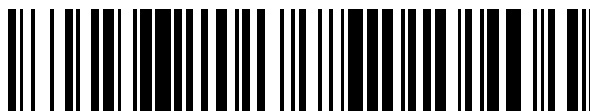


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 119**

51 Int. Cl.:

H01J 37/32 (2006.01)

H01J 37/305 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2008** **E 08717591 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016** **EP 2140476**

54 Título: **Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, así como una cámara de evaporación en vacío de arco voltaico con una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico**

30 Prioridad:

17.04.2007 EP 07106345

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

24.06.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VETTER, JÖRG

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 575 119 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

Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, así como una cámara de evaporación en vacío de arco voltaico con una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico

5 La invención se refiere a una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico así como a una cámara de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 24.

Se conocen a partir del estado de la técnica una pluralidad de instalaciones de evaporación en vacío de arco voltaico, en las que se genera una descarga de arco con un material de evaporación, que está configurado como cátodo, en una cámara de vacío, con lo que el material de evaporación se evapora a través de la energía de un arco voltado y se ioniza total o parcialmente, para depositar películas finas sobre un sustrato.

10 En este caso, tales películas depositadas pueden cumplir funciones muy diferentes, Pueden cumplir funciones puramente decorativas, proteger contra desgaste o corrosión y blindar las superficies de materiales contra repercusiones grandes del calor, etc. Con frecuencia las capas aplicadas por medio de evaporación de arco voltaico cumplen dos o más funciones a menudo diferentes. De manera correspondiente se conocen también desde hace mucho tiempo sistemas de estratos de varias capas de la misma o de diferente composición.

15 Así, por ejemplo, en el documento DD 293 145 se publican un procedimiento y un dispositivo para la fabricación de capas de varios componentes, en las que se utiliza un cátodo que está constituido de varias superficies de trabajo, en el que se aplica un campo magnético variable localmente y en el tiempo, de manera que el foco del cátodo se forzado de acuerdo con la composición requerida de las capas sobre las diferentes superficies de trabajo.

20 Un procedimiento relacionado con ello así como un dispositivo correspondiente se muestra en el documento DD 285 483 para garantizar una combustión uniforme de los cátodos, lo que se puede emplear de manera ventajosa también durante la aplicación de sistemas de capas sencillos de una sola capa.

25 En el documento DE 197 39 527 A1 se describe una fuente de plasma en vacío de arco voltaico con un filtro de partículas magnéticas, en la que las partículas perturbadoras son eliminadas del plasma. A tal fin se propone una bobina de compensación, que se encuentra dentro del cuerpo del ánodo, así como una bobina de filtro. Además, se proponen una bobina de foco y/o una o varias bobinas de control en posición especial.

Independientemente de si se aplican sistemas de capas de una sola capa o de varias capas, todas las instalaciones de evaporación en vacío de arco voltaico de este tipo o similares conocidas a partir del estado de la técnica presentan diferentes inconvenientes decisivos.

30 Así, por ejemplo, en los evaporadores de arco voltaico conocidos se forman forzosamente partículas fundidas con un diámetro de hasta algunos micrómetros o más, que son claramente mayores que las partículas evaporadas y ionizadas pequeñas propiamente deseadas. Estas partículas esencialmente mayores se mezclan entonces en las capas o bien películas finas, lo que conduce a un empeoramiento de la estructura de las superficies, de la resistencia, de la resistencia adhesiva, de las propiedades tribológicas, etc. de las películas, y en el caso de estratos de una o varias capas puede conducir a una composición irregular de las capas aplicadas.

35 Para evitar esto, se ha propuesto en el documento JP 2 194 187 disponer una bobina coaxial a la superficie de evaporación con un núcleo de aire entre la superficie de evaporación y un sustrato. De esta manera se fuerzan electrones en un plasma alrededor de las líneas de fuerza magnética generadas por la bobina y fluyen a lo largo de las líneas de fuerza, mientras que llevan a cabo un movimiento giratorio, de manera que el plasma llega al sustrato. Este efecto de inducción no actúa, sin embargo, naturalmente, sobre las partículas fundidas neutras. Otro
40 inconveniente decisivo de esta disposición es que la bobina está dispuesta en una posición intermedia entre el sustrato y la superficie de evaporación, lo que conduce a que el campo magnético generado por la bobina esté dirigido radialmente hacia dentro con respecto a la superficie de evaporación. Esto tiene como consecuencia que el arco voltaico es guiado tendencialmente más cerca del centro del cátodo, de manera que éste se consume de manera irregular. Además, otras fuentes de evaporación, que pueden estar dispuestas en determinados casos
45 adicionalmente en la cámara, por ejemplo para fabricar estratos de varias capas o estratos de composición compleja, pueden ser influenciadas negativamente por la bobina magnética, lo que puede conducir naturalmente a efectos no deseados.

50 En la solicitud de patente europea EP 0 495 447 se propone, por lo tanto, prever sobre el lado trasero del cuerpo del cátodo una fuente de campo magnético adicional, que está acoplada en un motor, de manera que se puede variar en el espacio y en el tiempo un campo magnético generado por la fuente de campo magnético adicional, de manera que se puede guiar el arco voltaico de forma selectiva sobre la superficie del evaporados y de esta manera se puede garantizar, por ejemplo, una combustión más uniforme del cátodo. El inconveniente de esta disposición es, naturalmente, que la construcción es muy costosa en la estructura, funcionamiento y mantenimiento. Además, se generan de la misma manera campos de dispersión, que varían todavía en el espacio y en el tiempo, y pueden

exponer cátodos de evaporación vecinos a influencias no deseadas.

Para la solución de estos problemas conocidos a partir del estado de la técnica se propone en el documento DE 600 19 821 una fuente de generación de campos magnéticos de forma anular, de tal manera que rodea el material de evaporación y la superficie de evaporación está prevista entre el polo Norte y el polo Sur de la fuente de generación de campos magnéticos. A tal fin se agrupan dos fuentes de generación de campos magnéticos, una interior y una exterior, alrededor de la fuente de descarga del arco. Las líneas de fuerza magnéticas de la fuente de generación de campos magnéticos deben cruzar en este caso bajo un ángulo de $\pm 30^\circ$ con relación a la normal la superficie del evaporador.

En este caso, con preferencia sobre el lado del cátodo del evaporador, que está alejado de la superficie de evaporación está prevista una fuente de campo magnético en forma de disco en el centro en el lado inferior del cuerpo del cátodo, con lo que las líneas de campo magnético de la fuente de generación de campos magnéticos en forma de anillo deben modificarse de tal manera que el arco voltaico es conducido sobre la superficie de evaporación de tal manera que debe impedirse una erosión irregular de la superficie del evaporador. Sin embargo, de acuerdo con la invención, un posicionamiento de un imán en el centro provoca una amplificación del campo exactamente en el centro de la superficie de los cátodos.

El sistema es inflexible condicionado por su estructura. Es decir, especialmente cuando se utilizan las fuentes de campos magnéticos, que no se puede modificar ya prácticamente la intensidad del campo y la distribución de las intensidades del campo. De esta manera, el sistema no se puede adaptar a influencias externas, por ejemplo a través de fuentes magnéticas vecinas, ni a otras densidades de corriente en el arco voltaico, ni a diferentes materiales de los cátodos, o a otras influencias que determinan el proceso de recubrimiento o bien el proceso de combustión en el cátodo.

El documento WO 2004/057642 A2 del tipo indicado al principio describe una la fuente de generación de evaporación en vacío de arco voltaico con una fuente de campo magnético en forma de anillo y un cuerpo de cátodo con un material de evaporación como cátodo para la generación de una descarga de arco voltaico sobre una superficie de evaporación del cátodo. Un anillo de amplificación de campo magnético está dispuesto sobre un lado alejado de la superficie de evaporación delante de un fondo de cátodo. Un diámetro interior del anillo de amplificación magnética corresponde aproximadamente a un diámetro del cátodo.

Por lo tanto, el cometido de la invención es proporcionar una cámara de evaporación de arco voltaico mejorada, que realiza especialmente una amplificación del campo magnético en dirección a los sustratos, al mismo tiempo garantiza una amplificación del campo magnético en la superficie interior del cátodo, de manera que, por una parte, se puede conseguir un desarrollo homogéneo sobre la combustión del cátodo y se consigue un desarrollo ventajoso del campo magnético en la superficie del cátodo, de manera que se posibilita una aceleración óptima del arco voltaico.

En este caso debe evitarse una amplificación excesiva del campo en el centro de la superficie de los cátodos.

A este respecto, el sistema mejorado debe ser al mismo tiempo flexible con respecto a las posibilidades de las modificaciones de la geometría del campo magnético, de manera que de una manera sencilla y económica la fuente de evaporación de arco voltaico o bien la cámara de evaporación de arco voltaico equipada con ella se puede adaptar de una manera óptima en cualquier momento a modificaciones variables.

Los objetos de la invención que solucionan estos cometidos se caracterizan por las características de las reivindicaciones independientes 1 y 15.

Las reivindicaciones dependientes respectivas se refieren a formas de realización especialmente ventajosas de la invención.

Por lo tanto, la invención se refiere a una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, que comprende una fuente de campo magnético en forma de anillo y un cuerpo de cátodo con un material de evaporación como cátodo para la generación de una descarga de arco voltaico sobre una superficie de evaporación del cátodo. En este caso, el cuerpo de cátodo está limitado en su primera dirección axial por la superficie de evaporación en una dirección axial, y la fuente de campo magnético en forma de anillo está polarizada paralela o antiparalela a una normal superficial de la superficie de evaporación y está dispuesta concéntricamente a la normal superficie de evaporación. Un anillo de amplificación de campo magnético está dispuesto sobre un lado alejado de la superficie de evaporación a una segunda distancia predeterminable delante del fondo del cátodo. Según la invención, su diámetro interior es aproximadamente 3 %, en particular hasta 10 %, con preferencia hasta 15 %, especialmente hasta 50 % de un diámetro del cátodo.

Por lo tanto, es esencial para la invención la combinación de un anillo de amplificación del campo magnético sobre el lado alejado de la superficie del evaporador con la fuente de campo magnético en forma de anillo dispuesta en la

zona de la superficie de evaporación.

En este caso, la fuente de campo magnético puede estar dispuesta concéntricamente a la normal superficial de la superficie de evaporación, de tal manera que la superficie de evaporación se encuentra entre un polo Norte y un polo Sur de la fuente de campo magnético. Es decir, que en un ejemplo de realización muy especial, la fuente de campo magnético en forma de anillo rodea la superficie de evaporación del cátodo de tal manera que la superficie de evaporación tiene aproximadamente la misma distancia desde el polo Sur de la fuente de campo magnético en forma de anillo que desde el polo Norte de la fuente de campo magnético en forma de anillo.

En un ejemplo de realización muy especialmente importante en la práctica, la fuente de campo magnético en forma de anillo está distanciada, sin embargo, a una primera distancia predeterminada sobre el lado del cuerpo del cátodo, que está alejado del fondo del cátodo, desde la superficie de evaporación.

En efecto, se ha mostrado de manera sorprendente que cuando la superficie de evaporación no está dispuesta entre el polo Norte y el polo Sur de la fuente de campo magnético en forma de anillo, sino que está distanciada de ésta a una distancia predeterminada, se pueden alcanzar una distribución todavía más óptima del campo en la zona del cuerpo del cátodo, especialmente en la zona de la superficie de evaporación. A pesar de todo, se puede dar un ejemplo de aplicación especial determinado, en el que es preferible una disposición de la superficie de evaporación entre el polo Norte y el polo Sur de la fuente de campo magnético en forma de anillo.

Para el número predominante de las aplicaciones, sin embargo, se ha mostrado de forma sorprendente que, puesto que, por una parte, la superficie de evaporación no está dispuesta entre el polo Norte y el polo Sur de la fuente de campo magnético en forma de anillo, sino que está distanciada a una distancia predeterminada de ésta y, por otra parte, en lugar de una fuente magnética en forma de anillo, dispuesta en el centro debajo del cuerpo del cátodo, se prevé un anillo de amplificación del campo magnético en forma de anillo, se puede alcanzar una distribución óptima del campo en la zona del cuerpo del cátodo, en particular en la zona de la superficie de evaporación, que no presenta los inconvenientes conocidos a partir del estado de la técnica.

A través de la disposición de acuerdo con la invención se genera especialmente en la zona del centro del cátodo un campo claramente más uniforme en comparación con el estado de la técnica. De esta manera se consigue que el cátodo se consuma de manera muy uniforme, es decir, que se queme de manera uniforme sobre toda la superficie de evaporación, de manera que este efecto positivo no es acosta de los componentes del campo magnético paralelos a la superficie del evaporador, que sirven principalmente para la aceleración del movimiento del arco voltaico. Es decir, que a través de la disposición de acuerdo con la invención se mejora finalmente la conducción del arco voltaico sobre la superficie de evaporación, lo que conduce, entre otras cosas, a una combustión mucho más uniforme del cátodo y a resultados de recubrimiento claramente mejorados.

Además, se eleva al mismo tiempo el campo magnético en dirección a los sustratos, lo que repercute finalmente de forma muy positiva sobre la calidad del recubrimiento durante el recubrimiento de un sustrato.

Esto se consigue a través del posicionamiento de la fuente de campo magnético en la superficie del cátodo o bien a una distancia de ésta en la dirección de los sustratos.

Además, la fuente de evaporación del arco voltaico o bien la cámara de evaporación del arco voltaico de acuerdo con la presente invención son muy flexibles condicionados por su estructura. Esto significa que, también cuando se utilizan fuentes de imán permanente, se puede modificar muy fácilmente la intensidad de campo y la distribución de las intensidades de campo en el cátodo. De esta manera, se puede adaptar el sistema de acuerdo con la invención fácilmente a una modificación de influencias externas, por ejemplo a través de fuentes magnéticas vecinas, a otras densidades de corriente en el arco voltaico, a diferentes materiales de los cátodos, o a otras influencias que determinan el proceso de recubrimiento o bien el proceso de combustión en el cátodo.

En este caso es especialmente ventajoso el modo de construcción modular de la fuente de evaporación de arco voltaico de acuerdo con la presente invención. Con preferencia, una fuente de evaporación de arco voltaico de acuerdo con la invención está constituida, en efecto, por un sistema separado de imanes interiores y la placa de base del evaporador con el segundo sistema magnético, de manera que los sistemas magnéticos se pueden manipular o bien modificar o sustituir por separado y de manera independiente unos de los otros.

En un ejemplo de realización preferido, el anillo de amplificación del campo magnético está polarizado paralelo o antiparalelo a la normal superficial y/o dispuesto concéntrico a la normal superficial.

En un ejemplo de realización especialmente importante en la práctica, adicionalmente al anillo de amplificación del campo magnético, adicionalmente al menos un anillo de corrección magnética puede estar dispuesto sobre el lado alejado de la superficie de evaporación a una tercera distancia predeterminada delante del fondo del cátodo. A través del anillo de corrección magnética es posible efectuar una sintonización fina de la geometría de distribución del campo magnético, de manera que también en casos complicados se garantiza una conducción óptima del arco

voltaico sobre la superficie de evaporación.

Se entiende que según la distribución deseada del campo magnético o bien la distribución espacial de la curva del campo magnético, el anillo de corrección magnética puede estar polarizado paralelo o antiparalelo a la normal superficial y/o puede estar dispuesto con preferencia concéntrico a la normal superficial.

- 5 Para determinados casos de aplicación especiales, también es posible que el anillo de amplificación del campo magnético y/o el anillo de corrección magnética está alineado no-concéntrico a la normal superficial y/o el anillo de amplificación del campo magnético y/o el anillo de corrección magnética tienen un área de la sección transversal no-circular. Con tales disposiciones se pueden construir geometrías todavía más complejas del campo magnético en la zona del cuerpo de los cátodos, de manera que, por ejemplo, en el caso de recubrimiento de varios sustratos, los campos magnéticos pueden ser de diferente intensidad en dirección a los diferentes sustratos, de manera que se pueden recubrir diferentes sustratos al mismo tiempo desde la misma fuente en diferentes condiciones. O bien se puede emplear, por ejemplo, ventajosamente cuando el cátodo comprende diferentes zonas con diferentes materiales de recubrimiento, de modo que es necesaria una conducción correspondiente complicada del arco voltaico sobre la superficie de evaporación.

- 15 De la misma manera son muy importante para la práctica ejemplos de realización de fuentes de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la invención, en los que la primera distancia y/o la segunda distancia y/o la tercer distancia son regulables, en particular en función del material de evaporación y/o del estado de combustión del cátodo y/o es controlable y/o regulable en función de otro parámetro de funcionamiento de la fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, con lo que la fuente de evaporación en vacío de arco voltaico adquiere una flexibilidad hasta ahora desconocida con respecto a todos los estados de funcionamiento posibles y requerimientos del procedimiento.

- 20 La primera distancia y/o la segunda distancia y/o la tercera distancia pueden estar en este caso con preferencia en un intervalo de 0 mm a 200 mm. Como ya se ha mencionado anteriormente, en este caso es decisivo para la invención que la superficie de evaporación no se coloca directamente entre el polo Norte y el polo Sur de una de las fuentes del campo magnético empleadas, puesto que entonces no se puede alcanzar la geometría óptima de distribución del campo de acuerdo con la invención.

- 25 Las diferentes fuentes del campo magnético ya descritas en detalle anteriormente pueden estar realizadas en concreto en este caso a través de diferentes conceptos. La fuente de campo magnético en forma de anillo y/o el anillo de amplificación del campo magnético y/o el anillo de corrección magnética pueden comprender en un ejemplo de realización especialmente preferido una pluralidad de imanes permanentes alineados esencialmente paralelos a la normal superficial. Esencialmente paralelo significa en este caso que el ángulo entre la normal superficial de la superficie de evaporación y una dirección de polarización de los imanes permanentes está, por ejemplo, entre 0° y 20°, pero con preferencia en 0°.

- 30 Muy en general, en diferentes ejemplos de realización muy importantes para la práctica, una intensidad del campo magnético de la fuente del campo magnético en forma de anillo y/o una intensidad del campo magnético del anillo de amplificación del campo magnético y/o una intensidad del campo magnético del anillo de corrección magnética son variables y/o controlables y/o regulables, especialmente en función del material de evaporación y/o del estado de combustión y/o es ajustable y/o controlable y/o regulable en función de otro parámetro de funcionamiento de la fuente de evaporación en vacío de arco voltaico.

- 40 De acuerdo con la aplicación especial, la intensidad del campo magnético puede ser controlable y/o regulable a través de un control y/o regulación de una corriente eléctrica a través de un electroimán de la fuente del campo magnético en forma de anillo y/o del anillo de amplificación del campo magnético y/o del anillo de corrección magnética.

- 45 Si se emplean imanes anulares, entonces la intensidad del campo magnético puede ser ajustable a través de una sustitución del imán anular y/o a través de otro imán anular adicional y/o a través de la retirada de un imán anular de la fuente del campo magnético en forma de anillo y/o del anillo de amplificación del campo magnético y/o del anillo de corrección magnética.

- 50 Para muchas aplicaciones prácticas, se han revelado como especialmente ventajosos aquellos ejemplos de realización según la invención, en los que la intensidad del campo magnético es ajustable a través de una modificación de un número de la pluralidad de imanes permanentes alineados paralelamente a la normal superficial de la fuente del campo magnético en forma de anillo y/o del anillo de amplificación del campo magnético y/o del anillo de corrección magnética.

- 55 Por lo que se refiere a las instalaciones de polarización magnética de las diferentes fuentes del campo magnético, la fuente del campo magnético en forma de anillo y/o el anillo de amplificación del campo magnético y/o el anillo de corrección magnética pueden estar polarizados del mismo tipo con respecto a la normal superficial o en otro caso, la fuente del campo magnético en forma de anillo y/o el anillo de amplificación del campo magnético y/o el anillo de

corrección magnética pueden estar polarizados opuestos con respecto a la normal superficial.

Como se conoce en sí a partir del estado de la técnica, para la refrigeración de la fuente de evaporación de arco voltaico está previsto con preferencia un sistema de refrigeración, en particular una refrigeración por agua.

5 En particular, la fuente de campo magnético en forma de anillo y/o el anillo de amplificación del campo magnético y/o el anillo de corrección magnética pueden comprender un imán de alta temperatura, en particular un imán de alta temperatura de SmCo, de manera que se pueden alcanzar temperaturas de funcionamiento claramente más elevadas con una fuente de evaporación de arco voltaico o bien se puede trabajar con una potencia de refrigeración reducida en el cátodo del evaporador. En casos especiales, incluso se puede prescindir totalmente de una refrigeración.

10 Con preferencia, la fuente de campo magnético en forma de anillo está dispuesta de manera conocida en sí en un bloque de soporte, en particular en un bloque de soporte de cobre y para la limitación de la descarga del arco voltaico sobre la superficie de evaporación del cátodo está previsto un aislamiento-BN entre el bloque de soporte y el cátodo.

15 El bloque de soporte puede comprender en este caso para el encendido y para el mantenimiento de la descarga del arco voltaico un ánodo primario, pudiendo estar aislado el ánodo primario eléctricamente contra el bloque de soporte, pero en otro ejemplo de realización no tiene que estar aislado forzosamente eléctricamente contra el bloque de soporte.

Para el encendido y el mantenimiento de la descarga del arco voltaico, el aislamiento-BN puede estar en contacto con el cátodo, una disposición que se conoce en sí a partir del estado de la técnica.

20 Para conseguir un encendido mejorado del arco voltaico, la fuente de evaporación del arco voltaico puede comprender para el encendido de la descarga del arco voltaico una instalación de disparo pivotable, que está dispuesta especialmente móvil linealmente y/o giratoria.

25 La invención se refiere, además, a una cámara de evaporación del arco voltaico, que comprende una fuente de evaporación del arco voltaico de acuerdo con la invención, como se ha descrito más arriba y se describe en detalle a continuación con la ayuda de las figuras.

Como se conoce en principio a partir del estado de la técnica, el cuerpo del cátodo de una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la invención y la cámara de evaporación de arco voltaico propiamente dicha pueden estar conectadas con una unidad de suministro de energía eléctrica, estando conectada la cámara de evaporación de arco voltaico eléctricamente como ánodo con respecto al cátodo.

30 También la cámara de evaporación de arco voltaico puede estar conectada eléctricamente de una manera conocida en sí por el técnico a través de una resistencia eléctrica con un ánodo primario aislado eléctricamente del bloque de soporte o un ánodo primario aislado eléctricamente del bloque de soporte está conectado con un polo positivo de una unidad auxiliar de suministro eléctrico, estando conectada la cámara de evaporación de arco voltaico con un polo negativo de la unidad auxiliar de suministro eléctrico.

35 La unidad de suministro de energía eléctrica y/o la unidad auxiliar de suministro eléctrico pueden ser en este caso una fuente de energía de tensión continua eléctrica, pudiendo ser en otro ejemplo de realización la unidad de suministro de energía eléctrica y/o la unidad auxiliar de suministro eléctrico una fuente de energía eléctrica de impulsos o cualquier otra fuente de energía eléctrica adecuada.

40 Los parámetros habituales para el funcionamiento de la fuente de arco voltaico de acuerdo con la invención en el modo continuo DC son tensiones de funcionamiento de la fuente de energía en el intervalo de 10 – 600 V y corrientes en el intervalo de 30 a 500 A. En el caso de que se trabaje con descargas de impulsos, se pueden aplicar corrientes de impulsos hasta algunos 1000 A, de tal manera que la refrigeración de la fuente es suficiente para refrigerar todavía la energía media en el tiempo. Las frecuencias de los impulsos de la fuente de energía pueden estar en el intervalo de algunos Hz hasta algunos 10 kHz. La fuente auxiliar es accionada con parámetros similares.

45 Las presiones de trabajo, en las que se emplean los evaporadores, se extienden desde alto vacío hasta 50 Pa.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda del dibujo esquemático. En este caso:

La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización de una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la invención.

50 La figura 2a muestra una vista trasera de una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico con una pluralidad de imanes permanentes.

La figura 2b muestra una sección a lo largo de la línea de intersección I-I según la figura 2a.

La figura 3 muestra un ejemplo de realización de acuerdo con la invención de una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico con anillo de corrección magnética.

5 La figura 4 muestra una vista trasera de otro ejemplo de realización según la figura 3 con una pluralidad de imanes permanentes.

La figura 5 muestra un ejemplo de realización con aislamiento-BN.

La figura 6 muestra una cámara de evaporación de arco voltaico con una instalación de disparo pivotable.

La figura 7 muestra una cámara de evaporación de arco voltaico con ánodo primario y resistencia.

La figura 8 muestra un ejemplo de realización según la figura 8 y unidad de suministro auxiliar.

10 La figura 9 muestra una primera cámara de evaporación de arco voltaico con varias fuentes de evaporación de arco voltaico.

La figura 10 muestra una segunda cámara de evaporación de arco voltaico con varias fuentes de evaporación de arco voltaico.

15 En la figura 1 se representa de forma esquemática en la sección un primer ejemplo de realización sencillo de una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la invención, que se designa a continuación, en general, con el signo de referencia 1, en el estado de montaje en una cámara de evaporación de arco voltaico de acuerdo con la invención.

20 La fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la invención 1 comprende una fuente de campo magnético 2 en forma de anillo y un cuerpo de cátodo 3 con un material de evaporación 31 como cátodo 32 para la generación de una descarga de arco voltaico sobre una superficie de evaporación 33 del cátodo 32. El cuerpo del cátodo 3 está limitado en una primera dirección axial por un fondo de cátodo 34 y en una segunda dirección axial por la superficie de evaporación 33 en dirección axial. La fuente de campo magnético 2 en forma de anillo está polarizada en paralelo o bien antiparalelo a una normal superficial 300 de la superficie de evaporación 33 y está distanciada concéntricamente a la normal superficial 300 de la superficie de evaporación 33 a una primera distancia A1 predeterminada sobre un lado del cuerpo del cátodo 3 que está alejado del fondo del cátodo 34. De acuerdo con la presente invención, un anillo de amplificación del campo magnético 4 está dispuesto sobre un lado alejado de la superficie de evaporación 33 a una segunda distancia A2 predeterminada delante del fondo del cátodo 34.

25 Un diámetro interior DI del anillo de amplificación del campo magnético 4 tiene en este caso aproximadamente 3 %, en particular hasta 10 %, con preferencia hasta 15 %, en particular hasta 50 % o más del 50 % de un diámetro del cátodo 32. Por lo tanto, si se utiliza un cátodo 32 con un diámetro de 100 mm, entonces el diámetro interior DI del anillo de amplificación magnética 4 tiene, por ejemplo, 3 mm, en particular hasta 10 mm, con preferencia hasta 15 mm y especialmente hasta 50 mm o más.

30 La anchura B del anillo de amplificación del campo magnético 4 puede ser aproximadamente 2 %, en particular hasta 5 %, con preferencia hasta 10 % o más el 10 % de un diámetro del cátodo 32. Si se parte de nuevo de un cátodo 32 con un diámetro de 100 mm, por lo tanto, la anchura B del anillo de amplificación magnética 4 puede ser, por ejemplo, 2 mm, en particular hasta 5 mm, y con preferencia hasta 10 mm o más.

La geometría concreta del anillo de amplificación magnética 4 puede depender en este caso de los requerimientos especiales planteados al cometido de recubrimiento concreto, a la geometría y/o al tamaño de las disposiciones de recubrimiento, del material del cátodo o de otras variables que influyen en el proceso de recubrimiento.

40 La fuente de evaporación en vacío de arco voltaico está montada en este caso de manera conocida en sí en una cámara de evaporación de arco voltaico 10 y está provista para la refrigeración con un sistema de refrigeración 6 que, como se indica por medio de flechas 600, es atravesado por la corriente de agua de refrigeración 600 para la refrigeración. El campo magnético generado en común por la fuente de campo magnético 2 y el anillo de amplificación de campo magnético 4 está simbolizado en una representación esquemática simplificada a través de las líneas de campo magnético 300, que reproducen la geometría real el campo magnético y que influyen, por ejemplo, en el movimiento de los electrones 6.

45 En la figura 2a se representa una vista trasera, es decir, una vista sobre el fondo del cátodo 34 de una fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, en la que el anillo de amplificación magnética 4 está formado esencialmente por una pluralidad de imanes permanentes 40. Los imanes permanentes 40 del anillo de amplificación del campo magnético 4 está dispuestos en este caso sobre el lado alejado de la superficie de evaporación 33 a una segunda distancia A2 predeterminable delante del fondo del cátodo 34 y están alineados esencialmente con respecto a su polarización magnética paralelos o antiparalelos a la normal superficial 300. Se entiende que, por ejemplo, todos los

imanes permanentes 40 pueden estar alineados o bien paralelos o antiparalelos con respecto a las superficies 300, o que una parte de los imanes permanentes 40 puede estar alineada paralela y otra parte d los imanes permanentes 40 puede estar alineada antiparalela con respecto a la normal superficial 300, por ejemplo para realizar geometrías especiales el campo magnético en la zona del cuerpo del cátodo 3.

5 Se entiende, además, que tanto el anillo de amplificación del campo magnético 4 y/o el anillo de corrección magnética 5 y/o la fuente de campo magnético 2, pueden estar formadas por un anillo ferrítico o un anillo ferromagnético o un anillo no-magnético, sobre el que están dispuestos, por ejemplo, una pluralidad de imanes permanentes (20, 40, 50) alineados paralelos a la normal superficial 300, de manera que está claro que también puede faltar el anillo ferrítico o el anillo ferromagnético o el anillo no-magnético.

10 En un ejemplo de realización importante para la práctica, por ejemplo el anillo de amplificación magnética 4 está formado por un anillo ferrítico, sobre el que están dispuestos a distancia de 120° tres imanes permanentes 40.

Lo dicho anteriormente se aplica evidentemente también a disposiciones posibles de los imanes permanentes 20 de la fuente de campo magnético 2 en forma de anillo y a los imanes permanentes 50 del anillo de corrección magnética 5, que se describen más adelante todavía con más detalle.

15 Para la ilustración se representa en la figura 2b una sección a lo largo de la línea de intersección I-I a través del cuerpo del cátodo 3 según la figura 2a. Se puede ver la fuente de campo magnético 2 en forma de anillo, que está dispuesta directamente por encima de la superficie de evaporación 33 concéntricamente a la normal superficial 3. En el ejemplo de la figura 2b, la fuente de campo magnético 2 en forma de anillotes un imán anular 2. Se entiende que en otro ejemplo de realización el imán anular 2 puede estar formado también de varios imanes anulares 2
20 individuales y/o se puede realizar a través de un electroimán 2.

El anillo de amplificación del campo magnético 4 comprende un anillo de soporte 400 magnético o no magnético, en el que los imanes permanentes 40 están previstos con preferencia de forma desprendible, de manera que éstos se pueden sustituir cómodamente o bien de acuerdo con el requerimiento se puede variar el número total de los imanes permanentes 40, de manera que se puede variar muy fácilmente el espesor y/o la geometría del campo magnético
25 provocado por el anillo de amplificación magnética 4.

En la figura 3 se representa otro ejemplo de realización de acuerdo con la invención especialmente importante en la práctica con un anillo de corrección magnética 5 parcialmente en sección. La fuente de campo magnético 2 en forma de anillo está distanciada a una distancia A1 de la superficie de evaporación 33 del cátodo 3. El anillo de corrección magnética 5 está emplazado a una distancia A3 un poco más cerca el fondo del cátodo 34 que el anillo de
30 amplificación magnética 4, que está distanciada a una distancia A2 un poco mayor desde el fondo del cátodo 34. En este caso, están presentes unos medios conocidos en sí por el técnico, no representados en detalle, que permiten modificar las distancias A1, A2, y A3 de manera adecuada según los requerimientos.

En el ejemplo de la figura 3, la fuente de campo magnético 2, el anillo de amplificación magnética 4 y el anillo de corrección magnética 5 están polarizados magnéticamente en el mismo sentido con respecto a la normal superficial 300. Se entiende que los anillos magnéticos mencionados anteriormente pueden estar dispuestos en otros ejemplos de realización también en cualquier otra combinación adecuada con respecto a la normal superficial 300. Esto se puede variar según los requerimientos y se puede determinar, por ejemplo, a través del espesor relativo de los imanes 2, 4,5 utilizados y/o se puede determinar la disposición geométrica especial con respecto al cuerpo del
35 cátodo 3 o a través de otras especificaciones del aparato o de la técnica del procedimiento.

40 La figura 4 muestra una vista trasera de otro ejemplo de realización según la figura 3, en el que el anillo de amplificación magnética 4 y el anillo de corrección magnética 5 están formados por una pluralidad de imanes permanentes 40, 50. En el ejemplo de la figura 4, el anillo de amplificación magnética 6 y el anillo de corrección magnética 5 tienen la misma distancia desde el fondo del cátodo 34.

En la figura 5 se representa de forma esquemática un ejemplo de realización, en el que el ánodo 9 está aislado eléctricamente a través de un aislamiento-BN, es decir, a través de una capa de aislamiento eléctrico, que contiene como componentes esencial bentonita, es decir, BN, contra un bloque de soporte 7 aislante de electricidad, que puede estar constituido, por ejemplo, de cobre. Esta disposición con capa de BN se conoce en sí y sirve sobre todo para impedir en el estado de funcionamiento una diafonía del arco voltaico sobre el ánodo 9 o bien el bloque de soporte 7. El ánodo 9 puede servir en este caso para el encendido y el mantenimiento del arco voltaico durante un
50 proceso de recubrimiento.

En el ejemplo de realización de la figura 6 se representa esquemáticamente una cámara de evaporación de arco voltaico 10 con una instalación de disparo 14 pivotable, en la que la instalación de disparo 14 está conectada sobre un potencial positivo eléctricamente como ánodo contra los cuerpos de cátodo 3 que están en un potencial eléctrico negativo. La instalación de disparo 14 sirve de manera conocida en sí para el encendido y el mantenimiento de un arco voltaico y, como se representa a través de la flecha 141, es tanto pivotable alrededor de un eje de giro, como
55

también variable a lo largo de la flecha 142 linealmente a distancia de la superficie de evaporación 33.

La figura 7 y la figura 8 muestran, respectivamente, un ejemplo de realización de una cámara de evaporación de arco voltaico de acuerdo con la invención con ánodo primario aislado. La cámara de evaporación de arco voltaico 10 está conectada en ambos ejemplos con un polo positivo de una unidad de suministro de energía 11 y el cuerpo de cátodo 3 está conectado con un polo negativo de la unidad de suministro de energía 11. Es decir, que la cámara de evaporación de arco voltaico 10 está conectada eléctricamente como ánodo con respecto al cuerpo del cátodo 3.

El ánodo 9 está realizado en cada caso como ánodo primario 9 aislado eléctricamente del bloque de soporte 7. En este caso, en el ejemplo de la figura 7 el ánodo primario 9 está acoplado eléctricamente a través de una resistencia eléctrica 12 con la cámara de evaporación de arco voltaico 10, mientras que en el ejemplo de realización de la figura 8, el ánodo primario 9 está acoplado a través de una unidad auxiliar de suministro 13 de la manera representada conocida en sí con la cámara de evaporación de arco voltaico 10.

Para este tipo de disposición eléctrica del bloque de soporte 7, la unidad de suministro de energía 11 y el ánodo primario 9 es esencialmente que se establezca una separación de potencial entre la cámara de evaporación de arco voltaico 10 y el ánodo 9, para que se creen un ánodo primario 9 y un ánodo secundario, estando formado el ánodo secundario por la propia cámara de evaporación de arco voltaico 10.

Se entiende que se puede realizar una separación de potencial entre el ánodo primario y la cámara de evaporación de arco voltaico 10 también porque la unidad auxiliar de suministro 13 o bien la resistencia eléctrica 12 están dispuestas entre el bloque de soporte 7 y la cámara de evaporación de arco voltaico 10, de manera que el ánodo primario 9 este entonces en conexión eléctrica con el bloque de soporte 7 o bien el bloque de soporte 7 forma o comprende directamente el ánodo primario 9.

En este caso, los principios teóricos y prácticos para la conexión eléctrica entre la cámara de evaporación de arco voltaico 10 y la fuente de evaporación en vacío de arco voltaico 9 son conocidos por el técnico en sí y, por lo tanto, no es necesario describirlos más en detalle en este lugar.

En la figura 9 y en la figura 10 se representan de forma ejemplar todavía dos ejemplos de realización especiales de cámaras de evaporación de arco voltaico de acuerdo con la invención. En este caso se describe de forma ejemplar especialmente la disposición de las polaridades de evaporadores individuales para el caso en el que varios evaporadores están montados en la cámara de evaporación de arco voltaico 10.

Con la ayuda de la figura 9 y de la figura 10 se puede demostrar en este caso de manera especialmente gráfica la interacción entre las líneas de campo magnéticas en presencia de varias fuentes de evaporación de arco voltaico 1 en una y la misma cámara de evaporación de arco voltaico 10. Según los requerimientos planteados al cometido de recubrimiento concreto, puede ser mejor adecuada, por ejemplo, la variante según la figura 9 o según la figura 10. Se entiende que, naturalmente, también otras disposiciones de fuentes de evaporación de arco voltaico 1 de acuerdo con la invención en una cámara de evaporación de arco voltaico 10 están comprendidas por la invención.

La figura 9 muestra una disposición con una primera cámara de evaporación de arco voltaico 10 con varias fuentes de evaporación de arco voltaico 1, que conduce fuentes de evaporación de arco voltaico 1 opuestas a una amplificación de campo transversalmente a través de la cámara de evaporación de arco voltaico 10. Con preferencia, las fuentes de evaporación de arco voltaico 1 dispuestas debajo según la representación están dispuestas alternando con respecto a su polaridad. A través de la disposición de las fuentes de campo magnético 2 con polaridad alterna (por ejemplo el polo-N está frente al polo-S), se conectan líneas de campo magnético transversalmente a través de la cámara de evaporación de arco voltaico 10. Esto conduce a una influencia favorable de la excitación de gases reactivos en la proximidad de los sustratos a recubrir, que no se representan por razones de claridad en las figuras 9 y 10. A través de la disposición de la figura 9 se influye positivamente sobre la excitación de gases reactivos en la proximidad de los sustratos a recubrir para el crecimiento de la capa.

Otra variante de una cámara de evaporación de arco voltaico 10 con varias fuentes de evaporación de arco voltaico 1 se muestra en la figura 10. Aquí los evaporadores 1 se encuentran en un plano alrededor de la cámara 10. Esta disposición alterna provoca que no aparezca una amplificación del campo según la figura 9 transversalmente a través de la cámara 10, sino que aparece un campo magnético cerrado entre los evaporadores 1. Esta estructura es preferida cuando no es deseable una excitación adicional de la reactividad de los gases de proceso en la proximidad de los sustratos, por ejemplo cuando deben separarse capas, en las que es deseable una porción reducida de gases reactivos en las capas.

Se entiende que los ejemplos de realización descritos sólo deben entenderse de forma ejemplar y la zona de protección no está limitada a las formas de realización descritas explícitamente. En particular, cualquier combinación adecuada de ejemplos de realización está comprendida de la misma manera por la invención.

En este caso, una fuente de evaporación de arco voltaico de acuerdo con la invención se puede emplear de múltiples maneras para el recubrimiento de las más diferentes piezas de trabajo. Utilizando las fases reactivos

habituales, por ejemplo, para la fabricación de capas de nitruro, de carburo, de carbonitruro o de oxinitruro, así como para la fabricación de capas de óxido o de capas de carbo-oxinitruro o de todas las otras capas, que se pueden fabricar con ventaja con la fuente de evaporación de arco voltaico.

5 A continuación se muestran algunos métodos prácticos para el ajuste de los campos magnéticos de acuerdo con el cometido de la evaporación.

La fuente de campo magnético en forma de anillo posibilita a través de la construcción maciza de la placa de soporte con taladros para la mecanización una sección del número de los imanes así como para la fijación de su posición A1 relativa. Entonces se atornilla un ánodo, dado el caso, sobre los taladros.

10 El anillo de amplificación del campo magnético así como el anillo de corrección se pueden sustituir fácilmente, puesto que el espacio de construcción detrás del fondo del cátodo está configurado libre.

Los anillos propiamente dichos están constituidos con preferencia por imanes individuales, de manera que su número y polaridad son regulables. Una regulación de las distancias con respecto al fondo del cátodo o bien entre sí se puede realizar con sistemas mecánicos de corredera o de sujeción sencillos.

15

20

REIVINDICACIONES

- 1.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, que comprende una fuente de campo magnético (2) en forma de anillo y un cuerpo de cátodo (3) con un material de evaporación (31) como cátodo (32) para la generación de una descarga de arco voltaico sobre una superficie de evaporación (33) del cátodo (32), en la que el cuerpo del cátodo (3) está limitado en una primera dirección axial por un fondo del cátodo (34) y en una segunda dirección axial por la superficie de evaporación (33) en dirección axial, y la fuente de campo magnético en forma de anillo (2) está polarizada paralela o antiparalela a una normal superficial (300) de la superficie de evaporación (33) y está dispuesta concéntricamente a la normal superficial (300) de la superficie de evaporación (33), en la que un anillo de amplificación del campo magnético (4) está dispuesto sobre un lado alejado de la superficie de evaporación a una segunda distancia predeterminada (A2) delante del fondo del cátodo (34), **caracterizada** porque un diámetro interior (DI) del anillo de amplificación del campo magnético (4) es aproximadamente 3 %, en particular hasta 10 %, con preferencia hasta 15 %, especialmente hasta 50 % de un diámetro del cátodo (32) y el anillo de amplificación del campo magnético comprende una pluralidad de imanes permanentes alineados esencialmente paralelos a la normal superficial.
- 2.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la fuente de campo magnética (2) está dispuesta concéntricamente a la normal superficial (300) de la superficie de evaporación (33), de tal manera que la superficie de evaporación (33) está dispuesta entre un polo Norte y un polo Sur de la fuente de campo magnético (2).
- 3.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la anchura (B) del anillo de amplificación del campo magnético (4) es aproximadamente 2 %, en particular hasta 5 %, con preferencia hasta 10 % de un diámetro del cátodo (32).
- 4.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos un anillo de corrección magnética (5) está dispuesto sobre el lado alejado de la superficie de evaporación (33) a una tercera distancia predeterminada (A3) delante del fondo del cátodo (34).
- 5.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el anillo de corrección magnética (5) está polarizado paralelo o antiparalelo a la normal superficial y/o está dispuesto concéntricamente a la normal superficial (300).
- 6.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, en la que el anillo de amplificación del campo magnético (4) o el anillo de corrección magnética (5) están alineados no-concéntricamente a la normal superficial (300) o el anillo de amplificación del campo magnético (4) o el anillo de corrección magnética (5) tienen un área de la sección transversal de forma no-circular.
- 7.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la reivindicación 4, 5 ó 6, en la que la fuente de campo magnético (2) en forma de anillo o el anillo de corrección magnética (6) comprenden una pluralidad de imanes permanentes (20, 40, 50) alineados paralelos a la normal superficial (300).
- 8.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 7, en la que una intensidad del campo magnético de la fuente de campo magnético (2) en forma de anillo o una intensidad de campo magnético del anillo de amplificación del campo magnético (4) o una intensidad del campo magnético del anillo de corrección magnética (5) son variables o controlables o regulables, en particular en función del material de evaporación (31) o del estado de combustión del cátodo (32) o es controlable o regulable en función de otro parámetro de la fuente de evaporación en vacío de arco voltaico.
- 9.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 8, en la que la fuente de campo magnético (2) en forma de anillo y/o el anillo de amplificación del campo magnético (4) y/o el anillo de corrección magnética (5) están polarizados del mismo tipo con relación a la normal superficial (300).
- 10.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 9, en la que la fuente de campo magnético (2) en forma de anillo o el anillo de amplificación del campo magnético (4) o el anillo de corrección magnética (5) están polarizados opuestos con relación a la normal superficial (300).
- 11.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 10, en la que la fuente de campo magnético (2) en forma de anillo o el anillo de amplificación del campo magnético (4) o el anillo de corrección magnética (5) comprenden un imán de alta temperatura, en particular un imán de alta temperatura de SmCo.
- 12.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la fuente de campo magnético (2) en forma de anillo está dispuesta en un bloque de soporte (7) y para la

limitación de la descarga del arco voltaico sobre la superficie de evaporación (33) del cátodo (32) entre el bloque de soporte (7) y el cátodo (32) está previsto un aislamiento-BN (8), estando realizado el bloque de soporte (7) especialmente de cobre.

5 13.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el bloque de soporte (7) comprende para el encendido y el mantenimiento de la descarga del arco voltaico un ánodo primario (9), y/o en la que el ánodo primario (9) está aislado eléctricamente contra el bloque de soporte (7).

10 14.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico de acuerdo con la reivindicación 12, en la que para el encendido y el mantenimiento de la descarga del arco voltaico el aislamiento-BN está en contacto con el cátodo (32).

15.- Fuente de evaporación en vacío de arco voltaico, que comprende una fuente de evaporación de arco voltaico (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14.

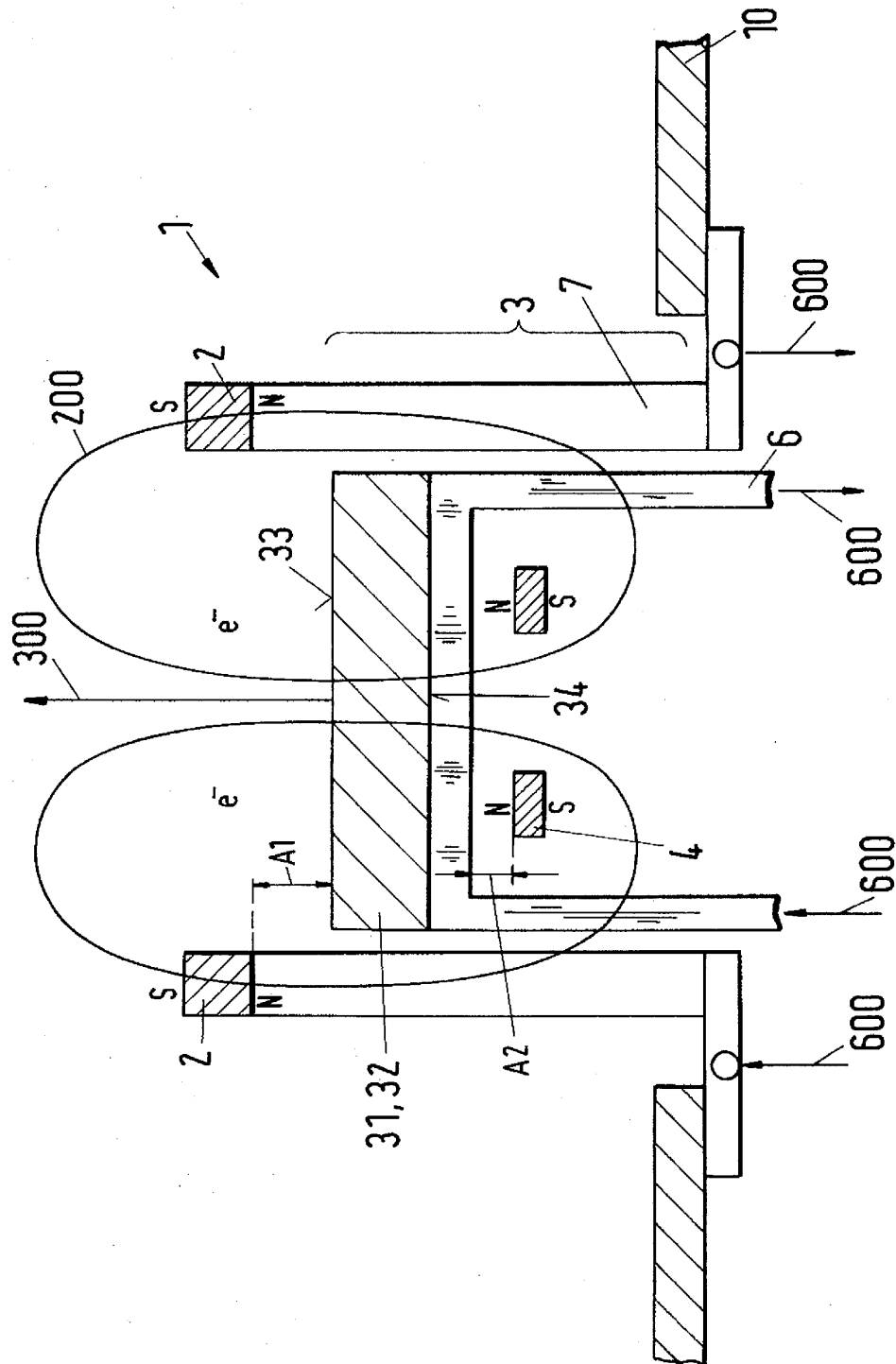


Fig.1

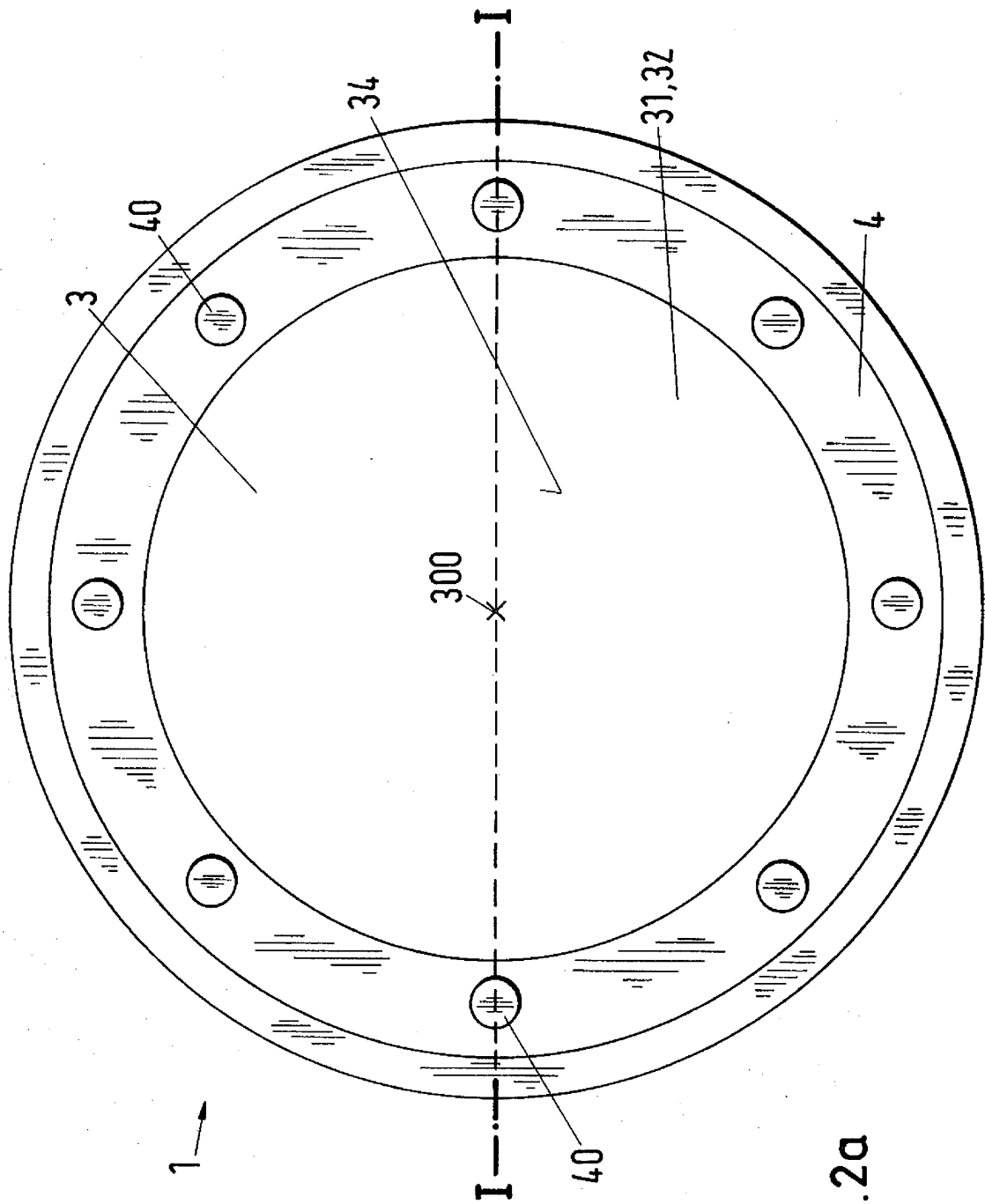


Fig.2a

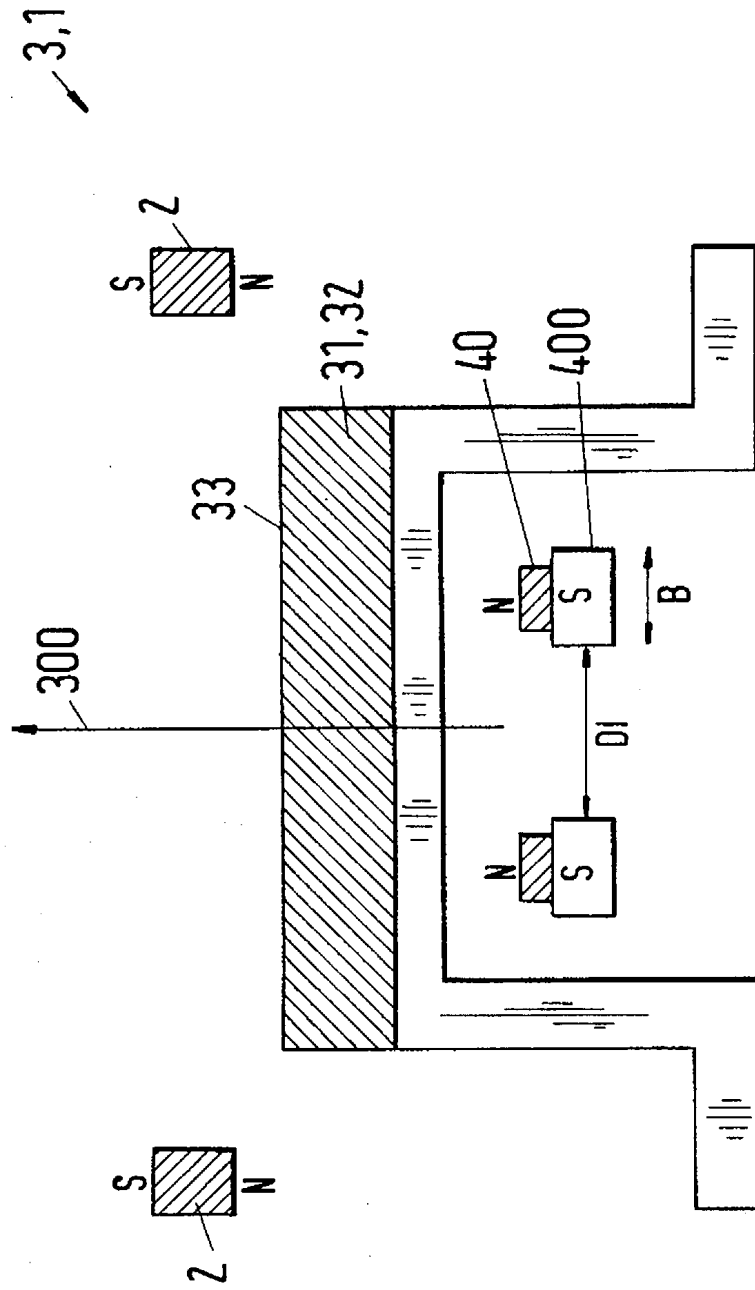


Fig. 2b

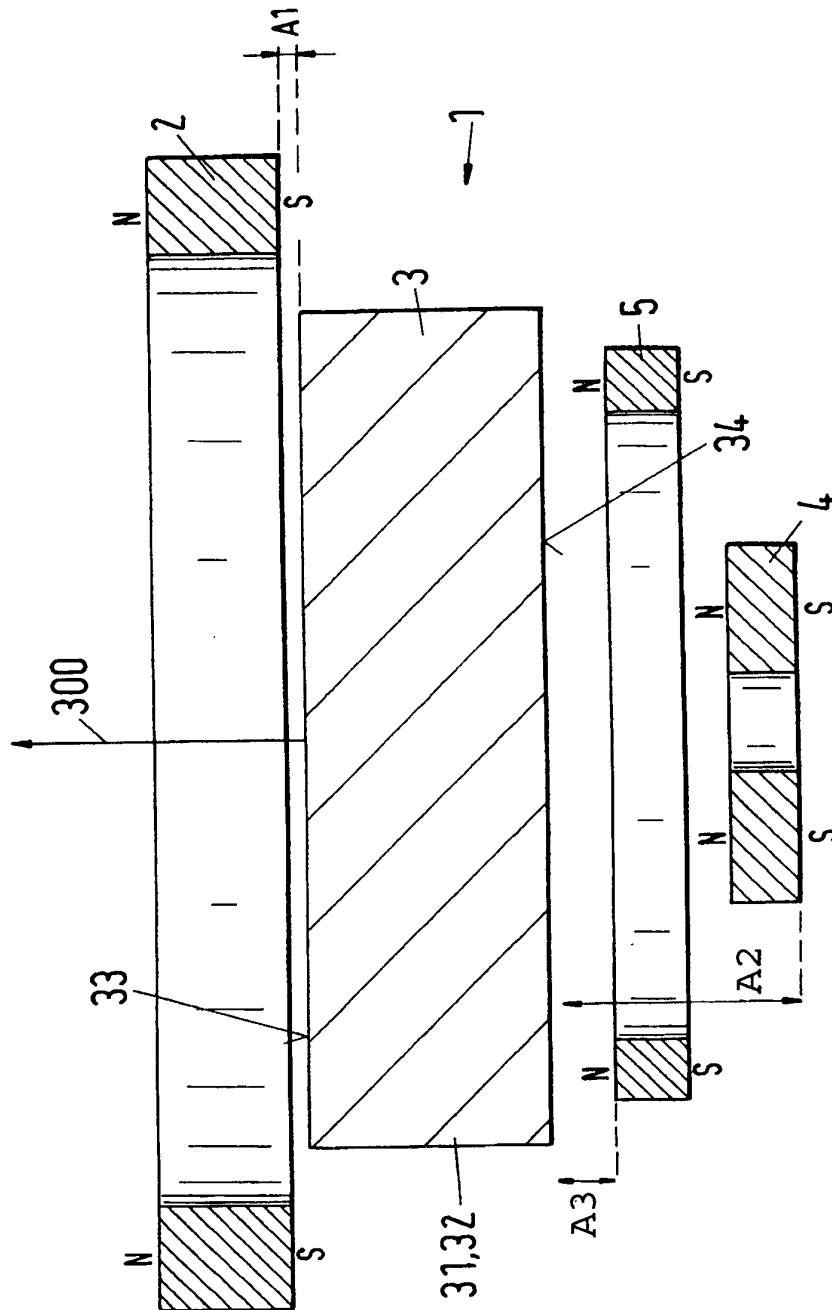


Fig.3

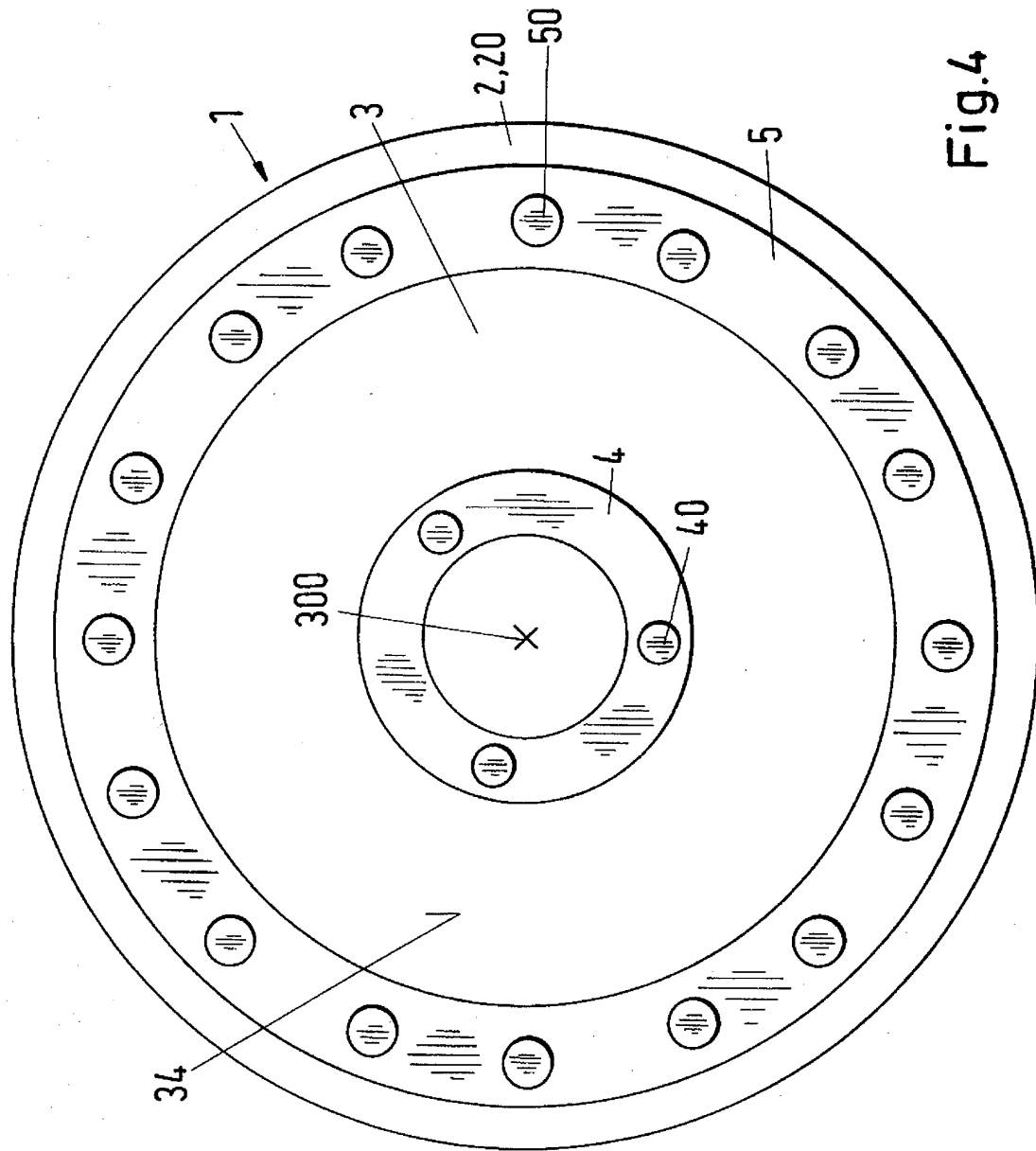
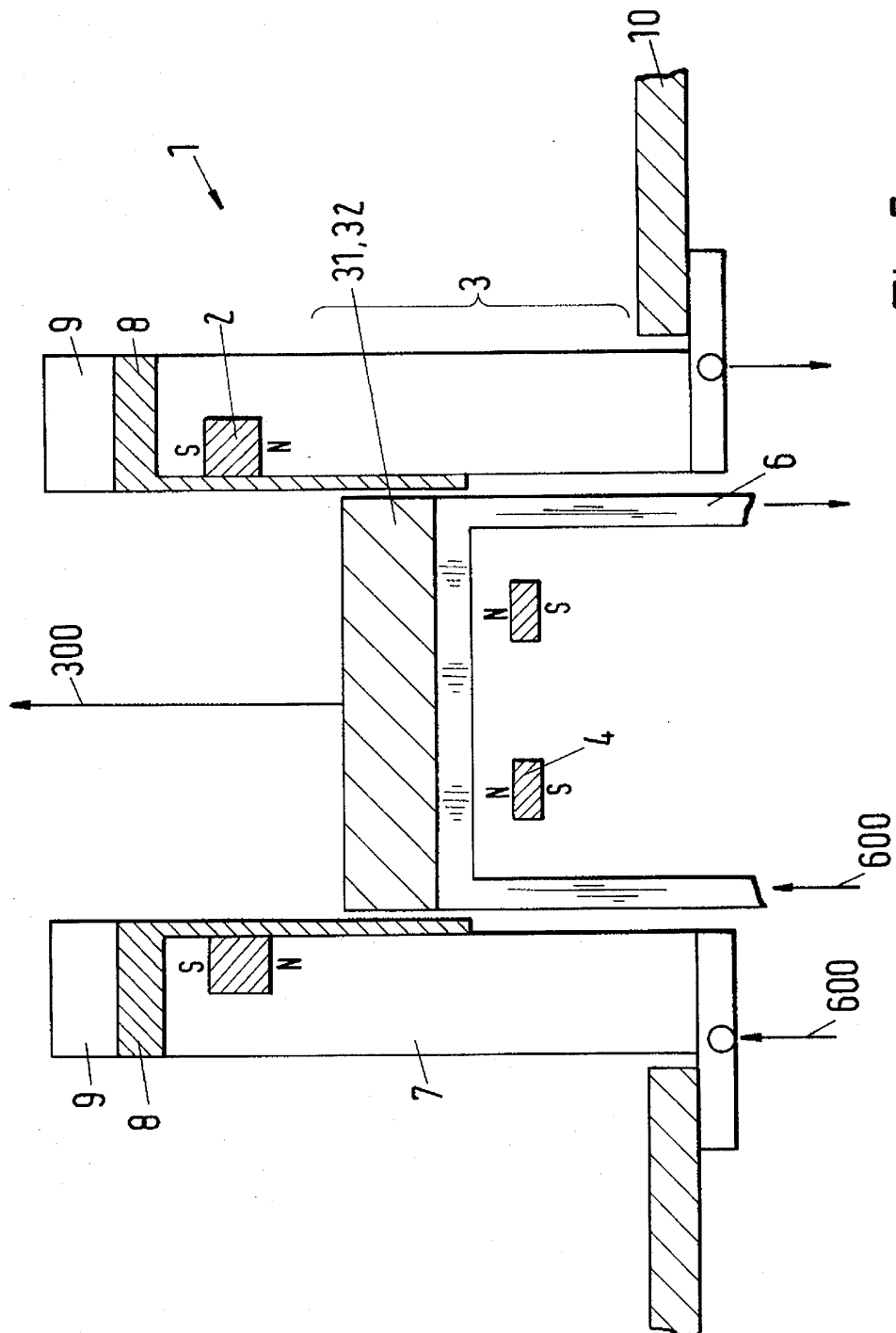


Fig. 4



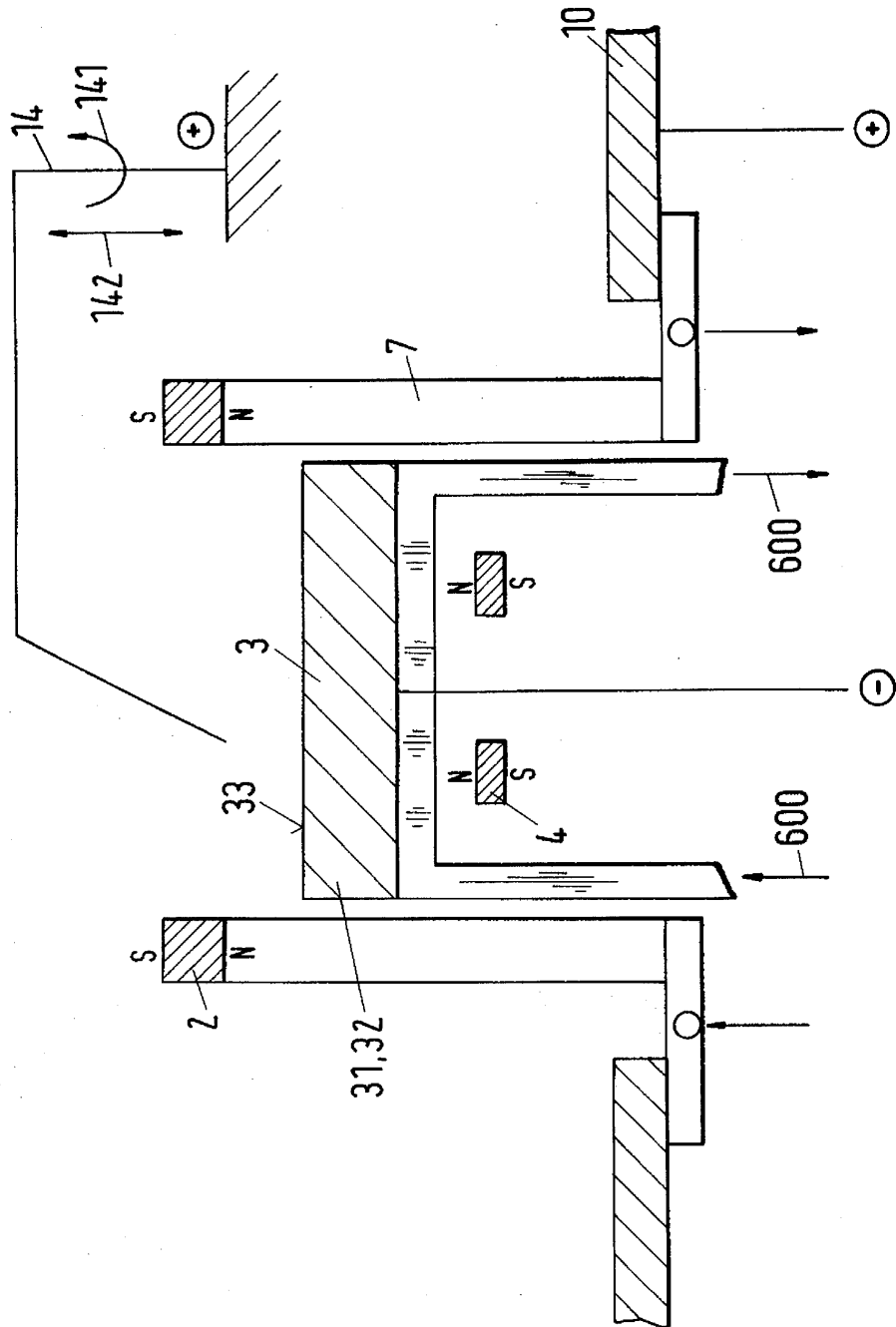


Fig.6

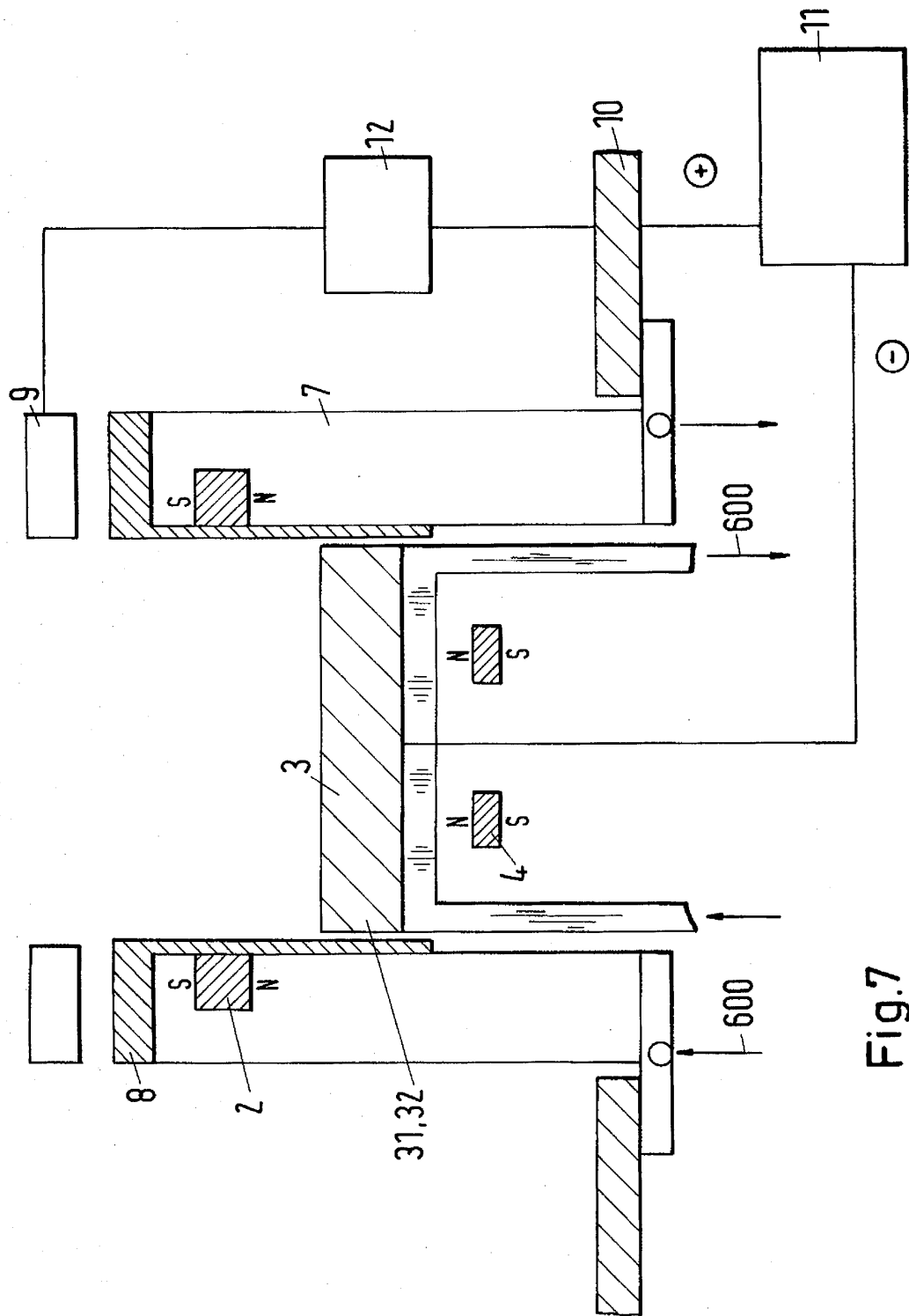
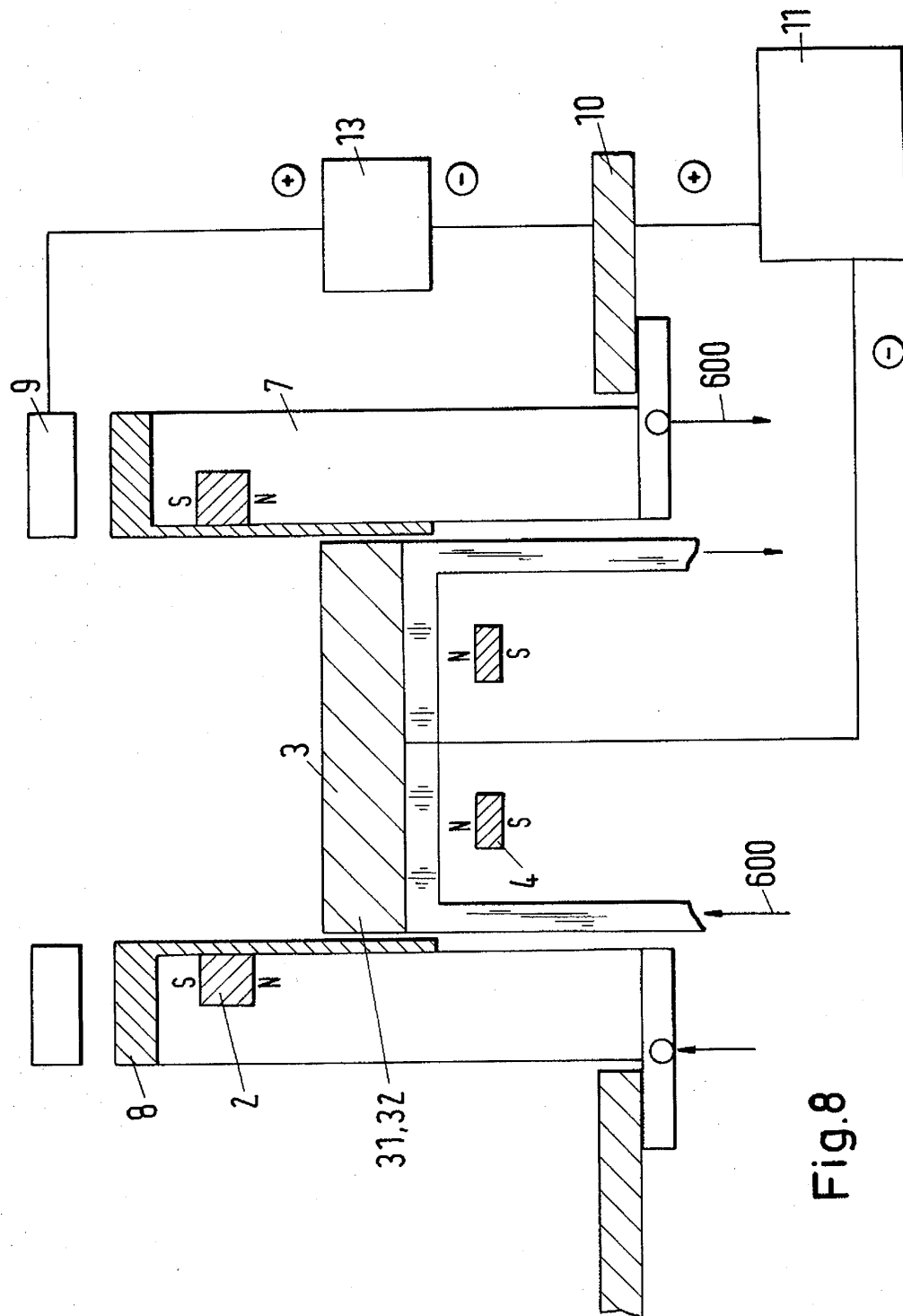


Fig. 7



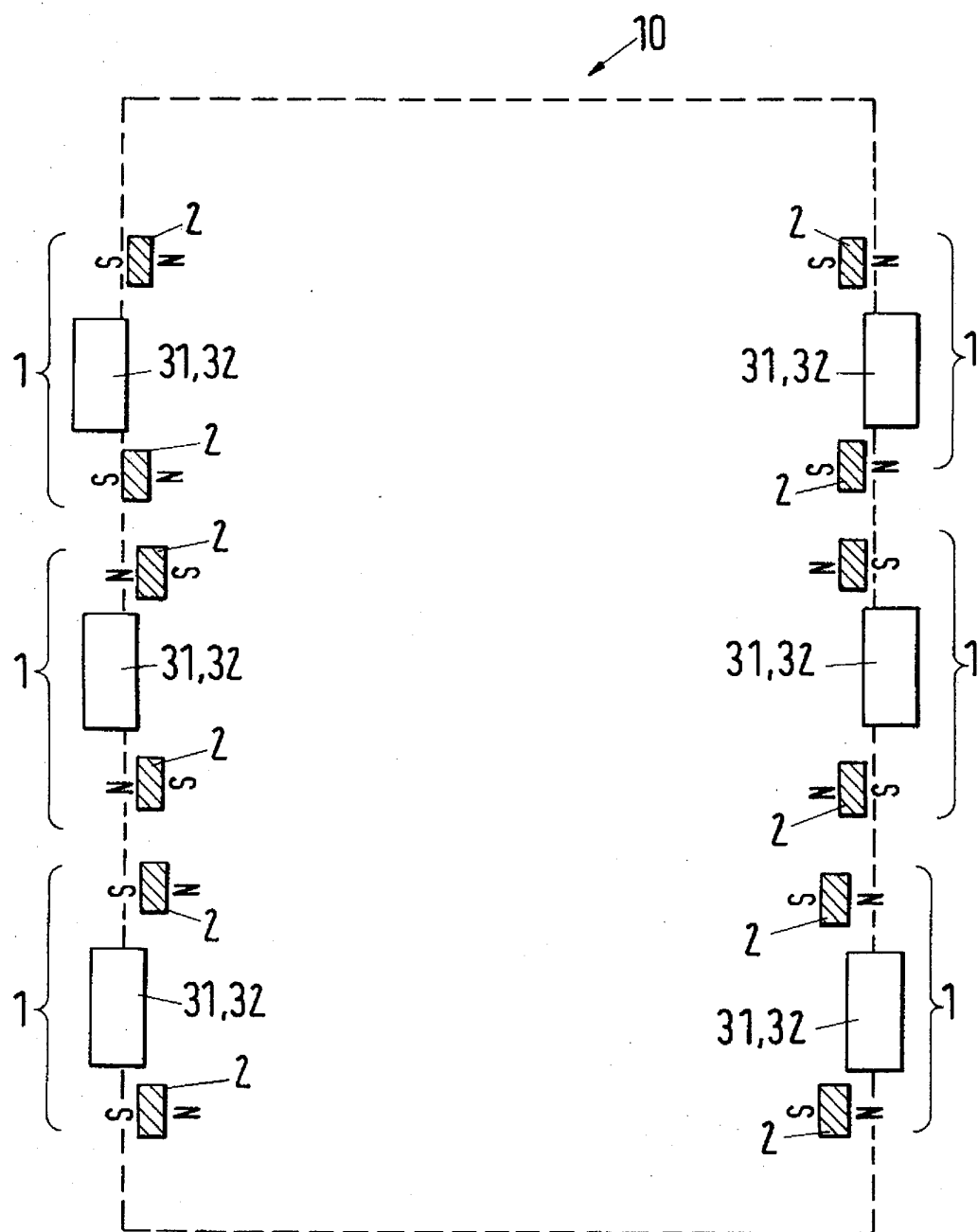


Fig.9

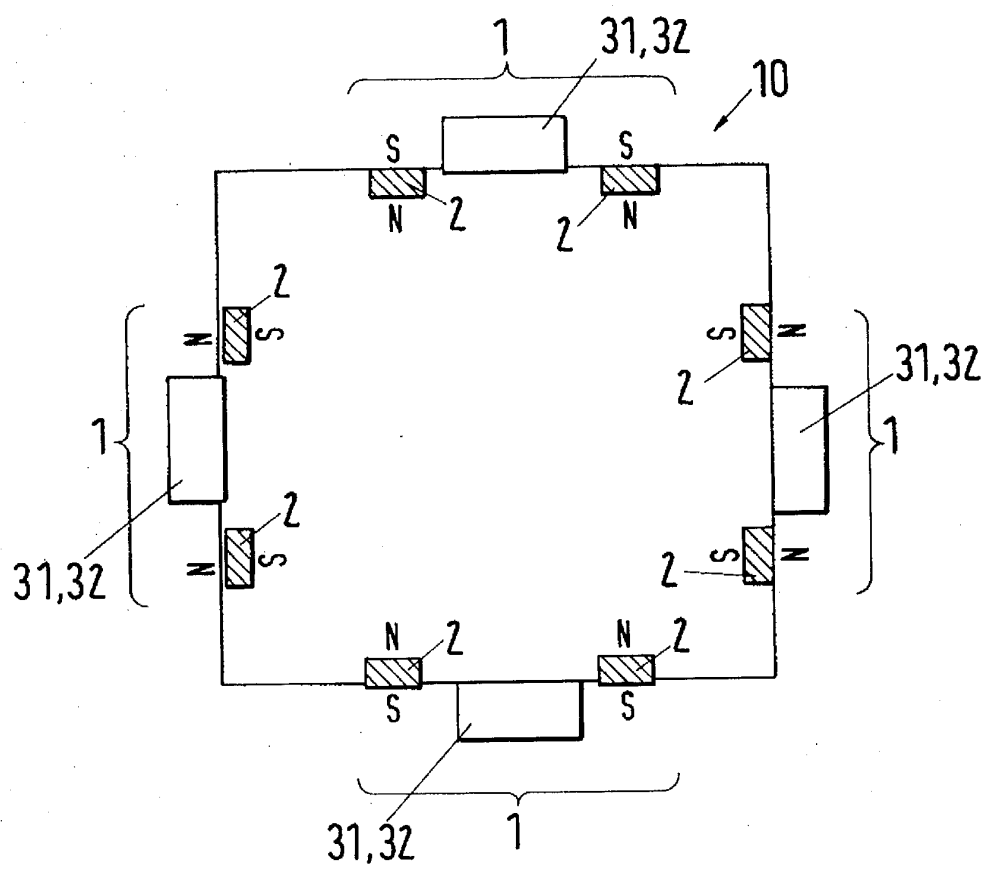


Fig.10