

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 690**

51 Int. Cl.:

H05H 1/34 (2006.01)

H05H 1/24 (2006.01)

H05H 1/26 (2006.01)

H05H 1/32 (2006.01)

H05H 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2018** **PCT/US2018/022373**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2018** **WO18170090**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2018** **E 18768537 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023** **EP 3597017**

54 Título: **Enfriamiento optimizado de la pila de neutrodos para una pistola de plasma**

30 Prioridad:

16.03.2017 US 201762472202 P

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

24.10.2023

73 Titular/es:

**OERLIKON METCO (US) INC. (100.0%)
1101 Prospect Avenue
Westbury, NY 11590, US**

72 Inventor/es:

**MOLZ, RONALD J.;
HAWLEY, DAVE y
COLMENARES, JOSE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 951 690 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

Enfriamiento optimizado de la pila de neutrodos para una pistola de plasma

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 Las modalidades se refieren a pistolas de plasma tipo cascada, y más particularmente a neutrodos optimizados utilizados en dichas pistolas de plasma tipo cascada.

2. Discusión de información de antecedentes

15 Las pistolas de plasma tipo cascada proporciona ventajas al permitir voltajes más altos y arcos de plasma más estables, lo que resulta en una potencia de pistola más estable. El inconveniente de estas pistolas es el rechazo de calor que resulta de que el arco de plasma viaje a lo largo de una pila de neutrodos relativamente larga, lo cual provoca mayores pérdidas térmicas y limita la longitud práctica de la pila de neutrodos. Las pilas más largas resultan en mayores pérdidas térmicas, contrarrestando las ventajas de voltajes más altos y arcos más estables. Lo que se necesita es una estructura que optimice el enfriamiento para limitar las pérdidas térmicas sin causar daño térmico a la pila de neutrodos.

20 Las pilas de neutrodos actuales utilizan agujeros perforados colocados concéntricamente lo más cerca posible del orificio de plasma para eliminar el calor que podría dañar los neutrodos, los aislantes o las juntas tóricas de sellado. Las temperaturas del plasma dentro del orificio de plasma a menudo superan los 20,000K, por lo que el enfriamiento de la pila es un requisito esencial para evitar daños en los componentes.

25 Los diseños de enfriamiento existentes para las boquillas de pistolas de plasma convencionales, los canales y/o agujeros de enfriamiento de agua, típicamente se colocan lo más cerca posible del calibre de la pistola de plasma para mantener la temperatura de los materiales del calibre lo más baja posible y evitar daños. Este diseño se llevó a cabo en los diseños de los neutrodos como una forma efectiva de enfriamiento.

30 Recientes descubrimientos inventivos que cubren boquillas de pistola de plasma térmicamente optimizadas, por ejemplo, la Solicitud Internacional No. PCT/US2013/076603, revelaron que el enfriamiento de la boquilla podría ser alterado al mover los pasajes de agua lejos del calibre de la pistola de plasma y permitir que el material de cobre mueva las temperaturas pico de reducción de calor mientras aumenta las temperaturas promedio. La sección transversal de enfriamiento de agua podría reducirse para aumentar la velocidad del agua y proporcionar un enfriamiento efectivo suficiente para mantener temperaturas razonables en la boquilla de la pistola de plasma, al mismo tiempo que permite el aumento de la temperatura promedio a lo largo del orificio de la boquilla de plasma. Otros ejemplos de pistolas de plasma apiladas se describen en WO 2018/035619 A1 y EP 0 289 961 A.

40 Sumario de las modalidades

45 Las modalidades de la invención se dirigen a una estructura y método para optimizar el enfriamiento de una pila de neutrodos con el fin de reducir las temperaturas máximas o picos de la pila al mismo tiempo que se reducen las pérdidas de calor al agua de enfriamiento.

50 Se proporciona un diseño e implementación de una pila de neutrodos optimizada térmicamente para pistolas de plasma en cascada que reduce la pérdida térmica al agua al tiempo que minimiza las temperaturas máximas de la pila. Optimizar la refrigeración permitirá utilizar pilas de neutrodos más largas sin la penalización de altas pérdidas térmicas.

55 En este sentido, los inventores descubrieron que la técnica de alejar los pasajes de agua del calibre de la pistola de plasma, lo cual permite que el material de cobre del neutrodo mueva las temperaturas máximas de reducción de calor mientras aumenta las temperaturas promedio, podría ser utilizada en una pila de neutrodos de pistola de plasma en cascada para mejorar las características de enfriamiento sin efectos adversos en el comportamiento de la pistola.

60 Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se proporciona un neutrodo según la reivindicación 1, una pistola de plasma según la reivindicación 4 y un método para formar un neutrodo para una pistola de plasma según la reivindicación 12. Se describen otras modalidades de la invención en las reivindicaciones dependientes.

65 En otras modalidades, el método puede incluir la formación de una pluralidad de canales de enfriamiento de agua al menos en o sobre una superficie periférica exterior de al menos un cuerpo adicional en forma de disco con un orificio interno y alinear coaxialmente el cuerpo en forma de disco y el al menos un cuerpo adicional en forma de disco a lo largo de los orificios internos.

En las modalidades, el método también puede incluir aislar eléctricamente el cuerpo en forma de disco de uno adyacente de al menos un cuerpo en forma de disco adicional. En otras modalidades, el cuerpo en forma de disco puede estar separado del cuerpo en forma de disco adyacente por al menos una de las siguientes opciones: una capa aislante, una brecha de gas y un elemento de sellado. En las modalidades, cada uno del cuerpo en forma de disco y al menos un cuerpo adicional en forma de disco pueden tener el mismo número de canales de enfriamiento de agua, y el método puede incluir además alinear axialmente los canales de enfriamiento de agua del cuerpo en forma de disco alineado coaxialmente y al menos un cuerpo adicional en forma de disco. En otras modalidades adicionales, el método puede incluir sujetar el cuerpo en forma de disco alineado coaxialmente y al menos otro cuerpo en forma de discos juntos como una pila de neutrodos para la pistola de plasma.

Una pistola de plasma tipo cascada con una pluralidad de neutrodos, como se describe anteriormente, puede formarse al alinear la pluralidad de neutrodos en una pila de neutrodos, donde los neutrodos adyacentes en la pila de neutrodos están eléctricamente aislados entre sí; y colocar la pila de neutrodos en la pistola de plasma tipo cascada bajo una fuerza de sujeción en una dirección axial de la pila de neutrodos.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describe además en la descripción detallada que sigue, en referencia a la pluralidad de dibujos mencionados a modo de ejemplos no limitantes de modalidades ejemplares de la presente invención, en los cuales los números de referencia similares representan partes similares en todas las vistas de los dibujos, y en donde:

La Fig. 1 ilustra un neutrodo convencional de una pistola de plasma en cascada conocida.

Las Figuras. 2A - 2E ilustran diversas vistas de un ejemplo de neutrodo optimizado de acuerdo con las modalidades de la invención.

La Fig. 3 muestra una vista en sección transversal de una modalidad de una pila de neutrodos, que incluye varios de los neutrodos optimizados representados en la Fig. 2.

La Fig. 4 ilustra la modalidad representada en la Fig. 3, en la que se muestran las periferias exteriores de los neutrodos optimizados apilados.

La Figura 5 ilustra otra modalidad de un neutrodo optimizado de acuerdo con las modalidades de la invención.

Descripción detallada de las modalidades

Las particularidades mostradas aquí son a modo de ejemplo y con fines de discusión ilustrativa de las modalidades de la presente invención solamente, y se presentan con el propósito de proporcionar lo que se considera la descripción más útil y fácilmente comprensible de los principios y aspectos conceptuales de la presente invención. En este sentido, no se hace ningún intento de mostrar detalles estructurales de la presente invención con más detalle del necesario para la comprensión fundamental de la presente invención, la descripción junto con los dibujos hacen evidente a aquellos expertos en el arte cómo las varias formas de la presente invención pueden ser incorporadas en la práctica.

Para mejorar aún más la optimización del enfriamiento, una carcasa de pila de neutrodos también puede contener canales de enfriamiento para el camino de retorno del agua dispuestos de la misma manera que los canales de enfriamiento en los neutrodos.

La Figura 1 muestra una vista en sección transversal de un neutrodo convencional 10 de una pistola de plasma en cascada existente. Es evidente que el enfriamiento en el neutrodo convencional se realiza mediante veinticuatro (24) agujeros 12 dispuestos alrededor del orificio de plasma central 14 en proximidad al orificio.

A diferencia del neutrodo convencional 10, Figuras. 2A - 2E muestran diversas vistas de una modalidad ejemplar de un neutrodo 20 con doce (12) canales de enfriamiento de forma generalmente cuadrada 22 formados en y alrededor de la superficie periférica 26 del neutrodo 20 para rodear un orificio de plasma central 24. Los canales de enfriamiento 22 están definidos entre las protuberancias 21 que se extienden radialmente hacia la periferia exterior 26. En un primer lado del neutrodo 20, por ejemplo, el lado derecho mostrado en perspectiva en la Figura 2A y mostrado en vista plana en la Figura 2C, una cresta 23 se extiende axialmente desde una superficie empotrada 25 ubicada debajo del lado derecho de las protuberancias 21. En un segundo lado del neutrodo 20, por ejemplo, el lado izquierdo mostrado en perspectiva en la Figura 2B y mostrado en vista plana en la Figura 2D, una cresta 27 se extiende axialmente desde una superficie 29, que puede ser coplanar con el lado izquierdo de las protuberancias 21. La Fig. 2E muestra una vista lateral del neutrodo 20 en la que las extensiones axiales de las crestas 23 y 27 se extienden más allá de los planos de los lados izquierdo y derecho de las protuberancias 21.

A modo de ejemplo no limitante, los canales 22 definidos entre las protuberancias 21 y formados en la periferia 26 del neutrodo 20 pueden tener un ancho de 0,125" (3.175 mm) por una profundidad de 0,097" (2,464 mm), lo que proporciona un área total de 0,1476 pulgadas cuadradas (95,22 mm²). Cuando se opera con un flujo de agua de veintidós (22) litros por minuto, la velocidad media del agua a través de los canales puede ser de 3,8 m/seg. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, estos valores para el canal son meramente ejemplares y el número y

tamaño de los canales de enfriamiento 22 formados entre las protuberancias 21 y en o en la periferia 26 del neutrodo 20 depende del flujo de agua necesario para evitar que las temperaturas alcancen niveles que podrían dañar la pistola.

La Figura 3 muestra una vista en sección transversal de una pila de neutrodos ejemplar 30 en una carcasa de neutrodos 38, que incluye una pluralidad de los neutrodos optimizados 20 representados en la Figura 2, que están apilados coaxialmente juntos, y la Figura 4 muestra una vista alternativa de la Figura 3, en la que se muestran las periferias exteriores 26 de los componentes dentro de una vista en sección transversal de la carcasa de pila de neutrodos 38, incluyendo las periferias exteriores de los neutrodos optimizados apilados 20. En las modalidades ilustradas, cuando se observa desde el lado izquierdo de la pila de neutrodos 30, los neutrodos 20 representados en la Figura 2 pueden estar ubicados, por ejemplo, en la segunda, tercera y cuarta posiciones. Sin embargo, los neutrodos individuales 20 están aislados entre sí, por ejemplo, aislados eléctricamente y espaciados físicamente, de modo que los neutrodos adyacentes 20 no se contactan entre sí en la pila de neutrodos 30. Además, la carcasa del neutrodo 38 puede estar hecha de, por ejemplo, plástico, para mantener también el aislamiento entre los neutrodos adyacentes 20 en la pila de neutrodos 30.

Como se muestra en la Figura 3, los neutrodos 20 están alineados concéntricamente a lo largo de los orificios de plasma central 24 para formar la pila de neutrodos 30. En una modalidad ventajosa y no limitante, cada neutrodo 20 de la pila de neutrodos 30 puede tener el mismo número de canales de enfriamiento y estar orientado de manera que los canales de enfriamiento 22 estén alineados axialmente, como se muestra en la Figura 4. Como los neutrodos 20 están aislados entre sí en la pila de neutrodos 30, se puede colocar un aislante 36 entre los neutrodos adyacentes 20 como separador. El aislante 36 puede ser, por ejemplo, nitrato de boro, y puede estar ubicado radialmente dentro de la cresta 23 y extenderse radialmente hacia el interior del orificio de plasma central 34 de la pila de neutrodos 30. En las modalidades, las transiciones entre los orificios de plasma central 24 de los neutrodos individuales 20 y el aislante 36 dentro del orificio de plasma central 34 del neutrodo 30 pueden ser suaves. Como se muestra más particularmente en el inserto 300, el aislante 36 tiene un grosor adecuado para mantener una brecha de aire o gas 322 de, por ejemplo, aproximadamente 0,030" (0,76 mm) entre las superficies enfrentadas de la cresta 23 de un primer neutrodo 20 y la cresta 27 de un neutrodo adyacente 20. Además, en la parte radialmente exterior de la cresta 23, se puede colocar un sello 320, como un anillo O, que puede estar hecho de, por ejemplo, silicona, caucho sintético como, por ejemplo, VITON®, caucho de nitrilo como BUNA-N, u otro material adecuado para sellar el agua y resistir las temperaturas generadas dentro de la región de la pila de neutrodos 30, entre las superficies enfrentadas de los neutrodos adyacentes 20, con el fin de cubrir la brecha de aire o gas 322 y, de esta manera, evitar que el agua de enfriamiento ingrese desde los canales de enfriamiento radialmente hacia adentro en la brecha de aire o gas 322.

En las modalidades ilustradas, la pila de neutrodos 30 puede estar intercalada entre un disco de mayor diámetro 31 que tiene agujeros de agua de refrigeración 35 y una pieza final 33 que tiene canales de refrigeración 37, los cuales pueden ser canales de refrigeración terminados o ciegos. En modalidades ventajosas y no limitantes, el disco 31 incluye un número de agujeros de agua de refrigeración 35, que corresponde al número de canales de enfriamiento 22 en cada neutrodo 20 y al número de canales de enfriamiento 37 en la pieza final 33. Además, los agujeros de agua de refrigeración 35, los canales de enfriamiento 22 y los canales de enfriamiento 37 pueden estar orientados de manera que estén alineados axialmente, como se muestra en la Figura 4. Además, a medida que las porciones que se extienden radialmente de los neutrodos 20 que incluyen la superficie periférica 26 se separan entre sí en la dirección axial, se forman canales de enfriamiento circunferenciales 32 en la pila de neutrodos 30. Además, el mayor diámetro del disco 31 se puede utilizar, no solo para acoplar el disco 31 a la carcasa 38, por ejemplo, mediante tornillos, pernos, abrazaderas, etc., sino también para unir el disco 31, los neutrodos optimizados apilados 20 y la pieza final 33. Ventajosamente, el sesgo es suficiente para que los sellos 320 se ajusten adecuadamente a las superficies enfrentadas de los neutrodos adyacentes para lograr el sellado de agua deseado. En las modalidades, se entiende fácilmente que la pila de neutrodos 30 puede incluir más o incluso menos de los neutrodos optimizados representados en la Figura 2. Además, se entiende además que la carcasa de pila de neutrodos 38 puede incluir canales de enfriamiento similares formados en o en la periferia exterior de la carcasa.

La Figura 5 muestra otro ejemplo de modalidad de un neutrodo 50. En esta modalidad, el neutrodo 50 puede incluir ocho (8) canales de enfriamiento aplanados 52 formados en y alrededor de la superficie periférica exterior 56 del neutrodo 50. A modo de ejemplo no limitante, los canales aplanados 52 formados en la periferia 56 del neutrodo 50 pueden tener un ancho de 0,200" (5,08 mm) por una profundidad de 0,0225" (0,572 mm), lo que proporciona un área total de 0,032 pulgadas cuadradas (20,65 mm²). Cuando se opera con un flujo de agua de 9 litros por minuto, la velocidad media del agua a través de los canales es de 6,4 m/s. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, estos valores para el canal son meramente ejemplares y el número y tamaño de los canales de enfriamiento dependen del flujo de agua necesario para evitar que las temperaturas alcancen niveles que puedan dañar la pistola.

Según las modalidades, una pila de neutrodos puede estar provista de canales de enfriamiento de agua dispuestos en un perímetro exterior de cada neutrodo optimizado, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras. 2A, 5. -> 2A, 5. Las áreas transversales de los canales pueden ser diseñadas para crear velocidades de agua altas, por ejemplo, mayores a 1,0 m/seg, preferiblemente mayores a 2,0 m/seg, y más preferiblemente mayores a 3,0 m/seg, pero menores a 8,0 m/seg. Cada canal puede estar estructurado con formas que van desde una forma aproximadamente

cuadrada, ver, por ejemplo, Fig. 2A - 2E, hasta una forma alargada y aplanada, ver, por ejemplo, Fig. 5, con el fin de maximizar el flujo de enfriamiento de agua en la periferia más externa de los neutrodos 20. Además, los canales también pueden estar estructurados de forma triangular para maximizar el flujo de enfriamiento de agua en la periferia exterior de cada neutrodo. El número, tamaño y geometría de los canales de enfriamiento dependen del flujo de agua requerido para evitar que las temperaturas alcancen niveles que puedan dañar la pistola. El número total de neutrodos en la pila de neutrodos o el grosor de cada neutrodo de la pila de neutrodos no está limitado en este diseño. De hecho, con los neutrodos optimizados según las modalidades, ahora son posibles pilas de neutrodos más largas con pérdidas limitadas de enfriamiento térmico.

Se observa que las modalidades no se limitan a los ejemplos específicos descritos anteriormente de relaciones de base a profundidad para los canales de enfriamiento. Se entiende que la relación entre la base y la profundidad de los canales de enfriamiento puede ser de hasta 1:1 para lograr canales de enfriamiento con perfiles radiales más altos hasta una sección transversal generalmente cuadrada, mayor a 8:1 para lograr secciones transversales con perfiles más planos, y cualquier relación dentro del rango entre 1:1 y 8:1. Por lo tanto, la proporción puede ser, pero no se limita a, proporciones específicas de base a profundidad de 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 7:1 y cualquier proporción intermedia.

En una pistola de plasma que comprende una pila de neutrodos formada por una pluralidad de neutrodos 50, el flujo de agua en una pistola de plasma, calculado mediante software conocido de dinámica de fluidos computacional (CFD), revela que, con un flujo de agua de 8,1 litros por minuto, la velocidad media del agua en la pila de neutrodos fue superior a 3,2 m/s.

Una pistola de plasma en cascada de arco único construida con una pila de neutrodos 30, como se muestra en la Figura 3, fue probada y comparada con una pistola de plasma convencional de diseño similar, que incluía una boquilla larga que utilizaba aletas o canales de enfriamiento de agua para enfriar la boquilla de plasma. Los resultados de las pruebas mostraron un aumento del 10% en la eficiencia térmica con la pistola que utiliza la pila de neutrodos 30 según las modalidades de la invención en comparación con la boquilla enfriada convencionalmente. Otros ensayos mostraron que agregar pilas de neutrodos convencionales a las pistolas de plasma redujo la eficiencia térmica entre un 6% y un 10%. Además, pruebas adicionales mostraron que duplicar la longitud de una pila de neutrodos convencional para una pistola de plasma redujo la eficiencia térmica en un 20%, mientras que aumentar la longitud de la pila de neutrodos en un 30% con la adición de neutrodos optimizados tuvo una disminución mucho menor en la eficiencia térmica, que resultó ser aproximadamente menos de la mitad que las pilas de neutrodos convencionales. Además, las pruebas de duración de la pila de neutrodos 30 no mostraron efectos térmicos adversos incluso después de más de 200 horas de pruebas con la misma pila.

Se observa que los ejemplos anteriores se han proporcionado únicamente con el propósito de explicación y de ninguna manera deben interpretarse como limitantes de la presente invención. Si bien la presente invención se ha descrito con referencia a una modalidad ejemplar, se entiende que las palabras que se han utilizado aquí son palabras de descripción e ilustración, más que palabras de limitación. Se pueden realizar cambios, dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas, tal como se indican actualmente y enmendadas, sin apartarse del alcance de la presente invención en sus aspectos definidos por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un neutrodo (20) de una pistola de plasma que comprende:

5 un cuerpo en forma de disco que tiene una superficie periférica exterior (26) y un orificio interior (24); y una pluralidad de canales de enfriamiento orientados axialmente (22) formados al menos uno de en o sobre la exterior superficie periférica (26), en el que los canales de enfriamiento (22) están definidos por una dimensión de profundidad por debajo de la superficie periférica exterior y una dimensión de la base normal a la dimensión de la profundidad,
10 en el que la relación entre la base y la profundidad de los canales de enfriamiento (22) es 2: 1 o superior.

2. El neutrodo (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los canales de enfriamiento (22) tienen un perfil aplanado con un ancho más de ocho veces mayor que una profundidad.

15 3. El neutrodo (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los canales de enfriamiento (22) están estructurados para proporcionar una velocidad media del agua a través de los canales de menos de 8,0 m/seg y al menos uno de:

20 superior a 1,0 m/seg,
superior a 2,0 m/seg, y
superior a 3,0 m/seg.

4. Una pistola de plasma que comprende:
una pila de neutrodos (30) que comprende una pluralidad de neutrodos (20) de acuerdo con la reivindicación 1

25 5. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 4, en la que los neutrodos adyacentes (20) en la pila de neutrodos (30) están eléctricamente aislados entre sí.

30 6. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una capa de aislamiento dispuesta entre los neutrodos adyacentes.

7. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una capa de elemento de sellado dispuesta para formar una barrera de agua entre los neutrodos adyacentes.

35 8. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una brecha de gas formada entre los neutrodos adyacentes.

9. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que cada uno de la pluralidad de neutrodos tiene el mismo número de canales de enfriamiento, y la pluralidad de neutrodos está dispuesta de modo que los canales de enfriamiento estén alineados axialmente.

40 10. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además canales de enfriamiento circunferenciales formados entre los neutrodos adyacentes.

45 11. La pistola de plasma de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la pluralidad de neutrodos, aunque separados físicamente entre sí, se sujetan entre sí bajo fuerza.

12. Un procedimiento para formar un neutrodo (20) de una pistola de plasma, que comprende:
50 formar una pluralidad de canales de enfriamiento de agua (22) orientados axialmente, al menos uno dentro o sobre una superficie periférica exterior (26) de un cuerpo en forma de disco con un orificio interior (24), en el que los canales de enfriamiento (22) están definidos por una dimensión de profundidad por debajo de la superficie periférica exterior (26) y una dimensión de la base normal a la dimensión de la profundidad, en el que la relación entre la base y la profundidad de los canales de enfriamiento (22) es 2: 1 o superior

55 13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la pluralidad de canales de enfriamiento de agua está estructurada para proporcionar una velocidad media del agua a través de los canales de menos de 8,0 m/seg y al menos al menos uno de:

60 superior a 1,0 m/seg,
superior a 2,0 m/seg, y
superior a 3,0 m/seg.

65

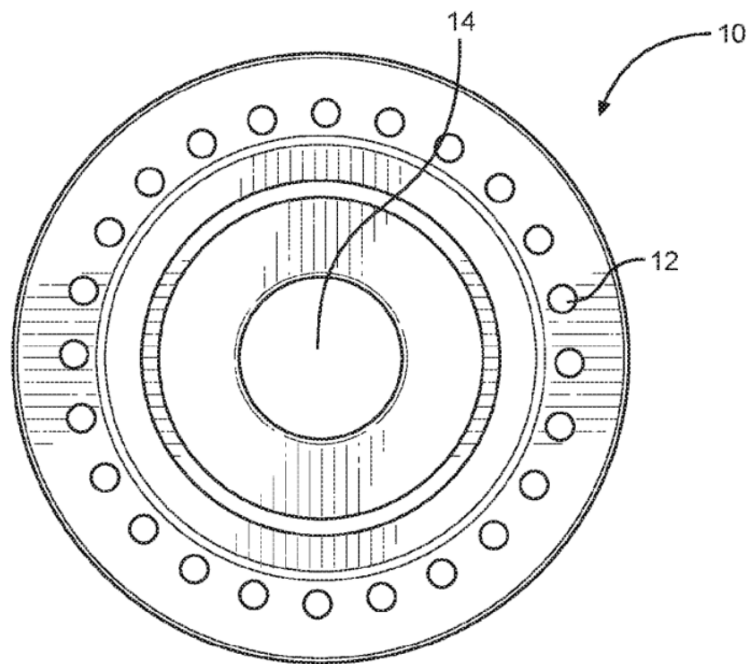


FIGURE 1

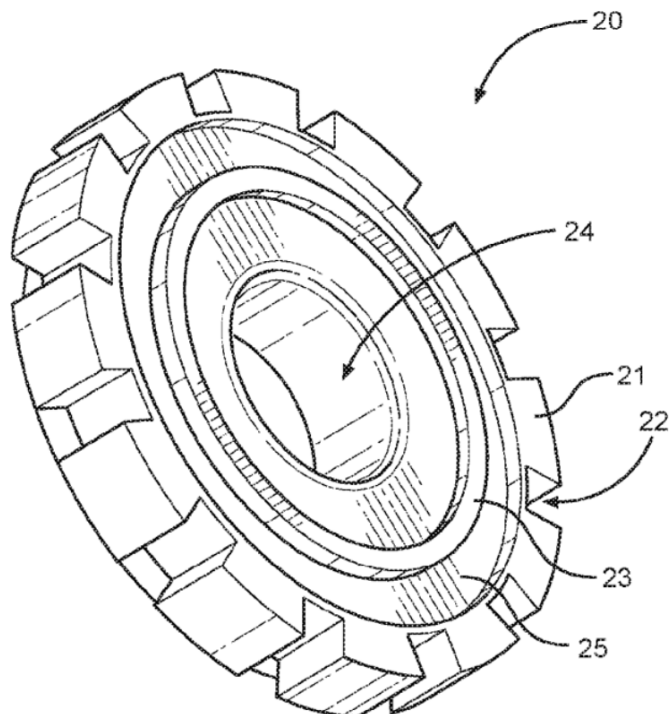


FIGURE 2A

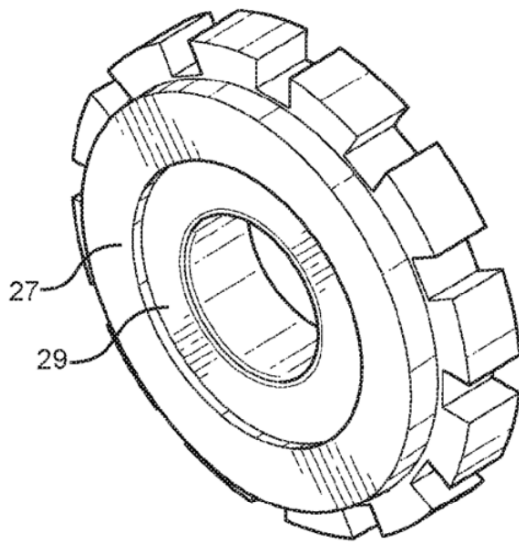


FIGURA 2B

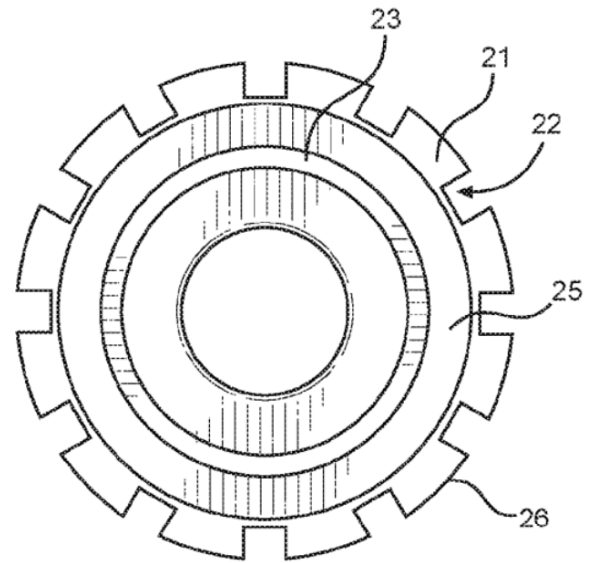


FIGURA 2C

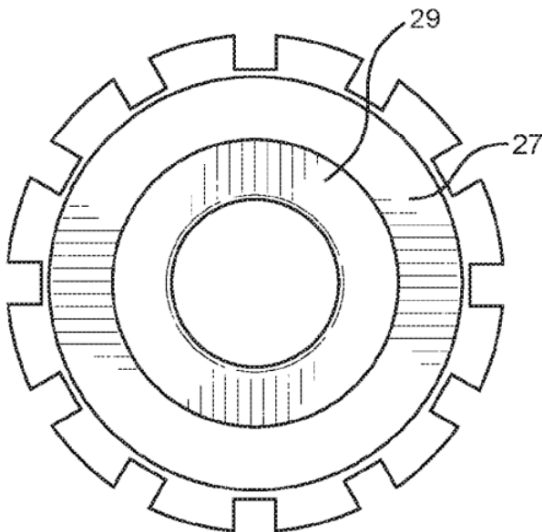


FIGURA 2D

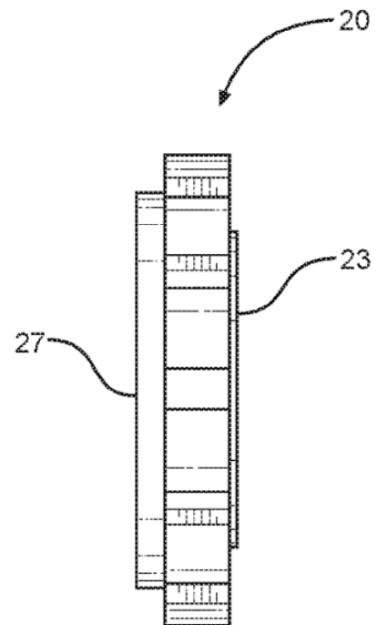
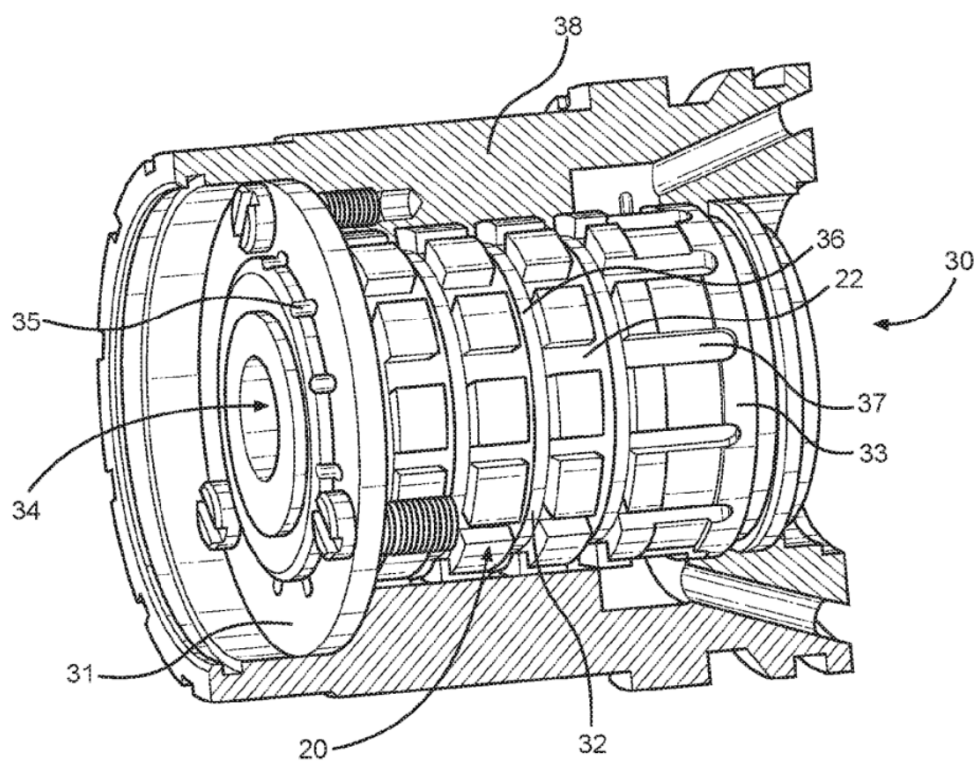
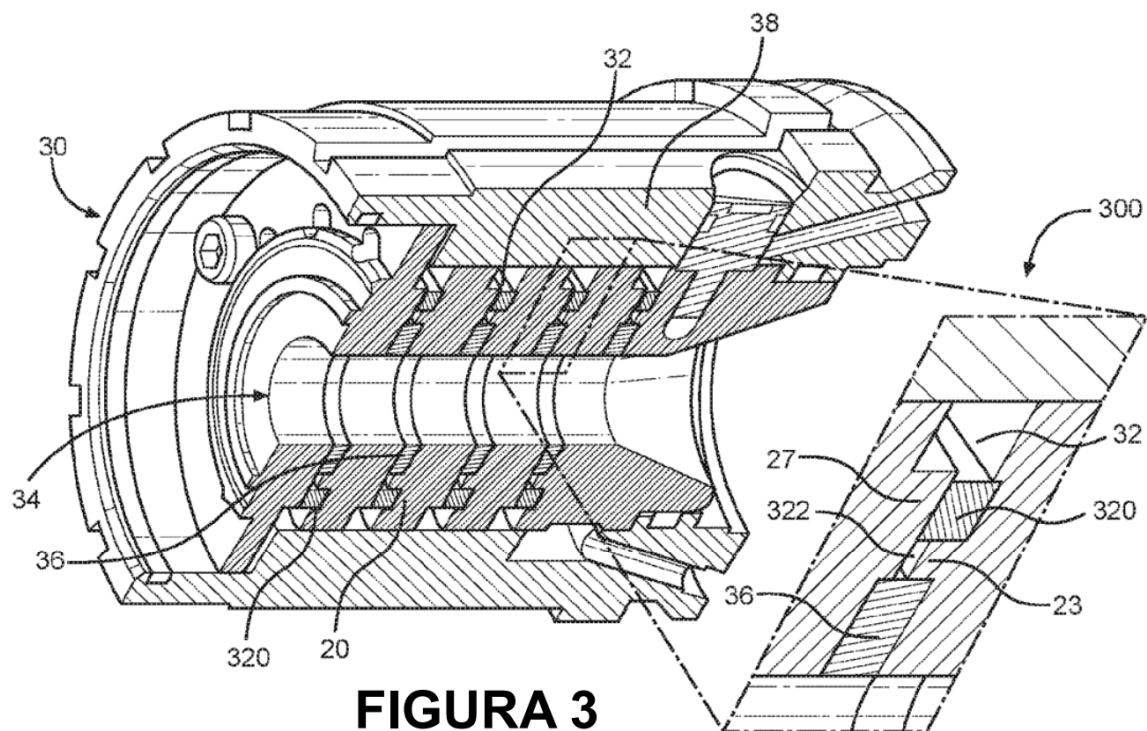


FIGURA 2E



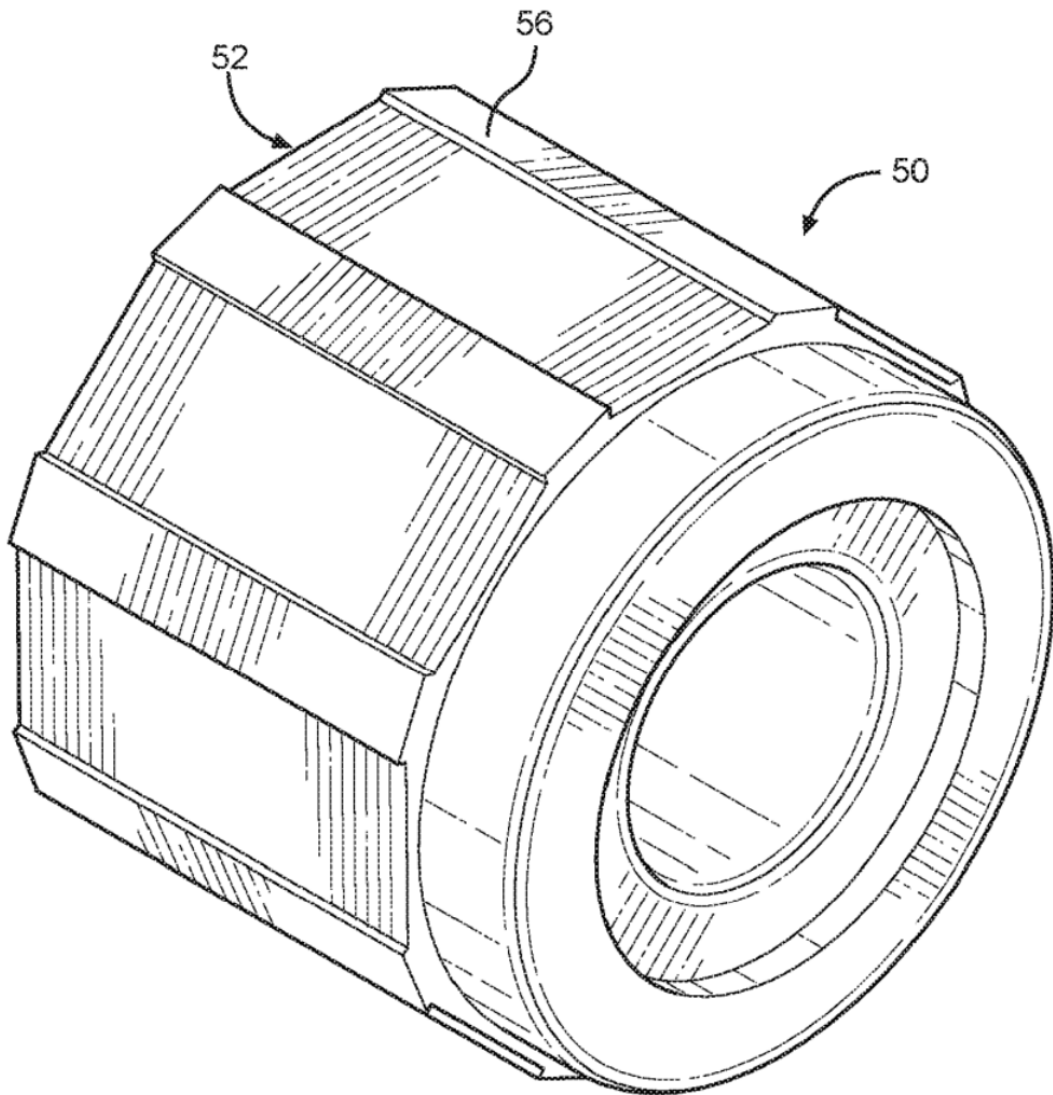


FIGURA 5