

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 581**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07751125 .1**
96 Fecha de presentación: **20.02.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1992206**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2008**

54 Título: **Electrodo para un soplete de arco de plasma de arranque por contacto y soplete de arco de plasma de arranque por contacto que utiliza tales electrodos**

30 Prioridad:
17.02.2006 US 774451 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.09.2012

73 Titular/es:
Hypertherm, Inc.
Etna Road P.O. Box 5010
Hanover, NH 03755, US

72 Inventor/es:
MATHER, Jon;
EICKHOFF, Stephen T. y
ROBERTS, Jesse

74 Agente/Representante:
Pons Ariño, Ángel

ES 2 387 581 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 un soplete de arco de plasma de arranque por contacto y soplete de arco de plasma de arranque por contacto que utiliza tales electrodos

Campo técnico

- 5 La invención se refiere en general a sopletes de arco de plasma y, más en particular, a electrodos y sopletes para aplicaciones de soplete de arco de plasma de arranque por contacto.

Antecedentes

10 Aparatos de procesamiento de materiales, tales como láseres y sopletes de arco de plasma, se utilizan ampliamente en el corte y marcado de materiales metálicos, conocidos como piezas de trabajo. Un soplete de arco de plasma incluye generalmente un cuerpo de soplete, un electrodo montado dentro del cuerpo, una boquilla con un orificio de salida central, conexiones eléctricas, conductos para fluidos de refrigeración y de control de arco, un anillo de turbulencia para controlar los patrones de flujo de fluido y una fuente de alimentación. Los gases utilizados en el soplete pueden ser no reactivos (por ejemplo, argón o nitrógeno), o reactivos (por ejemplo, oxígeno o aire). El soplete produce un arco de plasma, el cual es un chorro ionizado transferido de un gas de plasma de alta temperatura y gran cantidad de movimiento.

15 Un procedimiento para producir un arco de plasma en un soplete de arco de plasma es el procedimiento de arranque por contacto. El procedimiento de arranque por contacto implica establecer un contacto físico y una comunicación eléctrica entre el electrodo y la boquilla para crear una trayectoria de corriente entre los mismos. El electrodo y la boquilla pueden actuar conjuntamente para crear una cámara de plasma dentro del cuerpo de soplete. Se proporciona corriente eléctrica al electrodo y a la boquilla, y se introduce gas en la cámara de plasma. La presión de gas se acumula hasta que hay suficiente presión para separar el electrodo y la boquilla. La separación provoca que se forme un arco entre el electrodo y la boquilla en la cámara de plasma. El arco ioniza el gas introducido para producir un chorro de plasma que puede transferirse a la pieza de trabajo para el procesamiento del material. En algunas aplicaciones, la fuente de alimentación está adaptada para proporcionar una primera corriente eléctrica, conocida como corriente piloto, durante la generación del arco y una segunda corriente, conocida como corriente de arco transferido, cuando el chorro de plasma se ha transferido a la pieza de trabajo.

20 Varias configuraciones son posibles para generar el arco. Por ejemplo, el electrodo puede moverse dentro del cuerpo de soplete alejándose de la boquilla estacionaria. Esta configuración se denomina como el procedimiento de arranque por contacto de "retroceso" ya que la presión de gas hace que el electrodo se aleje de la pieza de trabajo. En otra configuración, la boquilla puede alejarse de un electrodo relativamente estacionario. Esta configuración se denomina como el procedimiento de arranque por contacto de "avance" ya que la presión de gas hace que la boquilla se acerque a la pieza de trabajo. En otra configuración adicional, otros componentes del soplete (por ejemplo, el anillo de turbulencia) puede moverse entre el electrodo estacionario y la boquilla.

35 Determinados componentes del aparato de procesamiento de materiales se deterioran en el tiempo debido al uso. Estos componentes "consumibles" incluyen, en el caso de un soplete de arco de plasma, el electrodo, el anillo de turbulencia, la boquilla y un blindaje. Además, en el proceso de poner en marcha el soplete utilizando el procedimiento de arranque por contacto, varios componentes consumibles pueden desalinearse, lo que reduce la vida útil de los componentes así como la precisión y la repetibilidad de la ubicación del chorro de plasma. De manera ideal, estos componentes pueden sustituirse fácilmente in situ. Sin embargo, la sustitución de los componentes consumibles puede dar como resultado tiempos de inactividad y una productividad reducida.

40 En el procedimiento de arranque por contacto de retroceso de un soplete de arco de plasma, el electrodo se aleja de la boquilla para generar un arco piloto entre el electrodo y la boquilla. Un extremo proximal del electrodo (por ejemplo, remoto a la pieza de trabajo) se acopla a un contacto eléctrico que forma parte del cuerpo del soplete. El alejamiento del electrodo con respecto a la boquilla también mueve el contacto eléctrico. El uso repetido del soplete da como resultado que se desgaste tanto el contacto eléctrico como el electrodo. La sustitución del electrodo es habitual en el funcionamiento del soplete de arco de plasma y el proceso se lleva a cabo de manera rutinaria. Sin embargo, sustituir el contacto eléctrico requiere desensamblar el cuerpo del soplete y puede ser un proceso lento y caro ya que el contacto eléctrico no está diseñado para ser un componente consumible. Algunos sopletes de retroceso requieren mover el contacto eléctrico con respecto al cuerpo de soplete relativamente estacionario. El movimiento de tal contacto eléctrico y la eficacia del soplete pueden verse afectados por la dureza o rigidez del cable de potencia que conecta el contacto eléctrico a la fuente de alimentación.

50 Por ejemplo, la FIG. 1 es una sección transversal de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto conocido. El sistema 100 incluye una fuente de alimentación (no mostrada) en comunicación eléctrica a través de

un cable de conducción de corriente 104 con un contacto eléctrico 108 que proporciona corriente al soplete 112. El soplete 112 incluye un bloque de cátodo 116 aislado eléctricamente de y que rodea al contacto eléctrico 108. El contacto eléctrico 108 es contiguo a un extremo proximal 120 de un electrodo eléctricamente conductor 124. Un resorte 128 dispuesto dentro del bloque de cátodo 116 reacciona contra una superficie 132 del bloque de cátodo 116 para empujar el contacto eléctrico 108 y el electrodo 124 hacia una boquilla eléctricamente conductora 136. El electrodo 124 se empuja hasta hacer contacto con la boquilla 136 mediante el resorte antes de la generación de un arco para el procesamiento de una pieza de trabajo (no mostrada).

Se establece una trayectoria de corriente desde el cable 104 hasta el contacto eléctrico 108, el electrodo 124 y la boquilla 136. Puede transmitirse una corriente eléctrica a lo largo de la trayectoria de corriente. El electrodo 124 actúa conjuntamente con la boquilla 136 para formar una parte de una cámara de plasma 140. Puede suministrarse un gas de plasma a la cámara de plasma 140 para aumentar la presión dentro de la cámara de plasma 140 y vencer la fuerza ejercida por el resorte 128. La presión empuja el electrodo 124 y el contacto eléctrico 108 alejándolos de la boquilla 136. Se genera una diferencia de potencial entre el electrodo 124 (por ejemplo, el cátodo) y la boquilla 136 (por ejemplo, el ánodo) a medida que aumenta el hueco 144 entre el electrodo 124 y la boquilla 136. Un arco (no mostrado) ioniza las partículas de gas y se genera a través del hueco 144 para el procesamiento de piezas de trabajo.

Una desventaja del sistema 100 es que se requiere que el contacto eléctrico 108 se mueva cuando el electrodo 124 se mueve para generar un arco. A medida que aumenta la capacidad de conducción de corriente del cable 104, el tamaño del cable 104 aumenta, pero la flexibilidad del cable 104 disminuye. La menor flexibilidad del cable 104 reduce la versatilidad y maniobrabilidad del soplete 112. Además, el contacto eléctrico 108 y el bloque de cátodo 116 requieren tolerancias relativamente ajustadas (por ejemplo, con un huelgo relativamente pequeño entre el contacto eléctrico 108 y el bloque de cátodo 116). Las tolerancias relativamente ajustadas colocan y guían el contacto eléctrico 108 durante el movimiento del contacto eléctrico 108, por ejemplo durante la generación de un arco piloto.

El documento US 3210586 describe un electrodo que se utiliza en la generación de plasma, el cual está unido a un resorte helicoidal mediante un collar. Un buen conductor de electricidad está fijado al collar, de manera que no es necesario que el resorte transmita toda la potencia.

Sumario

Existe la necesidad de utilizar un electrodo en un soplete de arco de plasma de arranque por contacto que optimice el funcionamiento del soplete sin que falle prematuramente. Además, existe la necesidad de un soplete de arranque por contacto que utilice los conceptos de este documento para maximizar la vida útil de los componentes en los diseños de soplete actuales. Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un electrodo más duradero y componentes que se utilizarán con un electrodo en un soplete de arco de plasma. Otro objeto es proporcionar una configuración que reduzca el desgaste de los componentes del soplete que no estén diseñados como consumibles.

En un aspecto, un electrodo para un soplete de arco de plasma presenta una conexión de potencia en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación. El electrodo incluye un cuerpo de electrodo alargado formado por un material eléctricamente conductor y que define un eje longitudinal. El electrodo incluye un elemento elástico que transmite sustancialmente toda la corriente piloto entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo durante el funcionamiento de arco piloto del soplete de arco de plasma. El elemento elástico lleva a cabo funciones eléctricas y mecánicas y puede denominarse como un elemento de doble función del soplete. El elemento elástico comprende un material eléctricamente conductor para facilitar tanto la transmisión de una corriente de arco piloto como la disipación del calor término asociado con la corriente de arco piloto para impedir que el elemento elástico se funda durante la generación del arco piloto. El material conductor puede seleccionarse, por ejemplo, en función de la gama de corriente del material conductor. El elemento elástico comprende la trayectoria de menor resistencia y/o de mayor conductancia para transmitir la corriente piloto entre la conexión de potencia y el cuerpo de electrodo. Además, las propiedades mecánicas del elemento elástico facilitan el movimiento del cuerpo de electrodo para el arranque por contacto del soplete de arco de plasma. En algunas realizaciones, el elemento elástico ayuda a alinear el cuerpo de electrodo con respecto al soplete.

En algunas realizaciones, el cuerpo de electrodo puede moverse longitudinalmente con respecto al soplete. En algunas realizaciones, el cuerpo de electrodo incluye una superficie de reacción dispuesta en una relación espaciada con respecto a un extremo proximal del cuerpo de electrodo que está situado de manera remota con respecto a una pieza de trabajo. La superficie de reacción está configurada para una comunicación eléctrica con el elemento elástico eléctricamente conductor. En algunas realizaciones, la superficie de reacción incluye un reborde que se extiende radialmente formado de manera solidaria con el cuerpo de electrodo.

En algunas realizaciones, el elemento elástico está fijado con respecto al cuerpo de electrodo. Por ejemplo, el elemento elástico puede fijarse mediante un ajuste prensado diametral o un ajuste por fricción. En algunas

realizaciones, el elemento elástico está dispuesto de manera adyacente a un extremo distal del cuerpo de electrodo, y el extremo distal incluye un elemento emisor. En algunas realizaciones, el elemento elástico está formado de manera solidaria con el cuerpo de electrodo. En algunas realizaciones, el funcionamiento de arco piloto incluye la generación de un arco piloto. En algunas realizaciones, el funcionamiento de arco piloto incluye la generación de un arco piloto y una duración de tiempo después de la generación del arco piloto antes de que el arco se transfiera a la pieza de trabajo o antes de que el soplete se haga funcionar en un modo de arco transferido.

En algunas realizaciones, el electrodo incluye además un cuerpo hueco que contiene el elemento elástico y que aloja de manera deslizante el cuerpo de electrodo.

En otro aspecto, hay un elemento de contacto para conducir corriente entre una fuente de alimentación y un electrodo de soplete montado de manera deslizante dentro de un cuerpo de soplete de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto. El elemento de contacto incluye una primera superficie para facilitar la comunicación eléctrica con la fuente de alimentación y una segunda superficie para la comunicación eléctrica con una superficie de contacto definida por un extremo proximal del electrodo de soplete. Cuando el electrodo de soplete hace contacto físico con la segunda superficie, al menos una parte de una corriente de arco transferido pasa a través del elemento de contacto y entre la fuente de alimentación y el electrodo de soplete para hacer funcionar el soplete en un modo de arco transferido. El elemento de contacto incluye un elemento elástico eléctricamente conductor dispuesto de manera adyacente al cuerpo de electrodo para transmitir sustancialmente toda la corriente de arco piloto desde la fuente de alimentación hasta el cuerpo de electrodo durante el funcionamiento de arco piloto.

En algunas realizaciones, un elemento conector se extiende desde la segunda superficie para acoplarse de manera deslizante al cuerpo de electrodo. El elemento conector puede estar formado de manera solidaria con la segunda superficie. En algunas realizaciones, el elemento conector incluye una tercera superficie configurada para transmitir una parte de la corriente de arco transferido entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo cuando el soplete se hace funcionar en el modo de arco transferido. En algunas realizaciones, el elemento de contacto incluye una parte de receptáculo que rodea una parte de un extremo proximal del cuerpo de electrodo. El elemento elástico puede estar dispuesto dentro de la parte de receptáculo del elemento de contacto. En algunas realizaciones, al menos una de la primera superficie o la segunda superficie define una superficie anular.

En algunas realizaciones, el elemento de contacto incluye una tercera superficie para la comunicación eléctrica con la fuente de alimentación y para transmitir una parte de una corriente de arco transferido entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo cuando el soplete se hace funcionar en el modo de arco transferido. En algunas realizaciones, el elemento de contacto incluye una parte de alineación que define un eje. La parte de alineación está dispuesta en una relación espaciada con un extremo proximal del cuerpo de electrodo y está configurada para limitar el movimiento radial del cuerpo de electrodo.

En otro aspecto, se proporciona un soplete de arco de plasma. El soplete de arco de plasma incluye una fuente de alimentación para proporcionar corriente al soplete. El soplete incluye una cámara de plasma definida por una boquilla y un cuerpo de electrodo eléctricamente conductor montado de manera deslizante dentro del soplete a lo largo de un eje definido por un extremo proximal del cuerpo de electrodo y un extremo distal del cuerpo de electrodo. El extremo proximal define una superficie de contacto, y el extremo distal está dispuesto de manera adyacente a un orificio de salida de la boquilla. El soplete incluye un contacto eléctrico dispuesto en una posición estacionaria con respecto a la cámara de plasma. El contacto eléctrico está en comunicación eléctrica con la fuente de alimentación. El soplete incluye un elemento conductor elástico que transmite sustancialmente toda la corriente de arco piloto entre el contacto eléctrico y la superficie de contacto del cuerpo de electrodo durante el funcionamiento de arco piloto. El soplete incluye un elemento de contacto. El elemento de contacto incluye una primera superficie en comunicación eléctrica con el contacto eléctrico y una segunda superficie para la comunicación eléctrica con una superficie de contacto correspondiente del cuerpo de electrodo. El elemento de contacto puede transmitir una corriente de arco transferido entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo durante el modo de arco transferido.

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico empuja el cuerpo de electrodo hacia la boquilla. En algunas realizaciones, el elemento de contacto está dispuesto en una posición estacionaria con respecto al cuerpo de electrodo. El elemento de contacto puede estar formado de manera solidaria con el contacto eléctrico. En algunas realizaciones, el soplete incluye un blindaje que define un puerto de salida situado de manera adyacente a un orificio de salida de la boquilla. El blindaje puede estar montado en un capuchón de retención que está apoyado sobre un cuerpo de soplete del soplete de arco de plasma. En algunas realizaciones, el soplete incluye un anillo de turbulencia que imparte un movimiento radial a un gas que fluye a través del soplete.

En otro aspecto, se proporciona un soplete de arco de plasma. El soplete de arco de plasma incluye una fuente de alimentación para proporcionar corriente al soplete. El soplete incluye una cámara de plasma definida por una boquilla y un cuerpo de electrodo eléctricamente conductor montado de manera deslizante dentro del soplete a lo

largo de un eje definido por un extremo proximal del cuerpo de electrodo y un extremo distal del cuerpo de electrodo. El cuerpo de electrodo define una superficie de contacto, y el extremo distal está dispuesto de manera adyacente a un orificio de salida de la boquilla. El soplete incluye un contacto eléctrico dispuesto en una posición estacionaria con respecto a una cámara de plasma y está en comunicación eléctrica con la fuente de alimentación.

5 El soplete incluye un elemento conductor elástico para transmitir sustancialmente toda la corriente de arco piloto entre el contacto eléctrico y la superficie de contacto del cuerpo de electrodo durante el funcionamiento de arco piloto del soplete de arco de plasma. El elemento conductor elástico empuja el cuerpo de electrodo hacia la boquilla.

10 En algunas realizaciones, el contacto eléctrico incluye una primera superficie para facilitar el contacto físico y la comunicación eléctrica con una segunda superficie de contacto correspondiente del cuerpo de electrodo cuando el soplete se hace funcionar en el modo de arco transferido. La primera superficie del contacto eléctrico está caracterizada por la ausencia de contacto con la segunda superficie de contacto correspondiente del cuerpo de electrodo durante la generación de un arco piloto.

15 En otro aspecto, se proporciona un componente de soplete de plasma para alojar un electrodo. El componente incluye un cuerpo hueco alargado y un elemento elástico eléctricamente conductor para facilitar la comunicación eléctrica de un arco piloto. El cuerpo hueco alargado presenta un primer extremo y un segundo extremo. El cuerpo hueco alargado incluye (a) una superficie interior, (b) uno o más de un contorno, escalón o reborde ubicados en la superficie interior y dispuestos entre el primer extremo y el segundo extremo del cuerpo hueco, definiendo el uno o más del contorno, escalón o reborde una abertura conformada adaptada para alojar de manera deslizante una parte conformada de manera complementaria del electrodo, (c) una primera abertura en el primer extremo del cuerpo hueco dimensionada para alojar un elemento de contacto eléctrico, y (d) una segunda abertura en el segundo extremo del cuerpo hueco dimensionada para alojar de manera deslizante al electrodo. El elemento elástico eléctricamente conductor está dispuesto dentro del cuerpo hueco, de manera que el elemento elástico está al menos parcialmente mantenido dentro del cuerpo hueco mediante el uno o más del contorno, escalón o reborde, y
20 donde el elemento elástico se alinea con la primera abertura.

25 En algunas realizaciones, el cuerpo hueco del componente incluye además una pluralidad de orificios adyacentes a la segunda abertura del cuerpo hueco para aplicar a un gas un flujo en remolino. Una realización incluye además un elemento de contacto dispuesto en el primer extremo del cuerpo hueco. En esta realización, el elemento de contacto mantiene al elemento elástico dentro del cuerpo hueco y facilita el acoplamiento eléctrico entre el elemento elástico y una fuente de alimentación.

30 En otras realizaciones de la invención, cualquiera de los aspectos anteriores puede incluir una o más de las características anteriores. Una realización de la invención puede proporcionar todas las características y ventajas anteriores. Éstas y otras características se entenderán en mayor profundidad haciendo referencia a la siguiente descripción y a los siguientes dibujos, los cuales son ilustrativos y no dibujados necesariamente a escala.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 es una sección transversal de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto conocido.

La FIG. 2A es una vista en despiece ordenado de un cuerpo de electrodo, de un elemento elástico conductor y de un contacto eléctrico incluidos en realizaciones de la invención.

40 La FIG. 2B ilustra una sección transversal de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto a modo de ejemplo que utiliza los componentes de la FIG. 2A antes del funcionamiento de arco piloto.

La FIG. 2C ilustra una sección transversal del soplete de arco de plasma de la FIG. 2B durante el modo de arco transferido.

La FIG. 3A es una sección transversal de una realización a modo de ejemplo de un electrodo que se utilizará en un soplete de arco de plasma de arranque por contacto.

45 La FIG. 3B es una ilustración más detallada de los componentes del electrodo de la FIG. 3A antes de ensamblar una realización del electrodo.

La FIG. 4A ilustra una sección transversal de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto a modo de ejemplo que incluye componentes ilustrativos en una configuración anterior al funcionamiento de arco piloto.

50 La FIG. 4B ilustra una sección transversal del soplete de arco de plasma de la FIG. 4A que incluye componentes ilustrativos en una configuración durante el modo de arco transferido.

La FIG. 5A ilustra una sección transversal de un electrodo a modo de ejemplo que incluye un elemento de contacto

y un elemento conductor elástico dispuestos dentro de un receptáculo del cuerpo de electrodo.

La FIG. 5B ilustra el electrodo de la FIG. 5A dispuesto en un modo de arco transferido.

La FIG. 6A ilustra una sección transversal de un electrodo a modo de ejemplo que incluye un elemento de contacto y un elemento conductor elástico dispuestos en un extremo proximal del cuerpo de electrodo.

5 La FIG. 6B ilustra el electrodo de la FIG. 6A dispuesto en un modo de arco transferido.

La FIG. 7A ilustra una vista parcialmente en despiece ordenado de un elemento de contacto a modo de ejemplo, de un elemento elástico y de un contacto eléctrico que representan principios de la invención.

La FIG. 7B ilustra los componentes de la FIG. 7A dispuestos en un funcionamiento de soplete de arco de plasma.

10 La FIG. 8A ilustra una sección transversal de otra realización de un cuerpo de electrodo, de un elemento conductor elástico y de un elemento de contacto antes de la instalación en un soplete de arco de plasma.

La FIG. 8B ilustra la configuración de los componentes de la FIG. 8A durante el modo de arco transferido.

La FIG. 9 ilustra una sección transversal de otra realización de un electrodo que representa la invención.

La FIG. 10A es una vista parcial en perspectiva y en sección transversal de un ensamblado de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto.

15 La FIG. 10B es una vista en perspectiva y en despiece ordenado del ensamblado de la FIG. 12A.

La FIG. 10C es una vista en alzado de una parte del ensamblado de la FIG. 12A.

Descripción detallada

20 La FIG. 2A es una vista en despiece ordenado de un cuerpo de electrodo, de un elemento elástico conductor y de un contacto eléctrico incluidos en realizaciones de la invención. El sistema 200 incluye un cuerpo de electrodo 202, un elemento conductor elástico 204 y un contacto eléctrico 206 (también denominado como una conexión de potencia). El contacto eléctrico 206 está en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación (no mostrada), por ejemplo mediante un cable de potencia (por ejemplo, el cable de potencia 104 de la FIG. 1). La fuente de alimentación proporciona al contacto eléctrico 206 la corriente eléctrica utilizada para hacer funcionar un soplete de arco de plasma, similar al soplete 112 de la FIG. 1. El cuerpo de electrodo 202 incluye una superficie de reacción 25 que está configurada para la comunicación eléctrica con el elemento conductor elástico 204. La superficie de reacción 208 está dispuesta en una relación espaciada con un extremo proximal 210 del cuerpo de electrodo 202. En algunas realizaciones, la superficie de reacción 208 define un reborde que se extiende radialmente desde el eje longitudinal A. En algunas realizaciones, la superficie de reacción 208 está formada de manera solidaria con el cuerpo de electrodo 202. Por ejemplo, la superficie de reacción 208 puede fabricarse a partir del mismo material 30 que el cuerpo de electrodo 202 o fabricarse a partir de un material diferente pero unido o fijado al cuerpo de electrodo 202.

El extremo proximal 210 del cuerpo de electrodo 202 está dispuesto de manera opuesta al extremo distal 212. En la realización ilustrada, el diámetro del extremo distal 212 es mayor que el diámetro del extremo proximal 210 para permitir que el elemento conductor elástico 204 rodee el extremo proximal 210 cuando está instalado en el soplete. 35 Dicho de otro modo, el diámetro del extremo proximal 210 es menor que el diámetro interno del elemento conductor elástico 204. En otras realizaciones, el extremo proximal 210 tiene un diámetro igual o mayor que el del extremo distal 212.

El contacto eléctrico 206 incluye una superficie 214 que reacciona contra el elemento conductor elástico 204. El elemento conductor elástico 204 reacciona contra la superficie relativamente estacionaria 214 y contra la superficie de reacción 208 del cuerpo de electrodo relativamente móvil 202 para empujar el cuerpo de electrodo alejándolo del contacto eléctrico 206 durante el funcionamiento de arco piloto. El cuerpo de electrodo 202 define una superficie de contacto 216 que está configurada para un contacto físico y una comunicación eléctrica con una superficie correspondiente 218 del contacto eléctrico 206. Durante la última parte del funcionamiento de arco piloto y durante el modo de arco transferido, la superficie de contacto 216 está en contigua a la superficie correspondiente 218. La parte 220 del contacto eléctrico 206 adyacente a la superficie 218 y que extiende hasta la superficie 214 define un diámetro de tal manera que el elemento conductor elástico 204 rodea la parte 220. 45

En algunas realizaciones, el contacto eléctrico 206 puede fabricarse como parte del contacto eléctrico 108 de la FIG. 1 (por ejemplo, fabricando el contacto eléctrico 108 para que incluya las características del contacto eléctrico 206). Tales realizaciones permiten a un usuario utilizar los conceptos descritos con respecto a la FIG. 2A del sistema de soplete existente 112 de la FIG. 1. En algunas realizaciones, el contacto eléctrico 108 puede colocarse 50

en la posición de retroceso de la FIG. 1 mediante la creación de una muesca en el contacto eléctrico 108 y fijando el contacto eléctrico 108 con respecto al soplete 112 con una abrazadera o un anillo de retención (no mostrados). De esta manera, el contacto eléctrico 108 permanece estacionario con respecto al soplete 112 durante el funcionamiento de arco piloto y el funcionamiento de arco transferido. En general, cualquiera de las realizaciones
 5 descritas en este documento puede utilizarse con el sistema de soplete 112 de la FIG. 1 modificando el contacto eléctrico 108 según los principios descritos en este documento.

El contacto eléctrico relativamente estacionario 108 requiere menos flexibilidad por parte del cable de potencia. Una corriente adecuada a modo de ejemplo que se utilizará como una corriente de arco piloto está comprendida entre 10 y 31 amperios aproximadamente. La corriente eléctrica durante el funcionamiento de arco transferido puede ser de hasta 200 amperios aproximadamente. Sin embargo, corrientes eléctricas superiores a 200 amperios
 10 aproximadamente están dentro del alcance de la invención, por ejemplo 400 amperios. En algunas realizaciones, el contacto eléctrico 108 está fabricado a partir de cobre de telurio, bronce, cobre u otros materiales adecuados para transmitir corriente durante el funcionamiento de arco piloto y el funcionamiento de arco transferido.

En general, el funcionamiento de arco piloto se refiere a una duración de tiempo entre la provisión de corriente eléctrica al cuerpo de electrodo 202 y la transferencia del arco de plasma a la pieza de trabajo. Más específicamente, el funcionamiento de arco piloto puede incluir la generación del arco piloto y alguna duración de tiempo después de la generación del arco piloto pero antes de la transferencia del arco a la pieza de trabajo. Algunos diseños de soplete incluyen un mecanismo de seguridad para interrumpir el funcionamiento de arco piloto
 15 después de una cantidad de tiempo predeterminada independientemente de si se ha transferido el arco de plasma a la pieza de trabajo. Tales mecanismos están diseñados para prolongar la vida operativa de los componentes del soplete y favorecer la seguridad limitando la cantidad de tiempo que el soplete se hace funcionar sin una aplicación específica (por ejemplo, el procesamiento de una pieza de trabajo).
 20

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está fijado al cuerpo de electrodo 202 o al contacto eléctrico 206. En otras realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está fijado al cuerpo de electrodo 202 y al contacto eléctrico 206. Por ejemplo, el elemento conductor elástico 204 puede fijarse mediante soldadura, soldeo, encolado o fijándose de otro modo al cuerpo de electrodo 202 o al contacto eléctrico 206. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está fijado al extremo proximal 208 del cuerpo de electrodo 202 mediante un ajuste prensado diametral u otro tipo de ajuste por fricción. Por ejemplo, un diámetro externo del extremo proximal
 25 208 del cuerpo de electrodo puede ser ligeramente mayor que un diámetro interno del elemento conductor elástico 204. En algunas realizaciones, el extremo proximal 208 del cuerpo de electrodo 202 incluye una parte de extensión (no mostrada) que tiene un diámetro interno más pequeño que el diámetro interno del elemento conductor elástico 204. La parte de extensión puede estar formada de manera solidaria con el cuerpo de electrodo 202 o puede fijarse de otro modo al cuerpo de electrodo 202. Una configuración de este tipo permite que el cuerpo de electrodo 124 de la FIG. 1 se utilice, por ejemplo, en el soplete 240 de la FIG. 2B.
 30

En algunas realizaciones, la parte 220 del contacto eléctrico 206 es cónica o tiene una forma frustocónica a lo largo del eje longitudinal A. En algunas realizaciones, el cuerpo de electrodo 202 puede incluir un resalte que se extiende radialmente (no mostrado) que tiene un diámetro mayor que el diámetro interno del elemento conductor elástico 204 de manera que el avance del elemento conductor elástico hacia el extremo distal 212 del cuerpo de electrodo 202 pasando por (por ejemplo, sobre) el resalte que se extiende radialmente impide que el elemento conductor elástico
 35 204 se desacople del cuerpo de electrodo 202 axialmente hacia el extremo proximal 210.
 40

En algunas realizaciones, una cara distal (no mostrada) del resalte es la superficie de reacción del cuerpo de electrodo 202. Un ajuste prensado diametral similar puede usarse con respecto al contacto eléctrico 206. Por ejemplo, el elemento conductor elástico 204 puede hacerse avanzar axialmente alejándose del cuerpo de electrodo 202 pasada la superficie 214 del contacto eléctrico, de manera que la cara 222 de la superficie 214 opuesta a la
 45 parte 220 impide que el elemento conductor elástico 204 se desacople del contacto eléctrico. En algunas realizaciones, la zona de contacto entre la cara 222 y el elemento conductor elástico 204 establece una trayectoria de corriente desde el contacto eléctrico 206.

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está dispuesto en una relación espaciada con el extremo distal 212 del cuerpo de electrodo 202 en lugar de con el extremo proximal 210. El extremo distal 212 incluye generalmente un elemento emisor (no mostrado), tal como hafnio, para una generación de arco de plasma y un procesamiento de piezas de trabajo más eficaces. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está formado de manera solidaria con el cuerpo de electrodo 202 o con el contacto eléctrico 206. Por ejemplo, el elemento conductor elástico 204 puede formarse a partir del mismo material que el cuerpo de electrodo 202. En
 50 otras realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está unido o fijado al cuerpo de electrodo 202 para impedir que se desacople del cuerpo de electrodo 202 en condiciones de funcionamiento normales (por ejemplo, presión de gas y/o la influencia de la gravedad u otras fuerzas).
 55

La FIG. 2B ilustra una sección transversal de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto a modo de

ejemplo que utiliza los componentes y conceptos de la FIG. 2A. La configuración de la FIG. 2B ilustra el soplete 240 antes del funcionamiento de arco piloto. El soplete 240 incluye el cuerpo de electrodo 202, el elemento conductor elástico 204 y el contacto eléctrico 206 de la FIG. 2A, montados dentro de un cuerpo de soplete 242. Una boquilla 244 y un anillo de turbulencia 246 también están montados en el cuerpo de soplete 242. El contacto eléctrico 206 está colocado de manera relativamente estacionaria con respecto al cuerpo de electrodo móvil 202. El contacto eléctrico 206 está colocado de manera opuesta al extremo distal 212 del cuerpo de electrodo 202 (por ejemplo, en el extremo trasero del soplete 240). El extremo distal 212 del cuerpo de electrodo 202 incluye un elemento emisor 248 sustancialmente alineado con un orificio de salida 250 de la boquilla 244. En algunas realizaciones, el elemento emisor 248 y el orificio de salida 250 están sustancialmente centrados en torno al eje longitudinal A. El anillo de turbulencia 246 está colocado para limitar en parte el movimiento radial del cuerpo de electrodo 202 dentro del cuerpo de soplete 242. Por ejemplo, el anillo de turbulencia 246 puede fabricarse para permitir un hueco relativamente pequeño entre el anillo de turbulencia 246 y una o más aletas radiales 252 del cuerpo de electrodo 202.

El elemento conductor elástico 204 reacciona contra la superficie de reacción 208 del cuerpo de electrodo 202 y contra la superficie 214 del contacto eléctrico 206 para empujar el cuerpo de electrodo 202 hasta que sea adyacente a la boquilla 244. Un gas fluye hacia el interior de una cámara de plasma 254 formada entre el cuerpo de electrodo 202 y la boquilla 244, y una corriente piloto se transmite desde la fuente de alimentación (no mostrada) hasta el contacto eléctrico 206.

La presión de gas se acumula dentro de la cámara de plasma 254 hasta que hay suficiente presión para vencer la fuerza ejercida por el elemento conductor elástico 204. La presión de gas mueve el cuerpo de electrodo 202 alejándolo de la boquilla 244 colocándolo de manera contigua al contacto eléctrico 206. El cuerpo de electrodo 202 se mueve sustancialmente a lo largo del eje longitudinal A. A medida que el cuerpo de electrodo 202 se aleja de la boquilla 244 mediante la presión de gas, se genera o se crea un arco en la cámara de plasma 254. El arco ioniza el gas de la cámara de plasma 254 para formar un arco o chorro de plasma que sale del orificio 250 de la boquilla 244 y se transfiere a la pieza de trabajo (no mostrada).

El elemento conductor elástico 204 está configurado o diseñado para transmitir sustancialmente toda la corriente piloto entre el contacto eléctrico 206 y el cuerpo de electrodo 202. El elemento conductor elástico 204 puede formarse a partir de un material que facilite tanto la transmisión de la corriente o carga eléctrica asociadas con la generación de un arco piloto como la disipación del calor término asociado con la corriente para impedir que el elemento conductor elástico se funda durante el funcionamiento de arco piloto. En algunas realizaciones, el material del elemento conductor elástico 204 se selecciona, por ejemplo, en función de la gama de corriente del material. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 es la trayectoria de menor resistencia y/o de mayor conductancia entre el contacto eléctrico 206 y el cuerpo de electrodo 202. Además, las propiedades mecánicas del elemento conductor elástico 206 facilitan el movimiento del cuerpo de electrodo para poner en marcha por contacto el soplete de arco de plasma. En algunas realizaciones, el elemento elástico ayuda a alinear el cuerpo de electrodo con respecto al soplete.

El elemento conductor elástico 204 puede ser un resorte eléctricamente conductor que pueda conducir de manera fiable 31 amperios aproximadamente de corriente eléctrica durante 5 segundos aproximadamente, o durante más tiempo, en una operación de arco piloto sin fundirse o cambiar de otro modo las propiedades mecánicas del resorte. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está fabricado a partir de una aleación de inconel® X-750. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está fabricado a partir de acero inoxidable. Por ejemplo, el elemento conductor elástico 204 puede formarse a partir de un alambre de acero inoxidable de endurecimiento por precipitación 17/4 (conforme a las especificaciones AMS 5604) o un alambre de acero inoxidable de tipo 302 (conforme a las especificaciones AMS 5866 o ASTM A 313). En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está formado a partir de un alambre con un diámetro de 0,762 mm aproximadamente (0,03 pulgadas aproximadamente) y define un diámetro externo de 7,62 mm aproximadamente (0,3 pulgadas aproximadamente) 300/1000 y una longitud a lo largo del eje longitudinal A de 12,7 mm aproximadamente (por ejemplo, 0,5 pulgadas aproximadamente).

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 está cubierto o chapado con plata o con una aleación de plata para reducir la resistencia eléctrica y/o mejorar la conductancia eléctrica. Aunque en este documento se describe como un resorte de compresión helicoidal, el elemento conductor elástico 204 puede incluir otras configuraciones, por ejemplo, una arandela de resorte ondulada, una arandela de resorte con dedos, una arandela de resorte curvada, un resorte de compresión de alambre plano de la variedad cresta a cresta, o un disco cónico ranurado. Por ejemplo, estos tipos de resorte se ilustran en la patente estadounidense nº 5.994.663 transferida a Hypertherm, Inc., de Hanover, New Hampshire. Otras configuraciones de resorte también están dentro del alcance de la invención.

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 es un alambre dispuesto en el extremo proximal 210

del cuerpo de electrodo 202, y un segundo elemento elástico (no mostrado) está dispuesto en el extremo distal 212 del cuerpo de electrodo 202. El segundo elemento elástico empuja el cuerpo de electrodo hacia el extremo distal 204 durante el funcionamiento de arco piloto y limita el movimiento radial del cuerpo de electrodo 202 durante el funcionamiento del soplete (por ejemplo, durante el funcionamiento de arco piloto y durante el procesamiento de piezas de trabajo). De esta manera, el segundo elemento elástico alinea el cuerpo de electrodo 202 durante el funcionamiento del soplete.

La FIG. 2C ilustra una sección transversal del soplete de arco de plasma de la FIG. 2B durante el modo de arco transferido. La superficie de contacto 216 del cuerpo de electrodo 202 establece un contacto físico sustancialmente plano con la superficie correspondiente 218 del contacto eléctrico 206 para establecer una comunicación eléctrica (por ejemplo, se transmite corriente eléctrica entre el cuerpo de electrodo 202 y el contacto eléctrico 206 en la zona de contacto de la superficie de contacto 215 y la superficie correspondiente 218). Cuando la superficie de contacto 216 del cuerpo de electrodo 202 es contigua a la superficie correspondiente 218 del contacto eléctrico 206, se establece una trayectoria de corriente de manera que se transmite una corriente directamente entre el contacto eléctrico 206 y el cuerpo de electrodo 202. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 no transporta una cantidad sustancial de corriente eléctrica después de que el cuerpo de electrodo 202 se haya movido hasta hacer contacto con el contacto eléctrico 206. En tales realizaciones, el elemento conductor elástico 204 transporta una corriente eléctrica durante la generación del arco piloto, pero no durante toda la duración del funcionamiento de arco piloto. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 sigue transportando corriente eléctrica durante toda la duración del funcionamiento de arco piloto.

Cuando el arco se ha transferido a la pieza de trabajo, se suministra una corriente de corte al soplete 240 (por ejemplo, durante el modo de arco transferido). En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 no transporta una cantidad sustancial de corriente eléctrica durante el modo de arco transferido. Más en particular, la trayectoria de corriente directamente entre el contacto eléctrico 206 y el cuerpo de electrodo 202 tiene menor resistencia y/o mayor conductancia que la trayectoria de corriente desde el contacto eléctrico 206 hasta el cuerpo de electrodo 202 a través del elemento conductor elástico 204. El diseño ilustrado en las FIG. 2A, 2B y 2C combina funciones dobles, en concreto empujar el cuerpo de electrodo 202 hacia la boquilla 244 y proporcionar una trayectoria de corriente eléctrica entre el contacto eléctrico 206 y el cuerpo de electrodo 202, en un único componente para reducir el número de componentes consumibles y simplificar el diseño del soplete.

Diseños de soplete anteriores, por ejemplo como los descritos en la patente estadounidense 4.791.268 transferida a Hypertherm, Inc. de Hanover, New Hampshire, utilizaban un resorte para proporcionar una fuerza mecánica para empujar varios componentes de soplete. Estos diseños de soplete también utilizaban un componente eléctrico (por ejemplo, un alambre no elástico) para suministrar corriente eléctrica durante el funcionamiento de arco piloto y el funcionamiento de arco transferido. Tales diseños necesitaban que el alambre, como la trayectoria de corriente principal, tuviera un diámetro relativamente grande que facilitara la transmisión de corriente eléctrica (por ejemplo, hasta 200 amperios) durante el funcionamiento de arco transferido sin derretir el alambre.

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 es un alambre o tira metálica conductores para transmitir una corriente eléctrica entre el contacto eléctrico 206 y el cuerpo de electrodo 202 durante el funcionamiento de arco piloto. Cuando el cuerpo de electrodo 202 está en el estado de retroceso (por ejemplo, la superficie 216 del cuerpo de electrodo 202 está en contacto físico y en comunicación eléctrica con la superficie 218 del contacto eléctrico 206), casi toda la corriente eléctrica para mantener un arco de plasma en el modo de arco transferido se transmite directamente entre la superficie 216 y la superficie 218. Más específicamente, la trayectoria de corriente entre la superficie 216 y la superficie 218 cuando las superficies 216, 218 están en contacto físico puede tener una menor resistencia y/o una mayor conductividad que el elemento conductor elástico 202. Este diseño que utiliza un alambre en lugar de un resorte como el elemento conductor elástico 204 permite un alambre que tenga un menor diámetro y una mayor flexibilidad en comparación con el alambre de émbolo de la patente estadounidense 4.791.268. Un alambre más pequeño es posible porque el elemento conductor elástico 204 de las FIG. 2A, 2B y 2C no transporta toda la corriente eléctrica asociada con el funcionamiento de arco transferido.

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 204 es un manguito conductor en comunicación eléctrica con el contacto eléctrico 206 y con el cuerpo de electrodo 202 para transmitir una corriente de arco piloto entre los mismos. Por ejemplo, un manguito de este tipo puede estar diseñado para encajarse perfectamente sobre el extremo proximal 210 del cuerpo de electrodo 202 y sobre la parte 220 del contacto eléctrico 206. En algunas realizaciones, un segundo elemento elástico (no mostrado), por ejemplo un resorte, puede utilizarse junto con un manguito para proporcionar la función mecánica de empujar el cuerpo de electrodo 202 hacia la boquilla 244.

En algunas realizaciones, tanto el contacto eléctrico 206 como el elemento conductor elástico 204 están montados en el cuerpo de soplete 242 y están fijados relativamente con respecto al cuerpo de electrodo móvil 202. Por ejemplo, cuando la boquilla 244 se ha extraído del cuerpo de soplete 242, el elemento conductor elástico 204 empuja el cuerpo de electrodo 202 fuera del cuerpo de soplete 242 (por ejemplo, se expulsa el cuerpo de electrodo

202), y la trayectoria de corriente entre el elemento conductor elástico 204 y el cuerpo de electrodo 202 queda interrumpida. En una realización de este tipo, el cuerpo de electrodo 202 es un componente consumible del soplete 240. En otras realizaciones, la combinación del cuerpo de electrodo 202 y el elemento conductor elástico 204 es un componente consumible del soplete 240, por ejemplo, las piezas pueden venderse o comprarse conjuntamente como un paquete.

La FIG. 3A es una sección transversal de una realización a modo de ejemplo de un electrodo que se utilizará en un soplete de arco de plasma de arranque por contacto. El electrodo 300 incluye un cuerpo de electrodo alargado 302 orientado a lo largo de un eje longitudinal A. El cuerpo de electrodo 302 puede estar formado por un material eléctricamente conductor tal como cobre de telurio, plata, aleaciones de plata y cobre, y otras aleaciones. El cuerpo de electrodo 302 incluye un extremo distal 304 que incluye un diámetro interior 306 para alojar un elemento emisor (no mostrado) y un extremo proximal 308. El elemento emisor puede formarse a partir de, por ejemplo, hafnio y se utiliza para aumentar la vida operativa de un soplete de arco de plasma (no mostrado) y para reducir el desgaste del cuerpo de electrodo 302. Durante el funcionamiento del soplete de arco de plasma y el procesamiento de piezas de trabajo, el extremo distal 304 del cuerpo de electrodo 302 está situado cerca de la pieza de trabajo (no mostrada), y el extremo proximal 308 está situado de manera remota con respecto a la pieza de trabajo. El cuerpo de electrodo 302 puede moverse a lo largo del eje longitudinal A cuando el electrodo 300 está montado en el soplete.

El electrodo 300 incluye un elemento elástico eléctricamente conductor 310 (también denominado en este documento como el elemento conductor elástico 310). El elemento conductor elástico 310 está configurado para transmitir sustancialmente toda la corriente de arco piloto entre una fuente de alimentación (no mostrada) y el cuerpo de electrodo 302 durante el funcionamiento de arco piloto. El elemento conductor elástico 310 se describe como un resorte helicoidal acoplado a un reborde que se extiende radialmente 312 (por ejemplo, un resalte) dispuesto en el extremo proximal 306 del cuerpo de electrodo 302. El reborde 312 puede ser una superficie de reacción para el elemento conductor 310. El contacto físico entre el elemento conductor elástico 310 y el reborde 312 del cuerpo de electrodo 302 proporciona una trayectoria de corriente.

En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 está fijado al reborde 312 (por ejemplo, mediante soldadura o soldeo), de manera que el elemento conductor elástico 310 queda retenido por el cuerpo de electrodo 302. El elemento conductor elástico 310 puede quedar retenido mediante un ajuste prensado diametral o mediante otro tipo de ajuste por fricción. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 está formado de manera solidaria con el cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, el cuerpo de electrodo 302 y el elemento conductor elástico 310 están fabricados a partir de la misma pieza de material). El elemento conductor elástico 310 puede fijarse con respecto al cuerpo de electrodo 302 para impedir que el elemento conductor elástico 310 se desacople del cuerpo de electrodo 302 durante operaciones de procesamiento o de mantenimiento.

Tal y como se ilustra, el cuerpo de electrodo 302 incluye una serie de aletas 314 que están formadas de manera solidaria con el cuerpo de electrodo 302. Las aletas 314 aumentan el área de superficie del cuerpo de electrodo 302 y funcionan como superficies de transferencia de calor para enfriar el cuerpo de electrodo 302 durante el funcionamiento del soplete. Las aletas 314 forman además un tipo de sellado que permite que un gas de plasma introducido en la cámara de plasma (por ejemplo, la cámara de plasma 254 de la FIG. 2B) genere la suficiente presión de gas para mover el cuerpo de electrodo 302 longitudinalmente a lo largo de un eje A hacia el extremo proximal 308. Tal y como se ha mencionado anteriormente, el movimiento del cuerpo de electrodo 302 hacia el extremo proximal 308 genera el arco piloto cuando se transmite una corriente de arco piloto entre el elemento conductor elástico 310 y el cuerpo de electrodo 302.

La colocación de las aletas 314 proporciona una muesca en espiral de manera axial a lo largo del cuerpo de electrodo 302. Aletas a modo de ejemplo 314 se ilustran en la patente estadounidense 4.902.871 transferida a Hypertherm, Inc. de Hanover, New Hampshire. Las aletas 314 se ilustran extendiéndose radialmente desde el eje longitudinal A. Otras configuraciones de las aletas 314 son posibles, por ejemplo extendiéndose longitudinalmente a lo largo del eje A, como se ilustra en la patente estadounidense 6.403.915 también transferida a Hypertherm, Inc. de Hanover, New Hampshire. Algunas realizaciones del electrodo 300 no incluyen las aletas 314, y la presión de gas ejerce una fuerza contra una superficie diferente del cuerpo de electrodo 302 para mover el cuerpo de electrodo durante la generación de un arco piloto.

El electrodo 300 incluye un elemento de contacto 316 que incluye una primera superficie 318 y una segunda superficie 320. La primera superficie 318 está configurada para una comunicación eléctrica con una fuente de alimentación (no mostrada). Por ejemplo, la primera superficie 318 puede ser contigua a una superficie correspondiente de un contacto eléctrico (por ejemplo, el contacto eléctrico 206 de la FIG. 2A, no mostrado en la FIG. 3A). La fuente de alimentación puede proporcionar corriente eléctrica al elemento de contacto 316 a través del contacto eléctrico. La segunda superficie 320 está configurada para una comunicación eléctrica con una superficie de contacto correspondiente 322 del cuerpo de electrodo 302 después de la generación del arco piloto y durante el modo de arco transferido. En algunas realizaciones, la primera superficie 318 del elemento de contacto 316 es

sustancialmente estacionaria cuando el electrodo 300 está montado dentro del soplete (por ejemplo, la primera superficie 318 mantiene un acoplamiento o contacto físico con el contacto eléctrico). El elemento de contacto 316 puede fabricarse a partir de un material eléctricamente conductor y relativamente duro, por ejemplo, acero inoxidable, cobre de cromo, níquel o cobre de berilio. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 316 está
 5 hecho a partir de un material más duro que el material que forma el cuerpo de electrodo 302. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 316 está cubierto por un material eléctricamente conductor y relativamente duro.

Tal y como se describe, el elemento conductor elástico 310 circunscribe el extremo proximal 308 del cuerpo de electrodo 302 y está acoplado a la segunda superficie 320 del elemento de contacto 316. Otras configuraciones
 10 para proporcionar una trayectoria de corriente desde el elemento de contacto 316 hasta el cuerpo de electrodo 302 a través del elemento conductor elástico 310 están dentro del alcance de la invención. En algunas realizaciones, un segundo elemento conductor (no mostrado) proporciona una trayectoria de corriente entre el elemento de contacto 316 y el cuerpo de electrodo 302 que tiene una menor resistencia y/o una mayor conductividad que el elemento conductor elástico 310. En tales realizaciones, el elemento conductor elástico 310 empuja el cuerpo de electrodo
 15 alejándolo del elemento de contacto 316 (por ejemplo, lleva a cabo una función mecánica) pero no transporta una cantidad sustancial de corriente piloto. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 está fijado al elemento de contacto 316 (por ejemplo, mediante soldadura o soldeo) o está formado de manera solidaria con el elemento de contacto 316. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 puede estar dispuesto entre la segunda superficie 320 del elemento de contacto 316 y la superficie de contacto correspondiente 322 del
 20 cuerpo de electrodo. En algunas realizaciones, la primera superficie 318 del elemento de contacto 316 está acoplada al elemento conductor elástico 310.

El cuerpo de electrodo ilustrado 302 incluye un receptáculo 324 dispuesto en el extremo proximal 308 del cuerpo de electrodo 302 y separado del diámetro interior 306 en el extremo distal 304 mediante el cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, ni el diámetro interior 306 ni el receptáculo 324 es un orificio de paso). En algunas realizaciones, el
 25 receptáculo 324 está sustancialmente alineado con el eje A y define una superficie interna 326. El elemento de contacto 316 incluye un elemento conector 328 que se extiende desde la segunda superficie 320. En algunas realizaciones, el elemento conector 328 está acoplado de manera deslizante al cuerpo de electrodo 302. Por ejemplo, el elemento conector 328 incluye una parte de alineación 330 que es sustancialmente coaxial al eje longitudinal A. La parte de alineación 330 puede acoplarse de manera deslizante a la superficie interna 326 del
 30 receptáculo 324. En algunas realizaciones, el acoplamiento entre la parte de alineación 330 y la superficie interna 326 limita el movimiento radial del cuerpo de electrodo 302 o del elemento de contacto 316 dentro del soplete.

El receptáculo 324 puede estar configurado para evitar que el elemento de contacto 316 se desacople del cuerpo de electrodo 302. El cuerpo de electrodo 302 incluye una superficie de retención 332 dispuesta en el extremo proximal del receptáculo 324 que reacciona contra una parte del elemento de contacto 316 para evitar el
 35 desacoplamiento. En algunas realizaciones, la superficie de retención 332 reacciona contra el elemento conector 328 o contra la parte de alineación 330 del elemento de contacto 316 (por ejemplo, mediante un ajuste prensado diametral). En algunas realizaciones, la superficie de retención 332 incluye una configuración anular o a modo de anillo. La superficie de retención 332 puede estar dispuesta dentro del receptáculo 324, de manera que la superficie de retención no interfiere con o impide que la segunda superficie 320 del elemento de contacto 316 establezca un
 40 contacto físico con la superficie de contacto 322 del cuerpo de electrodo 302 de una manera sustancialmente plana.

En algunas realizaciones, la primera superficie 318, la segunda superficie 320, o ambas, pueden cubrirse con planta o con una aleación de plata para mejorar el flujo de corriente eléctrica entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, reduciendo la resistencia eléctrica en las superficies 318 y 320 del elemento de contacto 316). En algunas realizaciones, el acoplamiento deslizante entre el elemento de contacto 316 y el
 45 cuerpo de electrodo 302 proporciona una trayectoria de corriente de menor resistencia y/o de mayor conductividad que el elemento conductor elástico 310. En tales realizaciones, el elemento conductor elástico 310 empuja el cuerpo de electrodo alejándolo del elemento de contacto 316 (por ejemplo, lleva a cabo una función mecánica) pero no transporta una cantidad sustancial de corriente piloto. Más específicamente, el elemento conector 328 o la parte de alineación 330 pueden fabricarse con tolerancias relativamente ajustadas suficientes para formar una trayectoria
 50 de baja resistencia para que la corriente eléctrica se transmita al cuerpo de electrodo 302, por ejemplo, a través del receptáculo 324. Se requieren tolerancias relativamente ajustadas para impedir la ionización o formación de un arco en el espacio entre el elemento conector 328 o la parte de alineación 330 y el receptáculo 324.

La FIG. 3B es una ilustración más detallada de los componentes del electrodo de la FIG. 3A antes del ensamblado. La FIG. 3B ilustra una vista ampliada del extremo proximal 308 del cuerpo de electrodo 302. En la realización
 55 ilustrada, el cuerpo de electrodo 302, el elemento conductor elástico 310 y el elemento de contacto 316 no forman un ensamblado integral. Más en particular, el elemento de contacto 316 (por ejemplo, el elemento conector 128 y la parte de alineación 130) pueden desacoplarse libremente del elemento conductor elástico 310 y del cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, el receptáculo 324). En algunas realizaciones, la longitud del elemento conector 328 y

de la parte de alineación 330 no supera la profundidad del receptáculo 324 de manera que el elemento de contacto no "toca fondo" contra la superficie inferior 334 del receptáculo 324.

5 El extremo proximal 308 del cuerpo de electrodo 302 puede definir un labio 336 adyacente al receptáculo 324 que se extiende axialmente a lo largo del eje longitudinal A. El labio 336 puede formarse a partir de la misma pieza de material que el cuerpo de electrodo 302. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 316 puede quedar retenido con respecto al cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, una parte del cuerpo de electrodo 302 impide que el elemento de contacto 316 se desacople del cuerpo de electrodo 302). Por ejemplo, el elemento conector 328 y la parte de alineación 330 pueden colocarse dentro del receptáculo 324. El elemento de contacto 316 se presiona contra el cuerpo de electrodo 302, de manera que la segunda superficie 320 del elemento de contacto 316 se acopla al labio 336 cuando la segunda superficie 320 avanza hasta hacer contacto físico con la superficie de contacto 322 del cuerpo de electrodo 302.

15 El acoplamiento entre la segunda superficie 320 y el labio 336 deforma el labio 336 dentro del receptáculo adyacente 324 para permitir establecer un contacto físico entre la segunda superficie 320 del elemento de contacto 318 y la superficie de contacto 322 del cuerpo de electrodo 302. El labio deformado 336 puede formar la superficie de retención 332 de la FIG. 3A. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 316 se presiona contra el cuerpo de electrodo 302 al mismo tiempo que el elemento emisor se dispone dentro del diámetro interior 306. Por ejemplo, durante un proceso conocido como embutición, una fuerza a lo largo del eje longitudinal A (por ejemplo, hacia el extremo proximal 308 del cuerpo de electrodo 302) se aplica con respecto al elemento emisor para fijar el elemento emisor dentro del diámetro interior 306. Durante la embutición, una fuerza orientada de manera opuesta (por ejemplo, hacia el extremo distal 304 del cuerpo de electrodo 302) se aplica para presionar el elemento de contacto 316 contra el extremo proximal 308 del cuerpo de electrodo 302 para deformar en labio 336. En algunas realizaciones, la fuerza aplicada es de 4.450 N de fuerza aproximadamente (por ejemplo, 1000 libras de fuerza aproximadamente). En algunas realizaciones, después de la embutición, la superficie de retención 332 puede soportar 356 N de fuerza aproximadamente (por ejemplo, 80 libras de fuerza aproximadamente) antes de fallar (por ejemplo, permitiendo que el elemento de contacto 316 se desacople del cuerpo de electrodo 302).

20 En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 está dispuesto entre el cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, en contacto físico con el reborde 312) y el elemento de contacto 316 (por ejemplo, en contacto físico con la segunda superficie 320) antes de deformar el labio 336. El elemento conductor elástico 310 puede "quedar capturado" entre el elemento de contacto 316 y el cuerpo de electrodo 302. La superficie de retención 332 puede impedir que el elemento de contacto montado de manera deslizante 316 se desacople del cuerpo de electrodo 302. En algunas realizaciones, el electrodo 300 se ensambla antes de utilizarse en un soplete de arco de plasma y puede empacarse como un ensamblado integral.

30 En algunas realizaciones, la superficie de retención 332 tiene una configuración anular (por ejemplo, cuando el labio 336 se extiende axialmente a lo largo del eje longitudinal A en torno a la circunferencia del receptáculo 324). En otras realizaciones, la superficie de retención 332 está formada a lo largo de una parte de la circunferencia del receptáculo 324 menor que toda la circunferencia. El elemento conector 328 o la parte de alineación 330 pueden insertarse libremente dentro del receptáculo 324 sin interferir con la superficie de retención 336, pero, por ejemplo, hacer rotar el elemento de contacto 316 alrededor del eje longitudinal A impide que elemento de contacto 316 se desacople haciendo que interfieran la superficie de retención 322 y el elemento conector o la parte de alineación 330.

40 La FIG. 4A ilustra una sección transversal de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto a modo de ejemplo. La configuración de la FIG. 4A puede denominarse como la configuración de "avance" o la configuración de "arranque". El soplete 400 incluye un cuerpo de soplete 402 que define una entrada de gas 404. El soplete 400 incluye un contacto eléctrico 406 en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación (no mostrada) que proporciona una corriente eléctrica al contacto eléctrico 406. El soplete 400 incluye el electrodo 300 de la FIG. 3A. La primera superficie 318 del elemento de contacto 316 está configurada para un contacto físico y una comunicación eléctrica con el contacto eléctrico 306. El elemento conductor elástico 310 empuja el cuerpo de electrodo 302 alejándolo del contacto eléctrico 306 hasta establecer un contacto físico y una comunicación eléctrica con una boquilla 408. El cuerpo de electrodo 302 (por ejemplo, el extremo distal 304 del cuerpo de electrodo 302) actúa conjuntamente con la boquilla 408 para formar una parte de una cámara de plasma 410. La boquilla 408 incluye un orificio de salida 412 que permite al arco o chorro de plasma (no mostrado) salir de la cámara de plasma 410 para transferirse a una pieza de trabajo (no mostrada). Un blindaje 414 está montado con respecto a un capuchón de retención 416 que está montado sobre una parte 418 del cuerpo de soplete 402. El blindaje 414 incluye un puerto de salida 420 que es adyacente al orificio de salida 412 de la boquilla 408. El puerto de salida 420 permite que el chorro de plasma se transfiera desde el soplete 400 hasta la pieza de trabajo. El blindaje 414 impide que el material que se esparce durante el procesamiento de las piezas de trabajo se acumule en la boquilla 408 y que se reduzca la vida útil de la boquilla 408 o el electrodo 300. El soplete 400 incluye además un anillo de turbulencia 422 que define uno o más puertos 424 que permiten que un gas (no mostrado) entre y salga de la

cámara de plasma 410.

El funcionamiento de arco piloto empieza con la generación de un arco piloto. Una corriente piloto se transmite entre la fuente de alimentación y el contacto eléctrico 406. El contacto eléctrico 406 transmite la corriente piloto al elemento de contacto 316 a través de la zona de contacto entre el contacto eléctrico 406 y la primera superficie 318 del elemento de contacto 316. La corriente piloto se transmite entre el elemento de contacto 316 (por ejemplo, la segunda superficie 320) y el elemento conductor elástico 310. La corriente se transmite después entre el elemento conductor elástico 310 y el cuerpo de electrodo 302 y la boquilla 408. Una corriente adecuada a modo de ejemplo para utilizarse como una corriente de arco piloto está comprendida entre 22 y 31 amperios aproximadamente. En algunas realizaciones, el contacto eléctrico 406 está fabricado a partir de cobre de telurio, bronce, cobre u otros materiales adecuados para transmitir corriente durante el funcionamiento de arco piloto y el funcionamiento de arco transferido.

Durante el funcionamiento de arco piloto, el gas entra en el soplete 400 a través de la entrada 404 definida por el cuerpo de soplete 402. El gas se dirige a lo largo de un conducto 426 definido por el cuerpo de soplete 402. El anillo de turbulencia 422 define uno o más canales 428 que permiten que el gas pase desde el conducto 426 hasta un espacio 430 definido por el exterior del anillo de turbulencia 422 y la parte 418. El gas fluye a través de los puertos 424 hacia el interior de la cámara de plasma 410. La presión de gas en la cámara de plasma 410 se acumula hasta que hay suficiente presión para vencer la fuerza proporcionada por el elemento conductor elástico 310 y mover el cuerpo de electrodo 302 alejándolo de la boquilla 408 creando de ese modo un espacio o hueco entre el cuerpo de electrodo 302 y la boquilla 408. En algunas realizaciones, el gas de la cámara de plasma 410 actúa en las aletas 314 del cuerpo de electrodo 302, ejerciendo una presión a lo largo del eje longitudinal A hacia el extremo proximal 310 del cuerpo de electrodo 302. El cuerpo de electrodo 302 se mueve con respecto al soplete 400 sustancialmente a lo largo del eje longitudinal A. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 316 alinea el cuerpo de electrodo 302 limitando el movimiento radial del cuerpo de electrodo 302 durante el funcionamiento de arco piloto y durante el modo de arco transferido. A medida que el cuerpo de electrodo 302 se aleja de la boquilla 408 se genera un potencial eléctrico relativo entre el cuerpo de electrodo 302 y la boquilla 408. La diferencia de potencial hace que se genere un arco (no mostrado) en el hueco ahora presente entre el cuerpo de electrodo 302 y la boquilla 408 (por ejemplo, ionizando una trayectoria de menor resistencia entre el cuerpo de electrodo 302 y la boquilla 408). El arco ioniza el gas de la cámara de plasma 310 para formar el chorro de plasma utilizado en el procesamiento de piezas de trabajo.

La FIG. 4B ilustra una sección transversal del soplete de arco de plasma de la FIG. 4A que incluye componentes ilustrativos después de la generación del arco piloto. La configuración de la FIG. 4B denominarse como la configuración de "retroceso" porque el cuerpo de electrodo 302 se ha separado de la boquilla 408. El cuerpo de electrodo 302 se mueve a lo largo del eje A hasta que la superficie de contacto 322 del cuerpo de electrodo 302 hace contacto con la segunda superficie 320 del elemento de contacto 316. La primera superficie 318 del elemento de contacto 316 mantiene un contacto físico y una comunicación eléctrica con el contacto eléctrico 406 que es relativamente estacionario con respecto al cuerpo de electrodo 302. En algunas realizaciones, la duración de tiempo durante el cual el cuerpo de electrodo 302 se mueve a lo largo del eje A es inferior o igual a 0,3 segundos aproximadamente. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 transporta corriente eléctrica en la configuración de retroceso (por ejemplo, durante la operación de arco piloto después de la generación del arco piloto). En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 310 transporta corriente eléctrica solamente durante la generación del arco piloto.

En general, el arco se transfiere desde la boquilla 408 hasta la pieza de trabajo (no mostrada) para el procesamiento de la pieza de trabajo colocando el soplete 400 cerca de la pieza de trabajo. La pieza de trabajo se mantiene a un potencial eléctrico relativamente menor que el de la boquilla 408. En algunas realizaciones, el arco se transfiere durante la generación del arco piloto (por ejemplo, antes de la configuración de retroceso de la FIG. 4B). Un conductor eléctrico (no mostrado) en comunicación con la pieza de trabajo puede proporcionar una señal a la fuente de alimentación (no mostrada) en función de la transferencia del arco a la pieza de trabajo. Cuando el cuerpo de electrodo 302 está en la configuración de retroceso, la fuente de alimentación proporciona una mayor corriente eléctrica (por ejemplo, una corriente de corte) al soplete 400. Un ejemplo de un procedimiento para aumentar la corriente eléctrica en el soplete se conoce como "doble umbral" y está descrito en la patente estadounidense nº 6.133.543 transferida a Hypertherm, Inc. de Hanover, New Hampshire.

La corriente de corte puede estar comprendida, por ejemplo, entre 100 y 150 amperios aproximadamente. La corriente de corte está asociada con el funcionamiento del soplete 400 en el modo de arco transferido. En algunas realizaciones, la cantidad de corriente de corte que se proporciona depende de la composición de la pieza de trabajo o de las propiedades físicas de la pieza de trabajo (por ejemplo, el grosor de la pieza de trabajo o la profundidad de un corte). En algunas realizaciones, el modo de arco transferido se refiere tanto al arco que está transfiriéndose a la pieza de trabajo como a la fuente de alimentación que proporciona la corriente de corte. En otras realizaciones, el modo de arco transferido se refiere al arco que está transfiriéndose a la pieza de trabajo.

Cuando el cuerpo de electrodo 302 está en la configuración de retroceso, la fuente de alimentación proporciona corriente eléctrica al contacto eléctrico 406, al elemento de contacto 316 y al cuerpo de electrodo 302. El elemento de contacto 316 permanece relativamente estacionario con respecto al cuerpo de electrodo 302 y el contacto eléctrico 406. Más en particular, la primera superficie 318 del elemento de contacto 316 puede diseñarse para

5 permanecer en contacto físico y comunicación eléctrica con el contacto eléctrico 406 después de instalarse el electrodo 300 en el soplete 400. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 316 está fijado con respecto al contacto eléctrico 406, por ejemplo mediante un ajuste por fricción, por ejemplo de manera que la fuerza de gravedad de la tierra que actúa sobre el cuerpo de electrodo 302 es suficiente para extraer el electrodo 300 del soplete 400. La mayor parte del desgaste del electrodo 300 se produce en la zona de contacto entre la segunda

10 superficie 320 del elemento de contacto 316 y la superficie de contacto 322 del cuerpo de electrodo 302 debido al repetido contacto y separación del cuerpo de electrodo 302 y el elemento de contacto 316 durante el funcionamiento (por ejemplo, arranque y parada) del soplete 400. El diseño del electrodo 300 reduce la cantidad de desgaste del elemento de potencia 406 porque la primera superficie 318 del elemento de contacto 316 permanece en contacto con el contacto eléctrico 406 para reducir la formación de un arco entre el contacto eléctrico 406 y la

15 primera superficie 318. La formación de un arco entre el contacto eléctrico 406 y la primera superficie 318 puede crear imperfecciones en la superficie que reducen la vida operativa del contacto eléctrico 406 y del electrodo 300.

La FIG. 5A ilustra una sección transversal de un electrodo a modo de ejemplo que incluye un elemento de contacto y un elemento conductor elástico dispuestos dentro de un receptáculo del cuerpo de electrodo. El electrodo 500 incluye un cuerpo de electrodo 502 que define un extremo distal 504 y un extremo proximal 506 dispuestos de

20 manera opuesta a lo largo del eje longitudinal A. El extremo distal 504 define un diámetro interior 508 para alojar un elemento emisor 510. El extremo proximal 506 del cuerpo de electrodo 502 define un receptáculo 512 en una configuración cilíndrica centrada en torno al eje longitudinal A. En algunas realizaciones puede utilizarse una configuración no cilíndrica para el receptáculo 512. El receptáculo 512 está separado del diámetro interior 508 mediante el cuerpo de electrodo 502 (por ejemplo, el cuerpo de electrodo 502 no presenta un orificio de paso). El

25 receptáculo 512 define una primera superficie de contacto 514 dispuesta en la parte inferior del receptáculo 512. La superficie de contacto 514 está configurada para la comunicación eléctrica y/o el contacto físico con un contacto eléctrico (ilustrado en la FIG. 5B). El receptáculo 512 también define una segunda superficie de contacto 516.

El electrodo 500 incluye un elemento de contacto 518 y un elemento conductor elástico 520 que están dispuestos dentro del receptáculo 512. El elemento de contacto 518 define una primera superficie 522 y una segunda

30 superficie 524. La segunda superficie 524 está configurada para reaccionar contra el elemento conductor elástico 520 y contra la segunda superficie de contacto 516 del receptáculo 512. El elemento conductor elástico 520 reacciona contra la primera superficie de contacto 514 para empujar el cuerpo de electrodo 502 hasta colocarlo de manera contigua a una boquilla (no mostrada) cuando está instalada en un soplete de plasma. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 520 puede reaccionar contra una tercera superficie (no mostrada)

35 dentro del receptáculo 512.

El elemento de contacto 518 define una configuración anular diseñada para rodear un contacto eléctrico. La configuración anular proporciona una parte de alineación 526 para limitar el movimiento radial del cuerpo de electrodo 502 reaccionando contra el contacto eléctrico. El elemento de contacto 518 y el elemento conductor elástico 520 quedan retenidos con respecto al receptáculo 512 mediante una parte cónica 528 de menor diámetro

40 que el diámetro del elemento de contacto 518. En algunas realizaciones, la parte cónica 528 es una superficie de retención que impide que el elemento de contacto 518 y el elemento conductor elástico 520 se desacoplen del cuerpo de electrodo 502 (por ejemplo, el receptáculo 512). Por ejemplo, la combinación de la parte cónica 528 y del elemento de contacto 518 impide que el elemento conductor elástico 520 se desacople del cuerpo de electrodo 502 mediante un ajuste prensado diametral. En algunas realizaciones, la parte cónica 528 define una configuración

45 anular. En algunas realizaciones, el receptáculo 512 no incluye una parte cónica 528, y el elemento de contacto 518 y el elemento conductor elástico 520 no quedan retenidos con respecto al receptáculo 512.

La FIG. 5B ilustra el electrodo de la FIG. 5A dispuesto en un modo de arco transferido. La FIG. 5B ilustra una ampliación de una sección transversal del extremo proximal 506 del cuerpo de electrodo 502 y de un contacto eléctrico 540. El contacto eléctrico 540 define una parte que se extiende axialmente 542 configurada para

50 interactuar con el receptáculo 512 y con el elemento de contacto del electrodo 500. La parte que se extiende axialmente 542 define una primera superficie correspondiente 544 y una segunda superficie correspondiente 546 para la comunicación eléctrica y/o el contacto físico con la primera superficie de contacto 514 del cuerpo de electrodo 502 (por ejemplo, como se define mediante el receptáculo 512) y con la primera superficie 522 del elemento de contacto 518, respectivamente. El contacto eléctrico 540 define además una parte de asiento 548

55 configurada para corresponderse con la parte cónica 528 del cuerpo de electrodo 502 para limitar el movimiento radial del cuerpo de electrodo 502.

En algunas realizaciones, el electrodo 500 está colocado dentro de un soplete, de manera que la primera superficie 522 del elemento de contacto 518 está en comunicación eléctrica y/o contacto físico con la segunda superficie

5 correspondiente 546 del contacto eléctrico 540 para formar una zona de contacto que permanece relativamente estacionaria con respecto al cuerpo de electrodo 502 durante el funcionamiento del soplete. La segunda superficie 524 del elemento de contacto 518 es inicialmente remota con respecto a la segunda superficie de contacto 516 del receptáculo 512, y la primera superficie correspondiente 544 del contacto eléctrico es remota con respecto a la superficie de contacto 514 del cuerpo de electrodo 502.

10 Durante el funcionamiento de arco piloto se transmite una corriente piloto entre la fuente de alimentación (no mostrada) y el contacto eléctrico 540. La corriente piloto se transmite desde el contacto eléctrico 540 hasta el elemento de contacto 518 y desde el elemento de contacto 518 al cuerpo de electrodo 502 a través del elemento conductor elástico 520, de manera que el elemento conductor elástico 518 transporta sustancialmente toda la corriente de arco piloto. A medida que el cuerpo de electrodo 502 se aleja de la boquilla (no mostrada) para generar un arco, la segunda superficie de contacto 516 se mueve hasta hacer contacto con la segunda superficie 524 del elemento de contacto 516, y la primera superficie de contacto 514 se mueve hasta hacer contacto con la primera superficie correspondiente 544 del contacto eléctrico 540. Casi toda la corriente de corte se transmite desde el contacto eléctrico 540 hasta el cuerpo de electrodo 502, a través del elemento de contacto 516, y directamente hasta el cuerpo de electrodo. Durante el funcionamiento de arco transferido, el elemento conductor elástico 520 no transporta una cantidad importante de corriente.

15 En algunas realizaciones, la primera superficie correspondiente 544 o la segunda superficie correspondiente 546 transmite sustancialmente toda la corriente eléctrica durante el funcionamiento de arco transferido al cuerpo de electrodo 502. Múltiples superficies correspondientes 544, 546 pueden reducir el desgaste físico en la primera superficie de contacto 514 del cuerpo de electrodo 502 o en la primera superficie 522 del elemento de contacto 518. Una configuración de este tipo da como resultado un menor desgaste al reducirse la carga mecánica asociada con el contacto físico entre el contacto eléctrico 540 y cada uno del elemento de contacto 518 y el cuerpo de electrodo 502. El menor desgaste puede prolongar la vida del electrodo 500.

20 La FIG. 6A ilustra una sección transversal de un electrodo a modo de ejemplo que incluye un elemento de contacto y un elemento conductor elástico dispuestos en un extremo proximal del cuerpo de electrodo. El electrodo 600 incluye un cuerpo de electrodo 602 que define un extremo distal 604 y un extremo proximal 606 dispuestos de manera opuesta a lo largo del eje longitudinal A. El extremo distal 604 define un diámetro interior 608 para alojar un elemento emisor 610. El electrodo 600 incluye un elemento de contacto 612 y un elemento conductor elástico 614. El elemento de contacto 612 define una primera superficie de contacto 616 configurada para una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con un contacto eléctrico (véase la FIG. 6B) y una segunda superficie de contacto 618 para una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con una superficie correspondiente 620 del cuerpo de electrodo 602. El extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602 define una superficie de contacto 622 para una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con el contacto eléctrico. El cuerpo de electrodo 602 define una superficie de reacción 624 que reacciona contra el elemento conductor elástico 614 para proporcionar una fuerza de empuje contra la superficie de reacción 624 y el cuerpo de electrodo 602. El extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602 define una primera superficie de retención 626 para impedir que el elemento de contacto 612 y el elemento conductor elástico 614 se desacoplen (por ejemplo, mediante un ajuste prensado diametral). En algunas realizaciones, el cuerpo de electrodo 602 no incluye la superficie de retención 624, y el elemento de contacto 612 y/o el elemento conductor elástico 614 pueden desacoplarse con respecto al cuerpo de electrodo 602. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 614 está fijado al cuerpo de electrodo 602 o al elemento de contacto 612, o a ambos.

35 El elemento de contacto 614 define una configuración anular e incluye una parte de alineación 628 que limita el movimiento radial del cuerpo de electrodo 602. Por ejemplo, la parte de alineación 628 puede interactuar con una parte axialmente extensible 630 del extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602. La parte 630 define un diámetro ligeramente menor que el diámetro de la parte de alineación 628, de manera que la parte 630 puede acoplarse de manera deslizante a la parte de alineación 628 a lo largo del eje longitudinal A sin una perturbación radial significativa.

40 La FIG. 6B ilustra el electrodo de la FIG. 6A dispuesto en un modo de arco transferido. La configuración de la FIG. 6B incluye un contacto eléctrico 640 colocado con respecto al extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602. El contacto eléctrico 640 define una abertura 642 en la que el extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602 avanza a medida que el cuerpo de electrodo 602 se aleja de la boquilla (no mostrada) bajo una presión de gas. La abertura 642 es adyacente a una parte de receptáculo 644 que está sustancialmente centrada en torno al eje longitudinal A. La parte de receptáculo 644 define una primera superficie de contacto 646 para la comunicación eléctrica y/o el contacto físico con el elemento de contacto 612 y una segunda superficie de contacto 648 para la comunicación eléctrica y/o el contacto físico con la superficie de contacto 622 del cuerpo de electrodo 602. La parte de receptáculo 644 está dimensionada para alojar el elemento de contacto 612 y el elemento conductor elástico 614 además de una parte del extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602. En algunas realizaciones, la parte de receptáculo 644 está dimensionada para alojar solamente el extremo proximal 606 del cuerpo de electrodo 602.

Durante la instalación, el electrodo 600 se coloca de manera que la primera superficie 616 está en comunicación eléctrica y/o contacto físico con la primera superficie de contacto 646 del contacto eléctrico 640 para formar una zona de contacto que es relativamente estacionaria con respecto al cuerpo de electrodo 602 durante el funcionamiento del soplete. La segunda superficie 618 del elemento de contacto 612 es inicialmente remota de manera física con respecto a la superficie correspondiente 620 del cuerpo de electrodo, y la superficie de contacto 622 del cuerpo de electrodo 602 es inicialmente remota de manera física con respecto a la segunda superficie de contacto 648 del contacto eléctrico 640.

Durante el funcionamiento de arco piloto se transmite una corriente piloto entre la fuente de alimentación (no mostrada) y el contacto eléctrico 640. La corriente piloto se transmite desde el contacto eléctrico 640 hasta el elemento de contacto 612 y desde el elemento de contacto 612 al cuerpo de electrodo 602 a través del elemento conductor elástico 614, de manera que el elemento conductor elástico 614 transporta sustancialmente toda la corriente de arco piloto. A medida que el cuerpo de electrodo 602 se aleja de la boquilla (no mostrada) para generar un arco, la superficie correspondiente 620 se mueve hasta establecer una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con la segunda superficie 618 del elemento de contacto 612, y la superficie de contacto 622 se mueve hasta establecer una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con la segunda superficie de contacto 648 del contacto eléctrico. Casi toda la corriente de corte se transmite desde el contacto eléctrico 640 hasta el cuerpo de electrodo 602, a través del elemento de contacto 612, y directamente hasta el cuerpo de electrodo 602. Durante el funcionamiento de arco transferido, el elemento conductor elástico 614 no transporta una cantidad importante de corriente.

En algunas realizaciones, la primera superficie correspondiente 646 o la segunda superficie correspondiente 648 transmite sustancialmente toda la corriente eléctrica durante el funcionamiento de arco transferido al cuerpo de electrodo 602. Múltiples superficies correspondientes 646, 648 pueden reducir el desgaste físico en la primera superficie de contacto 622 del cuerpo de electrodo 602 o en la primera superficie de contacto 616 del elemento de contacto 612. Una configuración de este tipo da como resultado un menor desgaste al reducirse la carga mecánica asociada con el contacto físico entre el contacto eléctrico 640 y cada uno del elemento de contacto 612 y el cuerpo de electrodo 602. El menor desgaste puede prolongar la vida del electrodo 600.

La FIG. 7A ilustra una vista parcialmente en despiece ordenado de un elemento de contacto a modo de ejemplo, un elemento elástico y un contacto eléctrico que representan principios de la invención. La conexión de potencia de dos piezas 700 incluye un contacto eléctrico 702, un elemento de contacto 704 y un elemento elástico 706, sustancialmente alineados a lo largo del eje longitudinal A. El contacto eléctrico 702 define una abertura 708 adyacente a una cavidad 710 para alojar una parte que se extiende axialmente 712 del elemento de contacto 704. El diámetro de la parte 712 es ligeramente más pequeño que el diámetro de la cavidad 710. Un segundo elemento elástico 714 está dimensionado de manera radial a lo largo de una extensión axial de la parte 712 para proporcionar la suficiente fricción con respecto a la cavidad 710 para impedir que la parte 712 y el elemento de contacto 704 se desacoplen del contacto eléctrico 702 (por ejemplo, mediante un ajuste por fricción) y para limitar el movimiento radial del elemento de contacto 704. En algunas realizaciones, el segundo elemento elástico 714 es un resorte LouvertacTM, por ejemplo, fabricado con cobre de berilio y distribuido por Tyco Electronics Corp., de Harrisburg, Pensilvania. Otras aleaciones de cobre también están dentro del alcance de la invención. En algunas realizaciones, el segundo elemento elástico 714 está chapado con un metal conductor, por ejemplo oro, plata, níquel o estaño. En algunas realizaciones, el segundo elemento elástico 714 es eléctricamente conductor y transmite una parte de la corriente eléctrica suministrada por una fuente de alimentación (no mostrada) entre el contacto eléctrico 702 y el elemento de contacto 704. El elemento elástico 706 puede transmitir una corriente de arco piloto entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo durante la generación de un arco piloto.

El contacto eléctrico 702 define una superficie 716 adyacente a la abertura 708 para transmitir corriente eléctrica a una primera superficie correspondiente 718 del elemento de contacto 704, donde la primera superficie 718 es adyacente a la parte extensiva 712. El elemento de contacto 704 incluye además una segunda superficie 720 opuesta a la primera superficie 718 para reaccionar contra el primer elemento elástico 706. El elemento de contacto 704 incluye una parte 722 que sobresale axialmente desde la segunda superficie 720 y define un diámetro más pequeño que un diámetro interno del elemento elástico 706, de manera que el elemento elástico 706 rodea la parte 722. La parte 722 está configurada para una comunicación eléctrica con un extremo proximal de un cuerpo de electrodo de soplete (no mostrado). La parte 722 define una superficie perimetral 724 y una superficie de extremo 726. En algunas realizaciones, la superficie perimetral 724, la superficie de extremo 726, o ambas, se acoplan a superficies correspondientes del cuerpo de electrodo. El elemento elástico 706 está acoplado a un componente 728. El componente 728 está diseñado para reaccionar contra una superficie correspondiente (no mostrada) del cuerpo de electrodo para proporcionar una fuerza axial dirigida hacia el extremo distal (no mostrado) del cuerpo de electrodo (por ejemplo, alejado del contacto eléctrico 700). La presión de gas reacciona contra una superficie de reacción de gas del cuerpo de electrodo y vence la fuerza axial para mover el cuerpo de electrodo axialmente hacia el extremo proximal hasta que la superficie perimetral 724, la superficie de extremo 726, o ambas, reaccionen contra partes correspondientes del cuerpo de electrodo durante una operación de arco transferido.

En algunas realizaciones, el componente 728 está formado de manera solidaria y del mismo material que el elemento elástico 706. En algunas realizaciones, el componente 728 es un componente aparte y/o formado a partir de un material diferente que está fijado al elemento elástico 706. El componente 728 se ilustra como una arandela anular acoplada al elemento elástico 706. Pueden usarse otras configuraciones del componente 728, por ejemplo, una placa circular o un manguito diseñado de manera que circunscribe una parte externa axial adyacente del elemento elástico 706 (por ejemplo, un diseño similar al elemento de contacto 904 descrito posteriormente con respecto a la FIG. 9). Tales configuraciones permiten que el elemento elástico 706 esté oculto desde la perspectiva del cuerpo de electrodo, de manera que el cuerpo de electrodo y el componente 728 se mueven sustancialmente juntos con respecto al contacto eléctrico 702. Más específicamente, el componente 728 es estacionario con respecto al cuerpo de electrodo y puede moverse con respecto al elemento de contacto 704 y al contacto eléctrico 702.

En algunas realizaciones, una primera superficie (no mostrada) del componente 728 está enfrentada a una superficie correspondiente del cuerpo de electrodo y una segunda superficie (no mostrada) del componente 728 está enfrentada a la superficie de extremo 726 del elemento de contacto 704. Durante el funcionamiento de arco transferido, la segunda superficie del componente 728 está en contacto físico con la superficie de extremo 726 del elemento de contacto 704, y la primera superficie del componente 728 está en contacto físico con el cuerpo de electrodo para proporcionar una trayectoria de corriente eléctrica desde la fuente de alimentación hasta el cuerpo de electrodo a través del contacto eléctrico 702 y el elemento de contacto 704.

En algunas realizaciones, el elemento elástico 706 no es eléctricamente conductor, y un elemento conductor (no mostrado) proporciona una trayectoria de corriente eléctrica hasta el componente 728 durante el funcionamiento de arco piloto. El elemento conductor puede ser un alambre o un tira conductora colocados para conectar eléctricamente el componente al elemento de contacto 704 o al contacto eléctrico 702, por ejemplo, mediante soldadura, soldeo o estableciendo de otro modo un contacto eléctrico entre el elemento de contacto 704 o el contacto eléctrico 702 y el elemento conductor.

Durante el funcionamiento de arco transferido puede transmitirse una corriente de arco transferido a través de un contacto físico entre el elemento de contacto 704 (por ejemplo, a través de la superficie perimetral 724, la superficie de extremo 726, o ambas) y el cuerpo de electrodo. Una configuración de este tipo permite utilizar un elemento conductor con una gama de corriente relativamente baja para transmitir la corriente piloto al cuerpo de electrodo, lo que permite utilizar un elemento conductor relativamente pequeño. Un elemento conductor pequeño es beneficioso para reducir las interferencias físicas entre el elemento conductor y las partes móviles del sistema de soplete (por ejemplo, el elemento elástico 706 y el cuerpo de electrodo). Casi toda la corriente de funcionamiento (por ejemplo, la corriente piloto y la corriente de arco transferido) se transmite al cuerpo de electrodo a través del componente 728.

La FIG. 7B ilustra los componentes de la FIG. 7A dispuestos en un funcionamiento de soplete de arco de plasma. La parte 712 del elemento de contacto 704 se hace avanzar hacia el interior de la cavidad 710, y el segundo elemento elástico 714 reacciona contra una superficie interna (no mostrada) de la cavidad 710 para impedir mediante fricción que el elemento de contacto 704 se desacople. La primera superficie correspondiente 718 del elemento de contacto 704 se asienta en o está en contacto físico con la superficie 716 adyacente a la cavidad 710 para proporcionar una trayectoria de corriente desde el contacto eléctrico 702 al elemento de contacto 704. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 704 o el elemento elástico 706 pueden sustituirse sin sustituir el contacto eléctrico 702. Puesto que la zona de contacto entre el contacto eléctrico 702 y el elemento de contacto 704 (por ejemplo, la zona de contacto entre la superficie 716 y la superficie correspondiente 718) es estacionaria con respecto al contacto eléctrico 702, el contacto eléctrico 702 no se desgasta tan rápidamente como en configuraciones en las que la trayectoria de corriente y la zona de contacto física coinciden. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 704 y el contacto eléctrico 702 pueden formar un cuerpo unitario (por ejemplo, fabricado a partir de la misma pieza de material) en lugar de cómo dos piezas distintas. La configuración de las FIG. 7A y 7B puede utilizarse en sopletes de arco de plasma de arranque por contacto existentes, por ejemplo como el mostrado en la FIG. 1, sustituyendo el contacto eléctrico unitario 108 por la conexión de potencia de dos piezas 700 y sustituyendo el bloque de cátodo 116 para facilitar la conexión de potencia 700. La conexión de potencia 700 puede fijarse de manera relativamente estacionaria con respecto al cuerpo de electrodo, por ejemplo, mediante una abrazadera o un pasador, como se ha descrito anteriormente.

La FIG. 8A ilustra una sección transversal de otra realización de un cuerpo de electrodo, un elemento conductor elástico y un elemento de contacto antes de la instalación en un soplete de arco de plasma. El electrodo 800 incluye un cuerpo de electrodo 802, un elemento de contacto 804 y un elemento conductor elástico 806, sustancialmente alineados con respecto al eje longitudinal A. La FIG. 8A ilustra un extremo proximal 808 del electrodo 800 que puede estar dispuesto dentro de un cuerpo de soplete de arco de plasma (no mostrado). El cuerpo de electrodo 802 incluye un resalte 810 que se extiende radialmente desde el cuerpo de electrodo 802. El resalte 810 define una primera superficie 812 y una segunda superficie 814. En algunas realizaciones, la primera superficie 812 actúa

como una superficie de retención configurada para hacer contacto con una superficie correspondiente 816 del elemento de contacto 804 e impedir que el elemento de contacto 804 se desacople del cuerpo de electrodo 802 en la presencia de una fuerza dirigida axialmente (por ejemplo, proporcionada por el elemento conductor elástico 806, una presión de gas o, en algunos casos, la gravedad). La segunda superficie 814 del resalte 810 está configurada para acoplarse a una superficie 818 del elemento conductor elástico 806 para formar una zona de contacto de reacción.

El elemento de contacto 804 define una primera superficie 820 y una segunda superficie 822. La primera superficie 820 está diseñada o configurada para asentarse en o acoplarse a una superficie correspondiente (no mostrada) de un contacto eléctrico (no mostrado) para establecer un contacto físico y una comunicación eléctrica. La segunda superficie 822 del elemento de contacto 804 está diseñada o configurada para corresponderse con una superficie 826 definida por el cuerpo de electrodo 802. En algunas realizaciones, el elemento conductor elástico 806 se acopla a la segunda superficie 822 del elemento de contacto 804 para proporcionar fuerzas dirigidas axialmente. El elemento de contacto 804 define un receptáculo 828. El receptáculo 828 está dimensionado para permitir al elemento conductor elástico 806 colocarse en torno a una parte 830 del cuerpo de electrodo 802 y colocarse dentro del receptáculo 828 del elemento de contacto.

En algunas realizaciones, durante el funcionamiento de arco piloto, la primera superficie 820 del elemento de contacto 804 está en comunicación eléctrica (y/o en contacto físico) con el contacto eléctrico. El contacto eléctrico proporciona una corriente eléctrica a la primera superficie 820 que se transfiere a través del elemento de contacto 804 a la segunda superficie 822. La corriente puede pasar entre el elemento de contacto 804 y el elemento conductor elástico 806 a través de la zona de contacto entre el elemento conductor elástico 806 y la segunda superficie 822. El elemento conductor elástico 806 proporciona una trayectoria de corriente para transmitir corriente entre el contacto eléctrico y el cuerpo de electrodo 802. Por ejemplo, la corriente se transmite entre el cuerpo de electrodo 802 y el elemento conductor elástico 806 en la zona de contacto entre la superficie 818 y la segunda superficie correspondiente 814 del resalte 810. En general, el receptáculo 828, el elemento conductor elástico 806 y/o la superficie 812 actúan conjuntamente para limitar el movimiento radial del cuerpo de electrodo 802 cuando el electrodo 800 está montado en el soplete de arco de plasma.

La FIG. 8B ilustra la configuración de los componentes de la FIG. 8A durante el modo de arco transferido. Durante el modo de arco piloto, la presión de gas reacciona contra el cuerpo de electrodo 802 para vencer el empuje del elemento conductor elástico 806 en una dirección que se aleja axialmente del extremo proximal 808 para mover el cuerpo de electrodo 802, específicamente la superficie 826 en contacto con la segunda superficie correspondiente 822 del elemento de contacto 804. En esta configuración, puede establecerse una comunicación eléctrica directamente entre el elemento de contacto 804 y el cuerpo de electrodo 802, y la corriente eléctrica puede aumentar para el funcionamiento de arco transferido. En algunas realizaciones, el elemento de contacto 804 define una superficie de extremo 840 que es remota con respecto a una superficie 842 del cuerpo de electrodo 802. En algunas realizaciones, la superficie de extremo 840 hace contacto o "toca fondo" al reaccionar contra la superficie 842 para proporcionar una segunda trayectoria de corriente entre el elemento de contacto 804 y el cuerpo de electrodo 802.

La FIG. 9 ilustra una sección transversal de otra realización de un electrodo que representa la invención. El electrodo 900 incluye un cuerpo de electrodo 902, un elemento de contacto 904 y un elemento conductor elástico 906 alineados sustancialmente a lo largo del eje longitudinal A. El cuerpo de electrodo 902 define una superficie que se extiende radialmente 908 que puede reaccionar contra una superficie 910 del elemento conductor elástico 906 para impedir que el elemento conductor elástico 906 se desacople (por ejemplo, quede capturado) del cuerpo de electrodo 902. El elemento conductor elástico 906 o la superficie 910 pueden hacerse avanzar axialmente a lo largo del eje longitudinal A y pueden empujarse o presionarse sobre la superficie 908 para formar un ajuste prensado diametral. Puede usarse otros tipos de ajustes para impedir que el elemento conductor elástico 906 se desacople del cuerpo de electrodo 902.

El elemento de contacto 904 define un receptáculo 912, una primera superficie 914 para una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con una superficie correspondiente de un contacto eléctrico de un soplete de arco de plasma (no mostrado), y una segunda superficie 916 para una comunicación eléctrica y/o un contacto físico con una superficie correspondiente 918 del cuerpo de electrodo 902. El receptáculo 912 puede dimensionarse de manera que un diámetro interno del receptáculo sea ligeramente menor que un diámetro externo del elemento conductor elástico 906. El elemento de contacto 904 y el receptáculo 912 pueden presionarse o empujarse sobre el elemento conductor elástico 906 para establecer una fricción u otro tipo de ajuste entre una parte del elemento conductor elástico 906 y el receptáculo 912. En algunas realizaciones, pueden usarse juntas o ajustes alternativos o adicionales para fijar el elemento de contacto 904 al elemento conductor elástico 906 y al electrodo 900. En general, el receptáculo 912 actúa conjuntamente con el elemento conductor elástico 906 para retener radialmente el cuerpo de electrodo 902 cuando el electrodo 900 está montado en el soplete de arco de plasma.

La FIG. 12A es una vista parcial en perspectiva y en sección transversal de un ensamblado 1200 para un soplete de arco de plasma de arranque por contacto. El ensamblado 1200 incluye un electrodo 1204, un cuerpo hueco 1208, un elemento elástico 1212 y un contacto eléctrico 1216. El electrodo 1204 incluye un cuerpo de electrodo 1220 que incluye un extremo distal 1224 para alojar un elemento emisor 1228. El electrodo 1204 incluye además un extremo 5 1232 colocado de manera remota con respecto al extremo distal 1224. El extremo 1232 está colocado con respecto al extremo distal 1224 (por ejemplo, adyacente al cuerpo de electrodo 1220). El cuerpo de electrodo 1220 incluye un conjunto de muescas en forma de espiral 1236 para dirigir un flujo de gas o facilitar la refrigeración del ensamblado 1200. El electrodo 1204 puede moverse a lo largo de un eje A cuando el ensamblado 1200 está instalado en un soplete (no mostrado), por ejemplo, para acoplarse de manera deslizante a una superficie interior 10 1240 del cuerpo hueco 1208. El cuerpo hueco 1208 incluye una parte delantera 1244 y una parte trasera 1248. En una realización, la parte delantera 1248 incluye uno o más orificios 1252 desde una superficie exterior 1256 hasta la superficie interior 1240. Los orificios 1252 pueden impartir a un gas que fluye a través del ensamblado 1200 un movimiento en remolino con respecto al eje A. Un cuerpo hueco 1208 que presenta tales orificios 1252 para generar un flujo de gas en remolino se denomina comúnmente como un anillo de turbulencia. Debe reconocerse que un anillo de turbulencia es simplemente una variación de un cuerpo hueco 1208 y que el sistema dado a conocer en este documento puede funcionar en la configuración de cuerpo hueco 1208 o de anillo de turbulencia. También debe reconocerse que el cuerpo hueco puede ser una parte formada de manera solidaria de un soplete.

El extremo 1232 del electrodo 1204 incluye una parte 1260 que se extiende axialmente a lo largo del eje A. La parte 1260 incluye una primera longitud 1264 (o distancia) a lo largo de una primera dirección (por ejemplo, que se aleja radialmente del eje A) y una segunda longitud 1268 (o distancia) a lo largo de una segunda dirección (por ejemplo, que se aleja radialmente del eje A y que es perpendicular a la primera dirección). El cuerpo hueco 1208 incluye un resalte 1272 dispuesto con respecto a la superficie interior 1240 (por ejemplo, definido en la superficie interior 1240). El resalte 1272 también puede denominarse como un contorno, escalón o reborde, y puede tener varias geometrías con respecto a la superficie interior 1240 (por ejemplo, semicircular, triangular, rectangular o geometrías poligonales no regulares). El resalte 1272 define una primera parte 1276 y una segunda parte 1280. La primera parte 1276 y la segunda parte 1280 actúan conjuntamente para formar una abertura contorneada a través de la cual la parte 1260 del electrodo 1204 puede moverse. Más específicamente, la segunda parte 1280 está situada a una distancia desde el eje A suficiente para facilitar el paso deslizante de la segunda longitud 1268 a través de la misma. La primera parte 1276 actúa conjuntamente con la segunda parte 1280 para definir una abertura que presenta una ranura 1284 de un tamaño suficientemente mayor que la primera longitud 1264 para facilitar el paso deslizante de la primera longitud 1264 a través de la misma. El electrodo 1204 está instalado dentro del soplete en el cuerpo hueco 1208, de manera que la parte 1260 puede moverse axialmente a lo largo del eje A y de manera alternante a través de la abertura definida por la primera parte 1276 y la segunda parte 1280.

La parte 1260 incluye además una superficie 1288 que incluye una primera región 1290 para la comunicación eléctrica con el elemento elástico 1212 y una segunda región 1292 para la comunicación eléctrica con el contacto eléctrico 1216, por ejemplo a través de un contacto físico con una superficie correspondiente 1294 del contacto eléctrico 1216. El elemento elástico 1212 empuja de manera elástica el electrodo 1204 hacia el extremo distal 1224. El electrodo 1204 no puede salirse del soplete gracias a una boquilla (no mostrada) que está en contacto físico con el extremo distal 1224 cuando la boquilla está instalada. La boquilla está fijada al soplete de manera que la parte 1260 (por ejemplo, a través de la primera región 1290) está en contacto físico con el elemento elástico 1212. Por ejemplo, la instalación de la boquilla empuja la parte 1260 a través de la ranura 1284 y hace que la primera región 1290 establezca un contacto físico con el elemento elástico 1212. Cuando la boquilla está instalada, el elemento elástico está comprimido.

El elemento elástico 1212 está situado entre el resalte 1272 y un reborde 1296 del contacto eléctrico 1216. El elemento elástico 1212 está retenido o capturado entre el cuerpo hueco 1208 (por ejemplo, a través del resalte 1272) y el contacto eléctrico 1216 (por ejemplo, a través del reborde 1296). El resalte 1272 retiene por tanto el elemento elástico 1212 y facilita el acceso por parte del electrodo 1204 al elemento elástico 1212 y al contacto eléctrico 1216.

El contacto eléctrico 1216 está en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación (no mostrada). Durante la generación del arco piloto, la fuente de alimentación proporciona una corriente de arco piloto al contacto eléctrico 1216, y la corriente fluye desde el reborde 1296 hasta la primera región 1290 del electrodo 1204 a través del elemento elástico 1212. Un gas de plasma (no mostrado) fluye en torno al electrodo durante la generación del arco piloto, y el gas de plasma aumenta la presión de fluido en el electrodo 1204. La presión mueve el electrodo 1204 de manera axial hacia el contacto eléctrico 1216 hasta establecer un contacto físico. La separación física del electrodo 1204 y de la boquilla genera un arco piloto en una cámara de plasma (no mostrada) formada entre la boquilla y el electrodo 1204. La presión mueve el electrodo 1204 hasta establecer un contacto físico y una comunicación eléctrica con el contacto eléctrico 1216 para el funcionamiento de arco transferido. Cuando el electrodo 1204 está en contacto con el contacto eléctrico, la parte 1260 está dispuesta dentro de la ranura 1284.

5 Durante el funcionamiento de arco transferido, la corriente de arco transferido fluye desde la fuente de alimentación a través del contacto eléctrico 1216 al electrodo 1204 por medio del contacto físico entre la segunda región 1292 de la superficie 1280 de la parte 1260 y la superficie correspondiente 1294 del contacto eléctrico 1216. La presión de gas aumenta durante el funcionamiento de arco transferido para formar un chorro de plasma para procesar una pieza de trabajo (no mostrada).

10 Aunque el ensamblado 1200 se ilustra para la primera región 1290 para establecer un contacto físico directamente con el elemento elástico 1212, otras configuraciones son posibles. Por ejemplo, el elemento elástico 1212 puede incluir una superficie de contacto aparte (no mostrada), tal como una placa anular a modo de arandela, fijada al elemento elástico 1212 para un contacto físico y una comunicación eléctrica con el electrodo 1204. Asimismo, la superficie correspondiente 1294 del contacto eléctrico 1216 puede chaparse o cubrirse con un material, de manera que el electrodo 1204 está en contacto con la chapa o revestimiento en lugar de con el propio contacto eléctrico 1216. Tales configuraciones están dentro del alcance de la invención.

15 En algunas realizaciones, la parte delantera 1244 y la parte trasera 1248 del cuerpo hueco 1208 están formadas de manera solidaria (por ejemplo, fabricadas a partir de la misma pieza de material). En algunas realizaciones, la parte delantera 1244 y la parte trasera 1248 están formadas por materiales diferentes, por ejemplo la parte delantera 1244 puede estar formada a partir de un material aislante, y la parte trasera 1248 puede estar formada a partir de un material conductor.

20 En algunas realizaciones, la ranura 1284 tiene una dimensión o tamaño que es sustancialmente mayor que la primera longitud 1264 para facilitar un cierto desplazamiento angular del electrodo 1204 en torno al eje A dentro del cuerpo hueco 1208 (por ejemplo, cuando la parte 1260 está dispuesta dentro de la ranura 1284). La ranura 1284 también puede resistir el desplazamiento angular del electrodo 1204 en torno al eje A, por ejemplo, reaccionando contra la parte 1260 para impedir el desplazamiento angular. En algunas realizaciones, la primera región 1290 y la segunda región 1292 de la superficie 1288 no son coplanares o no forman regiones de la misma superficie. Por ejemplo, la primera región 1290 puede colocarse axialmente de manera remota con respecto a la segunda región 1292, de manera que la parte 1260 del electrodo 1204 incluye un escalón, reborde o resalte axial (no mostrado).

30 La FIG. 12B es una vista en perspectiva y en despiece ordenado del ensamblado 1200 de la FIG. 12A, en el que se ha seccionado una parte del cuerpo hueco 1208. La vista de la FIG. 12B ilustra el electrodo 1204, el cuerpo hueco 1208, el elemento elástico 1212 y el contacto eléctrico 1216 en una configuración no ensamblada antes de la instalación en un soplete de arco de plasma (no mostrado). Durante el ensamblado, el electrodo 1204 se acopla de manera deslizante al cuerpo hueco 1208, de manera que no es necesaria ninguna rosca para acoplar el electrodo 1204 al cuerpo hueco 1208. Se ilustra una superficie 1297 del elemento elástico 1212. La superficie 1297 está en contacto con el resalte 1272 del cuerpo hueco 1208 cuando el elemento elástico 1212 está colocado dentro del soplete. La primera región 1290 se mueve a través de la ranura 1284 hasta establecer un contacto físico y una comunicación eléctrica con al menos una parte de la superficie 1297 del elemento elástico 1212.

35 La FIG. 12C es una vista en alzado de una parte del ensamblado 1200 de la FIG. 12A. La FIG. 12C ilustra el cuerpo hueco 1208, el contacto eléctrico 1216 y la superficie 1297 del elemento elástico 1212. El electrodo 1204 no se muestra, pero se hace referencia a varias características del electrodo 1204 ilustrado en la FIG. 12A. El cuerpo hueco 1208 incluye el resalte 1272. El resalte 1272 define una primera parte 1276 y una segunda parte 1280 que actúan conjuntamente para formar una abertura contorneada a través de la cual puede moverse la parte 1260 del electrodo 1204. Tal y como se ilustra, la primera parte 1276 y la segunda parte 1280 actúan conjuntamente para formar las ranuras 1284A y 1284B en la abertura a través de la cual puede moverse la parte 1260 del electrodo 1204 (por ejemplo, mediante un deslizamiento alternante) cuando el electrodo 1204 está instalado en el soplete. En una configuración de este tipo, las ranuras 1284A y 1284B del cuerpo hueco 1208 tienen una forma complementaria a la forma de la parte 1260 del electrodo. La forma de las ranuras 1284A y 1284B son complementarias ya que están conformadas para alojar la parte 1260 del electrodo. Sin embargo, no es necesario que la forma de las ranuras 1284A y 1284B case con la forma de la parte 1260 del electrodo. En cambio, sólo es necesario que la forma de las ranuras 1284A y 1284B permita un huelgo con respecto a la parte 1260 del electrodo.

40 En algunas realizaciones, la primera parte 1276 y la segunda parte 1280 actúan conjuntamente para formar una abertura contorneada que presenta una ranura 1284A o 1284B, pero no ambas. Cada una de las ranuras 1284A y 1284B están definidas mediante dos partes 1285 que son paralelas entre sí. Las partes 1285 también pueden definir otras geometrías u orientaciones, por ejemplo, las partes 1285 pueden estar dirigidas radialmente con respecto al eje A (por ejemplo, para formar una ranura triangular 1284). Las partes 1285 también pueden ser circulares, semicirculares o estar curvadas de otro modo. En general, las partes 1285 pueden definir cualquier geometría que permita que la parte 1260 del electrodo pase a través del resalte 1272 (por ejemplo, a través de la abertura definida por la primera parte 1276 y la segunda parte 1280).

55 La distancia d_1 desde el eje A hasta la segunda parte 1280 es mayor que la distancia d_2 desde el eje A hasta la primera parte 1276. La distancia d_3 desde el eje A hasta el elemento elástico 1212 es mayor que la distancia d_2 y

menor que la distancia d_1 . En algunas realizaciones, la distancia d_3 puede ser menor que la distancia d_2 (por ejemplo, cuando una placa anular (no mostrada) está fijada al elemento elástico 1212). La distancia d_4 desde el eje A hasta el contacto eléctrico 1216 es menor que la distancia d_3 para facilitar el paso de la segunda región 1292 a través del elemento elástico 1212 hasta establecer un contacto físico y una comunicación eléctrica con la superficie correspondiente 1294 del contacto eléctrico 1216.

En algunas realizaciones, el electrodo 1204 no se mueve pasado el resalte, por ejemplo, cuando la parte 1260 y las ranuras 1284A y 1284B no están alineadas. En tales configuraciones, la parte 1260 hace contacto con el resalte 1272, que resiste el paso de la parte 1260 a través del mismo. En algunas realizaciones, el electrodo 1204 puede colocarse de manera fija dentro del soplete. Por ejemplo, la parte 1260 puede pasar completamente a través del resalte 1272 hasta hacer contacto con el elemento elástico 1212 (por ejemplo, a través de la primera región 1290). La parte 1260 comprime el elemento elástico 1212. El elemento elástico 1212 empuja el electrodo 1204 hacia el extremo distal 1224. Tras el desplazamiento angular de la parte 1260 en torno al eje A, una superficie proximal (no mostrada) del resalte 1272 resiste un movimiento distal del electrodo 1204. La interacción entre la parte 1260 y la superficie proximal del resalte 1272 impide que el elemento elástico 1212 expulse el electrodo 1204 del cuerpo hueco 1208 y/o del soplete.

En algunas realizaciones, la parte 1260 presenta una configuración circular centrada alrededor del eje A. En tales realizaciones, la parte 1260 incluye una primera región 1290 (por ejemplo, un perímetro externo anular de la configuración circular) para un contacto físico y una comunicación eléctrica con el elemento elástico 1212 y una segunda región 1292 (por ejemplo, una región dispuesta dentro del perímetro externo anular) para una comunicación eléctrica y un contacto físico con el contacto eléctrico 1216. Tal y como se ha descrito anteriormente, la primera región 1290 y la segunda región 1292 pueden ser coplanares (por ejemplo, partes de la misma superficie) o no coplanares (por ejemplo, partes de diferentes superficies). En una realización alternativa, la primera región 1290 puede ser una parte distinta que se extiende radialmente (no mostrada) colocada a lo largo de la longitud del eje longitudinal A del electrodo 1204, tal como un pasador que se extiende radialmente a través del electrodo 1204. La parte que se extiende radialmente funciona de la misma manera que la primera región 1290, proporcionando un mecanismo para acoplar eléctricamente el electrodo 1204 a un elemento elástico 1212 para generar un arco piloto. En una realización, la parte que se extiende radialmente es un resalte alargado o un pasador que puede atravesar el resalte 1272, permitiendo al mismo tiempo que el elemento elástico 1212 se mantenga dentro del cuerpo hueco 1208. En una realización de este tipo, el resalte 1272 está colocado más abajo de la longitud axial del cuerpo hueco 1298 hacia el extremo distal del electrodo.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito de manera particular con referencia a realizaciones específicas, los expertos en la técnica entenderán que pueden llevarse a cabo varios cambios en lo que respecta a la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la invención descrita por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, aunque algunas superficies se han descrito como planas, pueden usarse superficies que tengan otras geometrías no planas, tales como geometrías esféricas, semiesféricas, cónicas y/o cilíndricas, sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1.- Un electrodo (300) para un soplete de arco de plasma (400) en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación, comprendiendo el electrodo:

5 un cuerpo de electrodo alargado (302) formado por un material eléctricamente conductor, definiendo el cuerpo de electrodo un eje longitudinal;

caracterizado porque un elemento elástico (310) del electrodo está configurado o diseñado para transmitir sustancialmente toda una corriente de arco piloto entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo durante un funcionamiento de arco piloto del soplete de arco de plasma.

2.- El electrodo según la reivindicación 1, en el que:

10 el cuerpo de electrodo comprende además una superficie de reacción dispuesta en una relación espaciada con respecto a un extremo proximal (308) del cuerpo de electrodo que está situado de manera remota con respecto a una pieza de trabajo y configurado para una comunicación eléctrica con el elemento elástico eléctricamente conductor,

15 en el que opcionalmente la superficie de reacción comprende un reborde que se extiende radialmente (312) formado de manera solidaria con el cuerpo de electrodo.

3.- El electrodo según la reivindicación 1, en el que el elemento elástico está fijado con respecto al cuerpo de electrodo, en el que opcionalmente el elemento elástico está fijado mediante un ajuste prensado diametral.

4.- El electrodo según la reivindicación 1, en el que el elemento elástico está dispuesto de manera adyacente a un extremo distal (304) del cuerpo de electrodo, incluyendo el extremo distal un elemento emisor.

20 5.- El electrodo según la reivindicación 1, en el que el elemento elástico está formado de manera solidaria con el cuerpo de electrodo.

6.- El electrodo según la reivindicación 1, en el que el electrodo comprende además un cuerpo hueco para mantener el elemento elástico y alojar de manera deslizante el cuerpo de electrodo, en el que opcionalmente el cuerpo hueco es un anillo de turbulencia.

25 7.- Un elemento de contacto (316) para conducir corriente entre una fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo (302) de un electrodo según la reivindicación 1, montado de manera deslizante dentro de un cuerpo de soplete (402) de un soplete de arco de plasma de arranque por contacto (400),

caracterizado porque el elemento de contacto comprende:

30 un elemento elástico eléctricamente conductor (310) dispuesto de manera adyacente al cuerpo de electrodo (302);

una primera superficie (318) para facilitar la comunicación eléctrica con la fuente de alimentación;

una segunda superficie (320) configurada para la comunicación eléctrica con una superficie de contacto (322) definida por un extremo proximal (306) del cuerpo de electrodo (302),

35 en el que cuando el cuerpo de electrodo está en contacto físico con la segunda superficie, al menos una parte de una corriente de arco transferido pasa a través del elemento de contacto y entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo para hacer funcionar el soplete en un modo de arco transferido;

y en el que el elemento elástico eléctricamente conductor dispuesto de manera adyacente al cuerpo de electrodo es para transmitir sustancialmente toda una corriente de arco piloto desde la fuente de alimentación al cuerpo de electrodo durante un funcionamiento de arco piloto de un soplete de arco de plasma.

40 8.- El elemento de contacto según la reivindicación 7, en el que el elemento de contacto comprende además un elemento conector (328) que se extiende desde la segunda superficie para acoplarse de manera deslizante al cuerpo de electrodo,

en el que opcionalmente

(i) el elemento conector está formado de manera solidaria con la segunda superficie, o

45 (ii) el elemento conector comprende además una tercera superficie configurada para transmitir una parte de la corriente de arco transferido entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo cuando el soplete se

hace funcionar en el modo de arco transferido.

9.- El elemento de contacto según la reivindicación 7, en el que el elemento de contacto comprende además una parte de receptáculo para rodear una parte de un extremo proximal del cuerpo de electrodo; en el que opcionalmente el elemento elástico está dispuesto dentro de la parte de receptáculo.

5 10.- El elemento de contacto según la reivindicación 7, en el que al menos una de la primera superficie o la segunda superficie define una superficie anular.

11.- El elemento de contacto según la reivindicación 7, en el que el elemento de contacto comprende además una tercera superficie para la comunicación eléctrica con la fuente de alimentación y para transmitir una parte de una corriente de arco transferido entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo cuando el soplete se hace
10 funcionar en un modo de arco transferido.

12.- El elemento de contacto según la reivindicación 7, en el que el elemento de contacto comprende además una parte de alineación (330) que define un eje, estando dispuesta la parte de alineación en una relación espaciada con un extremo proximal del cuerpo de electrodo y estando configurada para limitar el movimiento radial del cuerpo de electrodo.

15 13.- Un soplete de arco de plasma (400), que comprende:

una fuente de alimentación para proporcionar corriente al soplete;

una cámara de plasma (410) definida por una boquilla (408) y el cuerpo de electrodo eléctricamente conductor (302) de un electrodo según la reivindicación 1, montado de manera deslizante dentro del soplete a lo largo de un eje definido por un extremo proximal (306) del cuerpo de electrodo y un extremo distal (304) del cuerpo de electrodo, definiendo el extremo proximal una superficie de contacto (322) y estando dispuesto el extremo distal de manera adyacente a un orificio de salida (412) de la boquilla;
20

un contacto eléctrico (406) dispuesto en una posición estacionaria con respecto a la cámara de plasma, estando el contacto eléctrico en comunicación eléctrica con la fuente de alimentación, caracterizado porque el soplete comprende

25 un elemento conductor elástico (310) dispuesto de manera adyacente al cuerpo de electrodo (302);

en el que el elemento conductor elástico (310) sirve para transmitir sustancialmente toda una corriente de arco piloto entre el contacto eléctrico y la superficie de contacto del cuerpo de electrodo durante el funcionamiento de arco piloto del soplete de arco de plasma;

y en el que o bien:

30 (a) el soplete comprende además un elemento de contacto (316) que incluye una primera superficie (318) para una comunicación eléctrica con una superficie de contacto correspondiente del cuerpo de electrodo y una segunda superficie (320) en contacto físico con el contacto eléctrico para transmitir sustancialmente toda una corriente de arco transferido entre la fuente de alimentación y el cuerpo de electrodo durante el modo de arco transferido; o bien

35 (b) el elemento conductor elástico empuja el cuerpo de electrodo hacia la boquilla.

14.- El soplete según la opción (a) de la reivindicación 13, en el que:

a) el elemento conductor elástico empuja el cuerpo de electrodo hacia la boquilla; o

b) el sistema de soplete comprende además un segundo elemento elástico para empujar el cuerpo de electrodo hacia la boquilla; o

40 c) el elemento de contacto está dispuesto en una posición estacionaria con respecto al cuerpo de electrodo; o

d) el elemento de contacto está formado de manera solidaria con el contacto eléctrico; o

e) el sistema de soplete comprende además: un blindaje (414) que define un puerto de salida (420) situado de manera adyacente a un orificio de salida de la boquilla, estando montado el blindaje en un capuchón de retención (416) apoyado sobre un cuerpo de soplete (402) del soplete de arco de plasma; o

45 f) el sistema de soplete comprende además: un anillo de turbulencia (422) que imparte un movimiento radial a un gas que fluye a través del soplete.

15.- El soplete de arco de plasma según la opción (b) de la reivindicación 13, en el que el contacto eléctrico incluye una primera superficie para facilitar el contacto físico y la comunicación eléctrica con una segunda superficie de contacto correspondiente del cuerpo de electrodo cuando el soplete se hace funcionar en un modo de arco transferido, en el que la primera superficie del contacto eléctrico está caracterizada por la ausencia de contacto con la segunda superficie de contacto correspondiente del cuerpo de electrodo durante la generación de un arco piloto.

16.- Un componente de soplete de plasma para alojar de manera deslizante un electrodo (1204), comprendiendo el componente:

un cuerpo hueco alargado (1208) que presenta un primer extremo y un segundo extremo, comprendiendo el cuerpo de hueco:

10 una superficie interior (1240),

uno o más de un contorno, escalón o reborde (1272) situados en la superficie interior y dispuestos entre el primer extremo y el segundo extremo del cuerpo hueco, definiendo el uno o más del contorno, escalón o reborde una abertura conformada adaptada para alojar de manera deslizante una parte conformada de manera complementaria del electrodo,

15 una primera abertura en el primer extremo del cuerpo hueco dimensionada para alojar un elemento de contacto eléctrico según la reivindicación 7, y

una segunda abertura en el segundo extremo del cuerpo hueco dimensionada para alojar de manera deslizante al electrodo;

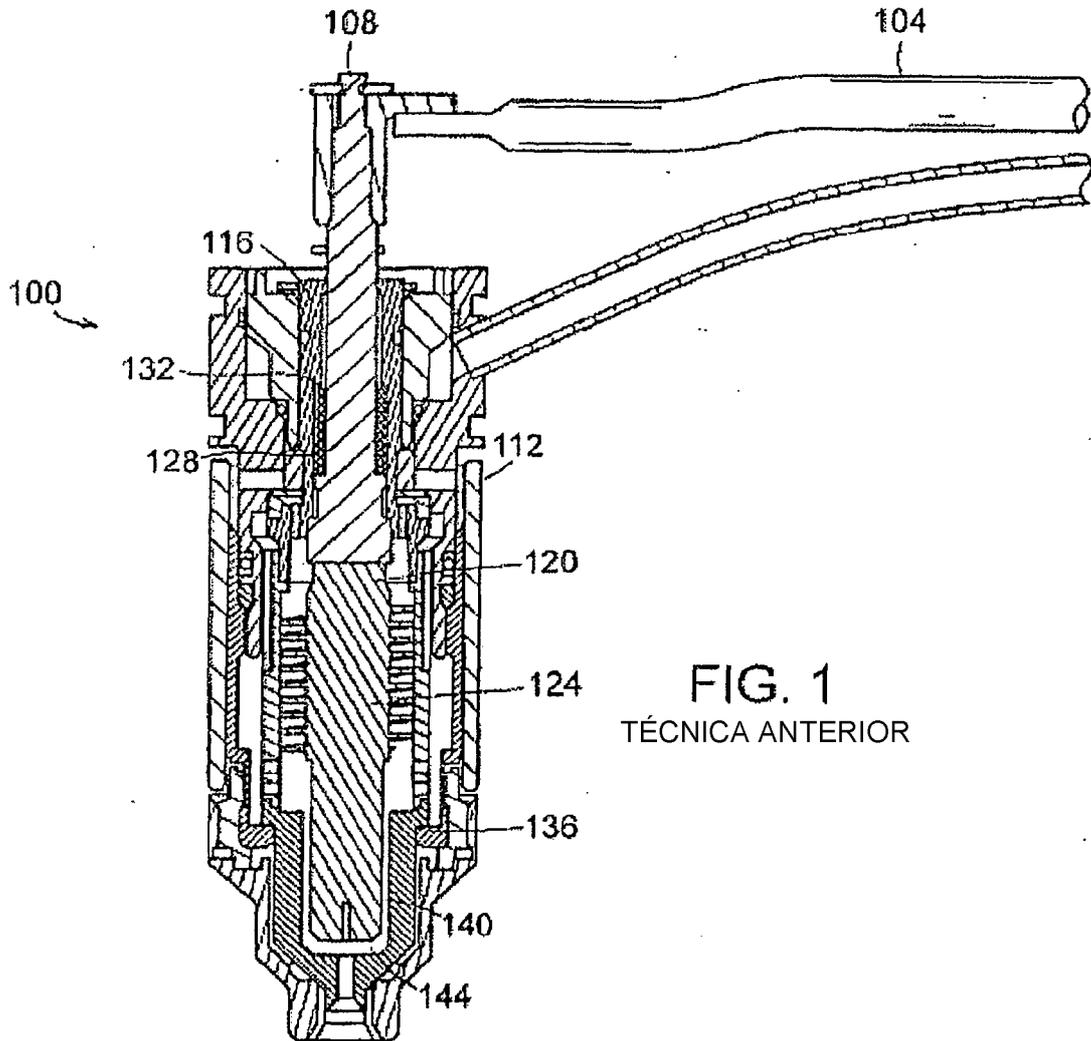
20 caracterizado porque el componente comprende además un elemento elástico eléctricamente conductor (1212) para transmitir sustancialmente toda una corriente de arco piloto, estando dispuesto el elemento elástico dentro del cuerpo hueco de manera que el elemento elástico está al menos parcialmente mantenido dentro del cuerpo hueco mediante el uno o más de un contorno, escalón o reborde, y

en el que el elemento elástico se alinea con la primera abertura.

17.- El componente de soplete de plasma según la reivindicación 16, en el que:

25 a) el cuerpo hueco comprende además una pluralidad de orificios (1252) adyacentes a la segunda abertura del cuerpo hueco para impartir un flujo en remolino a un gas; o

b) el componente de soplete de plasma comprende además un elemento de contacto dispuesto en el primer extremo del cuerpo hueco, en el que el elemento de contacto mantiene al elemento elástico dentro del cuerpo hueco y facilita el acoplamiento eléctrico entre el elemento elástico y una fuente de alimentación.



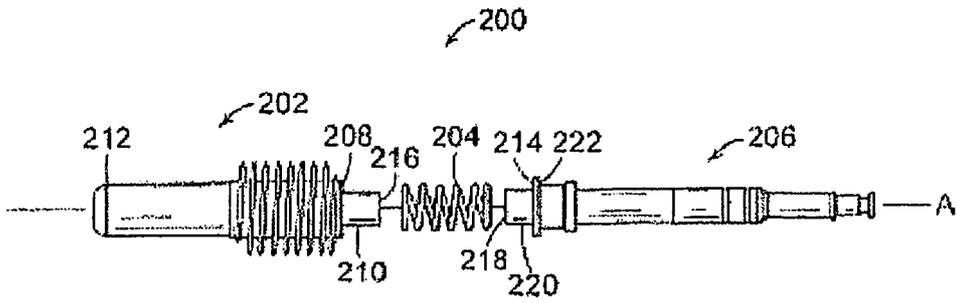


FIG. 2A

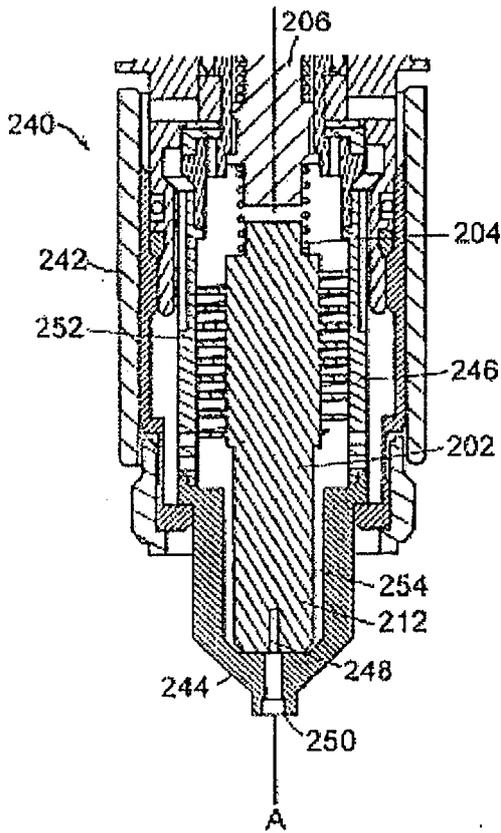


FIG. 2B

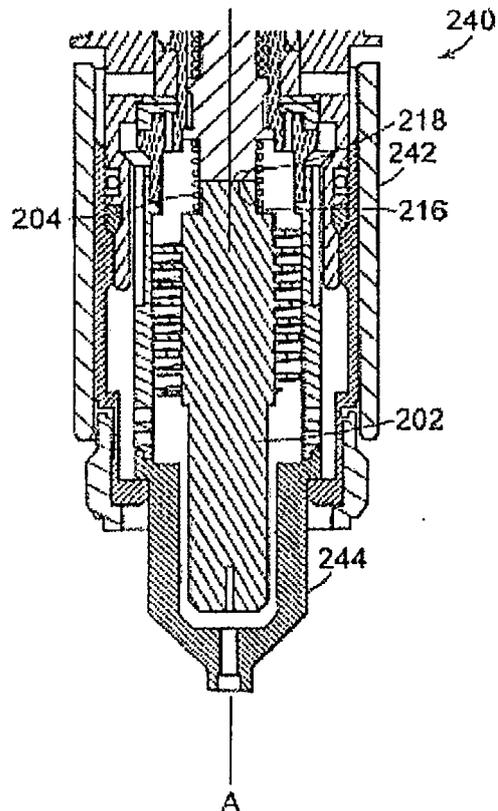


FIG. 2C

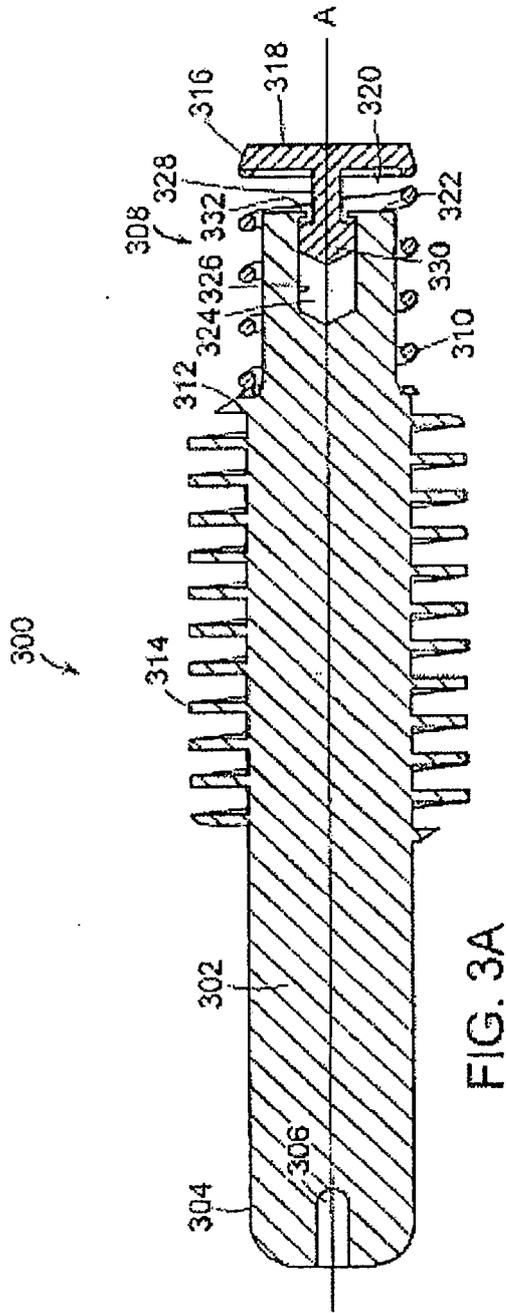


FIG. 3A

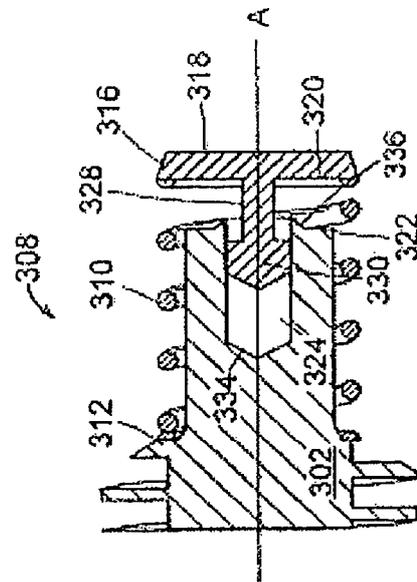


FIG. 3B

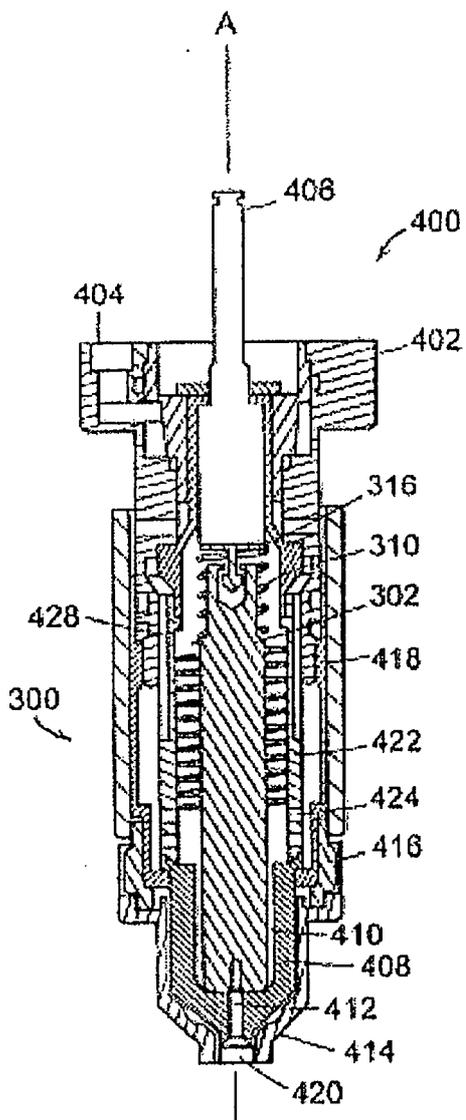


FIG. 4A

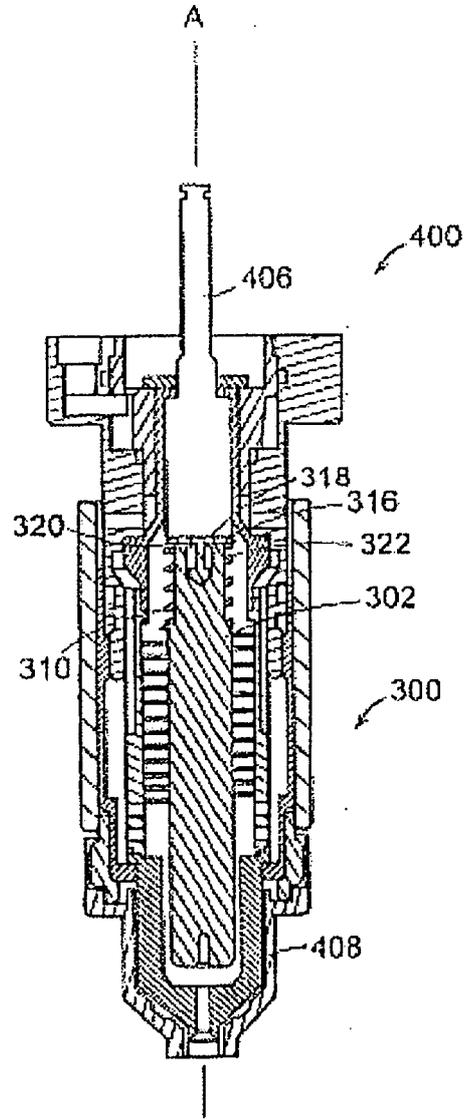
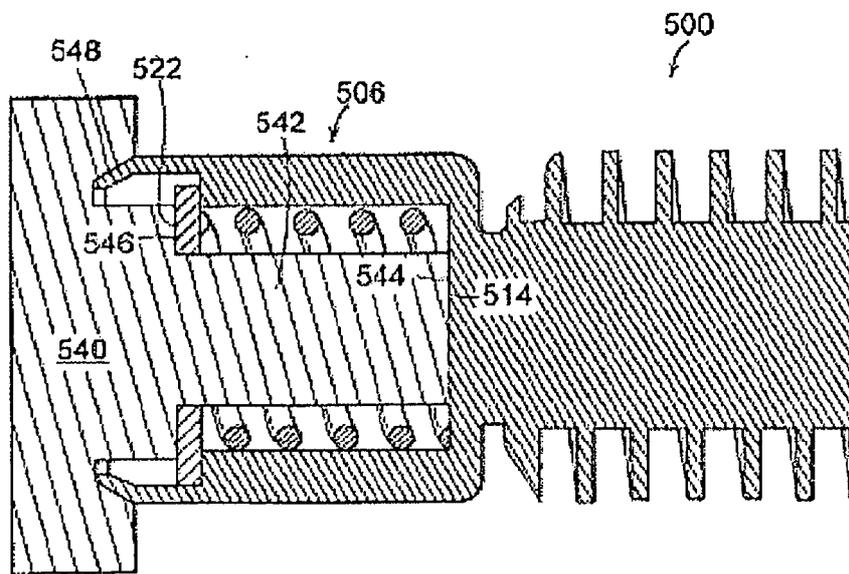
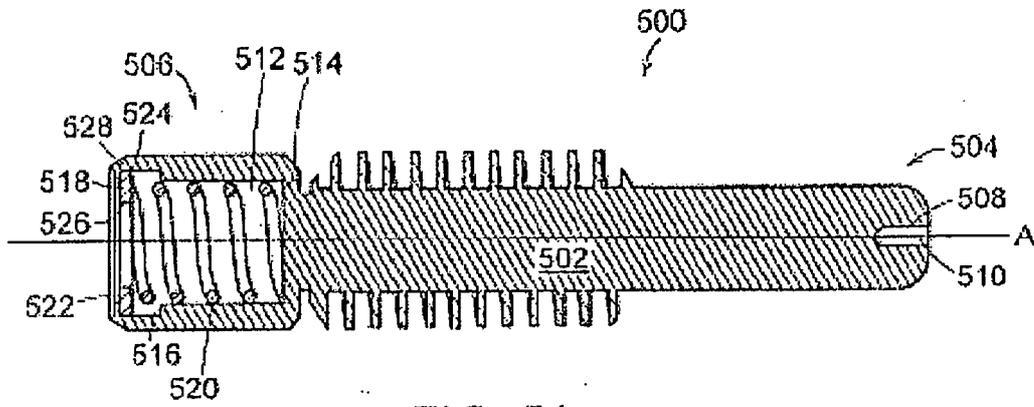


FIG. 4B



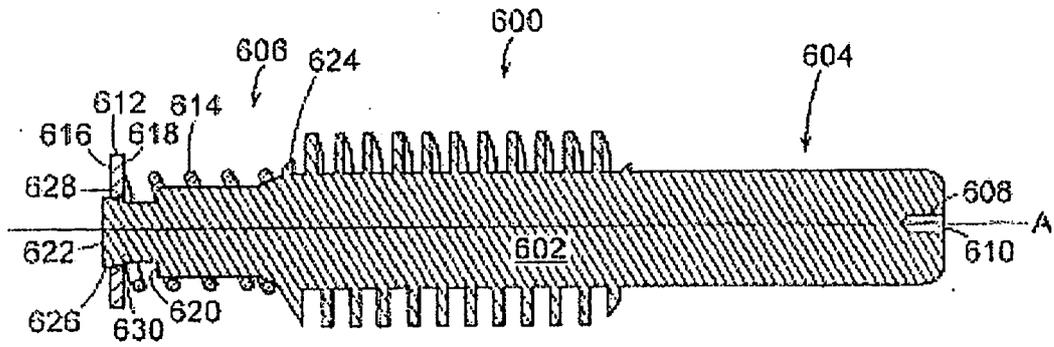


FIG. 6A

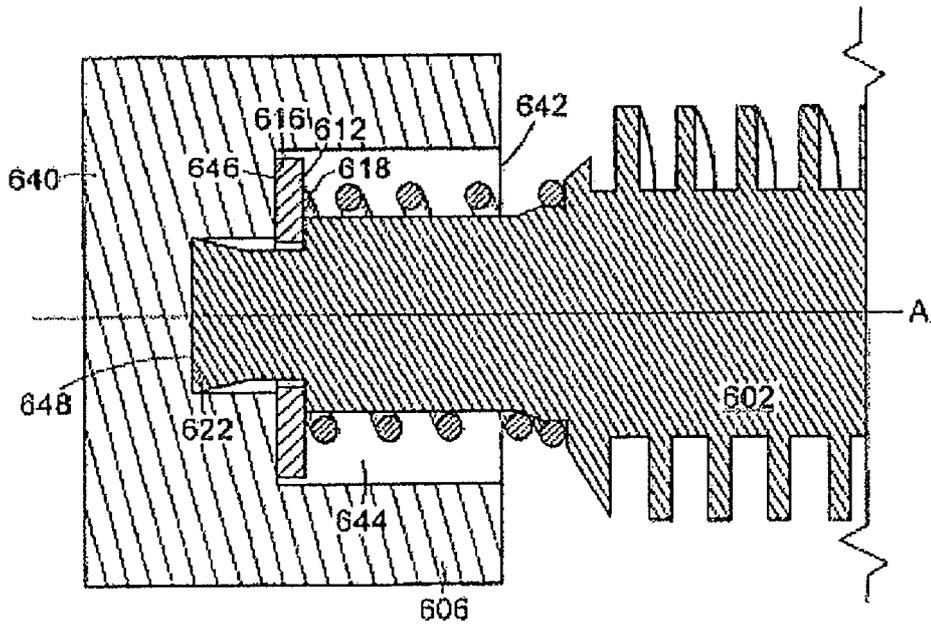


FIG. 6B

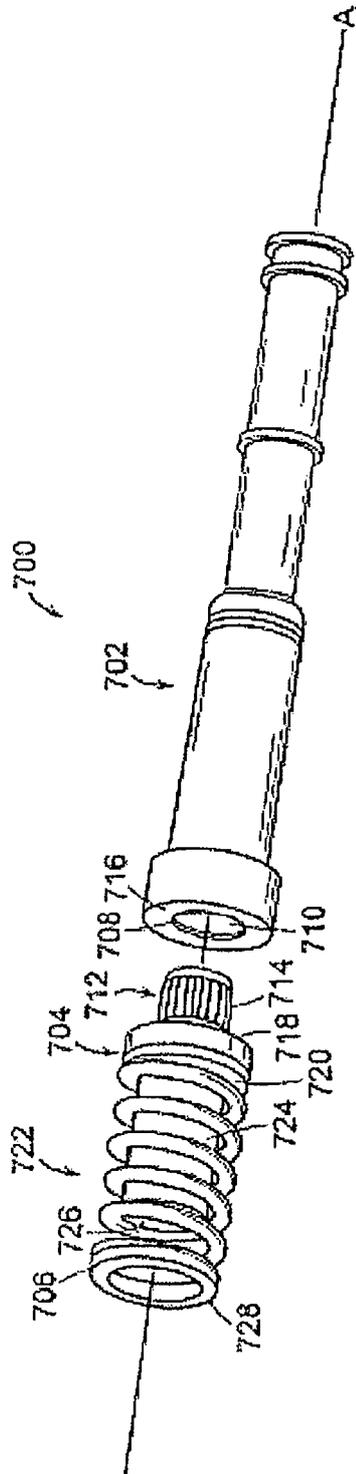


FIG. 7A

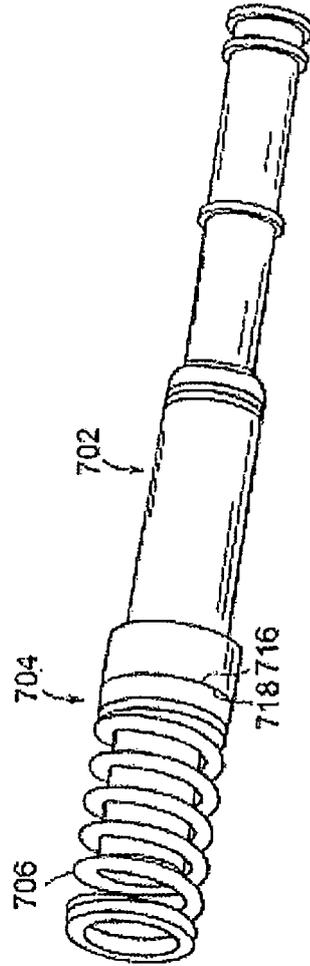


FIG. 7B

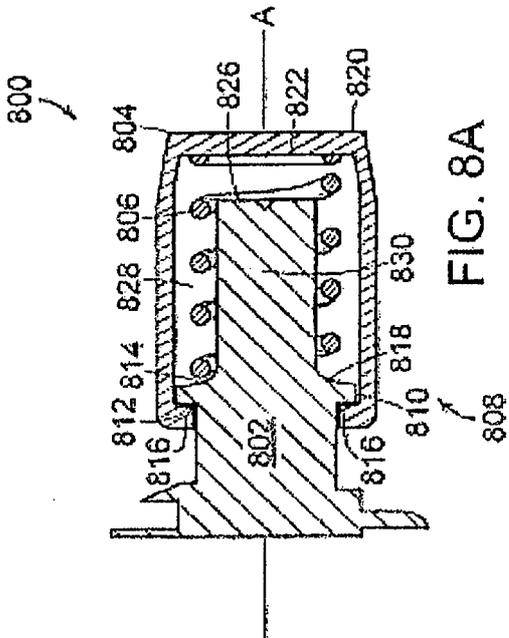


FIG. 8A

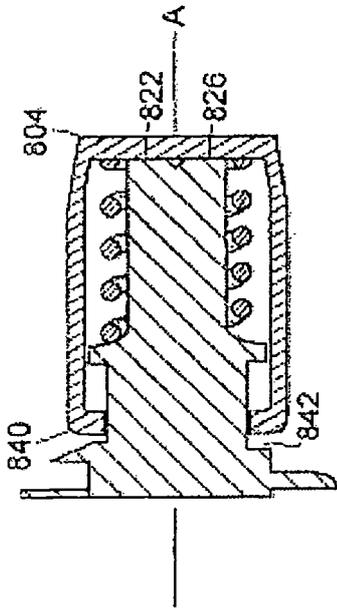


FIG. 8B

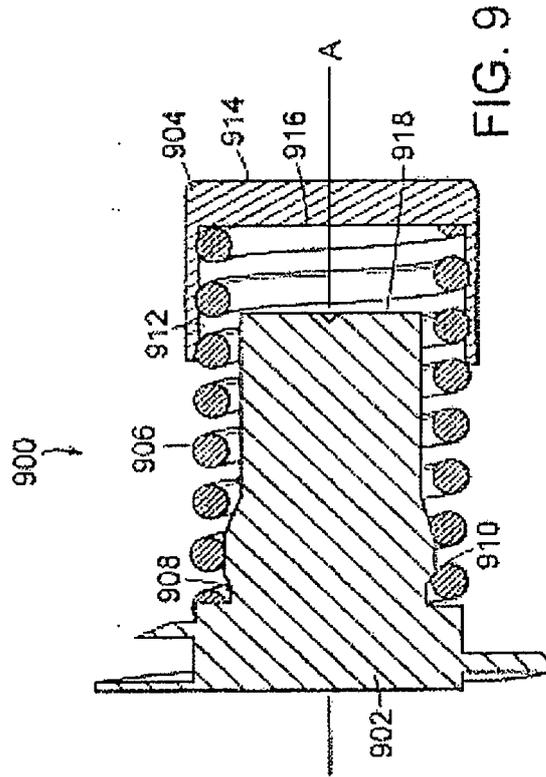


FIG. 9

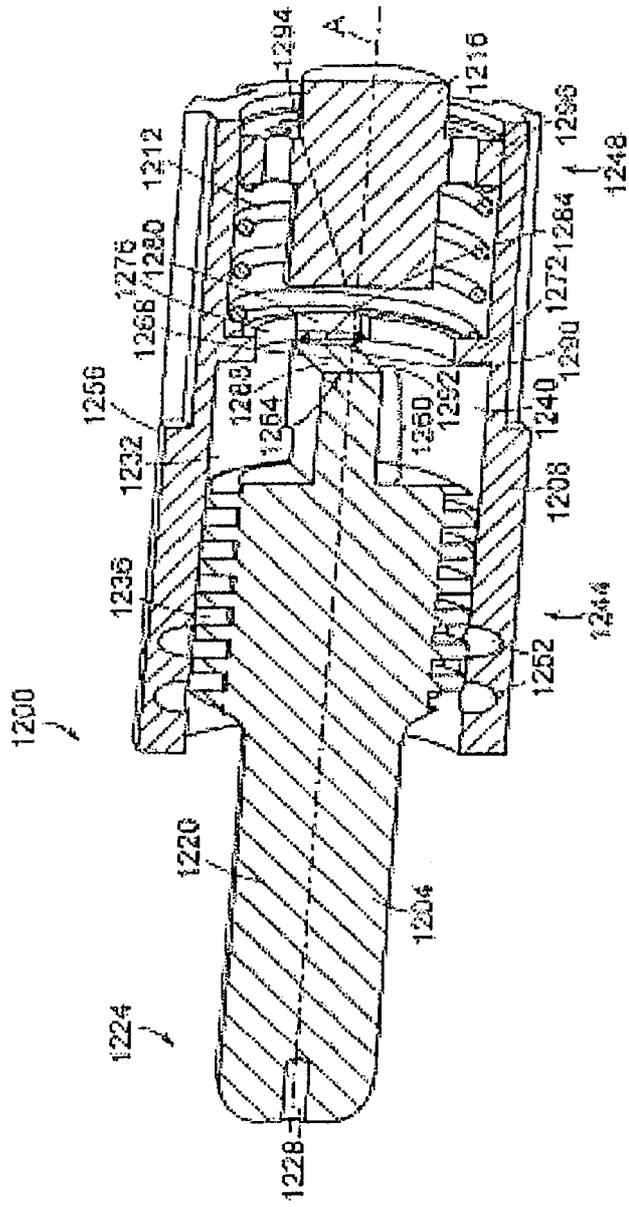


FIG. 10A

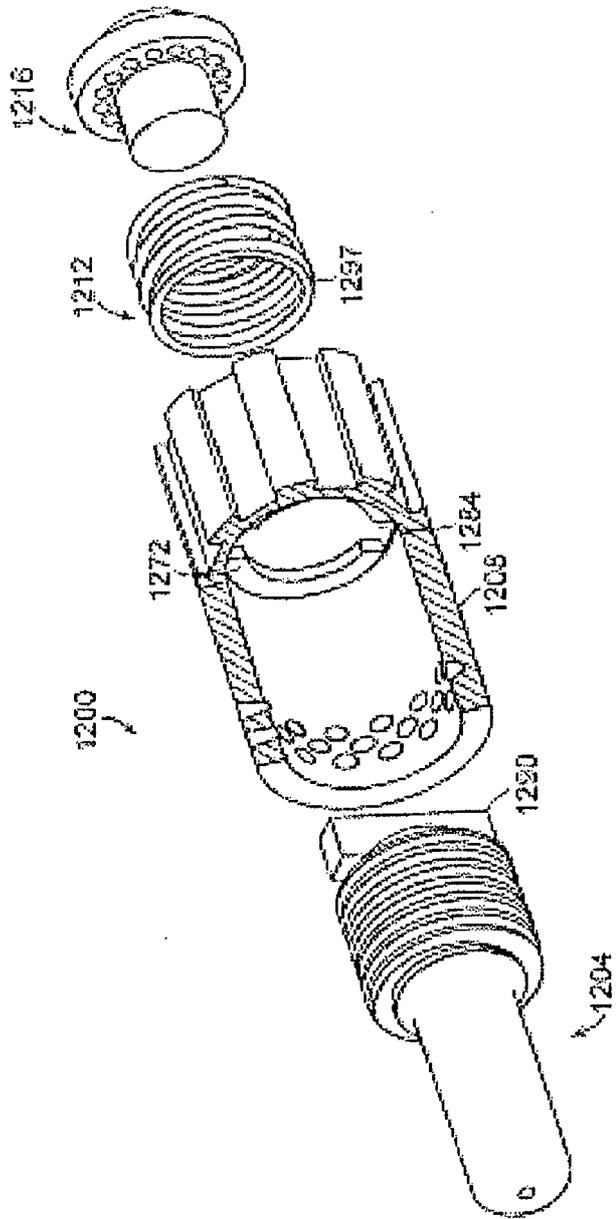


FIG. 10B

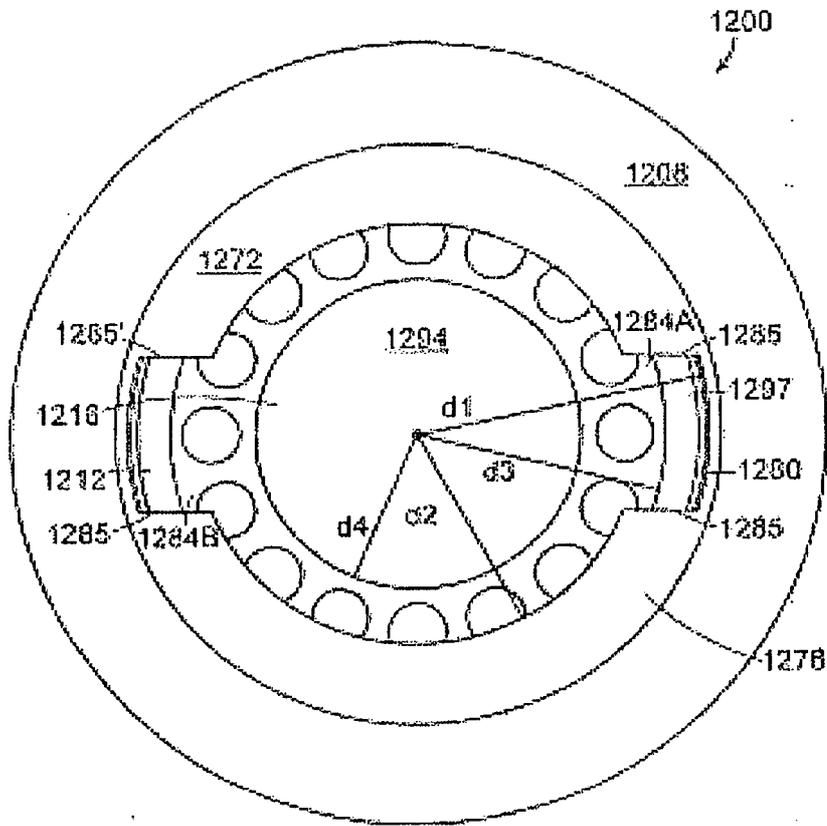


FIG. 10C