

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 141**

51 Int. Cl.:

H01J 37/32 (2006.01)

H01J 37/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2009 PCT/EP2009/009319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.08.2010 WO10088947**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2009 E 09799555 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2394288**

54 Título: **Configuración magnética modificable para fuentes de evaporación por arco**

30 Prioridad:

09.02.2009 DE 102009008161

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

31.01.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KRASSNITZER, SIEGFRIED;
HAGMANN, JUERG y
GSTOEHL, OLIVER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 652 141 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

Configuración magnética modificable para fuentes de evaporación por arco

5 La presente invención se refiere a una fuente de evaporación, pudiendo usarse un sistema magnético para la fuente de evaporación por arco en procedimientos de revestimiento con gases fuertemente reactivos, gases débilmente reactivos y sin gases reactivos.

10 La presente invención se refiere además a un sistema magnético para una fuente de evaporación por arco que mantiene constante el índice de evaporación durante toda la vida útil del blanco y también permite el ajuste óptimo de índice y emisión de gotas.

15 Una instalación de revestimiento de PVD típica operada con evaporación de chispas comprende una cámara de vacío que está unida con un puesto de bomba, que genera en la instalación el vacío vinculado al proceso. Los soportes de sustrato en la cámara de vacío sirven para alojar los sustratos (herramientas o piezas constructivas u otros componentes) y soportar estos durante el tratamiento previo y el revestimiento. Los soportes de sustrato y, con ello, los propios sustratos pueden someterse a una tensión durante el tratamiento y en particular durante el revestimiento por medio de un suministro de sesgo de sustrato para que estos se expongan o bien a bombardeo iónico (tensión negativa) o bien a bombardeo de electrones (tensión positiva). El suministro de sesgo de sustrato puede ser un suministro de tensión de sustrato CC, CA o un suministro de tensión de sustrato bi- o unipolar.

20 El revestimiento se efectúa por medio de fuentes de chispas. Estas fuentes de chispas comprenden un blanco cuyo material se evapora por las chispas. Un campo magnético de fuente provocado por los medios magnéticos determina si una chispa se conduce sobre una trayectoria determinada (el denominado "arco dirigido") para reducir, por ejemplo, salpicaduras, o si la chispa puede moverse de manera más o menos libre sobre la superficie de blanco (el denominado "arco aleatorio"), lo que generalmente tiene como consecuencia un mejor aprovechamiento de blanco y un mayor índice de evaporación.

25 Es decir, se usan sistemas magnéticos para el movimiento de la chispa sobre el blanco. La denominada dirección de arco por medio de campos magnéticos dirigidos especialmente permite influir tanto en la velocidad de la chispa como definir la trayectoria de la chispa sobre la superficie de blanco para conseguir un aprovechamiento del volumen del blanco lo mejor posible.

30 Se diferencian distintos tipos de puntos de arco y sus movimientos, como se indican, por ejemplo, en el capítulo 3 del manual editado por Raymond L Box-man et al. con el título en inglés "Handbook of Vacuum Arc Science and Technology" de 1996. En principio, en función de la reactividad del gas puede hacerse la siguiente observación.

a) Evaporación por arco en el vacío o con gas inerte tal como, por ejemplo, argón.

35 40 La chispa va relativamente despacio sobre las trayectorias predefinidas por el campo magnético, que son predominantemente circulares con objetivos redondos. La proporción de movimiento aleatorio es bastante pequeña. En este caso, los índices de evaporación son relativamente altos. La evaporación tiene lugar bajo la emisión de gotas relativamente grandes. La velocidad de la chispa y su "diámetro de trayectoria" sobre el blanco pueden ajustarse a través del campo magnético. En el caso de un procedimiento de este tipo se habla de una chispa metálica. La Figura 1 muestra a modo de ejemplo una trayectoria correspondiente.

b) Evaporación por arco en gases débilmente reactivos tal como, por ejemplo, nitrógeno.

45 50 El nitrógeno reacciona en la superficie de blanco y forma una capa de nitruro de algunas ubicaciones atómicas. A este respecto, debe identificarse un aumento de la velocidad de chispa.

55 Un aumento adicional de la velocidad de chispa puede conseguirse mediante campos magnéticos que discurren con más fuerza en paralelo a la superficie de blanco. Las gotas emitidas se hacen, a este respecto, de manera ventajosa, más pequeñas. En general, es posible establecer condiciones homogéneas en lo que respecta a la reactividad de la superficie, es decir, ajustes estables del índice de evaporación y del índice de reacción del nitrógeno sobre la superficie de blanco.

60 Debido a la conductividad relativamente alta de los nitruros, la erosión de la chispa puede tener lugar también sobre una superficie nitrurada. Por tanto, se produce también ahí una eliminación neta del material, es decir, no se forman sobre la superficie de blanco zonas revestidas permanentemente que conducen a un envenenamiento de blanco. La Figura 2 muestra un desarrollo correspondiente.

c.) Evaporación por arco en gases fuertemente reactivos tales como, por ejemplo, oxígeno o acetileno, metano.

65 A este respecto se produce una reacción fuerte del gas reactivo con la superficie de blanco. En un caso normal esto conduce, por ejemplo cuando se usa oxígeno, a capas eléctricamente aislantes. Para obtener condiciones estables

es importante que sobre toda la superficie de blanco pueda conservarse una evaporación neta. Las áreas con bajos índices de evaporación locales se aíslan y con ello se excluyen aún más de la evaporación. La superficie de blanco se "envenena" a este respecto, siendo este procedimiento en general progresivo y llevando en el extremo solo una pequeña porción de la superficie sobre el blanco la descarga de chispa. Especialmente cuando se usan altas intensidades de campo magnéticas con grandes componentes radiales para aumentar la velocidad de chispa y, con ello, reducir el tamaño de gota se produce una fuerte inhomogeneidad del índice de evaporación local y, con ello, un envenenamiento más rápido de otras zonas del blanco.

Como mencionan Ramm J. et.al. en la solicitud de patente estadounidense con número de publicación US 2008/0020138 A1, solo es posible, por ejemplo, una evaporación estable de óxido de AlCr cuando el campo magnético es menor que una fuerza de campo máxima o cuando no se usa en absoluto ningún campo magnético. En caso de usarse fuertes campos magnéticos, de acuerdo con la naturaleza, la distribución de campo magnético en paralelo a la superficie de blanco es muy poco homogénea y, por tanto, se originan rápidamente zonas en la superficie de blanco que tienen una capa aislante. El desarrollo de chispa correspondiente se representa esquemáticamente en la Figura 3.

Como se discutió anteriormente, pueden generarse, por tanto, con un blanco metálico y el mismo diferentes capas revistiéndose, por ejemplo, con gases inertes, gases débilmente reactivos o gases fuertemente reactivos. Los gases inertes no se unen con el material de blanco, mientras que los gases reactivos conducen a capas conductivas o aislantes sobre la superficie de blanco. Para obtener un procedimiento de revestimiento estable es ventajoso realizar una distribución de líneas de campo magnético en uno de estos casos sobre y por encima de la superficie de blanco, que influye respectivamente en la trayectoria de chispa en el desarrollo y la velocidad.

Existen posibilidades conocidas diferentes al estado de la técnica de realizar una distribución de líneas de campo magnético sobre y por encima de la superficie de blanco. Esto es posible, por ejemplo, con imanes permanentes y/o con electroimanes y/o su combinación, como se desvela en la solicitud de patente europea EP 1970464 A1.

Además, por el estado de la técnica se sabe cómo disponer de manera móvil disposiciones de campo magnético frente a la superficie de blanco de modo que debido a la movilidad que puede alcanzarse con ello de las trayectorias de arco eléctrico puede conseguirse una extracción uniforme de material de blanco. Curtins H. desvela en la publicación alemana DE 10127012A1 de manera correspondiente una disposición de campo magnético que presenta un soporte, desde el que salen una bobina anular así como un imán permanente. Para ajustar, por medio de la disposición de campo magnético, es decir, los campos magnéticos generados por la bobina anular y el imán permanente en la zona del punto de arco eléctrico, un campo magnético eficaz sobre la superficie del blanco de tal modo que el arco o punto eléctrico pueda barrer en trayectorias definidas toda la superficie del blanco con la consecuencia de que se efectúe una extracción uniforme de material de blanco, la disposición de campo magnético como unidad puede regularse hacia el blanco y en concreto en un plano que discurre en paralelo a la superficie de blanco. Además, la unidad puede distanciarse dado el caso hacia el blanco en un perímetro deseado, es decir, someterse a un desplazamiento en la dirección Z.

La patente europea EP 0459137 B1 desvela una disposición de campo magnético con un imán permanente de polo central e imán permanente marginal, que pueden desplazarse ambos en conjunto axialmente, es decir, en perpendicular a la superficie de blanco. Además, en la zona del blanco está prevista una bobina anular electromagnética que puede estar controlada en caso de la descarga de arco de tal modo que influye en la huella de arco que se forma y, con ello, contribuye a un aumento de la vida útil del blanco. En el documento EP 0459137 B1, el blanco se sitúa en el espacio interior de la bobina anular. La superficie de blanco y el extremo de bobina se sitúan de acuerdo con la Figura 2 del documento EP 0459137 B1 esencialmente en un plano (véase la Figura 16 de esta solicitud).

De manera correspondiente, la bobina comprende el blanco y también partes de la pared de la cámara de vacío denominada como recipiente. En este sentido se consigue que los campos magnéticos generados por la bobina no tengan esencialmente componentes radiales sobre la superficie del blanco. Un campo de bobina vertical de este tipo no tiene, por tanto, ninguna influencia en la velocidad con la que se mueve el punto del arco eléctrico por la superficie de blanco.

Por el contrario, sería ventajoso tener una fuente de evaporación por arco con una disposición de campo magnético, conduciendo la disposición de campo magnético, debido al desarrollo de líneas de campo en el margen del blanco, a una mayor velocidad y, con ello, a un menor tiempo de permanencia. Esto conduciría a un blanco con medios integrados para generar campos magnéticos, con el que sea posible de manera eficiente una evaporación de chispas tanto con gases fuertemente reactivos como con gases débilmente reactivos y también inertes.

De acuerdo con la invención, el objetivo se soluciona mediante una fuente de evaporación por arco con una disposición de campo magnético de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende imanes permanentes marginales y al menos una bobina anular, pudiendo desplazarse los imanes permanentes marginales esencialmente en perpendicular a la superficie del blanco de manera que se alejan del blanco y estando más alejada la proyección de los imanes permanentes marginales hacia la superficie de blanco en comparación con la proyección de la bobina

anular hacia la superficie de blanco del medio de la superficie de blanco. A ese respecto, la bobina anular está dispuesta detrás del blanco y tiene un diámetro interior definido por los devanados que no es considerablemente mayor y preferentemente menor o igual que el diámetro del blanco.

5 Los inventores han comprobado que cuando los imanes permanentes marginales están empujados de manera que se alejan del blanco y la corriente de bobina está conectada, el procedimiento de revestimiento discurre de manera considerablemente más estable que con una disposición de bobina de acuerdo con la Figura 2 del documento de patente EP 0459137 B1. Esto puede deberse a que con una disposición de este tipo se consigue que las líneas de campo del campo magnético excitado por la corriente que fluye a través de la bobina en la zona central de la superficie de blanco esencialmente no contienen componentes radiales, mientras que en la zona marginal de la superficie de blanco contienen componentes radiales.

10 Para mayor claridad se representa esquemáticamente en la Figura 17 el campo magnético generado por una bobina (más específicamente, el desarrollo de las líneas de campo magnético) y en la Figura 18 el componente axial y el componente radial como función de la distancia del eje de bobina justo por encima del extremo de bobina.

15 De acuerdo con otro aspecto adicional de la presente invención, la disposición de campo magnético comprende adicionalmente un imán permanente central, estando más alejada la proyección del interior de la bobina anular hacia la superficie de blanco en comparación con la proyección del imán permanente central hacia la superficie de blanco del centro de la superficie de blanco y pudiendo desplazarse el imán permanente central esencialmente en perpendicular a la superficie del blanco de manera que se aleja del blanco.

20 A continuación se explica en más detalle la invención con ejemplos y mediante las figuras. A este respecto, la Figura 4 muestra un blanco con sistema magnético de acuerdo con una primera forma de realización.

25 En esta forma de realización, el campo magnético se genera por una bobina 4 dispuesta de manera fija y por una disposición magnética 5, 5a permanente, como se muestra en la Figura 4. La disposición magnética 5, 5a con un alojamiento magnético 6 puede desplazarse en dirección axial, de manera que se aleja del blanco. Esta capacidad de desplazamiento se muestra en la Figura 5.

30 Para el sistema magnético descrito anteriormente se deducen los siguientes ajustes básicos.

Ajuste 1, como se muestra esquemáticamente en la Figura 6:

35 El imán permanente (5, 5a, 6) adopta la posición en la que sus polos están lo más próximos al material de revestimiento (posición "delantera"). Preferentemente, un extremo de bobina y polo están en caso de este ajuste esencialmente en un plano. La corriente de bobina está encendida. Puede estar conmutada tanto de manera positiva como negativa (8) y también puede modularse. Este ajuste genera un campo magnético fuerte de aproximadamente 60-100 gauss. Con ello, este ajuste es adecuado, por ejemplo, para la evaporación de capas de nitruro. Debido a la alta fuerza de campo magnética y su proporción radial se mueve rápidamente la chispa. De esta manera se dan como resultado capas lisas. Con el campo magnético de la bobina, que está superpuesto al campo de los imanes permanentes, influirá en el desarrollo de las líneas de campo y, con ello, en la trayectoria de la chispa. Preferentemente, la corriente de bobina se modula en el tiempo y con ello se consigue un ensanchamiento de la zanja de erosión.

45 Con un ajuste de este tipo, se produce la generación de capas de material duro tales como, por ejemplo, TiN, TiAlN, AlTiN, AlCrN, TiSiN.

Ajuste 2, como se muestra en la Figura 7:

50 El imán permanente (5, 5a, 6) está "retraído" 5-50 mm, es decir, está más distanciado de la superficie de blanco que en el ajuste 1. La corriente de bobina está conectada a su vez y puede ser positiva o negativa y también modularse.

55 Este ajuste genera de manera gradual, en función del desplazamiento, un campo magnético de 10-40 gauss incluido un campo de bobina superpuesto. Puede aumentarse, por un lado, con un desplazamiento creciente el índice de evaporación, teniendo que contarse con capas más rugosas con gotas más grandes. Por otro lado, al usarse gases tales como, por ejemplo, oxígeno y/o acetileno puede producirse por el desplazamiento de la disposición magnética (5, 5a, 6) un equilibrio entre envenenamiento de blanco e índice de erosión en muchos puntos de la superficie de blanco. En este sentido puede estabilizarse considerablemente el procedimiento de revestimiento.

60 Este ajuste es adecuado tanto para la generación de capas de nitruro a un índice de revestimiento alto como TiN, TiAlN, AlTiN, TiSiN así como para producir carbonitruros o carburos con el uso de gases como acetileno o metano. Sobre todo es adecuado, no obstante, también para producir las más diversas capas de óxido tales como, por ejemplo, Al₂O₃, ZrO, TiO₂ o sus mezclas de manera correspondiente al material de partida del blanco.

Ajuste 3, como se muestra en la Figura 8:

En el caso de este ajuste, el imán permanente (5, 5a, 6) está retraído más de 50 mm, es decir, está separado totalmente de la bobina. El campo de bobina está a su vez encendido, de manera positiva o negativa y/o se modula dado el caso. La proporción de campo magnético de la disposición magnética permanente será, no obstante, insignificamente pequeña. En función de la fuerza de la corriente, el campo de bobina es de aproximadamente 5-15 gauss.

Este ajuste es adecuado para la deposición de capas metálicas y/o de capas de nitruro, carbonitruro, carburo y/o óxido. Como se discutió ya más arriba, se aplica para gases altamente reactivos que el campo magnético de la bobina no deba ser demasiado alto (como máximo aproximadamente 10 gauss). Con ello, es posible una operación del vaporizador de arco sin envenenamiento de zonas de blanco.

Ajuste 4, como se muestra en la Figura 9:

El imán permanente (5, 5a, 6) está retraído en este ajuste más de 50 mm y la corriente de bobina está desconectada. En este ajuste se opera la fuente de arco en el denominado modo aleatorio y sobre la superficie de blanco no están presentes campos magnéticos destacables. Esto es especialmente ventajoso en el caso de gases altamente reactivos tales como oxígeno. La chispa de la descarga de arco se produce, a este respecto, con muchos puntos de arco de manera accidental sobre el blanco. La descarga se produce de manera muy estable y no pueden originarse zonas con envenenamiento de blanco.

Si este ajuste magnético se produce, no obstante, metálicamente (sin gas reactivo o en un alto vacío) o nítricamente, debe observarse un índice de evaporación alto con una proporción de gotas muy alta.

Como se desprende de las figuras, pueden realizarse todas las posiciones de fuente en una cámara de vacío con el mismo blanco. Es decir, en el mismo procedimiento de revestimiento mediante la modificación de la posición del imán según las Figuras 6-9, de manera optativa, para la generación de capas metálicas y nítricas, carbonitruros, carburos u óxidos se puede adaptar de manera óptima el campo magnético a los requisitos. No tienen que reservarse posiciones de fuente exclusivamente para los respectivos tipos de capa. De esta manera pueden realizarse procedimientos de revestimiento con una alta productividad.

De esta manera se revistió con uno y el mismo blanco de AlCr (70 %:30 %) el siguiente sistema de capas con tres etapas:

- 1) Una capa de adherencia metálica con el ajuste 1. Es destacable en este caso que la erosión del blanco se haya optimizado mediante barrido de la bobina.
- 2) Un AlCrN como primera capa dura con el ajuste 2.
- 3) Un AlCrOx como segunda capa dura con el ajuste 3.

En un segundo ejemplo se usó un blanco de Ti. A su vez se aplicó primero una capa de adherencia metálica con el ajuste 1. Adicionalmente se optimizó mediante barrido de la bobina la erosión del blanco. A continuación se aplicó una capa de TiCN con el ajuste 2 y después una capa de TiN con el ajuste 3.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se desvela un sistema magnético para una fuente de evaporación por arco, con el que el índice de evaporación puede mantenerse constante durante toda la vida útil del blanco. Además, esto permite el ajuste óptimo de índice y emisión de gotas.

El índice de evaporación de una fuente de arco se determina, entre otros, de manera muy fuerte por el campo magnético en paralelo a la superficie de blanco. Un campo magnético más fuerte aumenta la velocidad de la chispa y disminuye con ello el índice de evaporación en caso de una deposición simultánea de capas más lisas. A medida que aumenta la erosión de blanco, la superficie de blanco se aproxima siempre más al sistema magnético situado detrás, esto se manifiesta en un fuerte aumento de la fuerza de campo magnética y en una disminución del índice de revestimiento. El presente sistema magnético inventivo puede compensar la modificación de distancia de la superficie de blanco con respecto al sistema magnético mediante el desplazamiento de la disposición magnética permanente y, con ello, garantizar un índice de evaporación constante durante todo el tiempo de uso del blanco.

La distancia de la superficie de blanco con respecto al sistema magnético determina esencialmente la fuerza del campo magnético y, con ello, el índice de la evaporación. En caso de un nuevo blanco sin usar está presente la distancia máxima y con ello la fuerza de campo magnético más baja. Una erosión durante el procedimiento de revestimiento conduce a una disminución progresiva de la distancia de la superficie de blanco con respecto al sistema magnético y, con ello, un aumento de la fuerza de campo magnético y la disminución del índice. Esto se aclara por medio de la Figura 10, serie de datos con símbolos de superficie circular.

Para compensar el procedimiento como se describe anteriormente se retrae de acuerdo con la invención el sistema magnético de manera correspondiente a la profundidad de erosión con respecto al blanco para establecer

5 esencialmente el estado de partícula en el caso del nuevo blanco. Con ello se consigue un índice esencialmente constante durante todo el momento de uso del blanco (vida útil del blanco). Esto se muestra en la Figura 10, serie de datos con símbolos de diamante. La Figura 12 muestra en comparación con la Figura 11 aún para mayor claridad de la situación la erosión del blanco en torno al espesor D y los imanes permanentes desplazados correspondientemente hacia abajo.

10 Como ya se mencionó anteriormente, la emisión de las gotas (macropartículas) o el tamaño de las gotas emitidas entre otros en función de la velocidad de la chispa movida por el campo magnético (dirección de arco). Mediante el ajuste adecuado de la posición de imán permanente puede ajustarse la fuente entre índice alto y capa rugosa o índice más bajo y capa más lisa. Esto se aclara mediante la Figura 13, que muestra la dependencia de la rugosidad de capa (Rz, Ra) del índice de revestimiento ajustado a través del sistema magnético.

15 En la Figura 14 se representa adicionalmente aún cómo se modifica el índice de revestimiento en función de la posición del imán y puede ajustarse con ello el índice.

20 La conducción posterior de los imanes permanentes conduce, por tanto, por un lado, a una estabilización del procedimiento de revestimiento mediante un índice de evaporación constante y una tensión de descarga constante. Además, la duración de los procedimientos de revestimiento debido al índice constante para revestimientos del mismo tipo es casi igual, independientemente de la edad del blanco. Por medio del sistema magnético de acuerdo con la invención pueden ajustarse, no obstante, también de manera dirigida distintos índices para distintos requisitos y pueden influirse de manera dirigida propiedades de capa, tales como por ejemplo rugosidad y microestructura.

25 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la distribución de espesor de capa puede ajustarse de manera homogénea a través de la superficie de la pieza de trabajo que va a revestirse. Esto se alcanza por medio del sistema magnético de acuerdo con la invención en una forma de realización de tal modo que el imán permanente interior puede retraerse con respecto al blanco aproximadamente 50 mm independientemente del imán permanente exterior. También el imán permanente exterior puede desplazarse de manera vertical al blanco, preferentemente algunos milímetros. Esto se muestra en la Figura 15.

30 La corriente de bobina puede aplicarse tanto de manera positiva como negativa, pudiendo modificarse en función del signo de la corriente de bobina la característica de evaporación de la fuente de arco. Esto significa que puede ajustarse la característica de distribución.

REIVINDICACIONES

1. Fuente de evaporación por arco con una disposición de campo magnético prevista en un blanco (2) a partir de un material de revestimiento para la generación de campos magnéticos en y por encima de la superficie de blanco, comprendiendo la disposición de campo magnético imanes permanentes centrales (5a), imanes permanentes marginales (5) y al menos una bobina anular (4) dispuesta detrás del blanco, cuyo diámetro interior limitado por los devanados es preferentemente menor o igual, en todo caso no considerablemente mayor que el diámetro del blanco, caracterizada por que los imanes permanentes marginales (5) y los imanes permanentes centrales (5a) pueden desplazarse esencialmente en perpendicular a la superficie del blanco (2) de manera que se alejan del blanco (2) y la proyección de los imanes permanentes marginales (5) hacia la superficie de blanco en comparación con la proyección de la bobina anular (4) hacia la superficie de blanco está alejada adicionalmente del centro de la superficie de blanco, pudiendo realizarse la capacidad de desplazamiento de los imanes permanentes marginales (5) y de los imanes permanentes centrales independientemente de la bobina anular (4), y estando configurada la disposición magnética de tal modo que en un primer ajuste de la disposición de campo magnético, los imanes permanentes centrales (5a) y los imanes permanentes marginales (5) pueden adoptar una primera posición en la que los polos de los imanes permanentes (5, 5a) están lo más próximos al material de revestimiento, y encontrándose los polos de los imanes permanentes (5, 5a) esencialmente en un plano en el que también se encuentra un extremo de la bobina anular (4), el cual está lo más próximo al material de revestimiento.
2. Fuente de evaporación por arco de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la disposición magnética está configurada de tal modo que, durante un segundo ajuste de la disposición de campo magnético, los imanes permanentes centrales (5a) y los imanes permanentes marginales (5) pueden adoptar una segunda posición en la que los imanes permanentes (5, 5a) están retraídos, más distanciados con respecto a la superficie de blanco, y en la que el extremo de la bobina anular (4), el cual está lo más próximo al material de revestimiento, está en un plano más próximo al material de revestimiento que los polos de los imanes permanentes (5, 5a).
3. Fuente de evaporación por arco de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que la disposición magnética está configurada de tal modo que, durante el segundo ajuste de la disposición de campo magnético, los imanes permanentes centrales (5a) y los imanes permanentes marginales (5) pueden adoptar una posición en la que los polos de los imanes permanentes (5, 5a) se encuentran en un plano entre el extremo de la bobina anular (4), que está lo más próxima al material de revestimiento, y un extremo de la bobina anular (4), que está lo más alejada del material de revestimiento.
4. Fuente de evaporación por arco de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, caracterizada por que la disposición magnética está configurada de tal modo que, durante el segundo ajuste de la disposición de campo magnético, los imanes permanentes centrales (5a) y los imanes permanentes marginales (5) pueden adoptar una posición en la que los polos de los imanes permanentes (5, 5a) se encuentran en un plano que está más distanciado de la superficie de blanco que el extremo de la bobina anular (4), el cual está lo más alejado del material de revestimiento.
5. Fuente de evaporación por arco de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, caracterizada por que la bobina anular (4) está dispuesta de manera fija.
6. Fuente de evaporación por arco de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, caracterizada por que la disposición magnética está configurada de tal modo que los imanes permanentes centrales (5a) independientemente de los imanes permanentes marginales (5), pueden desplazarse esencialmente en perpendicular a la superficie del blanco de manera que se alejan del blanco.
7. Fuente de evaporación por arco de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada por que la disposición magnética está configurada de tal modo que, durante un tercer ajuste de la disposición de campo magnético, los imanes permanentes centrales (5a) pueden adoptar una posición en la que los imanes permanentes centrales (5a) están en un plano que está retraído, más distanciado de la superficie de blanco que los imanes permanentes marginales (5).
8. Instalación de evaporación por arco con una fuente de evaporación por arco según una de las reivindicaciones 1 a 7.
9. Procedimiento para el revestimiento de sustratos en una instalación de revestimiento al vacío según la reivindicación 8, caracterizada por que para la deposición del revestimiento se genera un campo magnético por la configuración magnética y la fuerza del campo magnético se ajusta por la posición de los imanes permanentes (5, 5a).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la posición de los imanes permanentes (5, 5a) se selecciona de tal modo que en esta posición los polos de los imanes permanentes (5, 5a) están tan próximos al material de revestimiento que están esencialmente en el mismo plano del extremo de la bobina anular (4), que está lo más próxima al material de revestimiento, y de este modo se genera un campo magnético fuerte de aproximadamente 60-100 gauss.

11. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la posición de los imanes permanentes (5, 5a) se selecciona de tal modo que los imanes permanentes (5, 5a) están retraídos, distanciados en tal medida con respecto a la superficie de blanco que de este modo se genera un campo magnético de aproximadamente 10-40 gauss.

- 5 12. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la posición de los imanes permanentes (5, 5a) se selecciona de tal modo que los imanes permanentes (5, 5a) están retraídos, distanciados en tal medida con respecto a la superficie de blanco que de este modo se genera un campo magnético con una proporción de campo magnético de los imanes permanentes (5, 5a) tan pequeño que la fuerza del campo magnético se define por la fuerza de la corriente de la bobina anular cuando la corriente de la bobina anular se conecta.

10

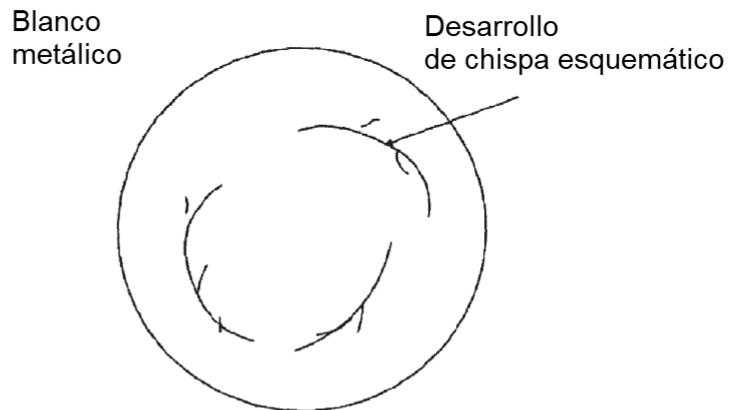


Fig. 1 Chispa metálica

Fig. 1 Chispa metálica

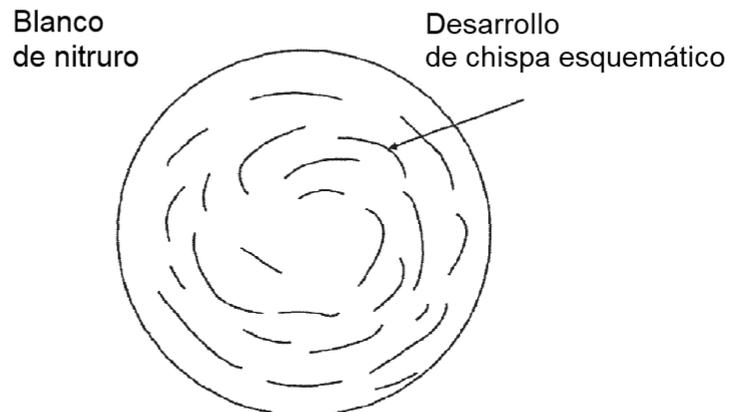


Fig. 2 Chispa de nitruro

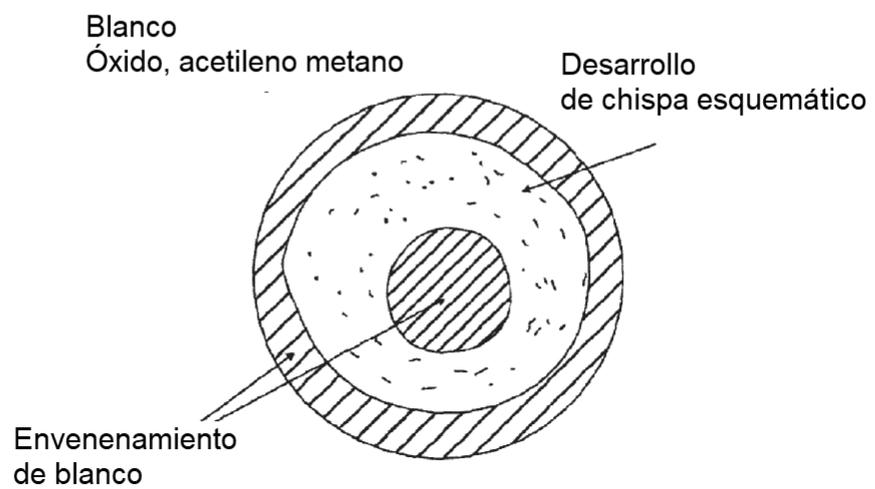


Fig. 3 Chispa de óxido

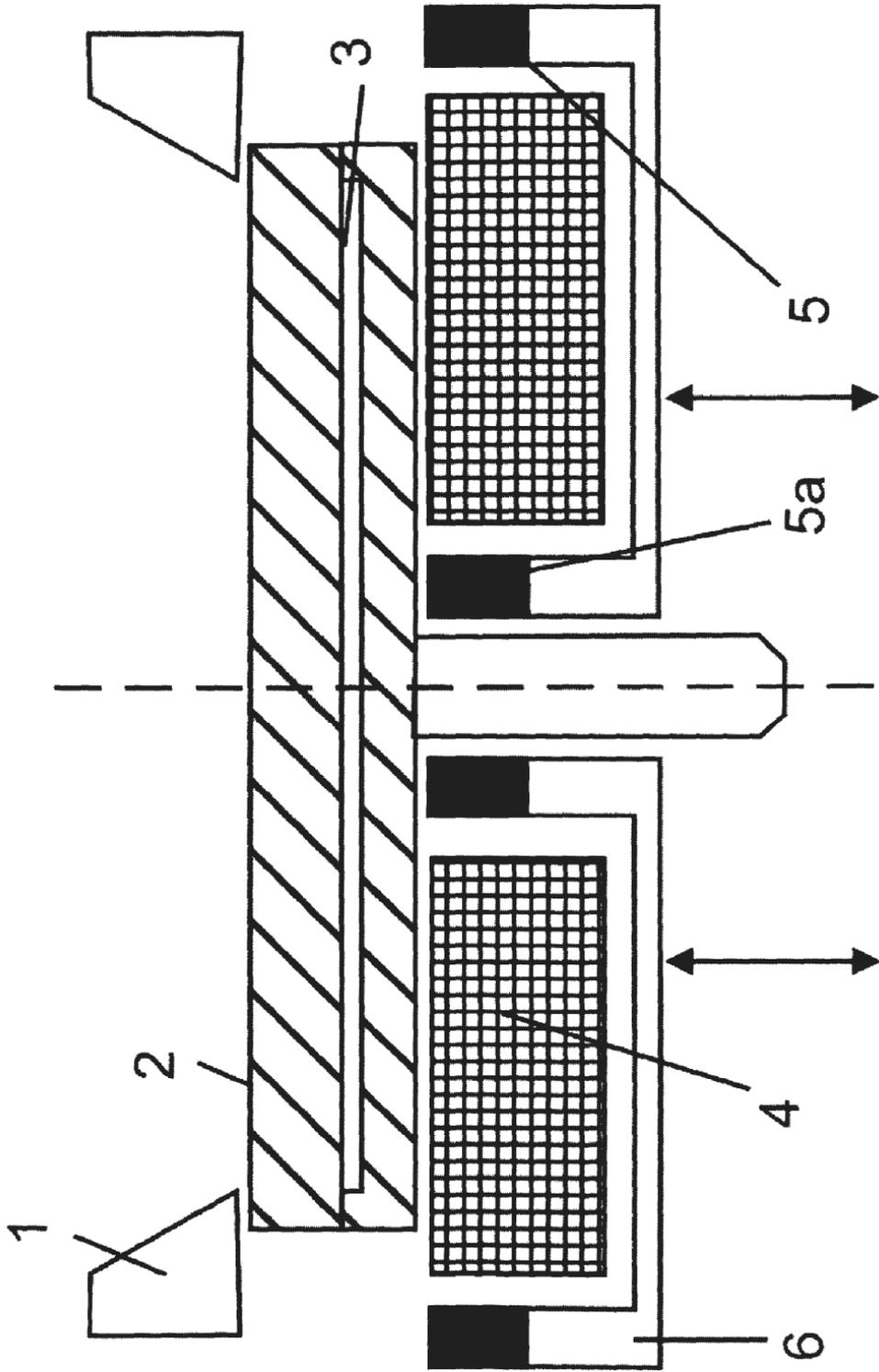


Fig. 4 Representación del sistema magnético de acuerdo con la invención

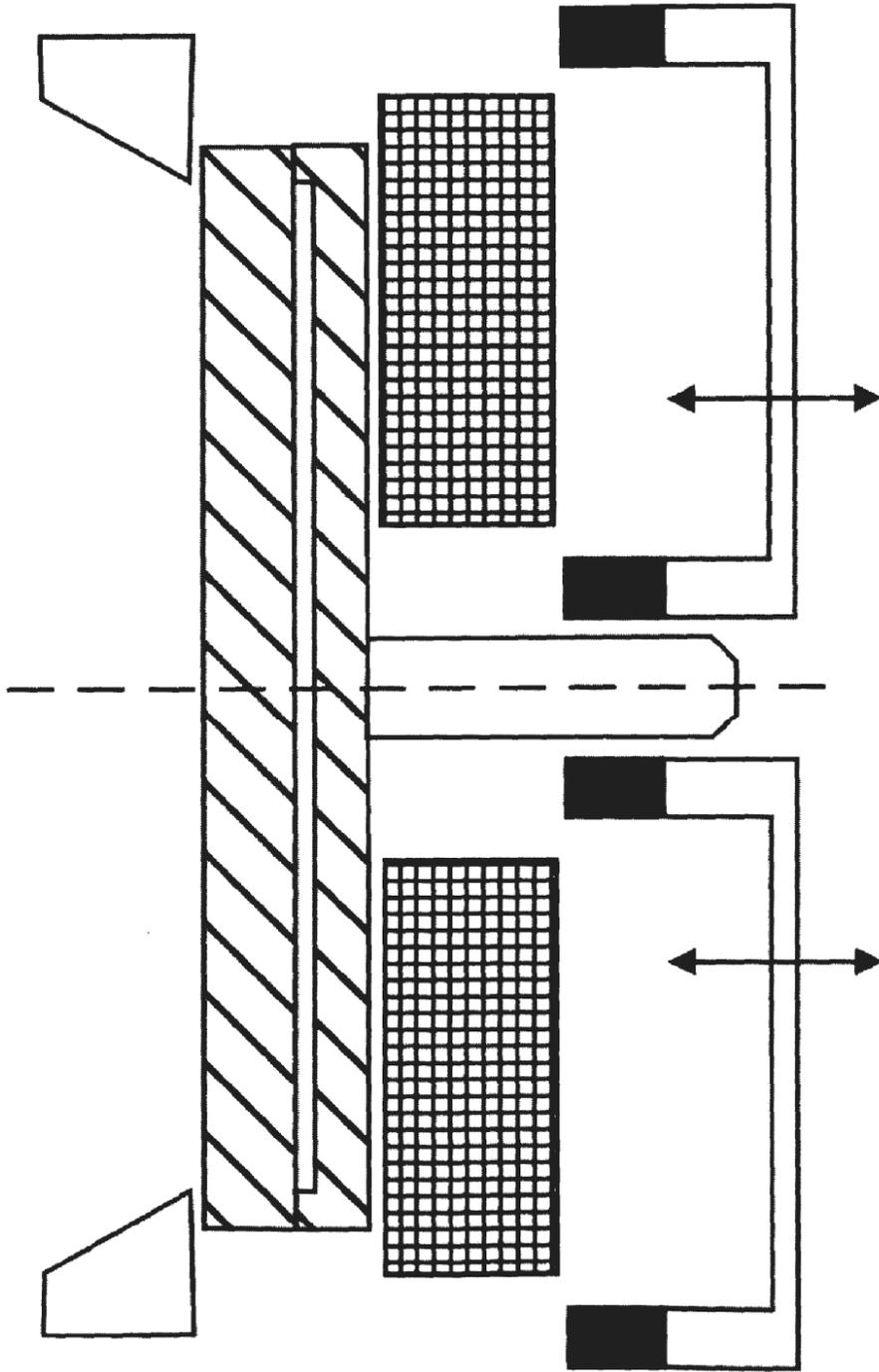


Fig. 5 Sistema magnético en posición retraída

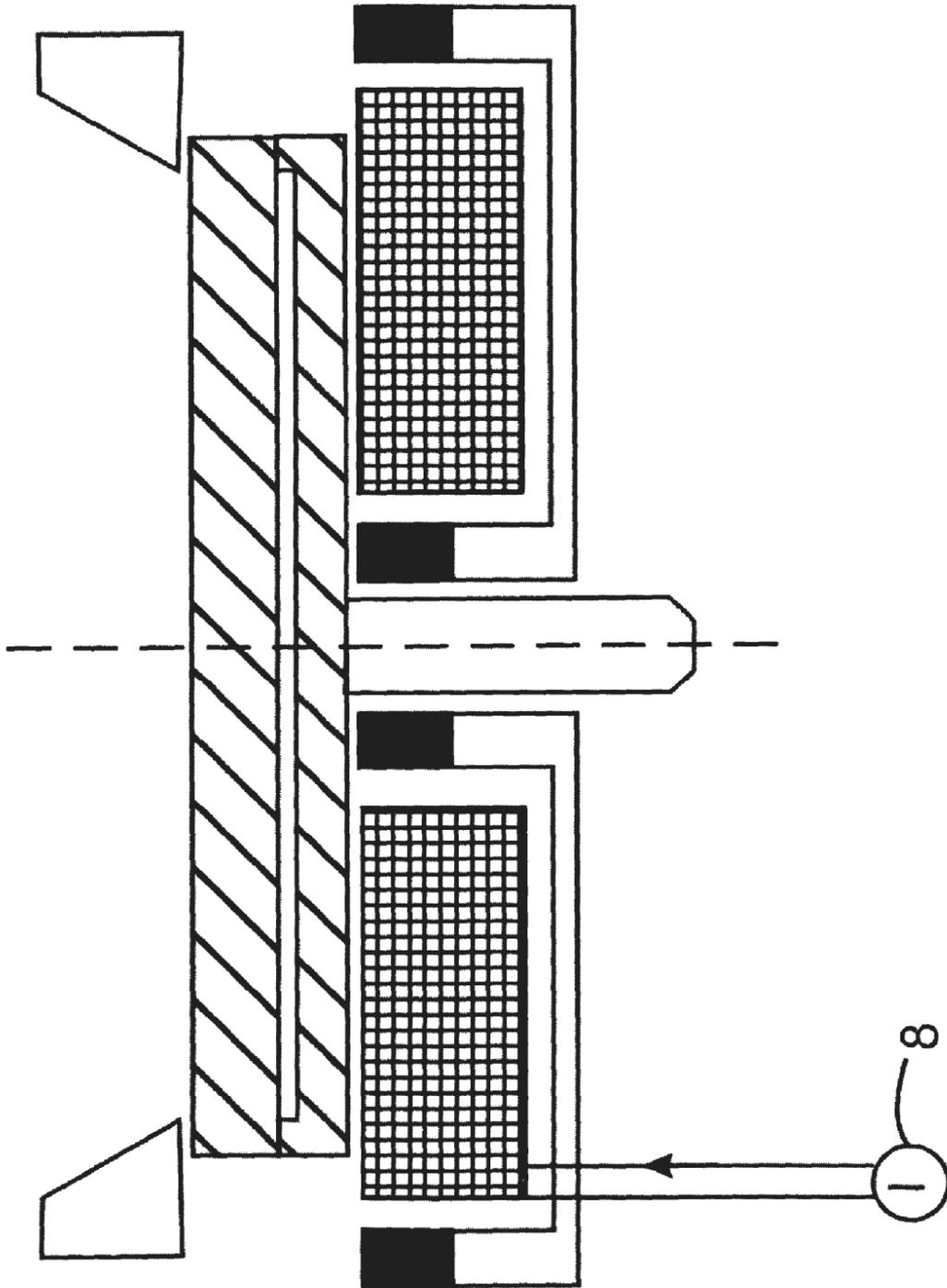


Fig. 6

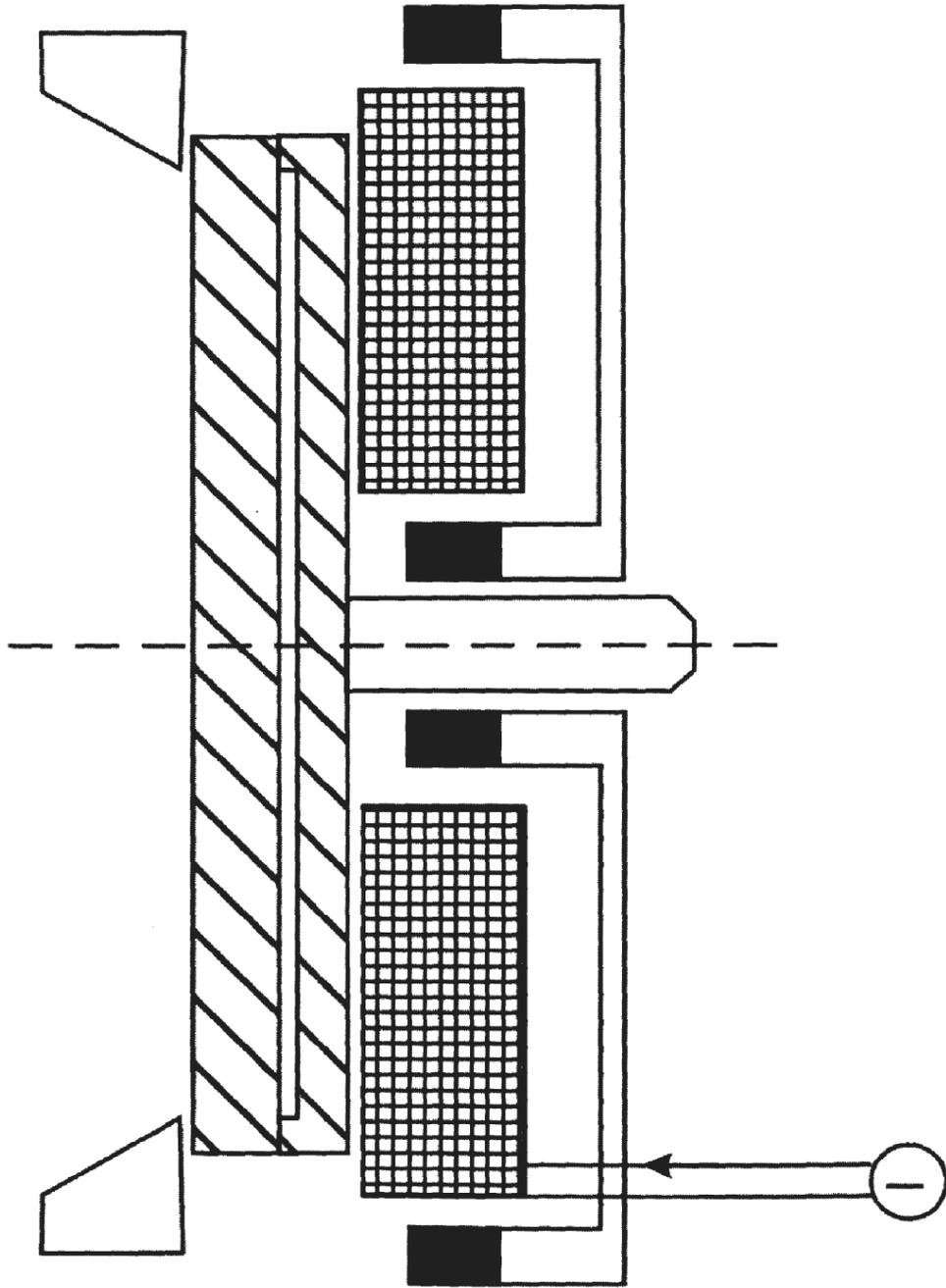


Fig. 7

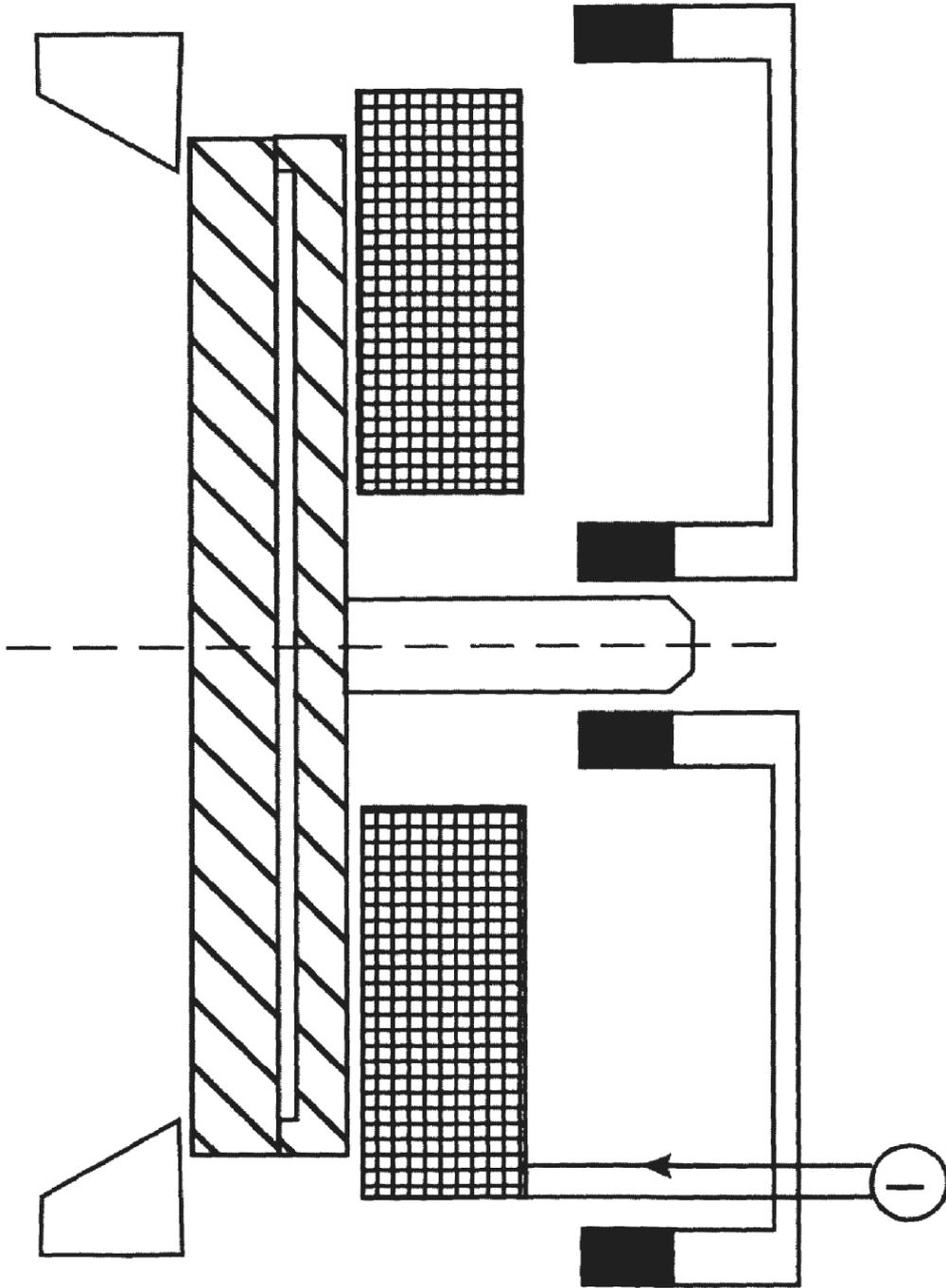


Fig. 8

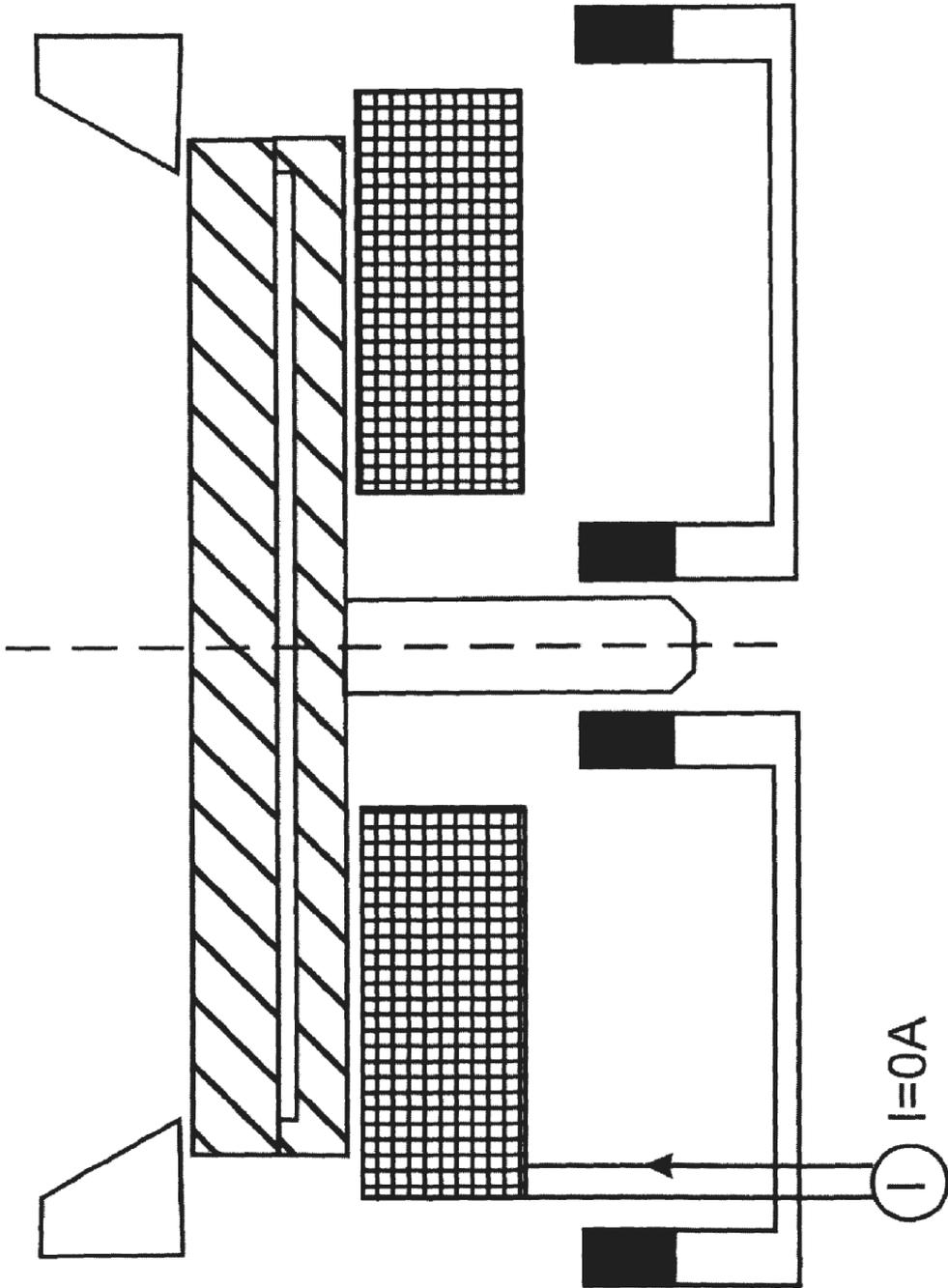


Fig. 9

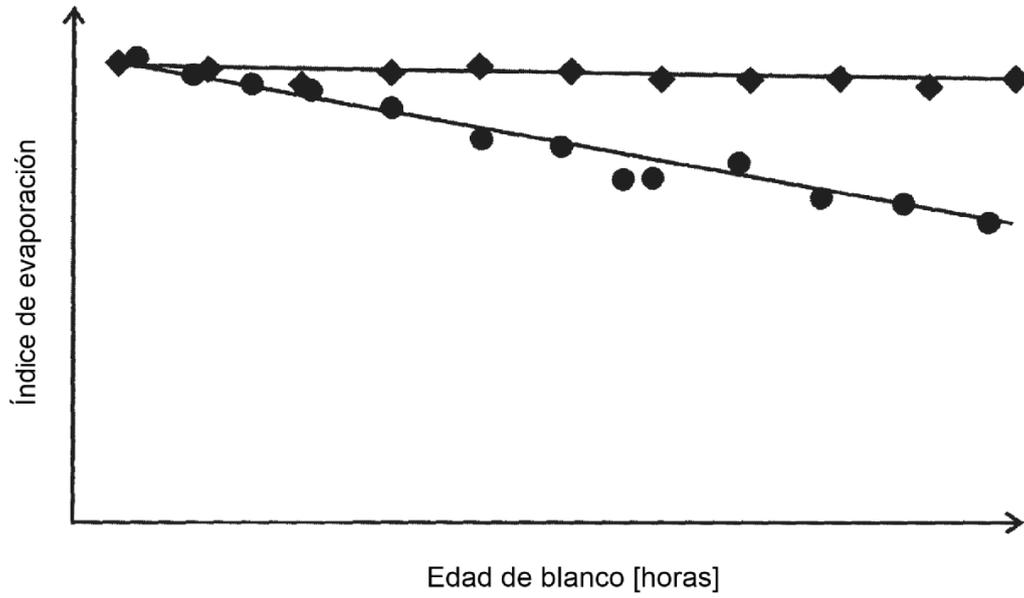


Fig. 10

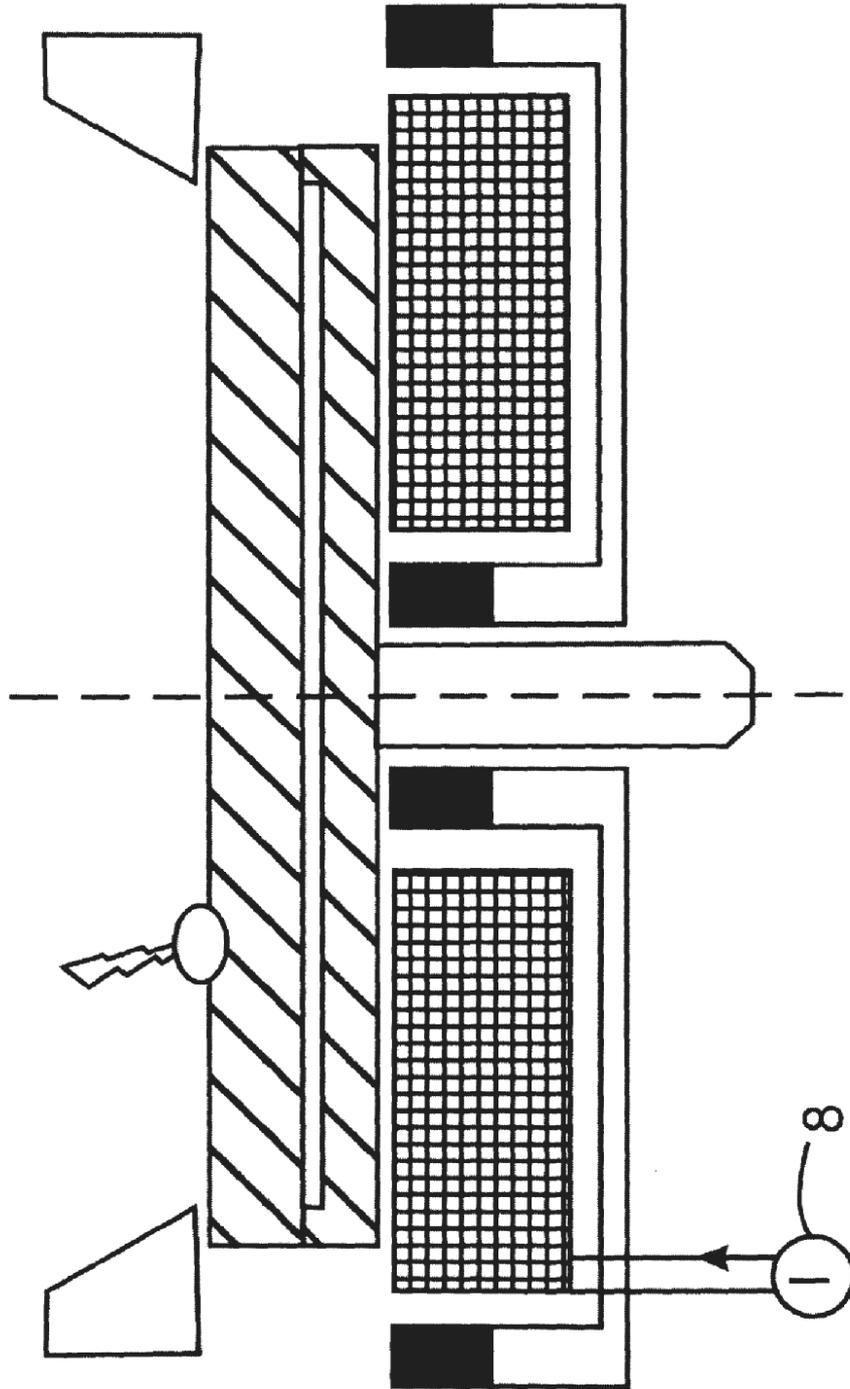


Fig. 11

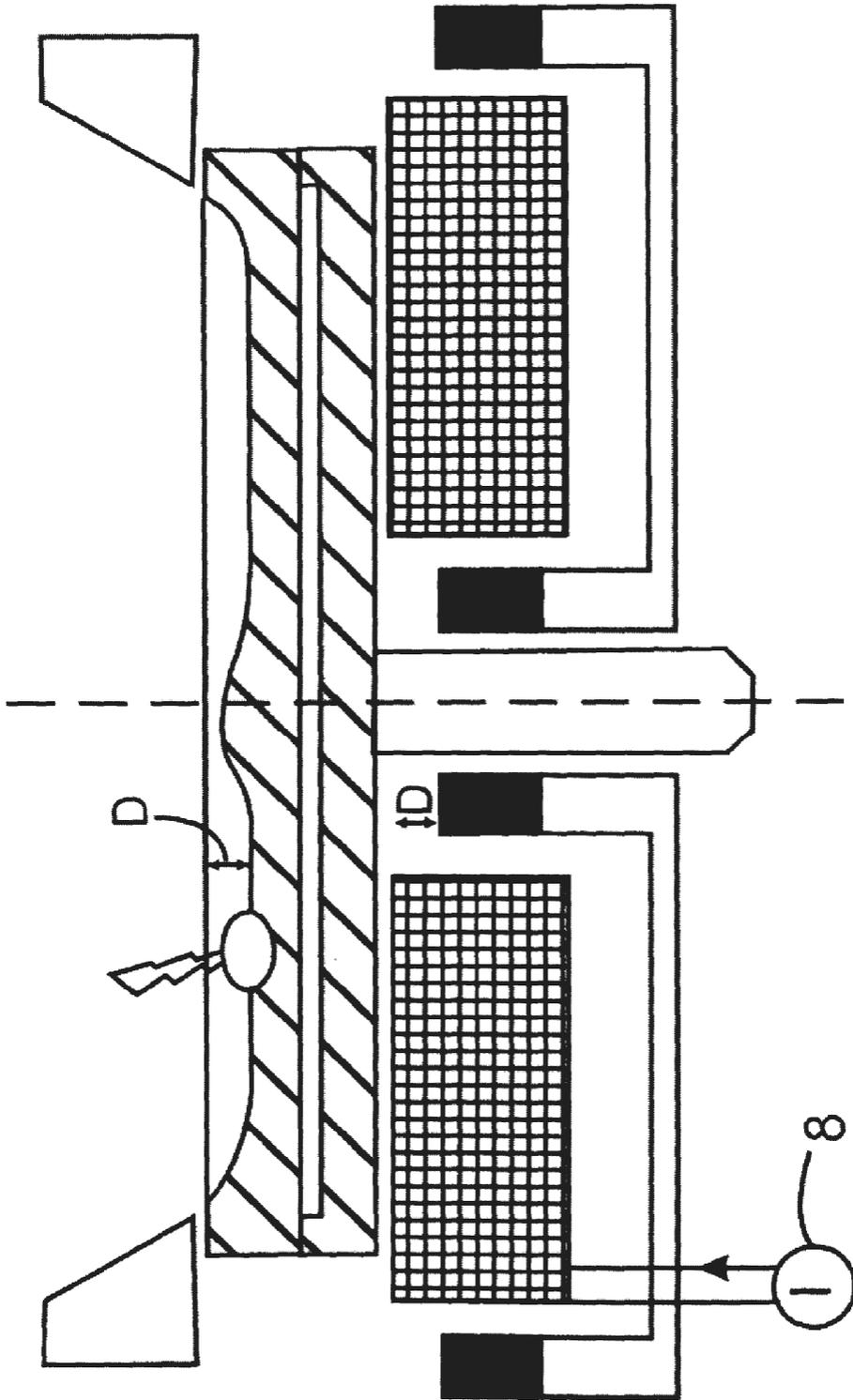


Fig. 12

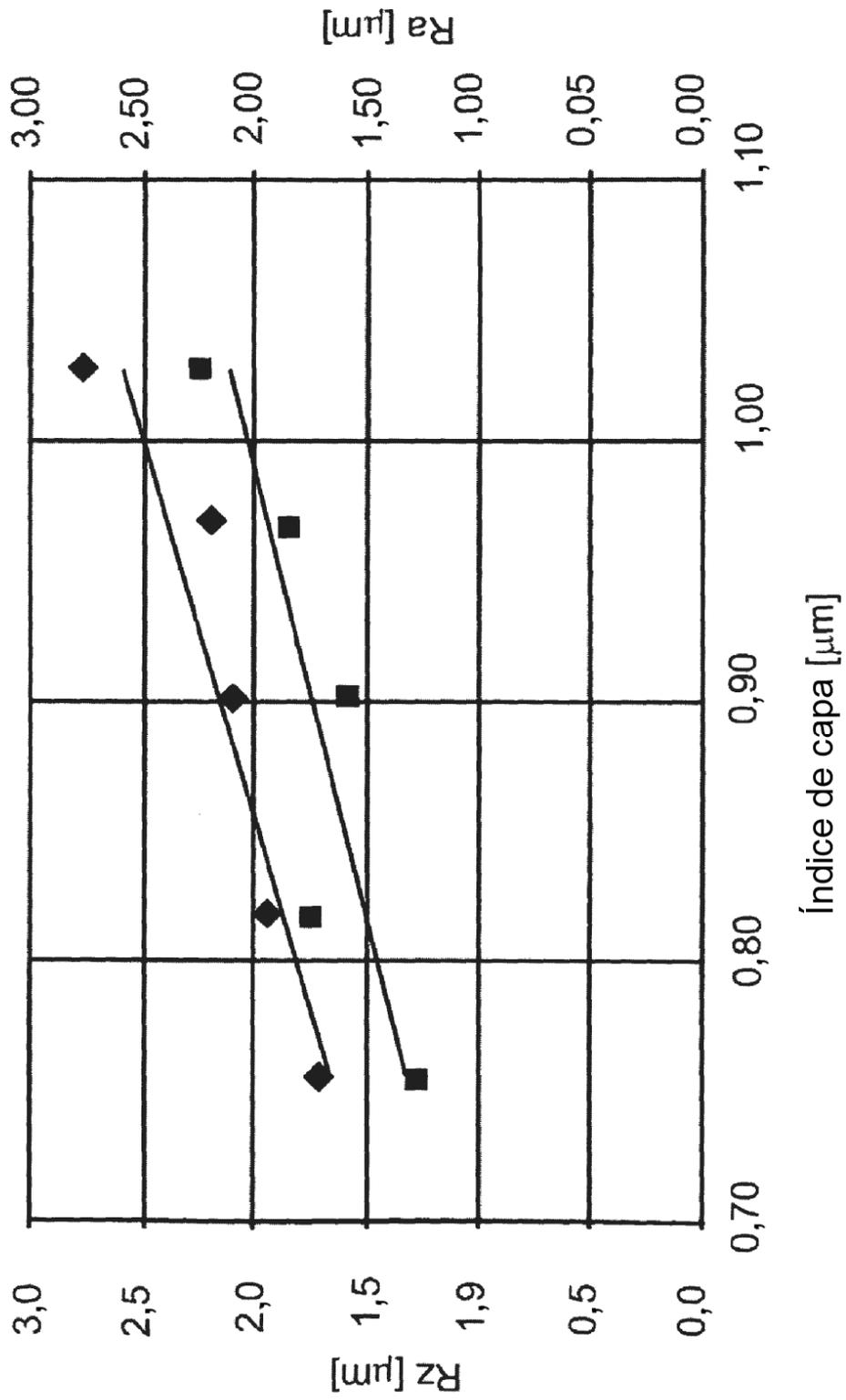


Fig. 13

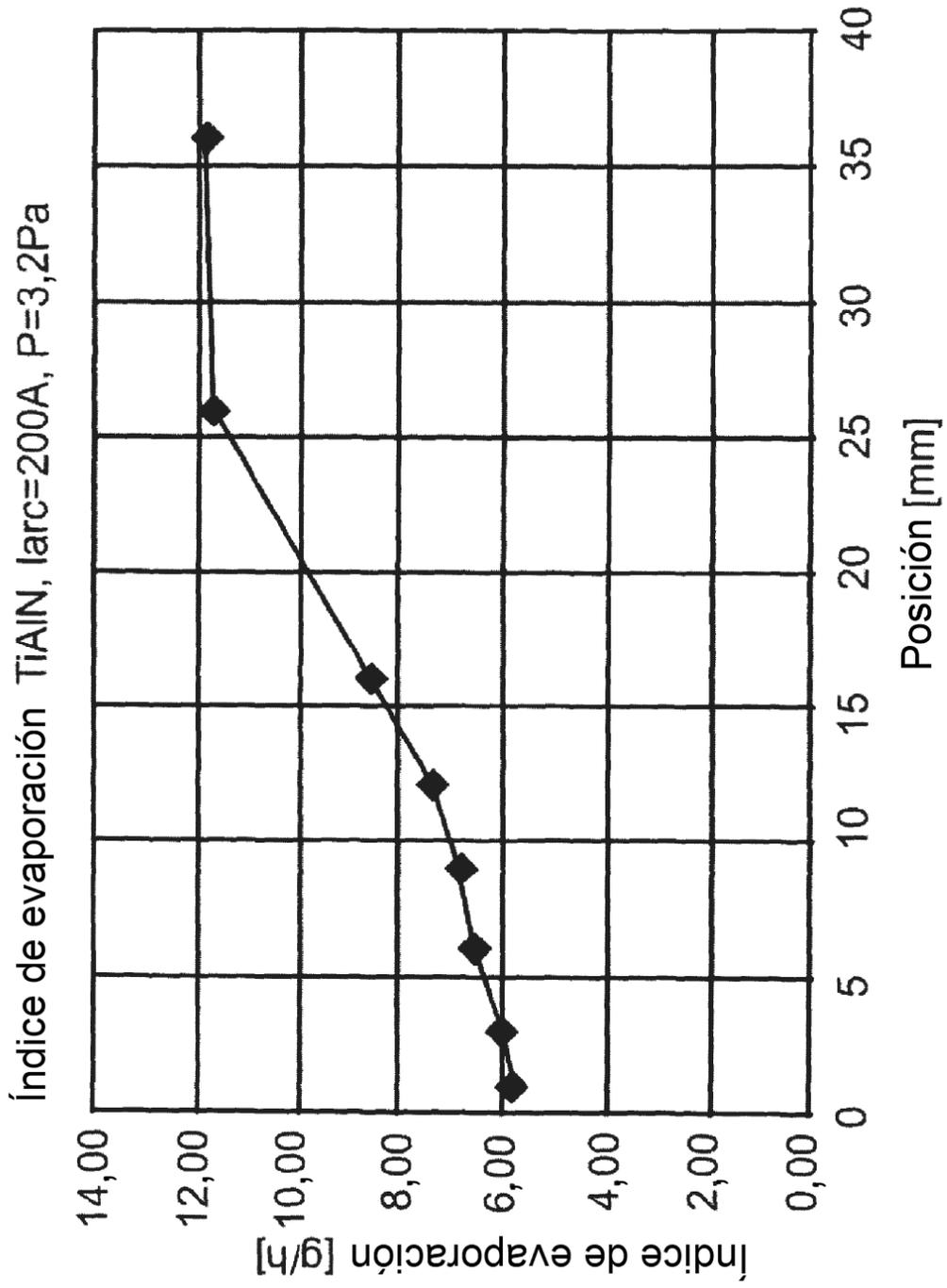


Fig. 14

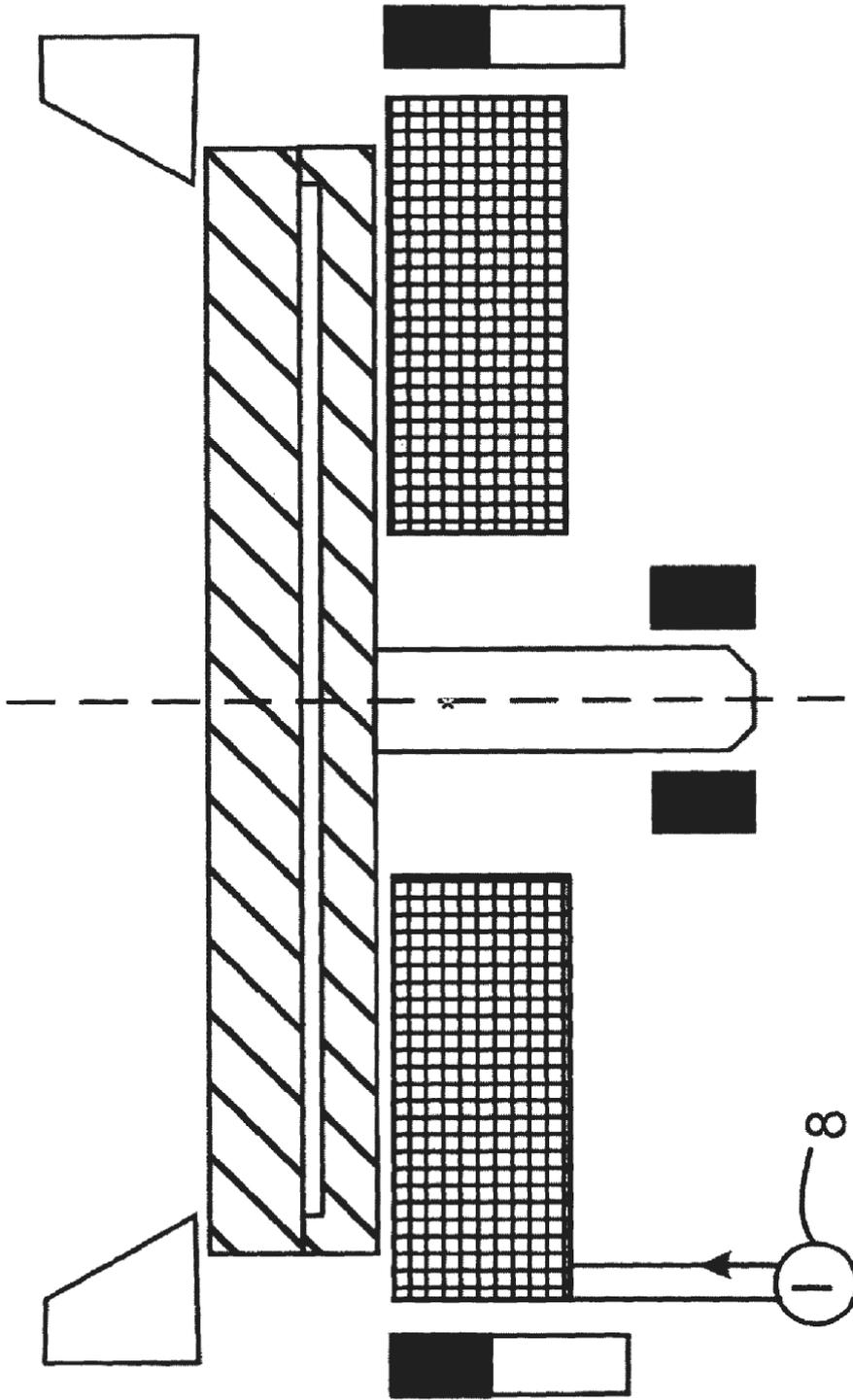


Fig. 15

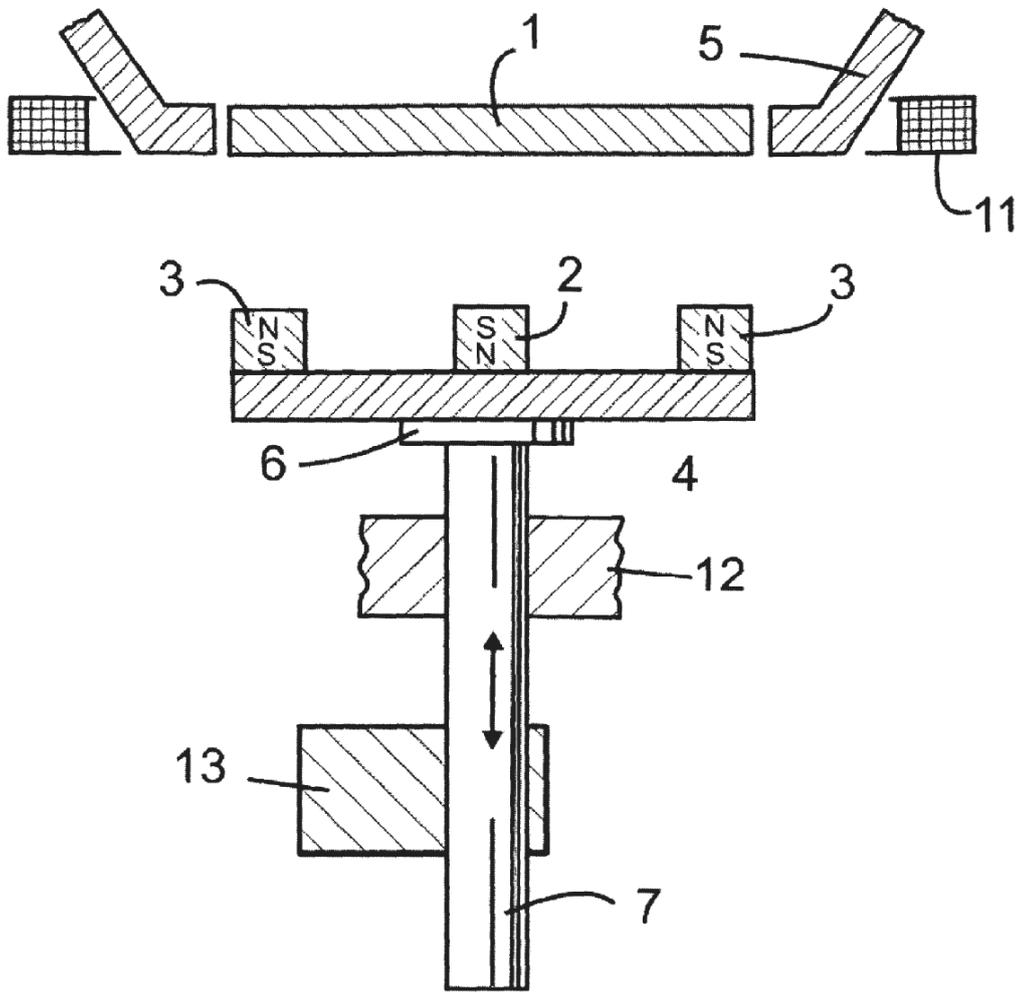


Fig. 16

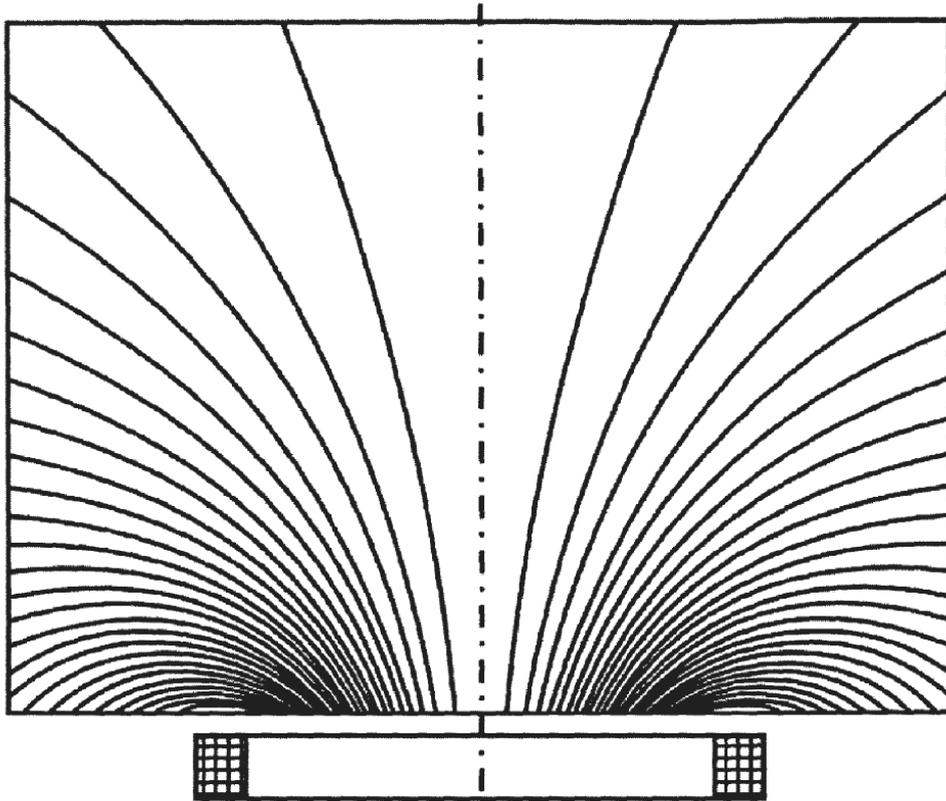


Fig. 17

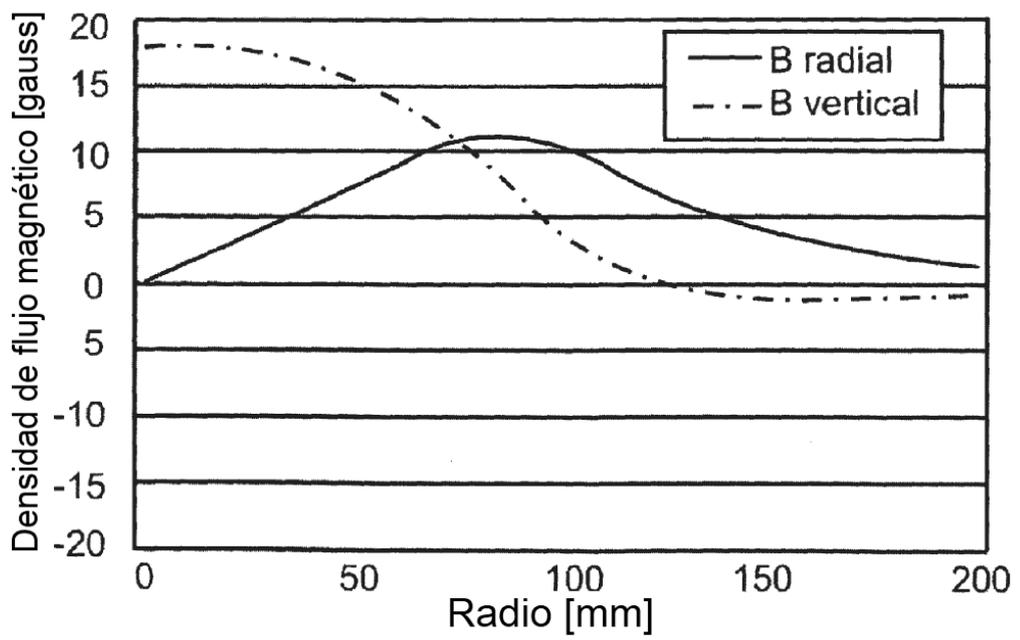


Fig. 18