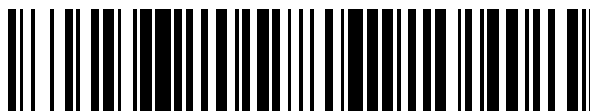


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 048**

51 Int. Cl.:

**C23C 14/02** (2006.01)

**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: **16.05.2011 E 11789394 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2578722**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento de bombardeo de iones, y método para la limpieza de la superficie del material base usando el dispositivo de tratamiento**

30 Prioridad:

**01.06.2010 JP 2010125830**

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

**19.01.2015**

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (100.0%)  
10-26 Wakinohama-cho 2-chome Chuo-ku Kobe-shi  
Hyogo 651-8585, JP**

72 Inventor/es:

**GOTO, NAOYUKI;  
NOMURA, HOMARE;  
ADACHI, SHIGETO y  
FUJIOKA, KOUMEI**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 527 048 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de tratamiento de bombardeo de iones, y método para la limpieza de la superficie del material base usando el dispositivo de tratamiento

5

### Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de tratamiento de bombardeo de iones capaz de limpiar una superficie de un material base como un pre-tratamiento de una formación de película, y un método para la limpieza de la superficie del material base usando este aparato de tratamiento.

10

### Antecedentes de la técnica

Convencionalmente, con el fin de mejorar la resistencia a la abrasión de una herramienta de corte y mejorar una característica de deslizamiento de una superficie de deslizamiento de una pieza mecánica, se forma una película dura (de, por ejemplo, TiN, TiAlN, CrN, o similar) sobre un material base (objeto de formación de película) mediante el método de deposición física de vapor (PVD). Un aparato usado para formar tal película dura incluye, por ejemplo, un aparato de deposición física de vapor tal como un aparato de revestimiento metálico de iones por arco y un aparato de pulverización.

15

20

En tal aparato de deposición física de vapor, con el fin de mejorar la adhesión de la película que debe formarse, se sabe que una superficie del material base se purifica (limpia) antes de formar la película. Este pre-tratamiento incluye una limpieza de calentamiento con bombardeo de electrones y un método para limpiar generando iones de gases inertes pesados, tales como los iones de argón con descarga de plasma e irradiando los iones de gas inerte desde este plasma al material base con el fin de calentar la superficie (método de tratamiento de bombardeo de iones).

25

Como una técnica para realizar el pre-tratamiento de la formación de la película descrito anteriormente, el documento 1 de patente describe un aparato para limpiar una superficie o calentar un material base antes de la formación de la película. En este aparato, una fuente de evaporación por arco que incluye un obturador, que puede abrirse y cerrarse con respecto al material base, y un ánodo independiente de esta fuente de evaporación por arco en una cámara. Un gas inerte tal como un gas de argón se introduce en la cámara, los iones de argón se generan usando una descarga de arco provocada entre la fuente de evaporación por arco, cuya superficie frontal está cubierta por el obturador y la cámara, y los iones de argón se irradian a la superficie del material base que tiene un potencial negativo aplicando un potencial entre el ánodo y el material base. De este modo, en el aparato divulgado en el documento 1 de patente, se limpia la superficie del material base.

30

35

El documento 2 de patente divulga una técnica de limpieza de una superficie de un material base formando una descarga de arco (fuente de suministro de plasma) en un espacio que oscila verticalmente sobre la altura de tratamiento del material base o no menos que esta altura de tratamiento en el lado circunferencial interior o en el lado circunferencial exterior del material base colocado alrededor de un eje centrado de manera vertical en una cámara de vacío, e irradiando unos iones de argón generados en la misma al material base al que se aplica la tensión de polarización negativa.

40

Sin embargo, en el aparato anterior del documento 1 de patente, se eleva la temperatura del obturador para cubrir la superficie frontal de la fuente de evaporación por arco, y se eleva también la temperatura del material base después de recibir el calor de radiación del mismo. Por lo tanto, este aparato divulgado en el documento 1 de patente no se aplica fácilmente a un material base que necesita un tratamiento a una temperatura baja tal como un material de temple. Dado que las gotitas de la fuente de evaporación por arco se unen al obturador, se necesita un mantenimiento frecuente. Además, puesto que la fuente de evaporación no puede estar completamente cubierta por el obturador, existe un temor de que algunas gotitas se unan al material base. Además, este aparato divulgado en el documento 1 de patente es la técnica que usa sustancialmente un blanco de titanio. Sin embargo, puesto que el aparato necesita un espacio demasiado grande para solo un mecanismo de limpieza mediante un tratamiento de bombardeo de iones, su coste es elevado.

45

50

55

Mientras tanto, el aparato divulgado en el documento 2 de patente es para cargar un gas en una cámara de electrodo negativo proporcionada por separado en una parte superior de la cámara de vacío con el fin de generar una diferencia de presión (gradiente de presión) entre la presión interna de la cámara de electrodo negativo y la presión interna de la cámara de vacío, y usando este gradiente de presión, inyectar rápidamente el gas en la cámara de electrodo negativo en la cámara de vacío desde una pequeña abertura, con el fin de generar plasma a lo largo del eje centrado verticalmente.

60

Sin embargo, esto es esencial para cargar el gas en la cámara de electrodo negativo a la presión predeterminada con el fin de generar el gradiente de presión. Existe una necesidad de ajustar rigurosamente un diámetro de la abertura pequeña con el fin de inyectar rápidamente el gas en la cámara de vacío. Ya que una parte periférica de la abertura pequeña formada de molibdeno caro o similar siempre está expuesta a un chorro de gas, la parte periférica

65

se desgasta de manera severa. Por lo tanto, se aumenta una carga económica. Con el fin de limpiar uniformemente la superficie del material base, es inevitable un aumento del tamaño del aparato, y se coloca una pluralidad de electrodos positivos, de manera que el sistema se complica. Por lo tanto, no es fácil de mantener constantemente una distancia entre la superficie del material base y el plasma (es decir, un efecto de limpieza).

5 Además, no solo existen los puntos desventajosos para la limpieza descritos anteriormente, sino también puntos no preferibles para un circuito en estos aparatos (el aparato descrito en el documento 1 de patente, en particular). Es decir, en el aparato descrito en el documento 1 de patente, todas las fuentes de alimentación están conectadas a través de la cámara de vacío. Por lo tanto, las fuentes de alimentación forman un bucle a través de la cámara.  
10 Cuando se forma tal bucle, el control de corriente se inestabiliza en un caso en el que las GND (tierras) en realidad tienen diferente potencial entre sí o similar.

15 Además, en el aparato divulgado en el documento 3 de patente, se forma un plasma en el ambiente de una cámara de vacío entre un filamento emisor de electrones y un ánodo, calentando el filamento mediante una corriente derivada de una fuente de alimentación externa y aplicando una tensión constante entre el filamento y el ánodo proporcionada por otra fuente de alimentación externa. Las fuentes de alimentación externas están ambas conectadas a tierra.

20 El aparato divulgado en el documento 4 de patente está provisto de una cámara de vacío, un cátodo para emitir electrones térmicos, y un ánodo. Una fuente de alimentación de calentamiento calienta el cátodo, y una fuente de alimentación de descarga genera una descarga luminiscente tras la aplicación de una diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo. La fuente de alimentación de calentamiento, la fuente de alimentación de descarga y la cámara de vacío están todas conectadas a tierra.

25 El aparato divulgado en el documento 5 de patente tiene las características definidas en el preámbulo de la reivindicación 1. En este aparato, el polo negativo de la fuente de alimentación de descarga está conectado para generar una descarga luminiscente a la fuente de alimentación de calentamiento para calentar el filamento, y el polo positivo de la fuente de alimentación de descarga y la cámara de vacío están ambos conectados a tierra.

### 30 **Lista de citación**

#### **Documento de patente**

35 Documento 1 de patente: US 5 294 322 A  
Documento 2 de patente: WO 97/034315 A1  
Documento 3 de patente: US 3 661 747 A  
Documento 4 de patente: JP 2006-022368 A  
Documento 5 de patente: JP 2002-371351 A

### 40 **Sumario de la invención**

45 La presente invención es una invención tenida en consideración con la situación anterior, y un objeto de la misma es proporcionar un aparato de tratamiento de bombardeo de iones capaz de mejorar un efecto de limpieza de un material base y estabilizar el control de las fuentes de alimentación, y un método para la limpieza de una superficie del material base usando este aparato de tratamiento.

El objeto se consigue proporcionando un aparato de tratamiento de bombardeo de iones tal como se define en la reivindicación 1 y un método para limpiar tal como se define en la reivindicación 9.

50 En el aparato de tratamiento de bombardeo de iones y el método para limpiar de acuerdo con la presente invención, se retiene un material base que debe tratarse mediante una herramienta de retención de material base de tal manera que el material base se coloca entre un electrodo de emisión de electrones térmicos y un ánodo en una cámara de vacío, y se aísla una fuente de alimentación de descarga para generar una descarga luminiscente tras la aplicación de una diferencia de potencial entre el electrodo de emisión de electrones térmicos y el ánodo de la  
55 cámara de vacío. Por lo tanto, el aparato de tratamiento de bombardeo de iones y el método para limpiar pueden mejorar el efecto de limpieza del material base y estabilizar el control de las fuentes de alimentación.

Se aclararán los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención a partir de la siguiente divulgación detallada y de los dibujos adjuntos.

### 60 **Breve descripción de los dibujos**

[Figura 1] Una vista esquemática que muestra un aparato de bombardeo de iones de acuerdo con una primera realización.

65 [Figura 2] Una vista esquemática que muestra la dirección plana del aparato de bombardeo de iones mostrado en la figura 1.

[Figura 3] Un gráfico que muestra la distribución del ataque en la dirección en altura del material base.

[Figura 4] Una vista esquemática que muestra la dirección plana de un aparato de bombardeo de iones de acuerdo con una segunda realización.

5 [Figura 5] Una vista esquemática que muestra un aparato de bombardeo de iones de acuerdo con una tercera realización.

[Figura 6] Una vista esquemática que muestra la dirección plana de un aparato de bombardeo de iones de acuerdo con una cuarta realización.

[Figura 7] Un diagrama de flujo que muestra un método para limpiar de acuerdo con las realizaciones.

## 10 Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá un modo de la presente invención en base a los dibujos. Debería tenerse en cuenta que las configuraciones que proporcionan los mismos números de referencia en las figuras son las mismas configuraciones, y la descripción se omitirá adecuadamente. En la presente memoria  
 15 descriptiva, en el caso en el que varias configuraciones se denominan colectivamente, las configuraciones se denotan por un número de referencia sin ningún índice alfabético. En el caso en el que las configuraciones se denominan de forma individual, se usan números de referencia con índices alfabéticos.

[Primera realización]

20 Las figuras 1 y 2 muestran un aparato 1A de bombardeo de iones de acuerdo con una primera realización. Este aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones es un aparato para cubrir superficies de materiales W base instalados en una cámara 2 de vacío que tiene una sección octogonal con una película mediante el método PVD (deposición física de vapor). En el centro sustancialmente de una superficie inferior en la cámara 2 de vacío en este  
 25 aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones, se proporciona una herramienta 11 (mesa de trabajo) de retención de material base de tipo de rotación para montar la pluralidad de materiales W base que sirven como objetos tratamiento. La cámara 2 de vacío tiene un electrodo 3 (filamento 3) de emisión de electrones térmicos de tipo de calentamiento colocado en una superficie lateral interior de la misma, y un ánodo 4 colocado en otra superficie lateral interior de la misma.

30 Debería tenerse en cuenta que, como se muestra en las figuras 1 y 2, los materiales W base y la mesa 11 de trabajo que soporta los materiales base se colocan entre el filamento 3 y el ánodo 4. Los materiales W base están soportados por la mesa 11 de trabajo en un estado vertical (de manera que la dirección longitudinal de los materiales W base se establece a lo largo de la dirección ascendente y descendente). Además, el aparato 1A de tratamiento de  
 35 bombardeo de iones tiene una fuente 5 de alimentación de descarga para generar una descarga de plasma tras la aplicación de una diferencia de potencial entre el filamento 3 y el ánodo 4, y una fuente 6 de alimentación de calentamiento para calentar el filamento 3. Además, el aparato de tratamiento de bombardeo de iones también tiene una fuente 12 de alimentación de polarización conectada a la mesa 11 de trabajo para aplicar una tensión negativa a los materiales W base.

40 Se proporcionan un puerto de introducción de gas para introducir un gas inerte tal como argón en la cámara 2 de vacío, y un puerto de descarga de gas para descargar el gas inerte de la cámara 2 de vacío en la cámara 2 de vacío (ambos puertos de introducción y de descarga de gas no se muestran en las figuras). El filamento 3 que sirve como el electrodo de emisión de electrones térmicos es un elemento lineal para irradiar electrones térmicos cuando se  
 45 calienta, y está formado de un metal tal como el tungsteno (W). El filamento 3 se coloca en el lado sustancialmente opuesto del ánodo 4 a través de los materiales W base (véase la figura 2). En el caso de esta realización, el filamento 3 se coloca en una superficie lateral de un octógono, y el ánodo 4 se coloca sobre una superficie adyacente a una superficie orientada hacia la una superficie lateral.

50 Como se muestra en la figura 1, el filamento 3 se coloca en una pared interior de la cámara 2 de vacío a lo largo de la dirección de la altura (la dirección ascendente y descendente o la dirección longitudinal de los materiales W base en un estado vertical) a través de un cuerpo aislante (las figuras 1 y 2 expresan un estado de aislamiento proporcionado por un hueco entre el filamento y la cámara 2 de vacío). Ambos extremos del mismo están conectados a la fuente 6 de alimentación de calentamiento de filamentos que se describe más adelante. Sin  
 55 embargo, esta fuente 6 de alimentación de calentamiento de filamentos y el filamento 3 no están directamente conectados, pero se conectan a través de un transformador 13 de aislamiento en un estado de aislamiento eléctrico.

60 Con esta configuración, fluye una corriente de CA emitida como salida desde la fuente 6 de alimentación de calentamiento a través del filamento 3 a lo largo del transformador 13 de aislamiento. El filamento 3 se calienta mediante el flujo de la corriente, de manera que los electrones térmicos se salen del filamento 3. Debería tenerse en cuenta que en el lado de la bobina 14 primaria del transformador 13 de aislamiento, está montado un acondicionador de potencia o similar (no mostrado) para controlar una fase de la corriente de CA de la fuente 6 de alimentación de calentamiento.

65 La longitud del filamento 3 se establece para que sea la misma o ligeramente mayor que la altura de los materiales W base verticales (en lo sucesivo en el presente documento, denominada como la altura de tratamiento de los

materiales W base). El filamento 3 se coloca en una posición de solapamiento (posición de recubrimiento) con los materiales W base en una vista lateral. El espesor y la composición del filamento 3 son uniformes a lo largo de la dirección longitudinal del mismo. Por lo tanto, los electrones térmicos que salen de este filamento 3 son sustancialmente uniformes a lo largo de la dirección de la altura de tratamiento de los materiales W base. Por lo tanto, se controla una cantidad de los electrones térmica emitida al lateral del material W base mediante el potencial en un punto en el filamento 3.

Debería tenerse en cuenta que los electrones térmicos salientes se hacen chocar con el gas de argón introducido en la cámara 2 de vacío con el fin de generar iones de argón o se irradian directamente a los materiales W base mediante un circuito 16 de conmutación descrito más adelante. Se aplica un potencial positivo (un potencial mayor relativamente que el del filamento 3) al ánodo 4 (electrodo positivo), y el ánodo se coloca en una superficie de la pared interior de la cámara 2 de vacío en una posición orientada hacia el filamento 3 a través de los materiales W base. También, el ánodo 4 no está conectado eléctricamente a la cámara 2 de vacío, pero está unido a través de un cuerpo aislante.

Como se muestra en la figura 1, la fuente 5 de alimentación de descarga es una fuente de alimentación de CC para generar la descarga tras la aplicación de la diferencia de potencial entre el filamento 3 y el ánodo 4. Una salida del lado positivo de la misma está conectada al ánodo 4, y una salida del lado negativo de la misma está conectada al filamento 3 a través del transformador 13 de aislamiento. Más específicamente, la salida del lado negativo de la fuente 5 de alimentación de descarga está conectada a una toma de corriente central proporcionada en una parte intermedia en la dirección del núcleo de bobinado de una bobina 15 secundaria, y conectada al filamento 3 a través de la bobina 15 secundaria (véase la figura 1).

Mientras tanto, como se ha descrito anteriormente, la fuente 6 de alimentación de calentamiento es una fuente de alimentación de CA para permitir el flujo de corriente a través y calentar el filamento 3 con el fin de irradiar los electrones térmicos de los materiales W base. Las salidas de los terminales están conectadas a los dos extremos del filamento 3 a través del transformador 13 de aislamiento. Con tal configuración, la fuente 5 de alimentación de descarga y la fuente 6 de alimentación de calentamiento no están conectadas entre sí (por ejemplo, no están conectadas a la misma GND o similar), y al mismo tiempo, no están conectadas a la cámara 2 de vacío, de manera que se mantiene la independencia eléctrica entre la fuente 5 de alimentación de descarga y la fuente 6 de alimentación de calentamiento y la independencia eléctrica de la fuente 5 de alimentación de descarga y la fuente 6 de alimentación de calentamiento de la cámara 2 de vacío.

Mientras tanto, la fuente 12 de alimentación de polarización es una fuente de alimentación de CC para aplicar una carga negativa con respecto a la cámara 2 de vacío a los materiales W base. Una salida del lado positivo de la misma está conectada a la cámara 2 de vacío, y una salida del lado negativo de la misma está conectada a los materiales W base a través de la mesa 11 de trabajo. Con esta configuración, la fuente 12 de alimentación de polarización no está conectada a la fuente 5 de alimentación de descarga y a la fuente 6 de alimentación de calentamiento descritas anteriormente (por ejemplo, no está conectada a la misma GND o similar), de manera que las tres fuentes 5, 6, 12 de alimentación son eléctricamente independientes entre sí.

Por lo tanto, las fuentes 5, 6, 12 de alimentación no forman un bucle a través de la cámara 2 de vacío o una tierra común. Incluso cuando en realidad las GND tienen diferente potencial entre sí, el control de corriente de las fuentes de alimentación puede realizarse de forma estable. Debería tenerse en cuenta que la fuente 12 de alimentación de polarización está configurada para aplicar una tensión negativa de 10 a 1.000 V a los materiales W base.

Como se muestra en la figura 1, el aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la primera realización está provisto del circuito 16 de conmutación capaz de conmutar la salida del lado positivo de la fuente 5 de alimentación de descarga entre la conexión al ánodo 4 y la conexión a los materiales W base. Por lo tanto, en un caso en el que la salida del lado positivo de la fuente 5 de alimentación de descarga está conectado a los materiales W base, los materiales W base tiene un potencial mayor (potencial positivo) que el filamento 3 mediante la fuente 5 de alimentación de descarga. Por lo tanto, el aparato de tratamiento de bombardeo de iones puede usarse también para el uso del calentamiento de electrones de la irradiación de los electrones térmicos emitidos por el filamento 3 a los materiales W base con el fin de calentar los materiales W base.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá un modo de uso del aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la primera realización, es decir, un método para la limpieza de los materiales W base antes de la deposición física de vapor. En primer lugar, los materiales W base se fijan a la mesa 11 de trabajo en la cámara 2 de vacío, y se realiza un tratamiento de calentamiento y similar en la cámara 2 evacuada. Después se controla la temperatura de los materiales W base para que sea una temperatura de limpieza (una temperatura adecuada para limpiar las superficies), se introduce el gas de argón en la cámara 2 de vacío. El gas de argón puede introducirse al mismo tiempo que la evacuación.

En una atmósfera de gas de argón, se activa una salida de la fuente 5 de alimentación de descarga mediante el control de corriente con alrededor de 10 a 30 A de ajuste, y en un estado en el que se aplica una diferencia de potencial de aproximadamente 100 V o más entre el filamento 3 y el ánodo 4, fluye una corriente de CA desde la

fuelle 6 de alimentación de calentamiento. De este modo, en el momento de mover los electrones térmicos generados desde el filamento 3 por la fuente 6 de alimentación de calentamiento en la dirección del ánodo 4 que tiene un potencial positivo relativamente, el gas de argón en la proximidad de los materiales W base se ioniza y se pone en un estado de plasma. Por lo tanto, se genera un estado de descarga luminiscente, y los iones de argón se generan en la proximidad de los materiales W base.

En este caso, una fase de la corriente de CA del acondicionador de potencia del transformador 13 de aislamiento y el gas de argón que se succiona y se descarga de la cámara 2 de vacío se controlan al mismo tiempo, de manera que un valor de la corriente que fluye a través del filamento 3 y la presión del gas de la atmósfera del gas de argón alrededor de los materiales W base se controla para que esté en un estado de descarga-luminiscencia entre el filamento 3 y el ánodo 4. Después de este proceso, en un estado en el que se genera el plasma alrededor de los materiales W base, la fuente 12 de alimentación de polarización se pone en marcha, se aplica una tensión de polarización negativa a los materiales W base y los iones de argón que tienen una carga positiva se irradian a los materiales W base (se bombardean), de manera que se limpian las superficies de los materiales W base.

Debería tenerse en cuenta que, aunque solo se describe el mecanismo para realizar el tratamiento de bombardeo de iones en la primera realización descrita anteriormente, el aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones puede formarse de tal manera que se proporcione también una fuente de evaporación por arco unida hacia los materiales W base en la cámara 2 de vacío y también pueda realizarse la formación de la película por la deposición física de vapor en la misma cámara 2 de vacío.

A continuación, se describirá seguidamente un detalle de este método para limpiar. En primer lugar, como se muestra en un diagrama de flujo de la figura 7, en la etapa S1, al mismo tiempo que la activación de la fuente 6 de alimentación de calentamiento y del inicio del calentamiento del filamento 3, se introduce el gas de argón en la cámara 2 de vacío.

Sucesivamente, en la etapa S2, la fuente 5 de alimentación de descarga se activa y se aplica la tensión entre el filamento 3 y el ánodo 4. En este momento, la corriente que fluye entre el filamento 3 y el ánodo 4 se controla para que sea una corriente constante.

Sucesivamente, en la etapa S3, la corriente de calentamiento que fluye a través del filamento 3 y la presión del gas del gas de argón en la cámara 2 de vacío se aumentan de manera que se inicia la descarga luminiscente entre el filamento 3 y el ánodo 4.

Debería tenerse en cuenta que, aumentando la corriente de calentamiento y la presión de gas de argón, la descarga luminiscente se genera fácilmente. Mediante esta descarga, el plasma se genera alrededor de los materiales W base, de manera que se generan los iones de argón que tienen carga positiva.

Sucesivamente, en la etapa S4, después del inicio de la descarga, la presión del gas en la cámara 2 de vacío se baja a un valor de ajuste con el que esta descarga es sostenible, y al mismo tiempo, la corriente de calentamiento del filamento se ajusta de manera que la tensión de descarga toma un valor apropiado.

Sucesivamente, en la etapa S5, después de iniciarse la descarga luminiscente, se activa la fuente 12 de alimentación de polarización, y el potencial negativo se aplica a los materiales W base, de manera que los iones de argón que tienen carga positiva se irradian a las superficies de los materiales W base y se inicia la limpieza. Durante esta operación de limpieza, se monitoriza si se interrumpe o no la descarga. En el caso en el que la descarga se interrumpe en la etapa S6 (Sí), el tratamiento se devuelve a la etapa S3. Mientras tanto, en el caso en el que se continúe la descarga y se acabe la operación de limpieza (No), se ejecuta un tratamiento de la etapa S7.

Cuando se determina que ha transcurrido un tiempo predeterminado desde el inicio de la limpieza en esta etapa S7, las fuentes de alimentación se apagan con el fin de terminar la limpieza de las superficies de los materiales W base. Como se ha descrito anteriormente, durante la limpieza de los materiales W base, hasta que se inicie la descarga luminiscente entre el filamento 3 y el ánodo 4, se incrementan la corriente de calentamiento que fluye a través del filamento 3 y la presión del gas del gas de argón en la cámara 2 de vacío. Después del inicio de la descarga, la corriente de calentamiento y la presión del gas se reducen a los valores con los que la descarga es sostenible. Por lo tanto, no se necesita una fuente de alimentación de alta tensión como la fuente 5 de alimentación de descarga, de manera que pueden suprimirse un espacio ocupado y el coste.

El tratamiento descrito anteriormente se realiza mediante un programa en una parte de control (no mostrado) proporcionado en el aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones. Esta parte de control controla las fuentes 5, 6, 12 de alimentación y la presión del gas de argón de acuerdo con el programa. Adoptando el aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones y el método para limpiar antes de la formación de la película que usa este aparato 1A descrito anteriormente, los electrones térmicos pueden irradiarse a los materiales W base uniformemente en la dirección de la altura, de manera que los materiales W base se pueden limpiar uniformemente. Cableando la fuente 5 de alimentación de descarga y la fuente 6 de alimentación de calentamiento independientemente de la cámara 2 de vacío, se estabiliza el control de la corriente de las fuentes de alimentación.

La fuente 12 de alimentación de polarización en el aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la presente realización es la fuente de alimentación de CC para aplicar la carga negativa a los materiales W base. Sin embargo, la fuente de alimentación de polarización no se limita a esto, sino que, por ejemplo, una fuente de alimentación de impulsos puede adoptarse como la fuente 12 de alimentación de polarización. A continuación, se describirá un caso en el que se usa la fuente de alimentación de impulsos como la fuente 12 de alimentación de polarización. La figura 3 muestra los resultados de medición de una cantidad de ataque (cantidad de limpieza) de los materiales W base (piezas de ensayo). El resultado de la medición de un caso en el que fluye una corriente de onda del pulso desde la fuente 12 de alimentación de pulso a través de los materiales W base (modo de pulso) se muestra mediante las marcas  $\blacklozenge$ , y el resultado de la medición de un caso en el que la corriente de CC fluye de la fuente de alimentación de CC a través de los materiales W base (modo CC) como un ejemplo comparativo, se muestra mediante las marcas  $\blacksquare$ . Como condiciones de medición, la corriente de onda del pulso del modo de pulsos tiene una tensión de polarización de 300 V, una frecuencia de 30 kHz, y una relación de trabajo del 62 %. Los materiales W base son piezas de ensayo de WC (carburo de tungsteno). Ocho piezas de ensayo se colocan en la dirección ascendente y descendente, la presión de gas de argón en la cámara 2 de vacío es 0,8 Pa, y la corriente de descarga de la fuente 5 de alimentación de descarga es 30 A.

Debería tenerse en cuenta la figura 3 muestra también el resultado del ejemplo comparativo de un caso en el que la corriente de CC a la tensión de polarización de 300 V fluye a través de los materiales W base similares bajo la misma presión de gas de argón y la corriente de descarga. Como se muestra en la figura 3, en el resultado de la medición de un caso del modo de pulso, aunque la cantidad de ataque total (una cantidad de suciedad eliminada por el tratamiento de limpieza) se reduce en comparación con el resultado de la medición de un caso del modo de CC, la distribución del ataque en la dirección de la altura de tratamiento de los materiales W base es sustancialmente uniforme alrededor de 0,1  $\mu\text{m}$ .

Esto es debido a que cuando la corriente de CC fluye como la tensión de polarización a los materiales W base, los materiales W base se convierten en barreras potenciales contra la descarga luminiscente entre el filamento 3 y el ánodo 4, de manera que se provoca una descarga inestable. Sin embargo, usando la fuente de alimentación de pulsos como la fuente 12 de alimentación de polarización, esta descarga inestable se suprime, de manera que se mejora la distribución de la cantidad de ataque de los materiales W base mediante el tratamiento de bombardeo de iones.

Debería tenerse en cuenta que, ya que la tensión de descarga se reduce después del inicio de la descarga luminiscente, el control automático se realiza ajustando el valor de la corriente que fluye a través del filamento 3 con el fin de obtener una tensión de descarga adecuada (de manera que el potencial del filamento 3 es siempre un potencial negativo con respecto a la cámara 2 de vacío). En este caso, la tensión de descarga para mantener la descarga luminiscente y la presión del gas de argón es más baja que al inicio de la descarga.

A continuación, se describirá otra realización.

[Segunda realización]

La figura 4 muestra un aparato 1B de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con una segunda realización. El aparato 1B de tratamiento de bombardeo de iones de la segunda realización es similar al aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones de la primera realización pero diferente en términos de los siguientes puntos. Es decir, en este aparato 1B de tratamiento de bombardeo de iones de la segunda realización, los materiales W base no se colocan entre el filamento 3 y el ánodo 4 a diferencia de la primera realización, sino que el filamento 3 se coloca más cerca del ánodo 4 (en una posición en la que el filamento está más cercano al ánodo 4 que la posición en el lado opuesto del ánodo 4 a través de los materiales W base). De este modo, en el aparato 1B de tratamiento de bombardeo de iones de la segunda realización, se suprime una influencia en la descarga entre el filamento 3 y el ánodo 4 por los materiales W base y la mesa 11 de trabajo (debería tenerse en cuenta que se genera un espacio alrededor de los materiales W base en el que el plasma se estrecha). En este caso, esto es esencial para girar la mesa 11 de trabajo, así como en la primera realización, ya que se estrecha también un área en el que puede realizarse el tratamiento de bombardeo de iones.

A continuación, se describirá otra realización.

[Tercera realización]

La figura 5 muestra un aparato 1D de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la tercera realización de la presente invención. El aparato 1D de tratamiento de bombardeo de iones de la tercera realización es similar al aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones de la primera realización pero diferente en términos de los siguientes puntos. Es decir, en este aparato 1D de tratamiento de bombardeo de iones de la tercera realización, el electrodo de emisión de electrones térmicos no está formado por un filamento 3 a diferencia de la primera realización, sino que el electrodo de emisión de electrones térmicos está formado por una pluralidad de filamentos 3 colocados a lo largo de la altura de tratamiento de los materiales W base. Usando la pluralidad de filamentos 3 de tal manera, se suprime la desconexión de los filamentos 3 y se realiza fácilmente una tarea de sustitución de los

mismos. Además, el aparato 1D de tratamiento de bombardeo de iones de la tercera realización está provisto de un obturador 31 para cubrir los filamentos 3 anteriores. Mediante este obturador 31, se evita la unión de la suciedad a los filamentos 3.

5 De este modo, el aparato 1D de tratamiento de bombardeo de iones de la tercera realización puede evitar que en el momento de la disminución de la eficiencia de la emisión de los propios electrones térmicos de los filamentos 3 debido a la unión de la suciedad o al calentamiento de los filamentos 3, la suciedad añadida se evapore y se una (para contaminar) a las superficies de los materiales W base o similares.

10 A continuación, se describirá otra realización.

[Cuarta realización]

15 La figura 6 muestra un aparato 1E de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la cuarta realización. El aparato 1E de tratamiento de bombardeo de iones de la cuarta realización es similar al aparato 1A de tratamiento de bombardeo de iones de la primera realización pero diferente en términos de los siguientes puntos. Es decir, en el aparato 1E de tratamiento de bombardeo de iones de la cuarta realización, se coloca un primer medio 7 de generación de fuerza magnética que forma una línea magnética desde el filamento 3 hacia los materiales W base en las proximidades del filamento 3 en la cámara 2 de vacío, y se coloca un segundo medio 8 de generación de fuerza magnética que forma una línea magnética desde el ánodo 4 hacia los materiales W base en las proximidades del ánodo 4. Estos medios 7, 8 de generación de fuerza magnética primero y segundo son imanes permanentes o bobinas electromagnéticas que pueden colocarse en una pared exterior de la cámara 2 de vacío en la parte posterior (en el lado de la superficie posterior) del filamento 3 y del ánodo 4 o pueden colocarse en los lados izquierdo y derecho del filamento 3 y del ánodo 4 en una pared interior de la cámara 2 de vacío (consultar los números de referencia 7, 8 en la figura 6).

20 Ajustando la colocación de estos medios 7, 8 de generación de fuerza magnética primero y segundo con respecto al filamento 3 y al ánodo 4 y a la fuerza de las líneas magnéticas que deben generarse, puede controlarse una trayectoria de los electrones térmicos que se mueven en la cámara 2 de vacío, de manera que la descarga puede iniciarse y mantenerse de forma estable. Además, se aumenta la corriente de descarga, de manera que se acorta el tiempo de limpieza, y se realiza fácilmente la ignición de descarga bajo una atmósfera de gas de baja presión.

30 Debería tenerse en cuenta que, aunque el aparato 1E de tratamiento de bombardeo de iones se proporciona con los dos medios 7, 8 de generación de fuerza magnética primero y segundo en la descripción anterior, el aparato puede tener solo uno de entre el primer medio 7 de generación de fuerza magnética en el lado del filamento 3 y el segundo medio 8 de generación de fuerza magnética en el lado del ánodo 4.

40 Las realizaciones descritas en el presente documento no son una limitación, sino un ejemplo en todos los aspectos. El alcance de la presente invención no está especificado por la descripción anterior sino por las reivindicaciones y pretende incluir iguales significados a las reivindicaciones y a todos los cambios dentro de las reivindicaciones.

45 Por ejemplo, el aparato 1 de tratamiento de bombardeo de iones está provisto de la fuente de alimentación de CC dedicada para la limpieza como la fuente 5 de alimentación de descarga. Sin embargo, una fuente de alimentación usada en un procedimiento distinto de la limpieza de los materiales W base (tal como una fuente de alimentación de accionamiento para las bobinas electromagnéticas colocada en la parte posterior de la fuente de evaporación por arco y una fuente de alimentación de calentamiento de electrones) también puede servir como la fuente 5 de alimentación de descarga. La fase de la corriente que fluye desde la fuente 6 de alimentación de calentamiento al electrodo 3 de emisión de electrones térmicos está controlada por el acondicionador de potencia descrito anteriormente. Sin embargo, puede realizarse un control de modulación por ancho de pulso (PWM) o similar. En este caso, puede allanarse el cambio de potencial del electrodo 3 de emisión de electrones térmicos con relación a la cámara 2 de vacío.

#### **Aplicabilidad industrial**

55 De acuerdo con la presente invención, puede proporcionarse el aparato de tratamiento de bombardeo de iones y el método para la limpieza de la superficie del material base que usa este aparato de tratamiento.



## REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) de tratamiento de bombardeo de iones para limpiar una superficie de un material (W) base colocado en una cámara (2) de vacío irradiando iones de gas generados en la cámara (2) de vacío, que comprende:

5 un electrodo (3) de emisión de electrones térmicos de tipo de calentamiento colocado en una superficie interior de la cámara (2) de vacío y formado por un filamento;  
 un ánodo (4) colocado en otra superficie interior de la cámara (2) de vacío, recibiendo el ánodo (4) un electrón térmico desde dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos;  
 10 una herramienta (11) de retención de material base para retener el material (W) base de una manera tal que el material (W) base se coloca entre dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos y dicho ánodo (4);  
 una fuente (5) de alimentación de descarga para generar una descarga luminiscente tras la aplicación de una diferencia de potencial entre dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos y dicho ánodo (4);  
 15 una fuente (6) de alimentación de calentamiento para calentar dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos con el fin de emitir el electrón térmico; y  
 una fuente (12) de alimentación de polarización para aplicar potencial negativo con respecto a la cámara (12) de vacío al material (W) base, donde  
 dicha fuente (6) de alimentación de calentamiento no está conectada a la cámara (2) de vacío, y  
 los iones de gas generados por dicha fuente (5) de alimentación de descarga, dicha fuente (6) de alimentación de calentamiento, y dicha fuente (12) de alimentación de polarización se irradian a la superficie del material (W) base,

**caracterizado por**

un transformador (13) de aislamiento para conectar dicha fuente (6) de alimentación de calentamiento a dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos en un estado de aislamiento eléctrico, donde  
 25 una salida del lado negativo de dicha fuente (5) de alimentación de descarga está conectada a dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos a través de una bobina (15) secundaria de dicho transformador (13) de aislamiento, y  
 dicha fuente (5) de alimentación de descarga no está conectada a dicha fuente (6) de alimentación de calentamiento, y al mismo tiempo no está conectada a la cámara (2) de vacío.

2. El aparato (1C; 1D) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos incluye una pluralidad de filamentos.

3. El aparato (1C) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 2, donde dicha fuente (6) de alimentación de calentamiento es una fuente de alimentación de CC, y la pluralidad de filamentos incluye dos filamentos cuyos electrodos positivos y negativos son verticalmente opuestos entre sí.

4. El aparato (1E) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

una primera parte (7) de generación de fuerza magnética colocada en la parte posterior o en el lateral de dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos, con el fin de formar una línea magnética desde dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos hacia el material (W) base.

5. El aparato (1E) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 1 o 4, que comprende además:

una segunda parte (8) de generación de fuerza magnética colocada en la parte posterior o en el lateral de dicho ánodo (4), con el fin de formar una línea magnética desde dicho ánodo (4) hacia el material (W) base.

6. El aparato (1D) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un obturador (31) colocado en la cámara (2) de vacío, cubriendo el obturador (31) dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos.

7. El aparato (1A) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha fuente (12) de alimentación de polarización es una fuente de alimentación de pulsos.

8. El aparato (1A) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un circuito (16) de conmutación para permitir conectar de manera selectiva una salida del lado positivo de dicha fuente (5) de alimentación de descarga a una de dicho ánodo (4) o del material (W) base.

9. Un método para la limpieza de una superficie de un material (W) base antes de la formación de la película, que usa el aparato (1) de tratamiento de bombardeo de iones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas de:

5        aumentar una corriente de calentamiento que fluye a través de dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos y la presión del gas de una atmósfera de gas en la cámara (2) de vacío hasta que se inicie una descarga luminiscente entre dicho electrodo (3) de emisión de electrones térmicos y dicho ánodo (4); y  
10        disminuir la presión del gas a un valor con el que la descarga sea sostenible y ajustar la corriente de calentamiento después de iniciarse la descarga luminiscente.

FIG. 1

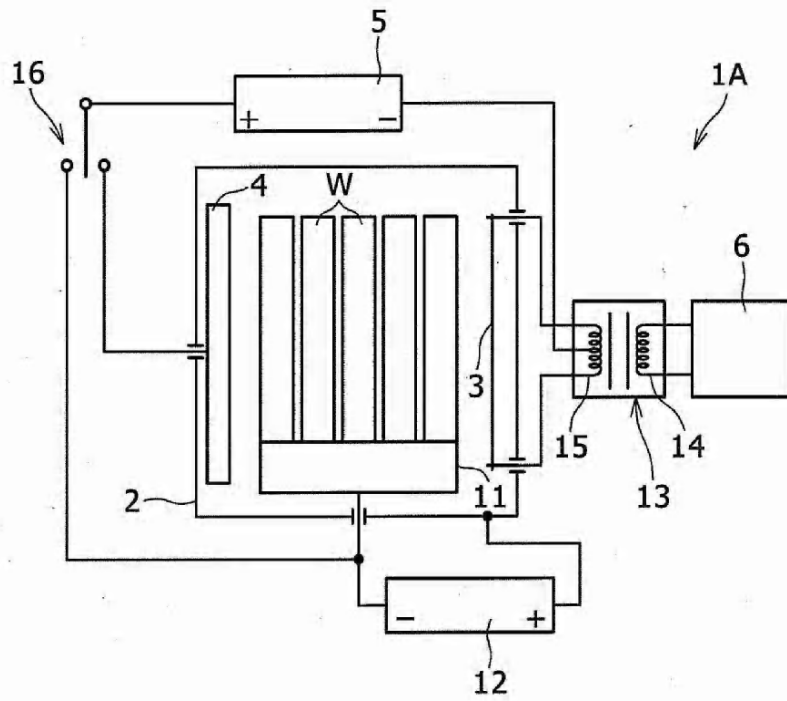


FIG. 2

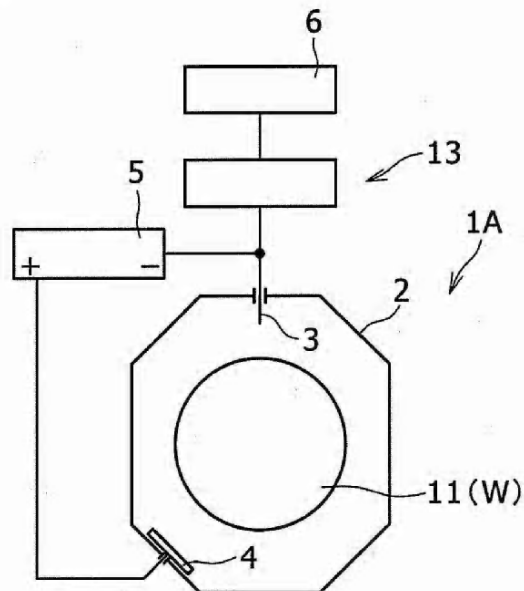


FIG. 3

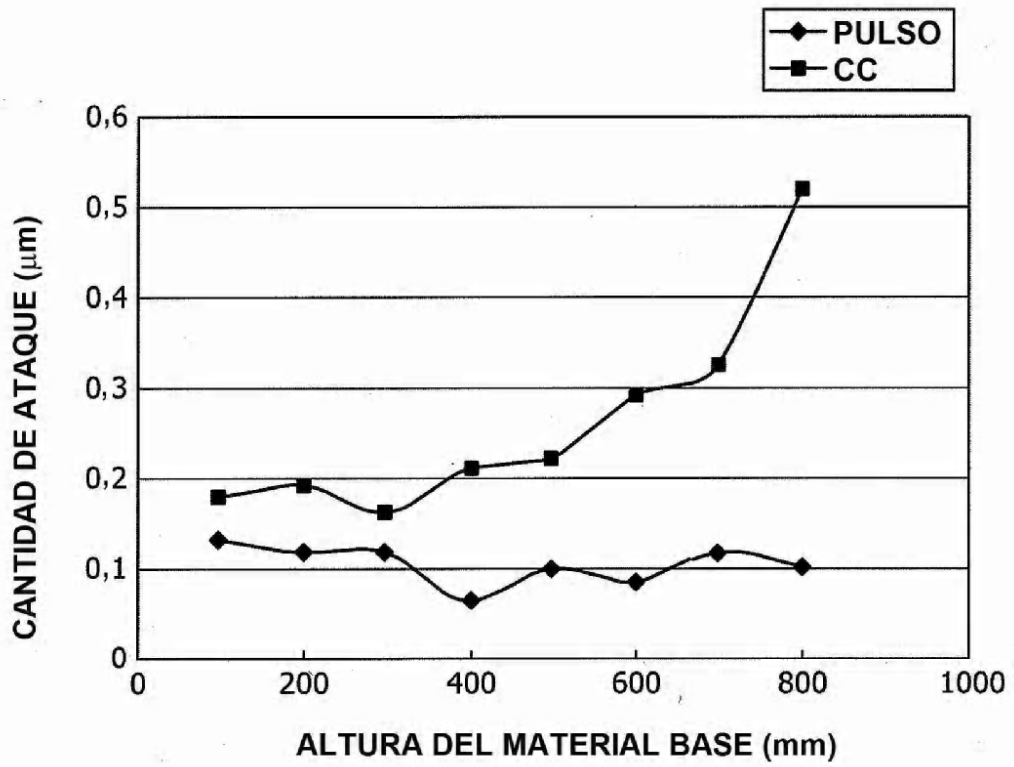


FIG. 4

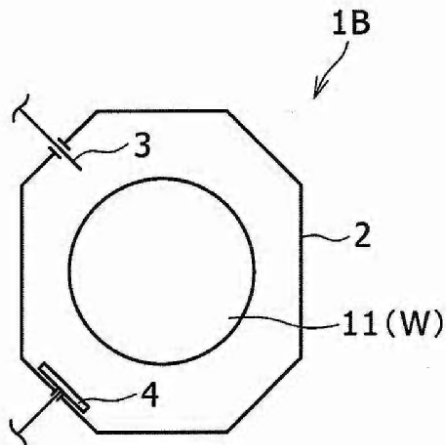


FIG. 5

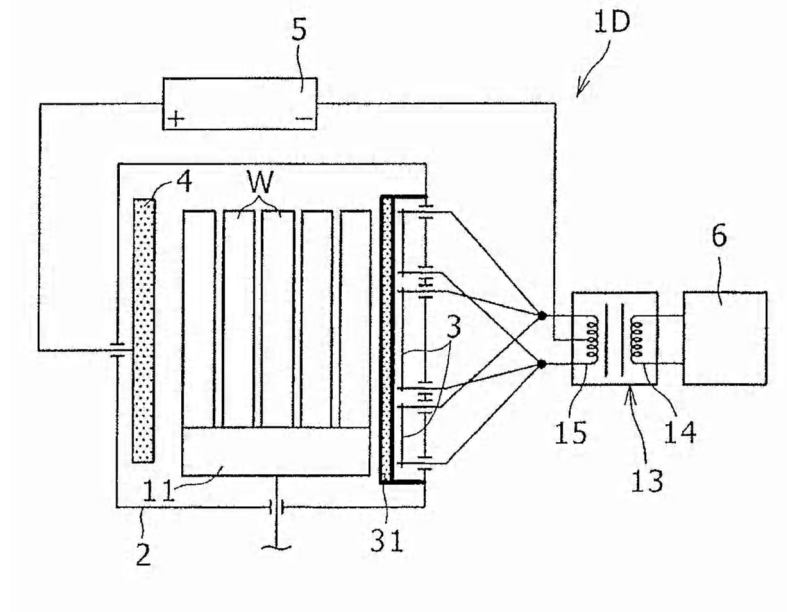


FIG. 6

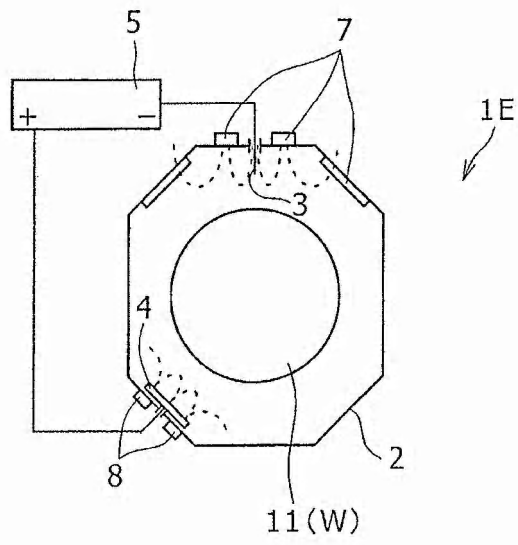


FIG. 7

