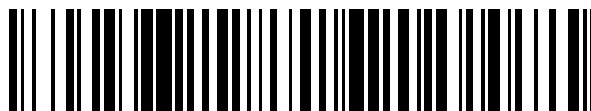


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 292**

51 Int. Cl.:

**H05H 1/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2012** E 12169342 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** EP 2667689

54 Título: **Electrodo para soplete de corte por chorro de plasma, así como su uso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.04.2019**

73 Titular/es:

**KJELLBERG-STIFTUNG (100.0%)**  
**Schloßstrasse 6c**  
**03238 Finsterwalde, DE**

72 Inventor/es:

**LAURISCH, FRANK y**  
**KRINK, VOLKER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 707 292 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**

Electrodo para soplete de corte por chorro de plasma, así como su uso

La invención se refiere a un electrodo para soplete de plasma para el corte con chorro de plasma y al uso del electrodo para este soplete de plasma.

5 Como plasma se denomina un gas conductor de electricidad altamente calentado térmicamente, el cual consta de iones positivos y negativos, electrones, así como átomos excitados y neutros y moléculas.

Como gas plasmágeno se utilizan distintos gases, p. ej., el argón monoatómico y/o los gases diatómicos hidrógeno, nitrógeno, oxígeno o aire. Estos gases se ionizan y se disocian por la energía del arco voltaico de plasma.

10 El chorro de plasma se puede influenciar enormemente en sus parámetros mediante el diseño de la tobera y el electrodo. Estos parámetros del chorro de plasma son, p. ej., el diámetro del chorro, la temperatura, la densidad de energía y la velocidad de flujo del gas.

15 Durante el cortado por chorro de plasma, el plasma se estrecha habitualmente mediante una tobera, la cual puede ser refrigerada por gas o por agua. De este modo se pueden alcanzar densidades de energía de hasta  $2 \times 10^6$  W/cm<sup>2</sup>. En el chorro de plasma se generan temperaturas de hasta 30.000°C, las cuales, en conexión con la alta velocidad de flujo del gas, posibilitan una muy alta velocidad de corte en todos los materiales conductores de electricidad.

20 Un soplete de plasma consta fundamentalmente de un cabezal de soplete de plasma 1, un electrodo 7 y una tobera 4; otros componentes pueden ser un alojamiento de electrodos 6 para la fijación del electrodo 7 y el soporte de tobera 5, así como la tapa de tobera 2 para la fijación de la tobera 4. El gas plasmágeno PG se suministra por medio de la guía de gas plasmágeno 3 hasta el espacio entre el electrodo 7 y la tobera 4 y fluye finalmente a través del canal de tobera 4.1 a través de la tobera 4.

Los sopletes de plasma modernos disponen adicionalmente de una tapa protectora de tobera 9 y una guía de gas secundario 9.1 a través de la cual se suministra al chorro de plasma un gas secundario SG. A menudo, la tobera 4 y el electrodo 7 se refrigeran con agente refrigerante líquido, p. ej., agua.

25 El corte por chorro de plasma es actualmente un procedimiento establecido para cortar materiales conductores de electricidad en donde, en función de la tarea de cortado, se utilizan distintos gases y mezclas de gases.

30 Para ello se utilizan pues distintos electrodos 7 y toberas 4. Estos se desgastan durante la operación del soplete de plasma y se deben cambiar luego. Para poder utilizar un soplete de plasma para distintos gases o mezclas de gases, los sopletes de plasma, los electrodos 7 y las toberas 4 están diseñados de tal manera que un soplete de plasma se puede utilizar para distintos gases gracias al cambio de los electrodos 7 y toberas 4.

35 Los electrodos 7 están formados por lo general por un portaelectrodos 7.1 y un inserto de emisión 7.2. En principio, se puede diferenciar entre dos formas constructivas. Al cortar con gases plasmágenos oxigenados, se utiliza por lo general un denominado electrodo plano, es decir, el inserto de emisión 7.2 se encuentra, con excepción de su superficie de emisión delantera, en el portaelectrodos 7.1. El inserto de emisión 7.2 está formado por hafnio o circonio. Para el portaelectrodos 7.1 se utilizan materiales que son buenos conductores de corriente y térmicos como, por ejemplo, el cobre o la plata. En el caso de los electrodos 7 para el corte con gases o mezclas de gases no oxigenados, p. ej., argón, hidrógeno, nitrógeno, se usa wolframio, a menudo con dotaciones (p. ej., con lantano), como material para el inserto de emisión 7.2. Éste es entonces fijado en el portaelectrodos 7.1, pero, a diferencia del electrodo plano, se desenclava de éste y se denomina a menudo como electrodo puntiforme.

40 Una disposición tal también se puede deducir de la figura 1, en donde aquí ya está mostrado un ejemplo de un electrodo de conformidad con la invención.

45 En el documento DE 101 44 516 A1 está descrito un electrodo tal. Aquí, un electrodo está fijado en un soporte y el electrodo se adentra con su punta en una precámara de tobera. El material del electrodo está formado por wolframio y está encajado en un soporte de material conductor de electricidad, preferiblemente cobre o plata. Los soportes se refrigeran por lo general con agua para realizar una disipación de calor efectiva.

50 También en el documento DE 10 2008 018 430 B4 se describe un soplete de plasma con suministro de gas plasmágeno y gas secundario y una tobera, así como un electrodo puntiforme. El electrodo está formado por un portaelectrodos y un inserto de electrodos, el inserto de electrodos sobresale fuera del portaelectrodos. En el caso de esta solución técnica, el enfoque principal se centra, sin embargo, en el perfeccionamiento de la refrigeración de la tobera.

En el caso de todas estas disposiciones existe el problema de que la vida útil del electrodo y la calidad de corte no son a menudo suficientes.

5 Por un lado, los electrodos se deben refrigerar precisamente bien; no obstante, se debe alcanzar una alta temperatura en la superficie de emisión para conseguir una emisión segura de los electrones para la configuración de un arco voltaico. La emisión se tiene que realizar lo más uniforme posible por una superficie, lo que, a su vez, es positivo para su vida útil. También es importante que la temperatura de emisión se alcance en el menor tiempo posible tras el encendido del arco voltaico.

Adicionalmente, el electrodo debería estar diseñado de tal manera que un soplete de plasma se pueda reajustar lo más fácilmente posible entre los gases plasmágenos usados. Otro requisito más es una alta centricidad entre el inserto de emisión y la tobera. Esto conduce a mejores resultados de corte y a una vida útil más prolongada.

10 Así, del documento DE 299 05 658 U1 es conocido un soplete de plasma de alta frecuencia, en el caso del cual tiene que haber presente una ranura anular en las proximidades del área en la que la distancia entre electrodo y el cuerpo de soplete es la más pequeña.

El documento US 6.099.915 se refiere a un procedimiento para el revestimiento de materiales mediante soldadura por aplicación de plasma de un polvo.

15 En el documento US 4.675.493 está descrito un dispositivo de descarga por arco voltaico con una tobera anular, la cual encierra un electrodo de descarga.

Una disposición de cátodos para un dispositivo pulverizador de arco voltaico eléctrico es conocido del documento US 2002/0144982 A1.

20 El documento US 5.726.414 se refiere a un soplete de plasma para soldar o cortar. Un soplete para la soldadura gas inerte-wolframio, así como un electrodo para la utilización en el caso de un soplete tal, están descritos en el documento EP 2 457 681 A1. Por lo tanto, la misión de la invención es proporcionar electrodos para sopletes de plasma, los cuales se pueden utilizar preferiblemente para el corte con chorro de plasma, los cuales alcanzan una vida útil aumentada y, al mismo tiempo, presentan un comportamiento de respuesta mejorado tras el encendido de un arco voltaico hasta alcanzar una temperatura apropiada para la emisión de electrodos. De conformidad con la invención, esta tarea se resuelve con un electrodo para soplete de plasma, el cual presenta las características de la reivindicación 1. La reivindicación 11 se refiere al uso del electrodo de conformidad con la invención. Diseños ventajosos y perfeccionamientos se pueden realizar con las reivindicaciones subordinadas.

25 El electrodo para soplete de corte por chorro de plasma de conformidad con la invención está formado a partir de un portaelectrodos y un inserto de emisión, los cuales están unidos entre sí por unión forzada y/o con encaje geométrico. El inserto de emisión presenta a lo largo de su eje longitudinal al menos dos segmentos. En este caso, al menos un primer segmento, el cual está dispuesto junto a un cuarto segmento o entre un tercer y un segundo segmento, presenta un diámetro exterior reducido con una configuración rotacionalmente simétrica del inserto de emisión o una superficie de sección transversal reducida, con un inserto de emisión rotacionalmente no simétrico con respecto a otros segmentos.

30 El al menos un primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida puede estar configurado en forma de una depresión con forma de ranura, preferiblemente que gira de manera radial por toda la superficie lateral exterior.

35 Por medio de una configuración tal del inserto de emisión, la superficie de sección transversal en el área del al menos un primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida está igualmente reducida. A causa de esto, en esta área aumenta el flujo de corriente eléctrica, de manera que se llega a un calentamiento del inserto de emisión en menos tiempo, con respecto a una potencia eléctrica comparable, la cual se puede alcanzar con un electrodo sin un primer segmento tal.

40 Puesto que a continuación de un primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida se une inmediatamente otro tercer segmento en la dirección de una pieza de trabajo que se desea tratar, el cual presenta, al menos por el borde del primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida, un diámetro exterior más grande o una superficie de sección transversal más grande, proporciona allí una superficie correspondientemente grande para la emisión de electrones, lo cual repercute además positivamente durante el proceso de corte por chorro de plasma.

45 Un cuarto segmento, el cual está dispuesto a continuación en la dirección de una pieza de trabajo que se desea cortar en el primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida, puede estar configurado de manera que se estrecha cónicamente en la dirección de la pieza de trabajo. Esto puede ser el caso por toda su longitud. Sin embargo, únicamente puede estar configurado de manera que se estrecha cónicamente un segmento parcial u otro segmento, el cual está dispuesto en la dirección de la pieza de trabajo.

50 Entre el primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida y un cuarto segmento que se estrecha cónicamente también puede estar dispuesto, sin embargo, un tercer segmento, el cual presenta un diámetro exterior constante o una superficie de sección transversal constante. En un tercer segmento tal

puede estar dispuesto al menos otro cuarto segmento, el cual está configurado de manera que se estrecha cónicamente. Este cuarto segmento puede entonces formar la punta del electrodo.

La punta del inserto de emisión que apunta en la dirección de una pieza de trabajo que se desea tratar puede estar configurada de forma cónica, en forma piramidal, o en forma troncocónica, o bien en forma de tronco de pirámide.

5 Un inserto de emisión configurado en forma troncocónica o de tronco de pirámide en la dirección de una pieza de trabajo que se desea tratar presenta una superficie frontal dispuesta en la dirección de la pieza de trabajo configurada en forma de una superficie circular o de un polígono. Esta superficie frontal debería ser más pequeña que todos los demás diámetros exteriores o superficies de sección transversal de todos los segmentos presentes en el inserto de emisión.

10 El primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida puede estar configurado como una depresión rectangular, trapezoidal, en forma de círculo graduado o cuneiforme.

En el portaelectrodos de un electrodo de conformidad con la invención puede estar dispuesto al menos un espacio hueco, en y/o a través del cual se puede conducir agente refrigerante.

15 El portaelectrodos debería estar formado a partir de un material buen conductor de electricidad y térmico, preferiblemente Ag o Cu o una aleación de estos. Para el inserto de emisión (7.2) se puede utilizar wolframio o una aleación de wolframio o hafnio o una aleación de hafnio con una temperatura de fusión >2000°C como material.

20 El primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida, el cual está configurado en forma de una depresión con forma de ranura con un diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida, debería ser al menos un 20% más pequeño que un diámetro exterior o una superficie de sección transversal de un segundo o tercer segmento dispuesto directamente junto al segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida.

El inserto de emisión no tiene que presentar ningún canal continuo. Éste debería estar formado por material macizo y no presentar ningún orificio interior.

25 Preferiblemente, el inserto de emisión debería estar unido con el portaelectrodos por medio de un ajuste a presión. El ajuste a presión se puede combinar con una unión por adherencia de materiales, preferiblemente una unión por soldadura.

30 Un electrodo de conformidad con la invención se puede utilizar en un soplete de plasma, en donde el soplete de plasma está configurado al menos por un cabezal de soplete de plasma, con un electrodo formado a partir del portaelectrodos y del inserto de emisión, una tobera, un suministro de gas para gas plasmágeno y, en el inserto de emisión, está presente un primer segmento con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida con respecto a al menos dos segmentos dispuestos junto al primer segmento.

El diámetro exterior del inserto de emisión puede estar en el rango de 1,5 mm hasta 6 mm. El diámetro exterior del portaelectrodos debería ser correspondientemente mayor.

35 Por lo demás, el soplete de plasma puede estar configurado de forma convencional con diferentes modificaciones, lo cual se puede referir, por ejemplo, a un suministro de gas secundario o a un espacio de tobera. El electrodo puede estar dispuesto por dentro de un espacio de tobera.

A continuación, la invención se tiene que explicar en más detalle por medio de ejemplos. En este caso, las características que se pueden deducir de los ejemplos se pueden combinar entre sí de forma totalmente distinta. Éstas no están vinculadas sin más al ejemplo respectivo.

40 En este caso, muestran:

Figura 1 una vista en corte de un soplete de plasma, en el caso del cual se ha utilizado un ejemplo de un electrodo de conformidad con la invención;

Figura 2 un ejemplo de un electrodo de conformidad con la invención;

Figuras 3.1-3.3 tres ejemplos de electrodos de conformidad con la invención;

45 Figura 4 otro ejemplo más de un electrodo de conformidad con la invención;

Figuras 4.1-4.8 otros seis ejemplos más de electrodos de conformidad con la invención;

Figuras 5, 5.1-5.2 otros tres ejemplos más de electrodos de conformidad con la invención y

Figuras 6-6.4 otros cinco ejemplos más de electrodos de conformidad con la invención.

El soplete de plasma mostrado en la figura 1 está formado por lo menos por un cabezal de soplete de plasma 1 con un electrodo 7, una tobera 4 y un suministro de gas 3 para el gas plasmágeno PG.

5 El electrodo 7 está formado por un portaelectrodos 7.1 y un inserto de emisión 7.2, en donde el inserto de emisión 7.2 del electrodo 7, visto desde el portaelectrodos 7.1, está formado por lo menos por un primer segmento 7.23 y un cuarto segmento 7.21 que se estrecha hacia la punta del soplete y el diámetro más pequeño del primer segmento 7.23 es menor que el diámetro más grande del cuarto segmento 7.21 que se estrecha. Ejemplos con respecto a esto están mostrados en las figuras 4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5, 5.1, 5.2, 6, 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4.

10 El electrodo 7 está enroscado en el alojamiento de electrodos 6 por medio de roscas y se refrigera desde dentro con un medio de refrigeración, el cual se suministra a través del interior de un tubo de refrigeración 11 como caudal de avance de agente refrigerante WV y se devuelve como caudal de retorno de agente refrigerante WR al espacio configurado entre el exterior del tubo de refrigeración 11 y el alojamiento de electrodos 5.

La tobera 4 se sostiene por una tapa de tobera 2, entre la tobera 4 y la tapa de tobera 2 fluye un medio de refrigeración, el cual se suministra a través del caudal de avance de agente refrigerante WV y se devuelve al caudal de retorno de agente refrigerante WR.

15 Una tapa protectora de tobera 9 encierra la tobera 4 y la tapa de tobera 2. De por medio fluye el gas secundario SG, el cual fluye a través de la guía de gas secundario 9.1, que, al mismo tiempo, aísla y mantiene a distancia la tapa protectora de tobera 9 de la tapa de tobera 2. En este caso, la guía de gas secundario 9.1 puede estar diseñada de tal manera que ésta permite que el gas secundario SG rote. La tapa protectora de tobera 9 se fija por medio de un soporte de tapa protectora de tobera 8, el cual está fijado al cabezal de soplete de plasma por medio de roscas.

20 El gas plasmágeno PG se puede poner en rotación por medio de una guía de gas plasmágeno no mostrada aquí, la cual está dispuesta entre la tobera 4 y el electrodo 5.

25 El electrodo 7 está formado por un portaelectrodos 7.1 y un inserto de emisión 7.2. El inserto de emisión 7.2 está fijado en el portaelectrodos 7.1; esto puede estar efectuado por unión forzada o con encaje geométrico. Así se consigue una buena transferencia de calor entre el inserto de emisión 7.2 y el portaelectrodos 7.1. El portaelectrodos 7.1 puede ser refrigerado por agua, en donde éste puede presentar en el interior un espacio hueco, a través del cual fluye el agua de refrigeración. El portaelectrodos 7.1 está formado por material buen conductor de calor y electricidad (Cu, Ag). Para el inserto de emisión 7.2 se utiliza wolframio, el cual puede estar provisto con dotaciones, p. ej., lantano.

30 En el inserto de emisión 7.2 está presente, visto desde el portaelectrodos 7.1, por lo menos un primer segmento 7.23, al cual se une un cuarto segmento 7.21 que se estrecha hacia la punta del soplete. De por medio está dispuesto el tercer segmento 7.22 con forma de cilindro. El diámetro exterior más pequeño del primer segmento 7.23 es en este caso más pequeño que el diámetro más grande del tercer segmento 7.22 o de un cuarto segmento 7.21 que se estrecha. El cuarto segmento 7.21 puede estar configurado en forma troncocónica, de tronco de pirámide, de forma cónica o en forma de pirámide.

35 El primer segmento 7.23 puede formar una depresión con forma de ranura, la cual está configurada preferiblemente de manera giratoriamente radial en torno a toda la superficie lateral del electrodo 7.

El inserto de emisión 7.2 también puede presentar varios segmentos.

Con una configuración de un inserto de emisión 7.2, el cual presenta un primer segmento 7.23 con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida, se pueden alcanzar ventajas mencionadas a continuación:

- 40
- resistencia eléctrica y/o térmica aumentada en el área del primer segmento 7.23,
  - en consecuencia, consecución de una temperatura de emisión suficientemente alta con, al mismo tiempo, superficie de emisión suficientemente grande para el arco voltaico,
  - adicionalmente, una consecución de la temperatura de emisión del inserto de emisión en menos tiempo, con, al mismo tiempo, superficie de emisión suficientemente grande para el arco voltaico,
- 45
- ninguna fijación por un lado del arco voltaico sobre una parte de la superficie de emisión; en consecuencia, mayor vida útil, mejor centricidad del arco voltaico y mejor calidad de corte.

En este caso, el proceso de puede realizar como sigue:

- 50
- el encendido se realiza por alta tensión o por descarga de alta frecuencia entre electrodo y tobera y, en consecuencia, se puede encender un arco voltaico piloto,
  - el chorro de plasma que sale a través del canal de tobera ioniza el tramo entre el soplete de plasma y la pieza de trabajo

- después, se puede formar el arco voltaico principal entre el electrodo y la pieza de trabajo y la pieza de trabajo se puede cortar.

Además, se puede alcanzar una alta centricidad con respecto a construcciones de pinza portapieza por medio del enroscado del electrodo 7. En este caso, la formación a partir de portaelectrodos 7.1 e inserto de emisión 7.2 (p. ej., encaje o similar) repercute ventajosamente. En consecuencia, también se puede realizar un leve cambio entre electrodos configurados de diferente manera.

La figura 2 muestra de forma esquemática un ejemplo de un electrodo 7 de conformidad con la invención, formado por un portaelectrodos 7.1 y un inserto de emisión 7.2, en donde el portaelectrodos 7.1 dispone de una rosca exterior.

De la figura 3.1 se puede deducir que un portaelectrodos 7.1 está configurado de manera maciza y puede presentar una rosca exterior, con la cual el electrodo 7 se puede unir con el soplete de plasma.

En el caso del ejemplo mostrado en la figura 3.2, en el portaelectrodos 7.1 está configurado un espacio de agente refrigerante 7.12 como orificio de agujero ciego simple. En el caso del ejemplo mostrado en la figura 3.3, el espacio de agente refrigerante 7.12 tiene un diseño ventajoso, ya que, en el área en el que el inserto de emisión 7.2 está unido con el portaelectrodos 7.1, está presente una acumulación de material con superficie correspondientemente más grande, la cual se puede usar para la disipación de calor.

Las figuras 4 y la figura 4.1 muestran un electrodo 7, tal y como éste se puede utilizar también en el caso del soplete de plasma según la figura 1. En este caso, el inserto de emisión 7.2 está configurado con un segundo segmento 7.24, el cual sobresale fuera del portaelectrodos 7.1. A este segmento segundo 7.24 se une, en la dirección de una pieza de trabajo (no mostrada) que se desea tratar, el primer segmento 7.23 con diámetro exterior D23 reducido. En este primer segmento 7.23 sigue un tercer segmento 7.22 con forma de cilindro, al cual se une el cuarto segmento 7.21 con forma troncocónica que se estrecha cónicamente en la dirección de la pieza de trabajo. Los diámetros exteriores D24 y D22 son en el caso de este ejemplo igual de grandes y más grandes que el diámetro exterior D23 del primer segmento 7.23. El diámetro exterior D21, de la superficie frontal delantera, la cual está configurada en el cuarto segmento 7.21, es más pequeño que el diámetro exterior D23 y, naturalmente, también los diámetros exteriores D22 y D24.

El ejemplo mostrado en la figura 4.2 se diferencia del ejemplo según la figura 4.1 en que el diámetro exterior D24 del segmento 7.24 es más grande que el diámetro exterior D22 del segmento 7.22 y ambos diámetros exteriores D22 y D24 son más grandes que el diámetro exterior D23 del primer segmento 7.23.

En el caso del ejemplo mostrado en la figura 4.3, las relaciones del diámetro exterior de los segmentos 7.22 y 7.24 están invertidas. Es válido  $D22 > D24 > D23$ .

La figura 4.4 muestra un ejemplo, en el caso del cual los tamaños del diámetro exterior están elegidos de tal manera que son  $D24 = D23 < D22$ . Esto significa que el inserto de emisión 7.2 con el diámetro exterior D23, del segmento 7.23, está fijado en el portaelectrodos 7.1.

En el caso del ejemplo mostrado en la figura 4.5, los diámetros exteriores del primer, segundo y tercer segmentos 7.24, 7.23 y 7.22 están elegidos de tal manera que es  $D24 < D23 < D22$ . El diámetro exterior más pequeño está por lo tanto presente en el área 7.24, la cual está dispuesta directamente por debajo del portaelectrodos 7.1 y con la cual el inserto de emisión 7.2 sobresale fuera del portaelectrodos 7.1.

En el caso del ejemplo mostrado en la figura 4.6, los diámetros exteriores están elegidos de tal manera que es  $D24 = D22 > D23$ .

El ejemplo mostrado en la figura 4.7 tiene en el inserto de emisión 7.2 una vez más sólo un primer segmento 7.23 con diámetro exterior reducido, el cual está dispuesto directamente por detrás del portaelectrodos 7.1. A éste se une un cuarto segmento 7.21 que se estrecha cónicamente en la dirección de la pieza de trabajo 12, cuyo diámetro exterior D22 más grande es más grande que el diámetro exterior D23 del primer segmento 7.23. La superficie frontal del inserto de emisión 7.2 que apunta en la dirección de una pieza de trabajo 12 que se desea tratar presenta una forma circular y tiene un diámetro exterior D21 que es más pequeño que el diámetro exterior D23.

En éste y en el ejemplo mostrado en las figuras 4.6 y 4.8, entre el primer y el cuarto segmentos 7.23 y 7.21 también podría estar presente otro tercer segmento 7.22, el cual, sin embargo, puede ser muy corto en la dirección del eje longitudinal del inserto de emisión 7.2. Su diámetro exterior D22 puede ser en este caso igual de grande que el diámetro exterior D21 máximo del cuarto segmento 7.21.

En el caso del ejemplo según la figura 4.8, el cuarto segmento 7.21 está configurado en forma cónica y tiene una punta en la dirección de la pieza de trabajo 12.

Las figuras 5 y 5.1 muestran una vez más un electrodo 7 con un cuarto segmento 7.21 configurado en forma de tronco cónico, tal y como esto es el caso en el ejemplo según la figura 4.

En el caso del ejemplo según la figura 5.2, el cuarto segmento 7.21 cónico está configurado en forma cónica con una punta en el extremo del inserto de emisión 7.2 que apunta en la dirección de la pieza de trabajo.

Las figuras 6 a 6.4 muestran ejemplos con segmento 7.23 configurado de manera distinta con diámetro exterior reducido.

- 5 El ejemplo según la figura 6 corresponde de nuevo al ejemplo según la figura 4 y el primer segmento 7.23 con diámetro exterior reducido tiene una sección transversal rectangular. La figura 6.1 muestra un ejemplo en el caso del cual el paso del tercer y segundo segmentos 7.22 y 7.24 hasta el primer segmento 7.23 está configurado con los radios R1 y R2. En el caso del ejemplo según la figura 6.2, el paso del primer segmento 7.23 hasta el tercer segmento 7.22 está configurado con una fase F1 y el diámetro exterior del primer segmento 7.23 está configurado con el radio R2, de manera que está configurado un contorno exterior en forma de círculo graduado del primer segmento 7.23, el cual difiere de la forma rectangular previamente descrita.

En el caso del ejemplo mostrado en la figura 6.3, los pasos del primer segmento 7.23 hasta el tercer y el cuarto segmentos 7.22 y 7.24 colindantes están configurados como fases F1 y F2.

- 15 La figura 6.4 muestra un ejemplo, en el caso del cual todo el primer segmento 7.23 está configurado con el radio R3 y, así, se han conseguido pasos correspondientemente redondos hasta el tercer y el segundo segmentos 7.22 y 7.24.

En todos los ejemplos existe la posibilidad no representada de variar las longitudes de los segmentos 7.21, 7.22, 7.23 y 7.24 individuales en la dirección del eje longitudinal del electrodo 7 y, así, poder adaptarlas adicionalmente además a los parámetros del soplete de plasma, por ejemplo, su potencia.

**Listado de símbolos de referencia**

20	1	cabezal de soplete de plasma
	2	tapa de tobera
	3	suministro de gas plasmágeno
	4	tobera
	4.1	canal de tobera
25	5	soporte de tobera
	6	alojamiento de electrodos
	7	electrodo
	7.1	portaelectrodos
	7.2	inserto de emisión
30	7.21	cuarto segmento del inserto de emisión
	7.22	tercer segmento del inserto de emisión
	7.23	primer segmento del inserto de emisión
	7.24	segundo segmento del inserto de emisión
	8	soporte de tapa protectora de tobera
35	9	tapa protectora de tobera
	9.1	guía de gas secundario
	10	espacio de agente refrigerante
	11	tubo de refrigeración
	12	pieza de trabajo
40	D21	diámetro del cuarto segmento del inserto de emisión
	7.2 D22	diámetro del tercer segmento del inserto de emisión
	7.2 D23	diámetro del primer segmento del inserto de emisión

## ES 2 707 292 T3

7.2 D24	diámetro del segundo segmento del inserto de emisión
7.2 F	fase
M	eje central del cabezal de soplete de plasma 1 y del electrodo 7
PG	gas plasmágeno
5 R	radio
SG	gas secundario
WV	caudal de avance de agente refrigerante
WR	caudal de retorno de agente refrigerante



## REIVINDICACIONES

1. Electrodo para soplete de corte por chorro de plasma, el cual está formado por un portaelectrodos (7.1) y un inserto de emisión (7.2), los cuales están unidos entre sí por unión forzada y/o con encaje geométrico,
- 5 en donde el inserto de emisión (7.2) no presenta ningún orificio interior o ningún canal continuo y, a lo largo de su eje longitudinal, presenta al menos un primer segmento (7.23),
- el cual está dispuesto entre un segundo segmento (7.24) o el portaelectrodos (7.1) y un tercer segmento (7.22) o junto a un cuarto segmento (7.21), y presenta un diámetro exterior reducido con una configuración rotacionalmente simétrica del inserto de emisión (7.2) o una superficie de sección transversal reducida, con un inserto de emisión (7) rotacionalmente no simétrico con respecto al portaelectrodos (7.1), segundo segmento (7.24), tercer segmento (7.22)
- 10 y/o cuarto segmento (7.21),
- caracterizado por que**
- en la dirección de una pieza de trabajo que se desea cortar, se une al primer segmento (7.23) con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida del cuarto segmento (7.21), en donde el cuarto segmento (7.21) está configurado de manera que se estrecha de forma cónica en la dirección de la pieza de trabajo
- 15 o
- está dispuesto entre el primer segmento (7.23) con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida y el cuarto segmento (7.21) que se estrecha de forma cónica del tercer segmento (7.22), en donde el tercer segmento (7.22) presenta un diámetro exterior constante o una superficie de sección transversal constante.
2. Electrodo según la reivindicación 1 **caracterizado por que** el al menos un primer segmento (7.23) con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida está configurado en forma de una depresión con forma de ranura, preferiblemente de manera giratoriamente radial por toda la superficie lateral exterior.
- 20
3. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el inserto de emisión (7.2) presenta una punta que apunta en la dirección de una pieza de trabajo que se desea tratar, la cual está configurada de forma cónica, en forma piramidal, o en forma troncocónica, o bien en forma de tronco de pirámide.
- 25
4. Electrodo según la reivindicación 3 **caracterizado por que**, la superficie frontal dispuesta en la dirección de una pieza de trabajo que se desea tratar con inserto de emisión (7.21) en forma de un tronco cónico o en forma de un tronco de pirámide, en forma de una superficie circular o de un polígono, presenta una superficie de sección transversal, la cual es más pequeña que todos los primer a cuarto segmentos (7.21, 7.22, 7.23 y 7.24) presentes en el inserto de emisión (7.2).
- 30
5. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el primer segmento (7.23) con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida está configurado como depresión rectangular, trapezoidal, en forma de círculo graduado o cuneiforme.
- 35
6. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** en el portaelectrodos (7.1) está configurado al menos un espacio hueco, en y/o a través del cual se puede conducir agente refrigerante.
7. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el portaelectrodos (7.1) está formado por un material buen conductor de electricidad y térmico, preferiblemente Ag o Cu o una aleación de estos, y el inserto de emisión (7.2) está formado por wolframio o hafnio o una aleación de wolframio o de hafnio.
- 40
8. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el primer segmento (7.23) con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida en forma de una depresión con forma de ranura con un diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida, el/la cual es al menos un 20% más pequeño/a que un diámetro exterior o una superficie de sección transversal de un segmento (7.22 o 7.24) dispuesto directamente junto al primer segmento (7.23) con diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida.
- 45
9. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el inserto de emisión está formado por material macizo y/o (7.2) está unido con el portaelectrodos (7.1) por medio de un ajuste a presión.
10. Electrodo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el paso del primer segmento (7.23) hasta un segmento (7.22, 7.24) dispuesto allí al lado está configurado con un radio (R1, R2, R3) y/o una fase (F1 o F2).
- 50
11. Uso de un electrodo según una de las reivindicaciones anteriores en un soplete de plasma, en donde el soplete de plasma presenta al menos un cabezal de soplete de plasma (1), con un electrodo (7) formado por el portaelectrodos (7.1) y el inserto de emisión (7.2), una tobera (4), un suministro de gas para gas plasmágeno (PG) y,

en el inserto de emisión (7.2), está presente un primer segmento (7.23) con, con respecto a al menos un tercer segmento (7.22) y/o segundo segmento (7.24) dispuesto junto al primer segmento (7.23),

diámetro exterior reducido o superficie de sección transversal reducida y el inserto de emisión (7.2) no presenta ningún orificio interior o ningún canal continuo.

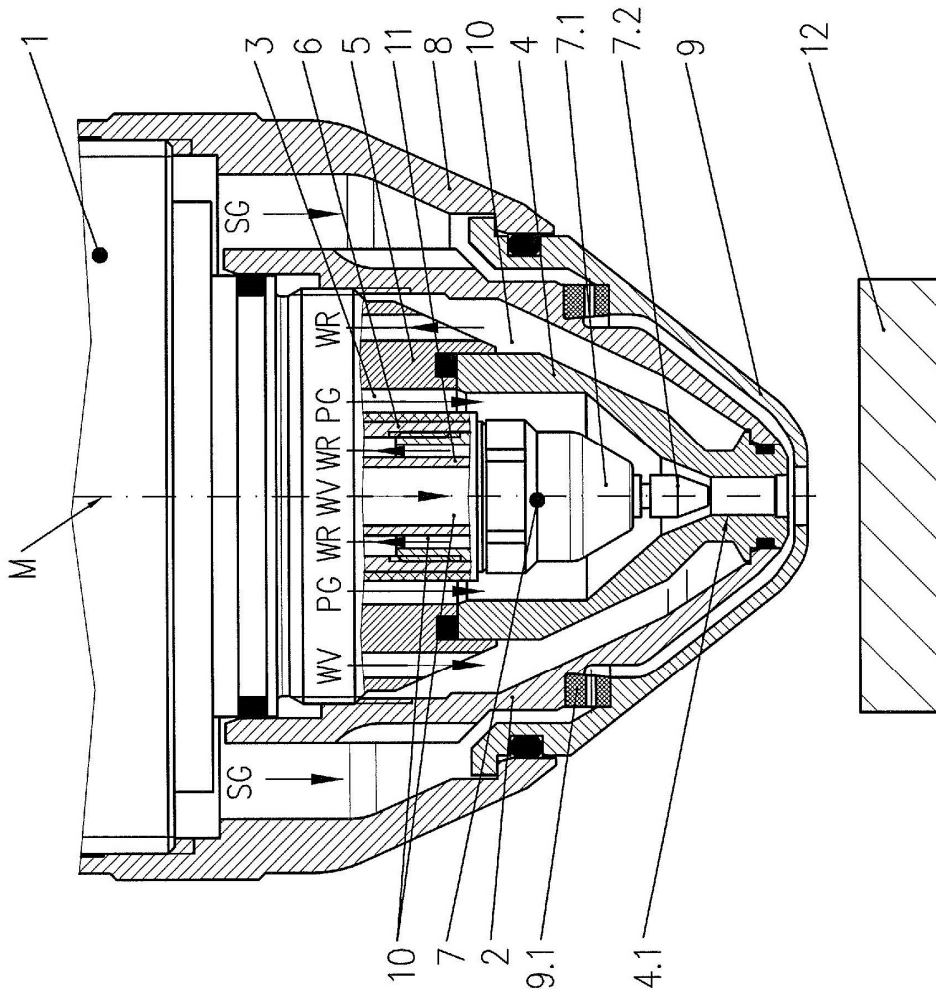


Fig. 1

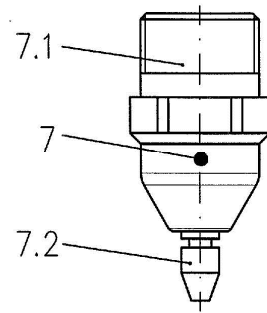


Fig. 2

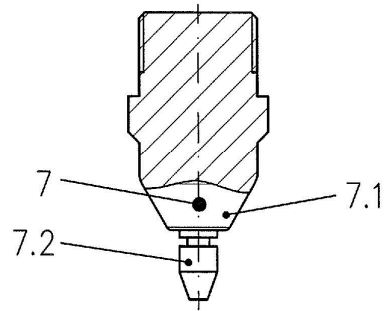


Fig. 3.1

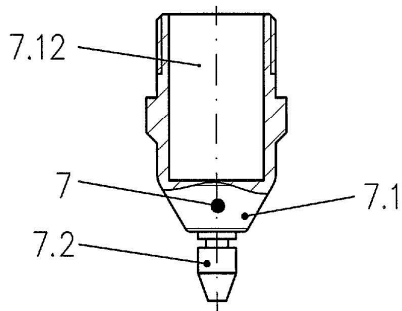


Fig. 3.2

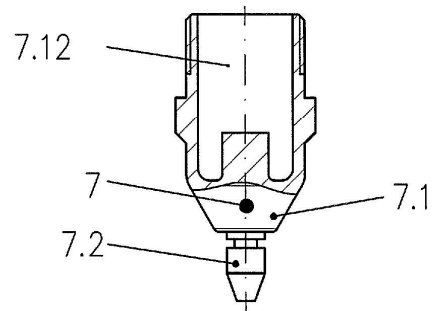


Fig. 3.3

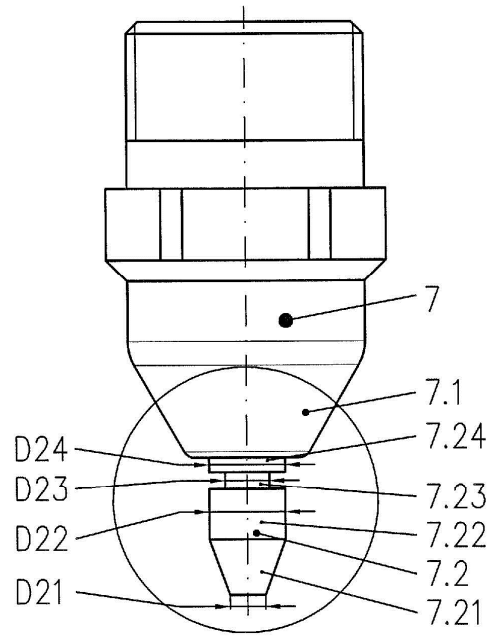


Fig. 4

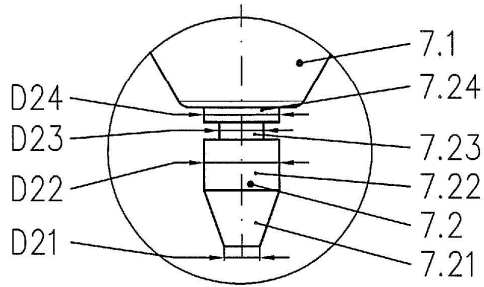


Fig. 4.1

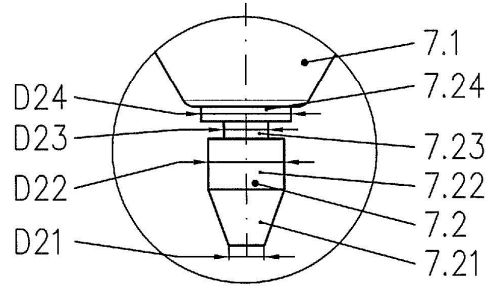


Fig. 4.2

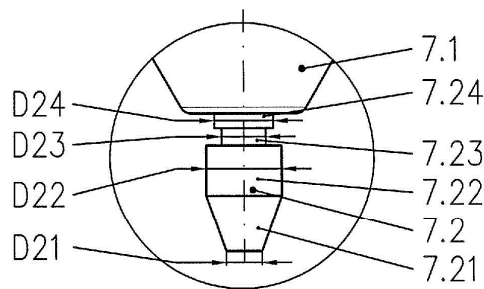


Fig. 4.3

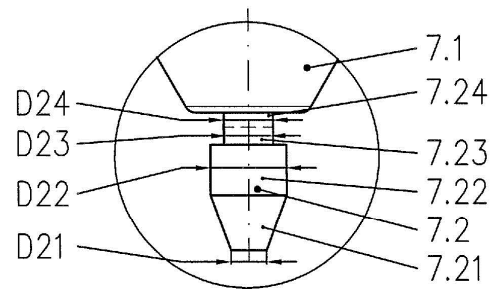


Fig. 4.4

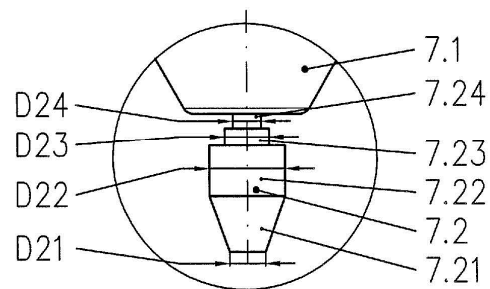


Fig. 4.5

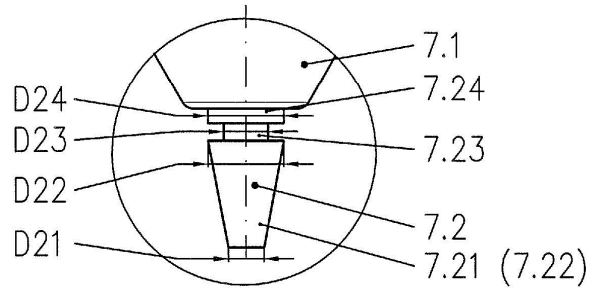


Fig. 4.6

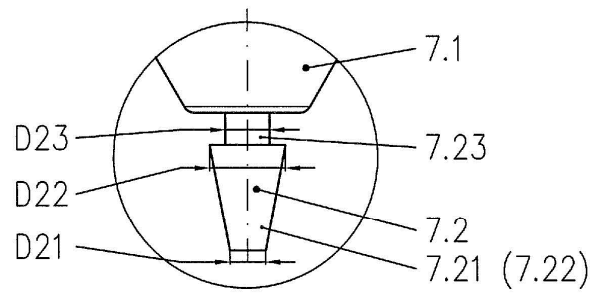


Fig. 4.7

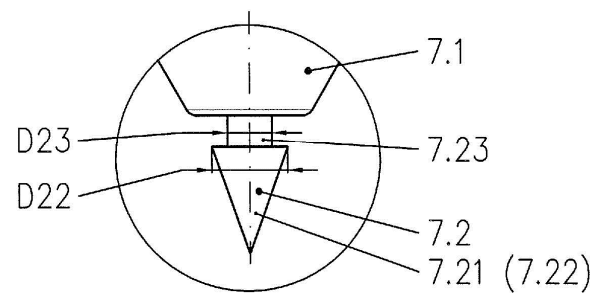


Fig. 4.8



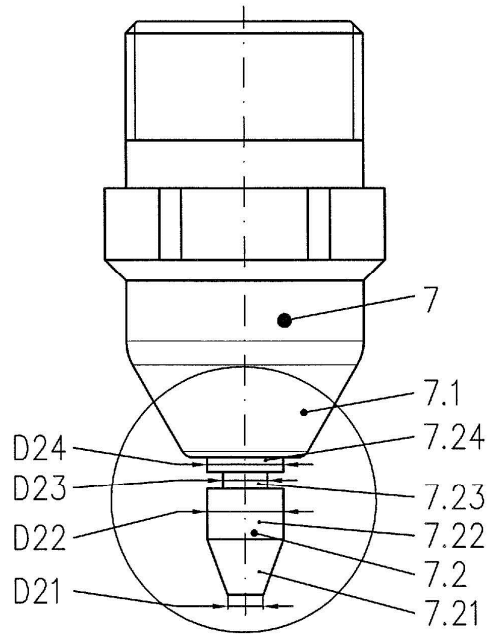


Fig. 5

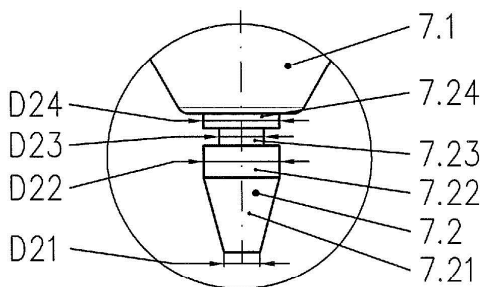


Fig. 5.1

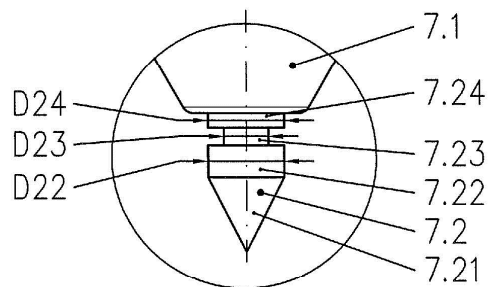


Fig. 5.2



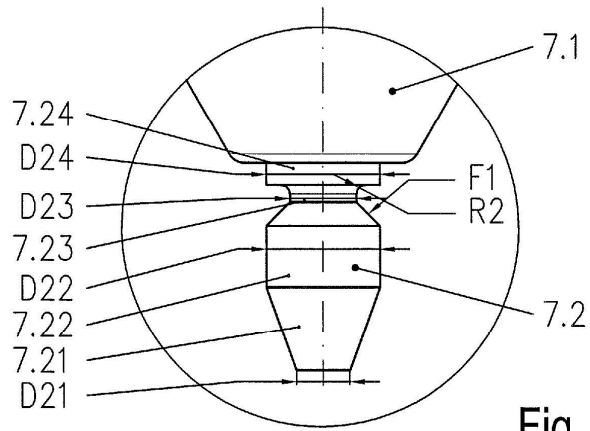


Fig. 6.2

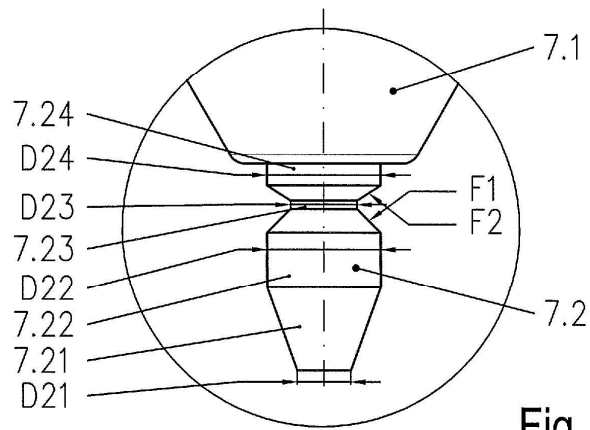


Fig. 6.3

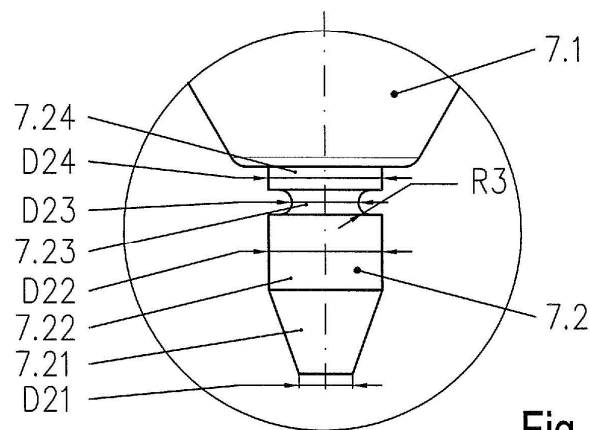


Fig. 6.4