

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 287**

51 Int. Cl.:

**C23C 14/32** (2006.01)

**H01J 37/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2006 E 06120947 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 1775352**

54 Título: **Aparato de recubrimiento iónico por arco**

30 Prioridad:

**17.10.2005 JP 2005301433**

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

**18.04.2013**

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE  
STEEL, LTD.) (100.0%)  
10-26, WAKINOHAMA-CHO 2-CHOME, CHUO-KU  
KOBE-SHI, HYOGO 651-8585, JP**

72 Inventor/es:

**TAMAGAKI, HIROSHI;  
FUJII, HIROFUMI;  
OKIMOTO, TADAO y  
MIYAMOTO, RYOJI**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 401 287 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Aparato de recubrimiento iónico por arco

5 **Antecedentes de la invención****(Campo de la invención)**

10 La presente invención se refiere a un aparato de recubrimiento iónico por arco con estabilidad de bombardeo de iones metálicos mejorada.

**(Descripción de la técnica relacionada)**

15 En los últimos años, la deposición de película dura (TiN, TiAlN, CrN, etc.) mediante PVD (deposición física en fase de vapor) se ha realizado en un sustrato (objeto de deposición de película) con el fin de mejorar la resistencia al desgaste de una herramienta de corte o la mejora de las características tribológicas de una superficie deslizante de una parte mecánica. La técnica industrial usada habitualmente para dicha deposición de película dura es el recubrimiento iónico por arco (en lo sucesivo en este documento denominado como "AIP") que evapora un material de deposición de película mediante descarga de arco en vacío para formar una película sobre la superficie de un sustrato, y un aparato para realizar dicha deposición de película se denomina un aparato de recubrimiento iónico por arco (en lo sucesivo en este documento denominado como "aparato de AIP").

25 El aparato de AIP comprende, tal como se muestra en la figura 10, una cámara de vacío 1 y una mesa rotatoria 2 dispuesta sobre la parte inferior de la cámara de vacío 1, de modo que la superficie superior de la mesa sea horizontal. A la mesa rotatoria 2 le hace girar un árbol giratorio 3, y una pluralidad de árboles planetarios 4 que sobresalen desde la superficie superior de la mesa rotatoria 2 también giran alrededor de su propio eje mediante un mecanismo de engranaje planetario provisto en la mesa rotatoria 2. Un soporte del sustrato 5 para soportar a un sustrato está montado de forma que pueda desprenderse en cada árbol planetario 4. Por lo tanto, cada soporte del sustrato 5 gira alrededor de su propio eje mientras es movido horizontalmente por la rotación de la mesa rotatoria 2, y el sustrato tal como una herramienta, un troquel o una parte mecánica sujeta por este soporte del sustrato 5 gira alrededor de su propio eje por la rotación del soporte del sustrato 5 mientras da vueltas por la rotación de la mesa rotatoria 2. Se aplica un voltaje negativo a la mesa rotatoria 2 mediante una fuente de energía de polarización (no se muestra), y este voltaje negativo se aplica, a través del soporte del sustrato 5, al sustrato cargado sobre él.

35 Un grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7 compuesto por tres fuentes de evaporación 7A dispuestas en línea a intervalos sustancialmente fijos en la dirección de la altura de la cámara de vacío 1 está provisto en la superficie interna de la pared lateral de la cámara de vacío 1, y las fuentes de evaporación 7A están conectadas a electrodos negativos de fuentes de energía de arco 8, respectivamente, con los electrodos positivos de las mismas conectados a la cámara de vacío 1. En la figura 10(B), indicado en 21 hay un orificio de bombeo para evacuar la cámara de vacío, 22 es una tubería de suministro de gas para suministrar un gas del proceso tal como nitrógeno u oxígeno (omitida en la figura 10 (A)), y 23 es una puerta de apertura y cierre de la cámara de vacío.

45 Un procedimiento para formar una película funcional sobre la superficie de un sustrato que usa el aparato de AIP se describirá brevemente. El sustrato se carga en el soporte del sustrato 5 y se coloca sobre la mesa rotatoria 2, la cámara de vacío 1 es evacuada, el sustrato es calentado por un calefactor (no se muestra) provisto dentro de la cámara de vacío 1 y, a continuación, se realiza bombardeo de iones metálicos (en lo sucesivo en este documento denominado simplemente como "bombardeo") para mejorar la adhesión de la película a formar. El bombardeo es un proceso para irradiar el sustrato aplicado con un voltaje negativo de no menos de varios cientos de V (generalmente, de 600 a 1000 V) con iones metálicos evaporados de las fuentes de evaporación 7A para decapar la capa superficial del sustrato mediante irradiación iónica de alta energía o para formar una capa mixta de iones de irradiación y el sustrato.

55 Una vez finalizado el bombardeo, se genera vapor de iones metálicos desde las fuentes de evaporación 7A y es irradiado al sustrato, y el voltaje a aplicar al sustrato se ajusta a aproximadamente de 0 a -300 V, con lo cual se inicia la deposición de la película. Dado que una película a formar mediante el AIP generalmente está constituida por un compuesto de un metal tal como TiN, TiCN, CrN, TiAlN, TiC o CrON con nitrógeno, carbono, oxígeno o similares, gases del proceso tales como nitrógeno, oxígeno e hidrocarburo se introducen en la cámara de vacío 1 individualmente o en combinación de los mismos durante la deposición de la película. Por ejemplo, la introducción de nitrógeno con evaporación de Ti da como resultado la deposición de una película de TiN (nitruro de titanio).

60 Dado que el sustrato cargado en el soporte del sustrato 5 realiza revolución y rotación mediante rotación de la mesa rotatoria 2 en el bombardeo y la deposición de la película, puede realizarse una irradiación iónica uniforme a todo el sustrato.

65 Después de la deposición de la película, se realiza refrigeración, la cámara de vacío 1 se abre, y el sustrato con una película formada sobre él es extraído con el soporte del sustrato 5 para recuperar el sustrato con la película formada

después de la deposición de la película.

Aunque el aparato de AIP mencionado anteriormente realiza el bombardeo y la deposición de la película funcional mediante el uso del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7, la patente japonesa abierta a inspección pública N° Hei 4-276062 describe un aparato de AIP que comprende una fuente de evaporación por arco para deposición y una fuente de evaporación por arco para bombardeo de la misma forma que ésta, que están provistas dentro de una cámara de vacío. De acuerdo con este aparato, dado que puede usarse metal de alto punto de fusión o metal de gran masa como el material de evaporación para la fuente de evaporación por arco para bombardeo uniforme, en uso de metal de bajo punto de fusión (por ejemplo, aleación de TiAl) como el material de evaporación para la fuente de evaporación por arco para deposición, el problema de que el metal de bajo punto de fusión inhabilita el tratamiento por bombardeo eficaz debido a su reducida relación de ionización, y el problema de la deposición de gotas sobre la superficie del sustrato puede resolverse.

Se sabe que hay una corriente de arco mínima para hacer funcionar de forma estable la fuente de evaporación por arco para deposición y la fuente de evaporación por arco para bombardeo, independientemente del tamaño de la superficie de evaporación. Esta corriente mínima varía dependiendo del material de evaporación y la atmósfera de gas. Cuando se usa un material tal como Ti o aleación de TiAl como el material de evaporación para deposición de película dura, generalmente, una corriente de al menos aproximadamente 80 A se necesita en un entorno en el cual el gas apenas se introduce o en un entorno para realizar bombardeo, y un valor de corriente más pequeño que éste hace a la descarga en arco inestable. En el proceso de bombardeo, se generan iones metálicos a partir de una fuente de evaporación en un estado en el que un voltaje negativo de no menos de varios cientos de V (en general, de aproximadamente -600 a -1000 V) se aplica al sustrato. Sin embargo, dado que el límite inferior de la corriente de arco a la fuente de evaporación está definido para funcionamiento estable tal como se ha descrito anteriormente, la cantidad de irradiación de iones metálicos también alcanza inevitablemente una cierta cantidad.

Por lo tanto, existe el siguiente problema en el bombardeo.

La descarga en arco estable requiere una mayor cantidad de entrada de energía al sustrato incluso con un valor de corriente mínimo y, particularmente, en un sustrato con pequeña capacidad térmica tal como una broca con diámetro pequeño, la temperatura del sustrato se eleva rápidamente. Para prevenir dicho aumento excesivo de la temperatura, las condiciones del proceso deben estar controladas en una unidad a corto plazo, de modo que el tiempo de bombardeo se ajuste a un corto periodo para repetir el bombardeo con intervalo de refrigeración. Por lo tanto, la controlabilidad es mala, y la productividad se reduce consecuentemente.

Además, como fuente de evaporación por arco, frecuentemente se usan dos o más fuentes de evaporación de tamaño relativamente pequeño con un diámetro de aproximadamente 50 a 180 mm, típicamente con un diámetro de aproximadamente 100 a 150 mm. Sin embargo, dado que el funcionamiento simultáneo de una serie de fuentes de evaporación requiere una fuente de energía de polarización de gran capacidad, y causa la pérdida por irradiación de una gran cantidad de iones metálicos, se produce el problema de incidencia frecuente de descarga anormal sobre el sustrato, además del aumento de sobrettemperatura del sustrato. Dado que la fuente de energía de polarización detiene temporalmente la salida en el caso de descarga anormal, no puede ejecutarse un proceso de bombardeo preciso si se produce frecuentemente descarga anormal en el transcurso del bombardeo de corta duración.

El documento JP 04 276062 A describe una fuente de vaporización para recubrimiento conectada a una fuente de energía de arco y un sustrato impreso con un voltaje de polarización procedente de una fuente de energía de polarización y aplicado con un potencial negativo que está provisto en un recipiente de vacío para constituir el dispositivo de deposición por arco.

### Resumen de la invención

Desde el punto de vista de los problemas mencionados anteriormente, la presente invención tiene un objeto para proporcionar un aparato de AIP que apenas causa aumento de sobrettemperatura o descarga anormal en el sustrato en el momento del bombardeo y, por lo tanto, tiene una controlabilidad del proceso satisfactoria.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato de recubrimiento iónico por arco tal como se define en la reivindicación 1.

Aspectos y características adicionales de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

El aparato de AIP de acuerdo con la presente invención comprende una cámara de vacío; un miembro móvil para mover un sustrato cargado dentro de dicha cámara de vacío, estando dicho miembro móvil provisto dentro de dicha cámara de vacío; una fuente de evaporación por arco para bombardeo para irradiar iones metálicos evaporados mediante descarga en arco con la superficie de dicho sustrato para limpiar la superficie, estando dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo provista dentro de dicha cámara de vacío; una pluralidad de fuentes de evaporación por arco para deposición para depositar iones metálicos evaporados mediante descarga en arco sobre la superficie de dicho sustrato, estando dichas fuentes de evaporación por arco para deposición provistas dentro

dicha cámara de vacío, caracterizado por que dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo está formada de modo que el área de superficie de evaporación de la misma es mayor que el área de superficie de evaporación de una fuente de evaporación por arco para deposición que tiene el área de superficie de evaporación más grande entre una pluralidad de dichas fuentes de evaporación por arco para deposición.

5 De acuerdo con este aparato de AIP, dado que la longitud de la cámara de vacío en la dirección vertical es más larga que la de la fuente de evaporación por arco para deposición, la cantidad de irradiación de iones metálicos por unidad de longitud en la dirección vertical de la fuente de evaporación por arco para bombardeo, con respecto a un valor de corriente mínimo necesario para la estabilización de la descarga en arco, puede reducirse, en comparación  
10 con la misma cantidad de irradiación iónica de la fuente de evaporación por arco para deposición. De acuerdo con esto, la cantidad de entrada de calor al sustrato y, por lo tanto, el aumento de sobretemperatura o la descarga anormal sobre el sustrato pueden suprimirse en el momento del bombardeo, lo que da como resultado la mejora de la controlabilidad del proceso.

15 La longitud en la dirección de la altura de la cámara de vacío de la fuente de evaporación por arco para bombardeo es preferiblemente tres veces mayor que la longitud en la misma dirección de la fuente de evaporación por arco para deposición, o preferiblemente de 0,5 a 2,0 m.

20 Como fuente de evaporación por arco para deposición, frecuentemente se adapta una que típicamente tiene una superficie de evaporación circular, con un diámetro de aproximadamente 50 a 180 mm, típicamente de aproximadamente 100 a 150 mm. Por lo tanto, usando una fuente de evaporación que tiene una longitud de tres veces mayor que la de la fuente de evaporación por arco para deposición o una longitud de no menos de 0,5 m para bombardeo, la cantidad de irradiación de iones metálicos en el valor mínimo de corriente de arco para funcionamiento estable puede reducirse a aproximadamente 1/3 por anchura del área de irradiación en la dirección  
25 de la altura de la cámara de vacío, en comparación con un caso que usa la fuente de evaporación por arco para deposición para bombardeo, y la cantidad de entrada de calor también puede reducirse al mismo nivel. El material de evaporación (diana) se vuelve difícil de fabricar si la longitud de la fuente de evaporación supera los 2 m. Por lo tanto, la longitud está preferiblemente controlada a no más de 2 m.

30 La fuente de evaporación por arco para bombardeo preferiblemente incluye una diana formada de un material de evaporación, con una bobina electromagnética formada a lo largo en la dirección de la altura de la cámara de vacío que está unida al lado posterior de la diana. Dicha bobina electromagnética permite la exploración del punto de arco en una forma de circuito de carreras a lo largo en la dirección de la longitud de la superficie de evaporación, dando como resultado el suministro uniforme de iones metálicos al sustrato en el momento del bombardeo. Además,  
35 permite un desgaste uniforme de la superficie de evaporación de la diana desde un punto de vista económico.

40 Como el sustrato mencionado anteriormente, una broca con pequeño diámetro es adecuada. De acuerdo con el aparato de AIP de la presente invención, puede prevenirse el fallo de corte que estaría causado por el ablandamiento del filo cortante, y puede garantizarse un rendimiento de corte satisfactorio.

45 De acuerdo con el aparato de AIP de la presente invención, la cantidad de irradiación de iones metálicos por unidad de longitud en la dirección vertical de la fuente de evaporación por arco para bombardeo, con respecto a un valor de corriente mínimo necesario para la estabilización de la descarga en arco, puede reducirse, en comparación con la misma cantidad de irradiación iónica de la fuente de evaporación por arco para deposición. Por lo tanto, la cantidad de entrada de calor al sustrato y, por lo tanto, el aumento de sobretemperatura o la descarga anormal en el sustrato pueden suprimirse en el momento del bombardeo, dando como resultado la mejora de la controlabilidad del proceso.

50 Además, desde un punto de vista más esencial, un medio para resolver los problemas de acuerdo con la presente invención es ajustar el área de la fuente de evaporación de una fuente de evaporación por arco para bombardeo más grande que el de una fuente de evaporación por arco para deposición. Esta estructura es capaz de reducir la cantidad de irradiación de iones metálicos por unidad de área del sustrato mediante la fuente de evaporación por arco para bombardeo, en comparación con la de mediante la fuente de evaporación por arco para deposición. Por consiguiente, la cantidad de entrada de calor al sustrato y, por lo tanto, el aumento de sobretemperatura o la descarga anormal sobre el sustrato puede suprimirse en el momento del bombardeo en el que el valor de corriente  
55 mínimo necesario para la estabilización de la descarga en arco es relativamente grande.

#### Breve descripción de los dibujos

60 Las figuras 1(A) y (B) ilustran esquemáticamente un aparato de AIP de acuerdo con una primera realización de la presente invención, en las que (A) es una vista lateral de sección en vertical de una cámara de vacío, y (B) es una vista en planta de la misma tomada desde la dirección de la flecha A de (A);

Las figuras 2(A) y (B) ilustran esquemáticamente un aparato de AIP de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, en las que (A) es una vista lateral de sección en vertical de una cámara de vacío, y (B) es una vista en planta de la misma tomada desde la dirección de la flecha A de (A);

65 Las figuras 3(A) y (B) ilustran esquemáticamente un aparato de AIP de acuerdo con una tercera realización de la presente invención, en las que (A) es una vista lateral de sección en vertical de una cámara de vacío, y (B) es

una vista en planta de la misma tomada desde la dirección de la flecha A de (A);

Las figuras 4(A) y (B) ilustran esquemáticamente un aparato de AIP de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención, en las que (A) es una vista lateral de sección en vertical de una cámara de vacío, y (B) es una vista en planta de la misma tomada desde la dirección de la flecha A de (A);

5 La figura 5 ilustra esquemáticamente un aparato de AIP de acuerdo con una quinta realización de la presente invención, y es una vista lateral de sección en vertical de una cámara de vacío;

La figura 6 es una vista en perspectiva de una fuente de evaporación por arco para bombardeo que tiene una forma rectangular en vista en planta;

10 La figura 7 es una vista en perspectiva de una fuente de evaporación por arco para bombardeo que tiene una forma de circuito de carreras en vista en planta;

Las figuras 8(A) y (B) ilustran una fuente de evaporación por arco para bombardeo provisto de una bobina electromagnética, en las que (A) es una vista frontal de la fuente de evaporación por arco para bombardeo y (B) es una vista de sección de la misma tomada a lo largo de la línea A-A de (A);

15 Las figuras 9(A) y (B) ilustran una fuente de evaporación por arco para bombardeo provista de una bobina electromagnética y una diana cilíndrica, en las que (A) es una vista frontal de la fuente de evaporación por arco para bombardeo y (B) es una vista de sección de la misma tomada a lo largo de la línea A-A de (A); y

Las figuras 10(A) y (B) ilustran esquemáticamente un aparato de AIP convencional, en las que (A) es una vista lateral de sección en vertical de una cámara de vacío, y (B) es una vista en planta de la misma tomada desde la dirección de la flecha A de (A).

20

### Descripción de las realizaciones preferidas

A continuación se describirán realizaciones del aparato de AIP de acuerdo con la presente invención en referencia a los dibujos.

25

Las figuras 1(A) y (B) ilustran un aparato de AIP de acuerdo con una primera realización, y los mismos números de referencia son asignados a los mismos miembros que en el aparato de AIP convencional mostrado en las figuras 10(A) y (B).

30

Este aparato de AIP comprende una cámara de vacío 1, y una mesa rotatoria 2 (correspondiente al "miembro móvil" de la presente invención) está provista en la parte inferior de la cámara de vacío 1 de modo que la superficie superior de la mesa es horizontal. La mesa rotatoria 2 está adaptada de modo que le hace girar un árbol giratorio 3 cuyo eje central está dispuesto a lo largo de la dirección de la altura (que puede denominarse "dirección longitudinal") de la cámara de vacío 1, y árboles planetarios 4 que sobresalen desde la superficie superior de la mesa rotatoria 2 giran alrededor de su propio eje mediante un mecanismo de engranaje planetario provisto dentro de la mesa rotatoria 2. Un soporte del sustrato 5 para soportar a un sustrato está montado de forma que pueda desprenderse sobre cada uno de los árboles planetarios 4. Por lo tanto, cada soporte del sustrato 5 se mueve horizontalmente en una dirección vertical con respecto a la dirección longitudinal (que puede denominarse "dirección lateral") mediante la rotación de la mesa rotatoria 2, y también gira alrededor de su propio eje, y el sustrato sujeto por el soporte del sustrato 5 mientras da vueltas mediante la rotación de la mesa rotatoria 2. Un voltaje negativo se aplica a la mesa rotatoria 2 mediante una fuente de energía de polarización (no se muestra), y este voltaje negativo se aplica a continuación a través del soporte del sustrato 5 a un sustrato cargado sobre él. La mesa rotatoria 2 puede no estar provista de ningún mecanismo de engranaje planetario para no hacer girar los soportes del sustrato, o puede estar adaptada para colocar directamente el sustrato sobre la mesa rotatoria sin usar el soporte del sustrato.

35

40

45

Una pluralidad (tres en la figura) de fuentes de evaporación 7A se disponen, como un grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7, sobre la superficie interna de la pared lateral de la cámara de vacío 1 sustancialmente a intervalos fijos en la dirección de la altura de la cámara de vacío 1. Por otro lado, una fuente de evaporación 9A que tiene forma rectangular en vista en planta se dispone, como un grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9, en la superficie interna de la pared lateral opuesta al grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7. Las fuentes de evaporación 7A y 9A están conectadas, respectivamente, a electrodos negativos de voltajes de arco 8 y 10, los electrodos positivos de los mismos estando conectados a la cámara de vacío 1. En caso contrario, los miembros de electrodo del ánodo pueden estar provistos en las proximidades de las fuentes de evaporación 7A y 9A para conectar los electrodos positivos de las fuentes de energía de arco a ellas.

50

55

60

65

Como fuentes de evaporación 7A del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7, aquellas que tienen típicamente una superficie de evaporación circular, con un diámetro que varía entre aproximadamente  $\phi$  50 y 180 mm, que varía típicamente entre  $\phi$  100 y 150 mm, se usan frecuentemente. Considerando que el vapor de iones metálicos evaporado desde las fuentes de evaporación se esparce ligeramente, las fuentes de evaporación 7A se disponen a intervalos de aproximadamente 1,5 a 2,5 veces el diámetro del área de superficie de evaporación. Una descarga en arco de vacío se genera en las fuentes de evaporación 7A con una corriente de arco generalmente de 50 a 300 A, de forma más general, de aproximadamente 80 a 150 A y un voltaje de arco de aproximadamente 15 a 40 V para evaporar dianas (materiales de evaporación) unidas a las fuentes de evaporación 7A, de modo que los iones metálicos son irradiados y depositados sobre los sustratos.

Por otro lado, la fuente de evaporación 9A usada como grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9 tiene forma rectangular en vista en planta con los lados largos estando dispuestos longitudinalmente y los lados cortos estando dispuestos lateralmente, tal como se muestra en la figura 6, y la superficie de evaporación de una diana T que es un material de evaporación tiene también forma rectangular en vista en planta. La fuente de evaporación 9A está adaptada de modo que iones metálicos de bombardeo son suministrados por una fuente de evaporación 9A en un área longitudinal de irradiación de iones metálicos que puede ser tratada por una pluralidad de fuentes de evaporación 7A del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7. La fuente de evaporación 9A se dispone en oposición al sustrato dentro de la cámara de vacío 1, y los extremos superior e inferior de su lado largo está ubicados en posiciones correspondientes al extremo superior de la fuente de evaporación superior 7A de la fuente de evaporación por arco para deposición 7 y el extremo inferior de la fuente de evaporación inferior 7A, respectivamente. La longitud lateral (del lado corto) de la fuente de evaporación 9A es sustancialmente la misma que el diámetro de la fuente de evaporación 7A. Un área de corriente de arco para accionar la fuente de evaporación por arco para bombardeo 9A se ajusta a un intervalo igual al de cada fuente de evaporación 7A del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7. De acuerdo con esto, la cantidad de iones metálicos por unidad de área a irradiar al sustrato puede reducirse a aproximadamente 1/3, y la entrada de calor por unidad de tiempo y por unidad de área a la superficie del sustrato en el bombardeo puede suprimirse de este modo a aproximadamente 1/3.

La corriente de descarga en arco en el bombardeo se ajusta preferiblemente de modo que un punto de arco se genere principalmente en la superficie diana con el fin de garantizar la uniformidad del bombardeo, y preferiblemente se mantenga en general a no más de 150 A, más preferiblemente a no más de 120 A. Por otro lado, dado que el fallo de arco en curso de bombardeo no se prefiere desde el punto de estabilidad de la descarga en arco, la corriente de arco se ajusta preferiblemente a no menos de 80 A, a la cual la descarga en arco se estabiliza.

El aparato de AIP de esta realización se usa de la misma manera que en el pasado, excepto que se ejecuta el bombardeo mediante el uso del grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9. Concretamente, el soporte del sustrato 5 cargado con el sustrato se coloca sobre la mesa rotatoria 2, la cámara de vacío 1 se evacua, el sustrato se es calentado mediante un calefactor provisto dentro de la cámara de vacío 1, el bombardeo se realiza mediante el uso del grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9, y una película funcional se forma sobre la superficie del sustrato mediante el uso del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7.

Dado que la fuente de evaporación por arco para bombardeo 9A formada de modo que su longitud longitudinal sea mayor que la de la fuente de evaporación por arco para deposición se usa en el aparato de AIP de esta realización, un aumento súbito de la temperatura del sustrato en el momento del bombardeo puede suprimirse y el sobrecalentamiento o similar, particularmente, en un sustrato con capacidad térmica pequeña, que era problemático en el pasado, puede resolverse. Dado que el tratamiento por bombardeo puede realizarse mediante el uso de una fuente de evaporación 9A, la capacidad de la fuente de energía de polarización puede minimizarse. Además, la frecuencia de descarga anormal se reduce mediante la reducción de la densidad iónica en las proximidades del sustrato. Y dado que el tiempo de bombardeo necesario para obtener el mismo efecto de bombardeo se ha prolongado varias veces, el tiempo de ajuste de las condiciones puede prolongarse para mejorar la controlabilidad, y la influencia del periodo de interrupción del voltaje de polarización en descarga anormal puede reducirse relativamente.

Como en la realización mencionada anteriormente, es eficaz para la prevención del sobrecalentamiento del sustrato en el bombardeo que la anchura del área de irradiación con iones metálicos longitudinal a tratar mediante una fuente de evaporación por arco para bombardeo se ajuste a no menos de 400 mm y, más preferiblemente, a no menos de 500 mm. Esto se basa en el conocimiento experimental de los inventores de la presente invención, y también coincidía con la siguiente descripción. Concretamente, una de las razones para ajustar el voltaje de polarización para deposición de la película a un valor de hasta -300 V es la prevención del sobrecalentamiento del sustrato. El valor de la corriente de arco para la deposición de la película en una fuente de evaporación con  $\phi$  100 mm es de 100 a 200 A, típicamente 150 A. Concretamente, tres fuentes de evaporación se accionan con un voltaje de polarización de 300 V y una corriente de arco de 150 A para irradiar iones metálicos en una anchura del área de irradiación longitudinal de 500 mm. En el proceso de bombardeo, las fuentes de evaporación se accionan con una corriente de arco de 80 a 120 A, típicamente 100 A, considerando el límite inferior de la corriente de arco, para aplicar un voltaje de polarización de -600 a -1000 V al sustrato. Cuando el voltaje máximo se supone de la misma manera que en la deposición de la película, una corriente de arco de 100 A y un voltaje de polarización de 1000 V son condiciones típicas en el bombardeo metálico.

Mediante la idea de (corriente de arco)  $\times$  (el número de fuentes de evaporación)  $\times$  (voltaje de polarización)  $\div$  (anchura del área de irradiación longitudinal) como una cantidad de entrada de calor instantánea, una anchura del área de irradiación para el bombardeo donde este valor en el bombardeo es igual al valor máximo en la deposición de la película (150 A  $\times$  3  $\times$  300 V/500 mm) puede determinarse como 370 mm mediante el cálculo. Concretamente, la extensión de la anchura del área de tratamiento en el bombardeo a esta anchura del área de irradiación o más conduce a la reducción del riesgo de sobrecalentamiento, y esto concuerda con el conocimiento experimental mencionado anteriormente aunque esto se basa en análisis groseros.

Dado que una fuente de evaporación 9A que tiene una anchura del área de irradiación longitudinalmente larga necesita una superficie de evaporación más larga que la anchura del área de irradiación longitudinal en aproximadamente 100 mm, la longitud longitudinal (lado largo) de la fuente de evaporación por arco para bombardeo 9A se ajusta adecuadamente a no menos de 500 mm, más preferiblemente a no menos de 600 mm. Por otro lado, dado que la longitud de la fuente de evaporación debe estar dentro de un intervalo fabricable de la diana, es apropiado ajustar la longitud máxima de la fuente de evaporación a aproximadamente 2 m o menos. Dado que una anchura del área de irradiación excesivamente aumentada conduce a la prolongación del tiempo de tratamiento por bombardeo, la anchura del área de irradiación para el grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo se ajusta preferiblemente a aproximadamente 1,2 m o menos. Si se necesita una anchura del área de irradiación mayor de ésta, una pluralidad de fuentes de evaporación por arco para bombardeo pueden yuxtaponerse en la dirección longitudinal y usarse como grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo.

Un aparato de AIP de acuerdo con una segunda realización de la presente invención se describirá brevemente en referencia a la figura 2. En otras realizaciones que se describirán a continuación así como la segunda realización, los mismos números de referencia se asignan a los mismos miembros que en el aparato de AIP de la primera realización.

En este aparato de AIP, en contraste con el aparato de AIP de acuerdo con la primera realización, dos líneas de grupos de fuentes de evaporación cada uno compuesto por tres fuentes de evaporación 7A yuxtaponidas verticalmente están provistas a una distancia de 90° en la dirección circunferencial de la cámara de vacío. En esta realización, dado que la deposición de la película se realiza mediante el uso de las dos líneas de grupos de fuentes de evaporación, puede realizarse una velocidad de deposición de la película doble, en comparación con el aparato de la primera realización. Dado que el bombardeo se realiza mediante el uso de una fuente de evaporación rectangular 9A análogamente a la primera realización, no se producen problemas tales como sobrecalentamiento en el proceso de bombardeo. Dianas de diferentes materiales están unidas a fuentes de evaporación 7A de cada línea del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7, con lo cual puede realizarse la deposición de una película multicapa compuesta por dos tipos de películas.

Un aparato de AIP de acuerdo con una tercera realización de la presente invención se describirá brevemente en referencia a la figura 3. Aunque las fuentes de evaporación 7A del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7 están alineadas longitudinalmente en los aparatos de AIP de acuerdo con las primera y segunda realizaciones, las fuentes de evaporación 7A no están necesariamente alineadas, pueden disponerse en la dirección circunferencial de la cámara de vacío 1, como en este aparato de AIP, mientras se desplazan las posiciones longitudinales gradualmente. Incluso con dicha disposición del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7, también, el recubrimiento uniforme de la superficie del sustrato puede realizarse mediante la rotación de la mesa rotatoria 2 y la rotación del soporte del sustrato 5 dentro de la cámara de vacío 1.

Un aparato de AIP de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención se describirá brevemente en referencia a la figura 4. Este aparato de AIP comprende dos líneas de grupos de fuentes de evaporación cada una compuesta por tres plataformas longitudinales de fuentes de evaporación 7A, que están provistas en la dirección circunferencial de la cámara como fuente de evaporación por arco para deposición análogamente al aparato de AIP de la tercera realización, pero las fuentes de evaporación 7A de cada línea se disponen mientras se desplazan las posiciones longitudinales en 1/2 del espacio de montaje de las fuentes de evaporación 7A. De acuerdo con esto, puede obtenerse el recubrimiento con una alta uniformidad adicional.

Un aparato de AIP de acuerdo con una quinta realización de la presente invención se describirá brevemente en referencia a la figura 5. Este aparato de AIP es igual que el aparato de AIP de la primera realización para la disposición circunferencial del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7 y el grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9. Sin embargo, el grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7 está compuesto por seis fuentes de evaporación 7A, y el grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9 está compuesto por dos fuentes de evaporación 9A. De acuerdo con esta estructura, puede realizarse un tratamiento de alto volumen, y la carga térmica al sustrato en curso de bombardeo puede reducirse a 1/3 de los casos convencionales.

Como material de la diana para la fuente de evaporación por arco para bombardeo, pueden usarse metales que incluyen diversas aleaciones en las realizaciones primera a quinta y, por ejemplo, pueden usarse adecuadamente Ti o Cr como material.

En cada una de las realizaciones, la fuente de evaporación rectangular (la fuente de evaporación de la primera realización) mostrada en la figura 6 se usa como fuente de evaporación 9A del grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9. Sin embargo, la fuente de evaporación por arco para bombardeo en la presente invención no está limitada a ésta y, por ejemplo, puede usarse una fuente de evaporación 9B que tiene una forma externa similar a un circuito de carreras en vista en planta y que comprende una diana T con una superficie de evaporación similar a un circuito de carreras en vista en planta tal como se muestra en la figura 7. La fuente de evaporación 9B también se dispone de modo que su longitud (eje largo) se disponga a lo largo de la dirección longitudinal. Además, tal como se muestra en las figuras 8(A) y (B), una fuente de evaporación por arco para bombardeo 9C en la que una

bobina electromagnética en forma de circuito de carreras se dispone en el lado posterior de la diana T puede adaptarse. Generando un campo magnético mediante esta bobina C, un punto de arco generado en la superficie de evaporación puede guiarse en una forma de circuito de carreras sobre la superficie de evaporación de la diana. De acuerdo con esto, el vapor a irradiar desde la fuente de evaporación por arco para bombardeo al sustrato puede uniformizarse adicionalmente.

Además, como otra realización mostrada en las figuras 9 (A) y (B), una fuente de evaporación por arco para bombardeo 9D que comprende una diana T de forma cilíndrica, estando ambos extremos de la misma cerrados por miembros de cierre de arco 12, y una bobina electromagnética en forma de circuito de carreras C dispuesta en el interior de la diana cilíndrica T tal como se muestra en la figura 9(B) pueden adaptarse. En esta fuente de evaporación 9D, un campo magnético en forma de circuito de carreras es generado por la bobina electromagnética C, con lo cual el punto de arco puede ser explorado en una forma de circuito de carreras para irradiar uniformemente el vapor al sustrato. Además, es preferible hacer a la diana cilíndrica giratoria en un estado en el que la pista de exploración del punto de arco correspondiente a la bobina C dispuesta en la forma de circuito de carreras se mantenga en una posición opuesta al sustrato. De acuerdo con esto, la diana puede desgastarse uniformemente.

En las fuentes de evaporación que usan bobina electromagnética (por ejemplo, las fuentes de evaporación 9C y 9D), un imán permanente que forma un campo magnético de una forma correspondiente puede disponerse sobre la superficie de la diana en lugar de la bobina electromagnética.

Además, como fuente de evaporación por arco para bombardeo, una diana similar a una barra redonda maciza puede disponerse en la dirección longitudinal y usarse. En este caso, es preferible conectar electrodos negativos de diferentes fuentes de energía de arco tanto a extremos superiores como inferiores de la misma para suministrar de forma alterna la corriente de arco a suministrar a la fuente de evaporación desde ambos extremos. Dado que el punto de arco para generar vapor en la diana tiende a ser explorado hacia el extremo del lado de suministro de la corriente de arco, el punto de arco puede ser explorado ampliamente además sobre toda la superficie de la superficie de evaporación de la diana cilíndrica suministrando de forma alterna la corriente de arco a la fuente de evaporación desde ambos extremos, y el vapor de iones metálicos puede suministrarse uniformemente al sustrato.

En cada una de las realizaciones mencionadas anteriormente, la fuente de evaporación por arco para bombardeo tiene una forma en la que la longitud longitudinal (en la dirección de la altura de la cámara de vacío) es mayor que la longitud lateral. La razón para esto es que, dado que la cámara de vacío tiene forma redonda en vista superior desde la vista de la estructura resistente a la presión, la superficie de evaporación debe ser curva si la fuente de evaporación se prolonga lateralmente, y esto no es realista. Desde este punto, una forma prolongada longitudinalmente es práctica para el aumento del área de superficie de evaporación de la fuente de evaporación por arco para bombardeo.

La presente invención no está limitada a las fuentes de evaporación por arco para bombardeo o las fuentes de evaporación por arco para deposición tal como se han descrito en cada realización. Un aparato de recubrimiento iónico por arco que comprende un miembro móvil, una fuente de evaporación por arco para bombardeo y una fuente de evaporación por arco para deposición dispuestas de modo que la irradiación de iones metálicos al sustrato pueda realizarse eficazmente, en el que la fuente de evaporación por arco para bombardeo está formada de modo que el área de superficie de evaporación sea mayor que el de una fuente de evaporación por arco para deposición con el área de superficie de evaporación más grande de una pluralidad de fuentes de evaporación por arco para deposición, está incluido en el alcance de la presente invención. En dicho aparato, el número de fuentes de evaporación por arco para deposición es necesariamente mayor que el número de fuentes de evaporación por arco para bombardeo. Dado que los destinos de la irradiación de iones metálicos en el bombardeo y en la deposición de la película son el mismo sustrato, el número de fuentes de evaporación debe aumentar en la deposición de la película donde el área de irradiación que puede ser compartida por una fuente de evaporación es pequeña.

Concretamente, la presente invención pretende principalmente proporcionar una estructura capaz de reducir la cantidad de irradiación de iones metálicos por unidad de área por fuente de evaporación por arco para bombardeo, con respecto al valor de corriente mínimo necesario para la estabilización de la descarga en arco, en comparación con la cantidad de irradiación de iones metálicos por unidad por fuente de evaporación por arco para deposición ajustando el área de la fuente de evaporación de una fuente de evaporación por arco para bombardeo mayor que el de una fuente de evaporación por arco para deposición.

Ejemplos de deposición de la película a un sustrato usando el aparato de AIP de la primera realización se describirán concretamente. La presente invención no debe interpretarse de forma definitiva mediante estos ejemplos de deposición de la película.

#### [Ejemplos]

Tres fuentes de evaporación 7A que tienen una superficie de evaporación de 100 mm de diámetro se dispusieron longitudinalmente en línea como un grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición 7. Una fuente de evaporación 9A se usó como un grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo 9. La fuente de

- evaporación por arco para bombardeo 9A que tiene una forma rectangular con un lado largo de 600 mm y un lado corto de 100 mm se dispuso en la superficie interna de la pared lateral de la cámara de vacío 1 de modo que el lado largo se disponía a lo largo de la dirección longitudinal, con lo cual una anchura del área longitudinal de irradiación de iones metálicos opuesta al soporte del sustrato 5 se forma en 500 mm. Como sustratos, una pieza de ensayo hecha de acero de alta velocidad (dimensiones: 12 mm × 12 mm × 5 mm) y una broca hecha de acero de alta velocidad de 3 mm de diámetro se cargaron en el soporte montados en cada árbol planetario 4 de la mesa rotatoria 2. Una diana de Ti se unió a cada fuente de evaporación 7A, 9A. El número revoluciones de la mesa rotatoria 2 en bombardeo y deposición de la película se ajustó a 2 rpm.
- 10 Como ejemplo de deposición de la película mediante un método convencional (ejemplo convencional), se realizaron tratamiento por bombardeo y deposición de la película de TiN de una manera descrita a continuación usando solamente el grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición sin la fuente de evaporación por arco para bombardeo.
- 15 (1) La cámara de vacío se evacuó, y el sustrato se calienta a una temperatura del sustrato de 400°C mediante un calefactor radiante equipado en la cámara de vacío.  
 (2) Cada fuente de evaporación del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición se accionó a una corriente de arco de 100 A, y se ejecutó el tratamiento de bombardeo metálico durante 5 minutos a un voltaje de polarización de -1000 V.
- 20 (3) Después del tratamiento de bombardeo, cada fuente de evaporación del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición se accionó a una corriente de arco de 150 A, una película de TiN de aproximadamente 3 μm se formó a un voltaje de polarización de -50 V mientras se introducía nitrógeno gaseoso a una presión de 3,9 Pa seguido por enfriamiento durante 30 minutos, y el sustrato tratado se extrajo.
- 25 En el ejemplo convencional descrito anteriormente, el tiempo requerido para la deposición de la película de 3 μm de TiN era de 90 minutos, y el tiempo total del ciclo desde el comienzo del vacío hasta la extracción era de 3 horas y 15 minutos.
- 30 Como ejemplo de deposición de la película mediante un método comparativo (ejemplo comparativo), el tratamiento de bombardeo y el tratamiento de deposición de la película se llevaron a cabo de la siguiente manera usando solamente la fuente de evaporación por arco para bombardeo.
- (1) El mismo que (1) del ejemplo comparativo.  
 (2) La fuente de evaporación por arco para bombardeo se accionó a una corriente de arco de 100 A, y el tratamiento de bombardeo metálico se ejecutó a un voltaje de polarización de -1000 V durante 15 minutos.  
 (3) Después del tratamiento de bombardeo, la fuente de evaporación por arco para bombardeo se accionó a una corriente de arco de 150 A, una película de TiN de aproximadamente 3 μm se formó a un voltaje de polarización de -50 V mientras se introducía nitrógeno gaseoso a una presión de 3,9 Pa seguido por enfriamiento durante 30 minutos, y el sustrato resultante se extrajo.
- 40 En el ejemplo comparativo descrito anteriormente, el tiempo requerido para la deposición de la película de 3 μm de TiN era de aproximadamente 5 horas, y el tiempo total del ciclo desde el comienzo del vacío hasta la extracción era de 7 horas.
- 45 A continuación, como ejemplo de deposición de la película mediante el uso original del aparato de AIP de las realizaciones (ejemplo de la invención), el tratamiento de bombardeo usando la fuente de evaporación por arco para bombardeo y el tratamiento de deposición de la película usando el grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición se realizaron de la siguiente manera.
- 50 (1) El mismo que (1) del ejemplo convencional.  
 (2) La fuente de evaporación por arco para bombardeo se accionó a una corriente de arco de 100 A, y el tratamiento de bombardeo metálico se ejecutó a un voltaje de polarización de -1000 V durante 15 minutos.  
 (3) Después del tratamiento de bombardeo, cada fuente de evaporación del grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición se accionó a una corriente de arco de 150 A, la película de TiN de aproximadamente 3 μm se formó a un voltaje de polarización de -50 V mientras se introducía nitrógeno gaseoso a una presión de 3,9 Pa seguido por enfriamiento durante 30 minutos, y el sustrato resultante se extrajo.
- 55 En el ejemplo de la invención descrito anteriormente, el tiempo requerido para la deposición de la película de 3 μm de TiN era de 90 minutos, y el tiempo total del ciclo desde el comienzo del vacío hasta la extracción era de 3 horas y 25 minutos.
- 60 Excepto el ejemplo comparativo que es aparentemente inferior en productividad, las deposiciones de la película en el ejemplo convencional y el ejemplo de la invención se evaluaron con respecto a cada elemento de la Tabla 1. Los resultados se muestran conjuntamente en la Tabla 1.
- 65

[Tabla 1]

Elemento de evaluación	Ejemplo convencional	Ejemplo de la invención
Aspecto de la película de TiN en la pieza de ensayo	Satisfactorio	Satisfactorio
Adhesividad (método de impresión de Rockwell)	Satisfactoria	Satisfactoria
Evaluación para el ablandamiento del borde cortante en corte de ensayo mediante un broca de $\phi$ 3 mm	Se observó ablandamiento en aproximadamente el 30% de las brocas.	No se observó ablandamiento.
Corriente de polarización en el bombardeo	13-18 A	5-6 A
Descarga anormal	Se producía aproximadamente 120 veces en 3 min. después del comienzo del bombardeo	Se producía aproximadamente 54 veces en 4 min. después del comienzo del bombardeo
Otros	-	Las gotas eran reducidas en comparación con la película convencional

5 Tal como es evidente a partir de la Tabla 1, no se observó ninguna diferencia significativa en las características para la película en la pieza de ensayo entre ambas deposiciones de la película. Sin embargo, el fallo de corte que podría resultar del ablandamiento del borde cortante se observó parcialmente en el ejemplo convencional, mientras que dicho problema no era provocado en el ejemplo de la invención.

10 La corriente de polarización se reduce obviamente en el ejemplo de la invención, y el tratamiento de bombardeo podía realizarse por lo tanto mediante el uso de una fuente de energía de polarización de capacidad más pequeña. El punto perceptible es la descarga anormal que es detectada por la fuente de energía de polarización. En el ejemplo convencional, la descarga anormal se producía durante 3 minutos en la fase anterior del tratamiento de bombardeo, y era solamente durante los dos minutos finales cuando la aplicación de voltaje podía realizarse sin descarga anormal. Dado que la fuente de energía de polarización interrumpe la salida durante la detección de la descarga anormal, y reinicia las aplicaciones de voltaje después de reposar, un estado donde voltaje de polarización normal no se aplica se establece durante la generación de descarga anormal. Por otro lado, en el ejemplo de la invención, el tiempo de aplicación del voltaje normal es relativamente prolongado dado que la duración del bombardeo era aproximadamente tres veces además de la tendencia de reducir la frecuencia de descarga anormal, y la reproducibilidad del proceso de deposición de la película mejoraba adicionalmente.

20 Además, como resultado de la observación microscópica de la película sobre la pieza de ensayo, las macropartículas mezcladas en la película se reducían en el ejemplo de la invención. Esto es atribuible a que, dado que la carga térmica por unidad de área se reduce mediante la extensión del área de la fuente de evaporación por arco para bombardeo, la cantidad de micropartículas generadas en el transcurso del bombardeo se redujo.

25 Un aparato de recubrimiento iónico por arco se define mediante las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de recubrimiento iónico por arco, que comprende:

- 5 una cámara de vacío (1);  
 un miembro móvil (2) para mover un sustrato cargado dentro de dicha cámara de vacío (1), estando dicho miembro móvil (2) provisto dentro de dicha cámara de vacío (1);  
 una fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) para irradiar iones metálicos evaporados mediante descarga en arco con la superficie de dicho sustrato para limpiar la superficie, estando dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) provista dentro de dicha cámara de vacío (1);  
 10 una pluralidad de fuentes de evaporación por arco para deposición (7A) para depositar iones metálicos evaporados mediante descarga en arco sobre la superficie de dicho sustrato, estando dichas fuentes de evaporación por arco para deposición (7A) provistas dentro de dicha cámara de vacío (1),  
**caracterizado por que**  
 15 dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) está formada de modo que el área de superficie de evaporación de la misma sea mayor que el área de superficie de evaporación de una fuente de evaporación por arco para deposición (7A) que tiene el área de superficie de evaporación más grande entre una pluralidad de dichas fuentes de evaporación por arco para deposición (7A).
- 20 2. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la longitud de dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) en la dirección de la altura de la cámara de vacío (1) es más larga que la longitud de dicha fuente de evaporación por arco para deposición (7A) en la dirección de la altura de la cámara de vacío (1).
- 25 3. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la longitud de dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) en la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1) es tres veces mayor que la longitud de dicha fuente de evaporación por arco para deposición (7A) en la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1).
- 30 4. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, en el que la longitud de dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) en la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1) es de 0,5 a 2,0 m.
- 35 5. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el área de superficie de evaporación de dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) es tres veces mayor que el área de superficie de evaporación de dicha fuente de evaporación por arco para deposición (7A) que tiene el área de superficie de evaporación más grande entre una pluralidad de dichas fuentes de evaporación por arco para deposición (7A).
- 40 6. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho miembro móvil (2) mueve al sustrato, que está cargado de modo que la dirección de la longitud del sustrato corresponde a la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1), en una dirección rectangular a la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1);  
 dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) constituye un grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo (9) compuesto por dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) dispuesta en oposición a dicho sustrato sin solaparse mutuamente en la dirección de la altura de dicho canal de vacío (1), y  
 45 dicha fuente de evaporación por arco para deposición (7A) constituye un grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición (7) compuesto por una pluralidad de dichas fuentes de evaporación por arco para deposición (7A) dispuestas en oposición a dicho sustrato sin solaparse mutuamente en la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1).  
 50
7. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dichas fuentes de evaporación por arco para bombardeo (9A) que constituyen dicho grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo (9) tienen sustancialmente las mismas dimensiones, y dichas fuentes de evaporación por arco para deposición (7A) que constituyen dicho grupo de fuentes de evaporación por arco para deposición (7) tienen sustancialmente las mismas dimensiones.  
 55
8. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha fuente de evaporación por arco para bombardeo (9A) tiene una diana formada por un material de evaporación, y una bobina electromagnética formada a lo largo de la dirección de la altura de dicha cámara de vacío (1) está unida al reverso de dicha diana.  
 60
9. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo (9) está compuesto por una pluralidad de fuentes de evaporación por arco para bombardeo (9A) dispuestas en oposición a dicho sustrato sin solaparse mutuamente en la dirección de la altura de dicha cámara.  
 65

10. El aparato de recubrimiento iónico por arco de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho grupo de fuentes de evaporación por arco para bombardeo (9) está compuesto por una fuente de evaporación opuesta a dicho sustrato.

FIG. 1 A

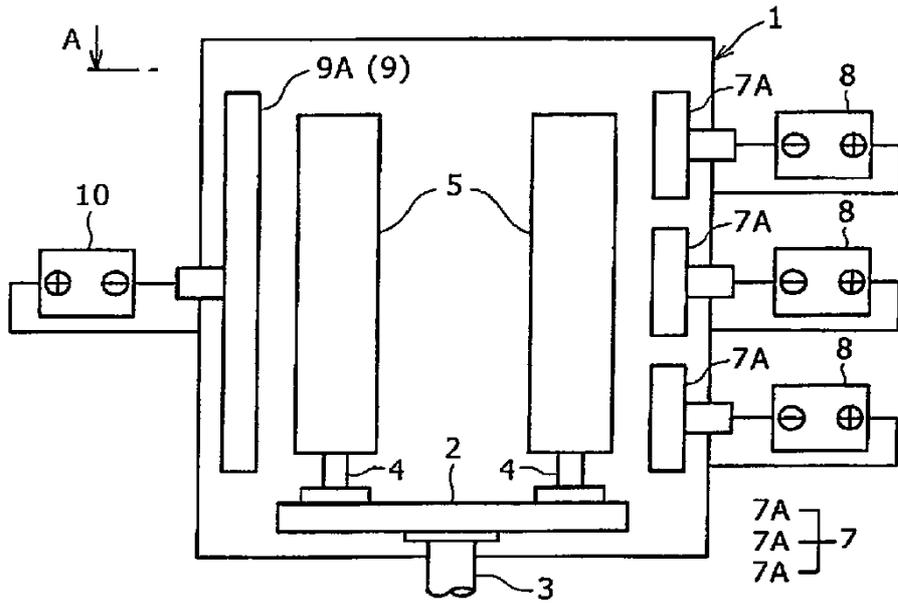


FIG. 1 B

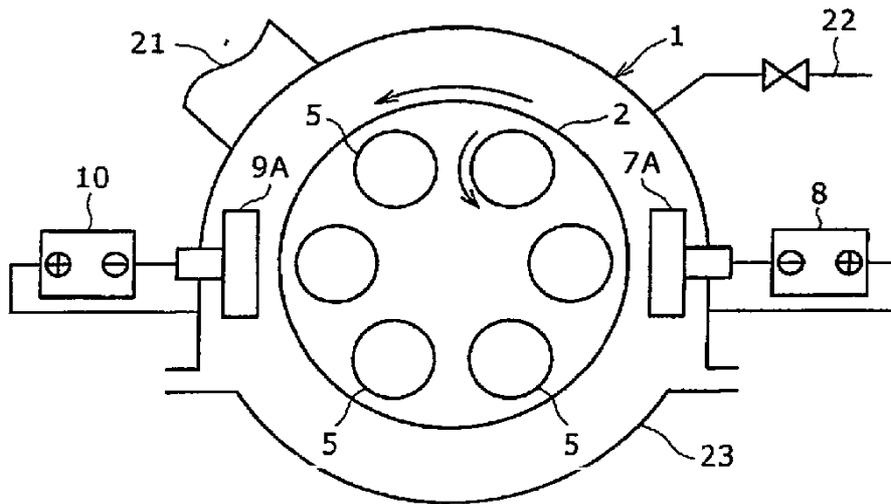


FIG. 2 A

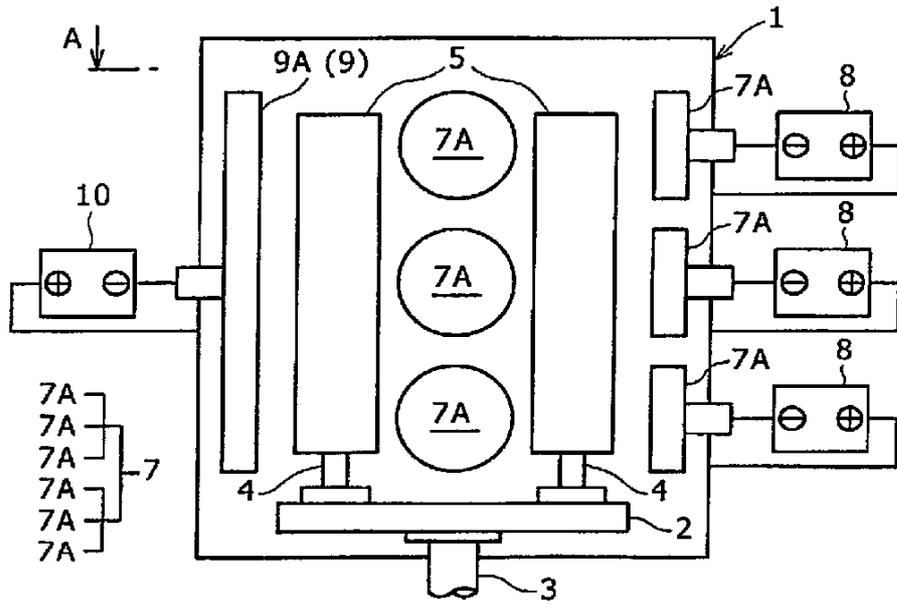


FIG. 2 B

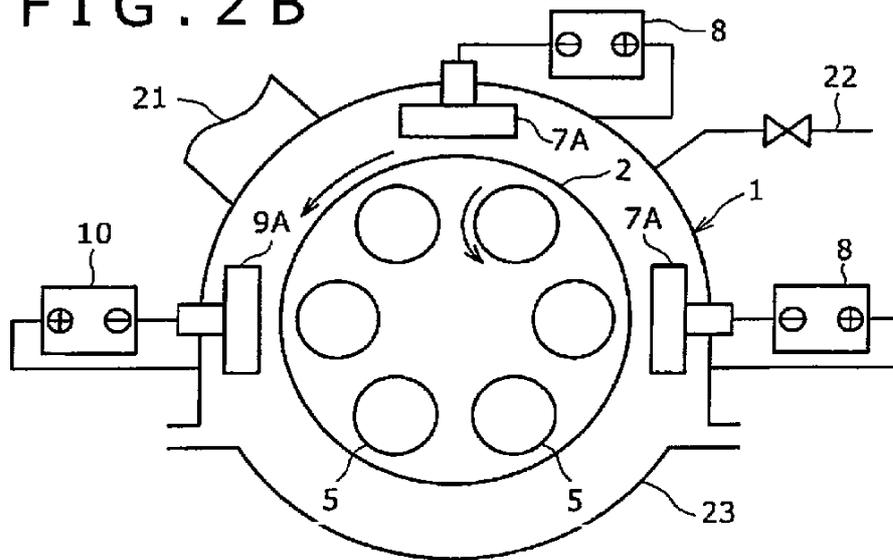


FIG. 3 A

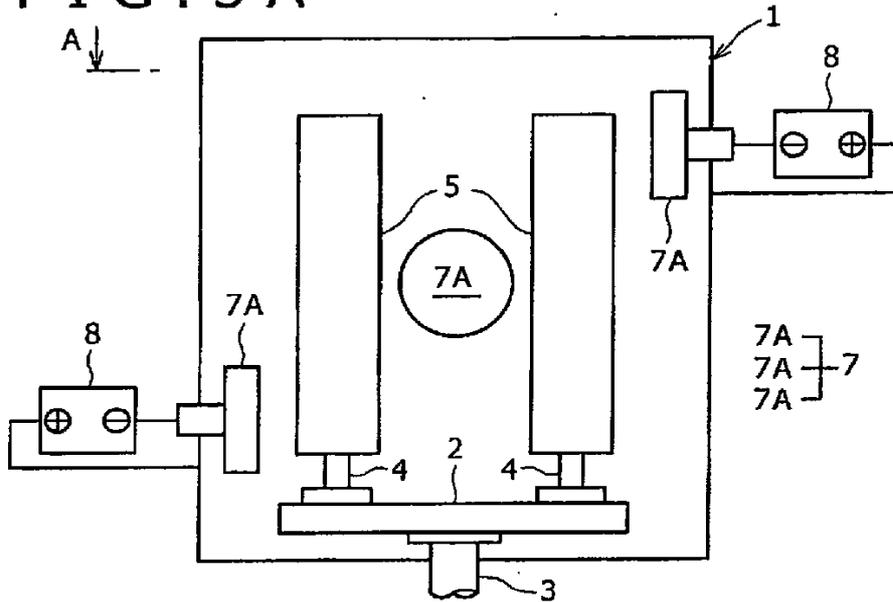


FIG. 3 B

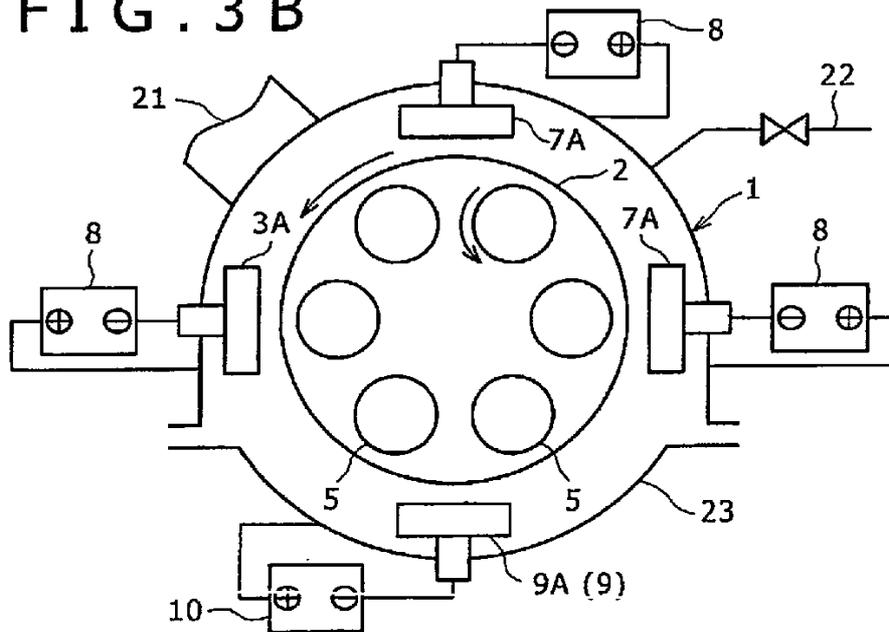


FIG. 4 A

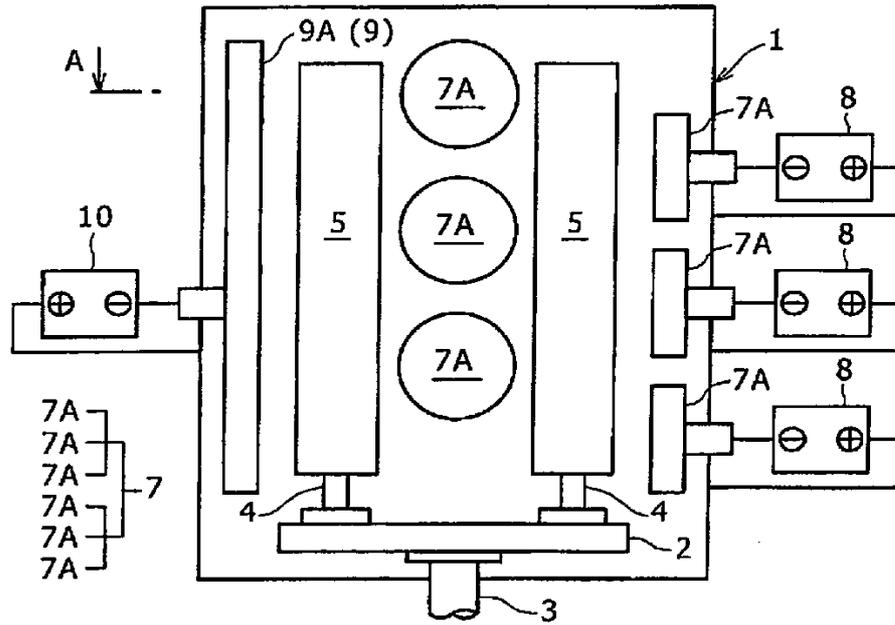


FIG. 4 B

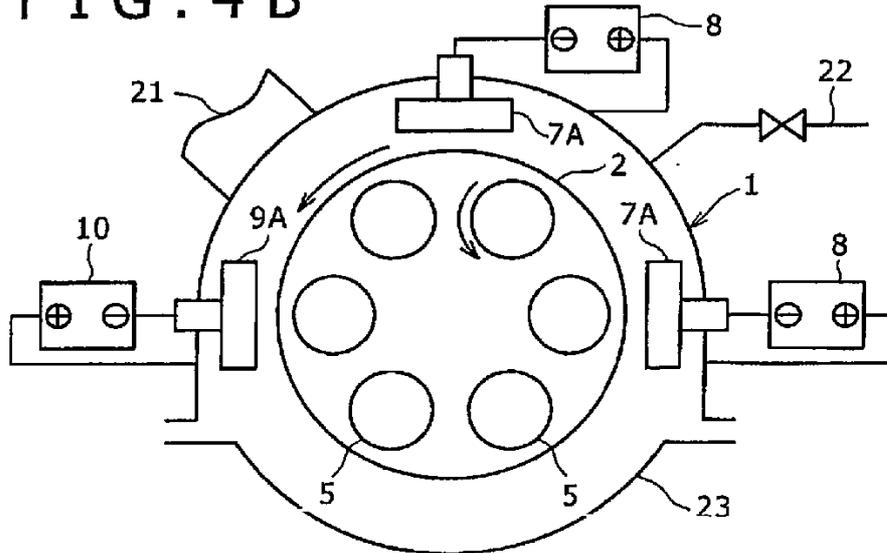


FIG. 5

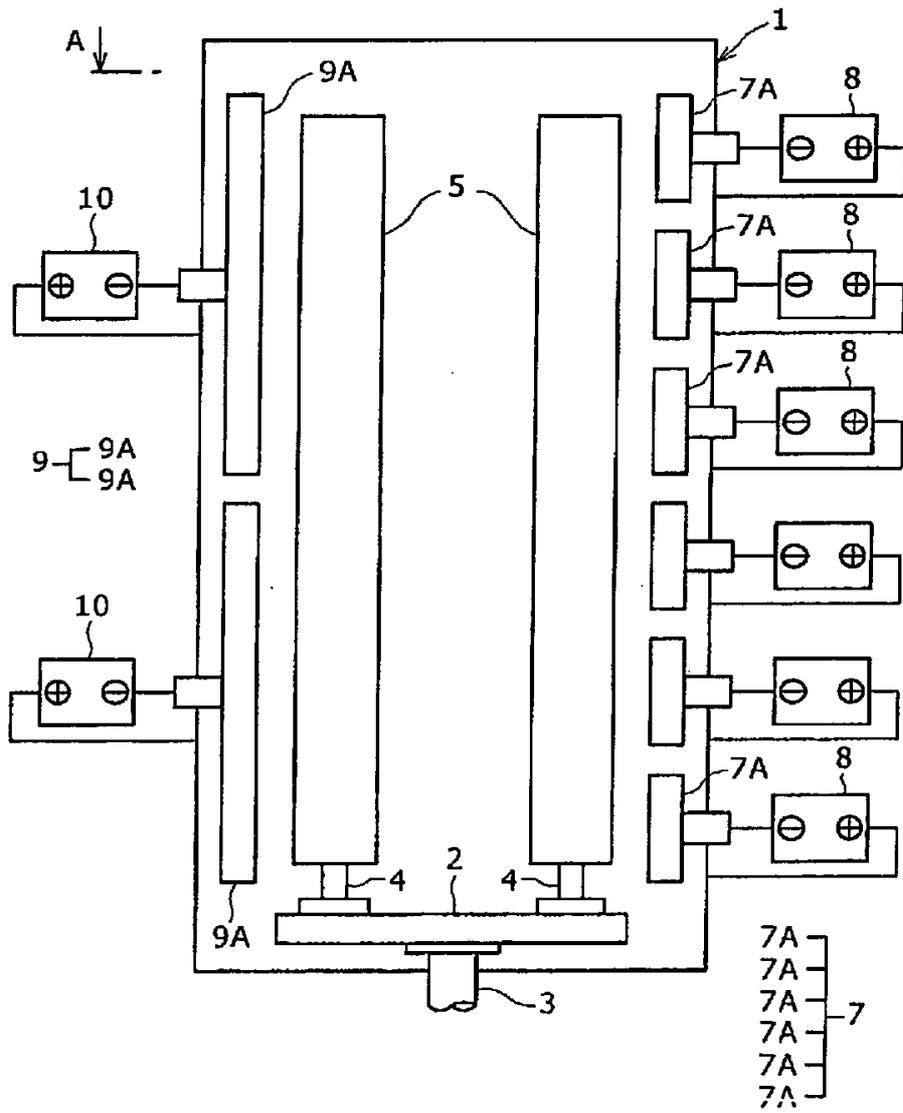


FIG. 6

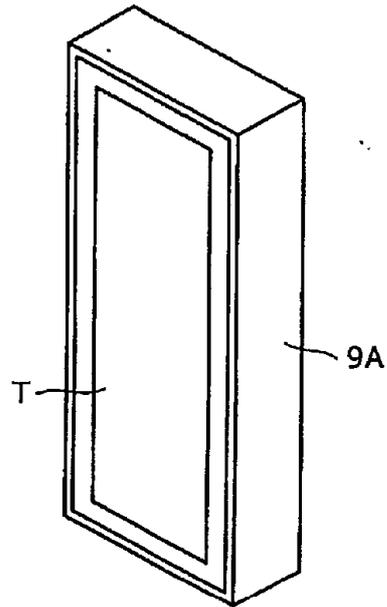


FIG. 7

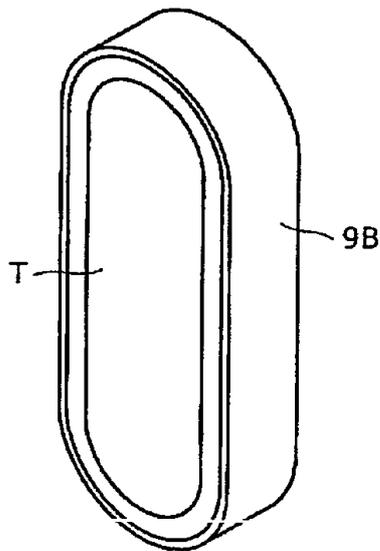


FIG. 8 A

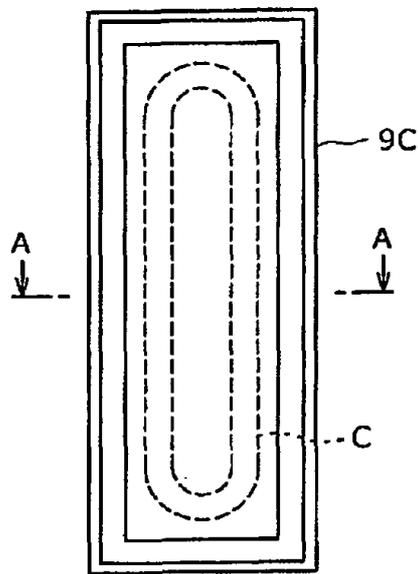


FIG. 8 B

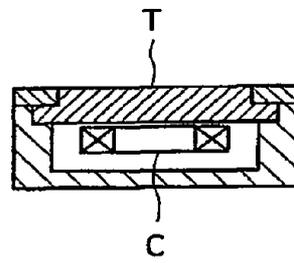


FIG. 9 A

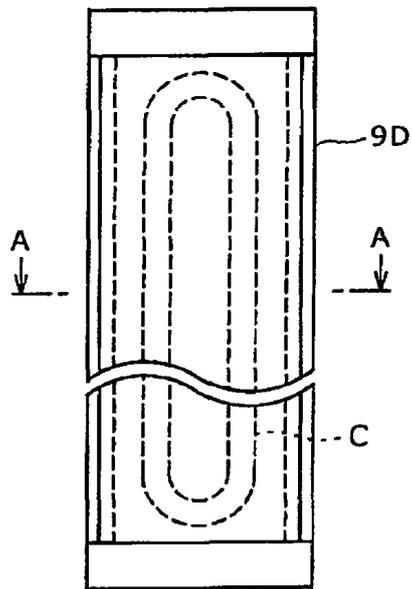


FIG. 9 B

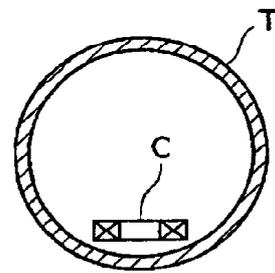


FIG. 10 A

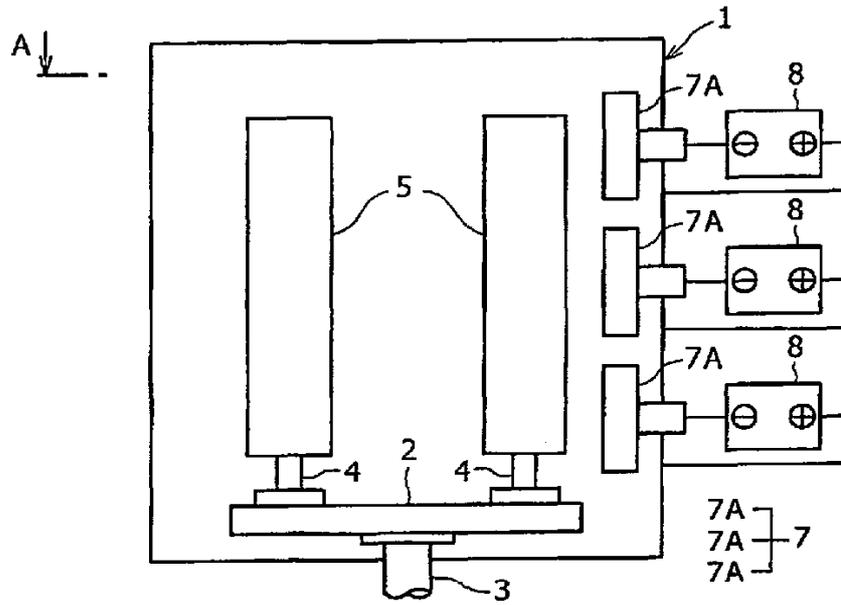


FIG. 10 B

