

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 155**

51 Int. Cl.:

H05H 1/42 (2006.01)

H05H 1/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2017 PCT/CH2017/000075**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2018 WO18035619**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2017 E 17761178 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3504943**

54 Título: **Dispositivo de pulverización de plasma**

30 Prioridad:

26.08.2016 CH 10922016

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

08.11.2023

73 Titular/es:

OERLIKON METCO AG, WOHLLEN (100.0%)

Rigackerstrasse 16

5610 Wohlen, CH

72 Inventor/es:

KELLER, SILVANO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 953 155 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

Dispositivo de pulverización de plasma

5 La invención se refiere a un dispositivo de pulverización de plasma construido de acuerdo con el término genérico de la reivindicación 1, un ánodo construido de acuerdo con la reivindicación 16 y un neutrodo construido de acuerdo con la reivindicación 18 para un dispositivo genérico de pulverización de plasma.

10 Se conocen dispositivos de pulverización de plasma de la técnica anterior, cuyo cabezal de quemador comprende un cátodo, un ánodo espaciado del mismo y una disposición de neutrodos dispuesta entre ellos, que comprende varios neutrodos aislados eléctricamente entre sí. El ánodo suele tener forma de boquilla redonda. Durante el funcionamiento, se genera un arco entre el cátodo y el ánodo. El arco se aplica al ánodo por el lado de entrada, es decir, la zona que da al interior del cabezal del quemador. En esta zona predominan temperaturas muy elevadas, que pueden alcanzar los 10.000 Kelvin y más. Por lo tanto, además del ánodo, las partes adyacentes al ánodo, en particular el neutrodo adyacente, están sometidas a un gran estrés térmico y a un gran desgaste.

15 En el documento EP 500 492 A1 se conoce un dispositivo genérico de pulverización de plasma. El cabezal del quemador está provisto de una disposición catódica, un ánodo anular y varios neutrodos aislados eléctricamente entre sí. Entre los neutrodos individuales hay una brecha en la que se insertan discos anulares hechos de material aislante. Estos neutrodos forman el canal de plasma con una constricción. El diámetro interior de los discos anulares corresponde al diámetro interior del canal de plasma. Para enfriar el ánodo y los neutrodos, se ha dispuesto un canal de refrigeración (cavidad) en su exterior, por el que se conduce agua de refrigeración. El primero de estos discos anulares, que está dispuesto entre el primer neutrodo y el ánodo, junto con el primer neutrodo está térmicamente muy cargado y por lo tanto sujeto a un alto desgaste, especialmente porque el agua de refrigeración sólo fluye alrededor del ánodo y el primer neutrodo en el exterior.

20 El documento EP 1 875 785 A1 describe una interfaz para una pistola de plasma. Esta comprende, entre otras cosas, un receptáculo en la pistola de plasma para la fijación de una boquilla. El canal de plasma está formado por una pluralidad de neutrodos junto con el accesorio de boquilla. Para ello, tanto la fijación de la tobera como los neutrodos están provistos de orificios cilíndricos. El accesorio de boquilla se fija a la pistola de plasma mediante un dispositivo de sujeción. Para refrigerar tanto el dispositivo de sujeción como la tobera, un canal de líquido refrigerante sale de la pistola de plasma primero a través del dispositivo de sujeción y luego a través de la tobera. Desde la fijación de la tobera, el canal conduce a lo largo del exterior de los neutrodos de vuelta a la pistola de plasma. Entre el primer neutrodo y la tobera hay un anillo de estanqueidad que se extiende radialmente hacia el interior de la tobera. Una junta tórica está dispuesta fuera de este anillo de sellado.

25 El documento WO 2006/012165 A2 describe una pistola de plasma convencional que comprende un módulo catódico, un módulo intermedio, un módulo anódico y un módulo de alimentación. El módulo intermedio comprende varios electrodos intermedios, que están separados entre sí por un espacio que se extiende radialmente. Para aislar los electrodos intermedios entre sí, se alojan anillos aislantes cerámicos y juntas tóricas en la brecha respectiva.

30 Por último, el documento EP 0 289 961 A2 divulga un soplete de plasma descrito como un dispositivo de arco con cátodo ajustable. El soplete de plasma comprende tres conjuntos, a saber, un conjunto de cuerpo de pistola, un conjunto de boquilla provisto de un ánodo y un conjunto de cátodo. El conjunto de cátodo comprende un cátodo en forma de varilla que está en comunicación con un pistón desplazable axialmente. Esto permite hacer avanzar o retroceder el cátodo en dirección axial. El cuerpo de la pistola consta de cuatro segmentos tubulares, el primero de los cuales se encuentra junto al ánodo. Entre el segmento anterior y el ánodo hay un espacio en el que se ha dispuesto un anillo aislante.

35 La tarea de la invención consiste ahora en proponer un dispositivo de pulverización de plasma construido según el término genérico de la reivindicación 1, en el que las partes térmicamente muy cargadas del cabezal del quemador, en particular el ánodo junto con el neutrodo adyacente al mismo, están diseñadas de tal manera que éstas tienen una vida útil más larga a la misma potencia nominal o permiten una potencia nominal aumentada a la misma vida útil.

40 Esta tarea se resuelve mediante un dispositivo de pulverización de plasma que está provisto de las características enumeradas en la característica de la reivindicación 1.

45 Como el espacio del dispositivo de pulverización de plasma que discurre entre el neutrodo más adelantado y el ánodo tiene al menos dos secciones, existiendo una distancia radial y/o axial entre las dos secciones y estando dispuesta una arandela aislante en cada una de las dos secciones, se crea el requisito previo básico de que las piezas de desgaste en la región del dispositivo de pulverización de plasma sometidas a la mayor carga térmica, en particular el ánodo junto con el neutrodo adyacente al mismo, tengan una vida útil más larga a la misma potencia nominal o permitan una potencia nominal incrementada a la misma vida útil.

50

En comparación con los dispositivos de pulverización de plasma convencionales, cuyo espacio entre el neutrodo principal y el ánodo es en su mayor parte recto y sólo está provisto de un disco aislante, las características mencionadas según la invención pueden garantizar en particular también un aislamiento eléctrico estable a largo plazo entre el neutrodo principal y el ánodo. Al subdividir el espacio en diferentes secciones y proporcionar una distancia radial y/o axial entre las dos secciones, cada una de ellas provista de un disco aislante, en particular el segundo disco aislante o el exterior, es decir, el que está orientado en dirección opuesta al canal de plasma, está sometido a una tensión comparativamente pequeña. Además, el sellado hidráulico también se mejora en el sentido de que no puede entrar refrigerante en el canal de plasma a través de la brecha antes mencionada, ya que la junta proporcionada para sellar la brecha está térmicamente menos estresada.

Las formas de realización preferidas del dispositivo de pulverización de plasma se describen en las reivindicaciones dependientes 2 a 15.

En un desarrollo preferente, se propone que dicha brecha tenga una primera sección interior, una segunda sección media y una tercera sección exterior, estando la primera sección interior desplazada en dirección radial y axial con respecto a la tercera sección exterior, y en donde en la primera y tercera sección se dispone uno de dichos discos aislantes. Mediante dicho desplazamiento, la tercera sección puede reubicarse en una zona térmicamente menos estresada. Además, la sección central actúa como aislante térmico.

En particular, es preferible que la sección central de la brecha forme un ángulo con la sección interior y/o exterior. Esta medida da como resultado un blindaje térmico aún mejor de la sección exterior.

Otro diseño preferido prevé que un anillo de sellado esté dispuesto radialmente fuera de la sección exterior. De este modo, el anillo de sellado se dispone en una zona con menos tensión térmica.

En otra forma de realización preferida del dispositivo de pulverización de plasma, el neutrodo principal está provisto de un saliente anular orientado hacia el ánodo y el ánodo está provisto de un rebaje anular orientado hacia el neutrodo principal, extendiéndose la brecha entre dicho saliente y dicho rebaje. Por medio de estas características, la brecha dividida en varias secciones se puede realizar comparativamente fácil.

Preferentemente, la sección interior está dispuesta radialmente dentro de la sección exterior, en la que un disco aislante está dispuesto en la sección interior, estando dicho disco aislante radialmente rebajado con respecto al canal de plasma. Como resultado, dicho disco aislante está algo separado del arco aplicado durante la operación y la sección exterior está térmicamente protegida particularmente bien.

Un desarrollo adicional preferido prevé que el diámetro interior del neutrodo más adelantado sea al menos un 10%, en particular al menos un 20%, preferentemente al menos un 30% mayor que el diámetro interior del ánodo, al menos en la región del extremo orientada hacia el ánodo. Este diseño garantiza que el arco no se inicie ya en el neutrodo delantero, sino solo en el ánodo. Este diseño también contribuye al hecho de que la temperatura en el área de la brecha entre el neutrodo principal y el ánodo es comparativamente baja y no se produce un quemado significativo en el neutrodo principal, lo que en última instancia contribuye a aumentar la vida útil en particular del neutrodo principal.

En otra variante preferida, el ánodo es anular y está provisto en su interior de un inserto de alto punto de fusión que, en la dirección del eje longitudinal del canal de plasma, alcanza al menos aproximadamente la distancia entre el neutrodo principal y el ánodo. Con este diseño, la base del arco puede desplazarse hacia la zona de la brecha.

Particularmente preferible es que el neutrodo principal esté provisto de un collar anular en el que se han introducido ranuras para formar aletas de refrigeración. Dichas aletas de refrigeración tienen una gran superficie, de modo que el neutrodo puede enfriarse muy eficazmente mediante un líquido refrigerante.

De manera particularmente preferente, todos los neutrodos están provistos de un collar anular, cada collar está provisto de una pluralidad de ranuras axiales de manera que se forma una pluralidad de aletas de refrigeración, y las aletas de refrigeración así formadas se comunican con un canal o espacio anular en el que circula un líquido refrigerante. Esta configuración permite enfriar eficazmente todos los neutrodos.

Dichas ranuras tienen preferentemente una profundidad de al menos el 5 % de la circunferencia del collar, y preferentemente de al menos el 10 % de la circunferencia del collar. Tales ranuras forman aletas de refrigeración con una superficie particularmente grande, lo que es ventajoso con respecto a la buena refrigeración del neutrodo asociado.

Mediante la ranura respectiva que discurre esencialmente a lo largo de toda la longitud axial del neutrodo respectivo, como se indica en un desarrollo ulterior preferido, se puede conseguir una refrigeración particularmente buena del neutrodo correspondiente. Preferentemente, el dispositivo de pulverización de plasma tiene un espacio anular que rodea completamente los neutrodos para recibir líquido refrigerante. A través de dicho espacio anular, los neutrodos pueden enfriarse a lo largo de toda su circunferencia. De manera particularmente preferente, el espacio anular está

dispuesto y diseñado de tal manera que el líquido refrigerante fluye en dirección axial a lo largo de los neutrodos así como del ánodo. Un flujo axial del líquido refrigerante garantiza una disipación del calor especialmente buena.

5 En un desarrollo adicional preferido del dispositivo de pulverización de plasma, el primer neutrodo orientado hacia el cátodo está provisto de una sección cónica que forma parte del canal de plasma. Esto forma una especie de constricción por medio de la cual el flujo del chorro de plasma puede ser influenciado de una manera deseada.

10 Las reivindicaciones 16 y 17 reivindican además un ánodo para un dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con la reivindicación 1, mientras que las reivindicaciones 18 a 20 reivindican un neutrodo para un dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con la reivindicación 1.

A continuación, se explicará con más detalle una realización preferida de la invención con referencia a los dibujos. En estos dibujos, se muestra:

15 Fig. 1 una sección longitudinal a través del cabezal de antorcha del dispositivo de pulverización de plasma;
 Fig. 1a una sección ampliada de la Fig. 1;
 Fig. 2 el primer neutrodo en vista en perspectiva y en sección;
 Fig. 3 el segundo neutrodo en vista en perspectiva y en sección;
 Fig. 4a una sección a través del tercer neutrodo;
 20 Fig. 4b el tercer neutrodo en vista en perspectiva y en sección;
 Fig. 5 una sección a través del ánodo;
 Fig. 6 una primera forma de realización alternativa del tercer neutrodo;
 Fig. 7 una segunda forma de realización alternativa del tercer neutrodo;
 Fig. 8 una tercera forma de realización alternativa del tercer neutrodo.

25 Dado que los dispositivos genéricos de pulverización de plasma son conocidos, las características y elementos esenciales en relación con la invención se discutirán en particular a continuación.

30 La figura 1 muestra una sección longitudinal a través del cabezal del quemador 2 del dispositivo de pulverización de plasma general designado 1, mientras que la Fig. 1a muestra una sección ampliada de la Fig. 1. La estructura de un dispositivo de pulverización de plasma diseñado según la invención y del cabezal de quemador 2 asociado se explica con más detalle sobre la base de las figuras 1 y 1a.

35 El cabezal del quemador 2 tiene un cátodo 3, un ánodo 7 separado de él y una disposición de neutrodos formada por tres neutrodos 4, 5, 6 dispuestos entre ellos. Los neutrodos 4, 5, 6, junto con el ánodo 7, esencialmente cilíndrico y brecha, forman el canal 10 de plasma. En el extremo de salida, el ánodo 7 tiene un elemento de suministro de polvo 44, que está provisto de canales 45 que se extienden radialmente, a través de los cuales se puede suministrar un polvo de recubrimiento. Para fijar el ánodo 7 junto con los tres neutrodos 4, 5, 6, está prevista una tuerca de unión 46, cuya orejeta de sujeción 47 presiona axialmente sobre el ánodo 7 en la zona del elemento de suministro de polvo 44. A su vez, el ánodo 7 presiona axialmente los neutrodos 4, 5, 6 y también los fija en dirección axial.

40 El primer o último neutrodo 4 tiene un espacio interior 11 con una sección 11a que se estrecha cónica hacia delante en la dirección del flujo. Esta sección cónica 11a forma parte del canal de plasma 10. Esta sección cónica 11a forma una constricción mediante la cual se influye de manera deseada en el flujo del chorro de plasma.

45 El primer neutrodo 4 rodea el cátodo 3 en forma de barra. El neutrodo central 5 tiene esencialmente forma de anillo y su interior 12 se ensancha ligeramente en dirección al ánodo 7. El último o principal neutrodo 6 tiene un interior 13 esencialmente cilíndrico. Entre el último 4 y el neutrodo central 5, así como entre el central 5 y el primer neutrodo 6, hay un espacio anular 15, 20 cada uno. Estos dos intersticios 15, 20 se extienden radialmente en línea recta. Un disco aislante anular 16, 21 se inserta en cada una de dichas dos brechas 15, 20. El respectivo disco aislante 16, 21 es relativamente delgado y está bordeado exteriormente por un anillo de soporte 17, 22 plano pero también anular. Este anillo de soporte exterior 17, 22 va seguido en cada caso por una junta tórica 18, 23, que sirve de junta para el líquido refrigerante, como se explicará con más detalle a continuación.

50 También hay una brecha 26 entre el neutrodo principal 6 y el ánodo 7. Sin embargo, este espacio 26 no discurre en línea recta, sino que consta de una primera sección 27 interior, que discurre esencialmente de forma radial, una segunda sección 28 intermedia, que discurre esencialmente de forma axial, y una tercera sección 29 exterior, que discurre esencialmente de nuevo de forma radial. La primera sección 27 interior está desplazada radial y axialmente con respecto a la tercera sección 29 exterior. La sección intermedia 28 discurre esencialmente en un ángulo de 90° con respecto a las secciones primera y tercera 27, 29. Naturalmente, es posible cualquier otro ángulo, por ejemplo 30°, 45° o 60°.

55 En cada una de las secciones interior y exterior 27, 29 se aloja una arandela aislante 30, 31. Los dos discos aislantes 30, 31 están separados entre sí y la parte intermedia de la sección central 28 actúa como aislante térmico.
 60 El disco aislante exterior 31 va seguido a su vez de una junta tórica 32, que sirve de sello para el líquido refrigerante y crea también un cierre estanco al gas. Los tres discos aislantes 16, 21, 30 están algo alejados del canal de plasma

10, lo que tiene un efecto positivo en su vida útil. El disco aislante interior 31, situado en la tercera brecha 26, está retranqueado incluso un poco más que los otros dos discos aislantes 16, 21, hasta el punto de que su cara interior se extiende por fuera del inserto 8.

- 5 El ánodo 7, que es esencialmente cilíndrico hueco, está provisto en su interior de un inserto 8, que consiste en un material altamente fundente y conductor como el wolframio.

El líquido refrigerante utilizado para enfriar los elementos del cabezal del quemador se introduce en el cabezal del quemador 2 a través de una brida de conexión frontal 49. Desde esta brida de conexión 49, unos canales inclinados, que no son visibles en las ilustraciones según las Fig. 1 y 1a, desembocan en un primer espacio anular 50. El espacio anular 50 se abre a un segundo espacio de flujo 51, también en forma de espacio anular, que se extiende alrededor de los tres neutrodos 4, 5, 6 y sirve para enfriarlos. Al final, el espacio de flujo 51 se abre en un canal inclinado 40, que se introduce en el ánodo 7 y desemboca en la zona del extremo delantero del ánodo 7. El canal inclinado 40 pasa a través de un canal anular 41 que se introduce en el ánodo 7, desde el cual el líquido refrigerante puede fluir hacia arriba a otra cámara de retorno 52 diseñada como cámara anular, que finalmente se conecta a una brida de conexión trasera 53 a través de varios canales que discurren por el interior del cabezal del quemador (no se muestra). El líquido refrigerante sale del cabezal del quemador a través de esta brida de conexión trasera 53. A través de una brida de conexión central 55 se puede suministrar gas al quemador.

20 Las mencionadas juntas tóricas 18, 23, 32 impiden que el líquido refrigerante penetre en el canal de plasma 10 desde la cámara de alimentación 51 a través de la respectiva rendija 15, 20, 26. Los discos aislantes 16, 21, 30, 31 sirven en particular como aislamiento eléctrico, pero también térmico. Los discos aislantes 16, 21, 30, 31 están hechos de un material no conductor y resistente a altas temperaturas, como el nitruro de silicio. Además, estos discos aislantes 16, 21, 30, 31 también protegen de la sobrecarga térmica a las juntas tóricas 18, 23, 32, que están hechas de un material elástico y resistente a la temperatura, como Viton®.

Durante el funcionamiento del dispositivo de pulverización de plasma, existe un arco entre el cátodo 3 y el ánodo 7. Este arco se extiende desde el cátodo 3 hasta la zona inicial 25 del ánodo 7 o de su inserto 8. En esta zona inicial 25, el inserto 8 es preferentemente redondeado, lo que es ventajoso para una larga vida útil. Por lo general, el arco se desvía un poco en esta zona inicial 25. En cualquier caso, la región inicial 25 del ánodo 7, y por tanto también la región alrededor del disco aislante adyacente 27, es la región del dispositivo de pulverización de plasma térmicamente más cargada. El diseño específico de la brecha 26 entre el neutrodo principal 6 y el ánodo 7, así como los dos discos aislantes 30, 31 dispuestos en esta brecha 26, tiene en cuenta este problema de forma especial y la junta tórica 32 dispuesta en la brecha principal 26 también está especialmente bien protegida térmicamente. La sección central 28 del tercer intersticio 26 actúa como aislante térmico entre los dos discos aislantes 30, 31. Además, el disco aislante interior 30 está algo alejado del interior del ánodo 7 o del inserto anódico 8, lo que influye positivamente en su vida útil. Al mismo tiempo, los tres neutrodos 5, 6 y 7, así como el ánodo 7, se enfrían de forma especialmente eficaz, como se explicará con más detalle a continuación. En cualquier caso, las pruebas realizadas con un cabezal de quemador 2 de este tipo han demostrado que, incluso si el disco aislante interior 30 se omite o falla o se quema, la junta tórica 32 permanece estanca hidráulicamente durante un periodo de varios cientos a más de mil horas y, por lo tanto, funciona de forma fiable e impide la entrada de refrigerante en el canal de plasma 10. En este contexto cabe mencionar que, durante el funcionamiento, la penetración de refrigerante en el canal de plasma 10 equivaldría a la destrucción del cabezal de la antorcha.

45 Los tres neutrodos 4, 5, 6 están provistos de un collar circunferencial anular (no representado). Cada uno de estos collares tiene una serie de rebajes axiales -ranuras- para formar aletas de refrigeración. El líquido refrigerante fluye desde el espacio anular 50 a la cámara de flujo 51, que está diseñada como un espacio anular, y fluye a través de él. La cámara de flujo 51 está dispuesta y diseñada de tal manera que el líquido refrigerante fluye en dirección axial a lo largo de los neutrodos 4, 5, 6 así como del ánodo 7. El líquido de refrigeración también fluye en dirección axial a través de las ranuras axiales de los neutrodos 4, 5, 6 que sirven para formar las aletas de refrigeración. Al dotar a los neutrodos 4, 5, 6 de ranuras en sentido axial, el líquido refrigerante puede circular longitudinalmente a lo largo de los neutrodos y garantizar una refrigeración eficaz. Después del primer neutrodo 6, el líquido refrigerante fluye hacia el canal anular 41 del ánodo 7 a través de los orificios oblicuos 40 del ánodo 7. Detrás del canal anular 41, los orificios oblicuos 40 se adentran aún más en el cuerpo base del ánodo 7. Desde el canal anular 41, el líquido refrigerante penetra hacia arriba en el espacio de flujo de retorno 52 que rodea la disposición de neutrodos, desde donde fluye hacia arriba hasta la brida de conexión trasera 53 y puede salir del cabezal del quemador 2 a través de esta. En caso necesario, también puede invertirse la dirección de flujo del agua de refrigeración. Además, es preferible que el diámetro interior de la cámara de flujo 51 coincida con el diámetro exterior del collar circunferencial de los respectivos neutrodos 4, 5, 6, de manera que los neutrodos 4, 5, 6 queden alineados con precisión en la dirección radial cuando se introduzcan en la cámara de flujo 51.

La figura 2 muestra el primer neutrodo 4 en perspectiva y en sección. En la zona del lado de entrada, este neutrodo 4 está provisto exteriormente de depresiones oblicuas axialmente 56 en forma de ranuras, a través de las cuales puede fluir el refrigerante hacia un canal anular 57 que rodea al neutrodo 4. El canal anular 57 está delimitado en la parte frontal que da al segundo neutrodo por un collar anular 58. En este collar 58 se dejan rebajes que se extienden axialmente en forma de ranuras 59, de manera que se forman una pluralidad de aletas de refrigeración 60. Un collar

58 formado de esta manera tiene una superficie grande con una superficie de refrigeración correspondientemente grande y permite una buena refrigeración del primer neutrodo. La ranura 59 correspondiente presenta preferentemente una profundidad de al menos el 5 % de la circunferencia del collar, de especial preferencia, de al menos el 10 % de la circunferencia del collar correspondiente. El primer neutrodo 4 está provisto, en la parte interior orientada hacia el cátodo, de una sección cónica que forma parte del canal de plasma.

La Fig. 3 muestra el segundo neutrodo 5 en perspectiva y en sección. El segundo neutrodo 5 presenta de nuevo un collar circunferencial anular 62 en el que se han practicado ranuras 63. Las aletas de refrigeración 64 formadas de esta manera permiten de nuevo una buena refrigeración del segundo neutrodo 5. También en este caso, las ranuras 63 tienen preferentemente una profundidad correspondiente al menos al 5 % de la circunferencia del collar, de especial preferencia, al menos al 10 % de la circunferencia del collar respectivo.

La Fig. 4a muestra una sección a través del tercer o primer neutrodo 6, mientras que la Fig. 4b muestra el tercer neutrodo 6 en perspectiva y en sección. El primer neutrodo 6 está provisto de un saliente anular 66 en la parte delantera que mira hacia el ánodo, en cuya parte trasera está formada una escotadura 67. El saliente anular 66, junto con el rebaje 67, forma parte de la tercera brecha (Fig. 2) en el que se recibe el disco aislante exterior 31 (Fig. 2). El tercer neutrodo 6 también está provisto de un collar anular 69 en el que se han practicado ranuras 70. Además, desde la parte inferior de la ranura 70 respectiva, los orificios 68 se adentran en el cuerpo base del neutrodo 6. Estos orificios 68 aumentan la superficie de enfriamiento de este neutrodo 6, que está sometido a la mayor carga térmica, y permiten un enfriamiento particularmente eficaz de este neutrodo 6. En la parte interior, el saliente 66 es preferentemente redondeado, ya que el arco se encuentra muy cerca de esta zona durante el funcionamiento. La ranura respectiva 70 tiene de nuevo preferentemente una profundidad correspondiente al menos al 5 % de la circunferencia del collar 69, de particular preferencia, al menos al 10 % de la circunferencia del collar 69. El diámetro interior del neutrodo 6, denominado D2, corresponde aproximadamente al diámetro interior del ánodo, como se explicará con más detalle a continuación.

En el presente ejemplo, hay quince ranuras cada una en el collar de los respectivos neutrodos 4, 5, 6, aunque este número puede variar. Sin embargo, es preferible que haya al menos ocho ranuras. Por supuesto, la forma y el tamaño de las ranuras también pueden variar, por lo que el número también puede variar de un neutrodo a otro. El término disco aislante también es representativo de todas las formas de aisladores, que no tienen que tener necesariamente forma de disco.

Por último, la Fig. 5 muestra una sección a través del ánodo 7. El ánodo está provisto de una cavidad anular 73 en la parte posterior, orientada hacia el tercer neutrodo 6, dentro de la cual puede extenderse el saliente 66 del tercer neutrodo 6. Como puede verse en la Fig. 2, entre dicho saliente del tercer neutrodo 6 y la depresión anular 73 del ánodo 7 se forman las secciones interior y central 27, 28 de la brecha 26 entre el ánodo 7 y el tercer neutrodo 6. Combinando la protuberancia 66 dispuesta en el tercer neutrodo 6 junto con la depresión anular del ánodo 7, se forma una brecha multietapa de características sencillas y de forma económica, que en combinación con los discos aislantes presenta las ventajas anteriormente descritas. En este ejemplo de realización, el diámetro interior D1 del inserto 8 del ánodo 7 se corresponde aproximadamente con el diámetro interior D2 (Fig. 4a) del neutrodo más adelantado 6 adyacente al mismo. No obstante, también se ofrecen otros ejemplos de diseño, como se explicará más adelante con referencia a las Figuras 6 y 7. El ánodo 7 está provisto de salientes 43 que se extienden axialmente en dirección radial hacia el exterior del canal de plasma 10. Los canales de alimentación de polvo 45 para suministrar el polvo de recubrimiento están empotrados en estos salientes 43. Aunque en el presente ejemplo se muestran dos canales de alimentación de polvo 45, también pueden preverse tres o cuatro canales de alimentación de polvo. En caso necesario, puede preverse un solo canal de alimentación de polvo.

En la ilustración según la Fig. 5, se pueden ver dos de los orificios oblicuos 40 del ánodo 7, que se abren en el canal anular 41. En total, el ánodo 7 está provisto de al menos diez orificios 40 de este tipo. Además, puede observarse que los orificios oblicuos 40 se extienden más allá del canal anular 41 hacia el cuerpo base del ánodo 7 y aumentan así la superficie de refrigeración del ánodo 7.

Cabe señalar aquí que los tres neutrodos 4, 5, 6, así como el ánodo 7 son piezas de desgaste que son o deben ser sustituidas después de cierto período de uso del dispositivo de pulverización de plasma. Al mismo tiempo, suelen sustituirse las juntas tóricas y las arandelas aislantes.

La Fig. 6 muestra una sección a través de un primer diseño alternativo del tercer o primer neutrodo 6a. Este neutrodo 6a está provisto de un rebaje 75 en su interior, de modo que su diámetro interior D3 aumenta hacia el ánodo. Este rebaje aumenta el diámetro interior D3 hasta un diámetro D2 que es mayor que el diámetro interior D1 (Fig. 5) del ánodo adyacente, es decir, también del inserto del ánodo. De este modo se garantiza que el arco no se inicie en el primer neutrodo 6a, sino solo en el ánodo. Por lo tanto, este diseño también contribuye al hecho de que la temperatura en el área de la tercera abertura 26 (Fig. 1a) es comparativamente baja y no se produce un quemado significativo en el primer neutrodo 6a, lo que en última instancia contribuye a una mayor vida útil, en particular del primer neutrodo 6a. Preferentemente, el diámetro interior de este tercer neutrodo 6a en la región adyacente al ánodo es al menos un 10 %, en particular al menos un 20 %, de especial preferencia, al menos un 30 % mayor que el del ánodo. Si se supone, por ejemplo, un diámetro interior del ánodo de 10 milímetros, el diámetro interior de este tercer

neutrodo 6a en la región adyacente al ánodo es al menos 1 milímetro, en particular al menos 2, de especial preferencia al menos 3 milímetros, mayor que el del ánodo. Otra variante podría ser que el diámetro interior del tercer neutrodo sea continuamente mayor que el del ánodo.

5 La Fig. 7 muestra una sección a través de un segundo diseño alternativo del tercer o primer neutrodo 6b. El diámetro interior de este neutrodo 6b se ensancha continuamente hacia delante, de modo que el diámetro interior D3 en la zona de salida frente al ánodo es al menos un 10 %, en particular al menos un 20 %, de especial preferencia, al menos un 30 % mayor que el diámetro interior D1 del ánodo 7 (Fig. 5). De nuevo, este diseño tiene por objeto garantizar que el arco no se inicie ya en este neutrodo delantero 6b, sino únicamente en el ánodo. Como puede verse en la Fig. 7, el diámetro interior D3 de este neutrodo principal 6b se aumenta dotándolo de un redondeo en el lado de salida. En lugar de un redondeo, por ejemplo, también podría proporcionarse un chaflán, un diseño cónico o un chaflán o un diseño cónico en combinación con un redondeo.

15 Finalmente, la Fig. 8 muestra una sección a través de un tercer diseño alternativo del tercer o principal neutrodo 6c. El diámetro interior de este neutrodo 6b se ensancha hacia delante mediante dos secciones cónicas. Preferentemente, la primera sección cónica incluye un ángulo agudo, mientras que la segunda sección cónica incluye un ángulo agudo u obtuso. Preferentemente, la primera sección cónica incluye un ángulo de entre 20° y 30° aproximadamente, mientras que la segunda sección cónica incluye un ángulo de entre 80° y 100° aproximadamente. La primera sección cónica tiene un diámetro D4 en su extremo de salida que es al menos un 10 % mayor que el diámetro interior D1 del ánodo 7 (Fig. 5), mientras que la segunda sección cónica es al menos un 20 %, en particular al menos un 30 % mayor que el diámetro interior D1 del ánodo. De nuevo, este diseño tiene por objeto garantizar que el arco solo se inicie en el ánodo y no ya en el neutrodo 6c más adelantado.

25 En resumen, se puede afirmar que con el dispositivo de pulverización de plasma diseñado según la invención, las piezas de desgaste en la zona térmicamente más cargada del dispositivo de pulverización de plasma, en particular el ánodo 7 junto con el neutrodo 6 adyacente al mismo, tienen una vida útil más larga a la misma potencia nominal o permiten un aumento de la potencia nominal a la misma vida útil. Esto se consigue en particular por el hecho de que el espacio 26 entre el neutrodo 6 más adelantado y el ánodo 7 tiene al menos dos secciones 27, 29, existiendo una distancia radial y/o axial entre las dos secciones 27, 29, y estando dispuesta una arandela aislante 30, 31 en cada una de las dos secciones 27, 29. Por medio de las características mencionadas, en particular también en combinación con las características que efectúan un enfriamiento eficaz del neutrodo principal y del ánodo, se consigue una vida útil más larga de las piezas de desgaste o una potencia nominal aumentada con la misma vida útil en comparación con los dispositivos de pulverización de plasma conocidos. El material utilizado para el cátodo es preferentemente wolframio o un material compuesto a base de wolframio, como W/Cu. El ánodo es preferentemente de THO2 (dióxido de torio), mientras que los neutrodos son preferentemente de cobre o de una aleación de cobre.

A continuación se resumen de nuevo algunas ventajas del dispositivo de pulverización de plasma diseñado según la invención:

- 40 - aislamiento eléctrico estable a largo plazo entre el neutrodo principal y el ánodo adyacente;
- sellado hidráulico fiable y estable a largo plazo de la brecha entre el neutrodo principal y el ánodo adyacente;
- refrigeración especialmente eficaz de los neutrodos, sobre todo del neutrodo principal;
- refrigeración eficaz del ánodo;
- larga vida útil tanto del ánodo como de los neutrodos;
- 45 - arco muy estable;
- en comparación con los dispositivos estándar de pulverización de plasma, se puede lograr un mayor rendimiento nominal con una vida útil comparable de las piezas de desgaste;
- en comparación con los dispositivos de pulverización de plasma estándar, se puede lograr una mayor vida útil de las piezas de desgaste con una potencia nominal comparable;
- 50 - el cabezal de la antorcha tiene un diseño sencillo y las piezas de desgaste pueden sustituirse fácil y rápidamente;
- el cabezal del quemador puede fabricarse a bajo costo;
- el cabezal del quemador tiene un alto rendimiento en relación con la energía eléctrica suministrada.

55 Se entiende que el ejemplo de realización precedente solo muestra un diseño posible o preferido del dispositivo de pulverización de plasma o del cabezal del quemador 2 y que los diseños que se desvían de este ejemplo son ciertamente posibles. Por ejemplo, en lugar de tres neutrodos, pueden utilizarse dos, cuatro o más neutrodos. El diseño de la separación entre los neutrodos o el neutrodo principal y el ánodo también puede desviarse de la ilustración mostrada. La brecha 26 entre el primer neutrodo 6 y el ánodo 7 podría, por ejemplo, incluir otros pasos en los que, por ejemplo, el primer neutrodo tenga dos salientes y el ánodo esté provisto de dos depresiones. Para formar una brecha del tipo mencionado entre el neutrodo principal y el ánodo, el ánodo podría alternativamente estar provista también de un saliente anular orientado hacia el neutrodo principal y el neutrodo principal correspondientemente con una depresión anular orientada hacia el ánodo. En lugar de un ánodo 7 con un elemento de suministro de polvo moldeado 44, el elemento de suministro de polvo también podría diseñarse como un componente separado.

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de pulverización de plasma (1) que comprende al menos un cátodo (3), un ánodo (7), un canal de plasma (10) que se extiende entre el cátodo (3) y el ánodo (7), y una pluralidad de neutrodos (4, 5, 6) que delimitan el canal de plasma (10), en donde los neutrodos (4, 5, 6) están aislados eléctricamente entre sí, y en donde entre el primer neutrodo (6) orientado hacia el ánodo (7) y el ánodo (7) hay una brecha (26), en la que está dispuesto un primer disco aislante (30), en donde la brecha (26) entre el neutrodo (6) más adelantado y el ánodo (7) presenta al menos una primera sección interior (27) y una tercera sección exterior (29), y en donde existe una distancia radial y/o axial entre ambas secciones (27, 29), caracterizado porque el primer disco aislante (30) está dispuesto en la primera sección interior (27) y un segundo disco aislante (31), separado del primer disco aislante (30), está dispuesto en la tercera sección exterior (29).
2. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha brecha (26) presenta una segunda sección central (28), en donde dicha primera sección interior (27) está desplazada radial y axialmente con respecto a dicha tercera sección exterior (29).
3. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque dicha segunda sección central (28) de dicha brecha (26) forma un ángulo con respecto a dichas secciones interior y/o exterior (27, 29).
4. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho dispositivo de pulverización de plasma comprende una junta de estanqueidad (32) dispuesta radialmente fuera de dicha tercera sección exterior (29).
5. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el neutrodo (6) más adelantado está provisto de un saliente anular (66) orientado hacia el ánodo (7) y el ánodo (7) está provisto de un rebaje anular (73) orientado hacia el neutrodo (6) más adelantado, y en donde la brecha (26) se extiende entre dicho saliente (66) y dicho rebaje (73).
6. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la primera sección interior (27) está dispuesta radialmente en el interior de la tercera sección exterior (29), y porque en dicha primera sección interior (27) está dispuesto el primer disco aislante (30), que está retrasado radialmente con respecto al canal de plasma (10).
7. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el diámetro interior (D2, D3, D5) del neutrodo (6, 6a, 6b, 6c) más adelantado es mayor que el diámetro interior (D1) del ánodo (7) en al menos un 10 %, en particular en al menos un 20 %, preferentemente en al menos un 30 %, al menos en la región extrema orientada hacia el ánodo (7).
8. Dispositivo de proyección de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ánodo (7) es anular y está provisto interiormente de un inserto de alta fusión (8) que, en la dirección del eje longitudinal del canal de plasma (10), llega al menos aproximadamente hasta la brecha (26) entre el neutrodo (6) más adelantado y el ánodo (7).
9. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el neutrodo (6) más adelantado está provisto de un collar anular (69) en el que se dejan entrar ranuras axiales (70) para formar aletas de refrigeración (71).
10. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque todos los neutrodos (4, 5, 6) están provistos de un collar anular (58, 62, 69), en donde cada collar (58, 62, 69) está provisto de una pluralidad de ranuras axiales (59, 63, 70) para formar una pluralidad de aletas de refrigeración (60, 64, 71), y en donde las aletas de refrigeración (60, 64, 71) así formadas están en comunicación con un canal o espacio anular (52) por el que circula un refrigerante.
11. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque la respectiva ranura (59, 63, 70) presenta una profundidad que es al menos el 5 % de la circunferencia del respectivo collar (58, 62, 69), más preferentemente al menos el 10 % de la circunferencia del respectivo collar (58, 62, 69).
12. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 11, caracterizado porque, a excepción del primer neutrodo (4) orientado hacia el cátodo (3), la ranura respectiva (63, 70) se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud axial del neutrodo respectivo (5, 6).
13. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo de pulverización de plasma (1) presenta un espacio anular (51) que rodea completamente los neutrodos (4, 5, 6) para recibir líquido refrigerante.

14. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el espacio anular (51) está dispuesto y formado de tal manera que el líquido refrigerante fluye en dirección axial a lo largo de los neutrodos (4, 5, 6) así como del ánodo (7).
- 5 15. Dispositivo de pulverización de plasma de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el primer neutrodo (4) orientado hacia el cátodo (3) está provisto de una sección cónica (11a) que forma parte del canal de plasma (10).
- 10 16. Ánodo (7) para un dispositivo de pulverización de plasma (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el ánodo (7) para formar la brecha (26) que presenta al menos una primera sección interior y una tercera sección exterior (27, 29) está provisto de una elevación anular o una depresión anular (73) en la cara posterior orientada hacia el neutrodo más adelantado (6).
- 15 17. Ánodo (7) de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque el ánodo (7) está provisto de un canal anular (41) para introducir un líquido refrigerante, en donde una pluralidad de canales oblicuos (40) para suministrar o descargar el líquido refrigerante se abren en el canal anular (41).
- 20 18. Neutrodo más adelantado (6) para un dispositivo de pulverización de plasma (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el neutrodo más adelantado (6) está provisto de un saliente anular (66) o un rebaje anular en el lado frontal orientado hacia el ánodo para formar la brecha (26) que tiene al menos una primera sección interior y una tercera sección exterior (27, 29).
- 25 19. Neutrodo de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el diámetro interior (D2, D3, D5) del neutrodo más adelantado (6a, 6b, 6c) es mayor que el diámetro interior (D1) del ánodo (7) en al menos un 10 %, en particular en al menos un 20 %, preferentemente en al menos un 30 %, al menos en la región extrema orientada hacia el ánodo (7).
- 30 20. Neutrodo de acuerdo con la reivindicación 18 o 19, caracterizado porque el neutrodo más adelantado (6) presenta un collar anular (69) en el que se introducen al menos ocho, en particular al menos doce ranuras axiales (70), en donde la ranura respectiva (70) presenta una profundidad que corresponde al menos al 5 % de la circunferencia del collar (69), en particular preferentemente al menos al 10 % de la circunferencia del collar (69).

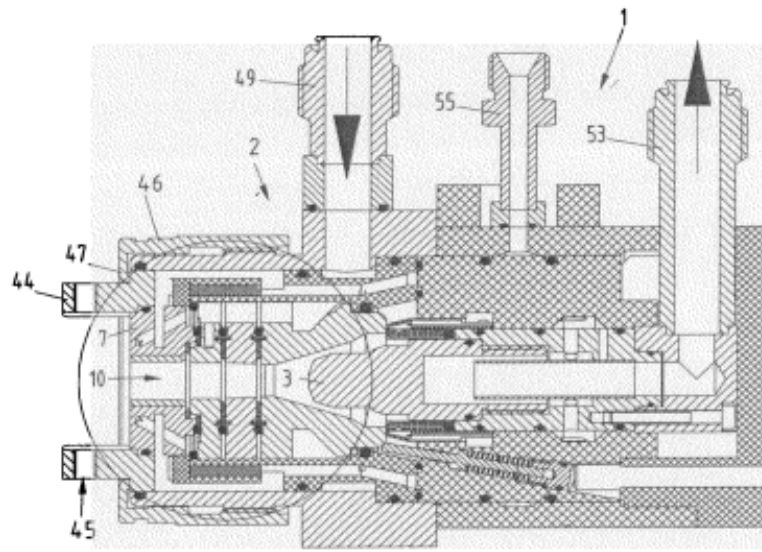


Fig.1

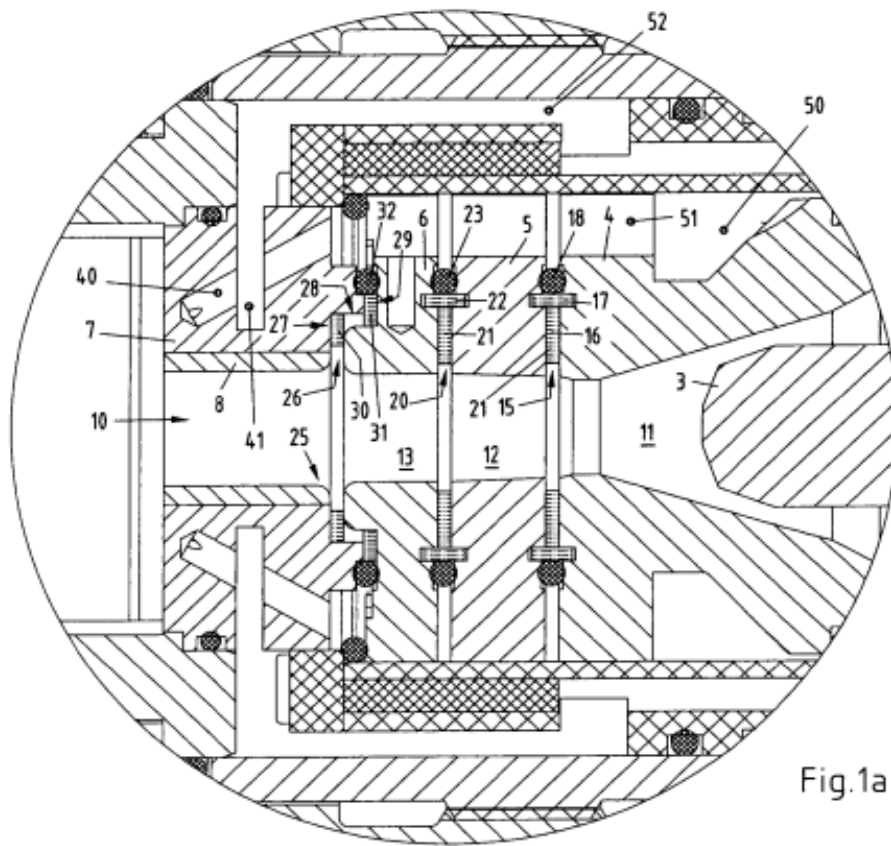


Fig.1a

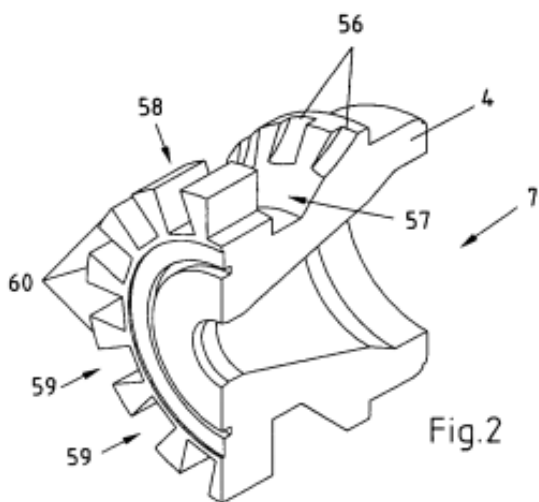


Fig.2

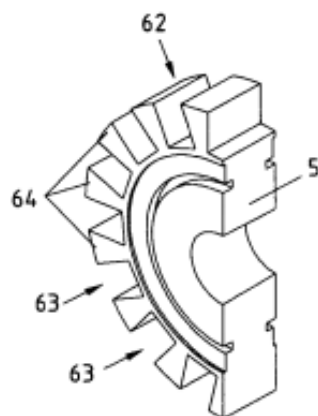


Fig.3

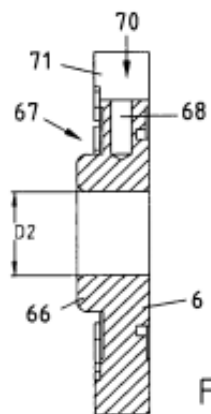


Fig.4a

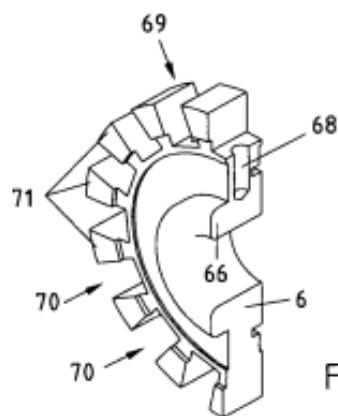


Fig.4b

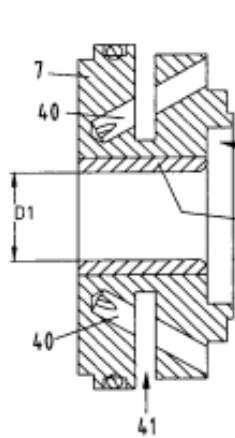


Fig.5

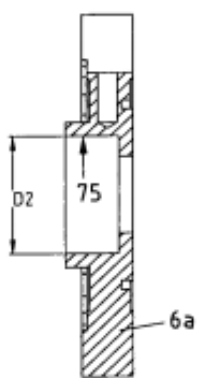


Fig.6

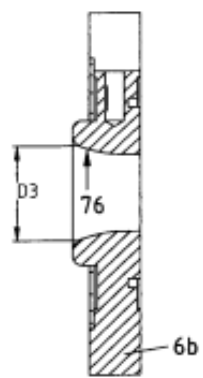


Fig.7

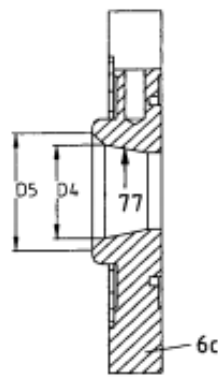


Fig.8