

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 842**

51 Int. Cl.:

H05H 1/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2008 E 08873209 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2236015**

54 Título: **Aparato y método para un escudo refrigerado por líquido para un rendimiento de perforación mejorado**

30 Prioridad:

12.03.2008 US 46670

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

15.04.2015

73 Titular/es:

**HYPERTHERM, INC. (100.0%)
ETNA ROAD P.O. BOX 5010
HANOVER, NH 03755, US**

72 Inventor/es:

**LIEBOLD, STEPHEN, M. y
LINDSAY, JON, W.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 533 842 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

Aparato y método para un escudo refrigerado por líquido para un rendimiento de perforación mejorado

Campo de la invención

5 La invención se refiere en general a antorchas de arco de plasma. Más específicamente, la invención se refiere a un escudo para proteger consumibles de una antorcha de arco de plasma.

Antecedentes de la invención

10 Los componentes básicos de las antorchas de arco de plasma modernas incluyen un cuerpo de antorcha, un electrodo (por ejemplo, cátodo) montado dentro del cuerpo, una boquilla (por ejemplo, ánodo) con un orificio central que produce un arco piloto hacia el electrodo para iniciar un arco de plasma en un flujo de un gas adecuado (por ejemplo, nitrógeno u oxígeno) y pasos y conexiones eléctricas asociadas para refrigeración, y fluidos de control de arco.

15 En la perforación de metal usando una antorcha de arco de plasma, una consideración de diseño importante es la eyección de metal fundido de la sangría de corte de vuelta a la antorcha que puede destruir la boquilla. Existen dos modos principales para esta destrucción. En primer lugar, el metal fundido eyectado desde la sangría de corte puede interferir con el chorro de plasma haciendo que forme ranuras en la boquilla. En segundo lugar, el metal fundido puede solidificarse y adherirse a la cara frontal de la boquilla, que finalmente provoca la formación de un puente eléctrico entre la boquilla y la pieza de trabajo. Esto da como resultado la formación de un "arco doble" que reduce drásticamente la vida útil de una boquilla.

20 Ha habido varios enfoques para solucionar los problemas de ranurado y formación de arco doble creados por la eyección de metal fundido. En las antorchas de corte de plasma de alta corriente (por ejemplo, de 200 amperios y más), la solución ha sido usar una boquilla de múltiples piezas con refrigeración por inyección de agua. En una boquilla típica tal del tipo fabricado por Hypertherm, Inc. que corresponde a los modelos HT400 y PAC500 de Hypertherm, la cara frontal de la boquilla está hecha de cerámica. Esta disposición controla el ranurado y la formación de arco doble porque (1) la cara de boquilla de cerámica no es conductora y por tanto no provocará la formación de arco doble y (2) la boquilla queda protegida por la barrera de cerámica. Además las excelentes propiedades de refrigeración del agua, que funciona refrigerando la pieza de boquilla de cerámica y refrigerando mediante vapor de agua el metal fundido eyectado durante la perforación, impiden que el metal fundido se adhiera a o funda con el elemento de cerámica o en el caso extremo, que ataque la cerámica. Una variación de la boquilla de múltiples componentes, de alta corriente similar a la boquilla comercializada por Hypertherm como su modelo PAC500, es una pieza de boquilla de cerámica que incorpora una inyección de agua radial, aunque la pieza de boquilla de cerámica se sustituye por una pieza frontal de cobre. Un elemento aislante separa los componentes de boquilla de modo que la parte frontal de la boquilla flota eléctricamente. El cobre se refrigera más fácilmente que la cerámica y resiste significativamente mejor el uso excesivo y por tanto tiene una vida útil más prolongada. La patente estadounidense número 6.268.583 se refiere a una antorcha de plasma que se emplea en el procesamiento de plasma tal como corte o soldadura de una pieza de trabajo usando un arco de plasma, y se refiere a una antorcha de plasma con un capuchón de escudo que se proporciona en la parte frontal de la boquilla.

40 En algunos casos, una camisa aislante de cerámica está unida al exterior de la boquilla en un intento por proteger la boquilla. Esto es lo que se denomina "copa de escudo". Su fin principal es detener el contacto de la boquilla con la pieza de trabajo. Entonces, un operario puede tocar o desplazar la antorcha sobre la pieza de trabajo sin la formación de arco doble. Sin embargo, esta camisa de cerámica no ofrece ninguna protección durante la perforación contra la proyección de metal fundido y los problemas de ranurado y la formación de arco doble relacionados. Además, el escudo de cerámica (1) es frágil y se rompe fácilmente y (2) al no tener la protección de la refrigeración por agua, se ve atacado por el metal fundido eyectado desde el corte.

45 La refrigeración de consumibles (por ejemplo, el escudo) de una antorcha de arco de plasma con un líquido de refrigeración (por ejemplo, agua) puede tener beneficios de seguridad. Sin refrigeración por líquido, los consumibles pueden alcanzar temperaturas extremadamente altas que suponen un problema de seguridad durante el uso. Un sistema de refrigeración sin pérdidas permite el uso de un plasma seco y una mesa de corte seca. Las mesas secas pueden ser deseables debido a la reducción de suciedad y la eliminación de la necesidad de tener que desechar el agua usada/contaminada, que puede considerarse un residuo peligroso.

50 Sumario de la invención

La invención puede superar estos problemas usando un escudo refrigerado por gas y/o líquido que funciona a temperaturas reducidas e impide la formación de escoria sobre una superficie expuesta del escudo durante la perforación, prolongando así la vida útil del escudo y mejorando la calidad de corte de una antorcha de arco de

plasma. Por ejemplo, la formación/acumulación de escoria sobre el escudo puede afectar a la definición de una altura inicial de la antorcha, lo que puede afectar a la calidad de corte de la antorcha de arco de plasma. La formación de escoria sobre un escudo también puede bloquear los agujeros de ventilación y/o un orificio del escudo, afectando tanto a la calidad de corte como a la vida útil del escudo (por ejemplo, afectando a la capacidad para refrigerar el escudo). La formación de escoria sobre un escudo, en algunos casos, puede fundir el escudo. A modo de ejemplo, si se usa la antorcha de arco de plasma para cortar acero y el escudo está hecho de cobre, la escoria puede fundir el escudo, puesto que el acero tiene un punto de fusión más alto que el cobre. La formación de escoria también puede hacer que el escudo acumule calor hasta el punto de la temperatura de oxidación del escudo (por ejemplo, si el escudo está hecho de cobre, la acumulación de calor de la escoria puede provocar altas temperaturas del cobre que dan como resultado la oxidación del cobre), provocando así una degradación del escudo (por ejemplo, en los bordes del orificio).

En un aspecto, la invención presenta un escudo según la reivindicación 1 para una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo una proyección de metal fundido dirigida a la antorcha, protegiendo el escudo componentes consumibles de la antorcha de arco de plasma frente al metal fundido proyectado.

En otro aspecto, la invención presenta un método según la reivindicación 9 para reducir la formación de escoria sobre un escudo sujeto a una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo metal fundido proyectado dirigido a la antorcha.

También se da a conocer un método para reducir la formación de escoria sobre un escudo sujeto a una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo metal fundido proyectado dirigido a la antorcha. El método puede incluir la etapa de refrigerar rápidamente el escudo sujeto a la antorcha de arco de plasma con un flujo de medio de refrigeración, retener el flujo de medio de refrigeración en la antorcha de arco de plasma y refrigerar de manera repetida el escudo (por ejemplo, refrigerando el escudo una pluralidad de veces, una pluralidad de ciclos, etc.) para evitar la formación de escoria sobre una superficie del escudo expuesta al metal fundido proyectado.

También se da a conocer un escudo para una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo una proyección de metal fundido dirigida a la antorcha. El escudo puede incluir una parte configurada para refrigerarse directamente mediante un líquido que fluye. El escudo también puede incluir un primer mecanismo de sellado y un segundo mecanismo de sellado dispuestos con respecto a la parte refrigerada directamente mediante un líquido que fluye, estando configurados los mecanismos de sellado primero y segundo para retener el líquido que fluye refrigerando directamente la parte del escudo con respecto a un capuchón retenedor de la antorcha de arco de plasma.

En otro aspecto, la invención presenta un sistema de antorcha de arco de plasma según la reivindicación 16.

Se da a conocer un capuchón de retención para una antorcha de arco de plasma que incluye un componente externo que tiene una superficie interior y una superficie exterior que define, al menos en parte, un primer canal de refrigerante líquido. El capuchón de retención puede incluir un componente interno dispuesto circunferencialmente dentro del componente externo y que tiene una superficie exterior y una superficie interior que define, al menos en parte, un segundo canal de refrigerante líquido. El capuchón de retención también puede incluir un canal de flujo de gas definido al menos en parte por la superficie interior del componente externo y la superficie exterior del componente interno. Una abertura puede estar ubicada en un extremo del canal de flujo de gas entre la superficie interior del componente externo y la superficie exterior del componente interno.

Se da a conocer un capuchón de retención de escudo para retener un escudo en una antorcha de arco de plasma. El capuchón de retención de escudo puede incluir un componente externo que tiene una superficie interior y una superficie exterior y un componente interno dispuesto circunferencialmente dentro del componente externo y que tiene una superficie interior y superficie exterior. El capuchón de retención de escudo también puede incluir un canal de refrigerante líquido donde una primera parte del canal de refrigerante líquido puede estar definida, al menos en parte, por una parte de la superficie interior del componente interno. Una segunda parte del canal de refrigerante líquido puede estar definida, al menos en parte, por la superficie exterior del componente interno y la superficie interior del componente externo. El capuchón de retención de escudo puede incluir una abertura entre la superficie exterior del componente interno y la superficie interior del componente externo. La abertura puede disponerse en un extremo de al menos uno del componente externo o el componente interno del capuchón de retención de escudo.

Se da a conocer un capuchón de retención para una antorcha de arco de plasma que incluye una carcasa que tiene una superficie exterior que define, al menos en parte, un primer canal de refrigerante líquido. Un revestimiento puede estar dispuesto circunferencialmente dentro de la carcasa y tener una superficie interior que define, al menos en parte, un segundo canal de refrigerante líquido. El capuchón de retención también puede incluir un canal de flujo de gas definido al menos en parte por y ubicado entre la carcasa y el revestimiento.

5 Se da a conocer un capuchón de retención de escudo para una antorcha de arco de plasma que incluye una carcasa, un revestimiento dispuesto circunferencialmente dentro de una superficie interior de la carcasa y un canal de refrigerante líquido. Una primera parte del canal de refrigerante líquido puede estar definida, al menos en parte, por una superficie interior del revestimiento. Una segunda parte del canal de refrigerante líquido puede estar definida, al menos en parte, por una parte de la superficie interior de la carcasa. La segunda parte del canal de refrigerante líquido también puede estar definida, al menos en parte, por una parte de una superficie exterior del revestimiento.

10 Se da a conocer un método para refrigerar una antorcha de arco de plasma. El método puede incluir la etapa de dirigir un refrigerante líquido hacia un electrodo, dirigir el refrigerante líquido hacia una boquilla a través de un primer canal de refrigerante líquido definido, al menos en parte, por un primer capuchón de retención y dirigir el refrigerante líquido desde la boquilla hacia un escudo a través de un segundo canal de refrigerante líquido definido, al menos en parte, por un segundo capuchón de retención. Alternativamente, puede invertirse o reordenarse la secuencia en la que el refrigerante se dirige hacia el electrodo, la boquilla y el escudo.

15 Se da a conocer un sistema de antorcha de arco de plasma que incluye un cuerpo de antorcha que incluye un trayecto de flujo de gas de plasma para dirigir un gas de plasma hacia una cámara de plasma en la que se forma un arco de plasma, un electrodo y una boquilla dispuesta con respecto al electrodo para definir la cámara de plasma. El sistema de antorcha de arco de plasma también puede incluir un capuchón de retención como se describió anteriormente, sujeto con respecto a una boquilla. El sistema de antorcha de arco de plasma también puede incluir un escudo dispuesto con respecto a la boquilla y un capuchón de retención de escudo como se describió anteriormente, sujeto con respecto al escudo.

20

25 Se da a conocer un capuchón de retención de escudo para una antorcha de arco de plasma que incluye un cuerpo sustancialmente cilíndrico dimensionado para recibir un escudo de la antorcha de arco de plasma y un canal de refrigerante líquido definido por el cuerpo sustancialmente cilíndrico. El canal de refrigerante líquido puede incluir un trayecto de retorno y un trayecto de suministro que dirige un refrigerante para incidir sobre una parte que se extiende circunferencialmente del escudo.

En otros ejemplos, cualquiera de los aspectos anteriores o cualquier aparato o método descrito en el presente documento, puede incluir una o más de las siguientes características.

30 Un conjunto de sellado sobre un escudo puede estar en comunicación mecánica con un capuchón de retención. En algunas realizaciones, el escudo está en comunicación con la antorcha de arco de plasma, rodeando el escudo generalmente una boquilla de la antorcha de arco de plasma.

35 El escudo incluye una primera superficie del cuerpo configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de gas que refrigera por convección la primera superficie. El escudo incluye una segunda superficie del cuerpo configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de líquido, donde el flujo de líquido refrigera por convección la segunda superficie. El escudo puede incluir una región refrigerada de manera conductiva mediante al menos uno del flujo de gas o el flujo de líquido. En algunas realizaciones, la región refrigerada de manera conductiva incluye un gradiente de temperatura por la región.

En algunas realizaciones, el escudo también puede incluir un reborde dispuesto de manera proximal con respecto a una superficie del escudo que está expuesta al metal fundido, donde al menos una parte de la segunda superficie del cuerpo configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de líquido, está dispuesta sobre el reborde.

40 El escudo también incluye un orificio dispuesto en un extremo distal de un cuerpo del escudo y una tercera superficie dispuesta con respecto a un extremo distal del cuerpo del escudo, estando la tercera superficie expuesta al metal fundido proyectado. La segunda superficie configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de líquido puede estar dispuesta de manera proximal con respecto a la tercera superficie. En algunas realizaciones, la tercera superficie expuesta al metal fundido proyectado se refrigera de manera conductiva mediante el flujo de líquido. La

45 tercera superficie expuesta al metal fundido proyectado se refrigera de manera conductiva mediante el flujo de gas.

50 En algunas realizaciones, una segunda superficie puede refrigerarse por contacto mediante un flujo de líquido, estando dispuesta la segunda superficie con respecto a un primer extremo del escudo. Un escudo puede incluir una tercera superficie expuesta al metal fundido proyectado y puede estar dispuesto con respecto a un segundo extremo del escudo. El escudo también puede incluir un reborde dispuesto con respecto al primer extremo del escudo, estando dispuesta al menos una parte de la primera superficie (por ejemplo, la superficie refrigerada por contacto mediante un flujo de gas) y la segunda superficie sobre el reborde. En algunas realizaciones, la refrigeración por contacto de una segunda superficie de un escudo mediante el flujo de líquido incluye proporcionar un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo.

La refrigeración rápida de un escudo puede incluir refrigerar el escudo de modo que se refrigere el metal fundido

5 para evitar que se refuerce la adhesión entre el metal fundido y el escudo. En algunas realizaciones, la refrigeración rápida de un escudo incluye refrigerar el escudo de modo que el escudo permanezca a sustancialmente la misma temperatura durante la perforación que antes de la perforación extrayendo el calor del metal fundido en contacto con la superficie del escudo. En algunas realizaciones, la refrigeración rápida de un escudo incluye refrigerar por contacto una superficie del escudo en comunicación térmica con la superficie del escudo expuesta al metal fundido proyectado.

Una superficie del escudo expuesta al metal fundido proyectado puede refrigerarse de manera conductiva. El escudo puede refrigerarse hasta por debajo de la temperatura ambiente. En algunas realizaciones, el escudo se refrigera hasta por debajo de aproximadamente 60 grados Fahrenheit.

10 El escudo también puede incluir una parte configurada para refrigerarse directamente mediante un gas. Un escudo puede incluir un labio, donde una parte del escudo configurada para refrigerarse directamente mediante el líquido está dispuesta sobre el labio. En algunas realizaciones, una parte del escudo configurada para refrigerarse directamente mediante un líquido está dispuesta sobre una superficie externa del escudo. La parte refrigerada por gas puede estar dispuesta sobre una superficie interna del escudo.

15 El escudo puede incluir un mecanismo de sellado, que puede incluir al menos una de una junta tórica, junta de estanqueidad epoxídica o junta de estanqueidad de contacto de metal duro.

En algunas realizaciones, un dispositivo de refrigeración proporciona un medio de refrigeración y el dispositivo de refrigeración es un refrigerador. El medio de refrigeración puede refrigerar de manera repetida una parte del escudo. En algunas realizaciones, el escudo incluye una primera parte expuesta al metal fundido proyectado y una segunda parte refrigerada de manera repetida mediante un medio de refrigeración (por ejemplo, gas o líquido), estando la segunda parte en comunicación térmica con la primera parte expuesta al metal fundido proyectado.

20 Un capuchón de retención puede definir un primer canal de refrigerante líquido y un segundo refrigerante líquido. El primer canal de refrigerante líquido puede estar en comunicación de fluido con el segundo canal de refrigerante líquido. El primer canal de refrigerante líquido puede ser un flujo de retorno de refrigerante líquido. El segundo canal de refrigerante líquido puede ser un flujo de suministro de refrigerante líquido. En algunas realizaciones, el capuchón de retención puede incluir un canal de flujo de gas que suministra un gas de escudo a una pieza de trabajo.

25 En algunas realizaciones, una superficie interior de un componente interno de un capuchón de retención está sujeta con respecto a una boquilla de la antorcha de arco de plasma. La superficie interior del componente interno de un capuchón de retención puede incluir un conjunto de sellado que sella el refrigerante líquido con respecto a un cuerpo de antorcha de arco de plasma. La superficie interior del componente interno y un cuerpo de antorcha de arco de plasma definen, al menos en parte, el segundo canal de refrigerante líquido. En algunas realizaciones, un capuchón de retención incluye un componente externo donde la superficie exterior del componente externo y un capuchón de retención externo de la antorcha de arco de plasma definen, al menos en parte, el primer canal de refrigerante líquido.

30 Un capuchón de retención de escudo puede tener un componente interno y uno externo, donde al menos uno del componente interno o el componente externo está sujeto con respecto a un escudo. En algunas realizaciones, un capuchón de retención de escudo incluye una abertura que está dispuesta en un extremo del canal de refrigerante líquido definido por o formado por el escudo. El canal de refrigerante líquido puede dirigir un refrigerante sobre un escudo. En algunas realizaciones, una primera parte del canal de refrigerante líquido es un flujo de suministro de refrigerante y una segunda parte del canal de refrigerante líquido es un flujo de retorno de refrigerante. En algunas realizaciones, una superficie interior del componente interno del capuchón de retención de escudo y un capuchón de retención interno definen al menos en parte, la primera parte del canal de refrigerante líquido.

35 En algunas realizaciones, una temperatura del refrigerante que incide sobre el escudo es uniforme en cada punto a lo largo de la parte que se extiende circunferencialmente del escudo. El capuchón de retención de escudo puede definir, al menos en parte, un canal de refrigerante líquido que dirige un refrigerante hacia una parte del escudo. En algunas realizaciones, un capuchón de retención de escudo tiene un cuerpo sustancialmente cilíndrico que incluye un componente externo sustancialmente cilíndrico y un componente interno sustancialmente cilíndrico dispuesto dentro del componente externo. Un trayecto de suministro para un canal de refrigerante líquido puede estar formado al menos en parte por una superficie interior del componente interno sustancialmente cilíndrico. Un trayecto de retorno de un canal de refrigerante líquido puede estar formado al menos en parte por una superficie exterior del componente interno sustancialmente cilíndrico y una superficie interior del componente externo sustancialmente cilíndrico.

Pueden resultar evidentes otros aspectos y ventajas de la invención a partir de los siguientes dibujos y la siguiente descripción, ilustrando todos ellos los principios de la invención, a modo de ejemplo únicamente.

Breve descripción de los dibujos

5 Las ventajas de la invención descritas anteriormente, junto con ventajas adicionales, podrán entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos. Los dibujos no son necesariamente a escala, poniéndose énfasis en su lugar generalmente a la ilustración de los principios de la invención.

La figura 1 es un dibujo de un escudo según una realización ilustrativa.

La figura 2 es una sección transversal de un escudo según una realización ilustrativa.

La figura 3 es una sección transversal parcial del escudo y una antorcha de arco de plasma según una realización ilustrativa.

10 La figura 4 es otra vista en sección transversal del escudo y la antorcha de arco de plasma según una realización ilustrativa alternativa.

La figura 5 es un dibujo que ilustra un escudo refrigerado mediante un líquido, según una realización ilustrativa.

La figura 6 es un gráfico que muestra la acumulación de escoria en los ensayos de protocolo de perforación que utilizan un escudo según una realización ilustrativa.

15 La figura 7 es un gráfico que muestra escoria en un escudo enfriado frente a uno refrigerado en ensayos de protocolo de perforación que utilizan un escudo según una realización ilustrativa.

La figura 8 es un dibujo de una sección transversal parcial de un apilamiento de consumibles para una antorcha de arco de plasma según una realización ilustrativa.

20 La figura 9 es un dibujo que deja ver el interior de consumibles para una antorcha de arco de plasma según una realización ilustrativa.

Descripción detallada de la invención

25 La figura 1 es un dibujo de un escudo 5 según una realización ilustrativa. El escudo 5 puede estar dispuesto con respecto a una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo una proyección de metal fundido dirigida a la antorcha. El escudo 5 puede proteger componentes consumibles de la antorcha de arco de plasma frente al metal fundido proyectado. El escudo incluye un cuerpo. En esta realización, el cuerpo del escudo incluye una primera superficie que está configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de gas (no mostrado). La refrigeración por contacto puede incluir refrigerar una parte del escudo (por ejemplo, la superficie) poniéndola en contacto con un refrigerante (por ejemplo, medio de refrigeración, líquido de refrigeración, gas de refrigeración, etc.). En algunas realizaciones, la superficie refrigerada mediante el flujo de gas es una superficie interna (por ejemplo, agujero, abertura de salida) dispuesta con respecto al escudo. El cuerpo del escudo también incluye una segunda superficie 10 configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de líquido. En algunas realizaciones, el cuerpo del escudo incluye dos piezas. La refrigeración del escudo 5 puede implicar proporcionar un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo 5. En esta realización, el escudo 5 también incluye un conjunto 15A y 15B de sellado (por ejemplo, junta tórica, junta de estanqueidad epoxídica, contacto de metal duro sobre superficies de alta tolerancia, o cualquier combinación de los mismos) configurado para sujetarse al cuerpo (por ejemplo, una junta tórica dispuesta sobre el escudo 5 en un canal dispuesto con respecto al escudo 5, una junta tórica dispuesta sobre el escudo 5 sin un canal dispuesto con respecto al escudo, una característica del cuerpo que sella el flujo de líquido con respecto a un capuchón retenedor, o cualquier combinación de los mismos), estando dispuesto el conjunto 15A y 15B de sellado con respecto a (por ejemplo, adyacente a) la segunda superficie 10. El conjunto 15A o 15B de sellado puede estar configurado para retener el flujo de líquido que refrigera por contacto la segunda superficie 10.

35 En algunas realizaciones, el escudo 5 está compuesto por un material que proporciona un medio térmico uniforme (por ejemplo, metal) de modo que una superficie 20 del escudo expuesta a un metal fundido proyectado se refrigera de manera conductiva como resultado de al menos uno del flujo de líquido que refrigera por contacto la segunda superficie 10 o el flujo de gas que refrigera por contacto la primera superficie (no mostrado). En algunas realizaciones, la refrigeración de manera conductiva de una parte (por ejemplo, superficie, región) del escudo incluye refrigerar dentro de una parte del escudo que tiene un gradiente de temperatura por esa parte del escudo. El escudo 5 también puede incluir aberturas 25 de salida para que salga un gas de escudo, proporcionando protección al escudo 5. El escudo 5 también incluye un orificio 30 de salida que permite el paso de un arco de plasma y un flujo de un gas.

El mantener un escudo 5 frío puede aumentar la capacidad de grosor de perforación y también evitar la formación de una buena adhesión entre la escoria fundida y el escudo 5. La refrigeración del escudo 5 puede incluir enfriar el escudo 5. El flujo de líquido puede tener una temperatura suficientemente baja (por ejemplo, inferior a aproximadamente 60 grados Fahrenheit o 40 grados Fahrenheit) de modo que el flujo de líquido enfríe el escudo 5 mediante refrigeración por contacto de la segunda superficie 10 y enfriando de manera conductiva el resto del escudo 5. Una acumulación de escoria reducida sobre el escudo 5 prolonga la vida útil del escudo 5. La reducción de la acumulación de escoria sobre el escudo 5 reduce las posibilidades de que el metal fundido interfiera con el chorro de plasma y el ranurado de la boquilla y/o la formación de arco doble entre la boquilla y la pieza de trabajo. Una temperatura del escudo reducida extiende la capacidad de grosor. La perforación del metal grueso se ha limitado debido a los tiempos de perforación relativamente largos necesarios para permitir que el arco funda a través del metal y debido a la escoria fundida resultante que se sopla de nuevo hacia la antorcha (por ejemplo, principalmente el escudo 5). Por ejemplo, el proceso HT4400 400A está limitado a perforar acero dulce (MS) de 1-1/4". Cuando se intenta perforar acero más grueso, el escudo 5 se fundirá finalmente porque la única refrigeración del escudo 5 es a través del gas de escudo. A menudo, cuando se perfora acero de 1" y mayor, la escoria empieza a acumularse sobre el escudo 5 y si no se limpia, empezará a deteriorarse el rendimiento del escudo a medida que sigue la acumulación de escoria. Finalmente la calidad de corte será inaceptable o el escudo 5 puede incluso fundirse debido a la gran masa de acero caliente. En algunos ensayos se descubrió que el escudo 5 acumulaba grandes cantidades de escoria en 25 perforaciones. Con la escoria acumulada, el escudo 5 puede fundirse y hacer que la antorcha no pueda realizar perforaciones adicionales. En algunas situaciones, el protocolo de perforación requiere que el proceso pueda perforar un grosor dado de placa 300 veces sin la intervención del operario (por ejemplo, limpiando la escoria del escudo 5 entre perforaciones).

La figura 2 es un dibujo de una sección transversal de un escudo 5 según una realización ilustrativa. En esta realización, el escudo 5 está dispuesto con respecto a una boquilla (no mostrada). El escudo 5 incluye características 32 de agujero (por ejemplo, aberturas de salida) para que un gas fluya a través de las características de agujero y a través de las aberturas de salida del escudo 25. El escudo 5 incluye una primera superficie 35, una segunda superficie 10 y una tercera superficie 20. La tercera superficie 20 puede refrigerarse de manera conductiva mediante al menos uno de flujo de líquido o flujo de gas. La segunda superficie 10 se refrigera por contacto (por ejemplo, refrigerando la superficie poniéndola en contacto con un medio de refrigeración) usando un líquido para de este modo producir una refrigeración conductiva y conseguir una baja temperatura sobre la tercera superficie 20, que puede exponerse al metal fundido durante el funcionamiento de una antorcha. La tercera superficie 20 se refrigera de manera conductiva como resultado de la refrigeración por contacto de la primera superficie 35 con un flujo de gas y/o la refrigeración por contacto de la segunda superficie 10 con un flujo de líquido.

En algunos ejemplos, la segunda superficie 10 está dispuesta con respecto a un primer extremo 36 (por ejemplo, extremo proximal) del escudo 5. El escudo 5 incluye un cuerpo que incluye un orificio dispuesto en un segundo extremo (por ejemplo, extremo distal) del cuerpo del escudo. El escudo 5 incluye una tercera superficie 20 que está expuesta al metal fundido proyectado y no se refrigera por contacto mediante el flujo de líquido o el flujo de gas. La tercera superficie 20 se refrigera de manera conductiva mediante el flujo de gas que refrigera por contacto la primera superficie 35 o el flujo de líquido que refrigera por contacto la segunda superficie 10. La tercera superficie 20 está dispuesta sobre una superficie externa del escudo y la segunda superficie 10 está dispuesta de manera proximal con respecto a la tercera superficie 20. La tercera superficie 20 expuesta al metal fundido está dispuesta con respecto al segundo extremo 37 (por ejemplo, extremo distal) del cuerpo del escudo. La segunda superficie 10, que se refrigera por contacto mediante el flujo de líquido, está dispuesta de manera proximal con respecto a la tercera superficie 20 expuesta al metal fundido. El escudo 5 también puede incluir un reborde 40 dispuesto con respecto al primer extremo 36 del escudo 5, estando dispuesta al menos una parte de la primera superficie 35 y/o segunda superficie 10 sobre el reborde 40. En algunos ejemplos, la tercera superficie 20 puede estar dispuesta de manera distal con respecto al reborde 40. El reborde 40 puede estar dispuesto de manera proximal con respecto a la tercera superficie 20 (por ejemplo, la superficie del escudo expuesta al metal fundido). En algunos ejemplos, al menos una parte de la primera superficie 35, que se refrigera por contacto mediante un flujo de gas, está dispuesta sobre una superficie interna del reborde 40 o el escudo 5. Al menos una parte de la segunda superficie 10, que se refrigera por contacto mediante un flujo de líquido, está dispuesta sobre una superficie externa del reborde 40 o el escudo 5.

La primera superficie 35 refrigerada por contacto mediante un flujo de gas está dispuesta sobre una superficie interna del escudo que no está expuesta al metal fundido proyectado. En algunos ejemplos, el flujo de gas refrigera por convección la primera superficie 35. La segunda superficie 10 refrigerada por contacto mediante el flujo de líquido está dispuesta sobre una superficie externa del escudo. En algunos ejemplos, la refrigeración del escudo 5 implica proporcionar un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo 5. El flujo de líquido puede refrigerar por convección la segunda superficie 10. En algunos ejemplos, el escudo 5 incluye un reborde 40 (por ejemplo, labio) y al menos una parte de la primera superficie 35 y al menos una parte de la segunda superficie 10 están dispuestas con respecto al reborde 40.

El escudo 5 puede incluir una región 45 que se refrigera de manera conductiva (por ejemplo, produciéndose la refrigeración dentro de la región con un gradiente de temperatura por la región) mediante al menos uno del flujo de gas o el flujo de líquido. La región 45 puede ser cualquier parte del escudo que no esté en contacto con el

refrigerante (por ejemplo, un medio de refrigeración tal como un líquido o gas). En algunos ejemplos, la región es la superficie del escudo expuesta al metal fundido proyectado o incluso una parte del escudo por debajo de la superficie en contacto con el refrigerante. El flujo de líquido puede tener una temperatura suficientemente baja (por ejemplo, inferior a aproximadamente 60 grados Fahrenheit o 40 grados Fahrenheit) de modo que el flujo de líquido enfríe el escudo 5 mediante refrigeración por contacto de la segunda superficie 10 y enfriando de manera conductiva el resto del escudo 5. El escudo 5 está configurado para proporcionar un trayecto térmicamente conductor entre al menos la primera superficie 35 o la segunda superficie 10 a la región 45 refrigerada de manera conductiva. El escudo 5 es una estructura unitaria hecha de metal o un medio térmicamente conductor. En algunos ejemplos, el escudo 5 está compuesto por una pluralidad de estructuras compuestas por un medio térmico uniforme, que forman un trayecto uniforme térmicamente conductor. En algunas realizaciones, el escudo 5 está compuesto por una pluralidad de estructuras que tienen propiedades térmicas similares.

El escudo 5 puede ser para una antorcha de arco de plasma (no mostrada) que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo una proyección de metal fundido dirigida a la antorcha. El escudo 5 puede incluir una parte configurada para refrigerarse directamente mediante un líquido que fluye (por ejemplo, la segunda superficie 10) y un primer mecanismo 15A de sellado y un segundo mecanismo 15B de sellado dispuestos con respecto a la parte refrigerada mediante el líquido. La parte configurada para refrigerarse directamente mediante el líquido (por ejemplo, la segunda superficie 10) puede estar dispuesta sobre una superficie externa del escudo 5 y la parte configurada para refrigerarse directamente mediante el gas puede estar dispuesta sobre una superficie interna del escudo 5. Los mecanismos 15A y 15B de sellado primero y segundo pueden estar configurados para retener el líquido que fluye refrigerando directamente la parte refrigerada por líquido del escudo (por ejemplo, la segunda superficie 10) con respecto a un capuchón retenedor (no mostrada) de una antorcha de arco de plasma. El mecanismo 15A o 15B de sellado puede ser al menos una de una junta tórica, junta de estanqueidad epoxídica o junta de estanqueidad de contacto de metal duro. El escudo también puede incluir una parte configurada para refrigerarse directamente mediante un gas (por ejemplo, primera superficie 35). El escudo también puede incluir un labio (por ejemplo, reborde 40), donde la parte configurada para refrigerarse directamente mediante el líquido (por ejemplo, la segunda superficie 10) está dispuesta sobre el labio (por ejemplo, reborde 40).

Un método para reducir la formación de escoria sobre un escudo 5 sujeto a una antorcha de arco de plasma (no mostrada), que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo metal fundido proyectado dirigido a la antorcha, puede incluir refrigerar por contacto una primera superficie 35 del escudo 5 mediante un flujo de gas. El método también puede incluir refrigerar por contacto una segunda superficie 10 del escudo 5 mediante un flujo de líquido y proporcionar un conjunto 15A y 15B de sellado para retener el flujo de líquido, estando configurado el conjunto 15A y 15B de sellado para retener el líquido en contacto con la segunda superficie 10 con respecto a un capuchón retenedor (no mostrado) de la antorcha de arco de plasma. El método también puede incluir refrigerar de manera conductiva una tercera superficie 20 del escudo 5 expuesta al metal fundido proyectado proporcionando un trayecto conductor térmico formado al menos en parte por un material térmicamente conductor en comunicación térmica con la primera superficie 35 y la segunda superficie 10. La etapa de refrigerar por contacto la segunda superficie 10 mediante el flujo de líquido puede incluir proporcionar un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo 5.

La figura 3 es una sección transversal parcial de un escudo 50 dispuesto con respecto a una antorcha 55 de arco de plasma, según una realización ilustrativa. El escudo 50 puede estar en comunicación con una antorcha 55 de arco de plasma. En algunas realizaciones, el escudo 50 incluye un conjunto 60A y 60B de sellado en comunicación mecánica con un capuchón 65 retenedor de la antorcha 55 de arco de plasma. El conjunto 60A y 60B de sellado del escudo 50 puede ser una pluralidad de juntas tóricas. Las juntas tóricas pueden estar configuradas para retener el flujo de líquido que refrigera por contacto la segunda superficie 70 del escudo (por ejemplo, refrigerando una superficie poniéndola en contacto con un refrigerante). En algunos ejemplos, la refrigeración del escudo 50 implica proporcionar un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo 50. El flujo de líquido puede tener una temperatura suficientemente baja (por ejemplo, inferior a aproximadamente 60 grados Fahrenheit o 40 grados Fahrenheit) de modo que el flujo de líquido enfríe el escudo 50 mediante refrigeración por contacto de la segunda superficie 70 y enfriando de manera conductiva el resto del escudo 50 (por ejemplo, produciéndose el enfriamiento dentro del resto del escudo con un gradiente de temperatura por el resto del escudo 50). El escudo 50 está sujeto a la antorcha 55 de arco de plasma de modo que el escudo 50 está en comunicación mecánica con el capuchón 65 de retención, formando un trayecto 75 que permite que un líquido fluya desde una fuente (no mostrada) a través de la antorcha 55 de arco de plasma, fluya hacia y refrigere por contacto la segunda superficie 70 del escudo 50 y fluya de vuelta a través de la antorcha 55 de arco de plasma.

Un método para reducir la formación de escoria sobre un escudo 50 sujeto a una antorcha 55 de arco de plasma, que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo metal fundido proyectado dirigido a la antorcha 55, puede incluir refrigerar rápidamente el escudo 50 sujeto a la antorcha 50 de arco de plasma con un flujo de medio de refrigeración. El método puede incluir retener el flujo de medio de refrigeración en la antorcha 55 de arco de plasma y refrigerar de manera repetida el escudo 50 (por ejemplo, refrigerar el escudo una pluralidad de veces, una pluralidad de ciclos, etc.) para evitar la formación de escoria sobre una superficie del escudo expuesta al metal fundido proyectado. La etapa de refrigerar rápidamente puede incluir refrigerar el escudo 50 de modo que se

refrigere el metal fundido para evitar que se refuerce la adhesión entre el metal fundido y el escudo 50. La refrigeración rápida del escudo 50 también puede incluir refrigerar el escudo 50 de modo que el escudo 50 permanezca a sustancialmente la misma temperatura durante la perforación que antes de la perforación extrayendo el calor del metal fundido en contacto con la superficie del escudo 50. La etapa de refrigerar rápidamente el escudo 50 puede incluir refrigerar por contacto una superficie del escudo 50 en comunicación térmica con la superficie del escudo 50 expuesta al metal fundido proyectado. La superficie del escudo 50 expuesta al metal fundido proyectado puede refrigerarse de manera conductiva. En algunas realizaciones, el escudo 50 se refrigera hasta por debajo de la temperatura ambiente. El escudo puede refrigerarse hasta por debajo de aproximadamente 60 grados Fahrenheit.

La figura 4 es otra vista en sección transversal del escudo 50 y una antorcha de arco de plasma según una realización ilustrativa. La antorcha 55 de arco de plasma incluye un cuerpo 80 de antorcha, un electrodo 85 (por ejemplo, cátodo) montado dentro del cuerpo, una boquilla 90 (por ejemplo, ánodo) con un orificio 95 central que produce un arco piloto hacia el electrodo 85 para iniciar un arco de plasma. También se ilustran pasos y conexiones eléctricas asociadas para el gas 100A de plasma, pasos para el líquido 100B de refrigeración y pasos para el gas 100C de escudo. En esta realización, el escudo 50 está dispuesto con respecto a una antorcha 55 de arco de plasma. El escudo 50 generalmente rodea la boquilla 90. En algunas realizaciones, el escudo 50 incluye un reborde 105. El escudo 50 también incluye un dispositivo 110 de sujeción para sujetar el escudo 50 a la antorcha 55 de arco de plasma. El dispositivo 110 de sujeción puede ser una parte roscada que puede enroscarse al cuerpo 80 de antorcha o a un capuchón 65 retenedor. En esta realización, un trayecto 75 permite que un líquido fluya desde una fuente (no mostrada) a través de la antorcha 55 de arco de plasma, refrigere el electrodo 85, refrigere la superficie externa de la boquilla 90, fluya hacia y refrigere por contacto la segunda superficie 70 del escudo 50 y fluya de vuelta a través de la antorcha 55 de arco de plasma. En algunas realizaciones, los componentes de la antorcha 55 de arco de plasma (por ejemplo, el electrodo 85, la boquilla 90, el escudo 50) pueden refrigerarse en una secuencia diferente/alternativa. En algunas realizaciones, la refrigeración del escudo 50 implica proporcionar un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo 50.

La primera superficie 115 refrigerada por contacto (por ejemplo, refrigerada poniendo en contacto una superficie con un refrigerante) mediante un flujo de gas está dispuesta sobre una superficie interna del escudo 50. El escudo 50 puede incluir pasos para que salga el flujo de gas, permitiendo que el flujo de gas no sólo refrigere por contacto la primera superficie 115, sino que también actúe como gas de escudo que protege el escudo 50 frente al metal fundido proyectado a medida que sale del escudo. En algunos ejemplos, el escudo 50 incluye un reborde 105 y al menos una parte de la primera superficie 115 está dispuesta sobre una superficie interna del reborde 105.

El escudo 50 incluye un reborde 105 y al menos una parte de la segunda superficie 70 refrigerada por contacto mediante un flujo de líquido puede estar dispuesta sobre una superficie externa del reborde 105. En algunos ejemplos, el flujo de líquido refrigera por contacto la segunda superficie 70 del escudo 50 proporcionando un flujo de líquido constante alrededor de la superficie externa del escudo 50. En algunas realizaciones, el flujo de líquido constante se proporciona alrededor de una superficie externa del reborde 105.

El flujo de líquido puede tener una temperatura suficientemente baja (por ejemplo, inferior a aproximadamente 60 grados Fahrenheit o 40 grados Fahrenheit) de modo que el flujo de líquido enfríe el escudo 50 mediante refrigeración por contacto de la segunda superficie 70 y enfriando de manera conductiva el resto del escudo 50 (por ejemplo, produciéndose el enfriamiento dentro del resto del escudo con un gradiente de temperatura por el resto del escudo 50). Como puede observarse en la figura 4, el escudo puede incluir una tercera superficie 125 que está dispuesta sobre una superficie externa del escudo y está expuesta a la proyección de metal fundido cuando la antorcha de arco de plasma perfora y corta una pieza de trabajo metálica. El escudo 50 está compuesto por un medio térmico uniforme, que permite que la tercera superficie 125 se refrigere de manera conductiva mediante al menos uno del flujo de gas o el flujo de líquido.

Un sistema de antorcha de arco de plasma puede incluir una antorcha 55 de arco de plasma, un dispositivo de refrigeración (no mostrado) configurado para proporcionar un medio de refrigeración y un escudo 50 dispuesto con respecto a la antorcha 55 de arco de plasma, estando expuesta una primera parte del escudo al metal fundido proyectado (por ejemplo, tercera superficie 125). El escudo 50 puede incluir una segunda parte refrigerada directamente mediante el medio de refrigeración (por ejemplo, primera superficie 115, segunda superficie 70 o cualquier combinación de las mismas) que fluye desde el dispositivo de refrigeración, la segunda parte (por ejemplo, primera superficie 115, segunda superficie 70 o cualquier combinación de las mismas) en comunicación térmica con la primera parte expuesta al metal fundido proyectado. Un dispositivo de sellado (por ejemplo, conjunto 60A o 60B de sellado) también puede estar configurado para retener el medio de refrigeración que fluye desde el dispositivo de refrigeración, estando configurado el dispositivo de sellado para retener el medio de refrigeración en contacto con la segunda parte del escudo en la antorcha de arco de plasma. El dispositivo de refrigeración puede ser un refrigerador. En algunas realizaciones, el medio de refrigeración refrigera de manera repetida (por ejemplo, refrigerando el escudo una pluralidad de veces, una pluralidad de ciclos, etc.) la segunda parte.

La figura 5 es un dibujo que ilustra un escudo 130 refrigerado mediante un líquido, según un ejemplo ilustrativo. En este ejemplo, el líquido fluye desde el suministro 135 a través de un canal 140 de suministro, a través de un espacio

145 de refrigeración anular, refrigerando por contacto el flujo de líquido (por ejemplo, refrigerando una parte o superficie poniéndola en contacto con un refrigerante o medio de refrigeración) una parte de una superficie 155 externa sobre el escudo. En algunos ejemplos, el escudo 130 comprende un reborde 150 y el flujo de líquido refrigera por contacto una parte de una superficie externa del escudo 155 sobre el reborde 150. En este ejemplo, después de refrigerar por contacto una parte de una superficie externa del escudo 155, el líquido fluye desde el escudo 130 a través de un canal 160 de retorno. Esta configuración puede permitir un flujo de líquido constante alrededor de una superficie externa del escudo 130.

En algunos ejemplos, la superficie 155 externa del escudo, que se refrigera por contacto mediante el flujo de líquido, está dispuesta con respecto a un primer extremo 161 del escudo 130. En algunos ejemplos, el escudo incluye una superficie expuesta al metal 165 fundido proyectado dispuesta con respecto a un segundo extremo 162 (por ejemplo, extremo distal) del escudo 130. En algunos ejemplos, la superficie 155 externa, que se refrigera por contacto mediante el flujo de líquido, está dispuesta de manera proximal con respecto a la superficie expuesta al metal 165 fundido proyectado.

La retención del flujo de líquido permite una refrigeración por contacto sin pérdidas del escudo 130 mediante el flujo de líquido. El escudo 130 está compuesto por un material que proporciona un medio térmico uniforme (por ejemplo, metal). El proporcionar un flujo de líquido constante que refrigera por contacto una parte de una superficie externa del escudo de manera conductiva (por ejemplo, produciéndose la refrigeración en una parte de una superficie externa del escudo con un gradiente de temperatura por la parte de una superficie externa del escudo), y de manera repetida (por ejemplo, refrigerando el escudo una pluralidad de veces, una pluralidad de ciclos, etc.), refrigera la superficie expuesta al metal 165 fundido proyectado. El proporcionar el flujo de líquido constante permite una refrigeración rápida y repetida del escudo 130 (por ejemplo, mediante refrigeración conductiva) para evitar la formación de escoria sobre una superficie del escudo expuesta al metal 165 fundido proyectado. El flujo de líquido puede tener una temperatura suficientemente baja (por ejemplo, inferior a aproximadamente 60 grados Fahrenheit o 40 grados Fahrenheit) de modo que el flujo de líquido enfríe el escudo 130 mediante la refrigeración por contacto de una parte de una superficie externa del escudo 155 y enfriando de manera conductiva el resto del escudo 130.

La refrigeración rápida de un escudo impide la adhesión entre metal fundido con el escudo y/o impide el refuerzo de la adhesión entre el metal fundido y el escudo. Por ejemplo, la refrigeración rápida del escudo puede incluir refrigerar el escudo lo suficientemente rápido como para refrigerar de manera repetida (por ejemplo, refrigerar el escudo una pluralidad de veces, una pluralidad de ciclos, etc.) chorros en estado fundido para: i) evitar la adhesión de metal fundido al escudo o ii) evitar que el metal fundido entre en contacto fuerte con el escudo antes de la solidificación del metal fundido. La refrigeración rápida del escudo puede incluir refrigerar por contacto al menos una parte de una superficie del escudo o refrigerar de manera conductiva regiones del escudo. La refrigeración rápida del escudo puede incluir refrigerar el escudo de modo que el escudo permanezca a sustancialmente la misma temperatura durante una pulverización de metal fundido extrayendo el calor del metal fundido en contacto con el escudo. La refrigeración rápida del escudo puede lograrse a través de las realizaciones descritas en las figuras 1-5.

La figura 6 es un gráfico que muestra la acumulación de escoria en ensayos de protocolo de perforación que utilizan un escudo según una realización ilustrativa. Los ensayos de protocolo de perforación se llevaron a cabo pesando el conjunto de escudo/capuchón externo después de cada 25ª perforación como indicador del nivel de acumulación de escoria. Los ensayos se realizaron usando acero dulce (MS) de 1-1/2". El eje x 175 del gráfico indica el número de perforaciones y el eje y 180 del gráfico indica la masa de escoria que se acumuló. Se usaron tres niveles diferentes de temperatura de refrigerante a granel: 135 grados Fahrenheit, 85 grados Fahrenheit y 38 grados Fahrenheit. El fluido de refrigeración fue agua y se eligieron los 38 grados Fahrenheit como extremo inferior de la temperatura útil del agua. El rendimiento puede mejorarse si se usan aditivos o incluso otros líquidos (por ejemplo, glicol). Los resultados del ensayo de protocolo indicaron que la refrigeración del escudo permitía que el escudo resistiera las 300 perforaciones. El gráfico 170 muestra que cuando no se refrigeraba el escudo, el escudo se fundía antes de poder alcanzar las 50 perforaciones. La temperatura del agua de 38 grados Fahrenheit dio como resultado una cantidad reducida de acumulación de escoria sobre el escudo.

La figura 7 es un gráfico alternativo que ilustra los datos de la figura 6 que muestra la escoria sobre un escudo enfriado frente a uno refrigerado en ensayos de protocolo de perforación que utilizan un escudo según una realización ilustrativa. En la figura 7, el eje x 190 indica los tres diferentes niveles de temperatura de refrigerante a granel usada en el ensayo de protocolo de perforación: 135 grados Fahrenheit, 85 grados Fahrenheit y 38 grados Fahrenheit. El eje y 195 indica la suma de la escoria medida por 300 perforaciones utilizando el escudo según una realización ilustrativa. El gráfico 185 muestra que una temperatura inferior del escudo refrigerado se correlaciona con una suma inferior de escoria medida a través de las 300 perforaciones. Por ejemplo, un escudo refrigerado a 135 grados Fahrenheit acumuló una suma de 198 gramos de escoria por las 300 perforaciones durante los ensayos de protocolo de perforación. Un escudo refrigerado a 85 grados Fahrenheit acumuló una suma de 175 gramos de escoria por las 300 perforaciones durante los ensayos de protocolo de perforación. En comparación, un escudo enfriado a 38 grados Fahrenheit acumuló una suma de 31 gramos de escoria por las 300 perforaciones durante los ensayos de protocolo de perforación.

La figura 8 es un dibujo de una sección transversal parcial de un apilamiento de consumibles para una antorcha 200 de arco de plasma según una realización ilustrativa. La antorcha 200 de arco de plasma puede incluir un electrodo (por ejemplo, electrodo 85 de la figura 4), un escudo 205, una boquilla 210, un capuchón 215 de retención que puede sujetarse con respecto a la boquilla 210 y un capuchón 220 de retención de escudo que puede sujetarse con respecto al escudo 205. La antorcha de arco de plasma puede incluir canales 225A, 225B, y 230 de refrigerante líquido. La antorcha de arco de plasma también puede tener un canal 235 de flujo de gas.

La antorcha 200 de arco de plasma puede incluir un cuerpo de antorcha (por ejemplo, el cuerpo 80 de antorcha de la figura 4) que incluye un trayecto de flujo de gas de plasma para dirigir un gas de plasma hacia una cámara de plasma en la que se forma un arco de plasma. La cámara de plasma puede estar definida al menos en parte por el electrodo y una boquilla 210 dispuesta con respecto al electrodo para definir la cámara de plasma. Un capuchón de retención interna (por ejemplo, capuchón 215 de retención) puede sujetarse con respecto a la boquilla 210. En algunas realizaciones, un escudo 205 está dispuesto con respecto a la boquilla 210 y un capuchón de retención externa (por ejemplo, capuchón 220 de retención de escudo) está sujeto con respecto al escudo 205.

El capuchón 215 de retención (por ejemplo, capuchón de retención de boquilla) puede incluir un componente 240 externo y un componente 245 interno. El componente 240 externo puede tener una superficie 250 interior y una superficie 255 exterior. La superficie 255 exterior del componente externo puede definir, al menos en parte, un canal 225A de refrigerante líquido. El capuchón 215 de retención también puede incluir un componente 245 interno dispuesto circunferencialmente dentro del componente 240 externo. El componente 245 interno puede tener una superficie 260 exterior y una superficie 265 interior. La superficie 265 interior del componente 245 interno puede sujetarse con respecto a una boquilla 210 de la antorcha 200 de arco de plasma.

El canal 235 de flujo de gas de la antorcha 200 de arco de plasma puede estar definido al menos en parte por la superficie 250 interior del componente 240 externo y la superficie 260 exterior del componente 245 interno del capuchón 215 de retención. Una abertura 270 (por ejemplo, abertura de salida) puede disponerse en un extremo del canal 235 de flujo de gas. La abertura 270 puede disponerse entre la superficie 250 interior del componente 240 externo y la superficie 260 exterior del componente 245 interno del capuchón 215 de retención.

La superficie 265 interior del componente 245 interno puede definir, al menos en parte, otro canal 230 de refrigerante líquido. En algunas realizaciones, la superficie 265 interior del componente 245 interno puede incluir un conjunto 275 de sellado que sella el refrigerante líquido con respecto a un cuerpo de antorcha de arco de plasma. La superficie 265 interior del componente 245 interno y el cuerpo de antorcha de arco de plasma puede definir, al menos en parte, un canal 230 de refrigerante líquido. La superficie 255 exterior del componente 240 externo y un capuchón 220 de retención de escudo (por ejemplo, capuchón de retención externa) de la antorcha 200 de arco de plasma pueden definir, al menos en parte, el canal 225A de refrigerante líquido. En algunas realizaciones el canal 225A de refrigerante líquido puede estar en comunicación de fluido (por ejemplo, conectado a través de un conducto de fluido, paso, tubos, etc.) con el canal 230 de refrigerante líquido. El canal 225A de refrigerante líquido puede ser un flujo de suministro de refrigerante líquido. En algunas realizaciones, el canal 225B de refrigerante líquido puede ser un flujo de retorno de refrigerante líquido. El canal 235 de flujo de gas puede suministrar un gas de protección a una pieza de trabajo.

En algunos ejemplos, el capuchón 215 de retención incluye una carcasa (por ejemplo, componente 240 externo) que tiene una superficie exterior (por ejemplo, superficie 255 exterior) que define, al menos en parte, el canal 225A de refrigerante líquido. El capuchón 215 de retención puede incluir un revestimiento (por ejemplo, un componente 245 interno) que está dispuesto circunferencialmente dentro de la carcasa. El revestimiento puede incluir una superficie interior (por ejemplo, superficie 265 interior del componente interno) que define, al menos en parte, el canal 230 de refrigerante líquido. El capuchón 215 de retención puede incluir un canal 235 de flujo de gas que está definido al menos en parte por y ubicado entre la carcasa y el revestimiento.

Un capuchón 220 de retención de escudo puede incluir un componente 280 externo y un componente 285 interno. El componente 280 externo del capuchón 220 de retención de escudo puede incluir una superficie 290 interior y una superficie 295 exterior. El componente 285 interno puede estar dispuesto circunferencialmente dentro del componente 280 externo. El componente 285 interno puede tener una superficie 300 interior y una superficie 305 exterior. Al menos uno del componente 285 interno o el componente 280 externo puede sujetarse con respecto a un escudo 205.

El canal 225A de refrigerante líquido puede estar definido, al menos en parte, por una parte de la superficie 300 interior del componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo. En algunas realizaciones, la superficie 300 interior del componente 285 interno y un capuchón 215 de retención (por ejemplo, capuchón de retención de boquilla/interno) definen, al menos en parte, el canal 225A de refrigerante líquido. El canal 225B de refrigerante líquido puede estar definido, al menos en parte, por la superficie 305 exterior del componente 285 interno y la superficie 290 interior del componente 280 externo del capuchón 220 de retención de escudo. En algunas realizaciones, el canal 225A y 225B de refrigerante líquido constituyen una primera parte de un canal de refrigerante líquido y una segunda parte del mismo canal, respectivamente. En algunos ejemplos los canales 225A y

225B de refrigerante líquido dirigen un refrigerante sobre un escudo 205. El canal 225A de refrigerante líquido puede servir como trayecto para un flujo de suministro de refrigerante y el canal 225B de refrigerante líquido puede servir como trayecto para dirigir un flujo de retorno de refrigerante. El capuchón 220 de retención de escudo también puede incluir una abertura 310 en un extremo del canal 225A y/o 225B de refrigerante líquido. La abertura 310 puede estar dispuesta entre la superficie 305 exterior del componente 285 interno y la superficie 290 interna del componente 280 externo del capuchón 220 de retención de escudo. La abertura 310 puede disponerse en un extremo de al menos uno del componente 280 externo o el componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo.

En algunos ejemplos, el capuchón 220 de retención de escudo puede incluir una carcasa (por ejemplo, componente 280 externo del capuchón 220 de retención de escudo) y un revestimiento (por ejemplo, componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo). El revestimiento del capuchón 220 de retención de escudo puede disponerse circunferencialmente dentro de una superficie interior de la carcasa (por ejemplo, superficie 300 interior del componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo). El canal 225A de refrigerante líquido puede estar definido, al menos en parte, por una superficie interior del revestimiento. El canal 225B de refrigerante líquido puede estar definido, al menos en parte, por una parte de la superficie interior de la carcasa y una parte de una superficie exterior del revestimiento (por ejemplo, superficie 305 exterior del componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo).

Un método para refrigerar una antorcha de arco de plasma puede incluir dirigir un refrigerante líquido hacia un electrodo (por ejemplo, electrodo 85 de la figura 4), dirigir el refrigerante líquido hacia una boquilla 210 a través de un primer canal de refrigerante líquido (por ejemplo, canal 230 de refrigerante líquido) definido, al menos en parte, por un primer capuchón de retención (por ejemplo, capuchón 215 de retención) y dirigir el refrigerante líquido desde la boquilla 210 hacia un escudo 205 a través de un segundo canal de refrigerante líquido (por ejemplo, canal 225A y/o 225B de refrigerante líquido) definido, al menos en parte, por un segundo capuchón de retención (por ejemplo, capuchón 220 de retención de escudo). Alternativamente, en algunas realizaciones, puede invertirse o reordenarse la secuencia en la que el refrigerante se dirige hacia el electrodo, la boquilla y el escudo.

La figura 9 es un dibujo que deja ver el interior de consumibles de una antorcha 315 de arco de plasma según un ejemplo ilustrativo. La antorcha de arco de plasma puede incluir un capuchón 215 de retención y un capuchón 220 de retención de escudo que pueden definir canales 225A, 225B de refrigerante y un canal 235 de flujo de gas.

El capuchón 215 de retención puede incluir un componente 240 externo y un componente 245 interno. El componente 245 interno del capuchón 215 de retención puede incluir una superficie 265 interior y una superficie 260 exterior. El componente 240 externo del capuchón 215 de retención puede incluir una superficie 250 interna y una superficie 255 externa. La superficie 265 interior del componente 245 interno puede definir una parte del canal de refrigerante líquido (por ejemplo, canal 230 de refrigerante líquido en la figura 8 anterior). El canal 235 de flujo de gas puede estar dispuesto entre o definido por el componente 240 externo y el componente 245 interno del capuchón 215 de retención.

El capuchón 220 de retención de escudo también puede incluir un componente 280 externo y un componente 285 interno. El componente 280 externo del capuchón 220 de retención de escudo puede incluir una superficie 295 exterior y una superficie 290 interior. El componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo puede incluir una superficie 305 exterior y una superficie 300 interior. Un canal de refrigerante líquido compuesto por los canales 225A y 225B de refrigerante líquido puede estar formado por el componente 280 externo y el componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo. El canal 225A de refrigerante líquido puede estar formado al menos en parte por el componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo y un componente 240 externo de un capuchón de retención de boquilla (por ejemplo, capuchón 215 de retención). El canal 225B de refrigerante líquido puede estar dispuesto entre y definido por el componente 280 externo y el componente 285 interno del capuchón 220 de retención de escudo.

El capuchón 220 de retención de escudo puede incluir un cuerpo sustancialmente cilíndrico (por ejemplo, un cuerpo compuesto por el componente 280 externo y el componente 285 interno) dimensionado para recibir un escudo 205 de la antorcha de arco de plasma. El capuchón 220 de retención de escudo puede incluir un canal de refrigerante líquido (por ejemplo, que comprende los canales 225A y 225B de refrigerante líquido) definido por el cuerpo sustancialmente cilíndrico. En algunas realizaciones, el refrigerante líquido se suministra a través del canal 225A de refrigerante líquido, incide sobre una parte del escudo 205 (por ejemplo, el reborde del escudo) y vuelve a través del canal 225B de refrigerante líquido. El canal de refrigerante líquido puede incluir un trayecto de retorno (por ejemplo, el canal 225B de refrigerante líquido) y un trayecto de suministro (por ejemplo, el canal 225A de refrigerante líquido) que dirige un refrigerante para incidir sobre una parte 320 que se extiende circunferencialmente del escudo. La temperatura del refrigerante que incide sobre el escudo 205 puede ser uniforme en cada punto a lo largo de la parte 320 que se extiende circunferencialmente del escudo.

En algunos ejemplos, el cuerpo sustancialmente cilíndrico incluye un componente externo sustancialmente cilíndrico (por ejemplo, componente 280 externo) y un componente interno sustancialmente cilíndrico (por ejemplo,

5 componente 285 interno) dispuesto dentro del componente externo. El trayecto de suministro del canal de refrigerante líquido (por ejemplo, canal 225A de refrigerante líquido) puede estar formado al menos en parte por una superficie interior (por ejemplo, superficie 300 interior) del componente interno sustancialmente cilíndrico. En algunas realizaciones, el trayecto de retorno (por ejemplo, canal 225B de refrigerante líquido) del canal de refrigerante líquido está formado al menos en parte por una superficie exterior (por ejemplo, superficie 305 exterior del componente interno) del componente interno sustancialmente cilíndrico y una superficie interior (por ejemplo, superficie 290 interior del componente externo) del componente externo sustancialmente cilíndrico.

10 Aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a ejemplos ilustrativos específicos, se entenderá que pueden realizarse diversos cambios en cuanto a la forma y detalle sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Escudo (5, 50, 130, 205) para una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo una proyección de metal fundido dirigida a la antorcha, protegiendo el escudo (5, 50, 130, 205) componentes consumibles de la antorcha de arco de plasma frente al metal fundido proyectado, comprendiendo el escudo:
- un cuerpo;
- una primera superficie (35, 115) interna del cuerpo configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de gas;
- 10 una tercera superficie (20, 125) externa del cuerpo expuesta al metal fundido proyectado y configurada para refrigerarse de manera conductiva mediante el flujo de gas y el flujo de líquido para evitar que el metal fundido proyectado se adhiera a la tercera superficie;
- un orificio (30, 95, 96) está dispuesto en un extremo distal del cuerpo;
- 15 caracterizado porque comprende además una segunda superficie (10, 70) externa del cuerpo configurada para refrigerarse por contacto mediante un flujo de líquido; y un conjunto (15A, 15B, 60A, 60B) de sellado dispuesto adyacente a la segunda superficie (10, 70) externa del cuerpo y configurado para retener el flujo de líquido que refrigera por contacto la segunda superficie (10, 70).
2. Escudo según la reivindicación 1, en el que el conjunto de sellado incluye un primer mecanismo (15A, 60A) de sellado y un segundo mecanismo (15B, 60B) de sellado dispuestos alrededor de la segunda superficie externa del cuerpo.
- 20 3. Escudo según la reivindicación 2, en el que el primer mecanismo de sellado incluye una primera junta tórica y el segundo mecanismo de sellado incluye una segunda junta tórica.
4. Escudo según la reivindicación 1, en el que el conjunto de sellado está dispuesto entre la segunda superficie externa del cuerpo y la tercera superficie externa del cuerpo.
5. Escudo según la reivindicación 1, en el que se aplica uno cualquiera o más de lo siguiente:
- 25 a) el conjunto de sellado es al menos una de una junta tórica, junta de estanqueidad epoxídica o junta de estanqueidad de contacto de metal duro;
- b) el conjunto de sellado está dispuesto en un canal del cuerpo; y
- c) el conjunto de sellado está en comunicación mecánica con un capuchón (65) de retención.
6. Escudo según la reivindicación 1, en el que se aplica uno cualquiera o más de lo siguiente:
- 30 a) el escudo está compuesto por un medio térmico uniforme;
- b) el escudo es una estructura unitaria;
- c) el escudo comprende además un reborde (40, 105, 150) dispuesto de manera proximal con respecto a la tercera superficie externa del escudo que está expuesta al metal fundido proyectado, en el que al menos una parte de la segunda superficie externa está dispuesta sobre el reborde; y
- 35 d) el escudo está en comunicación con la antorcha (55) de arco de plasma, rodeando el escudo generalmente una boquilla (90) de la antorcha de arco de plasma.
7. Escudo según la reivindicación 1, que comprende además una región (45) refrigerada de manera conductiva mediante al menos uno del flujo de gas o el flujo de líquido.
- 40 8. Escudo según la reivindicación 7, en el que la región refrigerada de manera conductiva comprende un gradiente de temperatura por la región.
9. Método para reducir la formación de escoria sobre un escudo (5, 50, 130, 205) según la reivindicación 1, sujeto a

una antorcha de arco de plasma que perfora y corta una pieza de trabajo metálica produciendo metal fundido proyectado dirigido a la antorcha, que comprende:

refrigerar por contacto una primera superficie (35, 115) interna del escudo mediante un flujo de gas;

5 refrigerar por contacto una segunda superficie (10, 70) externa del escudo mediante un flujo de líquido, estando dispuesta la segunda superficie externa en un extremo proximal del escudo;

refrigerar de manera conductiva una tercera superficie (20, 125) externa del escudo expuesta al metal fundido proyectado, refrigerándose la tercera superficie externa de manera conductiva mediante el flujo de gas; y

proporcionar un conjunto (15A, 15B, 60A, 60B) de sellado adyacente a la segunda superficie externa para retener el flujo de líquido que refrigera por contacto la segunda superficie externa del escudo,

10 en el que un orificio (30, 95, 96) está dispuesto en un extremo distal del escudo, la tercera superficie externa está dispuesta con respecto al extremo distal y la segunda superficie externa está dispuesta de manera proximal con respecto a la tercera superficie externa.

10. Método según la reivindicación 9, que comprende además refrigerar de manera repetida el escudo para evitar la formación de escoria sobre la tercera superficie externa del escudo expuesta al metal fundido proyectado.

15 11. Método según la reivindicación 9, en el que el conjunto de sellado incluye un primer mecanismo (15A, 60A) de sellado y un segundo mecanismo (15B, 60B) de sellado dispuestos alrededor de la segunda superficie externa del escudo.

12. Método según la reivindicación 11, en el que el primer mecanismo de sellado incluye una primera junta tórica y el segundo mecanismo de sellado incluye una segunda junta tórica.

20 13. Método según la reivindicación 9, en el que el conjunto de sellado está dispuesto entre la segunda superficie externa del escudo y la tercera superficie externa del escudo.

14. Método según la reivindicación 9, en el que se aplica uno cualquiera o más de lo siguiente:

a) el conjunto de sellado es al menos una de una junta tórica, junta de estanqueidad epoxídica o junta de estanqueidad de contacto de metal duro;

25 b) el conjunto de sellado está dispuesto en un canal del escudo; y

c) el conjunto de sellado está en comunicación mecánica con un capuchón (65) de retención.

15. Método según la reivindicación 9, en el que se aplica uno cualquiera o más de lo siguiente:

a) el escudo está compuesto por un medio térmico uniforme;

b) el escudo es una estructura unitaria;

30 c) el escudo comprende además un reborde (40, 105, 150) dispuesto de manera proximal con respecto a la tercera superficie externa del escudo que está expuesta al metal fundido proyectado, en el que al menos una parte de la segunda superficie externa está dispuesta sobre el reborde; y

d) el escudo está en comunicación con la antorcha (55) de arco de plasma, rodeando el escudo generalmente una boquilla (90) de la antorcha de arco de plasma.

35 16. Sistema de antorcha de arco de plasma que comprende:

una antorcha (55, 200) de arco de plasma;

un dispositivo de refrigeración configurado para proporcionar un medio de refrigeración; y

un escudo (5, 50, 130, 205) según la reivindicación 1 dispuesto con respecto a la antorcha de arco de plasma.

17. Sistema según la reivindicación 6, en el que

- a) el dispositivo de refrigeración es un refrigerador; y/o
- b) el medio de refrigeración refrigera de manera repetida la segunda parte.

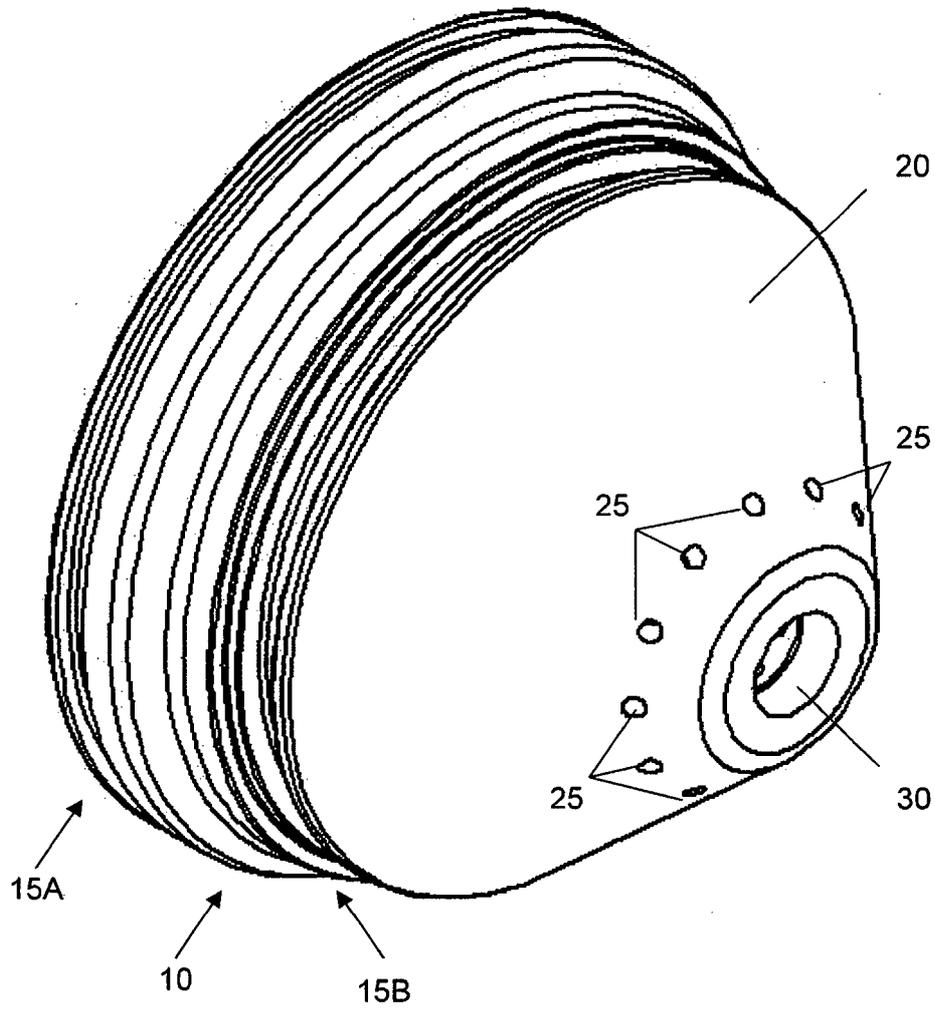


FIG. 1

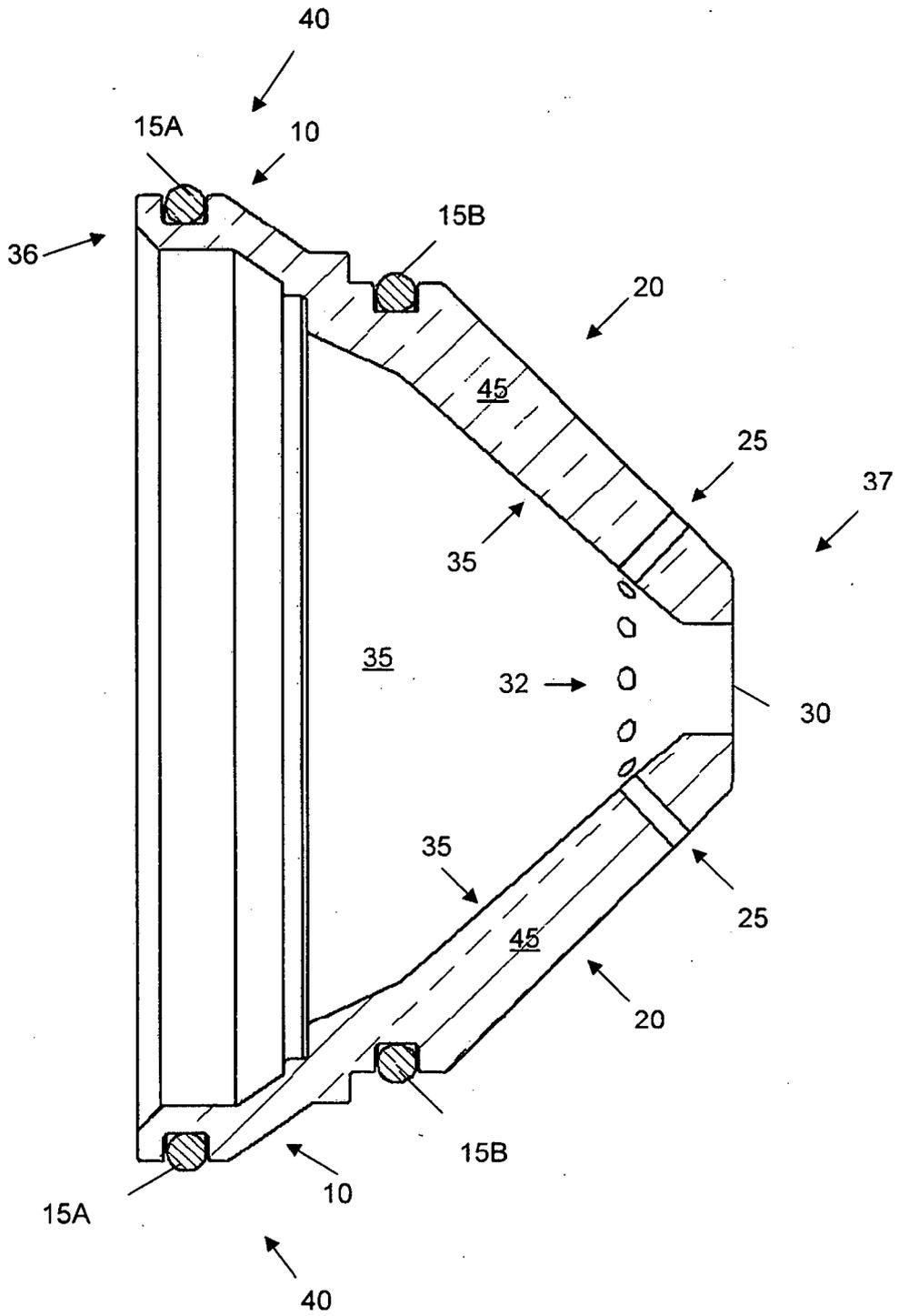


FIG. 2

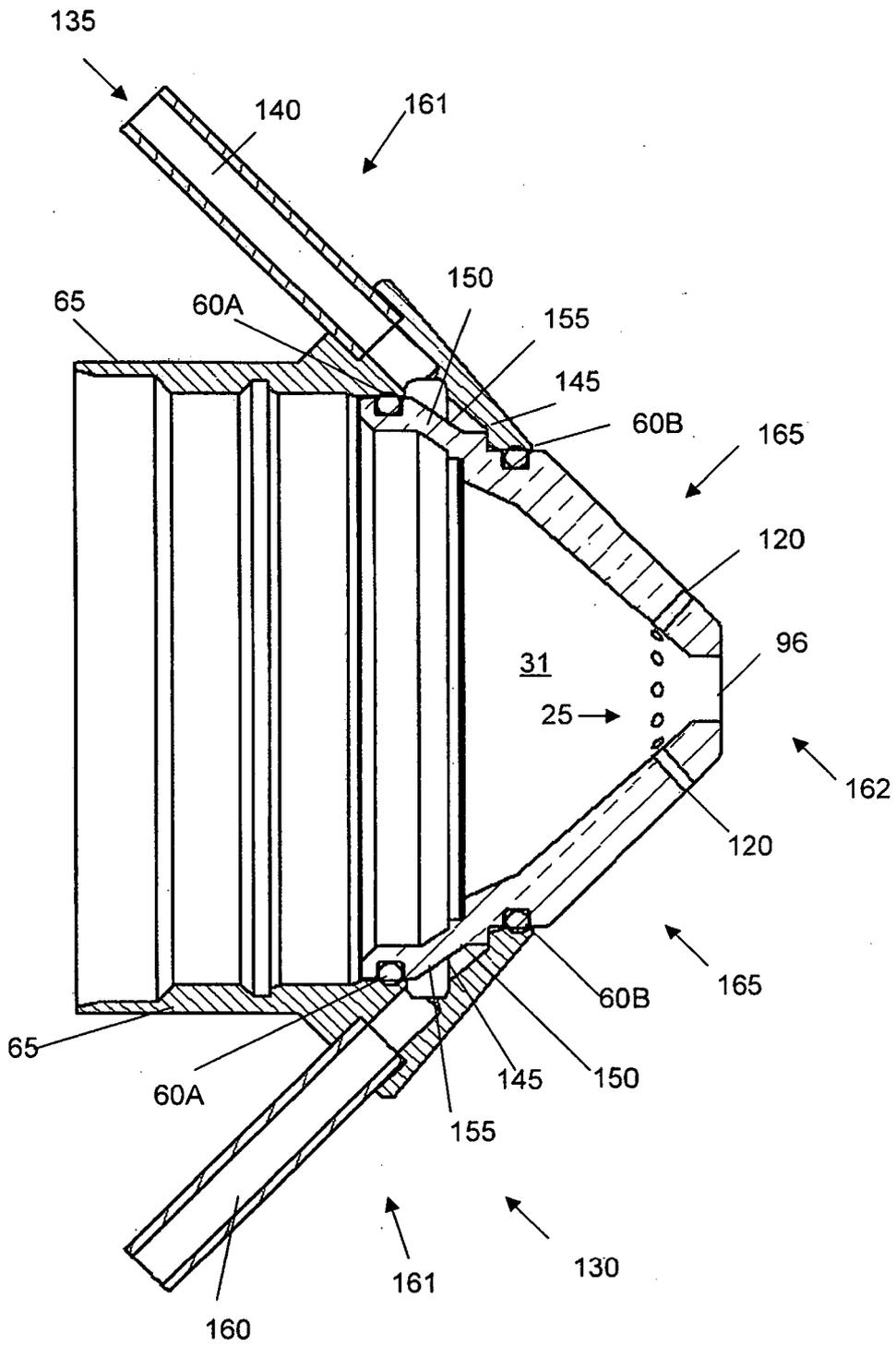


FIG. 5

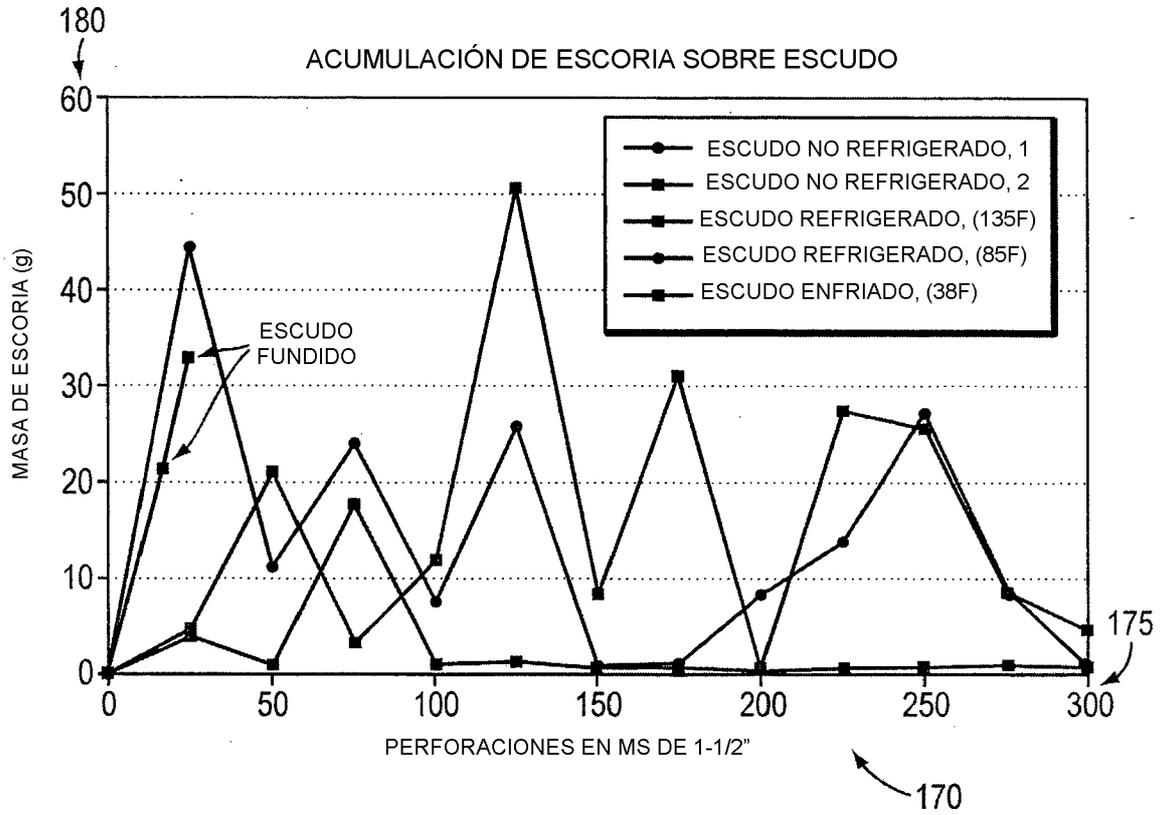


FIG. 6

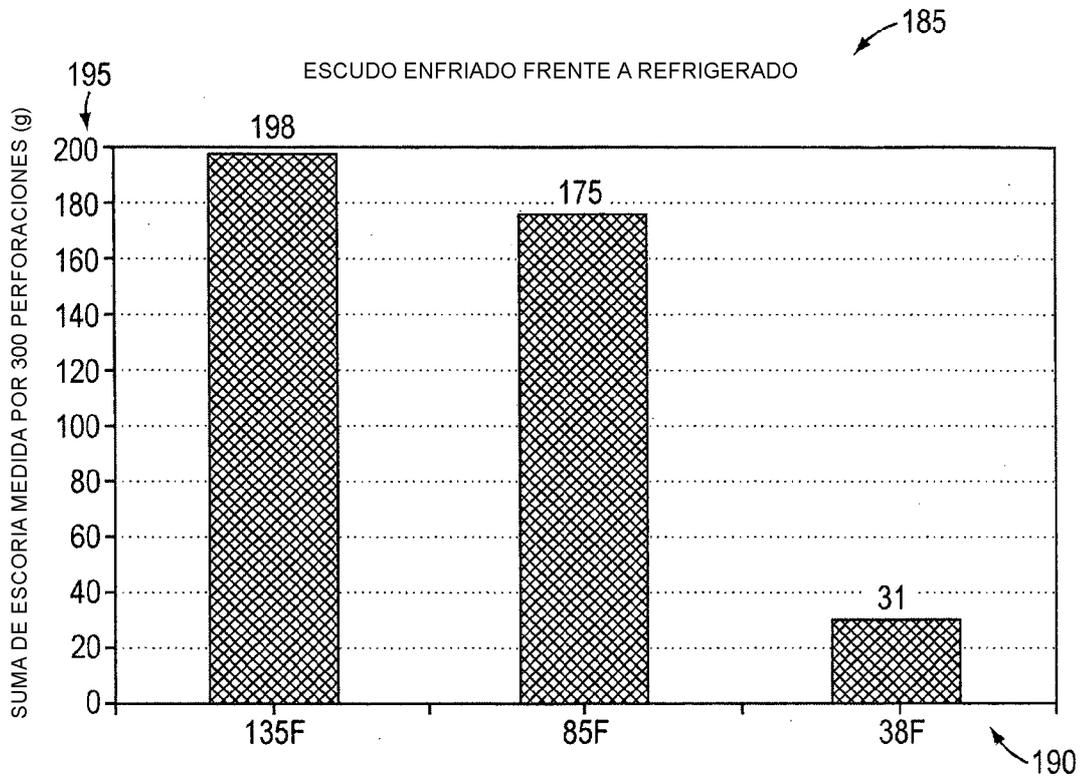


FIG. 7

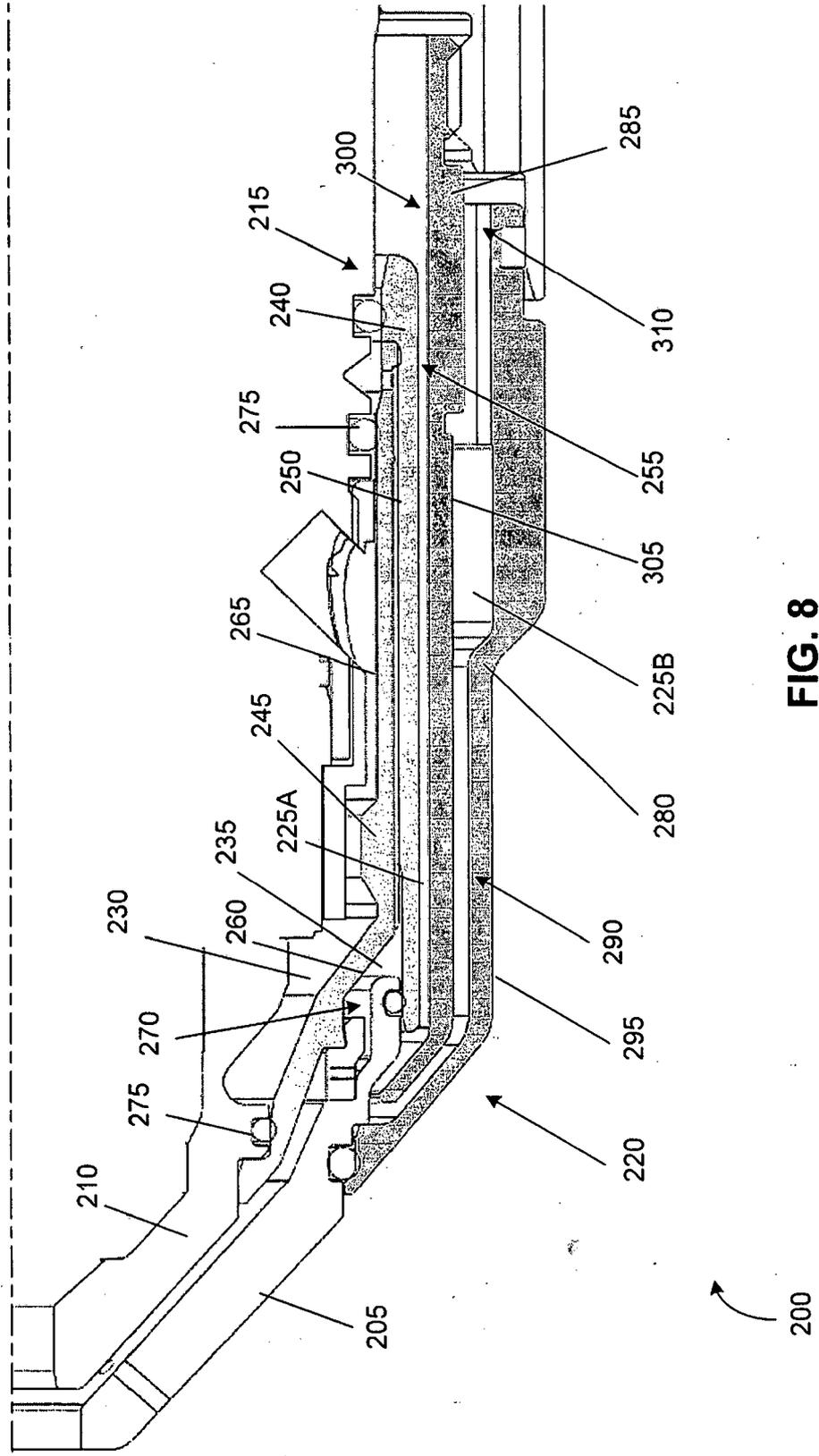


FIG. 8

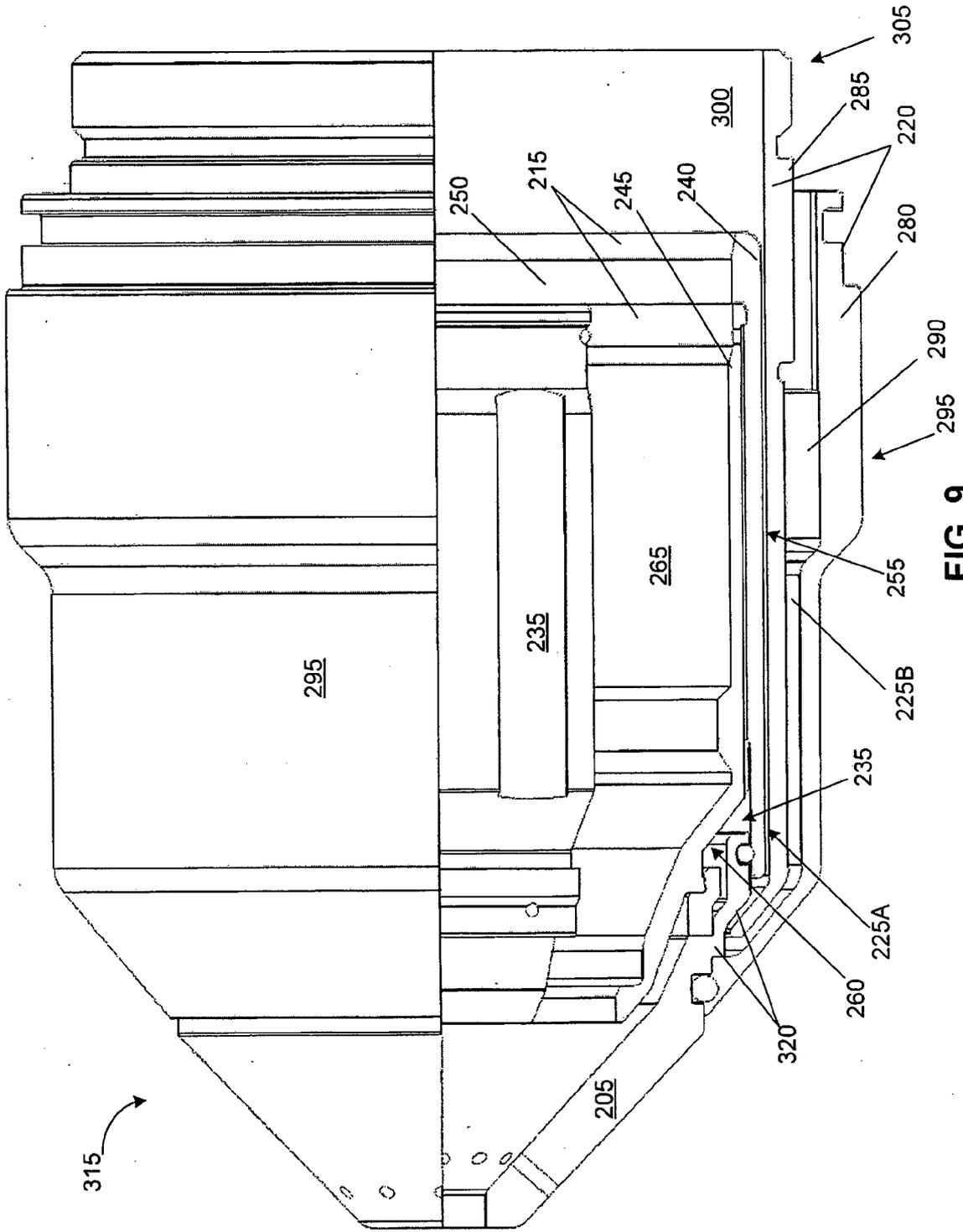


FIG. 9