

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 730**

51 Int. Cl.:
H05H 1/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **01308236 .7**
96 Fecha de presentación: **27.09.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1202614**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2002**

54 Título: **Electrodo con separador soldado y método para fabricar el mismo**

30 Prioridad:
24.10.2000 US 694962
16.04.2001 US 835698

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.06.2012

73 Titular/es:
THE ESAB GROUP, INC.
411 SOUTH EBENEZER ROAD, P.O. BOX 100545
FLORENCE, SOUTH CAROLINA 29501, US

72 Inventor/es:
Quian, Ding;
Turner, Tommie Zack;
Lynch, Rue Allen y
Stokes, Larry Wade

74 Agente/Representante:
Rizzo, Sergio

ES 2 382 730 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).

Electrodo con separador soldado y método para fabricar el mismo

Descripción

CAMPO DE LA INVENCION

5 [0001] La presente invención hace referencia a antorchas de arco de plasma y, más específicamente, a un electrodo para soportar un arco eléctrico en una antorcha de arco de plasma.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 [0002] Las antorchas de arco de plasma se utilizan comúnmente para el trabajo de los metales, incluyendo el corte, soldadura, tratamiento superficial, fusión y temple. Tales antorchas incluyen un electrodo que soporta un arco que se extiende desde el electrodo hasta la pieza de trabajo en el modo de operación de arco transferido. También es convencional rodear el arco con un flujo turbulento de gas, y en algunos diseños de la antorcha también es convencional envolver el gas y el arco con un chorro turbulento de agua.

15 [0003] El electrodo que se utiliza en las antorchas convencionales del tipo descrito típicamente comprende un miembro tubular alargado compuesto de un material de alta conductividad térmica, como el cobre o la aleación de cobre. El extremo delantero o de descarga del electrodo tubular incluye una pared en el extremo inferior que tiene un elemento emisor integrado en la misma que soporta el arco. El elemento está
20 compuesto de un material que tiene una función de trabajo relativamente baja, que se define en la técnica como salto de potencial, medido en electrón-voltios (ev), que permite una emisión termiónica desde la superficie de un metal a una temperatura dada. En vista de su función de trabajo baja, el elemento es capaz de emitir fácilmente electrones cuando se aplica un potencial eléctrico al mismo. Los materiales emisivos
25 utilizados comúnmente incluyen hafnio, zirconio, tungsteno y sus aleaciones. El elemento emisor está rodeado típicamente por un separador relativamente no emisor, que actúa para evitar que el arco migre del elemento emisor al soporte de cobre.

[0004] Un problema asociado con las antorchas del tipo arriba descrito es la corta vida
30 útil del electrodo, especialmente cuando la antorcha se utiliza con gas oxidante, como oxígeno o aire. Más en particular, el gas tiende a oxidar rápidamente el cobre del electrodo que rodea el elemento emisor, y a medida que se oxida el cobre, su función de trabajo disminuye. Como resultado, se alcanza un punto en el que el cobre oxidado que rodea el elemento emisor comienza a soportar el arco, en lugar del elemento.
35 Cuando esto pasa, el óxido de cobre y el cobre de soporte se funden, lo que resulta en una destrucción y fallo tempranos del electrodo.

[0005] El cesionario de la presente solicitud ha desarrollado previamente un electrodo con una vida útil mejorada, como se describe en la patente estadounidense nº 5.023.425, y un método para fabricar tal electrodo, como se describe en la patente estadounidense nº 5.097.111. La patente '425 revela un electrodo que comprende un soporte tubular metálico que soporta un elemento emisor en el extremo delantero del mismo, y tiene un separador o manguito relativamente no emisor rodeando el elemento emisor e interpuesto entre el elemento emisor y el soporte metálico. El manguito separa así el elemento emisor del soporte. La patente '425 describe el manguito como preferiblemente compuesto de plata, la cual tiene una alta resistencia a la formación de un óxido. La plata y cualquier óxido de la misma que se forme presentan una emisión pobre, y de ese modo, el arco continuará emitiendo desde el elemento emisor en lugar de desde el manguito o el soporte metálico. De esta forma se alarga la vida útil de manera significativa.

[0006] La patente '111 revela un método para fabricar un electrodo que incluye la fase de formar una sola cavidad en la cara frontal de una placa cilíndrica de cobre o una aleación de cobre, incluyendo la cavidad un extremo exterior anular para recibir un miembro no emisor. En particular, se forma una placa de metal de un material relativamente no emisor, preferentemente plata, para que encaje sustancialmente en la cavidad. La placa no emisiva se une entonces de modo metalúrgico a la cavidad insertando primero un disco de material de soldadura de plata en la cavidad, y después insertando la placa no emisiva. A continuación, se calienta el ensamblaje a una temperatura suficiente para fundir el material de soldadura, y durante el proceso de calentamiento, la placa no emisiva es presionada contra la cavidad, lo que provoca que el material de soldadura fluya hacia arriba y cubra la totalidad de la superficie de contacto entre la placa no emisiva y la cavidad. Después se enfría el ensamblaje, dando como resultado la unión metalúrgica del elemento a la placa no emisiva gracias al material de soldadura. A continuación, la placa no emisiva es perforada axialmente y se encaja a presión un elemento emisor cilíndrico en la apertura resultante. Para completar la fabricación del electrodo, la cara frontal del ensamblaje se mecaniza para proporcionar una superficie exterior lisa, que incluye una cara del extremo exterior circular del elemento emisor, un anillo anular circundante de la placa no emisiva, y un anillo exterior del metal del soporte.

[0007] Además, las antorchas descritas en las patentes '425 y '111 definen una cavidad trasera que se extiende hacia delante hasta el extremo frontal del soporte, de manera que el elemento emisor, el separador no emisor, y una parte del soporte metálico formen un poste cilíndrico que se extiende hasta la cavidad trasera. Un medio de refrigeración, como el agua, circula en la cavidad trasera y por el poste cilíndrico

de manera que se transfiera el calor desde el arco hasta el agua de refrigeración y fuera de la antorcha. Más específicamente, el calor se transfiere desde el arco a través del elemento emisor, el separador no emisor, el soporte de cobre, y cualquiera de las capas de material de soldadura entre ellos hasta el agua de refrigeración. A pesar de que este diseño permite una mayor transferencia de calor en comparación con los diseños sin cavidad trasera, deben cruzarse varios materiales y superficies de contacto de materiales, lo que hace disminuir su eficacia.

[0008] Un diseño particular define una cavidad trasera en la que el poste cilíndrico no incluye ninguna parte del soporte de cobre de manera que el separador de plata queda expuesto directamente a la cavidad trasera y al agua de refrigeración que circula por la misma. Por ejemplo, la figura 10 mostrada en ambas patentes, la '425 y la '111, revela una antorcha de arco de plasma en la que el soporte **16b** tiene un orificio en la pared inferior, y la pieza no emisiva insertada **32b** se extiende a través del orificio y queda expuesto de manera que contacta directamente con el agua de refrigeración en la cavidad trasera del soporte. Este diseño resulta ventajoso por dos motivos: primero, la plata tiene una conductividad térmica mayor que el cobre, lo que aumenta la transferencia de calor entre el arco y el agua de refrigeración; segundo, la superficie de contacto entre el separador de plata y el soporte de cobre se elimina, lo que mejora aún más la transferencia de calor. Sin embargo, la antorcha mostrada en la figura 10 de las patentes '425 y '111 no se forman fácilmente ya que, además de formar una cavidad trasera en el soporte, la pared inferior del soporte es perforada y el separador no emisor se inserta a presión en el orificio.

[0009] Así, mientras que el electrodo descrito en la patente '425 y el método de fabricar un electrodo descrito en la patente '111 proporcionan progresos notables en la técnica, son deseables más mejoras. Específicamente, un método descrito por las patentes '425 y '111 prevé taladrar o perforar una parte de la placa no emisiva, que es normalmente plata, a lo largo de un eje central de manera que el elemento o pieza emisiva pueda introducirse mediante presión en la misma. A pesar de que proporciona un contacto de encaje ajustado entre el elemento emisor y el separador no emisor, este método tiene como resultado, de forma poco ventajosa, una pérdida de plata perforada del separador para acomodar el elemento emisor.

[0010] Otro método utilizado en la formación de antorchas convencionales prevé fijar el elemento emisor en la placa no emisiva o separador mediante soldadura. Según este método, la temperatura del material de soldadura de aleación de plata debe ser superior a su punto de fusión, y de ese modo la temperatura del separador de plata o la aleación de plata se aumenta hasta casi su punto de fusión, lo que puede ablandar el material del separador. Sin embargo, si se probara este enfoque con relación al

modo de realización de la figura 10 de la patente '425 o la patente '111, el separador de plata ablandado podría ser incapaz de retener radialmente y de forma adecuada el elemento emisor cuando estuviera insertado en el separador de plata, lo que podría dar como resultado que el elemento emisor se descentrara en relación con el eje longitudinal central del electrodo.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0011] La presente invención se desarrolló para mejorar los electrodos convencionales y los métodos de fabricación de electrodos, y más específicamente los electrodos y métodos de fabricación de electrodos revelados en las patentes '425 y '111 a las que se hace referencia arriba. Se ha descubierto que las dificultades de los electrodos descritas arriba, concretamente la pérdida de plata del separador relativamente no emisor y la situación del elemento emisor a lo largo del eje longitudinal central del electrodo, puede superarse situando el elemento emisor en un soporte metálico antes de que se instale el separador.

[0012] La presente invención proporciona un método de fabricación de un electrodo adaptado para el soporte de un arco en una antorcha de plasma, que comprende los siguientes pasos:

formar una cavidad frontal en una cara frontal generalmente plana de un soporte metálico, extendiéndose la cavidad frontal a lo largo de un eje generalmente normal a la cara frontal;

sujetar de manera fija un elemento emisor a la cavidad frontal del soporte metálico;

situar un separador relativamente no emisor en la cavidad frontal del soporte metálico de manera que el separador se interponga coaxialmente entre, y separe, una parte del soporte metálico del elemento emisor en la cara frontal del soporte; y

formar una cavidad trasera en el soporte metálico de manera que una parte del separador quede expuesta a la cavidad.

[0013] La presente invención proporciona un electrodo adaptado para soportar un arco eléctrico en una antorcha de arco de plasma, que comprende:

un soporte metálico que tiene un extremo frontal y un extremo trasero, definiendo el extremo frontal una cavidad frontal y el extremo trasero definiendo una cavidad trasera;

un separador relativamente no emisor situado en la cavidad frontal, teniendo el separador una pared periférica exterior; y

un elemento emisor también situado en la cavidad frontal coaxialmente con el separador, teniendo el elemento emisor una pared periférica exterior que solo

está en contacto parcialmente con el separador, en el que una parte de la pared periférica exterior del separador está expuesta a la cavidad trasera.

[0014] La presente invención proporciona una antorcha de arco de plasma, que comprende:

- 5 un electrodo que incluye:
un soporte metálico que tiene un extremo frontal y un extremo trasero, definiendo el extremo frontal una cavidad frontal y el extremo trasero una cavidad trasera; un separador relativamente no emisor situado en la cavidad frontal, teniendo el separador una pared periférica exterior; y
10 un elemento emisor también situado en la cavidad frontal coaxialmente con el separador, teniendo el elemento emisor una pared periférica exterior que sólo están en contacto de manera parcial con el separador;
una boquilla montada adyacente al extremo frontal del soporte y que tiene un canal de flujo por el mismo que está alineado con el eje longitudinal;
15 un suministro eléctrico para crear un arco que se extiende desde el elemento emisor del electrodo a través del canal de flujo de la boquilla y hasta la pieza de trabajo colocada adyacente a la boquilla; y
un suministro de gas para crear un flujo de un gas entre el electrodo y la boquilla y para crear un flujo de plasma hacia fuera a través del canal de flujo
20 de la boquilla y hasta la pieza de trabajo.

[0015] En un modo de realización ventajoso, la presente invención proporciona un electrodo y un método de fabricación de un electrodo que tenga un elemento emisor y un separador generalmente no emisor dispuesto en una cavidad frontal definida por el soporte metálico, por medio del cual se coloque un material de soldadura entre los
25 mismos de manera que la posición del elemento emisor a lo largo del eje longitudinal central no se vea afectada por el proceso de soldadura. La presente invención proporciona un electrodo y un método de fabricación de un electrodo en el que el soporte metálico también define una cavidad trasera que adopta el tamaño necesario para que una parte del separador esté expuesta a la cavidad trasera, lo que mejora
30 así la transferencia de calor entre un arco y un fluido de refrigeración que circulan en la cavidad trasera.

[0016] Más concretamente, según un modo de realización preferido de la invención, un electrodo para soportar un arco en una antorcha de arco de plasma comprende un soporte metálico que tiene un extremo frontal y extremo trasero, definiendo el extremo
35 frontal una cavidad central. Un separador generalmente no emisor se sitúa en la cavidad frontal e incluye una pared periférica interior. Se coloca también un elemento emisor en la cavidad frontal e incluye una pared periférica exterior que está rodeada

sólo parcialmente por la pared periférica interior del separador. Según un modo de realización, parte del material de soldadura está dispuesto entre el elemento emisor y el separador, y también entre el separador y el soporte metálico. La capa de soldadura tiene una temperatura de fusión no superior a la temperatura de fusión del separador.

5 Así, el separador y el elemento emisor se unen metalúrgicamente de manera que el separador separa completamente el elemento emisor del contacto con la superficie exterior del soporte metálico.

[0017] El separador que rodea el elemento emisor está compuesto preferentemente de un material metálico, como la plata, que tiene una alta resistencia a la formación de
10 óxido. Esto sirve para aumentar la vida útil del electrodo, ya que la plata y cualquier óxido que se forme son emisores muy pobres. Como resultado, el arco continúa emitiendo desde el elemento emisor, en lugar de desde el soporte metálico o el separador, lo que aumenta la vida útil del electrodo.

[0018] En un modo de realización, el extremo trasero del soporte metálico define una
15 cavidad trasera que se extiende hacia el extremo frontal del soporte para exponer el separador. La cavidad trasera puede formarse mediante trepanado u otro tipo de mecanizado, y el separador expuesto proporciona un medio mejorado para la transferencia de calor del arco a la cavidad, especialmente si un medio de enfriamiento, como el agua, se hace circular en la cavidad mientras la antorcha está
20 en funcionamiento.

[0019] La presente invención también incluye un método para fabricar el electrodo arriba descrito que comprende los pasos de formar una cavidad frontal en una cara frontal generalmente plana de una placa metálica y sujetar de forma fija un elemento emisor en la cavidad frontal. Después, se sitúa un separador relativamente no emisor
25 en la cavidad frontal del soporte metálico de manera que el separador se interpone entre, y separa, el soporte metálico y el elemento emisor en la cara frontal del soporte. En un modo de realización, el separador tiene una forma tubular y tal tamaño que el separador y el elemento emisor tienen un contacto de encaje ajustado. Además, el elemento emisor y el separador pueden soldarse utilizando un material de
30 soldadura, como la plata.

[0020] Preferentemente, la cara frontal del soporte metálico es después acabada para formar una superficie sustancialmente plana que incluye el soporte metálico, el elemento emisor, y el separador. En un modo de realización, se forma una cavidad trasera en la cara trasera del soporte metálico de manera que el separador está
35 expuesto a la cavidad. A este respecto, el soporte metálico es trepanado o mecanizado para eliminar una parte del soporte para exponer así el separador, lo que mejora la transferencia de calor del arco a la cavidad. Se puede hacer circular agua u

otro medio de refrigeración dentro de la cavidad para conducir y eliminar en mayor medida el calor del electrodo.

[0021] De ese modo, el electrodo de la presente invención proporciona un electrodo y un método para fabricar un electrodo con propiedades de transferencia de calor mejoradas sobre las antorchas de arco de plasma convencionales. Al situar el elemento emisor en el soporte metálico antes de que el separador sea instalado, la posición del elemento emisor no se ve afectada por el posterior proceso de soldadura. Además, al exponer el separador de plata mediante trepanado o mecanizado de la cavidad trasera, el extremo frontal del soporte no tiene que ser perforado y el separador de plata encajado a presión en el mismo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0022] Tras describir la invención en términos generales, se hará referencia ahora a los dibujos adjuntos, que no se encuentran realizados a escala necesariamente, en los que:

La figura 1 es una vista en alzado lateral y seccionada de una antorcha de arco de plasma que presenta las características de la presente invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva ampliada de un electrodo según la presente invención;

la figura 3 es una vista lateral en sección ampliada de un electrodo según la presente invención;

las figuras 4-8 son vistas esquemáticas que ilustran los pasos de un modo preferido de fabricación de un electrodo según la invención;

la figura 9 es una vista en alzado de un extremo del electrodo acabado; y

la figura 10 es una vista lateral en sección ampliada de un electrodo según un modo de realización alternativo de un electrodo según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0023] La presente invención se describirá ahora más en detalle con relación a los dibujos adjuntos, en los que se muestran modos de realización preferidos de la invención. Sin embargo, esta invención puede ser puesta en práctica de muchas formas diferentes y no debería interpretarse como limitada a los modos de realización aquí expuestos; más bien, estos modos de realización se proporcionan para que la descripción sea exhaustiva y completa, y se pueda transmitir completamente el ámbito de la invención a aquellos expertos en la técnica. Los números iguales se refieren a los mismos elementos a lo largo del texto.

[0024] En relación con la figura 1, se muestra una antorcha de arco de plasma **10** que incorpora las características de la presente invención. La antorcha **10** incluye una

boquilla **12** y un electrodo tubular **14**. Preferentemente, el electrodo **14** se realiza de cobre o una aleación de cobre, y se compone de un miembro tubular superior **15** y un miembro o soporte con forma de taza inferior **16**. El miembro tubular superior **15** tiene una construcción tubular abierta alargada y define el eje longitudinal de la antorcha **10**. El miembro tubular superior **15** incluye un extremo inferior enroscado internamente **17**. El soporte **16** también es una construcción tubular, e incluye un extremo frontal inferior y un extremo trasero superior. Una pared del extremo transversal **18** cierra el extremo frontal del soporte **16**, y la pared de extremo transversal **18** define una cara frontal exterior **20** (figura 2). El extremo trasero del soporte **16** se enrosca externamente y se une mediante rosca al extremo inferior **17** del miembro tubular superior **15**.

[0025] En relación con las figuras 2 y 3, el soporte **16** es abierto en el extremo trasero **19** del mismo de manera que el soporte tiene una configuración en forma de taza y define una cavidad interna **22**. La cavidad interna **22** tiene una superficie **31** que incluye un poste cilíndrico **23** que se extiende hasta la cavidad interna a lo largo del eje longitudinal. De manera ventajosa, el poste cilíndrico **23** se forma para tener propiedades de transferencia de calor mejoradas en comparación con los diseños tradicionales, como se describe a continuación. Dos cavidades coaxiales **24**, **25** se forman en la cara frontal **20** de la pared del extremo **18** y se extienden hacia la parte trasera a lo largo del eje longitudinal y hasta una parte del soporte **16**. Las cavidades **24**, **25** son generalmente cilíndricas, en las que la primera cavidad **24** tiene un diámetro menor que la segunda cavidad **25**. Las cavidades **24**, **25** incluyen superficies laterales internas **27a**, **27b**, respectivamente.

[0026] Una pieza o elemento emisor **28** se monta en la cavidad pequeña **24** y se dispone coaxialmente a lo largo del eje longitudinal. El elemento emisor **28** tiene una cara del extremo exterior circular **29** que se encuentra en el plano de la cara frontal **20** del soporte **16**. El elemento emisor **28** también incluye una cara del extremo interior generalmente circular **30** que está dispuesta en la cavidad pequeña **24** y se encuentra frente a la cara de extremo exterior **29**. Sin embargo, la cara del extremo interior **30** puede tener otras formas, como acabada en punta, poligonal, o esférica, para ayudar a fijar el elemento emisor a la cavidad pequeña **24**, como se discute a continuación. El elemento emisor **28** está compuesto por un material metálico que tiene una función de trabajo relativamente baja, en un margen de aproximadamente 2,7 a 4,2 eV, de manera que se adapta para emitir fácilmente electrones cuando se le aplica una potencia eléctrica. Los ejemplos adecuados de tales materiales son hafnio, zirconio, tungsteno, y aleaciones de los mismos. Según un modo de realización, el elemento

emisivo **28** se fija a la cavidad pequeña **24** mediante ajuste con apriete, aunque también se pueden utilizar otros medios de sujeción, como la presión o el prensado.

[0027] Un separador relativamente no emisivo **32** se sitúa en la cavidad grande **25** coaxialmente sobre el elemento emisivo **28**. El separador **32** tiene una pared periférica **33** (figuras 4-5) que se extiende por la longitud del elemento emisivo **28**. La pared periférica **33** se ilustra con un diámetro exterior sustancialmente constante a lo largo de la longitud del separador, aunque se apreciará que otras configuraciones geométricas serían coherentes con el ámbito de la invención, como la forma frustocónica.

[0028] El separador **32** también incluye una cara del extremo exterior **36** que generalmente queda enrasada con la cara del extremo exterior circular **29** del elemento emisivo **28**, y también queda enrasada generalmente con la cara frontal **20** del soporte **16**. El separador **32** tiene un grosor radial preferentemente de al menos unos 0,25 mm (0,01 pulgada) en la cara del extremo exterior **36** y a lo largo de su longitud, y preferentemente el diámetro de la pieza emisiva **28** es de aproximadamente un 30-80 por ciento del diámetro exterior de la cara del extremo **36** del separador **32**. Como ejemplo específico, el elemento emisivo **28** tiene típicamente un diámetro de unos 0.08" y una longitud de aproximadamente 0,25", y el diámetro exterior del separador **32** es de aproximadamente 0,25".

[0029] El separador **32** está compuesto por un material metálico que tiene una función de trabajo que es superior a la del material del soporte **16**, y también superior a la del material del elemento emisivo **28**. Más específicamente, se prefiere que el separador esté compuesto de un material metálico con un función de trabajo de al menos aproximadamente 4,3 ev. En un modo de realización preferido, el separador **32** comprende plata como material principal, aunque se pueden usar también otros materiales metálicos, como oro, platino, rodio, iridio, paladio, níquel, y aleaciones de los mismos.

[0030] Por ejemplo, en un modo de realización particular de la presente invención, el separador **32** está compuesto de plata aleada con aproximadamente de un 0,25 a un 10 por ciento de un material adicional seleccionado del grupo formado por cobre, aluminio, hierro, plomo, zinc, y aleaciones de los mismos. El material adicional puede encontrarse en forma de elemento o de óxido, y así el término "cobre" según el uso aquí realizado pretende referirse tanto a la forma de elemento como a la de óxido, y sucede lo mismo con los término "aluminio" y similares.

[0031] En relación con la figura 1 de nuevo, el electrodo **14** se monta sobre un cuerpo de antorcha de plasma **38**, que incluye pasillos de gas y de líquido **40** y **42**, respectivamente. El cuerpo de la antorcha **38** está rodeado por una carcasa aislada

exterior **44**. Un tubo **46** se suspende dentro del orificio central **48** del electrodo **14** para hacer circular un líquido de refrigeración, como agua, a través del electrodo **14**. El tubo **46** tiene un diámetro exterior más pequeño que el diámetro del orificio **48** de forma que existe un espacio **49** entre el tubo **46** y el orificio **48** para permitir que el

5 agua fluya por el mismo al ser vertido desde el extremo inferior abierto del tubo **46**. El agua fluye de una fuente (no mostrada) a través del tubo **46**, dentro de la cavidad interna **22** y al soporte **16**, y de vuelta a través del espacio **49** a una apertura **52** en el cuerpo de la antorcha **38** y a una manguera de desagüe (no mostrada). El pasillo **42** dirige el agua de inyección hasta la boquilla **12** donde se convierte en un vórtice

10 giratorio para rodear el arco de plasma, como se explica en detalle a continuación. El pasillo de gas **40** dirige el gas desde una fuente adecuada (no mostrada), a través de un deflector de gas **54** de un material de alta temperatura adecuado hasta una cámara plenum de gas **56** a través de unos orificios de entrada **58**. Los orificios de entrada **58** se disponen de manera que hacen que el gas entre en la cámara plenum **56** de modo

15 turbulento. El gas sale de la cámara plenum **56** a través de los orificios coaxiales **60** y **62** de la boquilla **12**. El electrodo **14** contiene el deflector de gas **54**. Un aislante plástico de alta temperatura **55** aísla eléctricamente la boquilla **12** del electrodo **14**.

[0032] La boquilla **12** comprende un miembro de la boquilla superior **63** que define el primer orificio **60**, y un miembro de la boquilla inferior **64** que define el segundo orificio

20 **62**. El miembro de la boquilla superior **63** es preferentemente un material metálico, y el miembro de la boquilla inferior **64** es preferentemente un material metálico o cerámico. El orificio **60** del miembro de la boquilla superior **63** se encuentra alineado de forma axial con el eje longitudinal del electrodo de la antorcha **14**.

[0033] El miembro de la boquilla inferior **64** está separado del miembro de la boquilla

25 superior **63** por un elemento separador de plástico **65** y un anillo de remolino de agua **66**. El espacio proporcionado entre el miembro de la boquilla superior **63** y el miembro de la boquilla inferior **64** forma una cámara de agua **67**.

[0034] El miembro de la boquilla inferior **64** comprende una parte de un cuerpo cilíndrico **70** que define una parte de extremo delantera o inferior y una parte de

30 extremo trasera o superior, con el orificio **62** extendiéndose coaxialmente a través de la parte del cuerpo **70**. Un reborde de montaje anular **71** se sitúa en la parte del extremo trasera, y se forma una superficie frustocónica **72** en el exterior de la parte de extremo delantera coaxial con el segundo orificio **62**. El reborde anular **71** es soportado desde abajo por un reborde dirigido hacia el interior **73** en el extremo inferior

35 de la taza **74**, con la taza **74** montada de manera desmontable mediante la interconexión de roscas a la carcasa exterior **44**. Se dispone una junta **75** entre los dos rebordes **71** y **73**.

[0035] El orificio **62** en el miembro de la boquilla inferior **64** es cilíndrico, y se mantiene alineado de manera axial con el orificio **60** del miembro de la boquilla superior **63** mediante un manguito de centraje **78** de cualquier material plástico adecuado. El agua fluye desde el pasillo **42** a través de las aperturas **85** en el manguito **78** hasta los puertos de inyección **87** del anillo de remolino **66**, que inyecta el agua en la cámara de agua **67**. Los puertos de inyección **87** se encuentran dispuestos de manera tangencial alrededor del anillo de remolino **66**, para impartir un componente del remolino de velocidad al flujo de agua en la cámara de agua **67**. El agua sale de la cámara de agua **67** por el orificio **62**.

[0036] Se conecta una fuente de alimentación (no mostrada) al electrodo de la antorcha **14** en una relación de circuito en serie con una pieza de trabajo de metal, que normalmente está conectada a tierra. En funcionamiento, el arco de plasma se establece entre el elemento emisor **28** del electrodo, que actúa como el terminal de cátodo para el arco, y la pieza de trabajo, que está conectada al ánodo de la fuente de alimentación y está situada bajo el miembro de la boquilla inferior **64**. El arco de plasma se empieza de manera convencional estableciendo de manera momentánea un arco piloto entre el electrodo **14** y la boquilla **12**, y después se transfiere el arco a la pieza de trabajo a través de los orificios **60** y **62**.

MÉTODO DE FABRICACIÓN

[0037] La invención también proporciona un método simplificado para fabricar un electrodo del tipo descrito arriba. Las figuras 4-8 ilustran un método preferido de fabricación del electrodo según la presente invención. Como se muestra en la figura 4, se proporciona una placa cilíndrica **94** de cobre o aleación de cobre con una cara frontal **95** y una cara trasera opuesta **96**. A continuación, se forman un par de orificios coaxiales generalmente cilíndricos, como por ejemplo mediante perforación, en la cara frontal **95** para formar la cavidad pequeña **24** y la cavidad grande **25**, como se ha descrito arriba. El elemento emisor **28** se sujeta entonces firmemente a la cavidad pequeña **24** mediante inserción a presión del elemento emisor en la misma. Se pueden utilizar también otros métodos para fijar el elemento emisor a la cavidad pequeña **24**, como la embutición, compresión radial, o el uso de energía electromagnética. El elemento emisor **28** se extiende hacia fuera desde la cavidad pequeña **24** hacia la cara frontal **95** de la placa cilíndrica **94** y define un espacio abierto **97** entre el elemento emisor y la pared interior **27b** de la cavidad grande **25**.

[0038] Como se ha descrito con anterioridad, el separador **32** está compuesto de material de aleación de plata. En un modo de realización, por ejemplo, el material de aleación de plata comprende plata aleada con de un 0,25 a un 10 por ciento de cobre aproximadamente. El separador **32** está configurado y tiene un tamaño tal para ocupar

sustancialmente el espacio abierto **97** definido por la pared interior **27b** de la cavidad grande **25** y el elemento emisor **28**. A este respecto, el separador **32** puede modelarse mediante mecanizado o formado.

[0039] A continuación, como se muestra en la figura 5, el separador **32** se inserta en la cavidad grande **25** de manera que la pared periférica **33** del separador encaja de manera deslizable en la pared interior **27b** de la cavidad grande, y la cavidad cilíndrica **35** definida por el separador está dispuesta sobre el elemento emisor **28** para definir una superficie de contacto entre los mismos. En un modo de realización, el separador **32** se dispone sobre el elemento emisor **28** mediante ajuste estrecho o ajuste con apriete, aunque son posibles otros métodos para sujetar el separador al elemento emisor, como se describe a continuación.

[0040] Según un modo de realización mostrado en la figura 6, una herramienta **98** que tiene una superficie de trabajo circular generalmente plana **100** se sitúa con la superficie de trabajo en contacto con las caras de los extremos **29** y **36** del elemento emisor **28** y el separador **32**, respectivamente. El diámetro exterior de la superficie de trabajo **100** es ligeramente menor que el diámetro de la cavidad grande **25** en la placa cilíndrica **94**. La herramienta **98** se sostiene con la superficie de trabajo **100** generalmente coaxial con el eje longitudinal de la antorcha **10**, y se aplica fuerza a la herramienta para impartir fuerzas de compresión axiales al elemento emisor **28** y al separador **32** a lo largo del eje longitudinal. Por ejemplo, la herramienta **98** puede situarse en contacto con el elemento emisor **28** y el separador **32** y después ser golpeado mediante un aparato adecuado, como el martillo de una máquina. Independientemente de la técnica específica utilizada, se imparte una fuerza suficiente para que el elemento emisor **28** y el separador **32** se deformen radialmente hacia fuera de manera que el elemento emisor sea sostenido firmemente y retenido por el separador, y el separador es sostenido firmemente y retenido por la cavidad grande **25**, como se muestra en la figura 7.

[0041] En un modo de realización preferido, el separador **32** se une metalúrgicamente al elemento emisor **28**. De manera ventajosa, el elemento emisor **28** ya se encuentra sujeto a la cavidad pequeña **24** cuando se realiza la fase de soldadura (como se ha explicado arriba) de manera que el elemento emisor permanece centrado a lo largo del eje longitudinal incluso si el separador se ablanda por las altas temperaturas asociadas con la soldadura. El proceso de soldadura se lleva a cabo preferentemente insertando en primer lugar un anillo **99** (figuras 5 y 7) de material de soldadura de plata en el elemento emisor **28** después de que el elemento emisor haya sido sujetado a la cavidad pequeña **24** de manera que el anillo ocupe una parte del espacio abierto **97** entre el elemento emisor y la pared interior **27b** de la cavidad grande **25**. En un

ejemplo, el material de soldadura comprende una aleación compuesta en su mayoría de plata con uno o más elementos diferentes, como níquel, litio, y/o cobre. También, puede incluirse una pequeña cantidad de fundente, como para eliminar óxidos de la superficie del cobre.

5 **[0042]** El separador **32** se introduce después de que el anillo **99** se inserte en el espacio abierto **97**, y el ensamblaje resultante se calienta entonces a una temperatura suficiente para fundir el material de soldadura, que tiene una temperatura de fusión no superior a la del separador **32**. Sin embargo, con la presente invención, la temperatura no tiene que ser significativamente inferior a la temperatura de fusión del separador
10 porque el elemento emisor **28** es fijado a la cavidad pequeña **24** como se describe arriba. Durante el proceso de calentamiento, el separador **32** es presionado en la cavidad grande **25**, lo que provoca que el material de soldadura fundido fluya hacia arriba y cubra toda la superficie de contacto entre el separador y el elemento emisor **28** y entre la pared periférica **33** del separador **32** y la pared interior **27b** de la cavidad
15 grande **25**. Al enfriarse, el material de soldadura proporciona una capa relativamente fina que sirve para unir el separador **32** al elemento emisor **28**, teniendo la capa un grosor del orden de entre 0,001 y 0,005 pulgadas aproximadamente. Alternativamente, la fase de soldadura puede llevarse a cabo fundiendo un disco de material de soldadura que se sitúa en el separador **32** y el elemento emisor **28** una vez que los
20 dos han sido prensados en las cavidades. De este modo, la acción capilar empuja el material de soldadura entre el separador **32** y el elemento emisor **28** de manera que se dispone una capa relativamente fina entre ellos como se ha explicado arriba.

[0043] Para completar la fabricación del soporte **16**, la cara trasera **96** de la placa cilíndrica **94** se mecaniza para formar una configuración abierta en forma de taza
25 mostrada en la figura 8 que define una cavidad **22** en la misma. De manera ventajosa, la cavidad **22** incluye un hueco anular interno **82** que define un poste cilíndrico **23** y rodea coaxialmente partes del separador **32** y el elemento emisor **28**. En particular, el hueco anular interno **82** incluye una superficie interna **83** que comprende una parte de la pared periférica **33** del separador **32**. En otras palabras, el hueco anular interno **82**
30 se forma, por ejemplo mediante trepanado u otra operación de mecanizado, de manera que una parte de la pared periférica **33** del separador **32** esté directamente expuesta a la cavidad **22**. De este modo, el separador expuesto **32** mejora la transferencia de calor entre el medio de enfriamiento que circula en la cavidad **22** y en el arco. Además, el material de soldadura que rodea la pared periférica **33** del
35 separador **32** en la superficie interna **83** del hueco anular **82** es preferentemente eliminado, mejorando de este modo aún más la transferencia de calor.

[0044] Las propiedades de transferencia de calor mejoradas arriba mencionadas son el resultado de dos circunstancias principalmente. Primero, la plata tiene una conductividad térmica superior a la del cobre, concretamente 4,29 W/(cm·K) frente a 4,01 W/(cm·K), respectivamente. Segundo, hay menos límites por los que deba pasar el calor. Más específicamente, al eliminar el límite o superficie de contacto entre el separador **32** y el material de soldadura (así como el límite entre el material de soldadura y la placa **94**), el índice de transmisión del calor del electrodo según la presente invención es significativamente mayor al de los electrodos convencionales. Además, el camino que debe recorrer el calor es más corto que en los electrodos convencionales puesto que el separador **32** está expuesto directamente a la cavidad **22**.

[0045] Como se ha argumentado arriba, la superficie **31** de la cavidad interna **22** incluye un poste cilíndrico **23**. En un modo de realización mostrado en las figuras 3 y 8, la superficie **31** incluye una parte en forma de tapa **92** de la placa **94** dispuesta sobre el elemento emisor **28**. La parte **92** está firmemente sujeta al elemento emisor **28**, aunque no directamente sujeta al resto de la placa **94**. De este modo, la parte **92** se forma mediante una operación de trepanado para facilitar la fabricación, ya que al dejar la parte **92** el poste **23** tiene una forma cilíndrica uniforme. Sin embargo, la parte **92** también puede ser totalmente o parcialmente mecanizada para exponer el elemento emisor **28** a la cavidad **22** (véase figura 10).

[0046] A la periferia externa de la placa cilíndrica **94** también se le da la forma deseada, incluyendo la formación de roscas exteriores **102** en el extremo trasero **19** del soporte **16**. Finalmente, la cara frontal **95** de la placa **94** y las caras de los extremos **29** y **36** del elemento emisor **28** y el separador **32**, respectivamente, son mecanizadas para que sean sustancialmente llanas y estén enrasadas unas con otras. Cualquier material de soldadura presente en la cara frontal **95** y en las caras de extremo **29** y **36** es eliminado durante el proceso de mecanizado.

[0047] La figura 9 representa una vista en alzado de un extremo del soporte **16**. Se puede apreciar que la cara del extremo **36** del separador **32** separa la cara del extremo **29** del elemento emisor **28** de la cara frontal **20** del soporte **16**. La cara del extremo **36** es anular con un perímetro interior **104** y un perímetro exterior **106**. Puesto que el separador **32** está compuesto de material de aleación de plata con una función de trabajo más alta que la del elemento emisor **28**, el separador **32** sirve para evitar que el arco se desprenda del elemento emisor y se una al soporte **16**.

[0048] De este modo, la presente invención proporciona un electrodo **14** para su uso en una antorcha de arco de plasma y un método de fabricación de un electrodo en el que el elemento emisor **28** está sujeto a lo largo del eje longitudinal y se evita así que

se mueva mientras se suelda el elemento emisor al separador **32**. Además, el separador **32** tiene una forma tubular, eliminando así la necesidad de perforar una apertura en el separador, que resulta en una pérdida de plata.

[0049] Se le podrán ocurrir numerosas modificaciones y otros modos de realización de la invención a los expertos en la técnica a la que pertenece esta invención, teniendo el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones precedentes y los dibujos asociados. Por ejemplo, el separador y/o el elemento emisor pueden tener otras formas o configuraciones, como forma cónica o de remache, sin abandonar la esencia y el ámbito de la invención. Por lo tanto, se debe entender que la invención no debe quedar limitada a los modos de realización específicos aquí descritos y que las modificaciones y otros modos de realización pueden incluirse en el ámbito de las reivindicaciones anexas. Aunque se emplean aquí términos específicos, se usan de una manera genérica y descriptiva únicamente y no con fines limitativos.

15

20

25

30

35

Reivindicaciones

1. Un método para fabricar un electrodo (14) adaptado para soportar un arco en una antorcha de plasma (10) que comprende los siguientes pasos:
 - 5 formar una cavidad frontal (24, 25) en una cara frontal generalmente plana (20) de un soporte metálico (16), extendiéndose la cavidad frontal a lo largo de un eje generalmente normal a la cara frontal;
 - fijar firmemente un elemento emisor (28) a la cavidad frontal (24, 25) del soporte metálico (16);
 - 10 situar un separador relativamente no emisor (32) en la cavidad frontal del soporte metálico (16) de manera que el separador esté interpuesto coaxialmente entre y separando una parte del soporte metálico (16) del elemento emisor en la cara frontal del soporte; y
 - formar una cavidad trasera (22) en el soporte metálico de manera que una parte del separador (32) esté expuesta a la cavidad (22).
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el separador (32) se sitúa en la cavidad frontal (24, 25) del soporte (16) de manera que solo una parte del elemento emisor (28) esté en contacto con el separador (32).
3. El método de la reivindicación 1, en el que el elemento emisor (28) se fija firmemente a la cavidad frontal del soporte mediante ajuste a presión.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en el que la colocación del separador (32) comprende colocar un separador (32) con una forma tubular sobre el elemento emisor (28) en una relación de ajuste estrecho.
5. El método de la reivindicación 1, en el que la formación de las cavidades frontales (24, 25) y trasera (22) comprende el mecanizado del soporte metálico (16).
- 25 6. El método de la reivindicación 1, en el que la formación de la cavidad trasera (22) incluye exponer el elemento emisor (28) a la cavidad trasera.
7. El método de la reivindicación 1, en el que el paso de colocar el separador relativamente no emisor (32) en la cavidad frontal (24, 25) comprende insertar el separador relativamente no emisor (32) en la cavidad frontal del soporte metálico de manera que sólo una parte del elemento emisor (28) esté en contacto con el separador; y también comprende el paso de introducir un material de soldadura (99) en la cavidad frontal (24, 25) de manera que parte del material de soldadura se encuentra entre el elemento emisor (28) y el separador (32) y también entre el separador y el soporte metálico (16).
- 30 8. El método de la reivindicación 7, en el que el material de soldadura (99) se introduce insertando un disco de material de soldadura por el elemento emisor
- 35

(28) en la cavidad frontal (24, 25), calentando el material de soldadura hasta que se convierta al menos parcialmente en fluido, y presionando el separador (32) en la cavidad frontal.

5 **9.** El método de la reivindicación 7, en el que el elemento emisor (28) se fija firmemente en la cavidad frontal (24, 25) antes de insertar el separador (32) en la cavidad frontal.

10. El método de la reivindicación 1, en el que los pasos de fijar firmemente el elemento emisor (28) a la cavidad frontal (24, 25) y colocar el separador (32) en la cavidad frontal comprenden:

10 formar una apertura en el extremo frontal del soporte metálico (16), fijar el elemento emisor (28) en la apertura del soporte de manera que una parte del elemento emisor se extienda hacia delante desde el soporte, y

15 fijar el separador relativamente no emisor (32) sobre el elemento emisor (28) en una posición de forma que el separador no emisor y el elemento emisor definan juntos al menos una parte de la cara frontal (95) del electrodo (14) para soportar un arco.

20 **11.** El método de la reivindicación 10, en el que el método hace que el elemento emisor (28) esté expuesto al menos de manera parcial a la cavidad trasera (22).

25 **12.** El método de la reivindicación 1, en el que el separador (32) define una apertura (35) en el mismo modelada para encajar alrededor del elemento emisor (28); y en el que el soporte metálico (16) tiene una apertura frontal en el mismo, y el método comprende el paso de unir el separador no emisor (32) al soporte (16) de manera que el elemento emisor (28) se extienda desde el separador (32) y hasta la apertura (24) del soporte.

30 **13.** El método de la reivindicación 12, en el que el método provoca que el elemento emisor (28) quede también al menos parcialmente expuesto a la cavidad trasera (22).

35 **14.** El método de la reivindicación 12, que además comprende eliminar al menos una parte del miembro no emisor (32) para definir una cara frontal (20) donde el elemento emisor (28) y el separador relativamente no emisor son sustancialmente llanos y están enrasados unos con otros en la cara frontal del separador relativamente no emisor.

15. El método de la reivindicación 12, en el que dicho paso de unión comprende la unir térmicamente el separador relativamente no emisor (32) al soporte (16).

16. El método de la reivindicación 12, en el que dicho paso de unión comprende soldar el separador relativamente no emisor al soporte.

17. Un electrodo (14) adaptado para soportar un arco eléctrico en una antorcha de arco de plasma (10), que comprende:

5 un soporte metálico (16) que tiene un extremo frontal y un extremo trasero, definiendo el extremo frontal una cavidad frontal (24, 25) y el extremo trasero definiendo una cavidad trasera (22);
un separador relativamente no emisor (32) situado en la cavidad frontal, teniendo el separador una pared periférica exterior (33); y
10 un elemento emisor (28) también situado en la cavidad frontal (24, 25) de manera coaxial con el separador (32), **caracterizado porque** el elemento emisor (28) tiene una pared periférica exterior que está sólo parcialmente en contacto con el separador (32), y una parte de la pared periférica exterior (33) del separador (32) está expuesta a la cavidad
15 trasera (22).

18. El electrodo (14) de la reivindicación 17, que además comprende:

un material de soldadura (99) dispuesto entre el elemento emisor (28) y el separador (32), y entre el separador y el soporte metálico (16).

19. El electrodo (14) de la reivindicación 18, en el que una parte de la pared periférica exterior del elemento emisor (28) queda libre de cualquier contacto con el material de soldadura (99).

20. El electrodo (14) de la reivindicación 18, en el que la cavidad frontal (24, 25) comprende una parte proximal (24) y una parte distal (25), teniendo la parte proximal un diámetro más pequeño que el diámetro de la parte distal, estando
25 dispuesto el material de soldadura (99) sólo en la parte distal de la cavidad.

21. El electrodo (14) de la reivindicación 17 o la reivindicación 18, en el que el separador (32) se construye de plata aleada con un material adicional elegido del grupo compuesto por cobre, aluminio, hierro, plomo, zinc, y aleaciones de los mismos.

22. El electrodo (14) de la reivindicación 17 o la reivindicación 18, en el que el elemento emisor (28) tiene una forma cilíndrica y el separador (32) tiene una forma tubular.

23. El electrodo de la reivindicación 17, en el que la cavidad frontal (24, 25) comprende una parte proximal (24) y una parte distal (25), teniendo la parte proximal un diámetro inferior al diámetro de la parte distal, en el que el
35 elemento emisor (28) y la parte proximal (24) de la cavidad frontal tienen un ajuste con apriete entre ellos.

24. El electrodo de la reivindicación 17, en el que una parte del elemento emisor (28) está expuesto a la cavidad trasera (22).
25. El electrodo (14) de la reivindicación 17 o 18, definiendo el extremo frontal del soporte (16) una apertura frontal (24);
- 5 estando situado el elemento emisor (28) de manera que una parte del elemento emisor se encuentre dentro de la apertura frontal (24) del soporte; y estando el separador (32) fijado a dicho soporte y rodeando una parte del elemento emisor en una posición tal que el separador (32) y el elemento emisor (28) definen juntos al menos parte de la cara frontal (95) del electrodo para soportar un arco.
- 10 26. El electrodo (14) de la reivindicación 25, en el que al menos una parte del elemento emisor (28) está también expuesto a la cavidad trasera (22).
27. El electrodo (14) de la reivindicación 17, en el que el separador (32) define una apertura al menos parcialmente a través del mismo;
- 15 el elemento emisor (28) está situado en la apertura definida por el separador (32) de manera que el elemento emisor y el separador definen juntos al menos parte de la cara frontal (95) del electrodo (14) para soportar el arco.
28. El electrodo (14) de la reivindicación 27, en el que el separador (32) se suelda al soporte.
- 20 29. El electrodo de la reivindicación 27, en el que el separador no emisor (32) está formado por plata o aleaciones de la misma y el material de soldadura (99) está formado por plata o aleaciones de la misma, y el separador no emisor y el material de soldadura tienen puntos de fusión que son aproximadamente los mismos.
- 25 30. Una antorcha de arco de plasma (10), que comprende:
un electrodo (14) que incluye:
un soporte metálico (16) que tiene un extremo frontal y un extremo trasero, definiendo el extremo frontal una cavidad frontal (24, 25) y definiendo el extremo trasero una cavidad trasera (22);
- 30 un separador relativamente no emisor (32) situado en la cavidad frontal, teniendo el separador una pared periférica exterior (33); y un elemento emisor (28) también situado en la cavidad frontal (24, 25) de manera coaxial con el separador (32);
una boquilla (12) montada adyacente al extremo frontal del soporte (16) y que tiene un canal de flujo por el mismo (60, 62) que está alineado con el eje longitudinal;
- 35

un suministro eléctrico para crear un arco que se extiende desde el elemento emisor (28) del electrodo a través del canal de flujo de la boquilla y hasta la pieza de trabajo situada adyacente a la boquilla; y

5 un suministro de gas para crear un flujo de un gas entre el electrodo (10) y la boquilla (12) y para crear un flujo de plasma hacia fuera a través del canal de flujo de la boquilla (60, 62) y hasta la pieza de trabajo **caracterizada porque** el elemento emisor (28) tiene una pared periférica exterior que está en
 10 contacto sólo parcialmente con el separador (32), y la cavidad trasera (22) en el extremo trasero del soporte metálico (16) está modelado al menos parcialmente de forma que el separador (32) está expuesto al menos parcialmente a la cavidad trasera (22).

15 **31.** La antorcha de arco de plasma (10) de la reivindicación 30, que además comprende una capa de soldadura (99) situada entre el elemento emisor (28) y el separador (32), y entre el separador y el soporte metálico (16).

32. La antorcha de arco de plasma (10) de la reivindicación 30, en la que una parte del elemento emisor (28), estando la parte en contacto con el soporte metálico (16), está exenta sustancialmente de material de soldadura (99).

20 **33.** La antorcha de arco de plasma (10) de la reivindicación 30, en la que el separador (32) está construido de plata aleada con un material adicional seleccionado del grupo compuesto por cobre, aluminio, hierro, plomo, zinc, y aleaciones de los mismos.

25 **34.** La antorcha de arco de plasma (10) de la reivindicación 30, en la que el elemento emisor (28) y el separador (32) están enrasados con el extremo frontal del soporte metálico (16).

30 **35.** La antorcha de arco de plasma (10) de la reivindicación 30, en la que el soporte metálico (16) está modelado al menos parcialmente de manera que el elemento emisor (28) esté expuesto al menos parcialmente a la cavidad trasera (22).

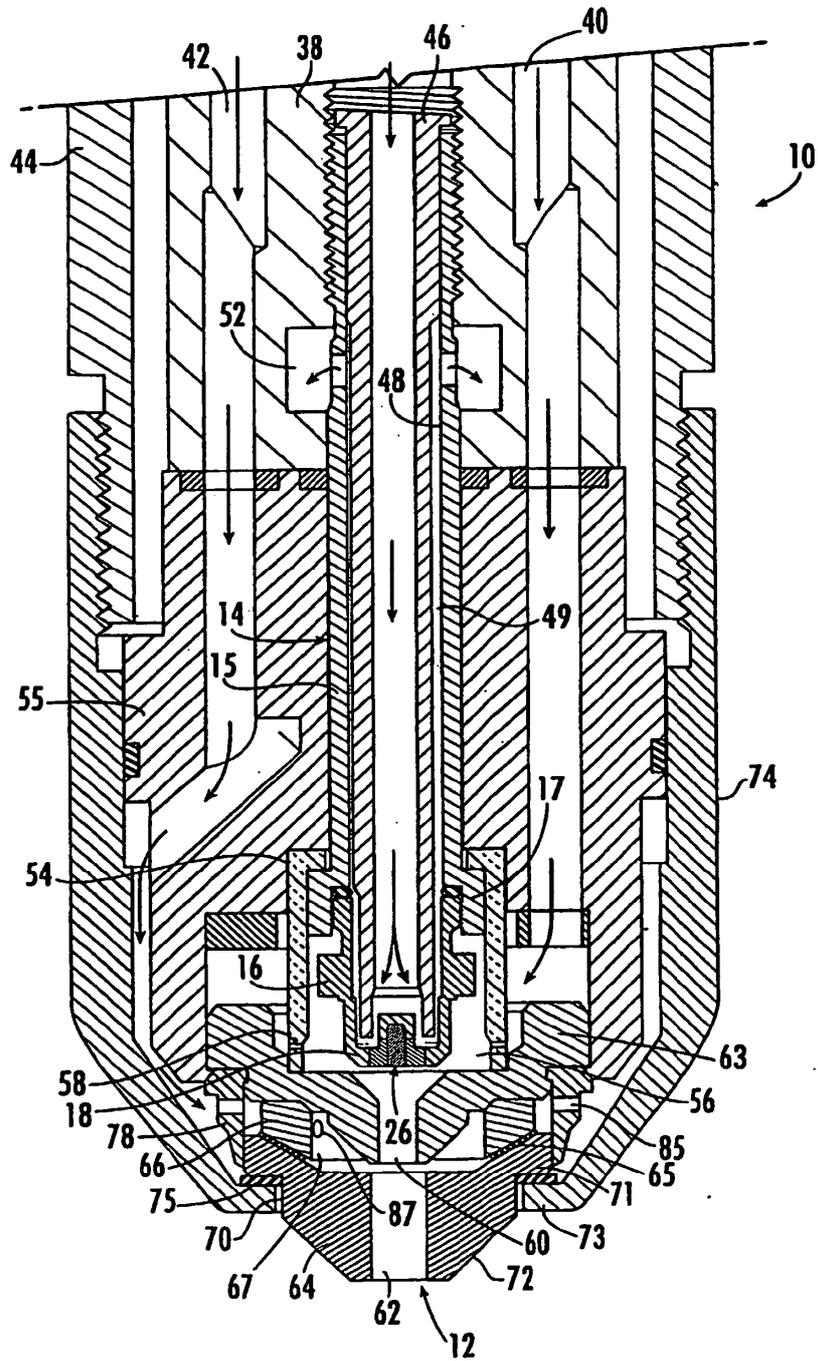
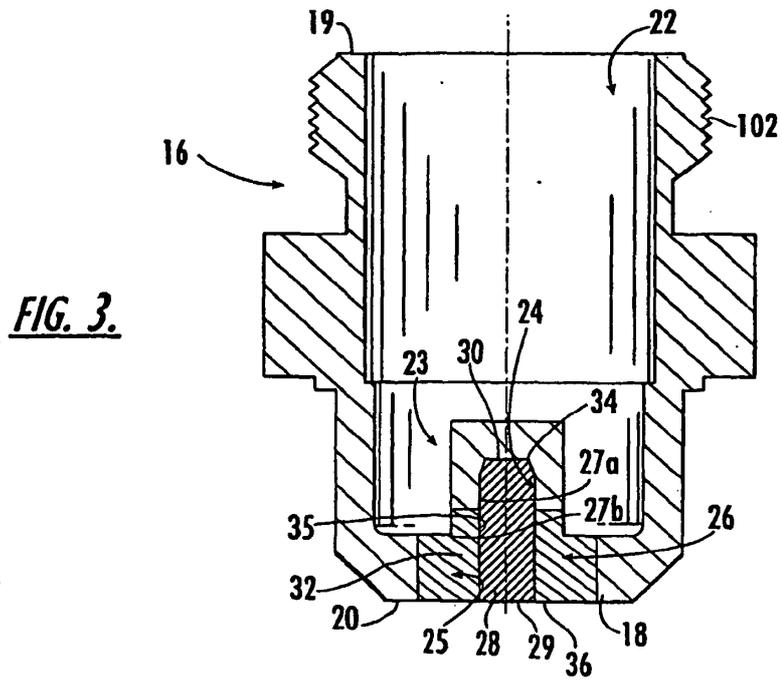
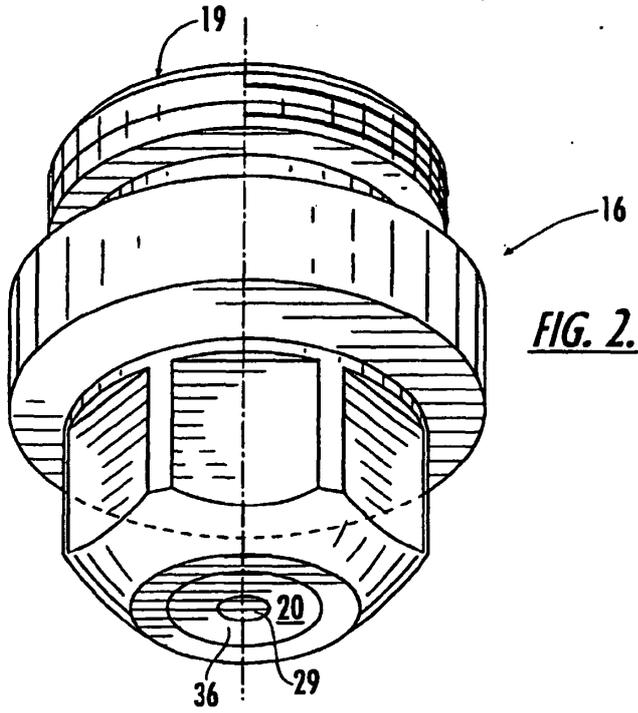


FIG. 1.



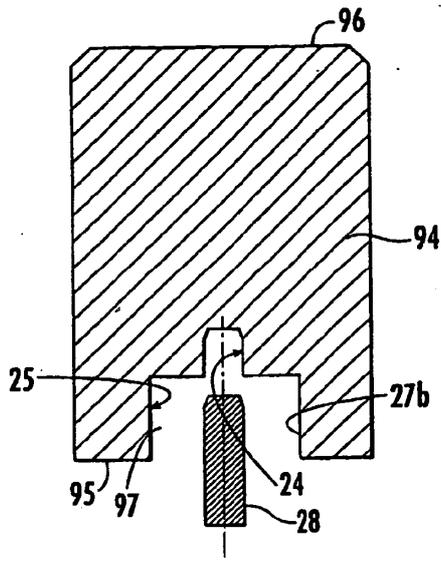


FIG. 4.

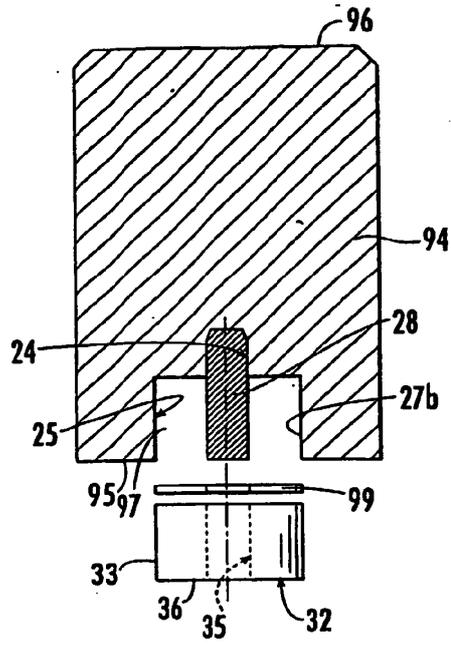


FIG. 5.

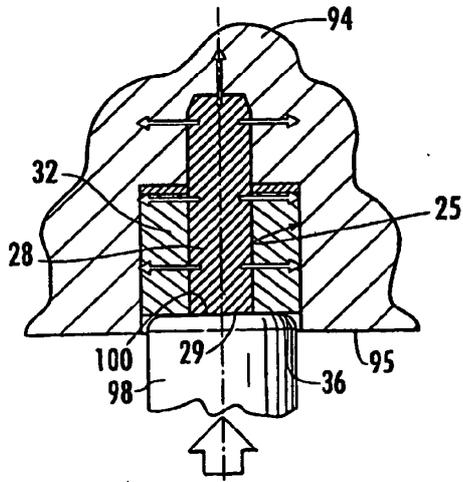


FIG. 6.

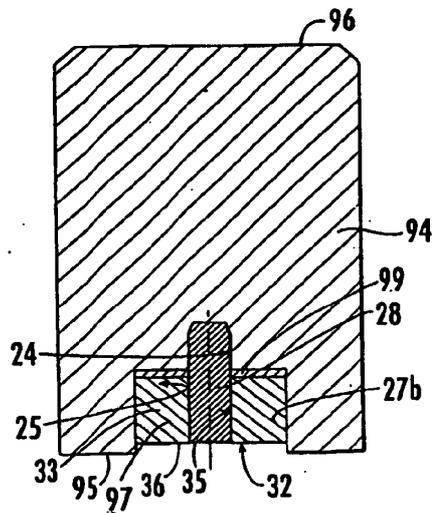


FIG. 7.

FIG. 8.

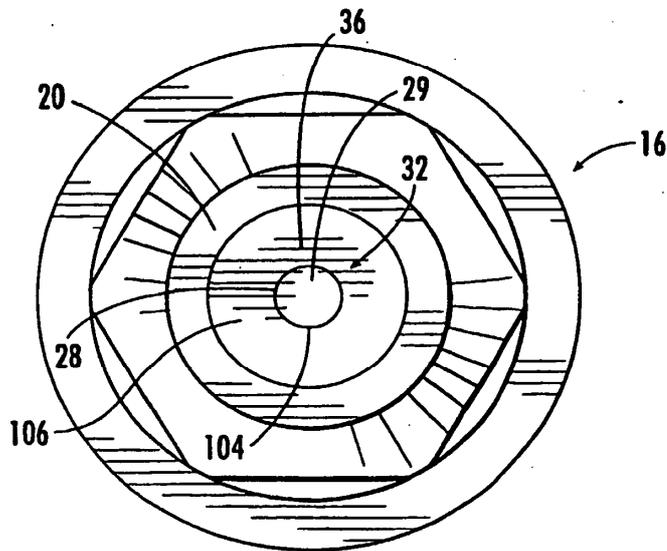
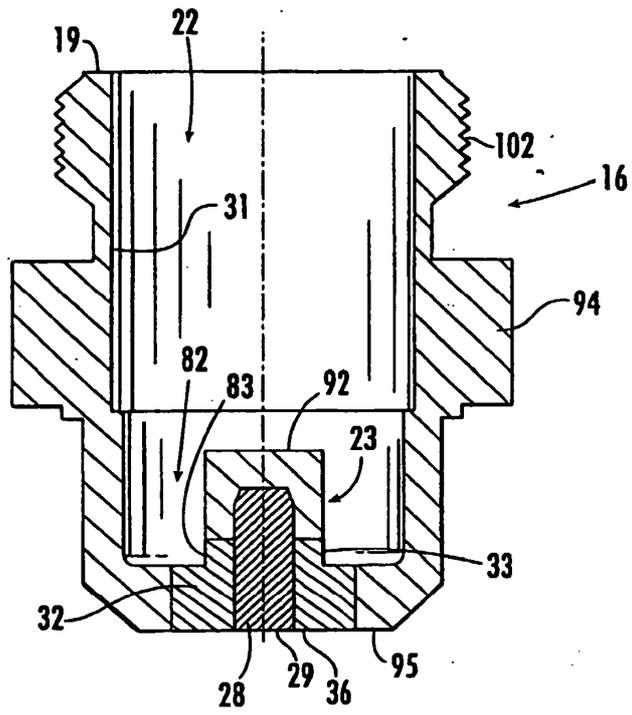


FIG. 9.

FIG. 10.

