

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 855 155**

51 Int. Cl.:

H01J 37/34 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

C23C 14/35 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2018** **E 18214105 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.12.2020** **EP 3671806**

54 Título: **Conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón para un aparato de pulverización catódica con magnetrón desequilibrado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.09.2021

73 Titular/es:

EMEA INOR EOOD (100.0%)
61, Blvd Sankt Petersburg
4000 Plovdiv, BG

72 Inventor/es:

WAIDELICH, ROMAIN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 855 155 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

Conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón para un aparato de pulverización catódica con magnetrón desequilibrado

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón, un aparato de pulverización catódica con magnetrón desequilibrado que comprende dicho conjunto y su uso para el tratamiento superficial o recubrimiento de productos.

10 El propósito del depósito de recubrimientos funcionales al vacío es obtener las propiedades físicas y químicas requeridas de las películas, tales como propiedades eléctricas, ópticas, magnéticas, mecánicas, anticorrosivas y catalíticas, o una combinación de las mismas: por ejemplo, las películas delgadas de óxido de indio y estaño poseen transparencia óptica y conductividad eléctrica. Como recubrimientos funcionales, se utilizan con mayor frecuencia películas metálicas en forma de aleaciones y sus compuestos con oxígeno, nitrógeno y carbono (los llamados recubrimientos reactivos).

- 15 Se pueden obtener recubrimientos funcionales de composición química compleja utilizando la técnica de la pulverización iónica en vacío, tal como la pulverización catódica y su modificación industrial: la pulverización catódica con magnetrón.

20 La calidad de los recubrimientos aplicados mediante pulverización catódica con magnetrón es significativamente mayor que la calidad de los recubrimientos aplicados mediante técnicas tradicionales de galvanoplastia o evaporación por arco en vacío. Los aparatos de pulverización catódica con magnetrón se caracterizan por un aumento significativo del grado de "impacto iónico" durante el crecimiento del recubrimiento, así como por la capacidad de controlar ese bombardeo iónico "auxiliar" del recubrimiento. Estos aparatos de pulverización catódica con magnetrón se denominan magnetrones desequilibrados (UBM – *UnBalanced Magnetrons*, en inglés) o magnetrones con descarga sostenida de doble sitio (DSSD – *Double Site Sustained Discharge*, en inglés) (véase "Magnetic field and substrate position effects on the ion/deposition flux ratio in magnetron sputtering", por G.A. Clarke, N.R. Osborne y R.R. Parsons, - J. Vac. Sci. Technol. A 9 (3), mayo/junio de 1991, págs. 1166-1172).

30 Debido a una configuración especial del campo magnético del UBM, la superficie de la película en crecimiento es bombardeada con un flujo intenso de iones de plasma a grandes distancias desde el aparato de pulverización catódica con magnetrón hasta el sustrato. Una característica del UBM es la presencia de un campo magnético adicional en forma de "botella" de una fuerza suficiente para capturar electrones con una energía mayor que la energía de ionización del gas formador de plasma y del material pulverizado. Según los cálculos y los datos experimentales, la magnitud de la intensidad del campo magnético no debe ser inferior a 100 Oe (véase "Magnetic field and substrate position effects on the ion/deposition flux ratio in magnetron sputtering", por G.A. Clarke, N.R. Osborne y R.R. Parsons, - J. Vac. Sci. Technol. A 9 (3), mayo/junio de 1991, págs. 1166-1172.)

- 35 Para lograr estos requisitos, todos los imanes en un aparato de pulverización catódica con magnetrón de imán permanente se encuentran en la periferia del dispositivo a lo largo del perímetro del objetivo. Se permite colocar una derivación realizada de un material con una alta permeabilidad magnética en el centro del aparato de pulverización catódica con magnetrón.

40 El bombardeo de iones de la superficie de la película en crecimiento permite controlar las características de nucleación, morfología, composición química, microestructura y estrés en la película. Esto se debe a un aumento en la movilidad de los átomos adsorbidos, al bombardeo de partículas débilmente unidas, así como a la alta energía de los iones de bombardeo del gas formador de plasma y del material objetivo. Los recubrimientos aplicados mediante pulverización catódica con magnetrón desequilibrado (UBM) tienen un complejo de extraordinarias propiedades mecánicas, térmicas y ópticas (alta dureza, resistencia al desgaste, conductividad eléctrica, conductividad térmica, densidad óptica). Dichos recubrimientos difieren radicalmente de los recubrimientos obtenidos mediante la técnica de galvanoplastia y de los recubrimientos depositados mediante evaporación por arco de vacío, que se caracterizan por la porosidad y la fase de gotitas, respectivamente.

50 Los magnetrones desequilibrados permiten aplicar recubrimientos mediante pulverización catódica reactiva a baja temperatura (hasta 373 K) en piezas de trabajo fabricadas con materiales resistentes a bajas temperaturas. En comparación con los aparatos de pulverización catódica con un magnetrón convencional, el UBM tiene una configuración y una magnitud especiales del campo magnético, que proporciona una zona de ionización adicional para los átomos pulverizados, así como para los átomos de gas de trabajo por encima de la superficie objetivo. Cuando se aplica una tensión de polarización al sustrato, la densidad de la corriente de polarización de iones del sustrato prácticamente no cambia cuando la distancia del objetivo al sustrato varía de 40 a 200 mm. Para los magnetrones convencionales, la distancia entre el objetivo y el sustrato a la que la densidad de corriente de iones del sustrato no cambia es aproximadamente tres veces más corta.

55 Por lo tanto, en comparación con un aparato de pulverización catódica con un magnetrón convencional, el UBM permite aumentar las distancias máximas del objetivo al sustrato desde 50 mm para magnetrones convencionales hasta 100-

200 mm para el UBM, en los que aún es posible obtener recubrimientos reactivos de alta calidad. Esto permite aumentar la capacidad de las plantas industriales, al incrementar el área de recubrimiento “efectiva”, así como aplicar recubrimientos en piezas de formas grandes y complejas.

- 5 Cuando se aplica una tensión de polarización elevada a la pieza de trabajo ($U_s = 700-1200 \text{ V}$), la corriente de iones del sustrato I_s obtenida de la DSSD puede ser mayor que la corriente de descarga del magnetrón I_d :

$I_s = N \times I_d$, donde el coeficiente N puede alcanzar 3-5, dependiendo de la tensión de polarización.

En dicho caso, la velocidad de depósito del recubrimiento es mucho menor que la velocidad de eliminación del grabado. Por lo tanto, el UBM es adecuado para la limpieza final y el calentamiento de piezas de trabajo antes del recubrimiento.

- 10 El análisis de la literatura científica, técnica y de patentes muestra una tendencia actual, por un lado, a aumentar las dimensiones del sustrato y, por otro lado, a simplificar el diseño del UBM para combinar varias funciones, tales como la limpieza y el grabado del sustrato, la aplicación de un recubrimiento, la distribución uniforme o predeterminada de un gas, la protección de la superficie de las piezas de trabajo contra la contaminación durante la limpieza y el precalentamiento de los objetivos de pulverización.
- 15 Los UBM situados en el interior de la cámara de vacío y que operan bajo mayores cargas térmicas, son demandados.

Además, los sustratos de formas complejas, tales como espejos telescópicos, lunas de vehículos, válvulas de bola, además de grandes dimensiones, tienen una superficie curvilínea, lo que requiere una forma curvada de los objetivos de pulverización catódica con magnetrón para lograr una alta uniformidad del grosor del recubrimiento.

Antecedentes de la técnica

- 20 A partir del documento RU 2 319 788 C2, se conoce un conjunto de cátodo de un aparato de pulverización catódica con magnetrón que contiene un objetivo que tiene un lado exterior del material pulverizado, imanes colocados en una base en el lado interior del objetivo y aislados térmicamente con un espacio desde el mismo, una tubería para una refrigeración media que tiene una pared con una parte libre de transferencia de calor directa desde el objetivo. Además, cada imán está montado con la posibilidad de cambiar la distancia desde una parte de la pared de la tubería, y entre
- 25 cada imán, y una parte correspondiente de la pared de la tubería, un elemento intermedio de transferencia de calor realizado de un material no ferromagnético con una alta conductividad térmica está instalada y el objetivo se acopla con la base realizada de un material ferromagnético.

- 30 Sin embargo, los imanes de estos aparatos de pulverización catódica no están protegidos de la radiación térmica del objetivo calentado y del impacto de la energía térmica de los accesorios de la cámara calentada sobre los imanes periféricos. El sobrecalentamiento de los imanes permanentes como resultado del impacto de la radiación térmica del objetivo y de los accesorios de la cámara conduce a la pérdida de propiedades magnéticas y, como consecuencia, al fallo del aparato de pulverización catódica con magnetrón.

- 35 El diseño de estos magnetrones tiene una función: la pulverización catódica del material objetivo. Las funciones de distribución uniforme de un gas y protección de la superficie de la pieza de trabajo contra el depósito de un material no deseable durante la limpieza y el calentamiento del objetivo del magnetrón son proporcionadas por dispositivos adicionales, por ejemplo, por sistemas de distribución de gas y obturadores, en consecuencia, que complican el diseño de las cámaras de vacío. En dichos dispositivos adicionales, los productos de pulverización catódica se acumulan y se desprenden, lo que conduce a un aumento de los defectos de los recubrimientos aplicados.

- 40 En el conjunto de cátodo del aparato de pulverización catódica con magnetrón, la base ferromagnética es plana y los imanes están montados directamente sobre la base. Esto no permite obtener un campo magnético con una “configuración de botella” de la fuerza necesaria para la existencia de una DSSD. Debido a la forma plana de la base y, en consecuencia, del objetivo, es difícil aplicar recubrimientos con una uniformidad de grosor requerida sobre superficies curvilíneas.

- 45 A partir del documento RU 111 138 U1, se conoce un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón que consiste en un cuerpo en forma de cuboide rectangular con una base, un objetivo plano extendido que contiene un material pulverizado y fijado frente a la base del cuerpo, así como un sistema magnético y un sistema de refrigeración en forma de toroides coaxiales situados entre la base del cuerpo y un objetivo plano en el centro del cuerpo, en donde la región central del objetivo plano está perforada con hendiduras a lo largo de su lado extendido. Además, se instala un sistema de distribución de gas adicional y la base del cuerpo está equipada con una tubería de derivación para suministrar gases formadores de plasma. En este dispositivo, el sistema magnético está realizado en forma de una matriz de imanes permanentes en forma de placa, que son homogéneos en propiedades y se desplazan uno hacia otro en cada fila.
- 50

- 55 Sin embargo, estos aparatos de pulverización catódica con magnetrón también tienen baja fiabilidad debido a la posibilidad de calentamiento simultáneo de las partes externas del sistema magnético (la parte lateral y la parte orientada hacia el objetivo) debido a la radiación térmica del objetivo y de las paredes laterales del cuerpo del

magnetron, que puede provocar el calentamiento de los imanes a la temperatura de Curie a la que pierden sus propiedades magnéticas.

El diseño de estos magnetrones tiene dos funciones: pulverización del material objetivo y suministro uniforme del gas formador de plasma a través de las hendiduras de distribución de gas situadas en el centro del objetivo.

- 5 Debido a la forma plana de la base y, en consecuencia, del objetivo, es difícil aplicar recubrimientos con una uniformidad de grosor requerida sobre superficies curvilíneas.

Ni la patente RU 2319788 C2, ni el modelo de utilidad RU 111138 U1 demuestran que estos magnetrones pueden funcionar como magnetrones desequilibrados (UBM) con descarga sostenida de doble sitio (DSSD).

- 10 Para limpiar y precalentar los objetivos en el momento inicial de la utilización, se requiere un dispositivo adicional, que es un obturador móvil que protege completamente el flujo del material pulverizado, protegiendo los sustratos de la contaminación. Este obturador, situado entre los sustratos y el UBM, es la fuente de los defectos de recubrimiento introducidos debido al depósito del recubrimiento sobre el mismo, la exfoliación del polvo y el depósito de partículas de polvo sobre los sustratos.

- 15 El objeto de la presente invención es proporcionar un conjunto de cátodo multifuncional para un aparato de pulverización catódica con magnetron desequilibrado, cuyo diseño permite el funcionamiento en el modo de DSSD para limpiar la superficie de las piezas de trabajo, así como para depositar el recubrimiento sobre ellas en condiciones de alta carga de temperatura, para complementar el conjunto de cátodo con las funciones del dispositivo de distribución de gas y el obturador para precalentar y limpiar el objetivo, así como para mejorar la uniformidad del grosor del recubrimiento aplicado a piezas de trabajo de forma curvilínea.

20 **Compendio de la invención**

La presente invención proporciona un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetron multifuncional, según la reivindicación 1, en particular para un aparato de pulverización catódica con magnetron desequilibrado. Las realizaciones preferidas se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

La multifuncionalidad se logra, preferentemente mediante uno o más de los siguientes:

- 25 – garantizar la posibilidad de utilizar un UBM para la limpieza final y el calentamiento de las piezas antes del recubrimiento, debido a la especial configuración del campo magnético formado por imanes permanentes periféricos, entre la base ferromagnética y estos imanes está colocado un soporte ferromagnético con una altura de, al menos, 12 mm;
- 30 – evitar la desmagnetización de los imanes permanentes y el fallo del dispositivo debido al calentamiento simultáneo de la parte exterior del sistema magnético por la radiación térmica del objetivo y de las paredes laterales del cuerpo del UBM, el conjunto multifuncional del aparato de pulverización catódica con magnetron desequilibrado está equipado con una carcasa refrigerada por líquido que protege el sistema magnético de la radiación térmica de los accesorios de la cámara a través de las paredes laterales del cuerpo, y entre el refrigerador, realizado en forma de tubo rectangular, y la base, está situado un escudo en forma de Z, que protege
- 35 el sistema magnético del sobrecalentamiento por radiación térmica del objetivo;
- garantizar la posibilidad de limpieza y precalentamiento del objetivo sin contaminación de las piezas, el UBM está equipado con un pasamuros giratorio coaxial sellado al vacío para refrigerar, suministrar energía y un suministro de gas formador de plasma. El pasamuros está en el potencial de la cámara, y está diseñado para hacer girar la fuente de pulverización catódica con magnetron en un sentido opuesto a las partes recubiertas durante la limpieza
- 40 y el precalentamiento del objetivo del cátodo;
- con el fin de aplicar recubrimientos ópticos en las partes de forma compleja con alta uniformidad de grosor, los sistemas magnético y de refrigeración se realizan en forma de toroides coaxiales deformados, y la base del cuerpo, así como el objetivo del UBM, se realizan en la forma aproximada a la superficie curvilínea de la parte óptica.
- 45 La colocación de un sistema magnético periférico montado en la base sobre soportes ferromagnéticos permite obtener un campo magnético con una “configuración de botella” sobre la superficie del objetivo con los parámetros necesarios para la existencia de la DSSD. Dicha configuración de campo magnético permite que el UBM funcione en un modo de limpieza y calentamiento de la superficie de las piezas, además de proporcionar un impacto iónico durante la etapa de recubrimiento.
- 50 El apantallamiento conductor del calor conectada al refrigerador protege el sistema magnético del calentamiento por radiación térmica de la superficie posterior del objetivo, y la carcasa con paredes refrigeradas protege del calentamiento por radiación térmica de los accesorios de la cámara de vacío. Estas partes protegen el sistema magnético del calentamiento a la temperatura de Curie, a la cual los imanes permanentes pierden sus propiedades, lo que resulta en el fallo del conjunto de pulverización catódica.

El pasamuros coaxial para refrigeración, suministro de energía y suministro de gas con una unidad giratoria sellada al vacío permite, durante el precalentamiento y la limpieza del objetivo antes de la pulverización catódica, girar el UBM en el sentido opuesto a las partes recubiertas, por ejemplo, hacia la pared de la cámara y, por lo tanto, evitar la contaminación de la superficie de las piezas de trabajo durante esa etapa.

- 5 La presente invención también proporciona un aparato de pulverización catódica con magnetrón, como se define en la reivindicación 6, que comprende el conjunto de magnetrón de pulverización catódica de la invención.

La invención se refiere, además, al uso del aparato de pulverización catódica con magnetrón de la invención, tal como se define en la reivindicación 7, para limpiar, calentar o grabar las superficies de productos, o para la aplicación de recubrimientos.

10 Breve descripción de los dibujos

La invención se explica con más detalle mediante la siguiente descripción, haciendo referencia a los dibujos, en los que

- la figura 1 muestra una sección transversal de una realización a modo de ejemplo de un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón de la invención;
- 15 la figura 2 muestra un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón montado en una cámara de vacío;
- la figura 3 muestra un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón lineal, para el recubrimiento de piezas de trabajo planas de gran tamaño que se desplazan hacia el cátodo;
- 20 la figura 4 muestra un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón para el recubrimiento de una superficie exterior de piezas de trabajo curvadas (por ejemplo, en forma de tubo o esfera); y
- la figura 5 muestra un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón para el recubrimiento de una superficie interior de piezas de trabajo curvadas (por ejemplo, en forma de tubo o esfera);

Descripción detallada de la invención

- 25 El conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón mostrado en la figura 1 consiste en un cuerpo 1 en forma de cuboide rectangular con una base 2, un objetivo 3 plano extendido de material pulverizado y fijado a la base 2, un sistema magnético 4 y un refrigerador 5 en forma de toroides coaxiales, situados entre la base del cuerpo y el objetivo plano en el centro del cuerpo, en donde la región central del objetivo plano está perforada con hendiduras 6 a lo largo de su lado extendido, y en donde en el centro del cuerpo está instalado un sistema de distribución de gas 7 adicional. El sistema magnético está realizado en forma de una matriz de imanes permanentes en forma de placa, que
- 30 son uniformes en propiedades magnéticas y se desplazan uno hacia otro en cada fila.

Para obtener la configuración requerida y la fuerza del campo magnético por encima de la superficie 3 objetivo, el sistema magnético es colocado sobre un soporte 8 especial con una altura de, al menos, 12 mm, realizado de un material ferromagnético.

- 35 El apantallamiento 9 conductor del calor en forma de Z está realizado, por ejemplo, de cobre, y está colocado sobre los imanes 4. Está en contacto térmico con el refrigerador 5 en forma de tubo rectangular y permite proteger el sistema magnético del calentamiento por radiación térmica por la superficie trasera del objetivo. La carcasa 10 con paredes refrigeradas protege el cuerpo del calentamiento por radiación térmica por los accesorios de la cámara de vacío.

- 40 Tal como se muestra en la figura 2, el pasamuros 11 giratorio coaxial para refrigeración, el suministro de energía y el suministro de gas con una unidad sellada al vacío 12 permite el precalentamiento del objetivo y la limpieza antes de la aplicación del recubrimiento para girar la superficie objetivo del aparato con magnetrón desequilibrado (UBM) 13 en el sentido opuesto a las piezas de trabajo recubiertas, por ejemplo hacia la pared de la cámara 14, con el fin de evitar la contaminación de la superficie de las piezas durante esa etapa.

- 45 Con el fin de recubrir piezas planas de gran tamaño que se desplazan hacia el cátodo, el UBM se realiza en forma de toroide comprimido en el plano y que consiste en una sección recta 15 y secciones curvadas 16, tal como se muestra en la figura 3. El objetivo del cátodo tiene hendiduras 6 para el suministro uniforme de un gas de trabajo a lo largo del cátodo a través del sistema de distribución de gas 7.

Con el fin de recubrir una superficie exterior de piezas de trabajo curvadas (por ejemplo, en forma de tubo o esfera), la sección central 17 del cátodo se hace cóncava y se complementa con las secciones curvadas 16.

- 50 Con el fin de recubrir una superficie interior de piezas de trabajo curvadas (por ejemplo, en forma de tubo o esfera), la sección central 18 del cátodo se hace convexa y se complementa con las secciones curvadas 16.

El conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón de la invención funciona como sigue.

El dispositivo se coloca en una cámara de vacío 14 desde la cual se evacúa el aire, y, a continuación, se suministra un gas formador de plasma a través del pasamuros 11 coaxial, el sistema de distribución de gas 7 y las hendiduras 6 en el objetivo hacia la cámara. Se suministra un refrigerante a través de las líneas de refrigeración del pasamuros coaxial. El conjunto de cátodo 13 está conectado al polo negativo de la fuente de alimentación, y el sistema de ánodo (no mostrado) al positivo. Se crea una zona de plasma de descarga de gas por encima del objetivo, que se apoya en campos eléctricos y magnéticos cruzados. Los electrones del plasma formados sobre la superficie objetivo están confinados por el campo magnético y se mueven a lo largo de una trayectoria cerrada sobre la superficie objetivo, ionizando el gas formador de plasma. Los iones positivos resultantes del gas formador de plasma son acelerados por el campo eléctrico del conjunto de cátodo, ganan energía cinética y bombardean el objetivo, de modo que las partículas del material objetivo (titanio, aluminio, silicio, circonio u otro material) sean eliminadas del objetivo y condensadas en la superficie de las partes recubiertas (no se muestra en el dibujo).

Debido a la presencia del soporte 8, el sistema magnético realizado de imanes periféricos con los parámetros requeridos forma un campo magnético adicional en forma de "botella" con una fuerza de más de 100 Oe, que es suficiente para capturar electrones con una energía mayor que la energía de ionización del gas formador de plasma y el material pulverizado. Esto proporciona las condiciones para la existencia de DSSD y la posibilidad tanto de limpieza como de precalentamiento de la superficie de la pieza de trabajo, así como de impacto iónico durante la etapa de recubrimiento, cuando se aplica una tensión de polarización a la pieza de trabajo.

El refrigerante que circula por la tubería 5 proporciona una refrigeración del objetivo 3, evitando su destrucción por cargas térmicas, así como la refrigeración del apantallamiento 9 de los imanes 4, protegiendo los imanes de la radiación térmica del objetivo. El refrigerante que circula a través del conducto de la carcasa 10 evita el calentamiento de las paredes del cuerpo del magnetron debido a la radiación térmica de los accesorios de la cámara de vacío y al sobrecalentamiento del lado exterior de los imanes.

En el curso del precalentamiento y la limpieza del objetivo antes de la aplicación del recubrimiento, utilizando el pasamuros 11 giratorio coaxial con una unidad sellada al vacío 12, el lado frontal del aparato de UBM 13 gira en el sentido opuesto a las partes recubiertas, por ejemplo, hacia una pared de la cámara 14, evitando, de este modo, la contaminación de la superficie de las piezas durante esta etapa. Una vez completada la limpieza y el precalentamiento objetivo, el UBM gira hacia las piezas sin pérdida de sellado. Posteriormente, se puede aplicar el recubrimiento. La invención está definida por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón que consiste en un cuerpo, que tiene la forma de un cuboide rectangular (1) y comprende una base (2), en un objetivo (3) plano extendido que contiene un material a pulverizar y fijar a la base (2) del cuerpo, así como un sistema magnético (4) y en un refrigerador (5) en forma de toroides coaxiales situados entre la base (2) del cuerpo y el objetivo (3) plano en el centro del cuerpo, en el que la región central del objetivo (3) plano está perforada con orificios o hendiduras (6) a lo largo de su lado extendido, y en el que el conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón también comprende un sistema de distribución de gas (7) adicional instalado en el centro del cuerpo, caracterizado por que el sistema magnético está montado en la base (2) sobre soportes ferromagnéticos (8), y por que el conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón comprende, además, un apantallamiento (9) conductor del calor en forma de Z instalado entre la superficie interior del objetivo (3) y el sistema magnético (4), estando conectado el apantallamiento (9) conductor del calor en forma de Z al refrigerador (5) realizado en forma de tubo rectangular, y una carcasa (10) que tiene paredes refrigeradas, en el que la base (2) está provista de un pasamuros (11) giratorio coaxial que tiene una unidad sellada al vacío (12) para las líneas de refrigeración, suministro de energía y suministro de gas.
2. El conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón según la reivindicación 1, en el que los soportes ferromagnéticos (8) tienen una altura de, al menos, 12 mm.
3. El conjunto de cátodo de pulverización catódica de magnetrón según la reivindicación 1 o 2, en el que el sistema magnético (4) está situado en una cavidad.
4. El conjunto de cátodo de pulverización catódica de magnetrón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema magnético (4) y el refrigerador (5) están fabricados en forma de toroides deformados simétricos que son cóncavos en sus secciones intermedias (17), y en el que la forma del objetivo (3) replica la forma del refrigerador (5).
5. El conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema magnético (4) y el refrigerador (5) están fabricados en forma de toroides deformados simétricos que son convexos en sus secciones intermedias (18), y en el que la forma del objetivo (3) replica la forma del refrigerador (5).
6. Un aparato de pulverización catódica con magnetrón desequilibrado (13), que comprende el conjunto de cátodo de pulverización catódica con magnetrón según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Uso del aparato de pulverización catódica con magnetrón desequilibrado según la reivindicación 6 para limpiar, calentar o grabar las superficies de productos, o para la aplicación de recubrimientos.

FIG. 1

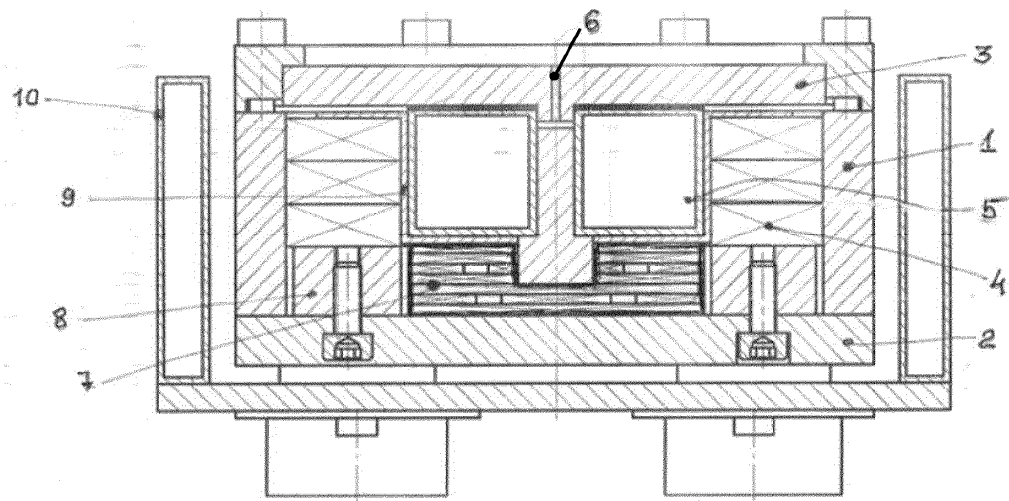


FIG. 2

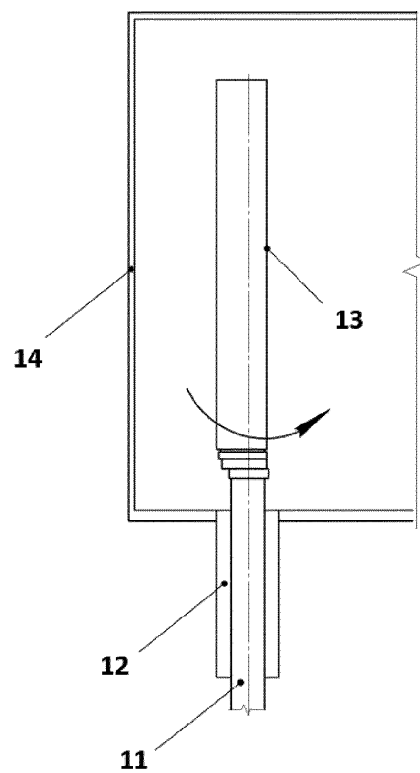


FIG. 3

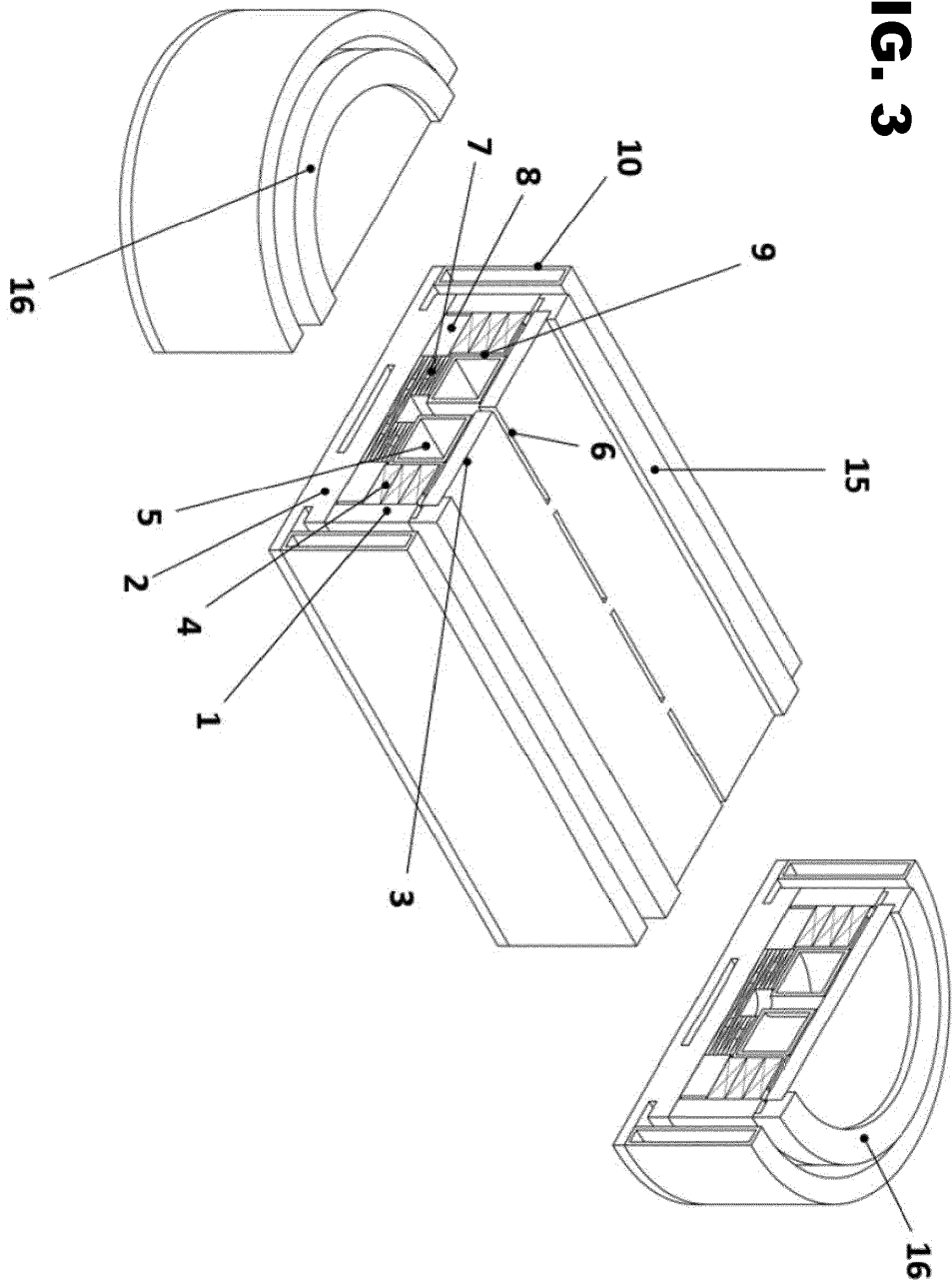


FIG. 4

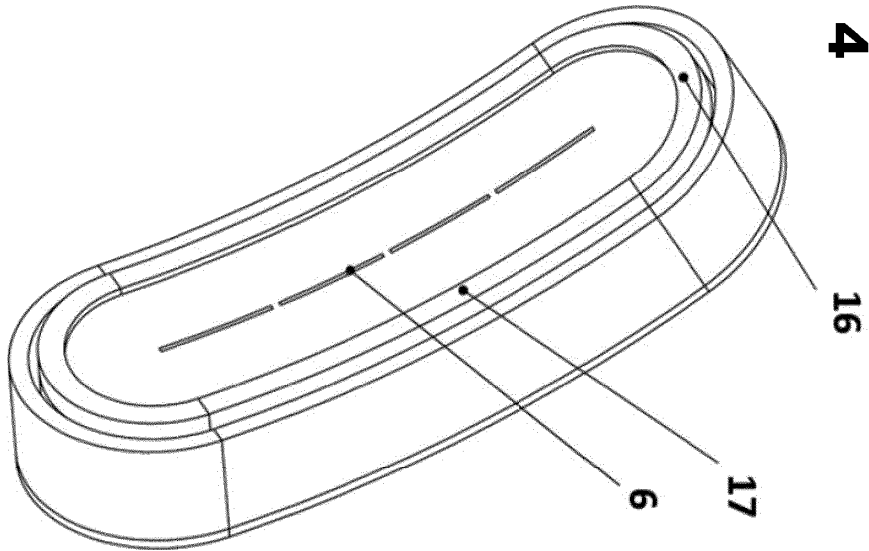


FIG. 5

