

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 915**

51 Int. Cl.:  
**H01L 21/205** (2006.01)  
**H01L 21/3065** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06714438 .6**  
96 Fecha de presentación: **23.02.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1858061**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.11.2007**

54 Título: **APARATO PARA TRATAMIENTO CON PLASMA Y MÉTODO DE MANUFACTURA DE PELÍCULA DE GAS SEMICONDUCTORA UTILIZANDO EL MISMO.**

30 Prioridad:  
**07.03.2005 JP 2005062701**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.02.2012**

73 Titular/es:  
**SHARP KABUSHIKI KAISHA  
22-22, NAGAIKE-CHO ABENO-KU  
OSAKA-SHI, OSAKA 545-8522, JP**

72 Inventor/es:  
**KISHIMOTO, Katsushi y  
FUKUOKA, Yusuke**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 373 915 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 para tratamiento con plasma y método de manufactura de película de gas semiconductor utilizando el mismo.

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona con un aparato de procesamiento por plasma que lleva a cabo grabado o información de película sobre un sustrato mediante descarga de plasma de un gas reactivo así como un método para producir una película del gas semiconductor utilizando el mismo.

Técnica antecedente

10 Los aparatos de procesamiento por plasma se usan frecuentemente en la producción de un elemento semiconductor, y aquellos que tienen diversas formas se adaptan para uso práctico de acuerdo con un objetivo del mismo.

La Figura 6 es una vista transversal esquemática de un aparato de procesamiento con plasma tipo longitudinal convencional general.

15 Este aparato de procesamiento por plasma incluye una cámara 11 que se convierte en un recipiente de reacción recibiendo influencia de la presión atmosférica externa. Sobre la superficie de la pared interna de la cámara 11, se disponen un cátodo 2 y un ánodo 4 que están opuestos uno a otro para producir descarga de plasma, y un calentador 24 que calienta un sustrato 1 (por ejemplo, un sustrato de vidrio) que sirve como un objeto de procesamiento. Aquí, el calentador 24 se utiliza también como cuerpo estructural que constituye la superficie de la pared de la cámara 11.

20 El cátodo 2 es soportado por la superficie de la pared interna de la cámara 11 a través de un soporte de cátodo 5 hecho de una sustancia aislante con el fin de obtener aislamiento eléctrico.

25 También, el cátodo 2 tiene una sección hueca dentro del interior para introducir un gas reactivo, y tiene numerosos agujeros finos formados por un proceso de perforación sobre la superficie que se opone al sustrato 1. También, una tubería 10 de introducción de gas se conecta a la parte extrema del cátodo 2, mediante lo cual el gas reactivo suministrado al cátodo 2 pasa a través de la sección hueca y de los agujeros para ser suministrado uniformemente a la superficie del sustrato 1. Adicionalmente, están conectados al cátodo 2 una fuente de poder de excitación de plasma 12 así como una fuente de poder de alta frecuencia para suministrar potencia eléctrica de alta frecuencia al cátodo 2 y un dispositivo de compensación de impedancia 13.

30 El ánodo 4 está fijado a la superficie del calentador 24 que constituye la superficie de la pared interna de la cámara 11. También, se dispone una sección de soporte del sustrato (soporte) 15 que mantiene la parte periférica del sustrato 1 sobre la otra superficie del ánodo 4.

35 Con el fin de formar una película provista con espesor de película y calidad de película uniformes sobre la superficie del sustrato 1, la distancia de separación entre el cátodo 2 y el ánodo 4 (región de descarga del plasma) debe definirse con alta precisión. Por esta razón, la parte periférica del cátodo 2 está fijada a un intervalo constante por tornillos de fijación (no ilustrados en los dibujos).

La cámara 11, el cátodo 2 y el ánodo 4 están constituidos de acero inoxidable, aleación de aluminio o similares, y se usa un material de aislamiento del calor de los mismos, cerámico o similar. Cuando se utiliza un gas de grabado como gas reactivo, la cámara completa está constituida de aleación de aluminio.

40 El sustrato 1 que sirve como un objeto de procesamiento se fija a la sección de soporte del sustrato 15, y se calienta a una temperatura constante (por ejemplo, 100°C a 600°C) mediante el calentador 24.

45 Con el fin de mantener el vacío dentro de la cámara, se dispone una sección de sellamiento al vacío (no ilustrado en los dibujos) en cada parte de conexión dentro de la cámara. Un material de sellamiento de goma basado en flúor tal como Viton (marca registrada) o Kalrez (marca registrada) manufacturado por Dupont Dow Elastomer Co., Ltd., se usa para la sección de sellamiento al vacío del cátodo 2 y la sección de sellamiento al vacío del calentador 24 que son afectadas por el radical reactivo.

Se dispone una sección de enfriamiento 14 en la parte exterior del calentador 24 y el soporte de cátodo 5 con el fin de restringir la elevación de temperatura de la cámara y las secciones de sellamiento al vacío.

Con el fin de controlar la presión del gas reactivo dentro de la cámara libremente, se dispone una salida de expulsión de gases en una parte de la pared cercana a la región de descarga del plasma en la cámara, y se conectan un controlador de presión 22, una bomba de vacío 21 y un aparato de remoción 23 para retirar sustancias nocivas dentro del gas expulsado a esta salida de este gas a través de una tubería de expulsión de gas 9.

- 5 En tal aparato de procesamiento por plasma, se genera una descarga por chispa entre el cátodo 2 y el ánodo 4 en un estado en el cual la presión del gas reactivo está controlada, de tal manera que forme una película amorfa o cristalina sobre el sustrato 1.
- También, en una técnica de química de plasma, se propone un aparato de reacción con plasma en el cual se mejora la uniformidad del grabado o la formación de película.
- 10 Un aparato de procesamiento por plasma convencional tal como el descrito anteriormente tiene varios problemas tales como los siguientes.
- (A) puesto que el cátodo, el ánodo y el calentador están fijados a la pared superior y a la pared inferior de la cámara, la conductancia de calor hacia el exterior será grande, necesitando por lo tanto una conexión a tierra y un aparato de enfriamiento (sección de enfriamiento) para enfriar las secciones de sellamiento.
- 15 (B) El cátodo y el ánodo por sí mismos requieren un alto aislamiento contra la cámara. Sin embargo, puesto que el cátodo y el ánodo se utilizan también como la superficie de pared de la cámara que está afectada por la presión atmosférica externa, el aparato como un todo será un cuerpo estructural grande de tal manera que cada miembro constituyente será costoso, y se requerirá un aparato de enfriamiento (sección de enfriamiento) para enfriar desde el lado de la superficie posterior de la cámara.
- 20 (C) Puesto que el calentador está fijado a la pared superior y a la pared inferior de la cámara, será necesario el enfriamiento de las secciones de fijación del mismo.
- (D) El cátodo y el ánodo tienen una estructura para ser soportada por la superficie de pared interna de la cámara a través de un cuerpo estructural hecho de una sustancia aislante. Por lo tanto, al introducir potencia eléctrica, es difícil asegurar una distancia de descarga a la superficie de pared, de tal forma que la descarga del plasma es susceptible también de ser afectada por la superficie de la pared y otros. Con el fin de restringir esta influencia al mínimo, la superficie de la pared de la cámara debe ser separada por un espacio hasta del grado máximo desde el cátodo. Si esto se lleva a cabo, el tamaño de la cámara tendrá una escala grande, generando por tanto un factor de gran incremento en los costes.
- 25 (E) Con respecto al cátodo que será un cuerpo estructural a gran escala entre los miembros constituyentes del aparato, el aislamiento eléctrico debe asegurarse contra la superficie de la pared de la cámara y también debe evitarse la fuga del gas reactivo. Por esta razón, se requerirá un miembro aislante a gran escala, generando por lo tanto un factor de gran incremento en los costes.
- 30 (F) Cuando se utiliza un gas de grabado basado en flúor como gas reactivo, debe utilizarse un material de sellamiento de goma con base de flúor costoso para la sección de sellamiento al vacío del cátodo y las secciones de sellamiento al vacío del ánodo cerca de la región de descarga del plasma, generando por lo tanto un factor de gran incremento en los costes.
- 35 (G) Puesto que la salida de expulsión de gases está dispuesta en una dirección alrededor de la región de descarga de plasma, la conductancia del gas reactivo será pequeña, haciendo difícil llevar a cabo el intercambio de una cantidad grande de gas.
- 40 (H) Puesto que el suministro de potencia eléctrica de alta frecuencia se lleva a cabo desde el lado de la superficie posterior del cátodo, la región de descarga del plasma estará limitada a una superficie del cátodo sobre el lado de superficie frontal.
- (I) En el caso de un aparato de procesamiento con plasma tipo longitudinal, el sustrato está fijado en los alrededores, elevando por lo tanto el temor de una conexión a tierra insuficiente.
- 45 En un aparato de procesamiento con plasma descrito en US 4,264,393 el ánodo y el cátodo están dispuestos sin estar en contacto con los miembros circundantes, de tal manera que no se proporciona un mecanismo de enfriamiento particular. Este aparato tiene una ventaja en cuanto a que la estructura del aparato en sí mismo puede ser simplificada, puesto que no hay un mecanismo de enfriamiento tal como en un aparato de procesamiento convencional de semiconductores.

5 Sin embargo, este aparato no está provisto con un mecanismo que pueda aliviar completamente la generación de calor por parte del plasma que se genera en la formación o limpieza (grabado) de películas, elevando por lo tanto el temor de generar un obstáculo grande contra la estabilidad del proceso. Es decir, cuando se genera plasma suministrando potencia eléctrica de alta frecuencia (RF) o potencia eléctrica de corriente directa (DC) al aparato de procesamiento de plasma, se genera parcialmente un calor Joule de 418.68 hasta 4.186,8 J/minutos (100 a 1000 calorías/minuto), aunque la mayor parte de la potencia eléctrica se utilice para la descomposición del gas. Este calor Joule eleva la temperatura del sustrato a 0.1 hasta 1°C/minuto. Por ejemplo, en el caso en el cual el tiempo de procesamiento acompañado por la descarga de plasma es 20 minutos, se generará una elevación de temperatura del sustrato de hasta 20°C. Los inventores de la presente invención han confirmado el hecho de tal elevación de temperatura mediante un experimento.

10 Divulgación de la invención

Problemas que van a ser resueltos por la invención

15 Un objeto de la presente invención es proveer un aparato de procesamiento con plasma que pueda disponer un cátodo y un ánodo con una estructura simple y que pueda obtener una buena deposición de película y distribución de espesor de película, llevando la simplificación de la estructura completa del aparato y logrando por lo tanto de forma adicional una disminución de costes, así como un método para producir una película delgada semiconductor utilizando el mismo.

Medios para resolver los problemas

20 Así, la presente invención proporciona un aparato de procesamiento por plasma como se especifica en la reivindicación 1, y que calienta el sustrato dentro del espacio interior; y

medios de disipación de calor capaces de disipar un calor Joule generado por la descarga de plasma hacia el exterior del espacio interno.

25 También, la presente invención proporciona un método para producir una película delgada semiconductor caracterizada por la producción de una película delgada semiconductor sobre la superficie de un sustrato utilizando el aparato de procesamiento con plasma descrito anteriormente. En las subreivindicaciones se describen realizaciones preferidas de la presente invención.

Efectos de la invención

30 En el aparato de procesamiento de plasma de la presente invención, el cátodo, el ánodo y el calentador están separados de la superficie de pared de la cámara y soportados por el cuerpo estructural interno, de tal manera que no hay necesidad de reforzamiento contra la presión atmosférica, llevando la simplificación de la estructura total del aparato y por lo tanto alcanzando adicionalmente la disminución de coste.

35 También, puesto que el aparato de procesamiento de plasma de la presente invención está provisto con medios para la disipación del calor para aliviar la elevación de temperatura causada por el calor Joule generado en la descarga del plasma, el proceso puede ser estabilizado estabilizando la temperatura durante el procesamiento de plasma, mediante lo cual puede formarse una buena película que tenga una calidad de película y espesor de película uniformes.

Adicionalmente, la conductancia de calor hacia el exterior del aparato está restringida por los medios de disipación de calor, y puede omitirse el aparato de enfriamiento sobre la superficie de la pared exterior de la cámara, llevando una simplificación del aparato y por lo tanto alcanzando la disminución de costes.

40 También, de acuerdo con el método para producir una película delgada semiconductor de la presente invención, puede producirse un elemento semiconductor utilizando una película delgada semiconductor o una película delgada óptica tal como una celda solar, un TFT, o un fotoconductor, a un coste más bajo y con buena eficiencia.

Breve descripción de los dibujos

45 La Fig. 1 ilustra un ejemplo 1 de un aparato de procesamiento de plasma que es útil para el entendimiento de la invención, donde la Fig. 1(a) es una vista transversal esquemática que muestra una estructura longitudinal, y la Fig. 1(b) es una vista plana esquemática que muestra una estructura plana.

La Fig. 2 ilustra un ejemplo 2 de un aparato de procesamiento de plasma que es útil para el entendimiento de la invención, donde la Fig. 2(a) es una vista transversal esquemática que muestra una estructura longitudinal, y la Fig. 2(b) es una vista plana esquemática que muestra una estructura plana.

5 La Fig. 3 es una vista en la cual los medios de disipación de calor del ejemplo 2 se observan desde arriba, donde la Fig. 3(a) muestra un caso en el cual se cambia la dimensión de la protrusión de la lengüeta en forma de onda, la Fig. 3(b) muestra un caso en el cual la longitud de onda de la aleta en forma de onda cambia, y la Fig. 3(c) muestra un caso en el cual la dimensión de la protrusión y la longitud de onda de la lengüeta en forma de onda cambian.

10 La Fig. 4 ilustra el aparato de procesamiento por plasma de la presente invención, donde la Fig. 4(a) es una vista esquemática transversal que muestra una estructura longitudinal de una realización 3 - 1, y la Fig. 4(b) es una vista transversal esquemática que muestra un estructura longitudinal de una realización 3 - 2.

La Fig. 5 ilustra la tubería de paso de gas enfriado por aire en las realizaciones 3 - 1 y 3 - 2, donde la Fig. 5(a) es una vista transversal esquemática que muestra una estructura como se ve desde el lado de la superficie de lateral, y la Fig. 5(b) es una vista transversal esquemática que muestra una estructura tal como se ve desde el lado plano.

La Fig. 6 es una vista transversal esquemática de un aparato de procesamiento por plasma convencional.

15 Mejores modos para llevar a cabo la invención

El aparato de procesamiento por plasma de la presente invención comprende una cámara sellable:

un cuerpo estructural interno que está dispuesto para ser separado de una superficie de pared interna de la cámara y que forma un espacio interno para alojar un sustrato que sirve como un objeto de procesamiento;

una sección de soporte del sustrato que aloja el sustrato dentro del espacio interno;

20 medios de suministro de gas reactivo para suministrar un gas reactivo al espacio interno;

un cátodo y un ánodo que están soportados por el cuerpo estructural interno y dispuestos en ambos lados del sustrato dentro del espacio interno y que generan descarga de plasma del gas reactivo;

un calentador que está soportado por el cuerpo estructural interno y que calienta el sustrato dentro del espacio interior;

25 medios de disipación de calor capaces de disipar un calor Joule generado por la descarga de plasma hacia fuera del espacio interno, comprendiendo dichos medios de disipación de calor o una tubería de paso de gas enfriar por aire que está dispuesta para estar en contacto con el calentador y que absorbe el calor Joule mediante un gas enfriador.

30 Un primer rasgo característico del aparato de procesamiento por plasma de la presente invención se basa en que el cátodo, el ánodo y el calentador están soportados por el cuerpo estructural interno, y el cuerpo estructural interno está dispuesto para ser separado de la superficie de pared interna de la cámara.

El cuerpo estructural interno no está limitado particularmente en cuanto a que es un cuerpo estructural que tiene una resistencia capaz de sostener los miembros tales como el cátodo, el ánodo, el calentador, y otros, y no obstruir el intercambio de gas reactivo introducido en el interior de la cámara; sin embargo, es preferible un cuerpo estructural en forma de marco hecho de un miembro rectangular.

35 También, el cuerpo estructural interno es hecho preferiblemente de un material que tiene conductividad al calor y resistencia al calor, y preferiblemente está hecho de acero inoxidable, aleación de aluminio o similares.

El cuerpo estructural interno está dispuesto para ser separado de la superficie de pared interna de la cámara. Por ejemplo, el cuerpo estructural interno está dispuesto preferiblemente en la cámara a través de un miembro suficiente para soportar el peso del cuerpo estructural interno.

40 Tal miembro puede ser, por ejemplo, una pata de soporte tal como la designada por el símbolo 25 de la Fig. 1.

La pata de soporte separa el cuerpo estructural interno y la cámara entre sí y restringe la conductancia de calor desde el cuerpo de calor interno, de tal manera que la longitud del mismo sea preferiblemente tan larga como sea posible, y el área dispuesta sea preferiblemente tan pequeña como sea posible. La pata de soporte de la Fig. 1 está dispuesta sobre la superficie inferior de la cámara; sin embargo, la posición de la misma no está limitada en

particular de tal manera que puede ser la superficie lateral o la superficie superior de la cámara, o una combinación de las mismas.

5 Se dispone preferiblemente una separación de una dimensión constante entre la superficie inferior del cuerpo estructural interno y la superficie inferior del ánodo de tal manera que se restrinja la elevación de la temperatura del cuerpo estructural interno causada por el calor de radiación del ánodo.

La dimensión de esta separación puede ser determinada de forma adecuada de acuerdo con el tamaño del aparato de procesamiento con plasma y otros miembros y típicamente está alrededor de 10 a 30 mm. Pueden determinarse adecuadamente también otras dimensiones del cuerpo estructural interno de acuerdo con el tamaño del aparato de procesamiento de plasma y otros miembros.

10 Un segundo rasgo característico del aparato de procesamiento por plasma de la presente invención se fundamenta en que el aparato está provisto con medios de disipación de calor capaces de disipar un calor Joule generado por descarga de plasma hacia la parte exterior del espacio interno.

15 Los medios de disipación de calor no están limitados en particular en tanto puedan aliviar la elevación de temperatura del espacio interno causada por el plasma; sin embargo, los medios de disipación de calor son preferiblemente

- (1) una placa disipadora de calor capaz de disipar el calor Joule hacia el exterior a través de la cámara estando en contacto con la cámara, y/o
- (2) una pestaña disipadora de calor capaz de disipar el calor Joule hacia el exterior del espacio interno dentro de la cámara estando en contacto con el calentador.

20 Puesto que el aparato está provisto con tales medios de disipación de calor, el calor Joule es generado por la descarga del plasma se disipa de forma adecuada desde el calentador hacia la superficie de pared de la cámara por conducción de calor. Por lo tanto, incluso si se lleva a cabo una descargada de plasma bajo diversas condiciones, la temperatura del calentador se mantiene constante; se mejora la estabilidad del proceso; puede formarse una buena película que tenga una calidad de película y espesor de película uniformes; y puede llevarse a cabo una operación  
25 continua del aparato.

A continuación, se describirá cada medio de disipación de calor.

- (1) placa disipadora de calor

30 La placa disipadora de calor está hecha preferiblemente de un material que tiene conductividad de calor y resistencia al calor, y particularmente de forma preferible está hecha de aluminio, aleaciones de aluminio, cobre, hierro, níquel o acero inoxidable.

La placa disipadora de calor tiene preferiblemente la forma de una placa, una red (una malla) o una banda.

35 También, la placa disipadora de calor tiene preferiblemente una forma que no obstruye el intercambio del gas reactivo que es introducido en el interior de la cámara. Esto incrementa la conductancia del gas en la región de descarga del plasma, de tal manera que puede llevarse a cabo el intercambio de una gran cantidad de gas, y el proceso se estabiliza, siendo por lo tanto preferible.

La placa disipadora de calor está dispuesta preferiblemente en el lado de la pared externa del cuerpo estructural interno sobre el lado del sustrato que va a estar en contacto con la cámara, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 1.

40 La placa disipadora de calor disipa preferiblemente calor que tenga una cantidad de calor de 418.68 a 4186.8 J/minuto (100 a 1000 calorías/minuto).

- (2) pestaña disipadora de calor

La pestaña disipadora de calor es una aplicación de una pestaña en forma de cola que se utiliza generalmente como intercambiador de calor o similar para propósito de incrementar el área de transferencia de calor.

La pestaña disipadora de calor está hecha preferiblemente de un material que tiene conductividad de calor y resistencia al calor, y más preferiblemente está hecha de aluminio, aleaciones de aluminio, cobre, hierro, níquel o acero inoxidable.

5 La forma de la pestaña disipadora de calor no está limitada particularmente; sin embargo, la pestaña disipadora de calor se construye preferiblemente para que incluya, por ejemplo, una placa plana que está en contacto con la superficie posterior del calentador y dos clases de pestañas en forma de onda que están conectadas sobre la placa plana, donde una pestaña en forma de onda está conformada para ser densa en la parte central del calentador y la otra pestaña en forma de onda está conformada para ser escasa en la parte periférica del calentador. Alternativamente, la pestaña disipadora de calor tiene preferiblemente una construcción tal que una pestaña en forma de onda en la parte central del calentador se dispone para que tenga una dimensión de protrusión grande, y la otra pestaña en forma de onda dispuesta en la parte periférica del calentador está dispuesta para que tenga una dimensión de protrusión pequeña. Es decir, es suficiente hacer que el área de superficie de la pestaña disipadora de calor sea grande en la parte central del calentador y sea pequeña en la parte periférica del calentado.

15 Como otra estructura de la pestaña disipadora de calor, la pestaña en forma de onda dispuesta densamente y la pestaña en forma de onda dispuesta escasamente descritas más arriba están construidas con una lámina de placa metálica. Además alternativamente, la pestaña en forma de onda puede conformarse con una lámina de placa de metal en una forma de meandro observado en forma plana, donde la pestaña en forma de onda en la parte central está dispuesta de forma que sea densa con un período de meandro más corto que la pestaña en forma de onda en la parte periférica.

20 Ajustando adecuadamente la densidad, la dimensión diseñada, la forma y similares de la pestaña disipadora de calor de esta forma, la distribución en plano del calentador puede ajustar la temperatura de tal manera que la cantidad de calor disipado sea grande en la parte central y pequeña en la parte periférica por ejemplo.

La pestaña disipadora de calor está dispuesta preferiblemente en la pared externa del cuerpo estructural interno del lado de sustrato que está en contacto con el calentador, por ejemplo, como se muestre en la Fig. 2.

25 (3) tubería para paso de gas enfriado por aire

La tubería para paso de gas enfriado por aire se hace preferiblemente de un material que tenga conductividad de calor y resistencia al calor, y más preferiblemente está hecha de aluminio, aleaciones de aluminio, cobre, hierro, níquel o acero inoxidable.

30 La tubería para paso de gas enfriada por aire tiene preferiblemente una estructura de descarga de un gas introducido directamente a la parte exterior de la cámara a través de la tubería de introducción de gas de enfriamiento.

También, la tubería de paso de gas enfriado por aire puede conectarse a los medios de suministro de gas reactivo y tener una estructura tal que el gas introducido es suministrado al espacio interior como gas reactivo.

35 Adicionalmente, el aparato de procesamiento por plasma puede incluir, dentro de una cámara sellable, dos o más juegos de un cuerpo estructural interno, medios de suministro de gas reactivo, un cátodo y un ánodo, un calentador y medios de disipación de calor donde la tubería de paso de gas enfriada por aire está conectada a los medios de suministro de gas reactivo de otro conjunto y tiene una estructura tal que un gas introducido es suministrado al espacio interior de otro conjunto como gas reactivo.

40 La tubería de paso de gas enfriada por aire está dispuesta sobre la superficie del calentador opuesta al sustrato de forma que esté en contacto con el calentador, tal como se muestra en Fig. 4, por ejemplo. La Fig. 4(a) muestra un aparato en el cual la tubería de paso de gas enfriada por aire no está conectada a los medios de suministro de gas reactivo a través de la tubería de introducción de gas de enfriamiento, y la Fig. 4(b) muestra un aparato en el cual se establece la conexión antes mencionada. También, la Fig. 5 muestra una estructura de una tubería de paso de gas enfriado por aire dispuesta dentro del calentador.

45 A continuación, se describirá una realización preferible del aparato de procesamiento por plasma de la presente invención con referencia a los dibujos. Los Ejemplos 1 y 2 corresponden a los medios de disipación de calor (1) y (2) antes mencionados si son útiles para el entendimiento de la presente invención, mientras que la realización 3 refleja la presente invención.

50 Aquí, estas realizaciones son puramente ejemplo, de tal manera que puede hacerse su implementación en diversas formas dentro del alcance de la presente invención.

**(Ejemplo 1)**

La Fig. 1 es (a) una vista transversal esquemática que muestra una estructura longitudinal y (b) una vista plana esquemática que muestra una estructura plana, del aparato de procesamiento por plasma del Ejemplo 1.

5 La cámara 11 está hecha preferiblemente de un material que tenga resistencia como recipiente de vacío y esté provisto con conductividad de calor y resistencia al calor, y está hecho de acero inoxidable, aleaciones de aluminio o similares.

10 La cámara está construida de tal forma que el interior de la misma puede controlarse para que tenga un grado de vacío arbitrario. Por esta razón, la parte de enganche de la cámara 11 está completamente sellada con un anillo o similar. También, se conectan un controlador de presión 22 y una bomba de vacío 21 a la cámara 11 a través de una tubería de expulsión de gases 9, y un aparato de remoción 23 para retirar sustancias nocivas dentro del gas expulsado después de que la reacción del gas reactivo introducido en la cámara 11 se conecta a la bomba de vacío 21.

15 Se fija una pata de soporte 25 que tiene una resistencia suficiente capaz de soportar el peso de los miembros tales como el cuerpo estructural interno 8, el cátodo 2, el ánodo 4 y el calentador 24 a la superficie interior de la cámara 11, y el cuerpo estructural interno 8 está fijado a la pata de soporte 25.

El cuerpo estructural interno 8 es un cuerpo estructural en forma de marco de un miembro rectangular hecho de acero inoxidable, aleaciones de aluminio, o similares y tiene una resistencia suficiente capaz de soportar el peso de los miembros tales como el cátodo 2, el ánodo 4 y el calentador 24.

20 Se dispone una separación de dimensión contante entre la superficie interior del cuerpo estructural interno 8 y la superficie superior del ánodo 4 de tal manera que se restrinja la elevación de temperatura del cuerpo estructural interno 8 causada por la radiación de calor del ánodo 4. La dimensión de la separación es aproximadamente 10 a 30 mm en el aparato de la Fig. 1.

El ánodo 4 está hecho preferiblemente de un material que tiene conductividad de calor y resistencia al calor y más preferiblemente está hecho de acero inoxidable, aleación de aluminio, carbono o similares.

25 La dimensión del ánodo 4 puede definirse adecuadamente con la dimensión del sustrato 1. En el aparato de la Fig. 1, la dimensión del ánodo 4 es 1000 a 1500 mm x 600 a 1000 mm mientras la dimensión del sustrato de vidrio es 1 a 900 x 1200 x 400 a 900 mm.

El ánodo 4 incorpora el calentador 24.

30 El calentador 24 puede ser, por ejemplo un calentador en el cual se incorporen un aparato de calentamiento tipo sellado tal como calentadores de blindaje y un sensor de temperatura tipo sellado tal como un termopar dentro de una aleación de aluminio. Por esto, el ánodo 4 puede ser calentador y controlado desde temperatura ambiente hasta 300°C, por ejemplo.

35 La parte entre el calentador 24 y la pared externa de la cámara está conectada con una placa disipadora de calor 26. A saber, la placa disipadora de calor 26 está dispuesta en el lado de la pared externa del cuerpo estructural interno del lado del sustrato, y está en contacto con la cámara. La placa de disipación de calor 26 está hecha preferiblemente de un material que tiene conductividad de calor y resistencia al calor, y más preferiblemente está hecha de aluminio o una aleación de aluminio.

40 La dimensión de la placa disipadora de calor 26 puede definirse de forma adecuada de acuerdo con la dimensión del sustrato 1. En el aparato de la Fig. 1, la placa disipadora de calor consiste de 2 láminas respectivas de placas de aluminio que tienen una longitud de 100 a 500 mm por una anchura de 1200 a 1000 mm por un espesor de 1 a 3 mm y una longitud de 100 a 500 mm y una anchura de 800 a 500 mm por un espesor de 1 a 3 mm. La placa disipadora de calor 26 tiene preferiblemente una forma que no obstruye el intercambio de gas reactivo introducido en el interior de la cámara. En el aparato de la Fig. 1, la placa disipadora de calor 26 tiene una forma de red (forma de malla).

45 Asumiendo que la temperatura del calentador es 300°C y la temperatura de la pared externa es 60°C con la placa disipadora de calor 26 tal como se describió anteriormente, la cantidad de calor disipado desde esta placa disipadora de calor estará alrededor de 5,024,16 J/minuto (1200 calorías/minuto) que es un poco mayor que el calor Joule generado por la descarga de plasma.

## ES 2 373 915 T3

Por esto, el calor Joule generado por la descarga de plasma puede ser disipado de tal forma que la temperatura durante el proceso pueda hacerse constante a la vez que se mantiene la uniformidad dentro de la superficie.

5 El ánodo 4 es soportado por soportes de ánodo 6 que están dispuestos en cuatro esquinas del mismo. La dimensión de soporte de los mismos puede definirse adecuadamente de tal manera que no genere el temor de generación de enarcamiento del ánodo 4. En el aparato de la Fig. 1, la dimensión de soporte es 30 mm x 50 mm.

Los soportes de ánodo 6 están hechos preferiblemente de un material que tenga una pequeña conductividad térmica de tal manera que restrinja el surgimiento de calor del cuerpo estructural interno 8 por conducción térmica, y pueda emplearse zirconia (óxido de zirconio), por ejemplo.

10 El área de contacto entre el ánodo 4 y los soportes de ánodo 6 es preferiblemente tan pequeña como sea posible con el fin de restringir la transferencia de calor del ánodo 4 al cuerpo estructural interno 8 por conducción de calor de los soportes del ánodo 6. Con el fin de hacer esta área de contacto pequeña, los soportes del ánodo pueden estar provistos con muescas que tengan una profundidad de aproximadamente 1 mm a 5 mm dentro del rango que no deteriore la resistencia de los soportes de ánodo 6.

15 El cátodo 2 está hecho preferiblemente de un material que tiene una conductividad de calor y una resistencia de calor, y más preferiblemente está hecho de acero inoxidable, aleaciones de aluminio, carbono o similares.

La dimensión del cátodo 2 puede definirse de forma adecuada con la dimensión del sustrato 1. En el aparato de la Fig. 1, la dimensión del ánodo 4 es 1000 x 1500 mm por 600 a 1000 mm en comparación con la dimensión del sustrato de vidrio 1 que es 900 x 1200 x 400 a 900 mm.

20 El cátodo 2 tiene, en su interior, una tubería hueca en la cual se introduce el gas reactivo a través de la tubería 10 de introducción de gas reactivo. El gas reactivo puede ser, por ejemplo, gas  $\text{SiH}_4$  diluido con  $\text{H}_2$ .

También, el cátodo 2 tiene, en su superficie, numerosos agujeros para suministrar el gas reactivo sobre el sustrato 1. Estos agujeros pueden ser formados mediante un proceso de perforación, y la dimensión de los mismos es, por ejemplo, un diámetro de aproximadamente 0.1 a 2 mm y una separación de aproximadamente varios mm hasta varios cm.

25 La separación (distancia) entre el cátodo 2 y el ánodo 4 es aproximadamente varios mm hasta varios decenas de mm, y la precisión de la dimensión está preferiblemente dentro de un cierto porcentaje. En el aparato de la fig. 1, la distancia es 2 mm hasta 30 mm, y la precisión de la dimensión está por debajo o igual al 1%. El cátodo 2 está dispuesto sobre los soportes de cátodo 5 de tal manera que quede opuesto al ánodo 4.

30 Se requiere una resistencia capaz de soportar el cátodo 2 junto con propiedades de aislamiento eléctrico, de tal manera que los soportes de cátodo 5 preferiblemente están hechos de un material tal como cerámica, incluyendo zirconia, alúmina (óxido de aluminio), y vidrio, por ejemplo.

El cátodo 2 es soportado por los soportes de cátodo 5 que están dispuestos en las cuatro esquinas del mismo; sin embargo, el total de las periferias del cátodo 2 pueden ser soportadas.

35 Con el fin de restringir la transferencia de calor del cátodo 2 al cuerpo estructural interno 8 por conducción de calor de los soportes de cátodo 5, el área de contacto entre el cátodo 2 y los soportes de cátodo 5 es preferiblemente tan pequeña como sea posible dentro de un rango que no genere otra vez arqueamiento del cátodo 2. También, la disposición del mismo puede ser definida de forma adecuada con el fin de satisfacer las condiciones antes descritas. En el aparato de la Fig. 1, es 100 mm x 50 mm.

Los soportes del cátodo 5 están montados sobre el cuerpo estructural interno 8 dispuesto dentro de la cámara 11.

40 El cátodo 2 recibe el suministro de una potencia eléctrica al estar conectado eléctricamente a una fuente de potencia de excitación de plasma 12 a través de un dispositivo de compensación de impedancia 13. Por ejemplo, la fuente de potencia de excitación de plasma 12 tiene una frecuencia AC de 1.00 a 108.48 MHz y una potencia eléctrica de salida de 10 W a 100 kW. En el aparato de la Fig. 1, la frecuencia AC es 13.56 hasta 81.42 MHz, y la potencia eléctrica de salida es 10 W hasta 10 kW.

45 El sustrato 1 puede ser un sustrato para producir un elemento semiconductor utilizando una película semiconductor delgada o una película óptica delgada, tal como una celda solar, un TFT, o un fotoconductor. Es particularmente preferible un sustrato semiconductor.

El sustrato 1 está dispuesto mediante una sección de soporte de sustrato (portador) 15 que está fijada al cuerpo estructural interno 8 sobre la superficie del ánodo 4 que se opone al cátodo 2.

5 En el aparato de procesamiento de plasma que tiene una construcción descrita anteriormente, la separación entre el cátodo 2 y el ánodo 4 se llena con un gas reactivo a una tasa de flujo y presión predeterminadas, y se aplica una potencia eléctrica de alta frecuencia entre el cátodo 2 y el ánodo 4, con lo cual podría generarse una región de descarga de chispa (región de descarga de plasma) entre el cátodo 2 y el ánodo 4. Así, podría formarse una película amorfa o cristalina sobre el sustrato 1.

**(Ejemplo 2)**

10 La Fig. 2 es (a) una vista transversal esquemática que muestra una estructura longitudinal y (b) una vista plana esquemática que muestra una estructura plana, del aparato de procesamiento por plasma del Ejemplo 2.

La estructura del aparato de procesamiento por plasma del Ejemplo 2 es similar a la Realización 1 excepto por la estructura de los medios de disipación de calor, de tal forma que se describirán principalmente los puntos diferentes. Aquí, en la Fig. 2 los elementos constitutivos similares a los de la Fig. 1 se denotan con los mismos símbolos.

El ánodo 4 tiene una dimensión similar a la del Ejemplo 1, e incorpora un calentador 24.

15 También, a la superficie posterior del calentador 24, están conectadas láminas plurales de pestañas disipadoras de calor 27. Esto es, la pestaña disipadora de calor 27 está dispuesta en la superficie de la pared externa del cuerpo estructural interno del lado del sustrato. Aquí, en la Fig. 2, la pestaña de disipación de calor 27 no está en contacto con la cámara 11; sin embargo, puede estar en contacto también.

20 Esta pestaña 27 disipadora de calor consiste de una placa plana 27c que está en contacto con la superficie posterior del calentador 24 y dos clases de pestañas en forma de onda 27a, 27b y que están en contacto con y fijadas sobre la placa plana 27c, como se ilustra en las Figs. 2(a), (b) y Fig. 3(a). En esta pestaña 27 disipadora de calor, sobre la superficie posterior del calentador, la pestaña 27 en forma de onda que tiene una dimensión de protrusión grande T1 está dispuesta en la parte central donde el calor Joule generado por la descarga de plasma es susceptible de acumularse, y la pestaña 27b en forma de onda que tiene una dimensión de protrusión pequeña T2 está dispuesta en la parte periférica. En este caso, las longitudes de onda L1, L2 (intervalo) de las ondas de las pestañas en forma de onda respectivas 27a, 27b son aproximadamente iguales. Cuando tal pestaña 27 disipadora de calor está montada sobre la superficie posterior del calentador 24 y la temperatura del calentador se establece en 300°C y la temperatura de la pared externa se establece en 60°C, la cantidad de calor disipado desde la pestaña 27 de disipación de calor será aproximadamente 5024,16 J/minuto (1200 calorías/minuto), que es un poco más grande que el calor Joule generado por la descarga de plasma, al diseñar la pestaña 27 disipadora de calor como sigue.

Material de la pestaña 27 disipadora de calor: aluminio

Tamaño de la placa 27c: longitudinal 1000 a 1500 mm x lateral 600 a 1000 mm

Espesor de la placa plana 27c: 1 a 10 mm

Espesor de cada pestaña en forma de onda 27a, 27b: 1 a 5 mm

35 Dimensión de la protrusión T1 de la pestaña en forma de onda 27a: 5 a 30 mm

Dimensión de protrusión T2 de la pestaña en forma de onda 27b: 3 a 10 mm

Longitud de onda de cada pestaña en forma de onda 27a, 27b: 5 a 30 mm

Área ocupada de la pestaña en forma de onda 27a con respecto a la placa plana 27c: 300000 a 1200000 mm<sup>2</sup>

Área ocupada de la pestaña en forma de onda 27b con respecto a la placa 27c: 300000 a 1500000 mm<sup>2</sup>

40 Haciéndolo así, el calor Joule generado por la descarga de plasma puede ser disipado, de tal forma que la temperatura durante el proceso pueda hacerse constante a la vez que se mantiene la uniformidad dentro de la superficie.

En lugar de agrandar el área superficial incrementando la dimensión de protrusión T1 de la pestaña 27 en forma de onda en la parte central como se muestra en la Fig. 3(a), la pestaña 127 de disipación de calor puede ser construida

- de tal forma que la pestaña 127a en forma de onda sea tensa en la parte central del calentador y la pestaña 127b en forma de onda sea escasa en la parte periférica del calentador como se muestra en la Fig. 3(b). Esto es, en cada una de las pestañas 127a, 127b en forma de onda, cada una de las dimensiones de protrusión T1, T2 puede hacerse aproximadamente igual, y la longitud de onda L1 de la pestaña 127a en forma de onda puede hacerse más corta que la longitud de onda L2 de la pestaña 127b en forma de onda. Aquí, en este caso también, se definen diversas dimensiones de cada una de las pestañas 127a, 127b en forma de onda tal como se describió anteriormente de tal forma que pueda obtenerse la cantidad de disipación de calor necesaria. Alternativamente, como se muestra en la Fig. 3(c), la pestaña 227 de disipación de calor puede construirse de tal manera que la dimensión de protrusión T1 de la pestaña 227a en forma de onda en la parte central sea más grande que la dimensión de protrusión T2 de la pestaña 227b en forma de onda en la parte periférica, y la longitud de onda L1 de la pestaña 227a en forma de onda en la parte central puede ser más corta que la longitud de onda L2 de la pestaña 227b en forma de onda en la parte periférica. Aquí, en este caso, se definen diversas dimensiones de cada una de las pestañas 227a, 227b en forma de onda descritas más arriba de tal manera que puede obtenerse la cantidad de disipación de calor necesaria.
- En el aparato de procesamiento por plasma que tiene una construcción descrita más arriba, las separaciones del cátodo 2 y el ánodo 4 se llenan con un gas reactivo a una rata de flujo y presión predeterminadas, y se aplica una potencia eléctrica de alta frecuencia entre el cátodo 2 y el ánodo 4 por lo cual podría generarse una región de descarga de chispa (región de descarga de plasma) entre el cátodo 2 y el ánodo 4. Por tanto, podría formarse una película amorfa o cristalina sobre el sustrato 1.
- (Realización 3)
- La Fig. 4(a) es una vista transversal esquemática que muestra una estructura longitudinal del aparato de procesamiento por plasma de la Realización 3 - 1, y la Fig. 4(b) es una vista transversal esquemática que muestra una estructura longitudinal del aparato de procesamiento con plasma de la Realización 3 - 2.
- También, la Fig. 5 es una vista esquemática que muestra una estructura de una tubería 7 de paso de gas enfriada por aire dispuesta en el calentador en el aparato de procesamiento de plasma de la Realización 3, en donde la Fig. 5(a) es una vista tal como se observa desde el lado de la superficie lateral, y la Fig. 5(b) es una vista tal como se observa desde el lado plano. La estructura del aparato de procesamiento con plasma de la Realización 3 es similar a la del Ejemplo 1 excepto por la estructura de los medios de disipación de calor, de tal forma que se describirán aquí principalmente los puntos diferentes. Aquí, en las Figs. 4 y 5, los elementos constituyentes similares a los de la Fig. 1 se denotan con los mismos símbolos.
- El ánodo 4 incorpora un calentador 24 con una dimensión similar a la del Ejemplo 1. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 5, el ánodo 4 está integrado con el calentador 24 y la tubería de paso de gas enfriada por aire 7. Esto es, la tubería de paso de gas enfriada por aire 7 se incorpora en la superficie del calentador 24 que está opuesto al sustrato 1.
- La Fig. 5(b) ejemplifica un caso en el cual la tubería de paso de gas enfriada por aire 7 se ramifica en tres tuberías, desde la tubería de introducción de gas de enfriamiento 29, se extiende en paralelo en la dirección longitudinal del calentador 24, y converge en una tubería de nuevo para ser conectada a la tubería 30 de salida de gas enfriador. Esta tubería de paso de gas enfriado por aire 7 puede ser diseñada de tal manera que, en vez de estar limitada al modo de la Fig. 5(b) la tubería de gas se forma, por ejemplo, en forma de gas meandro para ser densa en la parte central de tal manera que el calor Joule generado por la descarga de plasma se absorba fácilmente. Por ejemplo, cuando el hidrógeno constituye una parte del material se introduce gas en la tubería 7 de paso de gas enfriada por aire que está hecha de aluminio que tiene una buena conductividad calorífica se instala de esta manera, la cantidad de calor disipado desde la tubería 7 de paso de gas enfriado por aire será aproximadamente 4186,8 a 12560,4 J/minuto (1000 a 3000 calorías/minuto) que es un poco mayor que el calor Joule generado por la descarga de plasma.
- Por esto, el calor Joule generado por la descarga de plasma puede ser disipado, de tal forma que la temperatura durante el proceso pueda mantenerse constante a la vez que se mantiene la uniformidad en la superficie.
- En el aparato de la Realización 3 - 1, el gas de enfriamiento es introducido en la tubería 7 de paso de gas enfriada por aire a través de la tubería 29 de introducción de gas de enfriamiento, y se expulsa a través de la tubería 30 de expulsión de gas de enfriamiento, como se muestra en la Fig. 4(a).
- Por otro lado, en el aparato de la Realización 3 - 2, en vez del gas de enfriamiento, se introduce el gas reactivo (gas material fuente) en la tubería 7 de paso de gas enfriada por aire a través de la tubería 29 de introducción de gas de enfriamiento, y pasa, sin ser expulsado, a través de la tubería 31 de expulsión de gas de enfriamiento y se suministra al espacio interior a través del cátodo 2 como gas reactivo, como se muestra en la Fig. 4(b). En general, al calentar el gas material de fuente hasta un grado adecuado se llega a una calidad de producto más alta de la

película o mejoramiento de la rata de limpieza, de tal manera que el calentamiento de gas mediante el cual el gas material de fuente pasa a través de la tubería 7 de paso de gas enfriada por aire para absorber el calor Joule da una buena influencia sobre el proceso, siendo por lo tanto preferible.

5 Por lo tanto, la tubería de paso de gas enfriado por aire tiene preferiblemente una estructura que permite que esté conectada a los medios de suministro de gas reactivo, mediante lo cual el gas introducido es suministrado al espacio interior como gas reactivo.

10 En la Realización 3 - 1, se utiliza gas inerte tal como nitrógeno como gas de enfriamiento. Sin embargo, puesto que la conductividad térmica del nitrógeno es aproximadamente 1/8 en comparación con el hidrógeno, el gas debe ser introducido a una rata de flujo que sea más alta en aproximadamente un dígito con el fin de llevar a cabo una disipación de calor equivalente a la del caso de la realización 3 - 2.

15 Por lo tanto, es preferible utilizar en común el nitrógeno que diluye los gases de salida utilizado como gas diluyente del hidrógeno que se utiliza típicamente como parte del gas material fuente. Mediante esto, la cantidad de disipación de calor por el gas será aproximadamente 4.186,8 a 12.060,4 J/minuto (1000 a 3000 calorías/minuto), la temperatura del gas nitrógeno expulsado puede elevarse en varias decenas de °C, mediante lo cual puede evitarse el taponamiento de la tubería de expulsión de gas que acompaña la adhesión de polvo obedeciendo al efecto de mantenimiento de la temperatura de la tubería de expulsión de gas, siendo por lo tanto preferible.

20 Modificación de la Realización 3 - 2, el aparato de procesamiento con plasma de la presente invención puede incluir, dentro de una cámara sellable 2 o más conjuntos de un cuerpo estructural interno, medios de suministro de gas reactivo, un cátodo y un ánodo, un calentador y medios de disipación del calor, donde la tubería de paso de gas enfriada por aire está conectada a los medio de suministro de gas reactivo de otro conjunto y tiene una estructura tal que se suministra un gas introducido al espacio interior de otro conjunto como gas reactivo. Esto es, construyéndolo de tal forma que una tubería de expulsión de gas enfriante conectada a un calentador se ramifica en tuberías plurales que se conectan a medios de suministro de gas reactivo plurales (tuberías de introducción de gas), estando conectada la tubería de paso de gas enfriada por aire con un calentador a cátodos plurales internos. Mediante esto, 25 el gas reactivo calentador en un calentador puede ser suministrado a espacios internos plurales.

30 En el aparato de procesamiento de plasma que tiene una construcción descrita más arriba, la separación entre el cátodo 2 y el ánodo 4 se llena con un gas reactivo a una rata de flujo y presión determinadas, y se aplica una potencia eléctrica de alta frecuencia entre el cátodo 2 y el ánodo 4 con lo cual se podría generar una región de descarga de chispa (región de descarga de plasma) entre el cátodo 2 y el ánodo 4. Así, podría formarse una película amorfa o cristalina sobre el sustrato 1.

De esta forma, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para producir una película delgada semiconductor caracterizada por la producción de una película delgada semiconductor sobre una superficie de un sustrato utilizando el aparato de procesamiento por plasma descrito anteriormente.

35 También, de acuerdo con el método de producción de una película delgada semiconductor de la presente invención, puede producirse un elemento semiconductor que utilice una película delgada semiconductor o una película delgada óptica, tal como una celda solar, un TFT o un fotoconductor, a un coste más bajo y con una buena eficiencia.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de procesamiento con plasma que comprende dentro de una cámara sellable (11):
- un cuerpo estructural interno (8) que está dispuesto para estar separado de una superficie de pared interna a la cámara (11) y que forma un espacio interno para alojar un sustrato (1) que sirve como objeto de procesamiento;
- 5 una sección de soporte del sustrato (15) que está adaptada para alojar el sustrato (1) dentro del espacio interno;
- medios de suministro de gas reactivo (10) para suministrar un gas reactivo al espacio interno;
- un cátodo (2) y un ánodo (4) que están soportados por el cuerpo estructural interno (8) y dispuestos en ambos lados del sustrato (1) dentro del espacio interno y que están adaptados para generar en uso una descarga de plasma de gas reactivo; y
- 10 un calentador (24) que está soportado por el cuerpo estructural interno (8) y que está adaptado para calentar el sustrato (1) dentro del espacio interno;
- caracterizado por
- una tubería (7) de paso de gas enfriada por aire que está dispuesta para estar en contacto con el calentador (24) y que está adaptada para absorber un calor Joule mediante un gas de enfriamiento, siendo generado el calor Joule en uso por la descarga en plasma entre el cátodo (2) y el ánodo (4).
- 15
2. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una placa de disipación de calor (26) capaz de disipar el calor Joule al exterior a través de la cámara (11) estando en contacto con el calentador y una pared externa de la cámara.
3. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una pestaña de disipación de calor (27) capaz de disipar el calor Joule hacia el exterior del espacio interno dentro de la cámara (11) estando en contacto con el calentador (24).
- 20
4. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 2, donde la placa disipadora de calor (26) está hecha de aluminio, aleación de aluminio, cobre, hierro, níquel o acero inoxidable.
5. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 2, donde la placa de disipación de calor (26) tiene una forma de una placa, una red o una banda.
- 25
6. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 2, donde la placa de disipación de calor (26) está dispuesta sobre un lado de la pared externa del cuerpo estructural interno (8).
7. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 3, donde la pestaña de disipación de calor (27) está hecha de aluminio, una aleación de aluminio, cobre, hierro, níquel o acero inoxidable.
- 30
8. El aparato de procesamiento con plasma de acuerdo con la reivindicación 3, donde la pestaña (27) de disipación de calor está dispuesta para que sea densa en una parte central del calentador (24) y para ser escasa en una parte periférica del calentador (24).
9. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 3, donde la pestaña (27) disipadora de calor tiene una dimensión de protrusión que es grande en una parte central del calentador (24) y pequeña en una parte periférica del calentador (24).
- 35
10. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 3, donde la pestaña (27) de disipación de calor consiste de una placa plana que está en contacto de superficie con el calentador (24) y una pestaña en forma de onda que está conectada sobre esta placa plana.
- 40
11. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1, donde la tubería (7) de paso de gas enfriada por aire tiene una estructura de descarga de un gas introducido directamente al lado externo de la cámara (11).

12. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1, donde la tubería (7) de paso de gas enfriada por aire se conecta a los medios de suministro de gas reactivo y tiene una estructura tal que el gas introducido es suministrado al espacio interno como gas reactivo.
- 5 13. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1, donde la tubería (7) de paso de gas enfriada por aire está hecha de aluminio, aleaciones de aluminio, cobre, hierro, níquel o acero inoxidable.
- 10 14. El aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, dentro de la cámara sellable (11), dos o más conjuntos de un cuerpo estructural interno (8), medios (10) de suministro de gas reactivo, cátodo (2) y ánodo (4), calentador (24) y medios (26, 27) de disipación de calor, donde la tubería de paso de gas enfriada por aire está conectada a los medios de suministro de gas reactivo de otro conjunto y tiene una estructura tal que un gas introducido es suministrado al espacio interno del otro conjunto como gas reactivo.
15. Un método para producir una película delgada semiconductor caracterizado por la producción de una película delgada semiconductor caracterizado por la producción de una película delgada semiconductor sobre la superficie de un sustrato utilizando el aparato de procesamiento por plasma de acuerdo con la reivindicación 1.

FIG. 1(b)

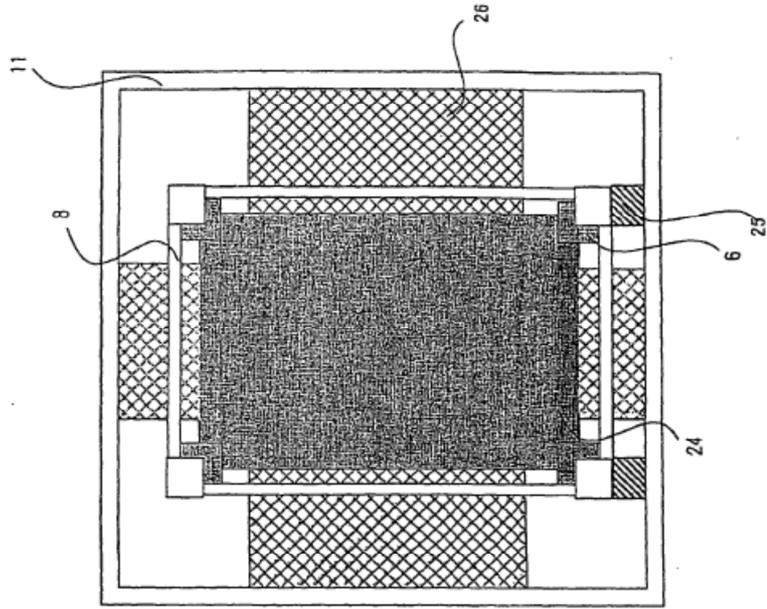
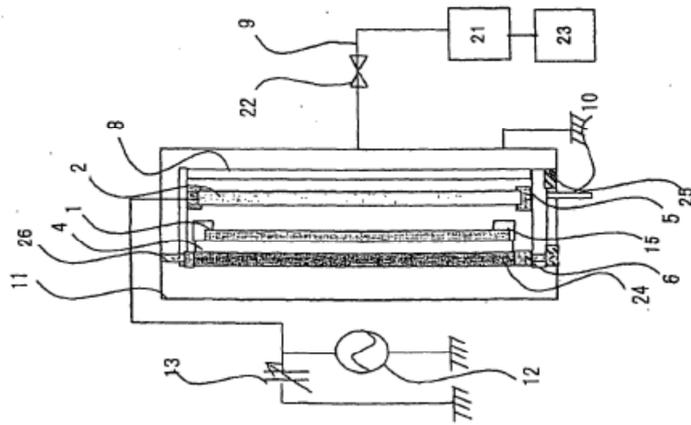


FIG. 1(a)



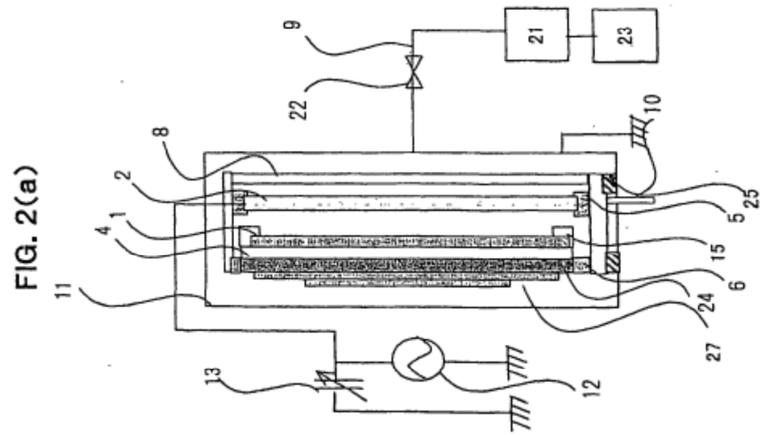
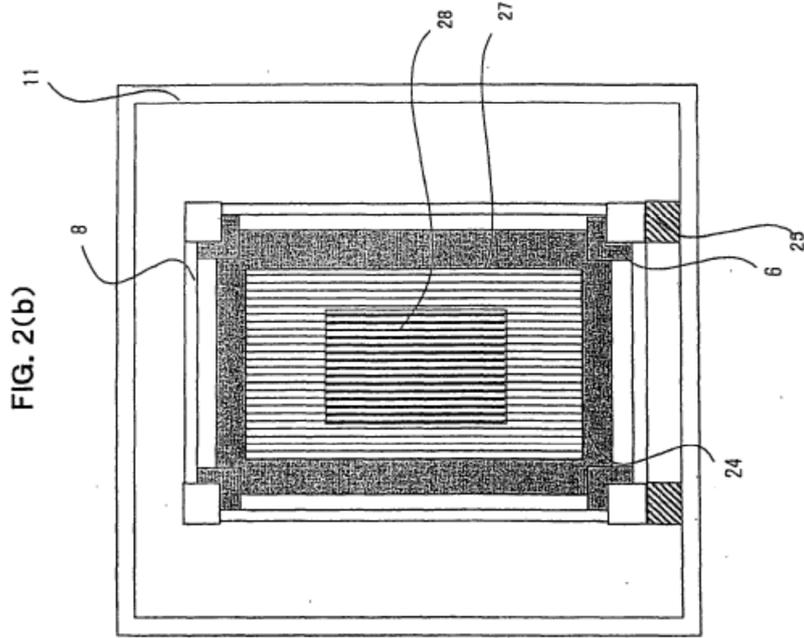


FIG. 3(a)

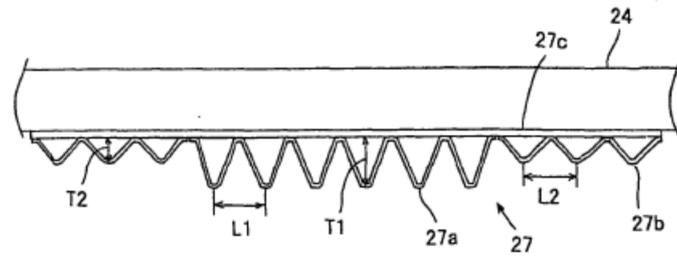


FIG. 3(b)

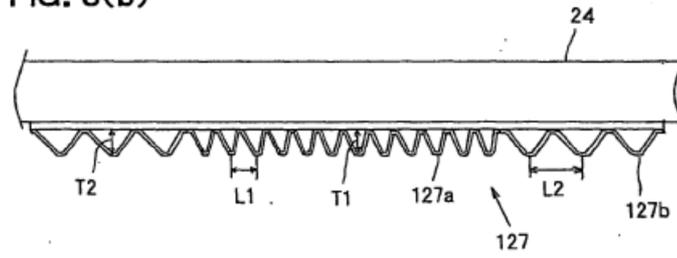
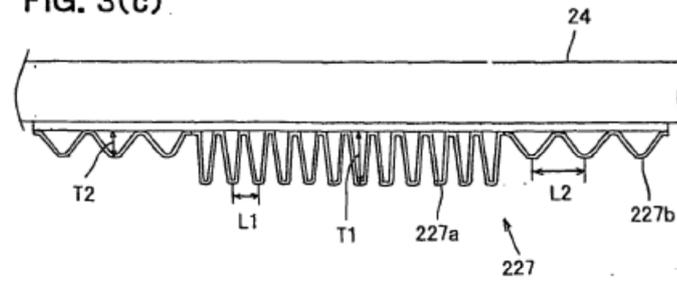


FIG. 3(c)



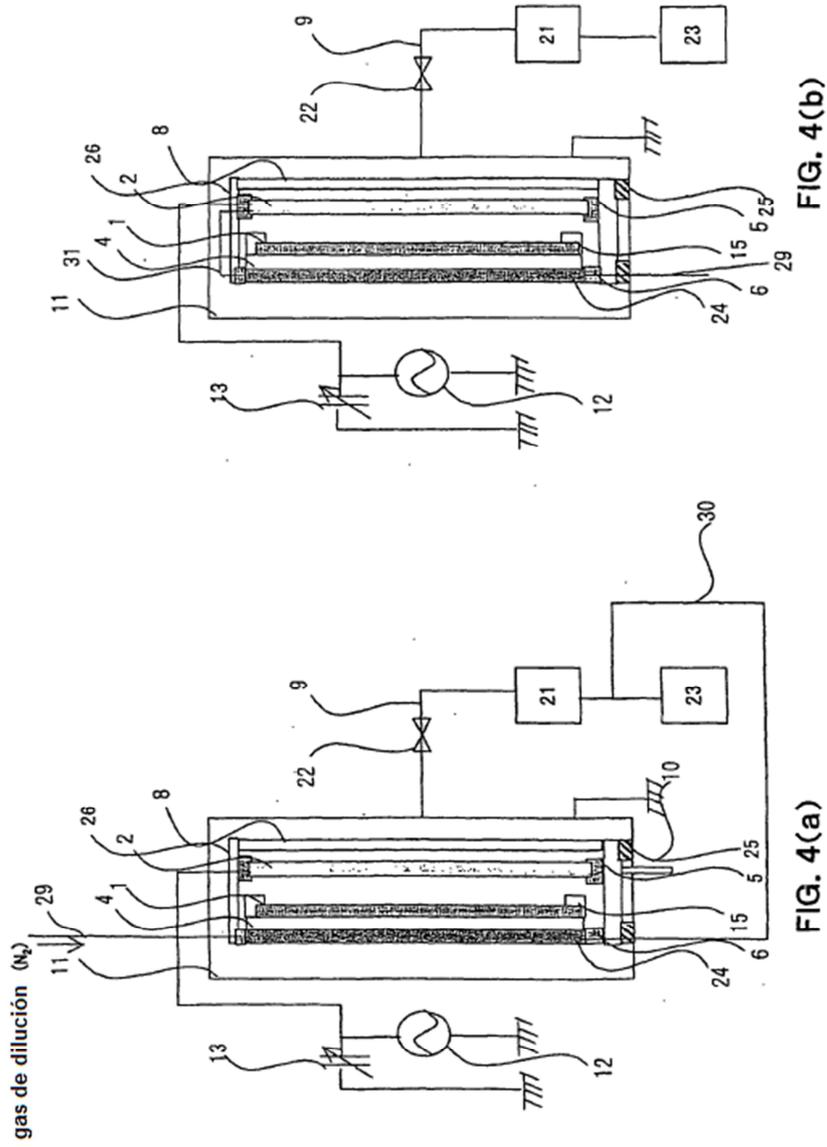
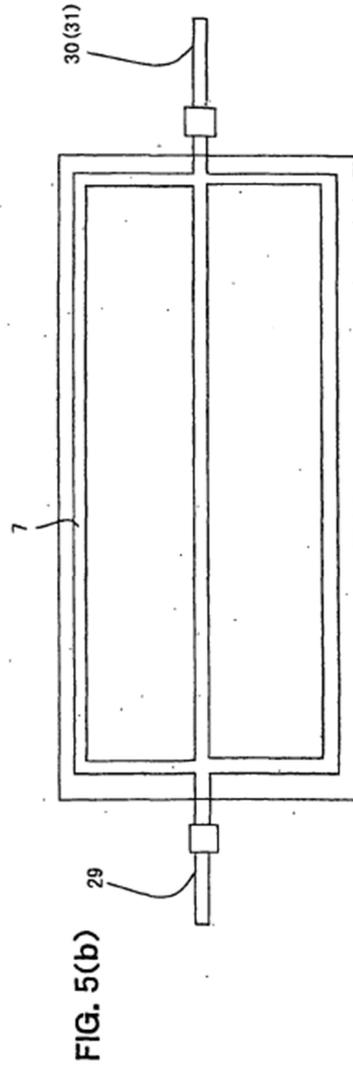
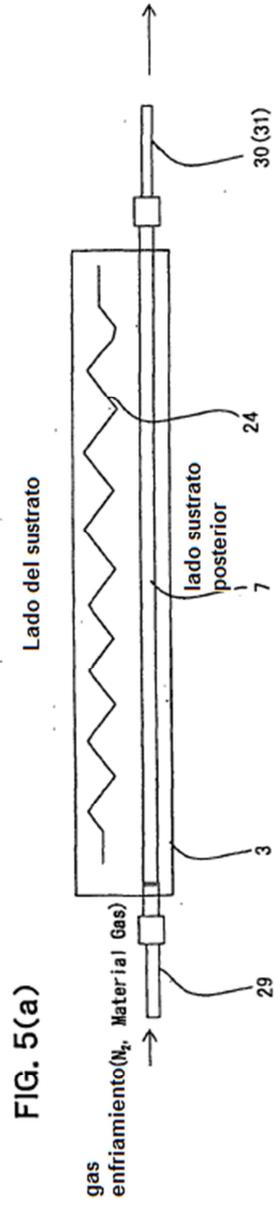


FIG. 4(b)

FIG. 4(a)



**FIG. 6**  
Técnica anterior

