plasma según una forma de realización especial adicional de la invención. También en este caso el líquido refrigerante se conduce casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma 1 desde un soporte de boquilla 5, incidiendo sobre la boquilla 4, a un espacio para líquido refrigerante. Para ello, en el espacio de desvío 10.10 del espacio para líquido refrigerante, el líquido refrigerante se desvía de la dirección paralela al eje longitudinal en la perforación de la admisión de líquido refrigerante WV de la antorcha de plasma en dirección al primer segmento de boquilla 4.1 casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma 1. A continuación, el líquido refrigerante fluye a través de las partes 10.11 y 10.12, formadas por las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 de la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2 (véase la figura 5a), al área 10.20 del espacio para líquido refrigerante que rodea la perforación de boquilla 4.10, y aquí fluye alrededor de la boquilla 4. A continuación, el líquido refrigerante fluye a través de las partes 10.15 y 10.16, formadas por las acanaladuras de retorno de líquido refrigerante 4.22 y 4.23 de la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2, de vuelta al retorno de líquido refrigerante WR, produciéndose la transición en este caso casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma, a través del espacio de desvío 10.9.

La figura 5a es una representación en sección a lo largo de la línea A-A del cabezal de antorcha de plasma de la figura 5, que muestra cómo las partes 10.11 y 10.12, formadas por las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 de la boquilla 4 y el capuchón de boquilla 2, mediante los segmentos 4.41 y 4.42 de las áreas sobresalientes 4.31 y 4.32 de la boquilla 4, en combinación con la superficie interior del capuchón de boquilla 2, evitan una conexión de derivación entre las alimentaciones de líquido refrigerante y los retornos de líquido

refrigerante. Al mismo tiempo se evita una conexión de derivación entre las partes 10.11 y 10.12 mediante el segmento 4.43 del área sobresaliente 4.33 y entre las partes 10.15 y 10.16 mediante el segmento 4.44 del área sobresaliente 4.43.

5 La figura 5b es una representación en sección a lo largo de la línea B-B del cabezal de antorcha de plasma de la figura 7, que muestra el plano de los espacios de desvío 10.9 y 10.10.

10 La figura 6 muestra la boquilla 4 del cabezal de antorcha de plasma de la figura 5. Dispone de una perforación de boquilla 4.10 para la salida de un chorro de gas de plasma por una punta de boquilla 4.11, un primer segmento 4.1, cuya superficie exterior 4.4 es esencialmente cilíndrica, y un segundo segmento 4.2 adyacente al mismo hacia la punta de boquilla 4.11, cuya superficie exterior 4.5 se estrecha hacia la punta de boquilla 4.11 esencialmente de forma cónica. Las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 y las acanaladuras de retorno de líquido refrigerante 4.22 y 4.23 se extienden por una parte del primer segmento 4.1 y por el segundo segmento 4.2 en la superficie exterior 4.5 de la boquilla 4 hacia la punta de boquilla 4.11 y terminan delante de la superficie exterior cilíndrica 4.3. El punto central de la acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y el punto central de la acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22 así como el punto central de la acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.21 y el punto central de la acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.23 están dispuestos desplazados 180° uno con respecto a otro a lo largo del perímetro de la boquilla 4 y son igual de grandes.

20 Entre la acanaladura de admisión de líquido refrigerante 4.20 y la acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.22 se encuentra un área que sobresale hacia fuera 4.31 con un segmento correspondiente 4.41 y entre la acanaladura de alimentación de líquido refrigerante 4.21 y la acanaladura de retorno de líquido refrigerante 4.23 se encuentra un área que sobresale hacia fuera 4.32 con un segmento correspondiente 4.42. Entre las acanaladuras de alimentación de líquido refrigerante 4.20 y 4.21 se encuentra un área que sobresale hacia fuera 4.33 con un segmento correspondiente 4.43. Entre las acanaladuras de retorno de líquido refrigerante 4.22 y 4.23 se encuentra un área que sobresale hacia fuera 4.34 con un segmento correspondiente 4.44.

25 También allí donde posiblemente antes se haya descrito o mostrado de otra manera, las anchuras (angulares) de las acanaladuras de alimentación de líquido pueden ser diferentes. Lo mismo se aplica también para las anchuras (angulares) de las acanaladuras de retorno de líquido.

30 La figura 7 muestra representaciones en detalle de un capuchón de boquilla utilizado en el cabezal de antorcha de plasma 1 de la figura 1. El capuchón de boquilla 2 presenta una superficie interior 2.2 que se estrecha esencialmente de forma cónica, que en este caso en un plano radial presenta catorce entalladuras 2.6. Las entalladuras 2.6 están dispuestas de manera equidistante a lo largo de la circunferencia interna y en una sección radial tienen forma semicircular.

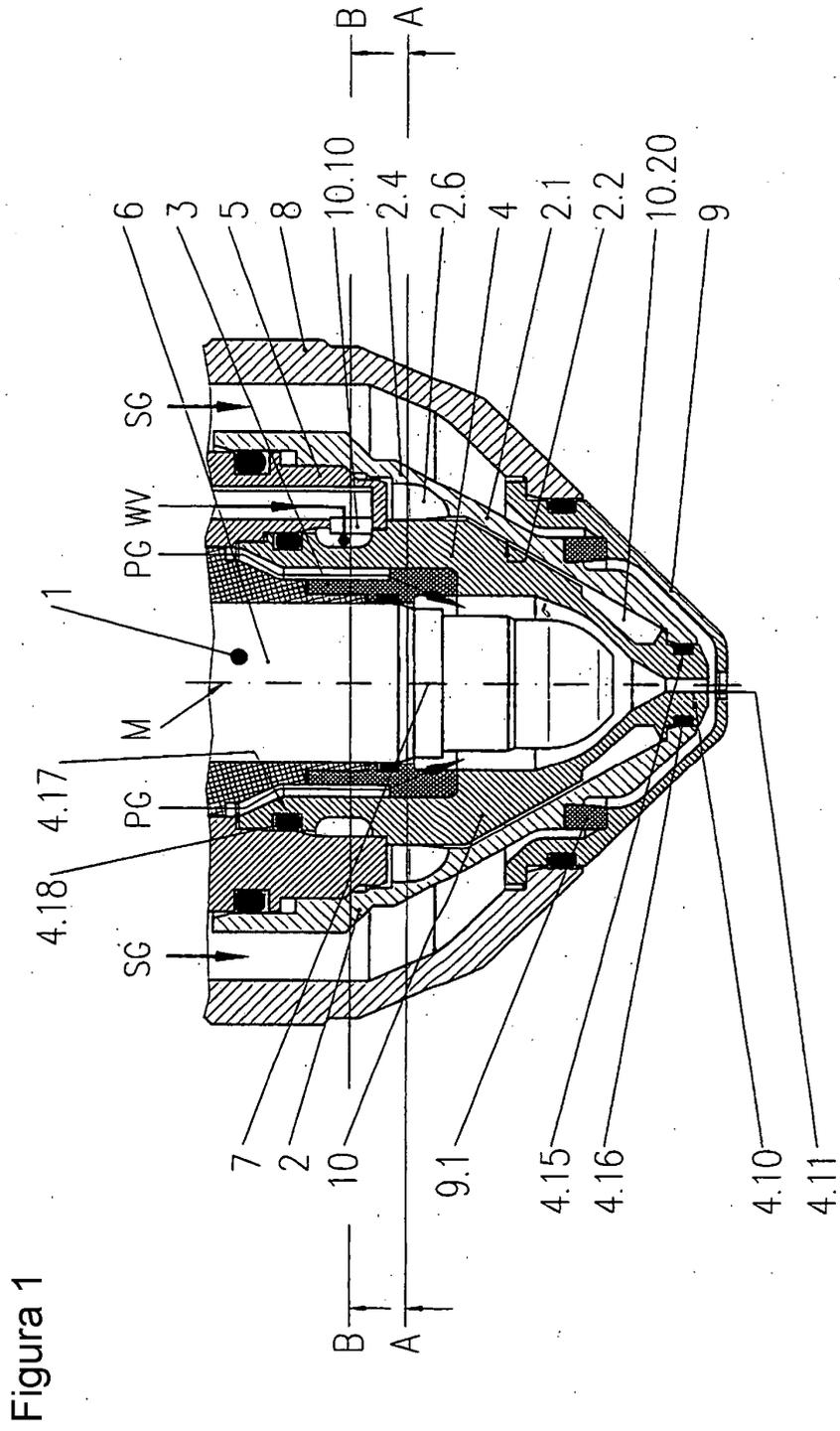
35 Las características de la invención dadas a conocer en la presente descripción, en los dibujos así como en las reivindicaciones serán esenciales tanto individualmente como en cualquier combinación para la implementación de la invención en sus diferentes formas de realización.

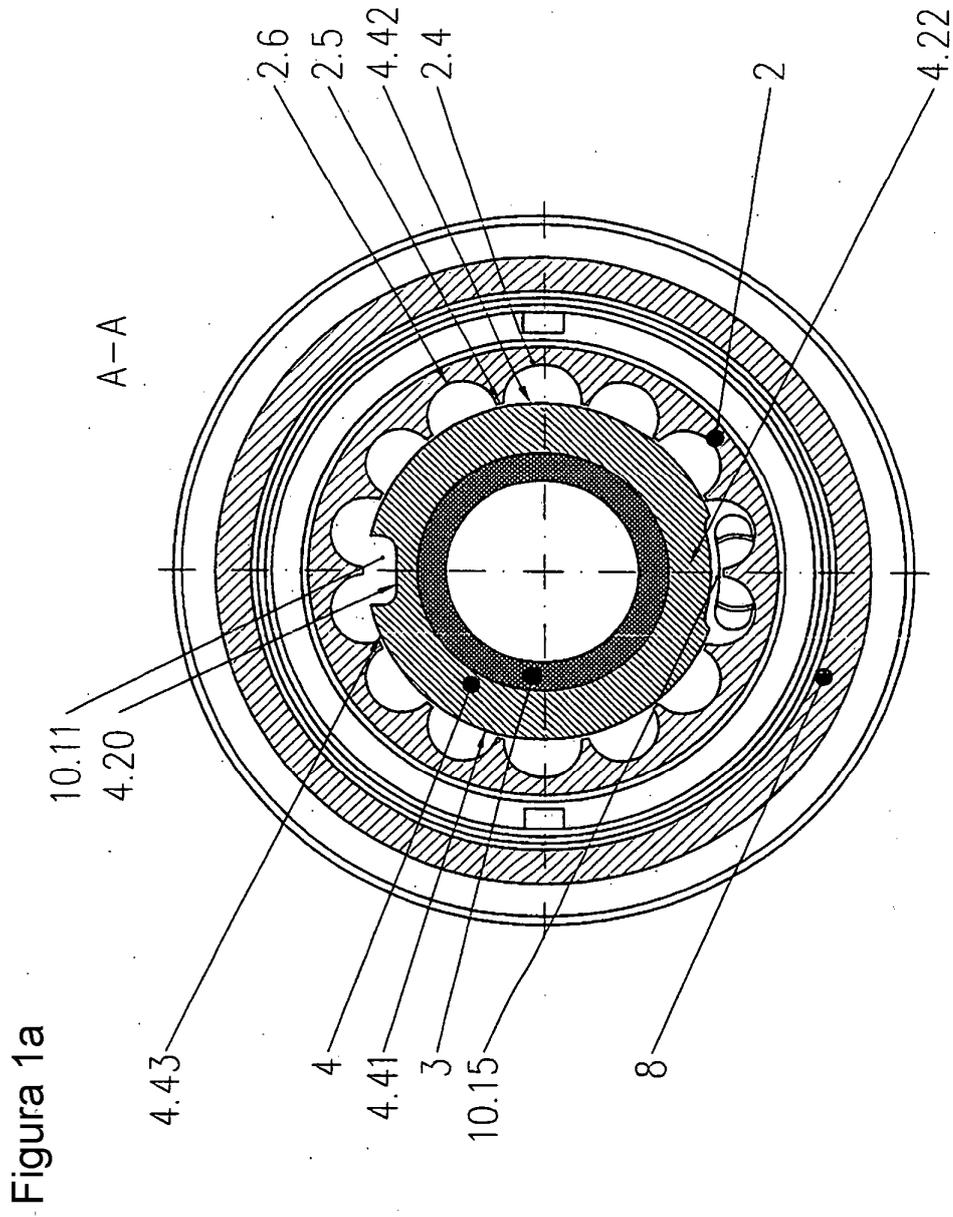
## REIVINDICACIONES

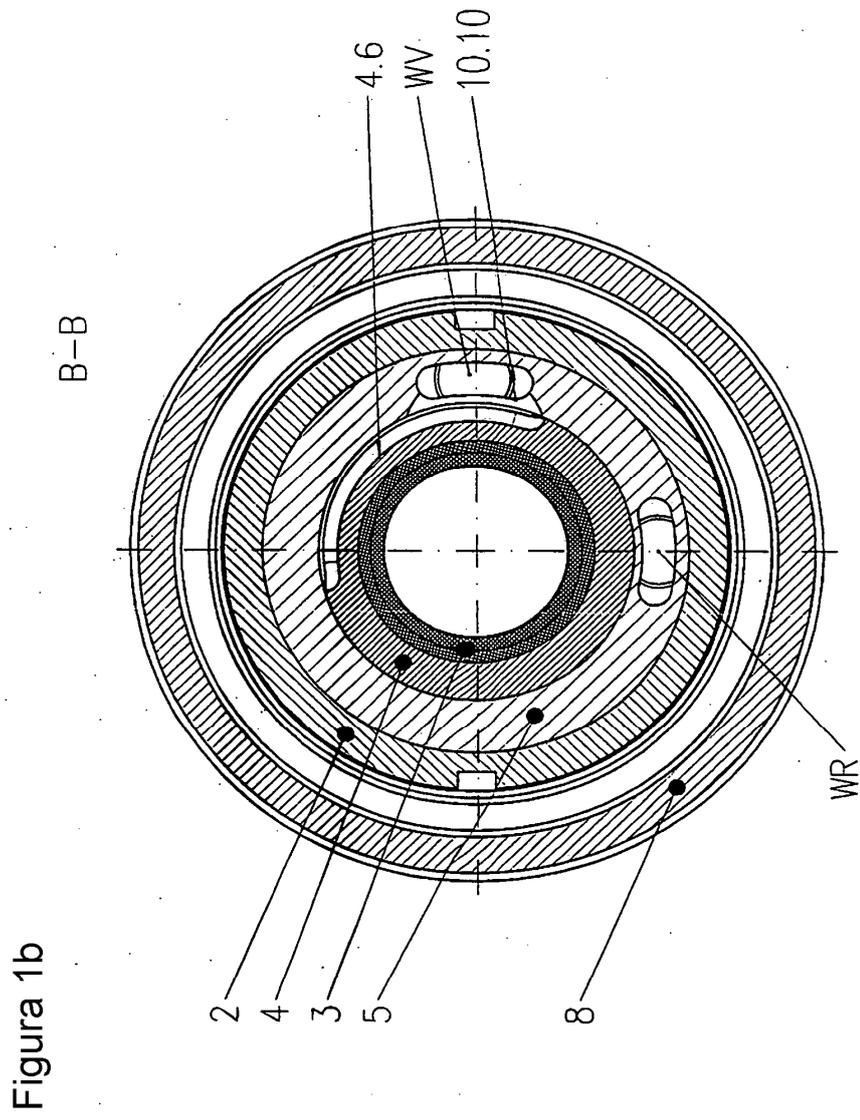
1. Boquilla (4) para una antorcha de plasma refrigerada mediante líquido, que comprende una perforación de boquilla (4.10) para la salida de un chorro de gas de plasma por una punta de boquilla (4.11), un primer segmento (4.1), cuya superficie exterior (4.4) es esencialmente cilíndrica, y un segundo segmento (4.2) adyacente al mismo hacia la punta de boquilla (4.11), cuya superficie exterior (4.5) se estrecha hacia la punta de boquilla (4.11) esencialmente de forma cónica, en la que están presentes al menos dos acanaladuras de alimentación de líquido (4.20 y 4.21) y al menos dos acanaladuras de retorno de líquido (4.22 y 4.23), que se extienden por el segundo segmento (4.2) en la superficie exterior (4.5) de la boquilla (4) hacia la punta de boquilla (4.11), en la que al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) y/o al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23) se extiende(n) también por una parte del primer segmento (4.1) y en el primer segmento (4.1) se encuentra al menos una acanaladura adicional (4.6 ó 4.7), que está en comunicación con al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) o al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23).
2. Boquilla según la reivindicación 1, caracterizada porque el punto central de al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) y el punto central de al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23) están dispuestos desplazados 180° uno con respecto a otro a lo largo del perímetro de la boquilla (4).
3. Boquilla según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizada porque al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) y/o al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23) se extiende en la dirección perimetral por un intervalo de desde 10° hasta 270°.
4. Boquilla según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la acanaladura adicional (4.6) o una de las acanaladuras adicionales (4.6 ó 4.7) se extiende en la dirección perimetral del primer segmento (4.1) de la boquilla (4) por todo el perímetro.
5. Boquilla según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la acanaladura adicional (4.6) o al menos una de las acanaladuras adicionales (4.6 ó 4.7) se extiende en la dirección perimetral del primer segmento (4.1) de la boquilla (4) por un ángulo  $\zeta_1$  o  $\zeta_2$  en el intervalo de desde 60° hasta 300°.
6. Boquilla según la reivindicación 5, caracterizada porque la acanaladura adicional (4.6) o al menos una de las acanaladuras adicionales (4.6 ó 4.7) se extiende en la dirección perimetral del primer segmento (4.1) de la boquilla (4) por un ángulo  $\zeta_1$  o  $\zeta_2$  en el intervalo de desde 90° hasta 270°.
7. Boquilla según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque están previstas exactamente dos acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) y exactamente dos acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23).
8. Boquilla según la reivindicación 7, caracterizada porque ambas acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) y/o ambas acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23) están en comunicación entre sí en el primer segmento (4.1) de la boquilla (4).
9. Boquilla según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos una de las acanaladuras adicionales (4.6 y/o 4.7) sobresale más allá de al menos una de las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) o más allá de al menos una de las acanaladuras de retorno de líquido (4.22; 4.23).
10. Cabezal de antorcha de plasma (1), que comprende:
  - una boquilla según una de las reivindicaciones 1 a 9,
  - un soporte de boquilla (5) para soportar la boquilla (4), y
  - un capuchón de boquilla (2), en el que el capuchón de boquilla (2) y la boquilla (4) forman un espacio para líquido refrigerante, que puede comunicarse a través de dos perforaciones desplazadas en cada caso de 60° a 180° con un conducto de alimentación de líquido refrigerante o un conducto de retorno de líquido refrigerante, en el que el soporte de boquilla (5) está diseñado de tal modo que el líquido refrigerante llega, casi en perpendicular al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma (1), incidiendo sobre la boquilla (4), al espacio para líquido refrigerante, y/o casi en perpendicular al eje longitudinal, saliendo del espacio para líquido refrigerante, al soporte de boquilla.
11. Cabezal de antorcha de plasma (1) según la reivindicación 10, caracterizado porque el capuchón de boquilla (2) presenta sobre su superficie interior (2.5) al menos tres entalladuras (2.6), cuyas aberturas dirigidas hacia la boquilla (4) se extienden en cada caso por una medida en radianes ( $b_2$ ), en el que la medida en radianes ( $b_4$ ;  $c_4$ ;  $d_4$ ;  $e_4$ ) de las áreas (4.31; 4.32; 4.33; 4.34) de la boquilla (4) adyacentes en la dirección perimetral a las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20; 4.21) y/o a las acanaladuras de

retorno de líquido (4.22; 4.23) y que sobresalen hacia fuera con respecto a las acanaladuras de alimentación de líquido y/o las acanaladuras de retorno de líquido, es en cada caso al menos tan grande como la medida en radianes ( $b_2$ ).

- 5 12. Cabezal de antorcha de plasma (1) según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque ambas perforaciones se extienden en cada caso esencialmente en paralelo al eje longitudinal del cabezal de antorcha de plasma (1).
13. Cabezal de antorcha de plasma (1) según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque las perforaciones están dispuestas desplazadas 180°.
- 10 14. Cabezal de antorcha de plasma (1) según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado porque la medida en radianes ( $c_2$ ) del segmento entre las entalladuras (2.6) del capuchón de boquilla (2) es como máximo la mitad de grande que la medida en radianes mínima ( $a_{42}$ ,  $a_{43}$ ) de las acanaladuras de retorno de líquido (4.22 y 4.23) o que la medida en radianes mínima ( $a_{40}$ ,  $a_{41}$ ) de las acanaladuras de alimentación de líquido (4.20 y 4.21) de la boquilla (4).











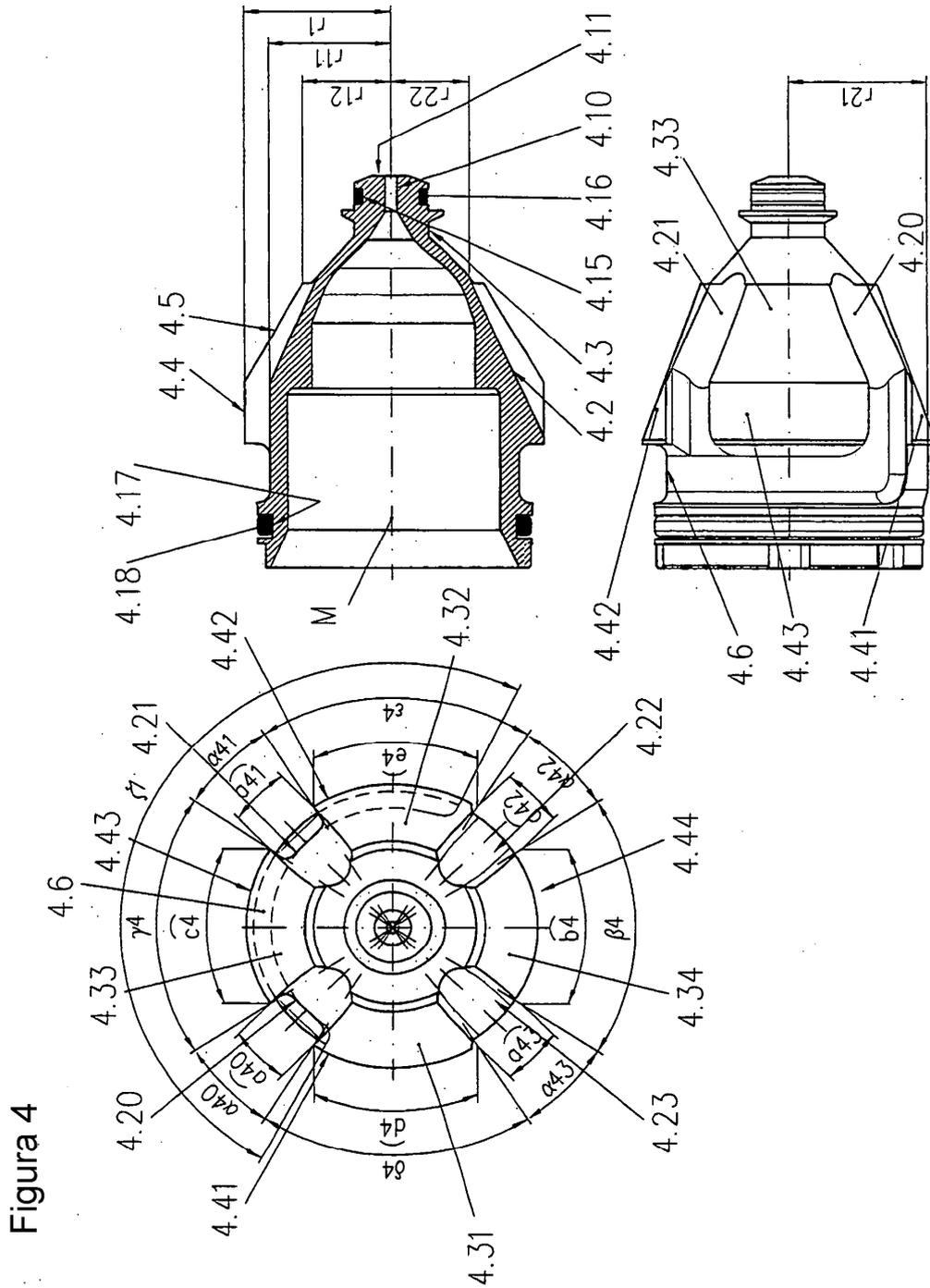


Figura 5

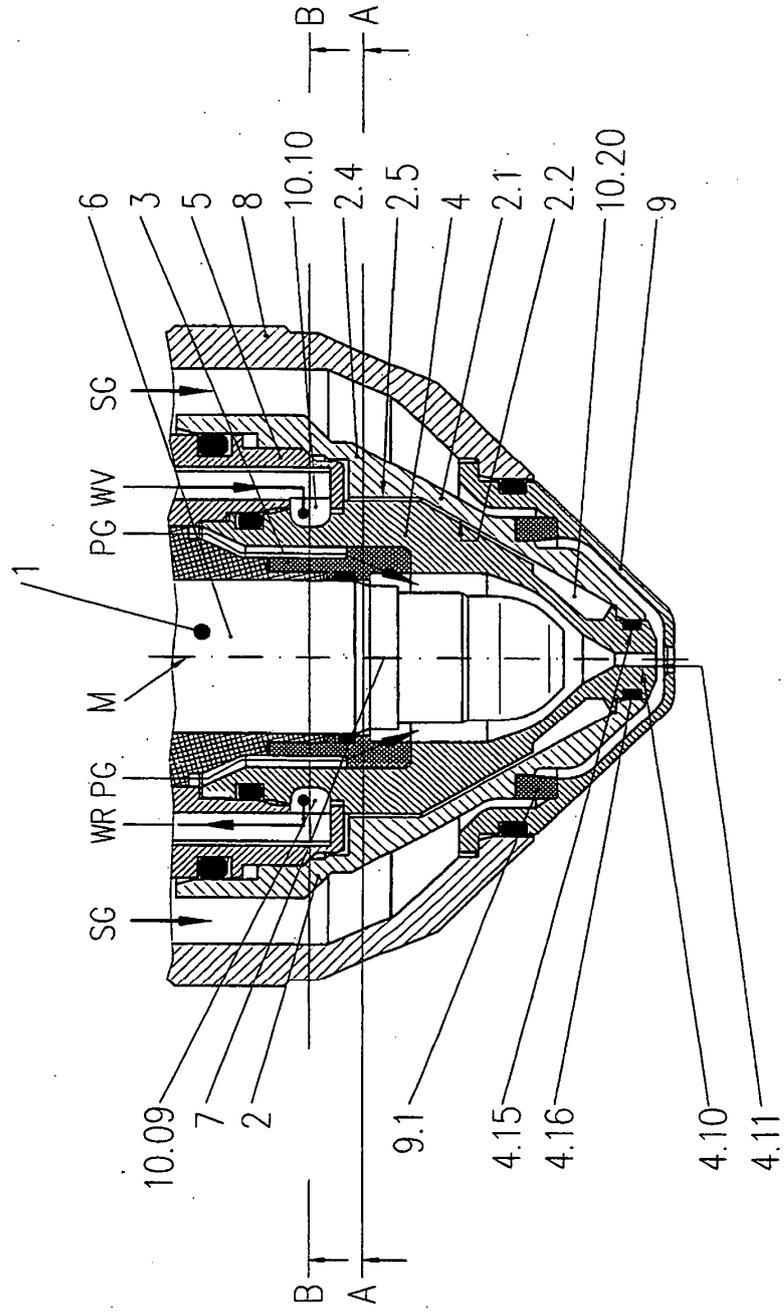


Figura 5a

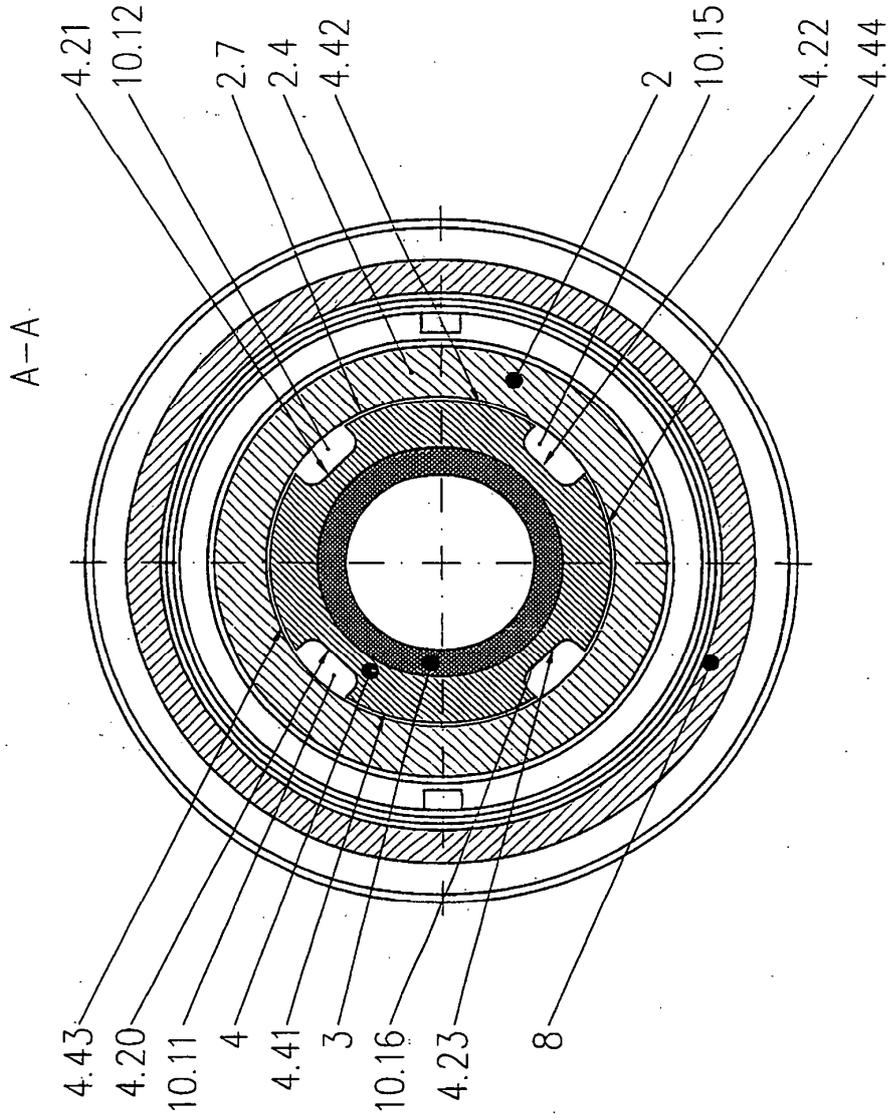
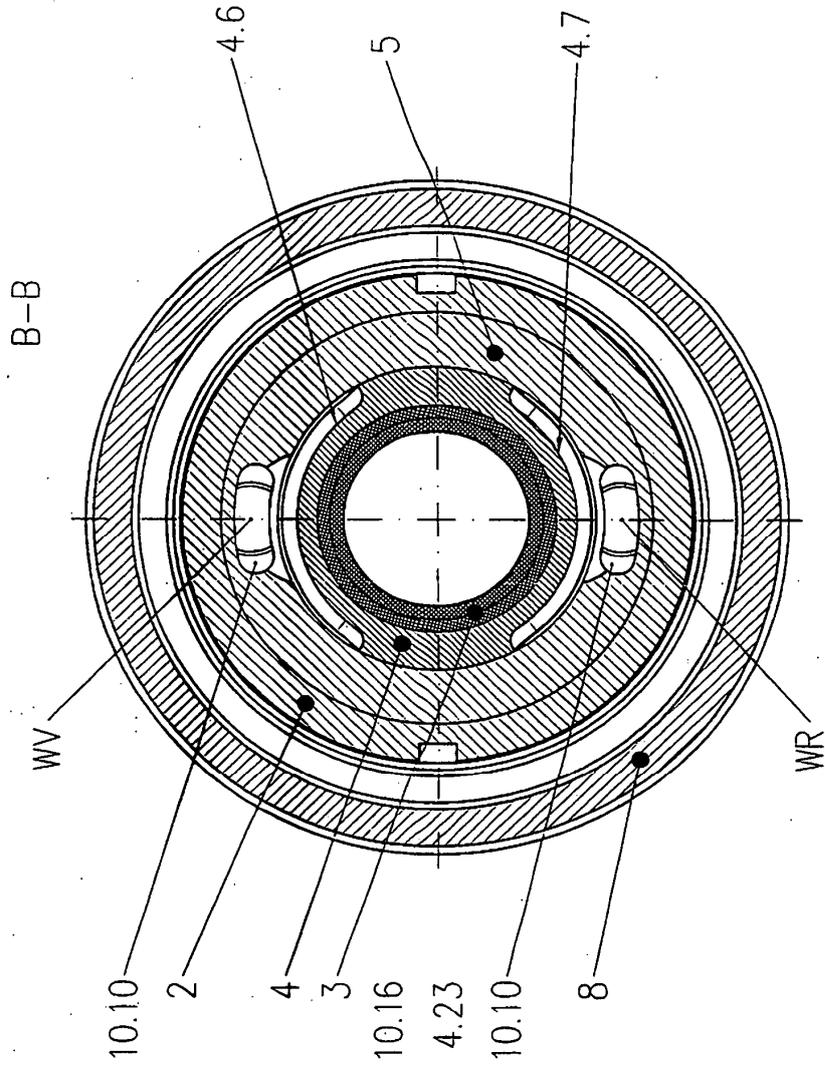


Figura 5b



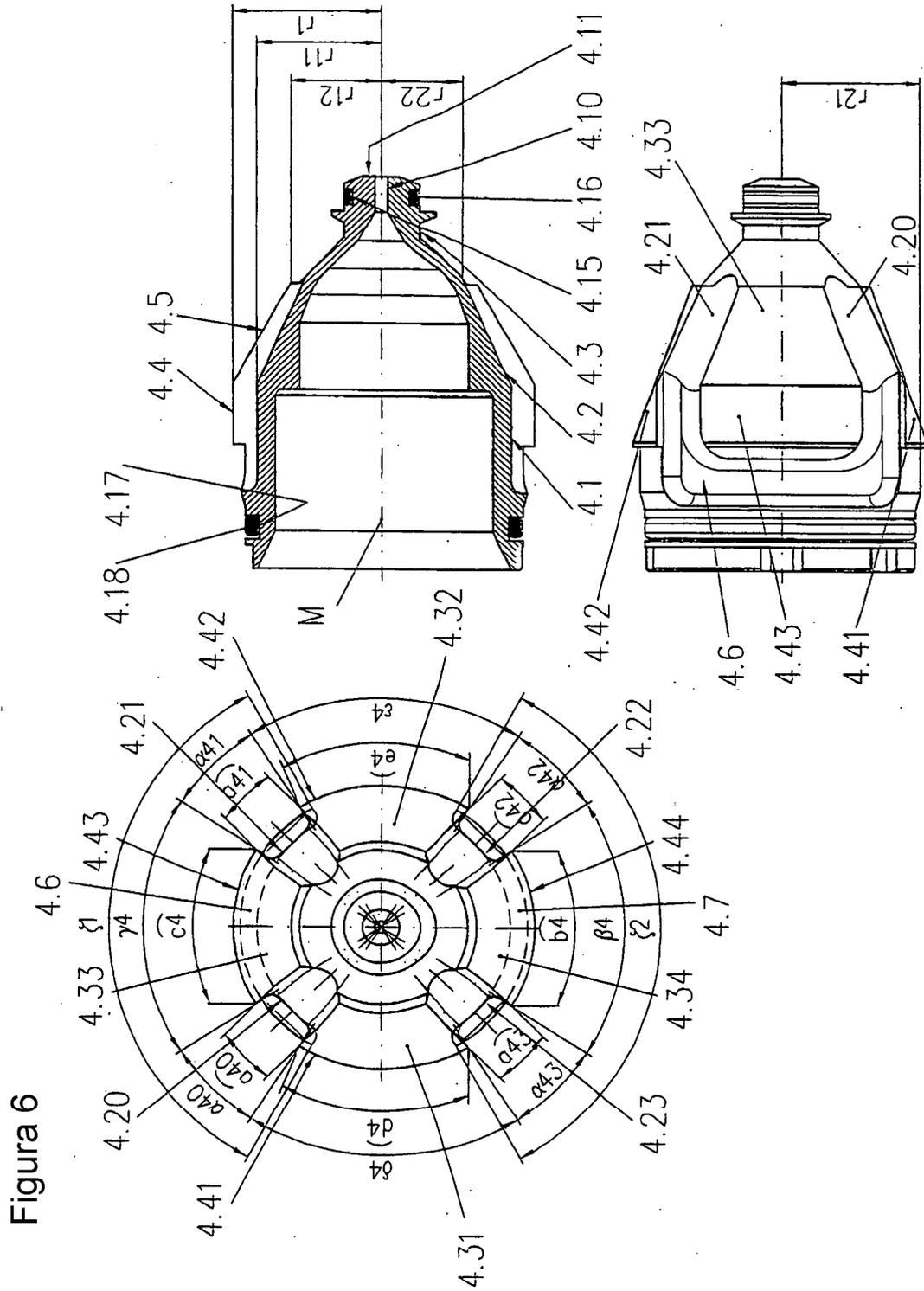


Figura 6

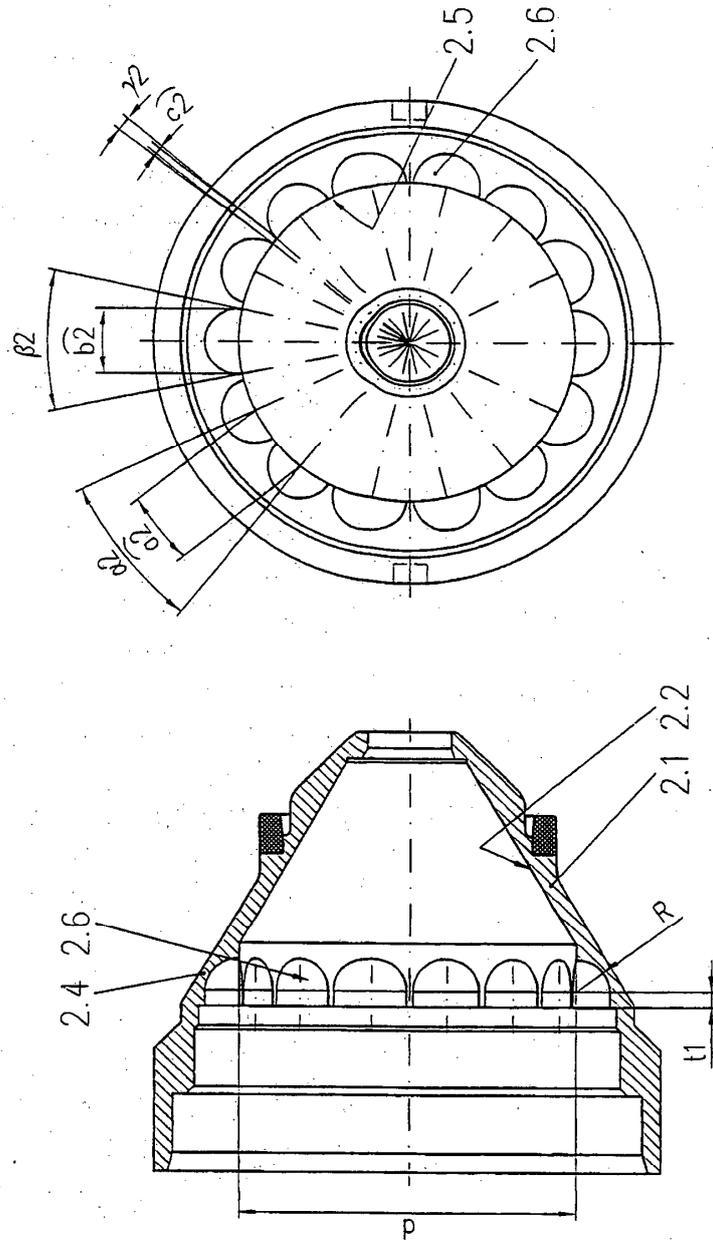


Figura 7