

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 557**

51 Int. Cl.:

H01J 37/34 (2006.01)

C23C 14/34 (2006.01)

C23C 14/35 (2006.01)

C03C 17/36 (2006.01)

C03C 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2010** **E 10170789 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 2280407**

54 Título: **Aparato de pulverización que incluye un cátodo con objetivos rotatorios, y método relacionado**

30 Prioridad:

31.07.2009 US 461130

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

04.04.2019

73 Titular/es:

**GUARDIAN EUROPE S.À.R.L. (100.0%)
Atrium Business Park, Extimus Building, 19, rue
du Puits Romain
8070 Bertrange, LU**

72 Inventor/es:

**SCHLOREMBERG, MARCEL;
COMANS, GUY y
USELDING, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 707 557 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de pulverización que incluye un cátodo con objetivos rotatorios, y método relacionado

5 Campo de la invención

Ciertas realizaciones ejemplo de la presente invención se refieren a aparatos de pulverización catódica. Más particularmente, ciertas realizaciones ejemplo de la presente invención se refieren a aparatos de pulverización catódica que incluyen cátodos que tienen objetivos rotatorios. En ciertas realizaciones ejemplo, un aparato de pulverización catódica incluye una pluralidad de objetivos de tal manera que uno o unos de los objetivos pueden usarse para la pulverización catódica en un primer modo, mientras que un segundo o unos de los objetivos pueden usarse para la pulverización catódica en un segundo modo. El aparato de pulverización catódica puede cambiar entre los modos girando la posición de los objetivos, por ejemplo, de tal manera que uno o más objetivos que se usarán sobresalgan hacia el interior de la cámara principal del aparato, mientras que uno o más objetivos que no se usarán se incrustan en una porción del cuerpo de un cátodo (por ejemplo, incorporados en una sola pieza) al aparato de pulverización catódica.

Antecedentes y sumario de realizaciones de ejemplo de la invención

El uso de pulverización catódica para depositar recubrimientos sobre sustratos es conocido en la técnica. Por ejemplo, y sin limitación, véanse las patentes de EE. UU. n.º 5.922.176, 5.403.458, 5.317.006, 5.527.439, 5.591.314, 5.262.032 y 5.284.564. Brevemente, el recubrimiento por pulverización catódica es un procedimiento de recubrimiento de película delgada que implica el transporte de casi cualquier material desde un objetivo hasta un sustrato de casi cualquier otro material. La expulsión del material objetivo se realiza bombardeando la superficie del objetivo con iones de gas acelerados por un alto voltaje. Las partículas son expulsadas del objetivo como resultado de la transferencia de impulso entre los iones de gas acelerado y el objetivo. Tras la expulsión, las partículas objetivo atraviesan la cámara de pulverización catódica y posteriormente se depositan sobre un sustrato como una película delgada.

Los procedimientos de pulverización catódica usan normalmente una cámara cerrada que limita un gas de pulverización catódica, un objetivo conectado eléctricamente a un cátodo, un sustrato y una cámara que a su vez puede servir como ánodo eléctrico. Una fuente de alimentación normalmente está conectada de manera que el terminal negativo de la fuente de alimentación está conectado al cátodo y el terminal positivo está conectado a las paredes de la cámara. En funcionamiento, se forma un plasma de gas de pulverización catódica y se mantiene dentro de la cámara cerca de la superficie del objetivo de pulverización catódica. Al conectar eléctricamente el objetivo al cátodo de la fuente de energía de pulverización catódica y crear una carga superficial negativa en el objetivo, se emiten electrones desde el objetivo. Estos electrones chocan con los átomos del gas de pulverización catódica, eliminando así los electrones de las moléculas de gas y creando iones de carga positiva. La recolección resultante de iones de carga positiva junto con los electrones y los átomos neutros se conoce generalmente como un plasma de gas de pulverización catódica. Los iones de carga positiva se aceleran hacia el material objetivo por el potencial eléctrico entre el plasma de gas de pulverización catódica y el objetivo y bombardean la superficie del material objetivo. Cuando los iones bombardean el objetivo, las moléculas del material objetivo se expulsan de la superficie del objetivo y recubren el sustrato.

Una técnica conocida para mejorar los procedimientos de pulverización catódica convencionales consiste en disponer imanes detrás o cerca del objetivo para influir en la trayectoria que toman los electrones dentro de la cámara de pulverización catódica, lo que aumenta la frecuencia de colisiones con átomos o moléculas de gas pulverizado. Las colisiones adicionales crean iones adicionales, que sostienen aún más el plasma de gas de pulverización catódica. Un aparato que usa esta forma mejorada de pulverización catódica por medio de imanes ubicados estratégicamente, en general, se denomina sistema de magnetrón.

Los aparatos de pulverización catódica convencionales funcionan bien cuando se depositan una o dos capas de película delgada, ya que algunos diseños de cámara única están configurados para depositar la misma. Sin embargo, desafortunadamente, las técnicas convencionales de pulverización catódica tienen varias desventajas. A medida que las pilas de capas se vuelven más complejas, por ejemplo, al menos cuando se requieren múltiples capas en una pila en una sola capa, los aparatos de pulverización catódica convencionales encuentran dificultades. Por ejemplo, normalmente se debe determinar cuál es la mejor manera de usar el equipo existente para depositar pilas de capas más complicadas, o al menos pilas de capas con más capas.

Una posible solución a estas dificultades consiste en proporcionar cámaras de pulverización catódica adicionales. Incluso se pueden suministrar aparatos separados de pulverización catódica. Sin embargo, a medida que se agregan más cámaras a un único aparato de pulverización catódica, o a medida que se agregan más aparatos de pulverización catódica individuales a una planta de fabricación, se requiere espacio adicional. Además de requerir más espacio, que en algunos casos puede ser muy escaso, los costos del equipo también pueden ser prohibitivos, particularmente cuando el equipo agregado puede no ser necesario para todas las pilas de capas que se producen en una planta determinada.

Otra posible solución a tales dificultades consiste en detener temporalmente la línea de montaje, eliminar un objetivo en una cámara de pulverización catódica y reiniciar la línea de montaje. Sin embargo, esta solución puede requerir que se ventile la cámara de pulverización catódica (por ejemplo, en el caso de que se use un gas inerte en conexión con la misma), se la enfríe (por ejemplo, dado que la pulverización catódica ocurre normalmente a varios cientos de grados centígrados), se la presurice (por ejemplo, ya que la pulverización catódica se realiza normalmente en un vacío al menos parcial), etc. Dado que se imponen estos tiempos de espera, el rendimiento se reduce, ya que el personal y los productos intermedios simplemente están "esperando" durante estos procedimientos de configuración y reconfiguración. Las velocidades de producción pueden disminuir significativamente debido a la espera involucrada en tales procedimientos.

Los problemas anteriores y/u otros pueden exacerbarse cuando se requiere una pluralidad de materiales diferentes para ser depositados usando diferentes tipos de objetivos. Por ejemplo, puede que no siempre sea posible cambiar de un objetivo plano de un primer material a un objetivo cilíndrico de un segundo material, o incluso un objetivo cilíndrico del mismo primer material. No hace falta decir que puede ser aún más difícil incorporar selectivamente un haz de iones en tales aparatos de pulverización catódica.

El documento JPH 05171432 A sugiere un recipiente de vacío con un soporte de objetivo prismático que se puede girar en un recipiente de vacío. Una pluralidad de placas de objetivo se fijan a lo largo de la circunferencia exterior del soporte del objetivo.

Por lo tanto, se apreciará que existe una necesidad en la técnica de mejores aparatos y/o métodos de pulverización catódica. Por ejemplo, se apreciará que existe una necesidad en la técnica de mejores aparatos de pulverización catódica que sean reconfigurables selectivamente y/o de métodos asociados con los mismos.

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 5. A continuación, las partes de la descripción y los dibujos que se refieren a realizaciones que no están cubiertas por las reivindicaciones, no se presentan como realizaciones de la invención sino como antecedentes o ejemplos útiles para comprender la invención.

En ciertas realizaciones ejemplo de la presente invención, se proporciona un aparato de pulverización catódica para recubrir por pulverización catódica un artículo en un entorno reactivo. El aparato de pulverización catódica incluye una cámara de vacío. Un cátodo tiene una porción de cuerpo hueca. Se proporciona un yugo sustancialmente plano entre el cátodo y la cámara, y el yugo incluye al menos la primera y segunda ubicaciones objetivo proporcionadas en una primera superficie principal del mismo, y al menos la tercera y cuarta ubicaciones objetivo proporcionadas en una segunda superficie principal del mismo. Las al menos primera y segunda ubicaciones objetivo se enfrentan inicialmente a la cámara de vacío, y las al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo se enfrentan inicialmente al cátodo. El yugo puede girar de manera tal que, después de una rotación, las al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo se enfrentan a la cámara de vacío y las al menos primera y segunda ubicaciones objetivo se enfrentan al cátodo. Tras una rotación adicional, las al menos primera y segunda ubicaciones objetivo se enfrentan a la cámara de vacío, y las al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo se enfrentan al cátodo.

En ciertas realizaciones ejemplo, se proporciona un aparato de pulverización catódica para recubrir por pulverización catódica un artículo en un entorno reactivo. Se proporciona al menos una fuente de alimentación. Se proporciona una cámara de vacío. Un cátodo tiene una porción de cuerpo hueca. Se proporciona un yugo entre el cátodo y la cámara, y el yugo incluye al menos una ubicación objetivo provista en cada superficie principal del mismo. Se proporciona una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, y cada objetivo de pulverización catódica se proporciona en una de las ubicaciones objetivo. Cada objetivo de pulverización catódica provisto en la superficie principal del yugo más cercano a la cámara de vacío sobresale dentro de la cámara de vacío, mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo. El yugo puede girar alrededor de un eje, de manera que una rotación del mismo hace que al menos un objetivo de pulverización catódica diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío. Solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío reciben energía de al menos una fuente de alimentación.

En ciertas realizaciones ejemplo de la presente invención, se proporciona un método de recubrimiento por pulverización catódica de una pluralidad de artículos. Se proporciona un aparato de pulverización catódica, y el aparato de pulverización catódica comprende: al menos una fuente de alimentación; una cámara de vacío; un cátodo que tiene una porción de cuerpo hueca; y un yugo provisto entre el cátodo y la cámara, el yugo que incluye al menos una ubicación objetivo provista en cada superficie principal del mismo; y una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica se proporciona en una de dichas ubicaciones objetivo. Cada objetivo de pulverización catódica provisto en la superficie principal del yugo más cercano a la cámara de vacío sobresale dentro de la cámara de vacío, mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo. El yugo puede girar alrededor de un eje, de manera que una rotación del mismo hace que al menos un objetivo de pulverización catódica diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío. Solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío reciben energía de al menos una fuente de alimentación. Al menos una de dichas ubicaciones objetivo está configurada para alojar una fuente de haz de iones en lugar de un objetivo de pulverización catódica. Se proporciona un primer artículo al aparato de pulverización catódica. Una primera película delgada se deposita por

pulverización catódica, directa o indirectamente, sobre el primer artículo. Se gira el yugo. Se proporciona un segundo artículo al aparato de pulverización catódica. Una segunda película delgada se deposita por pulverización catódica, directa o indirectamente, sobre el primer artículo, siendo la segunda película delgada diferente de la primera película delgada al menos en términos de composición.

- 5 En ciertas realizaciones ejemplo de la presente invención, se proporciona un aparato de pulverización catódica para recubrir por pulverización catódica un artículo en un entorno reactivo. El aparato de pulverización catódica comprende al menos una fuente de alimentación, una cámara de vacío, y un cátodo que tiene una porción del cuerpo hueca. Se proporciona una pluralidad de yugos entre el cátodo y la cámara, cada uno de los cuales incluye al menos una ubicación objetivo provista en cada superficie principal del mismo. Se proporciona una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, y cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica se proporciona a una de dichas ubicaciones objetivo. Cada objetivo de pulverización catódica provisto en las superficies principales de los yugos más cercanos a la cámara de vacío sobresale dentro de la cámara de vacío, mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo. Los yugos pueden girar alrededor de un eje, de manera que una rotación de los mismos hace que al menos un objetivo de pulverización catódica diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío. Solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío reciben alimentación de al menos una fuente de alimentación. Según ciertas realizaciones ejemplo, los yugos pueden girar individualmente.
- 10
- 15
- 20 Las características, aspectos, ventajas y realizaciones ejemplo descritas en el presente documento pueden combinarse para realizar otras realizaciones adicionales.

Breve descripción de los dibujos

- 25 Estas y otras características y ventajas se entenderán mejor y más completamente con referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas ejemplo junto con los dibujos, de los cuales:
- la Figura 1 es una ilustración esquemática simplificada de un objetivo y aparato de pulverización catódica con magnetrón de CC reactiva convencional;
- 30 la Figura 2 es una vista en planta superior de un objetivo de pulverización catódica plano convencional;
- la Figura 3 es una sección transversal del objetivo de pulverización catódica de la Figura 2;
- la Figura 4 es una sección transversal de un aparato de pulverización catódica magnética cilíndrica doble (C-MAG doble, por sus siglas en inglés);
- 35 la Figura 5 es una sección transversal de un aparato de pulverización catódica mejorado que tiene un cátodo giratorio y cuatro objetivos magnéticos cilíndricos;
- las Figuras 6a-6c ilustran los objetivos que giran dentro del cátodo giratorio de la Figura 5;
- la Figura 7 es una sección transversal de un aparato de pulverización catódica mejorado que tiene un cátodo giratorio y cuatro objetivos planos; y
- 40 la Figura 8 es una sección transversal de un aparato de pulverización catódica mejorado que tiene un cátodo giratorio y dos objetivos planos y dos objetivos magnéticos cilíndricos.

Descripción detallada de las realizaciones ejemplo de la invención

- 45 Ciertas realizaciones ejemplo se refieren a aparatos de pulverización catódica que incluyen una pluralidad de objetivos, de manera que se pueden usar un primero o varios objetivos para la pulverización catódica en un primer modo, mientras que se pueden usar un segundo o varios objetivos de pulverización catódica en un segundo modo. Los modos se pueden cambiar en ciertas realizaciones ejemplo girando la posición de los objetivos, por ejemplo, de tal manera que uno o más objetivos a ser usados sobresalgan hacia la cámara principal del aparato, mientras que uno o más objetivos a ser usados se incrustan en una porción del cuerpo de un cátodo (por ejemplo, incorporados en una sola pieza) al aparato de pulverización catódica.
- 50

- Refiriéndonos ahora más particularmente a los dibujos adjuntos en los que números de referencia iguales indican partes iguales en todas las distintas vistas, la Figura 1 es una ilustración esquemática simplificada de un objetivo y aparato de pulverización catódica de magnetrón de CC reactiva convencional. El aparato 10 incluye normalmente una cámara de pulverización catódica 16, un medio de vacío 22 para vaciar la cámara, un objetivo de pulverización catódica tal como un objetivo plano 40 (como se ilustra en las Figuras 2-3, por ejemplo), uno o más imanes 15, un suministro de gas 24 de pulverización catódica, una fuente de alimentación 20 que tiene un terminal positivo y un terminal negativo, y medios 14 para soportar y/o transportar el sustrato en la región de deposición de la cámara. El objetivo está conectado eléctricamente al cátodo 12. El cátodo 12 está normalmente conectado eléctricamente al terminal negativo de la fuente de alimentación 20. La propia cámara 16 de pulverización catódica a veces es el ánodo eléctrico. Alternativamente, se puede incluir un elemento de ánodo separado dentro de la cámara de pulverización catódica y se puede conectar a su propia fuente de alimentación de manera que se encuentre a un potencial establecido distinto al de tierra con respecto al cátodo 12. Normalmente, la cámara de pulverización catódica 16 está a un potencial de tierra y, en algunos casos ejemplo, la cámara de pulverización catódica 16 puede estar conectada al terminal positivo de la fuente de alimentación. Por lo general, el objetivo es el potencial más negativo de cualquiera de los componentes del aparato de pulverización catódica (además del terminal negativo de
- 55
- 60
- 65

la fuente de alimentación). Se apreciará que se pueden hacer varias conexiones eléctricas entre la fuente de alimentación 20 y los diversos componentes del aparato de pulverización catódica 10.

Una vez que la cámara 16 de pulverización catódica ha sido evacuada al nivel de vacío deseado por medios de vacío 22, se introduce un gas 24 de pulverización catódica en la cámara 16. En ciertos ejemplos de procedimientos de pulverización catódica, el gas 24 de pulverización catódica puede ser un gas inerte como argón, neón, etc. Otras formas de procedimientos de pulverización catódica conocidas como pulverización catódica reactiva pueden usar gases reactivos no inertes, como oxígeno o nitrógeno. Además, algunas operaciones de pulverización catódica pueden usar una mezcla de uno o más gases inertes y/o gases no inertes.

El objetivo de pulverización catódica proporciona el material que debe depositarse sobre el sustrato. El tamaño, la forma y la construcción del objetivo pueden variar según el material y el tamaño y la forma del sustrato. En las Figuras 2 a 3, se muestra un objetivo plano 40 típico de pulverización catódica antes de la pulverización catódica. El objetivo plano 40 de pulverización catódica comprende una placa de soporte 41 eléctricamente conductora y una capa de material objetivo 42 eléctricamente conductor depositado sobre ella. Se puede emplear un aislador eléctrico 17 para cubrir cualquier región expuesta del miembro de soporte 41 u otra superficie subyacente. Normalmente, las paredes de la cámara 16 se apoyarán en el aislador 17 y se extenderán hasta el material objetivo 42, pero no en contacto con él. El miembro de soporte 41 no es necesario para todos los materiales objetivo (por ejemplo, como los que son inherentemente rígidos o de suficiente grosor). Por lo tanto, en tales casos, el propio material objetivo también puede servir como miembro de soporte.

La Figura 4 es una sección transversal de un aparato 10 'de pulverización catódica magnética cilíndrica doble (también a veces llamado C-MAG doble). El aparato de pulverización catódica C-MAG doble 10' incluye el primer y el segundo objetivos magnéticos rotativos 40a y 40b. En el ejemplo de la Figura 4, los objetivos primero y segundo 40a y 40b cuelgan en la cámara 16 desde el conjunto de cátodo 12'. En funcionamiento, un flujo de material emana de cada uno de los dos objetivos magnéticos rotativos 40a y 40b hacia abajo a través de la cámara 16 y sobre un sustrato (que no se muestra) que pasa a través de él. Una capa mixta, dos capas separadas, etc., pueden depositarse sobre un sustrato usando esta disposición.

Ciertas realizaciones ejemplo se refieren a aparatos de pulverización catódica que incluyen una pluralidad de objetivos, de manera que se pueden usar un primero o varios objetivos para la pulverización catódica en un primer modo, mientras que se pueden usar un segundo o varios objetivos de pulverización catódica en un segundo modo. Los modos se pueden cambiar en ciertas realizaciones ejemplo girando la posición de los objetivos, por ejemplo, de tal manera que uno o más objetivos a ser usados sobresalgan hacia la cámara principal del aparato, mientras que uno o más objetivos a ser usados se incrustan en una porción del cuerpo de un cátodo (por ejemplo, incorporados en una sola pieza) al aparato de pulverización catódica. Debido a que los objetivos giran al menos parcialmente dentro de la porción del cuerpo del cátodo, los conjuntos de cátodos de ciertas realizaciones ejemplo a veces se denominan en el presente documento "cátodos giratorios". Como se explica con mayor detalle a continuación, la capacidad de girar los objetivos a posiciones activas e inactivas dentro del aparato de pulverización catódica permite realizar una serie de ventajas ejemplo. Como ser, en ciertas realizaciones ejemplo, el tipo de material objetivo en una cámara se puede cambiar sin ventilar la cámara, se pueden usar diferentes tipos de objetivos dentro de un solo aparato, etc.

La Figura 5 es una sección transversal de un aparato de pulverización catódica 50 mejorado que tiene un cátodo giratorio 52 y cuatro objetivos magnéticos cilíndricos de acuerdo con ciertas realizaciones ejemplo. El aparato de pulverización catódica 50 mejorado de la Figura 5 es similar al aparato 10' de pulverización catódica de la Figura 4 en que, en primer lugar, sobresalen dos objetivos magnéticos cilíndricos dentro de la cámara de pulverización catódica de un conjunto de cátodos. Sin embargo, a diferencia del aparato 10' de pulverización catódica de la Figura 4, el aparato de pulverización catódica 50 mejorado de la Figura 5 incluye un cátodo giratorio 52 y cuatro objetivos magnéticos cilíndricos 56a-d. En particular, en la Figura 5, dos objetivos cilíndricos en las posiciones activas 56a y 56b sobresalen dentro de la cámara 16 de pulverización catódica, mientras que dos objetivos cilíndricos adicionales en las posiciones inactivas 56c y 56d están incrustados en el cátodo giratorio 52.

Como puede verse en la Figura 4, el cátodo 12' del mismo tiene una superficie inferior adyacente a la superficie superior de la cámara 16 de pulverización catódica que esencialmente separa el interior del cátodo 12' del interior de la cámara 16 de pulverización catódica. A diferencia de esta disposición, el cátodo giratorio 52 en la Figura 5 no tiene una superficie inferior que separe el interior del cátodo giratorio 52 del interior de la cámara 16 de pulverización catódica. En cambio, se proporciona un yugo 54 giratorio objetivo en lugar de esta superficie inferior. Este yugo 54 giratorio objetivo contiene todos los objetivos, por ejemplo, el primer y segundo objetivos cilíndricos en las posiciones activas 56a y 56b, y el tercer y cuarto objetivos cilíndricos en las posiciones inactivas 56c y 56d.

En ciertas realizaciones ejemplo, el yugo 54 giratorio objetivo puede no aislar completamente (o incluso en forma sustancialmente completa) el interior del cátodo giratorio 52 del interior de la cámara 16. Es decir, en ciertas realizaciones ejemplo, puede haber un espacio entre uno o más bordes del yugo 54 y las paredes laterales del cátodo giratorio 52. Sin embargo, en ciertas realizaciones ejemplo, el yugo 54 giratorio objetivo puede aislar por completo o sustancialmente por completo el interior del cátodo giratorio 52 del interior de la cámara 16, tomando

esencialmente el lugar de la superficie inferior del cátodo 12' en la Figura 4.

Los materiales en los objetivos activos y los objetivos inactivos pueden ser iguales o diferentes entre sí. Es decir, los objetivos activos pueden ser de un primer material y los objetivos inactivos pueden ser de un segundo material, un objetivo activo puede ser el mismo que un objetivo inactivo, etc. Se puede usar cualquier material objetivo para cualquiera de las cuatro ubicaciones, dependiendo del recubrimiento o aplicación deseada.

Los objetivos se pueden mover de activo a inactivo e inactivo a activo cuando el yugo se gira, por ejemplo, alrededor de un eje 54a en el centro aproximado del mismo. A este respecto, las Figuras 6a-6c ilustran objetivos que giran dentro del cátodo giratorio de la Figura 5 de acuerdo con ciertas realizaciones ejemplo. La Figura 6a muestra los objetivos que se configuran para un primer modo de uso. De este modo, el primer y segundo objetivos 62a y 62b se proporcionan en la primera y segunda posiciones activas 56a y 56b, mientras que el tercer y cuarto objetivos 62c y 62d se proporcionan en la primera y segunda posiciones inactivas 56c y 56d. La producción puede iniciarse en este primer modo. El fluido de enfriamiento (por ejemplo, el agua) puede fluir hacia todos los tubos objetivo, tanto en la posición activa como en la inactiva, por ejemplo, para reducir la probabilidad de daño o corrupción en cualquiera de los materiales objetivo. Sin embargo, solo se suministra energía a esos tubos objetivo en las posiciones activas 56a y 56b.

Cuando se debe cambiar la producción (por ejemplo, para acomodar una nueva capa en una pila de capas dada; para comenzar a trabajar en un producto diferente; para reemplazar un objetivo dañado, destruido o usado, etc.), el procedimiento de pulverización catódica puede ser temporalmente suspendido. En este momento, el yugo 54 puede girar, por ejemplo, alrededor de su eje 54a. La Figura 6b muestra las ubicaciones de los tubos objetivo después de una rotación de 90 grados en el sentido de las agujas del reloj, y la Figura 6c muestra las ubicaciones de los tubos objetivo después de otra rotación de 90 grados en el sentido de las agujas del reloj (para una rotación total de 180 grados). Después de esta rotación, los objetivos 62c y 62d que no se usaron anteriormente, se encuentran ahora en las posiciones activas 56a y 56b, mientras que los objetivos 62a y 62b usados anteriormente están ahora en las posiciones inactivas 56c y 56d. Ahora se suministra energía a los objetivos 62c y 62d que están ubicados en las posiciones activas 56a y 56b, los cuatro objetivos reciben líquidos refrigerantes y la pulverización catódica puede reiniciarse en el segundo modo. La rotación puede realizarse manualmente y/o por máquina en realizaciones ejemplo de la presente invención. La rotación puede ser en sentido contrario a las agujas del reloj en ciertas realizaciones ejemplo.

En ciertas realizaciones ejemplo, se puede suministrar energía a los objetivos por medio de conectores respectivos ubicados en el cátodo y en los objetivos que están configurados para conectarse entre sí cuando están en la posición activa. Con la rotación parcial, los conectores pueden perder contacto, desconectando así los objetivos de la fuente de alimentación. En forma alternativa, o adicional, en ciertas realizaciones ejemplo, todos los tubos pueden cambiarse, de modo que solo aquellos tubos en las ubicaciones activas estén "activados".

En ciertas realizaciones ejemplo, se pueden proporcionar una o más escotillas externas para poder quitar, inspeccionar, reemplazar, etc., los objetivos en las posiciones inactivas. En ciertas realizaciones ejemplo, el yugo 54 puede estar hecho de un acero inoxidable de serie 300. La permeabilidad magnética (medida por la permeabilidad relativa o μ_r) del acero inoxidable de serie 300 varía de aproximadamente 1,00-8,48, con una permeabilidad magnética promedio de aproximadamente 1,27, como deriva de 181 de los diferentes grados del acero inoxidable de serie 300. Por consiguiente, debido a que el acero inoxidable de serie 300 tiene una permeabilidad magnética baja o sustancialmente nula, tiene poca interferencia con el campo magnético generado durante la pulverización catódica. En ciertas realizaciones ejemplo, se puede usar acero inoxidable de serie 304.

Aunque se han descrito ciertas realizaciones ejemplo que incluyen dos conjuntos (activo e inactivo) de objetivos C-MAG, otras configuraciones son posibles en relación con ciertas realizaciones ejemplo. A este respecto, las Figuras 7 y 8, que se describen en detalle a continuación, muestran otras dos configuraciones ejemplo. En cualquier caso, cada ubicación objetivo puede tener un objetivo magnético cilíndrico, un objetivo plano o una fuente de haz de iones. El fresado de haz iónico se ha descrito de forma independiente y en relación con aparatos de pulverización catódica, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. n.º 6.368.664, 6.740.211, 6.777.030, 6.808.606, 7.049.003, 7.183.559, 7.198.699, 7.229.533, 7.311.975, 7.405.411, 7.488.951 y 7.550.067, y las publicaciones de EE. UU. n.º 2008/0017112, 2006/0008657 y 2004/0020761. Por lo tanto, cuando se proporcionan dos ubicaciones objetivo para cada uno de los lados activo e inactivo, es posible tener realizaciones que incluyan objetivos C-MAG dobles, objetivos planos dobles, un objetivo cilíndrico y uno plano, un objetivo cilíndrico y un haz de iones, o un objetivo plano y un haz de iones. En ciertas realizaciones ejemplo, el tamaño de la abertura puede ajustarse para acomodar objetivos planos (incluida la rotación de los mismos), ya que los objetivos planos tienden a ser más grandes que los objetivos cilíndricos en una dirección a lo ancho.

La Figura 7 es una sección transversal de un aparato 70 de pulverización catódica mejorado que tiene un cátodo giratorio y cuatro objetivos planos 72a-d de acuerdo con ciertas realizaciones ejemplo. Por lo tanto, el primer y segundo objetivos planos 72a y 72b se proporcionan en las ubicaciones activas 56a y 56b, mientras que el tercer y cuarto objetivos planos 72c y 72d se proporcionan en las ubicaciones inactivas 56c y 56d. Estos objetivos se pueden girar como se describe anteriormente.

La Figura 8 es una sección transversal de un aparato 80 de pulverización catódica mejorado que tiene un cátodo giratorio y dos objetivos planos 72a y 72b y dos objetivos magnéticos cilíndricos 62a y 62b de acuerdo con ciertas realizaciones ejemplo. El primer y segundo objetivos planos 72a y 72b se proporcionan en lugares inactivos 56c y 56d, mientras que el primer y segundo objetivos magnéticos cilíndricos 62a y 62b se proporcionan en los lugares activos 62a y 62b. Por supuesto, los objetivos se pueden rotar como se describió anteriormente, de modo que el primer y el segundo objetivos planos 72a y 72b se mueven a las ubicaciones activas, y el primer y segundo objetivos magnéticos cilíndricos 62a y 62b se mueven a las ubicaciones inactivas.

Aunque ciertas realizaciones ejemplo se han descrito en relación con un yugo que tiene dos ubicaciones activas y dos pasivas, son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, un yugo, en ciertas realizaciones ejemplo, puede soportar una ubicación activa en un primer lado y una ubicación inactiva en un segundo lado, una ubicación en el primer lado y dos ubicaciones en el segundo lado, etc. En forma adicional o alternativa, aunque ciertas realizaciones ejemplo se han descrito en relación con un yugo sustancialmente plano, también son posibles otras formas de yugo. Por ejemplo, se puede proporcionar un yugo sustancialmente triangular para acomodar objetivos y/o haces de iones en cada uno de los tres lados, siendo cada lado configurable de manera diferente o similar. Por supuesto, otras formas, como cuadrados, rectángulos y similares también son posibles, generalmente si uno de sus lados se extiende dentro de la cámara y está configurado para recibir energía, mientras que los otros se mueven hacia afuera en la porción del cuerpo de un cátodo giratorio de tamaño adecuado. Por supuesto, la cantidad de rotación necesaria para cambiar de una posición inactiva a una activa puede cambiar de acuerdo con la forma del yugo. Por ejemplo, para un triángulo, se puede usar una rotación de 60 grados para cambiar de una primera posición inactiva a la posición activa, y se puede usar una rotación de 120 grados para cambiar de una segunda posición inactiva a la posición activa.

Como se indicó anteriormente, se pueden proporcionar múltiples objetivos a uno o más lados de un solo yugo. Esto se puede usar para proporcionar, por ejemplo, disposiciones de cátodos planos dobles asistidos por haces de iones. Sin embargo, en ciertas realizaciones ejemplo, también pueden proporcionarse múltiples yugos. En tales realizaciones ejemplo adicionales, los yugos pueden girar sustancialmente independientes entre sí. Así, siguiendo el ejemplo anterior, se puede proporcionar un primer yugo para seleccionar un primer objetivo plano, se puede proporcionar un segundo yugo para seleccionar un segundo objetivo plano, se puede proporcionar un tercer yugo para seleccionar un haz de iones. Aún más, en ciertas realizaciones ejemplo, una ubicación objetivo en un yugo puede dejarse vacía, por ejemplo, para que la ubicación se pueda desactivar esencialmente. En otras realizaciones ejemplo adicionales, algunos objetivos u otros dispositivos pueden proporcionarse en una posición fija remota desde el yugo. Por ejemplo, en el ejemplo del objetivo plano doble asistido por haz de iones anterior, el haz de iones puede estar en una ubicación fija alejada del yugo.

Como se mencionó anteriormente, los aparatos de pulverización catódica mejorados de ciertas realizaciones ejemplo pueden permitir que la configuración del objetivo del aplicador se cambie fácilmente. Por ejemplo, los tipos de objetivos, materiales objetivo, etc., pueden cambiarse por simple rotación de un yugo. Dichos cambios pueden realizarse sin necesidad de ventilar la cámara en ciertas realizaciones ejemplo. Como ser, en ciertas realizaciones ejemplo, las técnicas de reconfiguración selectiva pueden permitir que el aparato de pulverización catódica alterna entre los revestimientos antirreflectantes de base de plata simple a doble o triple. De manera similar a lo descrito anteriormente, en ciertas realizaciones ejemplo, la cámara puede mantenerse a una presión menor que la atmosférica y/o a una temperatura elevada durante tales cambios de configuración. Estas características también pueden reducir la necesidad de más cámaras y/o aparatos de pulverización catódica en ciertos diseños. Menos cámaras y/o menos aparatos, a su vez, pueden generar ahorros de costes en términos de ahorro de equipos, uso de menos fuentes de alimentación/menos energía, ahorros de tiempo durante la reconfiguración, etc. De hecho, en ciertas realizaciones ejemplo, los ahorros de tiempo pueden aumentar los rendimientos de producción de los aplicadores. Aunque las condiciones de procesamiento pueden variar en implementaciones reales, el aplicador generalmente puede operar a una presión de aproximadamente 10-3 mbar, y la presión atmosférica generalmente puede ser de aproximadamente 1030 mbar.

Si bien se puede decir que una capa o recubrimiento particular está "sobre" o "soportado por" una superficie u otro recubrimiento (directa o indirectamente), se pueden proporcionar otra/s capa/s y/o recubrimientos entre ellos. Así, por ejemplo, un recubrimiento puede considerarse "sobre" y "soportado por" una superficie incluso si se proporciona otra/s capa/s entre la/s capa/s y el sustrato. Además, ciertas capas o recubrimientos pueden eliminarse en ciertas realizaciones, mientras que otras pueden agregarse en otras realizaciones de la presente invención. Por lo tanto, a modo de ejemplo, se puede decir que un recubrimiento encapsulado aplicado en forma sol-gel líquido de acuerdo con una realización ejemplo está "sobre" o "soportado por" un material objetivo de pulverización catódica, incluso aunque otros recubrimientos y/o capas puedan proporcionarse entre el recubrimiento formado con sol-gel y el material objetivo.

Si bien la invención se ha descrito en relación con lo que actualmente se considera la realización más práctica y preferida, debe entenderse que la invención no debe limitarse a la realización descrita, sino que, por el contrario, pretende abarcar varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. La invención se define por las reivindicaciones.

A continuación, se proporcionan ejemplos preferidos adicionales para facilitar la comprensión:

Ejemplo 1: Un aparato de pulverización catódica para el recubrimiento por pulverización catódica de un artículo en un entorno reactivo, que comprende:

- 5 una cámara de vacío;
- un cátodo que tiene una porción de cuerpo hueca; y
- un yugo sustancialmente plano provisto entre el cátodo y la cámara, yugo que incluye al menos la primera y segunda ubicaciones objetivo proporcionadas en una primera superficie principal del mismo, y al menos la
- 10 tercera y cuarta ubicaciones objetivo proporcionadas en una segunda superficie principal del mismo, la al menos primera y segunda ubicaciones objetivo al menos se enfrentan inicialmente a la cámara de vacío, la al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo al menos se enfrentan inicialmente al cátodo;
- en donde el yugo puede girar de manera tal que, al rotar, la al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo se enfrentan a la cámara de vacío y la al menos primera y segunda ubicaciones objetivo se enfrentan al cátodo
- 15 y, en una rotación adicional, la al menos primera y segunda ubicaciones objetivo se enfrentan a la cámara de vacío, y la al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo se enfrentan al cátodo.

Ejemplo 2: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 1, que comprende además una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica se proporciona en una de dichas ubicaciones objetivo, teniendo cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica un material de pulverización catódica situado en el mismo.

Ejemplo 3: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 2, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos en la primera y segunda ubicaciones objetivo.

Ejemplo 4: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 3, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos en la tercera y cuarta ubicaciones objetivo.

Ejemplo 5: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 3, en donde se proporcionan objetivos planos en la tercera y cuarta ubicaciones objetivo.

Ejemplo 6: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 2, en donde se proporcionan objetivos planos en cada una de dichas ubicaciones objetivo.

Ejemplo 7: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 1 que comprende, además, una fuente de haz de iones situada en al menos una de dichas ubicaciones objetivo; y una pluralidad de objetivos de pulverización catódica que tienen material de pulverización catódica localizado en cualquier otra ubicación o ubicaciones objetivo.

Ejemplo 8: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 2 que comprende, además, una fuente de alimentación conectable a cada objetivo de pulverización catódica cuando cada uno de dicho objetivo de pulverización catódica se enfrenta a la cámara de vacío.

Ejemplo 9: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 2 que comprende, además, una fuente de fluido refrigerante, pudiendo fluir el fluido de dicha fuente de fluido refrigerante a través de cada objetivo de pulverización catódica.

Ejemplo 10: Un aparato de pulverización catódica para el recubrimiento por pulverización catódica de un artículo en un entorno reactivo, que comprende:

- 50 al menos una fuente de alimentación;
- una cámara de vacío;
- un cátodo que tiene una porción de cuerpo hueca;
- un yugo provisto entre el cátodo y la cámara, el yugo que incluye al menos una ubicación objetivo provista en
- 55 cada superficie principal del mismo; y
- una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, proporcionándose cada uno de dicho objetivo de pulverización catódica a una de dicha ubicación objetivo;
- en donde cada objetivo de pulverización catódica provisto en la superficie principal del yugo más cercano a la cámara de vacío sobresale dentro de la cámara de vacío, mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de
- 60 pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo, en donde el yugo puede girar alrededor de un eje de modo que una rotación del mismo provoca que al menos un objetivo de pulverización catódica diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío, y
- en donde solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío reciben energía de al menos en la fuente de alimentación.
- 65

Ejemplo 11: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 10, que comprende además una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica se proporciona en una de dichas ubicaciones objetivo, teniendo cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica un material de pulverización catódica situado en el mismo.

5 Ejemplo 12: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 11, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos a la primera y segunda ubicaciones objetivo ubicadas en una primera superficie común del yugo.

10 Ejemplo 13: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 12, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos a la tercera y cuarta ubicaciones objetivo ubicadas en una segunda superficie común del yugo opuesta a la primera y segunda ubicaciones objetivo.

15 Ejemplo 14: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 12, en donde se proporcionan objetivos planos a la tercera y cuarta ubicaciones objetivo ubicadas en una segunda superficie común del yugo opuesta a la primera y segunda ubicaciones objetivo.

Ejemplo 15: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 11, en donde se proporcionan objetivos planos en cada una de dichas ubicaciones objetivo.

20 Ejemplo 16: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 1, en donde al menos una de dichas ubicaciones objetivo está configurada para alojar una fuente de haz de iones en lugar de un objetivo de pulverización catódica.

25 Ejemplo 17: Un método de recubrimiento por pulverización catódica de una pluralidad de artículos, comprendiendo el método:

proporcionar un aparato de pulverización catódica, comprendiendo el aparato de pulverización catódica:

30 al menos una fuente de alimentación;
una cámara de vacío;
un cátodo que tiene una porción de cuerpo hueca;
un yugo provisto entre el cátodo y la cámara, el yugo que incluye al menos una ubicación objetivo provista en cada superficie principal del mismo; y
35 una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, proporcionándose cada uno de dicho objetivo de pulverización catódica a una de dicha ubicación objetivo;

40 en donde cada objetivo de pulverización catódica provisto en la superficie principal del yugo más cercano a la cámara de vacío sobresale dentro de la cámara de vacío, mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo,
en donde el yugo puede girar alrededor de un eje de modo que una rotación del mismo provoca que al menos un objetivo de pulverización catódica diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío,
en donde solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío reciben energía de la al menos una fuente de alimentación, y
45 en donde al menos una de dichas ubicaciones objetivo está configurada para alojar una fuente de haz de iones en lugar de un objetivo de pulverización catódica;

50 proporcionar un primer artículo al aparato de pulverización catódica;
pulverizar depositando una primera película delgada, directa o indirectamente, sobre el primer artículo;
girar el yugo;
proporcionar un segundo artículo al aparato de pulverización catódica; y
pulverizar depositando una segunda película delgada, directa o indirectamente, sobre el primer artículo,
siendo la segunda película delgada diferente de la primera película delgada al menos en términos de composición.

55 Ejemplo 18: El método del ejemplo 17 que comprende, además, evitar cualquier ventilación de la cámara de vacío durante la rotación del yugo.

Ejemplo 19: El método del ejemplo 17, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos a al menos una primera y segunda ubicaciones objetivo ubicadas en una primera superficie común del yugo.

60 Ejemplo 20: El método del ejemplo 17, en donde se proporcionan objetivos planos al menos a la primera y segunda ubicaciones objetivo ubicadas en una primera superficie común del yugo.

65 Ejemplo 21: Un aparato de pulverización catódica para el recubrimiento por pulverización catódica de un artículo en un entorno reactivo, que comprende:

al menos una fuente de alimentación;

una cámara de vacío;

un cátodo que tiene una porción de cuerpo hueca;

5 una pluralidad de yugos provistos entre el cátodo y la cámara, cada uno de dichos yugos incluye al menos una ubicación objetivo provista en cada superficie principal del mismo; y una pluralidad de objetivos de pulverización catódica, cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica se proporciona en una de dichas ubicaciones objetivo;

10 en donde cada objetivo de pulverización catódica provisto en las superficies principales de los yugos más cercanos a la cámara de vacío sobresale dentro de la cámara de vacío, mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo,

en donde los yugos pueden girar alrededor de un eje de modo que una rotación del mismo provoca que al menos un objetivo de pulverización catódica diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío, y

15 en donde solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalgan en la cámara de vacío reciben energía de la al menos fuente de alimentación.

Ejemplo 22: El aparato de pulverización catódica del ejemplo 21, en donde los yugos pueden girar individualmente.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de pulverización catódica (50) para recubrir por pulverización catódica, un artículo en un entorno reactivo, que comprende:

5 una cámara de vacío (16);
un cátodo (52) que tiene una porción de cuerpo hueca; y en donde el aparato de pulverización catódica comprende, además:

10 un yugo sustancialmente plano (54) provisto entre el cátodo (52) y la cámara (16), incluyendo el yugo (54) al menos la primera y la segunda ubicaciones objetivo (56a; 56b) provistas en una primera superficie principal del mismo, y al menos una tercera y una cuarta ubicaciones objetivo (56c; 56d) provistas en una segunda superficie principal del mismo, estando dispuestas la al menos primera y segunda ubicaciones objetivo (56a; 56b) de manera que al menos inicialmente se enfrenten a la cámara de vacío (16), estando las al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo (56c; 56d) dispuestas de tal manera que al menos inicialmente se enfrentan al cátodo (52), en donde el yugo (54) puede girar de manera tal que, al girar, las al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo (56c; 56d) enfrentadas a la cámara de vacío (16) y las al menos primera y segunda ubicaciones objetivo (56a; 56b) enfrentadas al cátodo (52) y, tras una nueva rotación, las al menos primera y segunda ubicaciones objetivo (56a; 56b) se enfrentan la cámara de vacío (16) y las al menos tercera y cuarta ubicaciones objetivo (56c; s6d) se enfrentan al cátodo (52);
una fuente de haz de iones, y
una pluralidad de objetivos de pulverización catódica (62a-d) que tienen material de pulverización catódica situado en los mismos,
en donde la fuente del haz de iones está dispuesta para ser situada en al menos una de dichas ubicaciones objetivo (56a-d), y en donde cada objetivo de pulverización catódica (62a-d) está dispuesto para ser situado en cualquier otra ubicación objetivo (56a-d).

2. El aparato de pulverización catódica (50) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos a la primera y la segunda ubicaciones objetivo (56a; 56b).

3. El aparato de pulverización catódica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos a la tercera y la cuarta ubicaciones objetivo (56c; 56d).

4. El aparato de pulverización catódica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se proporcionan objetivos planos a la tercera y la cuarta ubicaciones objetivo (56c; 56d).

5. Un método de recubrimiento por pulverización catódica de una pluralidad de artículos, comprendiendo el método:

40 proporcionar un aparato de pulverización catódica (50) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo el aparato de pulverización catódica al menos una fuente de alimentación (20), en donde cada objetivo de pulverización catódica (62a-d) provisto en la superficie principal del yugo (54) más cercano a la cámara de vacío (16) sobresale dentro de la cámara de vacío (16), mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están incrustados en la porción del cuerpo del cátodo (52), suministrar energía desde la al menos una fuente de alimentación (20) al o a los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío (16);
45 proporcionar un primer artículo al aparato de pulverización catódica; pulverizar depositando una primera película delgada, directa o indirectamente, sobre el primer artículo;
girar el yugo (54) de modo que al menos un objetivo de pulverización catódica (62a-d) diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío (16);
50 proporcionar un segundo artículo al aparato (54) de pulverización catódica, y pulverizar depositando una segunda película delgada, directa o indirectamente, sobre el segundo artículo, siendo la segunda película delgada diferente de la primera película delgada al menos en términos de composición.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende, además, evitar cualquier ventilación de la cámara de vacío (16) durante la rotación del yugo (54).

7. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde se proporcionan objetivos magnéticos cilíndricos (62) al menos a una primera y una segunda ubicaciones objetivo (56a; 56b) ubicadas en una primera superficie común del yugo (54).

8. Un aparato de pulverización catódica para recubrir por pulverización catódica un artículo en un entorno reactivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:

65 una pluralidad de yugos (54), en donde los yugos (54) preferiblemente pueden girar individualmente, provistos entre el cátodo (52) y la cámara (16), incluyendo cada uno de los yugos al menos una ubicación objetivo (56) provista en cada superficie principal del mismo; y

- una pluralidad de objetivos de pulverización catódica (62), siendo cada uno de dichos objetivos de pulverización catódica proporcionado a una de dichas ubicaciones objetivo;
- 5 en donde cada objetivo de pulverización catódica (62) provisto en las superficies principales de los yugos (54) más cercanos a la cámara de vacío está dispuesto para sobresalir dentro de la cámara de vacío (16), mientras que cualquier otro objetivo u objetivos de pulverización catódica están dispuestos para incrustarse en la porción del cuerpo del cátodo (12),
- 10 en donde los yugos (54) pueden girar alrededor de un eje para hacer que al menos un objetivo de pulverización catódica (62) diferente sobresalga dentro de la cámara de vacío (16), y en donde solo el o los objetivos de pulverización catódica que sobresalen dentro de la cámara de vacío (16) están dispuestos para recibir energía de la al menos una fuente de alimentación (20).

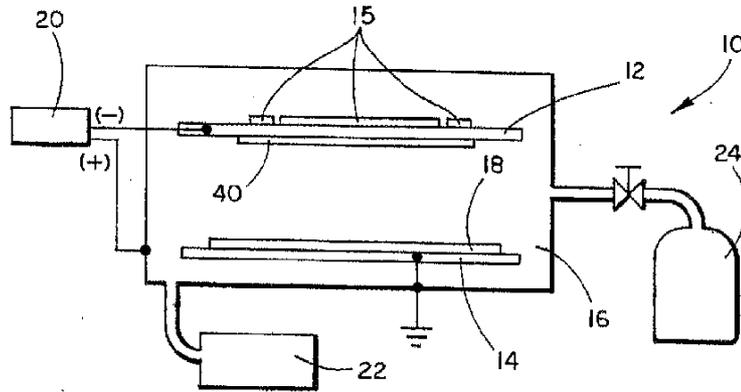


Fig. 1

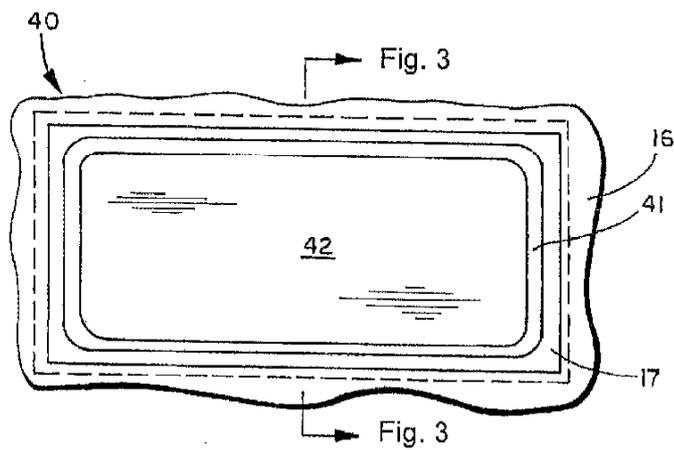


Fig. 2

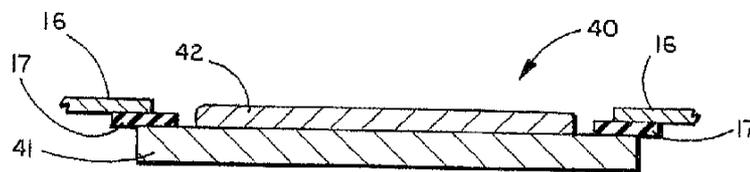


Fig. 3

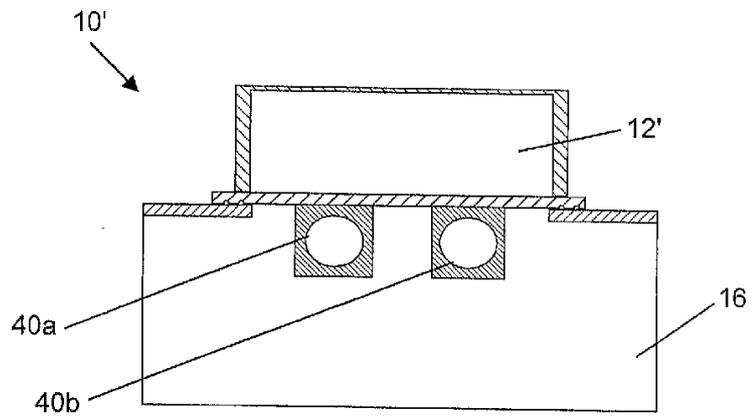


Fig. 4

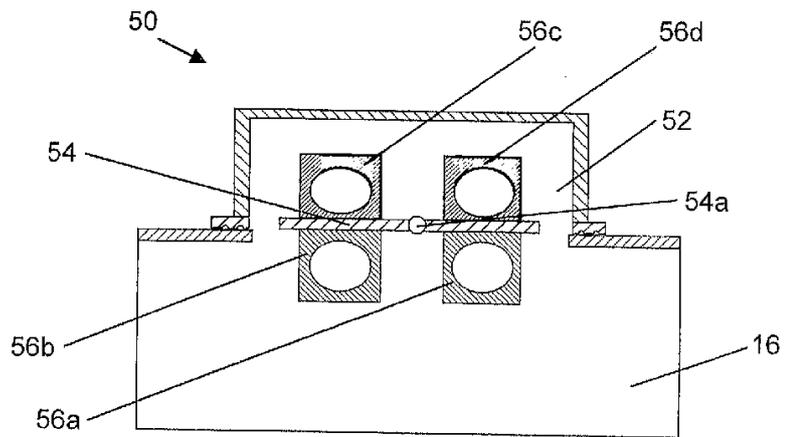


Fig. 5

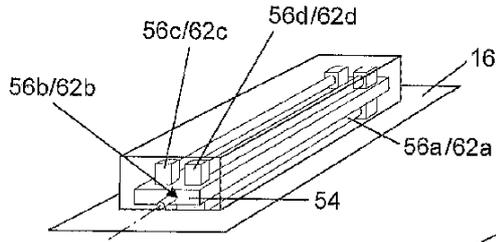


Fig. 6a

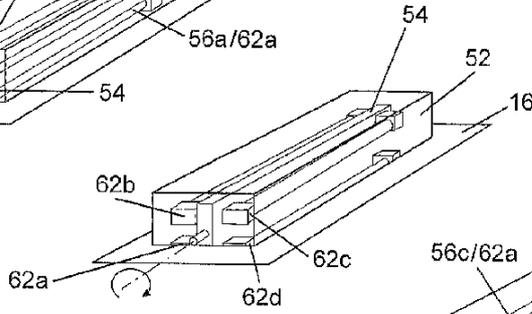


Fig. 6b

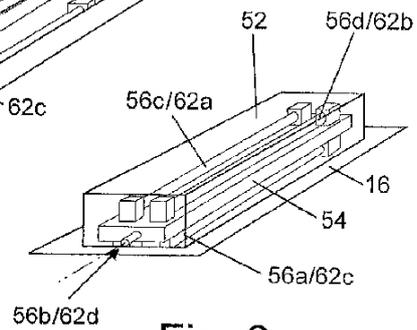


Fig. 6c

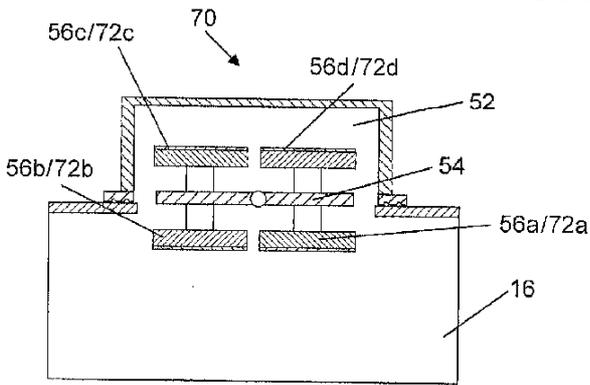


Fig. 7

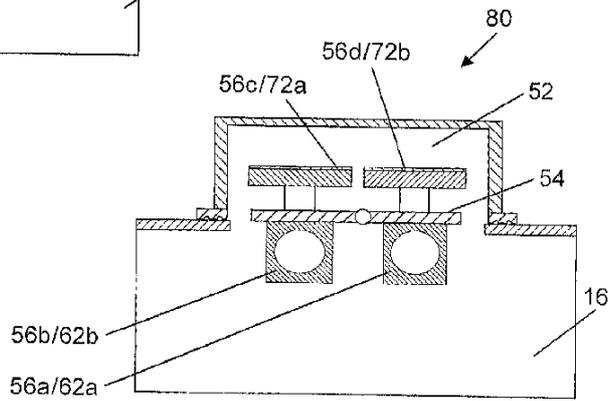


Fig. 8