

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 825**

51 Int. Cl.:
H01J 37/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07005608 .0**
96 Fecha de presentación: **19.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1852891**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

54 Título: **Fuente de plasma de arco filtrada bidireccional**

30 Prioridad:
01.05.2006 US 415369

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.05.2012

73 Titular/es:
**VAPOR TECHNOLOGIES, INC.
6400 DRY CREEK PARKWAY
LONGMONT CO 80503, US**

72 Inventor/es:
Welty, Richard P.

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

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).

ES 2 379 825 T3

DESCRIPCIÓN

Fuente de plasma de arco filtrada bidireccional

Antecedentes

- 5 La presente invención se relaciona en general con un aparato para deposición de vapor para depositar un recubrimiento sobre el sustrato. Más particularmente, se relaciona con un aparato para deposición de arco catódico.
- 10 La evaporación de arco catódico ha recibido durante las dos últimas décadas amplio uso comercial para la deposición de recubrimientos de metales, aleaciones y compuestos metálicos y carbono. Las descargas de arco catódico también pueden utilizarse como fuentes de plasma para operaciones de procesamiento de iones tales como implantación, grabado por aspersión, grabado reactivo y difusión. Un cátodo del material deseado (o su precursor) es vaporizado por una alta corriente, descarga de plasma de arco de voltaje bajo en una cámara de vacío que ha sido evacuada a una presión de típicamente menos de 0.001 mbar. Las corrientes de arco típicas varían entre 25 y 1000 amperios, con voltajes entre 15 y 50 voltios. Los compuestos tales como nitruros, carburos y óxidos de metales pueden formarse mediante la introducción de uno o más gases reactivos durante la deposición.
- 15 Un efecto colateral indeseable de la evaporación en arco catódico es la generación de gotitas fundidas de material del cátodo, que son eyectadas del cátodo por fuerza de reacción del chorro de arco. Estas gotitas se llaman comúnmente macropartículas y varían en diámetro desde sub micrones hasta decenas de micrones o más. Las macropartículas pueden embeberse en el recubrimiento cuando caen sobre el sustrato, o pueden adherirse o caer más adelante, produciendo defectos de superficie en cada caso.
- 20 Las estrategias para reducir el número de macropartículas que alcanzan el sustrato caen generalmente en dos categorías. La primera estrategia es utilizar un campo magnético en la superficie objetivo para acelerar el arco y por lo tanto reducir la generación de macropartículas. La segunda estrategia es interponer un filtro o estructura similar entre el cátodo y los sustratos. El filtro permite que al menos una parte del vapor ionizado sea transmitida a la vez que bloquea al menos a algunas de las gotitas fundidas. La primera estrategia (esto es, el empleo de un campo magnético) es en general más simple de implementar pero no elimina completamente la generación de
- 25 macropartículas. La segunda estrategia (esto es, la filtración) es en general más efectiva para reducir la contaminación por macropartículas del recubrimiento pero requiere un aparato más complejo y en el pasado a tendido a reducir la producción de iones significativamente a las pérdidas en transmisión.
- 30 Las fuentes de arco filtrada han sido descritas en la literatura científica y de patentes. Por ejemplo, una publicación de Aksenov, et al. ("Transport of plasma streams in a curvilinear plasma-optics system", Soviet Journal of Plasma Physics, 4(4), 1978) estaba entre las primeras en describir el uso de un ducto de plasma cuarto-toroidal, con espirales electromagnéticas para crear un campo magnético solenoide a través del ducto.
- 35 Aunque las fuentes de plasma de arco filtradas circulares son las más comunes, las fuentes de arco filtradas rectangulares son particularmente deseables para el recubrimiento o procesamiento con iones de sustratos grandes, materiales en lamina en forma de rollo, y para cantidades de sustrato más pequeños sobre un transportador lineal o un carrusel circular.
- La US 6.350.356 B1 divulga un cátodo de magnetrón lineal que puede ser utilizado como fuente de vapor o plasma para deposición por recubrimiento o procesamiento de iones.
- La US 4.891.560 divulga un aparato de plasma de magnetrón capaz de incrementar una región de aspersión o erosión.
- 40 La US 5.997.705 divulga una fuente de plasma de arco filtrada rectangular tal como la descrita en la Figura 1 de la presente descripción detallada.
- La US 4.892.633 divulga un aparato de cátodo de aspersión por magnetrón en el cual algunas de las líneas de flujo se hacen para cambiar su curvatura de convexas a ligeramente cóncavas dentro de un túnel magnético de circuito cerrado.
- 45 Sería deseable proveer una fuente de plasma de arco filtrada mejorada que tenga una corriente de salida de iones sustancialmente más alta que la de las fuentes de plasma conocidas. También sería deseable proveer un método para utilizar una fuente de plasma de arco filtrada que de como resultado una deposición mejorada en comparación con métodos conocidos. De acuerdo con lo anterior, sería ventajoso proveer un sistema y/o método que provea una o más de estas u otras características ventajosas como será evidente para quienes revisan la presente divulgación.

Resumen

La invención se relaciona con un aparato para generar plasma y así formar una fuente de plasma, comprendiendo dicha fuente un cátodo que tiene una superficie evaporable configurada para emitir un material que comprende plasma y macropartículas; aberturas de salida para dirigir el plasma hacia fuera de la fuente; y un filtro que comprende al menos un electrodo de reflexión y configurado para transmitir al menos una parte del plasma a las aberturas de salida a la vez que evita la transmisión de al menos algunas de las macropartículas, caracterizado el aparato por: un primer elemento para generar un primer componente del campo magnético que tiene una primera polaridad entre el cátodo y el al menos un electrodo de flexión; y un segundo elemento para generar un segundo componente de campo magnético que tiene una segunda polaridad en la superficie evaporable del cátodo que es opuesta a la primera polaridad de tal forma que se crea una región de campo bajo entre la superficie evaporable y el al menos un electrodo de flexión.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un dibujo esquemático de una fuente de plasma de arco filtrada de la técnica anterior que ilustra un arco, un desviador por deflexión y conexiones para suministro de potencia magnética.

La Figura 2 es un dibujo transversal esquemático de una fuente de plasma de arco filtrada mostrada en la Figura 1 que ilustra las líneas de flujo magnético y las trayectorias de las macropartículas.

La Figura 3 es un dibujo transversal a través de una fuente de plasma de arco filtrada de acuerdo con una realización de ejemplo que ilustra las líneas de flujo magnético.

La Figura 4 es un dibujo esquemático de un cátodo lineal y de un medio magnético secundario de acuerdo con una realización de ejemplo.

Las Figuras 5a y 5b son gráficas de contorno de la producción de corriente de iones versus la corriente de una espiral electromagnética secundaria para cátodo de cromo y grafito, respectivamente.

La Figura 6 es un dibujo esquemático de una fuente de plasma filtrada direccional montada en el centro de un carrusel de sustrato rotatorio de acuerdo con una realización de ejemplo.

Descripción detallada

De acuerdo con una realización de ejemplo, un sistema de plasma de arco filtrado bidireccional (esto es, que incluye fuentes que proveen salida de plasma en dos direcciones opuestas) esta provisto para formar un recubrimiento o para llevar a cabo un procesamiento de iones de un sustrato o artículo. Se entiende que el uso de tal sistema permitirá que el área sobre el cual se distribuye el plasma emitido se incremente y pueda también dar como resultado una capacidad de sustrato incrementada.

Debe notarse que los términos "sustrato" y "artículo" tal como se utilizan aquí pretender referirse a cualquier ítem, estructura y producto sobre el cual sería deseable proveer un recubrimiento o llevar a cabo un procesamiento de iones. Ejemplos de tales productos incluyen, pero no están necesariamente limitados a, componentes de plomería (por ejemplo, grifos, manijas, boquillas, drenajes, pestañas para drenaje, válvulas para detención, tuberías, drenajes, drenajes de tuberías etc.), artículos de hogar (por ejemplo, pomos para cerraduras, persianas, fijadores para cajones, gabinetes, etc.), artículos para baño (barras para toallas, barras de seguridad para "agarre", etc.), ventanas y puertas (por ejemplo, puertas para duchas, etc.) productos para automóviles (por ejemplo, partes decorativas para automóviles, emblemas, cubiertas para ruedas, etc.), cuchillos, instrumentos quirúrgicos, objetos de mesa, productos recreacionales, bienes para deporte (por ejemplo palos de golf, patines para hielo, etc.) productos de eliminación externos (por ejemplo, lámparas, fijaciones, etc.), señales de información a prueba del clima, y cualquier variedad de otros productos o artículos.

La Figura 1 es un dibujo esquemático de una fuente de plasma de arco filtrada rectangular tal como la descrita en más detalle en la Patente de los Estados Unidos No. 5.997.705 de Welty y titulada "Rectangular Filtered Arc Plasma Source" (denominada de aquí en adelante "la patente '705").

Se provee un cátodo 1 que incluye una superficie evaporable en vuelta alrededor de la periferia que consiste de un lado largo 2, un extremo 3 y sus superficies opuestas. Durante la operación, los puntos del arco circulan alrededor de la periferia en un circuito de "pista" continuo, a una velocidad determinada por el material del cátodo de la resistencia del componente de campo magnético paralelo a la superficie del cátodo. El plasma se emite desde el cátodo en direcciones aproximadamente perpendiculares a todas las 4 caras de la periferia (superficie evaporable). Para un cátodo largo, la mayor parte del plasma es emitido en dos direcciones opuestas perpendiculares a los lados

laterales del cátodo.

Se evita que las macropartículas eyectadas de la superficie evaporable alcancen el sustrato mediante un aparato de filtración que contiene escudos laterales del cátodo y electrodos de deflexión. Los escudos laterales del cátodo 4 están dispuestos perpendiculares a la superficie evaporable a lo largo de ambos bordes, y proyectan una distancia "d" hacia fuera de la superficie evaporable todo alrededor. La fuente de potencia de arco 5 está conectada en su terminal negativo al cátodo 1 y en su terminal positivo a dicho escudo 4 (que también sirve como ánodo).

El ánodo de la descarga puede comprender una estructura eléctricamente aislada dentro de la cámara de vacío o puede comprender una o más estructuras conectadas eléctricamente a la cámara de vacío (metálica) o sistema de tierra. El ánodo debe estar en contacto eléctrico con el plasma (esto es, unido mediante un número suficiente de partículas de plasma para soportar la descarga) y es preferiblemente una superficie a través de la cual pasan al menos parte de las líneas de flujo magnético paralelas a los electrodos de deflexión. Como se muestra en la Figura 2, la cual es una vista trasversal de la fuente de arco filtrada mostrada en la Figura 1, el ánodo comprende escudos laterales 4, que están conectados a la salida positiva de la fuente de suministro de potencia para el arco y puede preferiblemente estar conectada también al sistema de tierra.

Como se muestra en la Figura 1, los electrodos de deflexión lateral 6 están dispuestos paralelos a los lados del cátodo 1 y frente a la superficie evaporable. Los electrodos de deflexión terminales 7 también pueden estar dispuestos en paralelo a los extremos del cátodo para reducir las pérdidas en el extremo. Una espiral electromagnética 8 está dispuesta alrededor de la salida de los electrodos de deflexión 6 y 7 y está conectada a una fuente de suministro de potencia en espiral 9. La espiral está alineada de tal manera que el campo magnético solenoide generado es sustancialmente paralelo a todas las 4 cargas de la superficie evaporable y a los electrodos de deflexión. El aparato puede operarse de tal forma que la corriente de espiral, y por lo tanto el campo magnético, se provee en cualquier polaridad.

Los electrodos 6 y 7 de deflexión pueden estar conectados a la salida positiva de una fuente de desvío de deflexión 15, cuya salida negativa está conectada al ánodo (ánodo 4 de escudo lateral). Las flechas 10 indican la dirección general del flujo de plasma a medida en cuanto es emitido aproximadamente perpendicular a la superficie evaporable (esto es, en una distribución angular cayendo a medida que el ángulo separado de la superficie normal se incrementa). Las flechas 11 y 12 indican las corrientes dirigidas opuestamente en las cuales el plasma es dividido a medida que es redireccionado por los electrodos de deflexión 6. Las corrientes de plasma 11 y 12 salen de la fuente a través de aberturas opuestas 13 y 14.

Los electrodos de deflexión 6 y 7 tienen una anchura seleccionada y están montados a una distancia seleccionada de la superficie evaporable. Los electrodos de deflexión funcionan para deflectar y redirigir la corriente de plasma, emitida en perpendicular a la superficie evaporable, en dos direcciones opuestas paralelas a los electrodos y a la superficie evaporable. Los electrodos de deflexión también funcionan para bloquear macropartículas eyectadas a ángulos altos a la superficie evaporable. La anchura de los electrodos de deflexión y su distancia de la superficie evaporable así como la distancia por la cual los escudos laterales se proyectan hacia a fuera de la superficie evaporable se selecciona de tal forma que no hay una línea de división desde la superficie evaporable al sustrato. En este caso una macropartícula eyectada desde cualquier punto sobre la superficie evaporable y que viaje en cualquier dirección hacia el sustrato será bloqueada bien sea por un escudo lateral del cátodo o por un electrodo de deflexión.

Emisores 17 pueden disponerse perpendiculares a los electrodos 6 para reducir la oscilación de las macropartículas hacia las aberturas de salida 13 y 14. La flecha 15 muestra una trayectoria para una macropartícula 30 emitida en ángulo alfa desde la superficie evaporable 2. Las macropartículas emitidas por debajo del ángulo alfa son bloqueadas por los escudos laterales 4, mientras que las que están por encima del ángulo alfa son bloqueadas por los electrodos de deflexión 6.

Como se muestra en la Figura 2, las espirales electromagnéticas 19 y 20 están dispuestas alrededor de la salida de los electrodos de deflexión 6. Las líneas de flujo magnético 21 generadas por corriente en las espirales 19 y 20 son sustancialmente paralelas a las caras de las superficies evaporables 2 y a los electrodos de deflexión 6 y 7. De acuerdo con una realización de ejemplo, la forma y localización de las espirales 19 y 20 fueron escogidas utilizando modelación por ordenador para proveer la forma de campo magnético deseada para la geometría de electrodo particular mostrada. Las líneas de flujo magnético en las Figuras 2 y 3 fueron generadas por un programa de análisis magnético de elemento finito disponible comercialmente (por ejemplo disponible comercialmente bajo el nombre "Maxwell" de Ansoft Corporation of Pittsburg, Pensilvania).

Para las espirales 19 y 20 que transportan una densidad de corriente de $1000 \text{ amperios/cm}^2$ y tienen dimensiones relativas como se muestra con respecto a los electrodos (independientemente de la escala real) la fuerza de campo en la región adyacente a la superficies evaporables 2 es aproximadamente 25 gauss.

Una preocupación asociada con el aparato mostrado y descrito con respecto a la Figura 1 es que para alcanzar una deflexión eficiente del plasma, y por lo tanto una salida de fuente más alta, es deseable tener un campo magnético fuerte cerca al electrodo de deflexión. Puesto que el componente de campo magnético primario generado por el medio magnético primario es sustancialmente uniforme dentro de la región y entre los electrodos de deflexión y el cátodo, existen también entonces un fuerte campo magnético en la superficie del cátodo. Mientras que un campo magnético débil en la superficie del cátodo es necesario para forzar la circulación de los puntos del arco alrededor de la periferia del cátodo, un campo fuerte paralelo a la superficie del cátodo impide el flujo de plasma de la superficie del cátodo y por lo tanto tiende a reducir la salida de la fuente. Así no hay manera de balancear las influencias que compiten de la fuerza del campo magnético sobre la eficiencia en la deflexión y en el transporte de plasma desde el cátodo.

De acuerdo con una realización de ejemplo ilustrada, por ejemplo, en la Figura 3 y en contraste con la realización mostrada en las Figuras 1 y 2, en vez de utilizar una espiral electromagnética sencilla 8 para proveer la fuente del campo magnético, se usan dos elementos o miembros (por ejemplo, medios magnéticos primario y secundarios) para generar un campo magnético en la región entre los electrodos de deflexión y adyacentes a la superficie objetivo.

El campo magnético sirve tanto para forzar que los puntos de descarga del arco circules continuamente alrededor de la superficie evaporable (periferia) del cátodo así como para incrementar la efectividad del electrodo de deflexión como se discute más abajo. El medio magnético primario funciona para generar un componente de campo magnético primario sustancialmente solenoide dentro de la región entre los electrodos de deflexión y a través del volumen del cátodo, como se enseña en la patente '705 y como se muestra en las Figura 1 y 2.

El medio magnético secundario funciona para generar un componente de campo magnético secundario concentrado cerca de la superficie del cátodo, que tiene polaridad opuesta al componente de campo magnético primario lo cual por lo tanto reduce la fuerza de campo total (la suma de los componentes primaria y secundario) en la región cercana a la superficie del cátodo. De acuerdo con una realización de ejemplo, el medio magnético secundario está localizado preferiblemente cerca del cátodo, de tal manera que la fuerza del componente de campo secundario sea superior cerca a la superficie del cátodo que cerca al electrodo de deflexión.

Controlando las fuerzas relativas de los primario y secundario del campo, es posible de acuerdo con una realización de ejemplo alcanzar simultáneamente un campo fuerte cerca del electrodo de deflexión y un campo débil cerca de la superficie de cátodo, maximizando por lo tanto la eficiencia tanto del transporte del plasma desde la superficie del cátodo y su redireccionamiento en el electrodo de deflexión. Se crea una región de campo magnético bajo frente a la superficie del cátodo a través de la cual el plasma emitido desde el cátodo es guiado magnéticamente hacia el electrodo de deflexión.

El redireccionamiento del plasma por los electrodos de deflexión se logra utilizando un campo eléctrico perpendicular a la superficie del electrodo. El campo eléctrico es de la pluralidad que repele los iones positivos del electrodo (esto es, el potencial se hace crecientemente positivo para un ion que se aproxime al electrodo). En un electrodo de deflexión eléctricamente aislado, se desarrolla espontáneamente un campo eléctrico debido a las diferentes velocidades de llegada de los iones y electrones desde el plasma en colisión. Un campo magnético paralelo a la superficie del electrodo reduce la velocidad de llegada de los electrones mucho más que la velocidad de llegada de los iones (debido a la masa mucho más pequeña de los electrones), haciendo que el potencial del electrodo se haga más positivo y por lo tanto más efectivo para repeler iones. De los electrodos de deflexión puede incrementarse adicionalmente aplicando un voltaje de desviación positivo (con respecto al ánodo) al menos una porción de cada uno de los electrodos de deflexión por medio de una fuente de poder adicional.

La Figura 3 es una vista en sección trasversal de una realización de ejemplo de la presente invención en la cual un cátodo 101 que tiene una superficie evaporable 102, está dispuesto entre electrodos de deflexión 106 y 107 y entre espirales electromagnéticas secundarias 141 y 142. Una espiral electromagnética 119 primaria está dispuesta alrededor de la parte externa de los electrodos de deflexión 106 y 104. La forma y localización de los giros de la espiral 119 fueron escogidos por medio de una modelación por ordenador para proveer una componente de campo primario sustancialmente uniforme paralelo a la escala de la superficie evaporable y a los electrodos de deflexión 106 y 107. A 400 amperios de corriente en la espiral primaria 119, la densidad de flujo ("fuerza") del componente de campo magnético primario entre los electrodos de deflexión 106 y 107 es aproximadamente 150 gauss. Las espirales secundarias 141 y 142 tienen cada una 500 giros de alambre de cobre, enrollados sobre una pieza de polo permeable magnéticamente, y recubiertos con epoxi en un alojamiento de cobre enfriado por agua 145, que también sirve como superficie de ánodo (145a) y como superficie de escudo lateral del cátodo (145b) que define el ángulo alfa (véase, por ejemplo, la Figura 2), por debajo del cual se bloquean las macropartículas.

Las líneas de flujo 161 mostradas en la Figura 3 representan la suma de los componentes de campo magnético primario y secundario generados por una corriente de espiral primaria de 400 amperios y una corriente de espiral secundaria de 9 amperios. Se crea una región de campo bajo 160 frente a la superficie de cátodo a través de la cual

el plasma emitido es del cátodo 101 es canalizado hacia el electrodo de deflexión 106 y 107. Controlando las fuerzas relativas de los componentes de cambio primario y secundario, es posible alcanzar un campo relativamente fuerte cerca de los electrodos de deflexión 106 y 107 y un campo relativamente débil cerca de la superficie del cátodo maximizando por lo tanto la eficiencia tanto del transporte de plasma desde la superficie del cátodo, como su redireccionamiento en el electrodo de deflexión.

La Figura 4 es un dibujo esquemático de un cátodo lineal y un medio magnético secundario de acuerdo con una realización de ejemplo en la cual el cátodo 101, que tiene una superficie evaporable consistente de las superficie 112 y 113 y sus superficies opuestas correspondientes, está dispuesto entre escudos laterales de cátodo 104, todos los cuales están dispuestos entre espirales electromagnéticas secundarias 141 y 142. Las espirales están enrolladas sobre piezas de polo permeables magnéticamente 143.

Las Figuras 5a y 5b muestran la corriente promedio de salida de iones desde la fuente a medida que se varían las espirales electromagnéticas primaria y secundaria y también muestra la velocidad a la cual los puntos del arco circulan o "rotan" alrededor del cátodo. Los valores para corriente de espiral secundaria cero corresponden a las de la fuente descrita en la patente '705 que incluye solamente una espiral electromagnética. A medida que la corriente de espiral secundaria se incrementa, el campo magnético en la superficie del cátodo se hace más débil, dando como resultado una corriente de salida de iones creciente y una velocidad de rotación del arco de creciente. La corriente de salida de iones máxima ocurre a medida que la velocidad de rotación del arco se acerca a cero (esto es, el componente del campo magnético primario en la superficie del cátodo ha sido casi completamente cancelado por el componente de campo secundario, reduciendo la fuerza que impulsa la circulación del punto de arco). Se crea una región 160 de campo bajo frente a la superficie del cátodo a través de la cual el plasma emitido del cátodo es guiado magnéticamente hacia el electrodo de deflexión, donde encuentra líneas de flujo fuertes 161 paralelas a los electrodos de deflexión 106 y 107. A valores aún más altos de corriente de la espiral secundaria, la rotación del arco se hace más lenta completamente hasta detenerse e invierte la dirección, indicada por valores negativos de la velocidad de rotación.

En el caso del carbono como se muestra en la Figura 5b, la velocidad de rotación de arco es muy baja – particularmente para la corriente de espiral secundaria alta que maximiza la corriente de salida. En este caso puede ser difícil depositar un recubrimiento de espesor uniforme sobre áreas de sustrato grandes. De acuerdo con una realización de ejemplo, es posible obtener recubrimientos uniformes de diamante amorfo (carbono amorfo enlazado tetraédricamente) a una velocidad de deposición relativamente alta sobre un área mayor que un metro cuadrado (m^2) montando los sustratos dentro de un carrusel cilíndrico que rota a una velocidad relativamente alta alrededor de la fuente de arco, como se muestra en la Figura 6 de acuerdo con una realización de ejemplo.

En la Figura 6, el cátodo 201 está dispuesto entre electrodos de deflexión 206 y 207, y entre espirales electromagnéticas secundarias 241 y 242. El medio magnético primario y los medios de enfriamiento del cátodo no se muestran. Los escudos laterales del cátodo 204 se proyectan más allá de la superficie evaporable en todas las direcciones en una distancia seleccionada, y en conjunción con la anchura de los electrodos de deflexión 206 y 207, para evitar que las macropartículas eyectadas desde la superficie evaporable alcancen un sustrato 251 montado sobre la superficie interna del carrusel cilíndrico rotatorio 250.

La velocidad de rotación del carrusel 250 en la Figura 6 debería ser lo suficientemente alta de manera que se presente una rotación completa durante cada pequeño incremento del movimiento de arco. La velocidad de deposición por lo tanto es constante en promedio, alrededor de la circunferencia del cilindro, mientras que el chorro de plasma barre hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la longitud del carrusel a medida que el arco rota alrededor de la periferia del cátodo. Por ejemplo una rotación del carrusel de sustrato por cada 1 cm de movimiento del arco a lo largo del cátodo requiere una velocidad de rotación del carrusel de aproximadamente 100 rpm, cuando el arco está rotando a 1 rpm alrededor de un cátodo de 50 cm de longitud.

Con referencia a todas las Figuras, el montaje y enfriamiento del cátodo, ánodo y aparato de filtración puede lograrse mediante cualquier método adecuado. Es inevitable algún bloqueo del flujo de plasma debido a las conexiones de enfriamiento y alimentación y a los soportes mecánicos; sin embargo, las conexiones pueden hacerse preferiblemente en los extremos del cátodo, dejando los lados sin obstrucción a lo largo de su longitud completa. El cátodo tiene la forma general de una barra rectangular, pero puede comprender múltiples elementos o elementos reemplazables según conveniencia en operación y mantenimiento. Puede evitarse que el arco se mueva lateralmente del borde de la superficie evaporable por medios conocidos, por ejemplo, aislantes, escudos, anillos conductores o anillos permeables.

Quienes revisen esta divulgación conocerán que las diversas realizaciones descritas aquí con respecto a las Figuras 3 - 6 incluyen diversas características ventajosas en contraste con las utilizadas en los sistemas de arco filtrado convencionales. Por ejemplo, de acuerdo con una realización de ejemplo, una fuente de arco filtrada tal como la divulgada aquí incluye una distribución de salida bidireccional, utiliza un cátodo de magnetrón lineal e incluye una disposición única de electrodos de deflexión, áreas de montaje de sustrato y disposición magnética permanente.

Una característica particularmente ventajosa divulgada aquí es el uso de un medio magnético secundario para controlar el campo magnético en la región de la superficie del cátodo. De esta manera, puede producirse una fuente de plasma rectangular compacta y eficiente de cualquier longitud requerida. La salida bidireccional es bien adecuada para una fuente central dentro de una disposición rotatoria de sustratos, por ejemplo, o entre dos transportadores lineales que portan sustratos.

Los medios magnéticos primario y secundario pueden comprender electromagnetos, magnetos permanentes o una combinación de ambos. Una espiral solenoide simple envuelta alrededor de la parte externa de los electrodos de deflexión y del cátodo, como se muestra en la Figura 1, puede proveer un componente del campo primario adecuado. Dos o más solenoides más pequeños pueden ser utilizados con el fin de conformar el campo magnético o por conveniencia a la fabricación y montaje como se muestra en la Figura 2. De acuerdo con otra realización de ejemplo, el campo primario puede ser generado por medio de magnetos permanentes (por ejemplo, tales como los divulgados en la patente '705). Los electromagnetos tienen la ventaja de que la fuerza del campo magnético puede ser variada con relativa facilidad pero tiene la desventaja del gran tamaño y peso, coste relativamente alto, y el requerimiento de enfriamiento para evitar calentamiento durante la operación. Los magnetos permanentes tienen las ventajas de el tamaño más pequeño y costes inferiores, y no requieren enfriamiento o fuente de poder, pero tienen la desventaja de que la fuerza del campo magnético puede variarse solamente reemplazando los magnetos.

La fuerza del campo magnético y el voltaje de desviación del electrodo de deflexión pueden escogerse para optimizar la transmisión de plasma para un material particular vaporizado (peso atómico y estado de carga promedio). Las fuerzas del campo magnético en el rango de 100 - 1000 gauss con voltajes de desviación de electrodos en el rango de 5 - 50 voltios son adecuados para una variedad de materiales, aunque pueden emplearse fuerzas y voltajes de campo más altas y más bajas de acuerdo con otras realizaciones de ejemplo. La anchura y el espaciado del electrodo de deflexión y la distancia con la cual los escudos laterales se proyectan pueden valer dentro de los límites impuestos por el requerimiento de la línea de visión. Una distancia a de protección de escudo lateral más corta requiere un electrodo de deflexión más ancho y viceversa. Escudos laterales más cortos son deseables para maximizar la cantidad de plasma que escapa de la región del cátodo y minimizar la formación de recubrimiento sobre los otros escudos. Escudos de deflexión más anchos ocupan sin embargo más espacio en la cámara de procesamiento, requieren ensamblajes magnéticos más grandes y pueden sufrir pérdidas de transmisión incrementadas. El enfriamiento con de los electrodos de deflexión y de los escudos naturales pueden ser necesario para una operación continua a alta potencia. El rebote de las partículas desde el electrodo de deflexión puede reducirse por medio de baffles paralelos múltiples montados perpendicularmente al electrodo como se muestra en la Figura 2. La altura, espaciado, número y localización de los baffles pueden ser seleccionados ventajosamente para asegurar que las macropartículas no pueden escapar sin hacer al menos dos rebotes. Alternativamente, las superficies múltiples anguladas 148 pueden formarse en el electrodo de deflexión, como se muestra en la Figura 3, con el fin de controlar la dirección en la cual las macropartículas incidentes rebotan.

De acuerdo con una realización de ejemplo, se divulga un aparato mejorado para mejorar corrientes dirigidas de plasma metálico, con el propósito de depositar un recubrimiento o llevar a cabo un procesamiento de iones. El plasma comprende vapor ionizado de un material de cátodo, generado por evaporación de un arco al vacío utilizando un cátodo de magnetron lineal. Por un medio de electrodo de deflexión a una región del sustrato, mientras gotitas macroscópicas del material del cátodo también generadas por el arco con interceptadas por los electrodos de deflexión y se evita que alcancen el sustrato. Se proporcionan medios magnéticos mejorados para controlar el movimiento del arco sobre la superficie del cátodo a la vez que simultáneamente deflectan y guían la corriente de plasma. La fuente proporciona un haz de plasma rectangular que puede ser extendido indefinidamente en longitud, permitiendo el recubrimiento o el procesamiento de iones de sustratos grandes.

Debe entenderse por quienes revisan esta divulgación que son posibles diversas realizaciones de ejemplo mientras que aún se cae dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, una realización de ejemplo de la invención se relaciona con un aparato para generar plasma. El aparato incluye un cátodo que tiene una superficie evaporable configurada para emitir un material que comprende plasma y macropartículas y aberturas de salidas dirigidas de forma opuesta configuradas para dirigir el plasma. El aparato también incluye un filtro configurado para transmitir al menos una parte del plasma a las aberturas de salida mientras evitan la transmisión de al menos algunas de las macropartículas. El filtro comprende al menos un electrodo de deflexión dispuesto en general paralelo y frente a al menos una porción de la superficie evaporable. El aparato también incluye un primer elemento para generar un primer componente de campo magnético que tiene una primera polaridad entre el cátodo y el al menos un electrodo de deflexión y un segundo elemento para generar un segundo componente de campo magnético que tiene una segunda polaridad en la superficie evaporable del cátodo que es opuesta a la primera polaridad de tal forma que se crea una región de campo bajo entre la superficie evaporable y el al menos un electrodo de deflexión.

Otra realización de ejemplo de la invención se relaciona con un aparato para generar plasma que incluye un cátodo configurado para emitir plasma y macropartículas y un filtro configurado para transmitir al menos una porción del plasma a la vez que evita la transmisión de al menos una porción de las macropartículas. El filtro comprende al menos un electrodo de deflexión. El aparato incluye también medios para generar un primer componente de campo

magnético que tiene una primera polaridad entre el cátodo y el al menos un electrodo de deflexión y medios para generar un segundo componente de campo magnético que tiene una segunda polaridad próxima al cátodo que es opuesta a la primera polaridad.

5 Debe notarse que el término "de ejemplo" tal como se utiliza aquí para describir diversas realizaciones se entiende para indicar que tales realizaciones son ejemplos, representaciones y/o ilustraciones posibles de realizaciones posibles de la invención (y tal término no pretende la connotación de que tales realizaciones sean necesariamente ejemplos extraordinarios o superlativos).

10 Es importante notar que la construcción y disposición de la fuente de arco filtrada como se muestra en las diversas realizaciones de ejemplo es solamente ilustrativa. Aunque se han descrito solo unas pocas realizaciones en detalle en esta divulgación, las personas experimentadas en la técnica que revisen esta divulgación apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones (por ejemplo, variaciones en tamaños, dimensiones, estructuras, formas y proporciones de los diversos elementos, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de materiales, colores, orientaciones, etc.) sin apartarse materialmente de las enseñanzas y ventajas novedosas del asunto citado en las reivindicaciones. Por ejemplo, elementos mostrados como parte formada integralmente pueden estar
15 contruidos de múltiples partes o elementos, la posición de los elementos puede ser revertida o variada de alguna otra manera, y la naturaleza o número de los elementos discretos o posiciones pueden ser alterada o variada. De acuerdo con lo anterior, todas tales modificaciones se entienden incluidas dentro del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones anexas. Otras sustituciones, modificaciones, cambio y omisiones pueden hacerse en el diseño, condiciones de operación y disposición de las diversas realizaciones de ejemplo sin
20 apartarse del alcance de la presente invención tal como se expresa en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para generar plasma y así formar una fuente de plasma; comprendiendo dicha fuente un cátodo (101) que tiene una superficie evaporable (102) configurada para emitir un material que comprende plasma y macropartículas; aberturas de salida (13, 14, 113, 114) para dirigir el plasma fuera de la fuente; y un filtro que comprende al menos un electrodo de deflexión (106, 107) y configurado para transmitir al menos parte del plasma a las aberturas de salida (13, 14, 113, 114) a la vez que evitan la transmisión de al menos parte de las macropartículas, comprendiendo adicionalmente el aparato
- un primer elemento (119) para generar un primer componente de campo magnético que tiene una polaridad entre el cátodo (101) y al menos un electrodo de deflexión (106, 107), y
- un segundo elemento (141, 142) para generar un segundo componente de campo magnético que tiene una segunda polaridad en la superficie evaporable (102) del cátodo (101) caracterizado porque la segunda polaridad es opuesta a la primera polaridad de tal manera que se crea una región de campo bajo entre la superficie evaporable (102) y el al menos un electrodo de deflexión (106, 107).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el al menos un electrodo de deflexión (106, 107) está dispuesto de forma general paralelo y frente a al menos una porción de la superficie evaporable (102).
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el primer componente de campo magnético incluye líneas de flujo que son sustancialmente paralelas a la superficie evaporable (102).
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, donde las líneas de flujo también son sustancialmente paralelas a una superficie de el al menos un electrodo de deflexión (106, 107).
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el al menos un electrodo de deflexión (106, 107) comprende al menos dos superficies deflectoras.
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, donde cada una de las al menos dos superficies deflectoras están montadas en paralelo y una frente a los lados largos de la superficie evaporable (102).
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, donde el al menos un electrodo de deflexión (106, 107) está configurado para deflectar el plasma en dos direcciones paralelas a las al menos dos superficies deflectoras a la vez que evita que al menos parte de las macropartículas alcancen las aberturas de salida.
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde las aberturas de salida (13, 14, 113, 114) están dirigidas de forma opuesta para dirigir el plasma.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el filtro comprende adicionalmente un escudo lateral de cátodo (104) que comprende al menos dos superficies mostradas sobre lados opuestos de la superficie evaporable (102) y se proyecta hacia fuera desde la superficie evaporable (102) mediante una distancia seleccionada.
10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, donde el escudo lateral (104) está configurado para evitar que al menos algunas de las macropartículas emitidas desde la superficie evaporable (102) alcancen las aberturas de salida (13, 14, 113, 114).
11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el cátodo (101) tiene la forma de una barra rectangular que tiene cuatro lados largos y dos extremos y donde la superficie evaporable (102) comprende dos lados largos opuestos en ambos extremos de la barra.
12. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el primer elemento (119) para generar un primer campo magnético comprende una espiral solenoide.
13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, donde el segundo elemento (141, 142) para generar un segundo campo magnético comprende al menos una espiral electromagnética.
14. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, donde al menos uno del primer elemento (119) y el segundo elemento (141, 142) comprende un magneto permanente.

15. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, donde al menos uno del primer elemento (119) y el segundo elemento (141, 142) comprende un electromagneto.

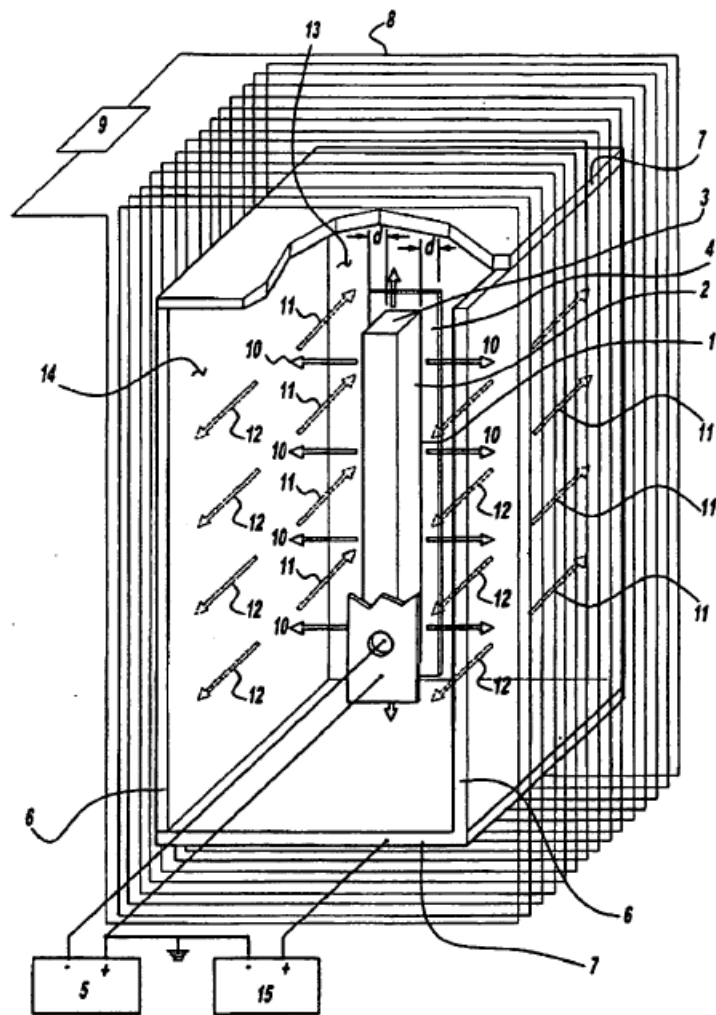


FIGURA 1

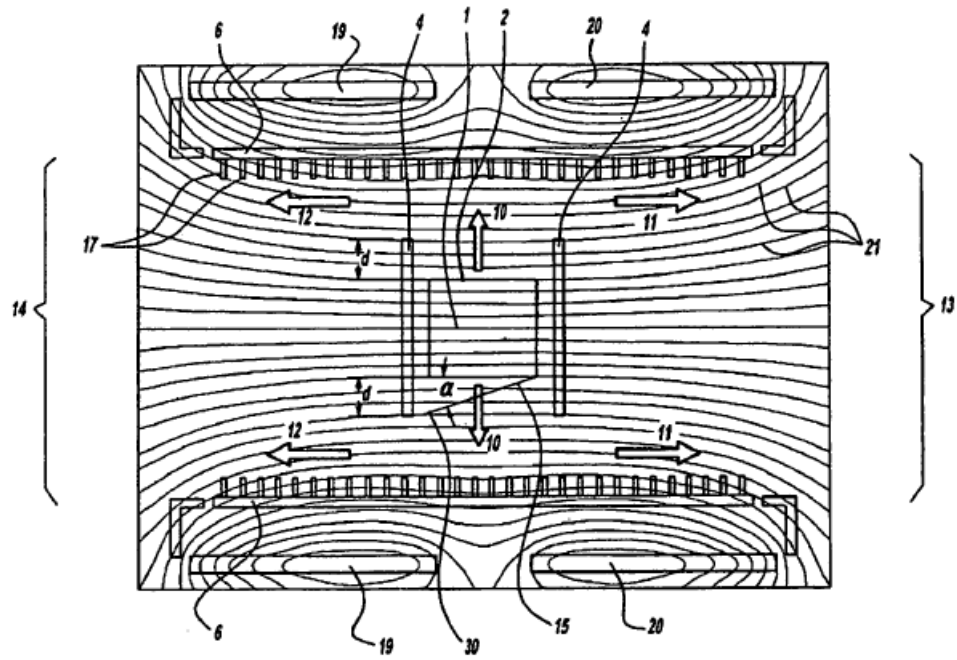


FIGURE 2

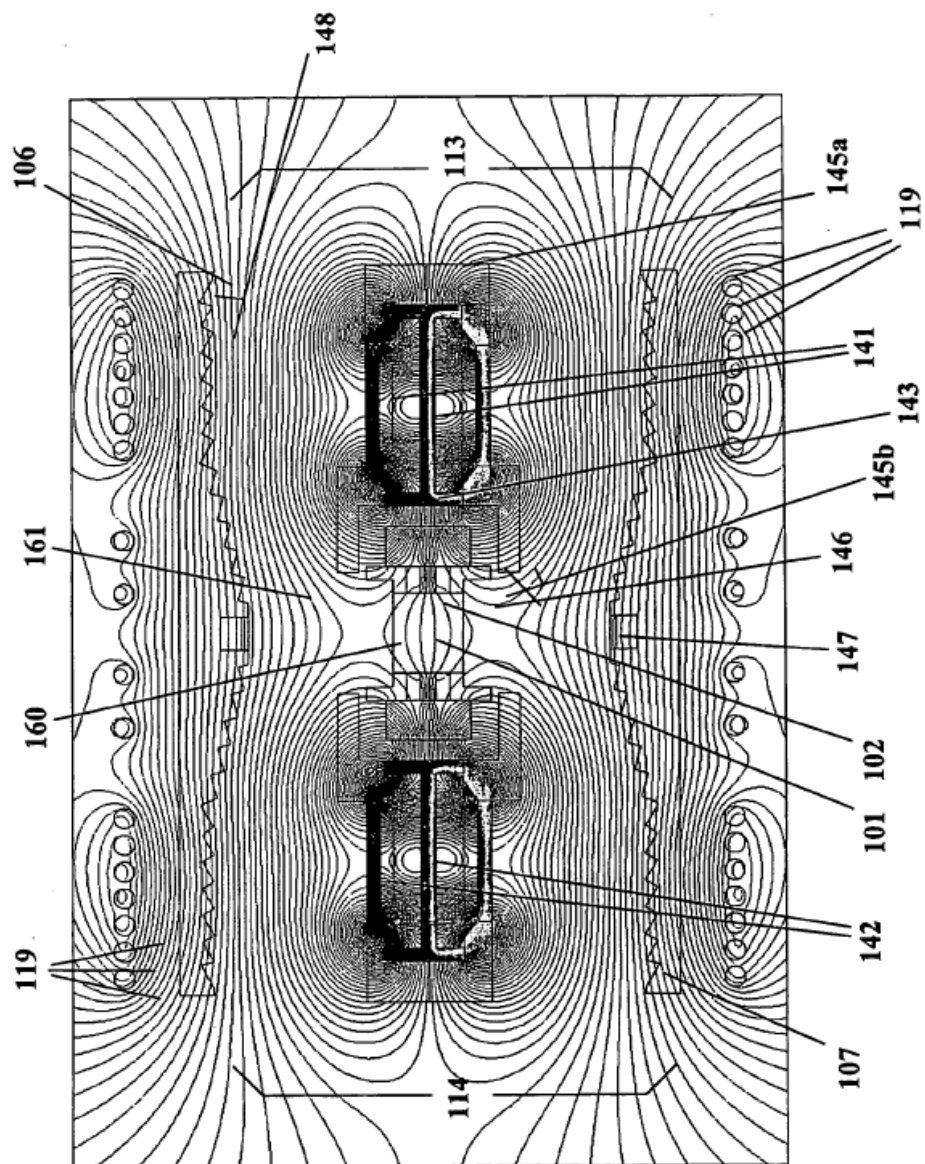


FIGURA 3

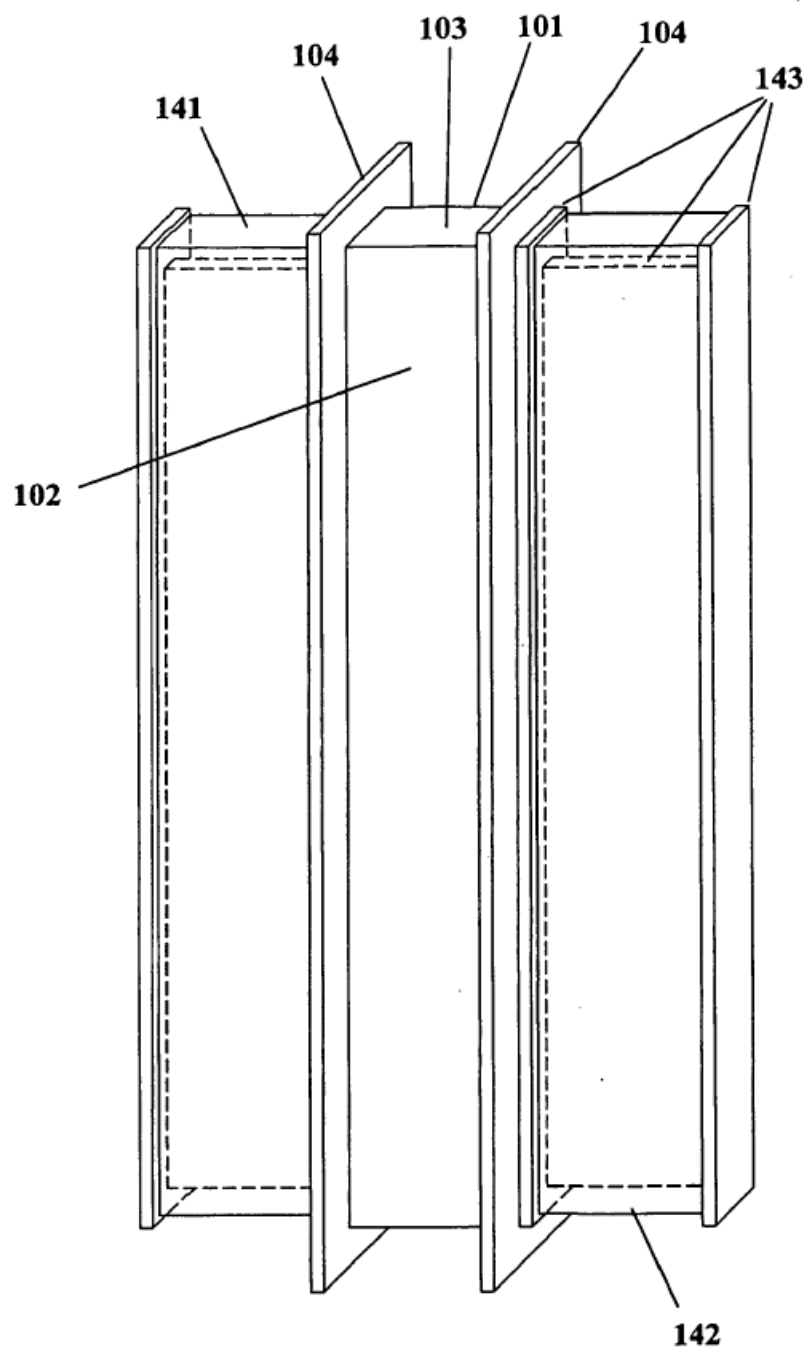


FIGURA 4

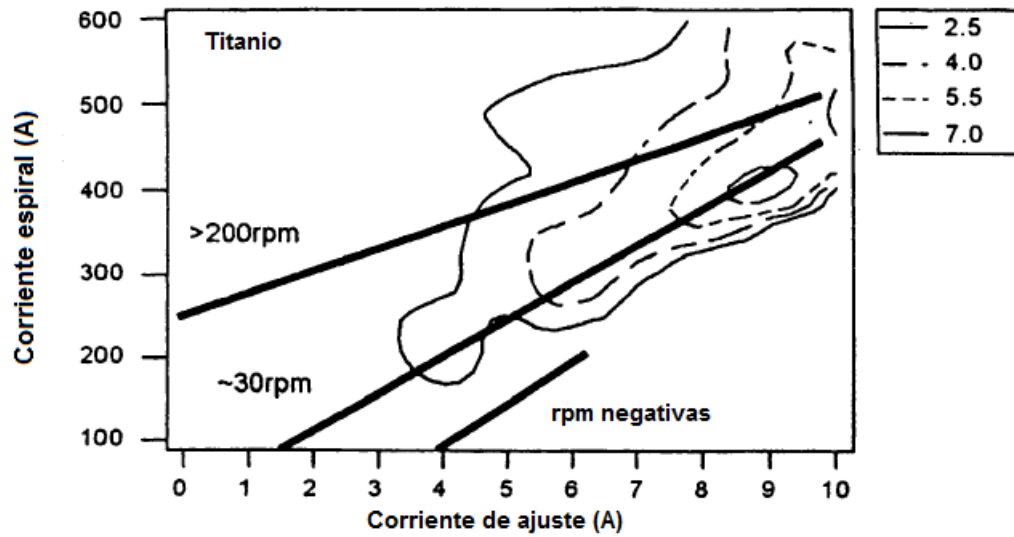


Figura 5a

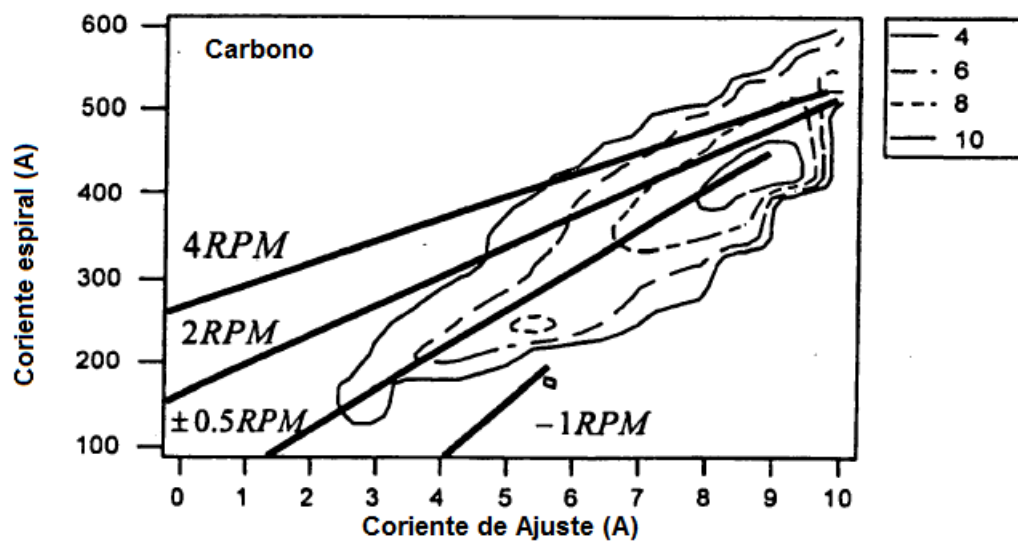


Figura 5b

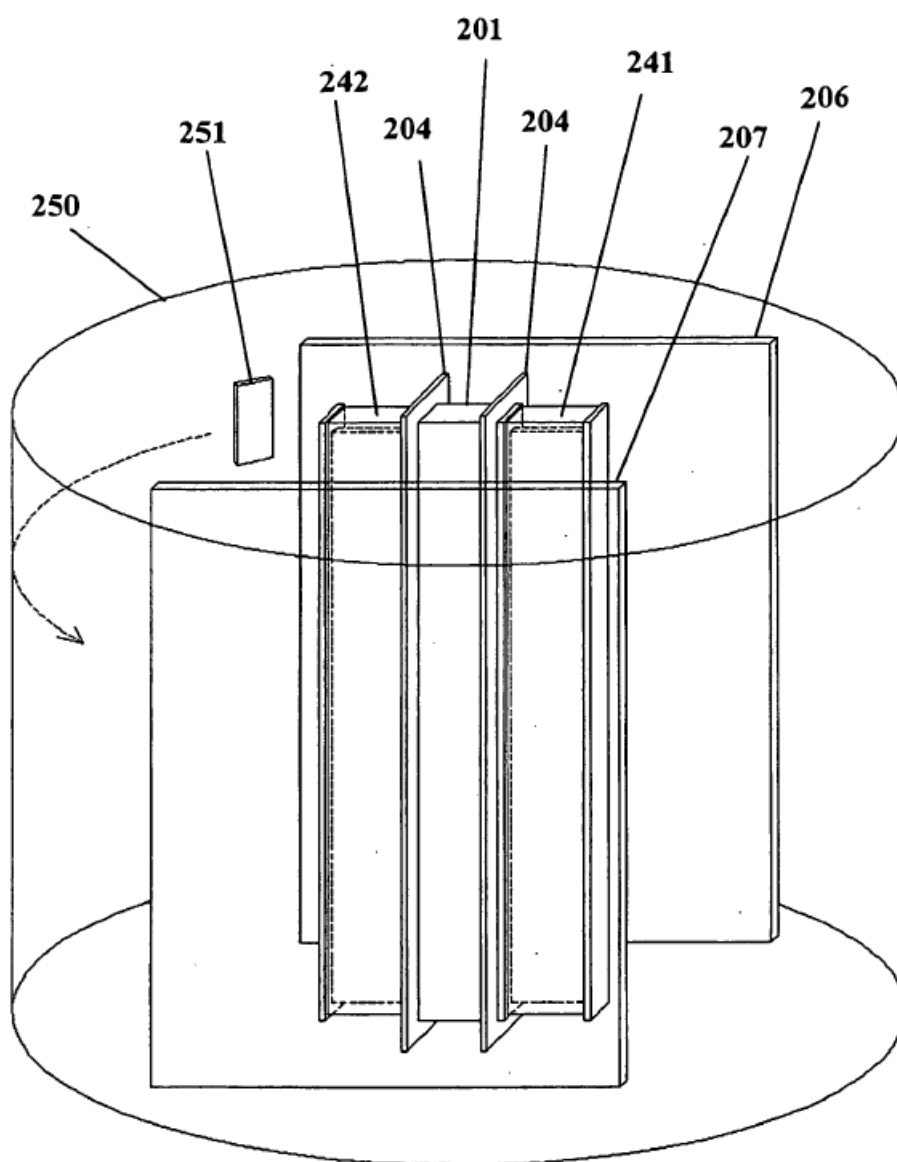


FIGURA 6