

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 167**

51 Int. Cl.:

H01J 37/34 (2006.01)

C23C 14/22 (2006.01)

C23C 14/32 (2006.01)

C23C 14/35 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2009 E 09161905 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 2159821**

54 Título: **Dispositivo de revestimiento para el revestimiento de un sustrato, así como un procedimiento para el revestimiento de un sustrato**

30 Prioridad:

02.09.2008 EP 08163508

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

17.07.2020

73 Titular/es:

**OERLIKON SURFACE SOLUTIONS AG,
PFÄFFIKON (100.0%)
Churerstrasse 120
8808 Pfäffikon SZ, CH**

72 Inventor/es:

**VETTER, JÖRG, DR. y
ERKENS, GEORG, DR.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 774 167 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

Dispositivo de revestimiento para el revestimiento de un sustrato, así como un procedimiento para el revestimiento de un sustrato

5 La invención se refiere a un dispositivo de evaporación para la evaporación de un material diana, así como a un procedimiento para el revestimiento de un sustrato según el preámbulo de la reivindicación independiente de la respectiva categoría.

10 Para aplicar capas o sistemas de capas sobre los sustratos más diversos, del estado de la técnica se conoce toda una serie de técnicas químicas, mecánicas y físicas que según las necesidades y el campo de uso tienen su justificación y presentan las ventajas y desventajas correspondientes.

15 Para la aplicación de capas relativamente finas son habituales especialmente procedimientos en los que la superficie de una diana se convierte a la forma de vapor en un arco voltaico, o bien, a partir de una superficie de una diana se convierten a la forma de vapor átomos por medio de partículas ionizadas, pudiendo el vapor formado de esta manera precipitarse entonces como revestimiento sobre un sustrato.

20 En una forma de realización habitual de la pulverización catódica, en un proceso de pulverización catódica, la diana se conecta a una fuente de tensión de corriente continua negativa o a una fuente de corriente de alta frecuencia. El sustrato es el material que ha de ser revestido y se encuentra por ejemplo en frente de la diana. El sustrato puede estar puesto a tierra, flotante, pretensado, calentado, refrigerado o someterse a una combinación de ello. En la cámara de proceso que contiene entre otras cosas los electrodos de proceso y el sustrato, se introduce un gas de proceso para generar una atmósfera de gas en la que se pueda activar y mantener una descarga luminiscente. Las presiones de gas se sitúan, según la aplicación, desde pocas décimas de un pascal hasta varios pascuales. Un gas de pulverización que se usa frecuentemente es el argón.

30 Al activarse la descarga luminiscente, inciden iones positivos sobre la superficie de la diana y desprenden por transmisión de fuerza de choque principalmente átomos neutros de la diana y estas se condensan sobre el sustrato formando finas películas. Adicionalmente, existen otras partículas y radiaciones que son generadas por la diana y que tienen todas características formadoras de película (electrones secundarios e iones, gases desorbidos, y fotones). Los electrones y los iones negativos son acelerados hacia la plataforma del sustrato y bombardean esta y la película creciente. En algunos casos se aplica en el soporte de sustrato un potencial de tensión previa por ejemplo negativa, de manera que la película creciente se ve expuesta al bombardeo con iones positivos. Este proceso se conoce también como pulverización con tensión previa o recubrimiento iónico.

40 En determinados casos no se usan gases de argón, sino otros gases o mezclas de gases. Esto incluye habitualmente algunas clases de procesos de pulverización reactiva en los que una composición de sintetiza mediante la pulverización de una diana de metal (por ejemplo, Ti) en un gas reactivo al menos en parte reactivo, para formar una composición a partir del metal y las clases de gas de reacción (por ejemplo, óxidos de titanio). El rendimiento de pulverización se define como número de átomos expulsados de la superficie de la diana por ion incidente. Es un parámetro esencial para la caracterización del proceso de pulverización.

45 Aproximadamente el uno por cien de la energía que incide sobre una superficie de diana conduce habitualmente a la expulsión de partículas pulverizadas, el 75% de la energía incidente conduce al calentamiento de la diana, y el resto se dispersa por ejemplo por electrones secundarios que pueden bombardear y calentar el sustrato. Un proceso mejorado, conocido como pulverización con magnetrón usa campos magnéticos para conducir los electrones alejándolos de la superficie de sustrato, por lo que se reduce el efecto de calor.

50 Para un material diana dado, la velocidad de aplicación y la uniformidad se ven influenciadas entre otros factores por la geometría del sistema, la tensión de diana, el gas de pulverización, la presión de gas y la potencia eléctrica aplicada en los electrodos de proceso.

55 Un procedimiento de revestimiento físico similar es la evaporación por arco voltaico en sus múltiples formas de realización.

60 En la evaporación por arco voltaico, el material diana se evapora por la acción de arcos voltaicos de vacío. El material de la fuente de diana es el cátodo en el circuito de arco voltaico. Los componentes básicos de un sistema de evaporación por arco voltaico conocido se componen de una cámara de vacío, un cátodo y una conexión de corriente de arco voltaico, piezas para encender un arco voltaico sobre la superficie de cátodo, un ánodo, un sustrato y una conexión de corriente para una tensión previa del sustrato. Los arcos voltaicos se mantienen mediante tensiones del rango de por ejemplo 15 a 50 voltios, en función del material de cátodo de diana que se use. Las corrientes de arco voltaico típicas se sitúan en el rango de 30 a 400 A. El encendido de arco voltaico se realiza mediante los procedimientos de encendido habituales conocidos por el experto.

65

5 La evaporación del material diana a partir del cátodo que forma la diana resulta como resultado de un punto de arco voltaico catódico que en el caso más sencillo se mueve de forma estática sobre la superficie de cátodo con velocidades de habitualmente 10 m/s. Pero el movimiento de punto de arco voltaico puede controlarse también con la ayuda de delimitaciones de inclusión adecuadas y/o campos magnéticos. El material diana de cátodo puede ser por ejemplo un metal o una aleación de metal.

10 El proceso de revestimiento por arco voltaico difiere considerablemente de otros procesos de revestimiento por vapor físicos. La esencia de los procesos de arco voltaico conocidos es el punto de arco voltaico que genera un plasma de material. Un alto porcentaje, por ejemplo 30% a 100% del material evaporado de la superficie de cátodo generalmente está ionizada, pudiendo existir los iones en diferentes estados de carga en el plasma, por ejemplo como Ti^+ , Ti^{2+} , Ti^{3+} etc. La energía cinética de los iones puede moverse en el intervalo de por ejemplo 10 a 100 e.V.

15 Estas características conducen a revestimientos que pueden ser de máxima calidad y que, en comparación con aquellos revestimientos que pueden aplicarse con otros procesos de revestimiento por vapor físicos, pueden ofrecer determinadas ventajas.

20 Las capas aplicadas por medio de evaporación por arco voltaico presentan generalmente una alta calidad en una amplia gama de condiciones de revestimiento. Así, por ejemplo, se pueden fabricar películas compuestas estequiométricas con la máxima adhesión y con una alta densidad, que a través de una amplia gama de la presión de gas reactivo proporcionan altos valores de revestimiento para metales, aleaciones y composiciones con una excelente homogeneidad de revestimiento. Una ventaja adicional consiste entre otras también en las temperaturas de sustrato relativamente bajas y la fabricación relativamente sencilla de películas compuestas.

25 El arco voltaico catódico conduce a una descarga de plasma dentro del vapor de material liberado por la superficie de cátodo. El punto de arco voltaico normalmente tiene un tamaño de algunos micrómetros y tiene unas densidades de corriente de 10 amperios por micrómetro cuadrado. Esta alta densidad de corriente causa una evaporación relámpago del material de partida, y el vapor generado se compone de electrones, iones, átomos de vapor neutros y microgotitas. Los electrones se aceleran hacia las nubes de iones positivos. Las emisiones del punto de luz catódica son constantes a través de una amplia gama de la corriente de arco voltaico, si el punto de cátodo se divide en varios puntos. La corriente promedio por punto depende de la naturaleza del material de cátodo.

35 Frecuentemente, casi el 100% del material está ionizado dentro de la región de punto de cátodo. Estos iones son lanzados en una dirección casi perpendicular a la superficie de cátodo. Además, generalmente, se originan microgotitas que están obligadas a abandonar la superficie del cátodo bajo ángulos de por ejemplo hasta 30% por encima del plano del cátodo. Estas emisiones de microgotitas son una consecuencia de temperaturas extremas y fuerzas existentes dentro del cráter de emisión.

40 Por ello, aún hoy día el revestimiento con plasma por arco voltaico catódico sigue considerándose como inadecuado para usos decorativos, en concreto, por las microgotitas en la película.

45 Los últimos desarrollos que incluyen la eliminación de microgotitas en el proceso de revestimiento por arco voltaico han proporcionado una alternativa significativa a las técnicas existentes para una amplia gama también, pero no sólo, para aplicaciones decorativas.

Los procesos de arco voltaico conocidos se caracterizan también por una alta flexibilidad. Por ejemplo, el control de los parámetros de revestimiento es menos crítica que en los procesos de pulverización por magnetron o de recubrimiento iónico.

50 La temperatura de revestimiento para películas compuestas se puede ajustar a temperaturas claramente más bajas, de modo que existe la posibilidad de revestir sustratos, como por ejemplo zinc fundido, latón y materias sintéticas, sin fundir el sustrato.

55 Resumiendo, los procesos de revestimiento por arco voltaico conocidos ofrecen bajo determinadas circunstancias una serie de ventajas frente a los procesos de pulverización catódica mencionados anteriormente.

60 No obstante, numerosos revestimientos, sobre todo pero no sólo para aplicaciones decorativas, por ejemplo, aplicaciones en la microelectrónica, la óptica u otras aplicaciones que requieren una película fina, preferentemente se realizan con un proceso de pulverización. Los materiales preferibles para la pulverización catódica son por ejemplo sulfuros (por ejemplo, MoS_2) o materiales frágiles (por ejemplo, TiB_2). Finalmente, en principio cualquier material que sea limitadamente apto para arco.

65 Esto depende, entre otras cosas, de los problemas de eliminar las microgotitas mencionados. Por ello, la pulverización sigue siendo hoy día el procedimiento preferido para aplicar por ejemplo un revestimiento fino de oro para fines decorativos, o capas finas en la electrónica o la óptica. Pero frecuentemente las capas aplicadas mediante los procesos de pulverización tienen otras características no deseadas, por ejemplo en cuanto al envejecimiento, la

dureza, la adherencia, o tienen déficits en cuanto a la resistencia contra diversos influjos desde fuera y de este modo pueden quedar mermadas o incluso removidas.

5 Por lo tanto, según los requisitos puede resultar ventajoso proporcionar una combinación de capas sobre un sustrato, siendo una de las capas por ejemplo una capa aplicada por pulverización catódica y siendo otra capa una capa aplicada mediante un procedimiento de arco voltaico.

10 Para la fabricación de revestimientos de oro decorativas, en el documento WO90/02216 se indica una instalación de revestimiento que comprende al mismo tiempo una fuente de pulverización catódica rectangular convencional y una fuente de evaporación por arco voltaico catódica rectangular. Una disposición similar que comprende al mismo tiempo una fuente de pulverización catódica rectangular convencional y una fuente de evaporación por arco voltaico catódica rectangular se describe en el documento WO91/00374. Según el procedimiento que igualmente se indica en el documento WO90/00216, en un primer paso de procedimiento, en un procedimiento de arco voltaico catódico se aplica una capa de TiN, y en un paso siguiente, por medio de un procedimiento de pulverización catódica se aplica una capa de oro por pulverización catódica, de tal forma que el sistema de capas transmite sustancialmente el mismo aspecto que un simple revestimiento sólo de oro.

20 Una desventaja de la instalación de revestimiento y del procedimiento según el documento WO90/02216 consiste, entre otras cosas, en que especialmente no queda garantizada una calidad constante de los revestimientos. A medida que avanza el desgaste de los cátodos cambia la calidad de las capas aplicadas, si no existe un seguimiento complicado de los parámetros de procedimiento. Como es sabido, esto se debe, entre otras cosas, a que los cátodos rectangulares se gastan de forma irregular, de manera que con los mismos parámetros de procedimiento, a medida que aumenta la erosión de los cátodos empeora la calidad del vapor de revestimiento, porque por ejemplo se forman en creciente medida gotitas molestas durante la evaporación por arco voltaico, lo que repercute negativamente en las capas. Para mantener limitados estos efectos negativos, los cátodos deben cambiarse prematuramente, lo que resulta correspondientemente caro y complejo.

25 Otra desventaja de la erosión irregular de los cátodos es que un control del arco voltaico sobre el cátodo, si es que es posible, resulta difícil y complejo.

30 Además, se deben prever obligatoriamente un cátodo para la pulverización y un segundo cátodo separado para la evaporación por arco voltaico, porque incluso en caso de usar un cátodo combinado redondo o rectangular que por ejemplo está provisto de materiales diferentes en dos zonas diferentes, no puede usarse un solo cátodo para la pulverización catódica y el revestimiento por arco voltaico.

35 El objetivo de la invención es por tanto un dispositivo de revestimiento y un procedimiento para el revestimiento, que permitan revestir un sustrato en una sola cámara de revestimiento, sustancialmente sin defectos, tanto mediante evaporación por arco voltaico como por medio de un procedimiento de pulverización catódica, especialmente pero no obligatoriamente también con distintos materiales, de manera que se puedan fabricar de manera sencilla y económica especialmente sistemas de capas combinadas que satisfagan los máximos requisitos de calidad.

40 Los objetos de la invención que consiguen estos objetivos en cuanto al aparato y al procedimiento se caracterizan por las características de la reivindicación independiente de la respectiva categoría.

45 Las reivindicaciones independientes se refieren a formas de realización especialmente ventajosas de la invención.

50 La invención se refiere por tanto a un dispositivo de evaporación para la evaporación de un material diana. El dispositivo de evaporación comprende una cámara de proceso para el establecimiento y el mantenimiento de una atmósfera de gas, que presenta una entrada y una salida para un gas de proceso, así como un ánodo y un cátodo de evaporación cilíndrico, realizado como diana, comprendiendo dicho cátodo de evaporación el material diana. Además, está prevista una fuente de energía eléctrica para generar una tensión eléctrica entre el ánodo y el cátodo, de manera que por medio de la fuente de energía eléctrica el material diana del cátodo cilíndrico se puede convertir a una fase de vapor, estando prevista una fuente de campo magnético que genera un campo magnético. En la cámara de proceso están previstos al mismo tiempo un cátodo de pulverización y un cátodo de arco voltaico. Según la invención, el cátodo de pulverización es un cátodo de pulverización cilíndrico y el cátodo de arco voltaico es un cátodo de arco voltaico cilíndrico, y una posición de la fuente de campo magnético puede ajustarse en el interior del cátodo de pulverización cilíndrico y/o en el interior del cátodo de arco voltaico cilíndrico con respecto a un sentido circunferencial. De esta manera, mediante la invención es posible proporcionar una combinación de capas sobre un sustrato, siendo una de las capas por ejemplo una capa aplicada por pulverización catódica y siendo otra capa una capa aplicada mediante un procedimiento de arco voltaico.

60 Mediante la invención se evitan las desventajas conocidas del estado de la técnica, tales como existen por ejemplo en la instalación de revestimiento y el procedimiento según el documento WO90/02216. Mediante la presente invención, por primera vez es posible garantizar especialmente una calidad constante de los revestimientos. Así a medida que avanza el desgaste de los cátodos no cambia la calidad de las capas aplicadas y no es preciso un seguimiento complejo de los parámetros de procedimiento. Esto se debe, entre otras cosas, a que los cátodos según

la invención se gastan homogéneamente, de manera que con los mismos parámetros de procedimiento, a medida que aumenta la erosión de los cátodos la calidad del vapor de revestimiento sigue igual y no empeora porque por ejemplo se formen en creciente medida gotitas molestas durante la evaporación por arco voltaico repercutiendo negativamente en las capas. Dado que en la presente invención estos efectos negativos ya prácticamente no se producen, no es necesario recambiar de forma precoz los cátodos como en el estado de la técnica, lo que correspondientemente conduce a importantes ahorros de costes.

También el control del arco voltaico sobre el cátodo es especialmente sencillo y flexible a causa de la forma cilíndrica de los cátodos y la flexibilidad de la disposición de las fuentes de campo magnético.

Además, ya no es preciso prever obligatoriamente un cátodo para la pulverización y un segundo cátodo separado para la evaporación por arco voltaico, porque con una realización adecuada del cátodo de evaporación se puede usar un solo cátodo de evaporación para la pulverización y para el revestimiento por arco voltaico.

Por lo tanto, mediante la invención se proporcionan un dispositivo de revestimiento mejorado y un procedimiento mejorado para el revestimiento, con el que un sustrato puede revestirse en una sola cámara de revestimiento, sustancialmente sin defectos, tanto mediante evaporación por arco voltaico como por medio de un procedimiento de pulverización catódica, especialmente pero no obligatoriamente también con distintos materiales, de manera que se pueden fabricar de manera sencilla y económica especialmente sistemas de capas combinadas que satisfacen los máximos requisitos de calidad.

El dispositivo de revestimiento según la invención y el procedimiento según la invención pueden emplearse de manera muy universal y flexible. Por ejemplo, se pueden revestir diferentes objetos como por ejemplo herramientas, piezas de máquina altamente solicitadas, superficies decorativas y otros. Pero la invención también puede emplearse de manera especialmente ventajosa en el ámbito de la óptica, de la micromecánica, de la microelectrónica, por ejemplo en la técnica médica y/o para el revestimiento de elementos de nanosensores o para nanomotores.

En un ejemplo de realización especial, el cátodo de pulverización cilíndrico y/o el cátodo de arco voltaico cilíndrico están realizados de forma giratoria alrededor de un eje longitudinal.

La fuente de campo magnético está prevista preferentemente en el interior del cátodo de pulverización cilíndrico y/o en el interior del cátodo de arco voltaico cilíndrico, y/o el cátodo de pulverización cilíndrico y/o el cátodo de arco voltaico cilíndrico están dispuestos de forma giratoria con respecto a la fuente de campo magnético.

La fuente de campo magnético es de manera ventajosa un imán permanente y/o un electroimán, pudiendo ajustarse una posición de la fuente de campo magnético en el interior del cátodo de pulverización cilíndrico y/o en el interior del cátodo de arco voltaico cilíndrico, especialmente con respecto a una posición axial y/o a una posición radial y/o con respecto a un sentido circunferencial.

Se entiende que en especial se puede controlar y/o regular una intensidad del campo magnético de la fuente de campo magnético, estando prevista y dispuesta la fuente de campo magnético preferentemente de tal forma que en una zona predefinible del cátodo de evaporación cilíndrico pueda modificarse una intensidad de campo magnético del campo magnético. Como cátodo de pulverización entran en consideración por ejemplo un magnetrón balanceado y/o un magnetrón desbalanceado.

Según la invención, el mismo cátodo de evaporación se realiza y se dispone en la cámara de proceso de tal forma que el cátodo de evaporación puede usarse no sólo como cátodo de pulverización sino también como cátodo de arco voltaico.

La invención se refiere además a un procedimiento para el revestimiento de un sustrato en una cámara de proceso, en el que en la cámara de proceso se establece y se mantiene una atmósfera de gas. En la cámara de proceso se ponen a disposición un ánodo y un cátodo de evaporación cilíndrico, realizado como diana, comprendiendo dicho cátodo de evaporación cilíndrico el material diana. Por medio de una fuente de energía eléctrica, el material diana del cátodo cilíndrico se convierte a una fase de vapor, y en el que en la cámara de proceso se prevé una fuente de campo magnético que genera un campo magnético, de tal forma que en una zona predefinida del cátodo de evaporación cilíndrico se puede modificar una intensidad de campo magnético del campo magnético. En la cámara de proceso se prevén al mismo tiempo un cátodo de pulverización y un cátodo de arco voltaico, y el sustrato se reviste con un procedimiento de evaporación por arco voltaico y/o con un procedimiento de pulverización catódica.

Según la invención, el cátodo de pulverización es un cátodo de pulverización cilíndrico y el cátodo de arco voltaico es un cátodo de arco voltaico cilíndrico, y una posición de la fuente de campo magnético en el interior del cátodo de pulverización cilíndrico y/o en el interior del cátodo de arco voltaico cilíndrico se ajusta con respecto a un sentido circunferencial.

Preferentemente, para un desgaste homogéneo del material diana, el cátodo de evaporación cilíndrico se hace rotar alrededor de un eje longitudinal durante un proceso de revestimiento.

En un ejemplo de realización especial, una posición de la fuente de campo magnético puede ajustarse en el interior del cátodo de pulverización cilíndrico y/o en el interior del cátodo de arco voltaico cilíndrico, especialmente con respecto a una posición axial y/o una posición radial y/o con respecto a un sentido circunferencial, siendo controlada y/o regulada preferentemente una intensidad del campo magnético de la fuente de campo magnético.

Según la invención un solo cátodo de evaporación puede usarse como cátodo de pulverización y como cátodo de arco voltaico. De manera ventajosa, como cátodo de pulverización pueden usarse un magnetrón balanceado y/o un magnetrón desbalanceado.

El procedimiento de revestimiento puede ser un procedimiento de pulverización catódica DC y/o un procedimiento de pulverización catódica RF y/o un procedimiento de pulverización catódica pulsado y/o un procedimiento de pulverización catódica de alta potencia y/o un procedimiento de evaporación por arco voltaico DC y/o un procedimiento de evaporación por arco voltaico pulsado y/u otro procedimiento de revestimiento que pueda realizarse con el dispositivo de evaporación según la invención.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda del dibujo esquemático. Muestran:

- la figura 1 un ejemplo de realización sencillo de un dispositivo de evaporación según la invención;
- la figura 2 un primer ejemplo de realización de un cátodo de evaporación con una fuente de campo magnético permanente;
- la figura 3 un segundo ejemplo de realización según la figura 2;
- la figura 4 una fuente de campo magnético con un devanado de bobina central;
- la figura 5 una fuente de campo magnético con dos devanados de bobina separados.

La figura 1 muestra en una representación esquemática un ejemplo de realización sencillo de un dispositivo de evaporación 1 según la invención para la evaporación de un material diana 200, 201, 202. El dispositivo de evaporación 1 comprende una cámara de proceso 3 para el establecimiento y el mantenimiento de una atmósfera de gas, que presenta una entrada 4 y una salida 5 para un gas de proceso. En la cámara de proceso 3 está previsto un ánodo 6, 61 para el cátodo de pulverización 2, 21 cilíndrico, estando formado en el presente ejemplo de la figura 1 el ánodo 61 asignado al cátodo de pulverización 21 por la pared de cámara de la cámara de proceso 3. El ánodo 61 y el cátodo de pulverización 21 están unidos a una fuente de energía eléctrica 7, 71 para la alimentación con energía eléctrica.

Ambos cátodos de evaporación 2, 21, 22 cilíndricos presentan sendas fuentes de campo magnético 8, 81, 82 que generan un campo magnético y que están previstas de tal forma que en una zona predefinible del cátodo de evaporación 2, 21, 22 cilíndrico puede modificarse una intensidad de campo magnético del campo magnético. En el presente ejemplo de la figura 1, esto se consigue por el hecho de que las fuentes de campo magnético 8, 81, 82 están previstas en el interior de los cátodos de evaporación 2, 21, 22 cilíndricos y en el estado de funcionamiento se hacen girar alrededor del eje longitudinal A con respecto a una rotación de los cátodos de evaporación 2, 21, 22, siendo estacionarios en el sentido circunferencial, pero deslizables en el sentido longitudinal a lo largo del eje longitudinal A, de manera que las fuentes de campo magnético 8, 81, 82 pueden retirarse del cátodo de pulverización 21 cilíndrico y/o del cátodo de revestimiento cilíndrico, según la necesidad.

En otro ejemplo de realización, también es posible que las fuentes de campo magnético 8, 81, 82 funcionen de manera conocida de por sí como llamados "obturadores virtuales", de tal forma que por un giro de la fuente de campo magnético 8, 81, 82 en sentido circunferencial alrededor del eje de cilindro A, el campo magnético en la superficie de la fuente de evaporación 2, 21, 22 cilíndrica gira sustancialmente en dirección hacia la pared de cámara, de tal forma que el material diana 200, 201, 202 evaporado ya no alcanza la superficie del sustrato.

Se entiende que en otro ejemplo de realización también se puede influir en la intensidad del campo magnético en el cátodo de evaporación 2, 21, 22 por el hecho de que por ejemplo en lugar de imanes permanentes 8, 81, 82 en el cátodo de evaporación 2, 21, 22 se pueden prever de manera ventajosa electroimanes 8, 81, 82, cuya intensidad y sentido pueden ajustarse mediante un ajuste adecuado de una corriente eléctrica por las bobinas de los electroimanes 8, 81, 82.

O bien, también puede ser giratoria alrededor del eje longitudinal A del cátodo de evaporación 2, 21, 22 la fuente de campo magnético 8, 81, 82 misma, tal como se ha mencionado, de manera que por ejemplo mediante una rotación adecuada de la fuente de campo magnético 8, 81, 82, una superficie solicitada por el campo magnético está orientada, en un primer estado de funcionamiento, en dirección hacia el plato de sustrato ST sobre el que está dispuesta preferentemente una multiplicidad de sustratos S que han de ser revestidos, de manera que estos quedan revestidos de manera óptima por el material diana 200, 201, 202 evaporado del cátodo de evaporación 2, 21, 22. En

este caso, en un segundo estado de funcionamiento, la fuente de campo magnético 8, 81, 82 en el interior del cátodo de evaporación 2, 21, 22 se hace girar alrededor del eje longitudinal A de tal forma que la superficie del cátodo de evaporación 2, 21, 22, solicitada por el campo magnético está orientada por ejemplo hacia la pared de cámara de la cámara de proceso 3, de manera que el material diana 200, 201, 202 evaporado se precipita sustancialmente sobre la pared de cámara de la cámara de proceso 3 y, de esta manera, el sustrato S sustancialmente ya no es revestido por la fuente de evaporación 2, 21, 22 correspondiente.

Se entiende que, de manera ventajosa, las medidas descritas anteriormente para influir y modificar el campo magnético en la superficie del cátodo de evaporación 2, 21, 22 también puede combinarse de manera adecuada.

La figura 2 muestra de forma algo más detallada un primer ejemplo de realización de un cátodo de evaporación 2, 21, 22 con una fuente de campo magnético permanente 8, 81, 82. El cátodo de evaporación 2, 21, 22 de la figura 2 que puede ser por ejemplo un cátodo de pulverización 21 o un cátodo de arco voltaico 22, lleva en una superficie cilíndrica 210 exterior el material diana 200, 201, 202 con el que debe revestirse un sustrato S. Así, por ejemplo, en una sola cámara de proceso 3, el cátodo de pulverización 21 puede estar dotado de otro material diana 200, 201 que el cátodo de arco voltaico 22 que comprende otro material diana 200, 202, de manera que pueden fabricarse especialmente sistemas de capas combinadas complicados. Evidentemente, el cátodo de pulverización 21 y el cátodo de arco voltaico 22 también pueden estar dotados del mismo material diana 200, 201, 202.

En determinados casos, incluso es posible que diferentes zonas del cátodo de pulverización 21 y/o del cátodo de arco voltaico 22 estén dotadas de materiales diana 200, 201, 202 distintos, de manera que mediante un control y/o una regulación adecuados del arco voltaico pueden aplicarse revestimientos o revestimientos parciales diferentes.

Entre el interior hueco y la superficie cilíndrica 210 está previsto un intersticio de refrigeración K, por el que, en el estado de funcionamiento, se hace circular un refrigerante, por ejemplo agua refrigerante, que refrigera el cátodo de evaporación 2, 21, 22 en el estado de funcionamiento. El material diana 200, 201, 202 se evapora sustancialmente en la zona B, ya que el campo magnético generado por la fuente de campo magnético 8, 81, 82 concentra en la zona B el arco voltaico o los iones de pulverización catódica para la evaporación del material diana 200, 201, 202.

Para que el material diana 200, 201, 202 quede removido homogéneamente a través de la superficie del cátodo de evaporación 2, 21, 22, en el estado de funcionamiento, el cátodo de evaporación 2, 21, 22 rota alrededor del eje longitudinal A, mientras que la fuente de campo magnético no rota, de manera que la zona B se desplaza, conforme a esta rotación, en sentido circunferencial a través de la superficie del cátodo de evaporación 2, 21, 22.

La figura 3 muestra un segundo ejemplo de realización de un cátodo de evaporación 2, 21, 22 con una fuente de campo magnético permanente 8, 81, 82. El ejemplo de la figura 3 se diferencia del de la figura 2 en que está prevista una fuente de campo magnético 8, 81, 82 adicional. De esta manera, por ejemplo, mediante una disposición espacial adecuada del cátodo de evaporación 2, 21, 22 y/o mediante una orientación adecuada de la fuente de campo magnético 8, 81, 82 se puede evaporar material diana 200, 201, 202 al mismo tiempo en ambas zonas correspondientes en el cátodo de evaporación. Incluso es posible que sobre un solo cátodo de evaporación 2, 21, 22, en las dos zonas de superficie diferentes que están asignadas a las fuentes de campo magnético 8, 81, 82, estén previstos materiales diana 200, 201, 202 diferentes, de manera que con un solo cátodo de evaporación pueden aplicarse por evaporación simultáneamente o sucesivamente diferentes revestimientos sobre el sustrato S.

Como ya se ha mencionado, la fuente de campo magnético 8, 81, 82 también puede estar realizada por ejemplo de manera ventajosa mediante electroimanes 8, 81, 82. Dos ejemplos de realización especiales están representados en la figura 4 con un devanado de bobina 800 central y en la figura 5 con dos devanados de bobina 800 exteriores separados. Se entiende que según la configuración y la disposición de los devanados de bobina 800, según la necesidad, pueden generarse geometrías de campo magnético especiales.

El experto sabe cómo han de elegirse disposiciones correspondientes en el caso de aplicación especial y conoce además una serie de configuraciones adicionales de campo magnético, distintas a los ejemplos de las figuras 2 a 5.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de evaporación de un material diana (200, 201, 202) que comprende una cámara de proceso (3) para el establecimiento y el mantenimiento de una atmósfera de gas, que presenta una entrada (4) y una salida (5) para un gas de proceso, así como un ánodo (6, 61) y un cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico realizado como diana (2, 21, 22), comprendiendo dicho cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico el material diana (200, 201, 202), estando prevista además una fuente de energía eléctrica (7, 71, 72) para generar una tensión eléctrica entre el ánodo (6, 61) y el cátodo (2, 21, 22), de manera que por medio de la fuente de energía eléctrica (7, 71, 72) el material diana (200, 201, 202) del cátodo (2, 21, 22) cilíndrico se puede convertir a una fase de vapor, y estando prevista una fuente de campo magnético (8, 81, 82) que genera un campo magnético, estando previstos en la cámara de proceso (3) al mismo tiempo un cátodo de pulverización (2, 21) y un cátodo de arco voltaico (2, 22), caracterizado por que el cátodo de pulverización (2, 21) es un cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y el cátodo de arco voltaico (2, 22) es un cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico, y una posición de la fuente de campo magnético (8, 81, 82) puede ajustarse en el interior (I) del cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o en el interior (I) del cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico con respecto a un sentido circunferencial, estando realizado y dispuesto en la cámara de proceso un solo cátodo de evaporación (2, 21, 22) de tal forma que el cátodo de evaporación (2, 21, 22) puede usarse no sólo como cátodo de pulverización (2, 21), sino también como cátodo de arco voltaico (2, 22).
2. Dispositivo de evaporación según la reivindicación 1, en el que el cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o el cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico están realizados de forma giratoria alrededor de un eje longitudinal (A).
3. Dispositivo de evaporación según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la fuente de campo magnético (8, 81, 82) está prevista preferentemente en el interior (I) del cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o en el interior (I) del cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico, y/o el cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o el cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico están dispuestos de forma giratoria con respecto a la fuente de campo magnético (8, 81, 82).
4. Dispositivo de evaporación según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de campo magnético (8, 81, 82) es un imán permanente (8, 81, 82) y/o un electroimán (8, 81, 82).
5. Dispositivo de evaporación según una de las reivindicaciones anteriores, en el que puede ajustarse una posición de la fuente de campo magnético (8, 81, 82) en el interior (I) del cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o en el interior (I) del cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico, especialmente con respecto a una posición axial y/o a una posición radial.
6. Dispositivo de evaporación según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se puede controlar y/o regular una intensidad del campo magnético de la fuente de campo magnético (8, 81, 82), estando prevista y dispuesta la fuente de campo magnético (8, 81, 82) preferentemente de tal forma que en una zona predefinible del cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico pueda modificarse una intensidad de campo magnético del campo magnético.
7. Dispositivo de evaporación según una de las reivindicaciones anteriores, en el que como cátodo de pulverización (2, 21) están previstos un magnetrón (2, 21) balanceado y/o un magnetrón (2, 21) desbalanceado.
8. Procedimiento para el revestimiento de un sustrato (S) en una cámara de proceso (3), en el que en la cámara de proceso (3) se establece y se mantiene una atmósfera de gas, y en la cámara de proceso (3) se ponen a disposición un ánodo (6, 61) y un cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico realizado como diana (2, 21, 22), comprendiendo dicho cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico el material diana (200, 201, 202), y por medio de una fuente de energía eléctrica (7, 71, 72), el material diana (200, 201, 202) del cátodo (2, 21, 22) cilíndrico se convierte a una fase de vapor, y en el que en la cámara de proceso (3) se prevé una fuente de campo magnético (8, 81, 82) que genera un campo magnético, de tal forma que en una zona predefinida del cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico se puede modificar una intensidad de campo magnético del campo magnético, y en el que en la cámara de proceso se prevén al mismo tiempo un cátodo de pulverización (2, 21) y un cátodo de arco voltaico (2, 22), y el sustrato (S) se reviste con un procedimiento de evaporación por arco voltaico y/o con un procedimiento de pulverización catódica, caracterizado por que el cátodo de pulverización (2, 21) es un cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y el cátodo de arco voltaico (2, 22) es un cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico, y una posición de la fuente de campo magnético (8, 81, 82) en el interior (I) del cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o en el interior (I) del cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico se ajustan con respecto a un sentido circunferencial, usándose un solo cátodo de evaporación (2, 21, 22) como cátodo de pulverización (2, 21) y como cátodo de arco voltaico (2, 22).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que, para un desgaste homogéneo del material diana (200, 201, 202), el cátodo de evaporación (2, 21, 22) cilíndrico se hace rotar alrededor de un eje longitudinal (A) durante un proceso de revestimiento.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 o 9, en el que una posición de la fuente de campo magnético (8, 81, 82) puede ajustarse en el interior (I) del cátodo de pulverización (2, 21) cilíndrico y/o en el interior (I) del cátodo de arco voltaico (2, 22) cilíndrico, especialmente con respecto a una posición axial y/o una posición radial.

5 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que se controla y/o se regula una intensidad del campo magnético de la fuente de campo magnético (8, 81, 82).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que como cátodo de pulverización (2, 21) se usan un magnetrón (2, 21) balanceado y/o un magnetrón (2, 21) desbalanceado.

10 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el procedimiento de revestimiento es un procedimiento de pulverización catódica DC y/o un procedimiento de pulverización catódica RF y/o un procedimiento de pulverización catódica pulsado y/o un procedimiento de pulverización catódica de alta potencia y/o un procedimiento de evaporación por arco voltaico DC y/o un procedimiento de evaporación por arco voltaico pulsado.

15

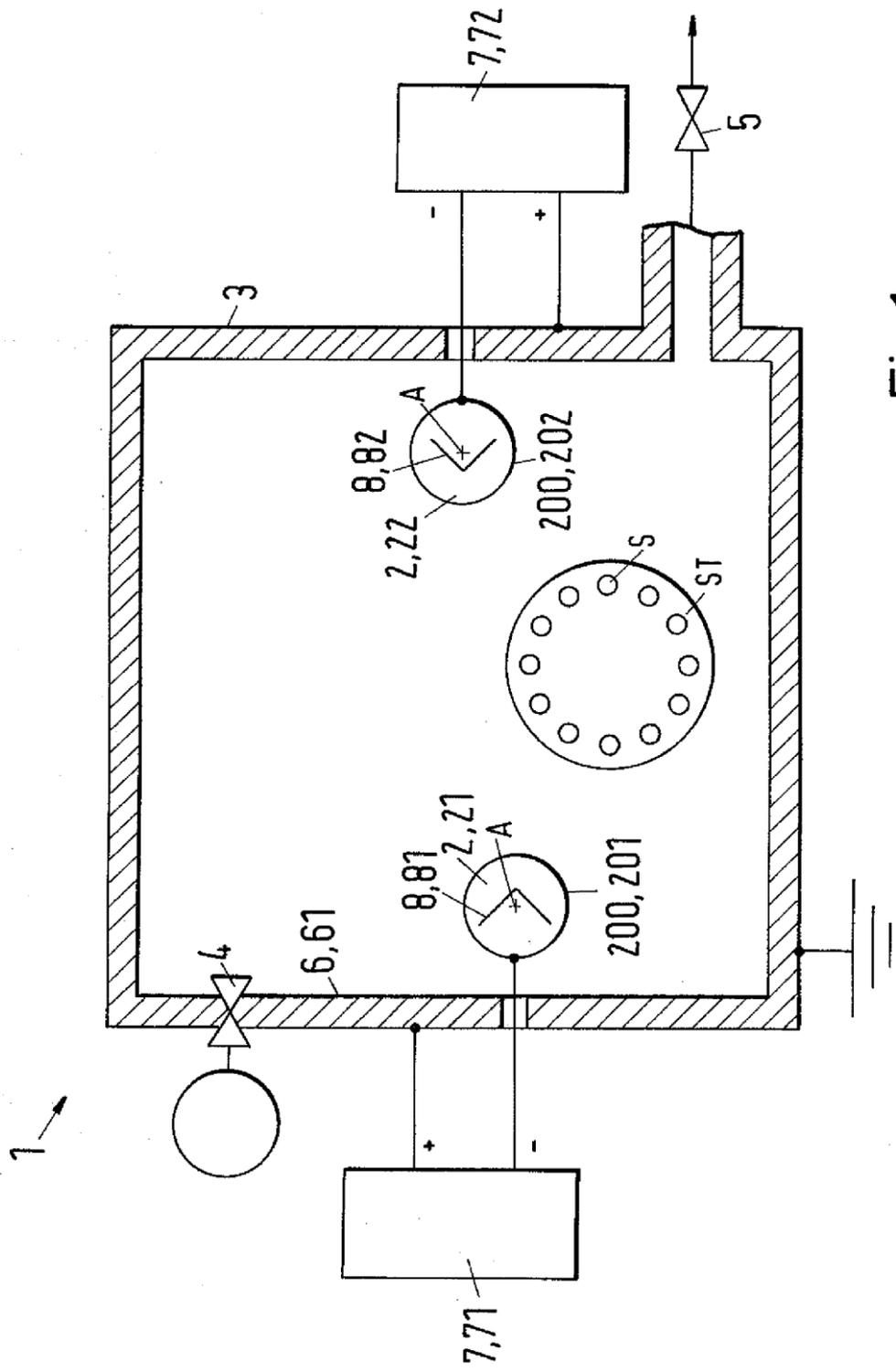


Fig.1

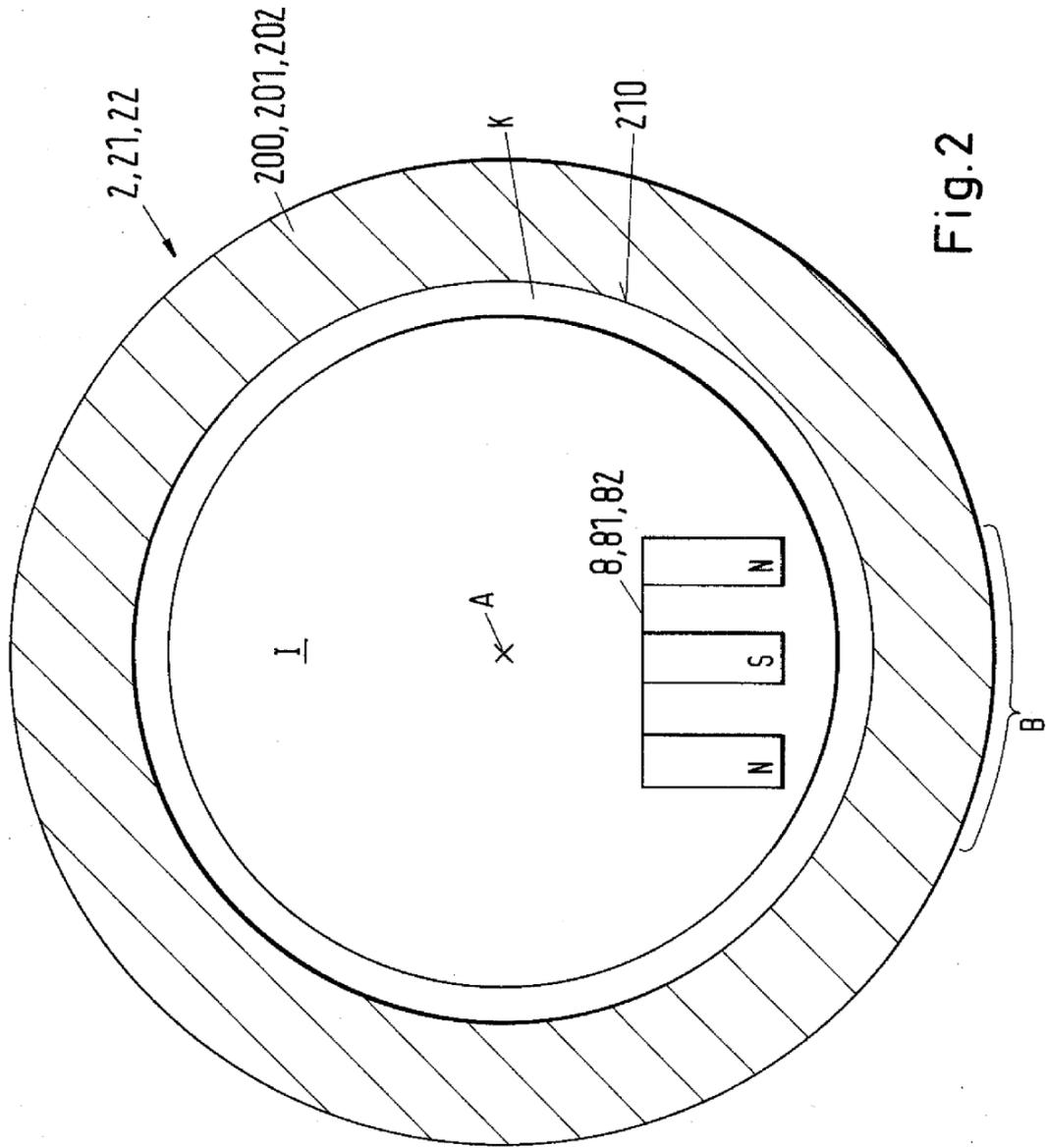


Fig.2

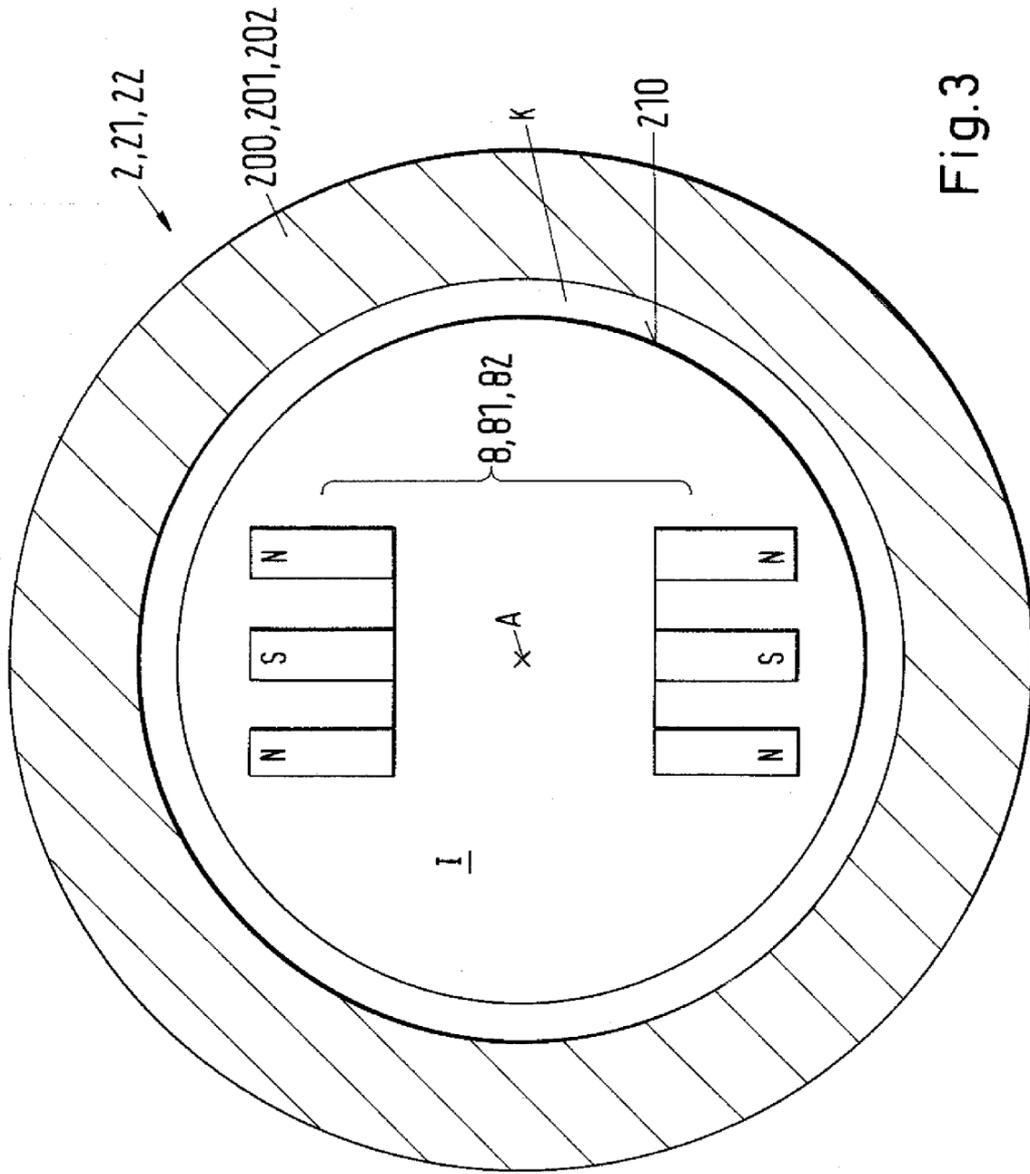


Fig.3

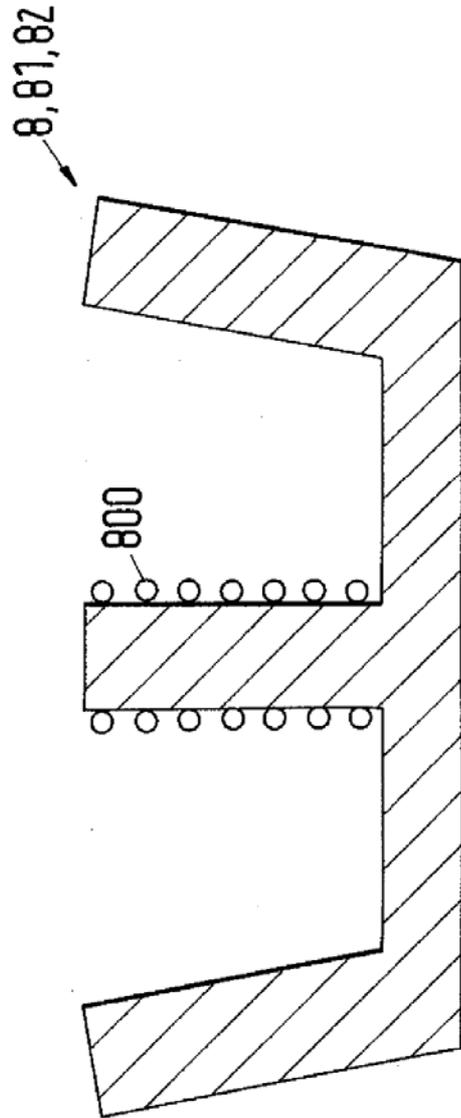


Fig.4

