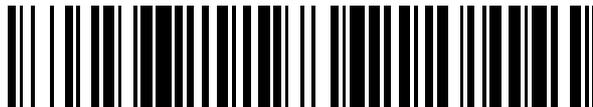


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 666**

51 Int. Cl.:

C23C 16/44 (2006.01)

H01L 21/205 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2008 E 08878723 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2014 EP 2374915**

54 Título: **Aparato de deposición química en fase de vapor con catalizador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2014

73 Titular/es:

**ULVAC, INC. (100.0%)
2500, Hagisono Chigasaki-shi
Kanagawa 253-8543, JP**

72 Inventor/es:

**OSONO, SHUJI;
HASHIMOTO, MASANORI y
ASARI, SHIN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 457 666 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de deposición química en fase de vapor con catalizador

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de deposición química en fase de vapor con catalizador que suministra un gas fuente a un hilo de catalizador calentado instalado en una cámara de reacción y deposita especies de descomposición generadas sobre un material de base que se va a conformar como película en la cámara de reacción, para llevar a cabo de este modo la formación de una película.

Técnica anterior

La deposición química-catalítica en fase de vapor (CAT-CVD) es un procedimiento de formación de películas por suministro de un gas reactivo (gas fuente) a un hilo de catalizador calentado, por ejemplo, de 1.500 a 2.000 °C y deposición de especies de descomposición (especies depositadas) generadas usando una reacción de catálisis o de descomposición térmica del gas reactivo sobre un material de base que se va a conformar como película.

La deposición química-catalítica en fase de vapor es similar a la CVD de plasma en cuanto que se depositan especies de descomposición de un gas reactivo sobre un material de base para llevar a cabo de este modo la formación de una película. Sin embargo, en la deposición química-catalítica en fase de vapor, se generan especies de descomposición usando una reacción de catálisis o descomposición térmica del gas reactivo sobre un hilo de catalizador que tiene una temperatura alta. Por lo tanto, la deposición química-catalítica en fase de vapor tiene la ventaja de que no se causa el daño en la superficie debido al plasma y de que la eficacia de uso del gas fuente es alta, en comparación con la CVD de plasma, en la que se forma plasma para generar especies de descomposición de un gas reactivo.

Por ejemplo, la deposición química-catalítica en fase de vapor se usa cuando se forma una película a base de silicio (Si). De forma convencional, para un hilo de catalizador usado en la deposición química-catalítica en fase de vapor, está extendido el uso de un hilo de volframio (W) (véase, por ejemplo, el documento de patente 1). Sin embargo, el volframio tiende a sufrir una reacción de aleación con el silicio (siliciación). Cuando se silicia el volframio, se generan grietas en la superficie y se reduce la resistencia mecánica, lo que acorta la vida útil del hilo de catalizador.

Por otro lado, los ejemplos de un material que tiene una velocidad de siliciación más baja que la del volframio incluyen el tántalo (Ta). Existe un procedimiento de uso de un hilo de tántalo como hilo de catalizador para formar una película de silicio (véase, por ejemplo, el documento de patente 2).

Documento patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2003-303780

Documento patente 2: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2003-247062

Divulgación de la invención

Problema que debe resolver la invención

Sin embargo, el tántalo tiene una resistencia mecánica más baja que la del volframio y, en particular, tiene una resistencia a la fluencia baja cuando se usa a alta temperatura. Por lo tanto, en el caso en que se usa el tántalo metálico para un hilo de catalizador, surgen problemas porque se produce expansión térmica en el momento del calentamiento y, en consecuencia, se hace más pequeño el diámetro del hilo y aumenta la resistencia del hilo, se eleva la temperatura del hilo y tiende a producirse un estallido. Por lo tanto, es imposible mejorar la productividad.

Además, el documento de patente 2 divulga un hilo de catalizador obtenido al recubrir una superficie de un hilo de tántalo con nitruro de boro (BN). Sin embargo, el recubrimiento con nitruro de boro es insuficiente para prolongar la vida útil del hilo de catalizador de tántalo y se requieren mejoras adicionales.

La presente invención se ha realizado en vista de los problemas descritos anteriormente y tiene como objetivo proporcionar un aparato de deposición química catalítica en fase de vapor que pueda prolongar la vida útil de un hilo de catalizador.

Medios para resolver el problema

El problema se resuelve con el aparato de acuerdo con la reivindicación 1. De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se proporciona un aparato de deposición química catalítica en fase de vapor que incluye una cámara de reacción, una fuente de introducción de gas, un hilo de catalizador y una fuente de calor.

La fuente de introducción de gas introduce un gas fuente en la cámara de reacción.

El hilo de catalizador incluye un hilo de tántalo y una capa de boruro formada sobre una superficie del hilo de tántalo y está configurado para disponerlo enfrente a un sustrato que se va a procesar que está instalado en la cámara de reacción.

5 La fuente de calor calienta el hilo de catalizador.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

10 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se proporciona un aparato de deposición química catalítica en fase de vapor que incluye una cámara de reacción, una fuente de introducción de gas, un hilo de catalizador y una fuente de calor.

15 La fuente de introducción de gas introduce un gas fuente en la cámara de reacción.

El hilo de catalizador incluye un hilo de tántalo y una capa de boruro formada sobre una superficie del hilo de tántalo y está configurado para disponerlo enfrente a un sustrato que se va a procesar que está instalado en la cámara de reacción.

20 La fuente de calor calienta el hilo de catalizador.

De acuerdo con la estructura descrita anteriormente, el boruro del tántalo metálico (boruro de tántalo) es más duro que el tántalo metálico. Por lo tanto, al usar el hilo de tántalo que tiene la capa de boruro formada sobre la superficie del mismo como hilo de catalizador, es posible reducir la expansión térmica del hilo de catalizador, mejorar la resistencia mecánica y prolongar la vida útil. Además, de acuerdo con la estructura descrita anteriormente, se puede prolongar la vida útil en comparación con un hilo de catalizador obtenido al recubrir la superficie del hilo de tántalo con nitruro de boro o carbono.

30 Como procedimiento de formación de una capa de boruro sobre una superficie de un hilo de tántalo, se instala un hilo de tántalo en una cámara de reacción y se somete a calentamiento de activación al mismo tiempo que se introduce un gas diborano (B_2H_6) en la cámara de reacción. El espesor de película de una capa de boruro no está particularmente limitado y se puede ajustar según convenga basándose en la temperatura de calentamiento del hilo de tántalo, la concentración de gas del gas diborano, el tiempo de reacción, o similar.

35 El aparato de deposición química catalítica en fase de vapor puede incluir además un medio de control para realizar el calentamiento de activación del hilo de catalizador con la fuente de calor por activación continua.

40 De acuerdo con la estructura descrita anteriormente, se usa el hilo de tántalo que tiene la capa de boruro formada sobre su superficie como hilo de catalizador y se somete a calentamiento de activación para realizar la formación de película. En ese momento, se instala el medio de control para realizar el calentamiento de activación del hilo de catalizador por activación continua y se realiza sucesivamente el calentamiento de activación del hilo de catalizador durante la formación de la película, con el resultado de que se puede aliviar el choque dado al hilo de catalizador, se puede suprimir la generación de grietas en la capa de boruro y se puede prolongar la vida útil del hilo de catalizador.

45 A continuación en el presente documento se describirán modos de realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

50 La figura 1 es una vista estructural esquemática de un aparato de deposición química catalítica en fase de vapor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El aparato de deposición química catalítica en fase de vapor 1 incluye una cámara de vacío 3 en la que se forma una cámara de reacción 2. A la cámara de vacío 3, está conectada una bomba de vacío 4, de modo que se puede vaciar la cámara de reacción 2 hasta un grado predeterminado de vacío. La cámara de reacción 2 se forma dentro de una placa antiadhesiva 5 instalada en la cámara de vacío 3.

55 Dentro de la cámara de reacción 2 dividida por la placa antiadhesiva 5, se instala una pluralidad de hilos de catalizador 6. Cada uno de los hilos de catalizador 6 está constituido por un hilo de tántalo (Ta). En este modo de realización, la pluralidad de hilos de catalizador 6 se disponen paralelos entre sí, de modo que atraviesan el interior de la cámara de reacción 2 en dirección vertical. Cabe destacar que la forma de instalación de los hilos de catalizador 6 no se limita a la dirección vertical mencionada anteriormente y los hilos de catalizador 6 se pueden instalar en una forma que cruce la cámara de reacción 2 en dirección horizontal.

60 Los respectivos hilos de catalizador 6 se instalan de modo que pasen a través de los orificios pasantes 5a y 5b formados en la superficie superior y en la superficie inferior de la placa antiadhesiva 5, y ambas porciones terminales de los mismos están conectadas a una unidad de control 8 (medio de control) dispuesta fuera de la cámara de vacío 3. La unidad de control 8 incluye una fuente de calor para realizar el calentamiento de activación en los hilos de catalizador 6. La unidad de control 8 es para realizar el calentamiento de activación de los hilos de catalizador 6 por

activación continua y está constituida por un ordenador o similar que ajusta una fuente de suministro de corriente y suministra corriente.

5 Dentro de la cámara de reacción 2, se dispone un sustrato S que sirve como material de base para conformarlo como película. Para el sustrato S, por ejemplo, se usa un sustrato de vidrio rectangular. En este modo de realización, como se muestra en la figura 2, dos sustratos S están enfrentados entre sí, de modo que los hilos de catalizador 6 quedan incluidos entre ellos. En este caso, los sustratos S están instalados en la cámara de reacción 2 de tal forma que la dirección lateral a lo largo de los sustratos S es ortogonal a la dirección en la que se extienden los hilos de catalizador 6. Cabe destacar que los sustratos S están sostenidos por un medio de soporte del sustrato (no
10 mostrado). El medio de soporte del sustrato tiene una estructura que incorpora una fuente de calor para calentar los sustratos S hasta una temperatura predeterminada.

15 La placa antiadhesiva 5 tiene una forma sólida sustancialmente rectangular y las tuberías de introducción de gas 7 están instaladas en cuatros porciones laterales de la placa antiadhesiva 5. Las tuberías de introducción de gas 7 son para introducir un gas fuente o un gas diborano (B_2H_6) en la cámara de reacción 2 y están conectadas a una unidad de suministro de gas fuente 9a y a una unidad de suministro de gas diborano 9b instaladas fuera de la cámara de vacío 3 por medio de una línea de suministro de gas. El gas fuente o gas diborano expulsados desde las tuberías de introducción de gas 7 se introduce principalmente entre los dos sustratos S. Cabe destacar que una fuente de introducción de gas está constituida por la unidad de suministro del gas fuente 9a, las tuberías de introducción de gas 7 y similares.
20

El aparato de deposición química catalítica en fase de vapor 1 está constituido como se describe anteriormente. A continuación, se describirá la deposición química-catalítica en fase de vapor de este modo de realización usando el aparato de deposición química catalítica en fase de vapor 1.
25

Primer modo de realización

30 En primer lugar, se hace funcionar la bomba de vacío 4 para vaciar la cámara de vacío 3 y reducir la presión de la cámara de reacción 2 hasta un grado de vacío predeterminado (por ejemplo, 1 Pa). A continuación, se introduce un gas diborano desde la unidad de suministro de gas diborano 9b en la cámara de reacción 2 y se energizan los hilos de catalizador 6 con la unidad de control 8 para calentarlos hasta una temperatura predeterminada (por ejemplo, 1.700 °C) o más. En ese momento, debido al contacto del gas diborano con una superficie del hilo de catalizador 6, se forma como producto de reacción una capa de boruro de tántalo sobre la superficie del hilo de catalizador 6.

35 Dado que el hilo de tántalo con la capa de boruro formada sobre su superficie como se describe anteriormente es más duro que un hilo de tántalo metálico, al usar el hilo de tántalo con la capa de boruro formada sobre su superficie como hilo de catalizador, es posible reducir al expansión térmica de los hilos de catalizador 6 y mejorar la resistencia mecánica para prolongar su vida útil. Cabe destacar que el espesor de película de la capa de boruro no está particularmente limitado y se puede ajustar según convenga basándose en la temperatura de calentamiento del hilo de tántalo, la concentración de gas del gas diborano, el tiempo de reacción, o similar.
40

Cabe destacar que la etapa de formación de una capa de boruro sobre la superficie del hilo de tántalo se puede realizar después de instalar los sustratos S en la cámara de vacío 3 o se puede realizar antes de instalar los sustratos S en su interior. Además, en una cámara en la que no se pueda disponer una línea de suministro de gas diborano, se puede reubicar un hilo de catalizador de boruro de tántalo cuya capa de boruro se forme por adelantado en otro lugar.
45

A continuación, una vez detenida la introducción del gas diborano, se introduce un gas fuente desde la unidad de suministro de gas fuente 9a en la cámara de reacción 2. En este modo de realización, se usa un gas mixto de gas silano (SiH_4) e hidrógeno (H_2) como gas fuente para formar una película de silicio (Si) sobre la superficie del sustrato S. Cabe destacar que la película que se va a formar sobre la superficie del sustrato S puede ser una película de nitruro de silicio (SiN) formada usando silano, hidrógeno y amoníaco (NH_3), una película de silicio formada usando trisililamina ($(SiH_3)_3N$), amoníaco e hidrógeno, una película de nitruro de silicio formada usando hexametildisilazano ($(CH_3)_3SiNHSi(CH_3)_3$, abreviado como HMDS), una película de óxido de silicio (SiO) formada usando silano, hidrógeno y oxígeno (O_2) o monóxido de dinitrógeno (N_2O), una película de óxido de silicio formada usando silano y tetraetoxisilano ($Si(OC_2H_5)_4$, abreviado como TEOS), una película de silicio dopado con fósforo (película n+Si) o una de silicio dopado con boro (película p+Si) formada usando silano, hidrógeno y fosfina (PH_3) o diborano, una película de carburo de silicio formada usando silano, hidrógeno y acetileno o metano, una película de silicio y germanio formada usando silano, hidrógeno y germanio, una película de politetrafluoroetileno (marca registrada "Teflon")
50 formada usando silano y óxido de hexafluoropropileno (abreviado como HFPO), o similar. Cabe destacar que, en caso de que se realice un tratamiento de hidrógeno usando hidrógeno gaseoso, es posible lograr el objetivo de retirar la terminación de un defecto de una película de silicio o una película de óxido natural. Además, en caso de que se realice un tratamiento de nitruración usando amoníaco gaseoso, es posible nitrurar silicio.
55

60 Específicamente, en la etapa de formación de la película de los sustratos S, se aplica una tensión de CC a los hilos de catalizador 6 con la unidad de control 8 y se calientan los hilos de catalizador 6 hasta una temperatura alta, por

ejemplo, de 1.700 °C o más. Además, en ese momento, se calientan los sustratos S hasta una temperatura predeterminada (por ejemplo, aproximadamente 300 °C). Se introduce el gas fuente entre los dos sustratos S enfrentados entre sí desde las tuberías de introducción de gas 7. Después, el gas fuente entra en contacto con los hilos de catalizador 6 calentados a alta temperatura y las especies de descomposición de un gas reactivo generadas por una reacción de catálisis o descomposición térmica se depositan sobre el sustrato S, de modo que se forma una película.

En este caso, cuando el calentamiento de activación de los hilos de catalizador 6 se realiza mediante una operación de encendido/apagado de la corriente aplicada, se agranda el choque térmico (expansión debida al calentamiento o contracción debida al cese del calentamiento) dado a los hilos de catalizador 6. Por lo tanto, se tiende a la generación de grietas sobre la superficie de los hilos de catalizador 6 y baja la resistencia mecánica. A este respecto, en este modo de realización, se controla la temperatura de calentamiento de los hilos de catalizador 6 mientras la unidad de control 8 realiza sucesivamente el calentamiento de activación de los hilos de catalizador 6 en el momento de la formación de la película sobre el sustrato S, de modo que se reduce el choque térmico dado a los hilos de catalizador 6.

Como procedimiento de control de la activación para el hilo de catalizador con la unidad de control 8, se incluye un procedimiento de aumento/disminución de la temperatura de los hilos de catalizador 6 en una pluralidad de etapas (aumento/disminución gradual) además de un procedimiento de control continuo de la cantidad de corriente y de mantenimiento de los hilos de catalizador 6 que se van a calentar a una temperatura predeterminada. Mediante esos procedimientos, es posible eliminar la generación de grietas en la capa de boruro formada sobre la superficie del hilo de catalizador 6 y mejorar la resistencia mecánica.

Como se describe anteriormente, de acuerdo con este modo de realización, al usar el hilo de tántalo que tiene la capa de boruro formada sobre la superficie del mismo como hilo de catalizador 6, es posible reducir la expansión térmica del hilo de catalizador 6, mejorar la resistencia mecánica, prolongar la vida útil y mejorar la productividad. Además, dado que el hilo de catalizador está formado de un material compuesto principalmente de tántalo, es posible eliminar una reacción de aleación con el gas fuente (siliciación) y llevar a cabo la formación de una película estable.

Además, de acuerdo con este modo de realización, al realizar sucesivamente el calentamiento de activación del hilo de catalizador 6 durante la formación de la película, es posible aliviar el choque térmico dado al hilo de catalizador, eliminar la generación de grietas sobre la capa de boruro superficial y prolongar la vida útil del hilo de catalizador. Las figuras 3A y 3B son imágenes de SEM que muestran cada una una superficie lateral de un hilo de catalizador que tiene una capa de boruro formada sobre una superficie del mismo. La figura 3A muestra un ejemplo en el que se realiza de forma intermitente el calentamiento de activación (mediante una operación de encendido/apagado) y resulta evidente que se generan grietas de superficie. Además, la figura 3B muestra un ejemplo en el que se realiza sucesivamente el calentamiento de activación y no se observa generación de grietas de superficie.

Segundo modo de realización

A continuación se describirá la deposición química-catalítica en fase de vapor de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención.

Se instalan los sustratos S y los hilos de tántalo que sirven como hilos de catalizador 6 en la cámara de reacción 2. Después, se hace funcionar la bomba de vacío 4 para vaciar la cámara de vacío 3 y se reduce la presión de la cámara de reacción 2 hasta un grado de vacío predeterminado (por ejemplo, 1 Pa). A continuación, se introducen un gas fuente y un gas diborano en la cámara de reacción 2 desde la unidad de suministro de gas fuente 9a y la unidad de suministro de gas diborano 9b a través de las tuberías de introducción de gas 7 y se energizan los correspondientes hilos de catalizador 6 con la unidad de control 8 y se calientan hasta una temperatura predeterminada (por ejemplo, 1.700 °C) o más.

El gas diborano introducido en la cámara de reacción 2 entra en contacto con los hilos de catalizador 6 y se descompone, de modo que se forma una capa de boruro (boruro de tántalo) sobre la superficie de cada hilo de catalizador 6. En consecuencia, se cura la superficie del hilo de catalizador 6, lo que da lugar a que se reduzca la expansión térmica, mejore la resistencia mecánica y se prolongue la vida útil.

Por otro lado, el gas fuente introducido en la cámara de reacción 2 entra en contacto con los hilos de catalizador 6 y se descompone, de modo que los productos de reacción del mismo (especies de descomposición) se depositan sobre la superficie del sustrato S. En consecuencia, se forma una película de silicio sobre la superficie del sustrato S. Cabe destacar que el silicio como especie de descomposición del gas fuente tiene una presión de vapor más baja que la del boro (B) y no se adhiere al hilo de catalizador 6 o se adhiere al mismo y después se evapora de inmediato a una presión atmosférica reducida de 1 Pa y en un estado de alta temperatura de 1.700 °C o más. Por lo tanto, no se deposita una película de silicio sobre la superficie del hilo de catalizador 6 y la capa de boruro formada sobre la superficie del hilo de catalizador 6 no se ve afectada.

Cabe destacar que, también en este modo de realización, se lleva a cabo sucesivamente el calentamiento de activación del hilo de catalizador 6 con la unidad de control 8. En consecuencia, es posible eliminar la generación de grietas de superficie del hilo de catalizador 6 en la etapa de formación de una capa de boruro del hilo de catalizador 6 y la etapa de formación de la película, y mejorar la resistencia mecánica y la durabilidad del hilo de catalizador 6 para mejorar la productividad.

De acuerdo con este modo de realización, se puede obtener el mismo efecto que en el primer modo de realización descrito anteriormente. En particular, de acuerdo con este modo de realización, se puede llevar a cabo la etapa de formación de la película de una película de silicio sobre el sustrato S simultáneamente con la etapa de formación de la capa de boruro sobre la superficie del hilo de catalizador, con el resultado de que se puede aumentar más la productividad.

Ejemplos

Se usaron tres tipos de hilos de catalizador con diferentes estructuras para realizar una prueba de formación de películas de Si y se evaluó la durabilidad de los respectivos hilos de catalizador. Los resultados de la misma se muestran en la figura 4. En la figura, el eje vertical indica la salida de un monitor (valor de la tensión) y el eje horizontal indica el espesor de película acumulado. En otras palabras, la figura 4 muestra una relación entre la expansión del hilo de catalizador y el tiempo.

Los hilos de catalizador usados en el experimento eran un hilo de catalizador de Ta (muestra 1) formado de un hilo de tántalo metálico (puro al 99,5 %) al que se le da forma de U y tiene un diámetro de 1 mm y una longitud de 3.000 mm, un hilo de catalizador de B-Ta (muestra 2) obtenido por boruración de una superficie del hilo de tántalo descrito anteriormente y un hilo de catalizador de BN-Ta (muestra 3) obtenido por recubrimiento de la superficie del hilo de tántalo descrito anteriormente con nitruro de boro. Como procedimientos de activación para los hilos de catalizador, se realizó una activación intermitente para la muestra 1 (activación ENCENDIDO-APAGADO), se realizó una activación continua e intermitente para la muestra 2 y se realizó una activación continua para la muestra 3.

Las condiciones iniciales para la boruración de la muestra 2 son como sigue.

Condiciones iniciales de boruración

Caudal de gas diborano (B_2H_6): 160 sccm
Energía aplicada: 3 kW (valor del monitor de corriente: aproximadamente 30 A)
Presión: 2 Pa

Las condiciones para la prueba de formación de película son como sigue.

Condiciones para la prueba de formación de película

Caudal de gas monosilano (SiH_4): 32 sccm
Caudal de gas hidrógeno (H_2): 16 sccm
Energía aplicada: 3 kW (valor del monitor de corriente: aproximadamente 30 A)
Presión: 2 Pa

Como se muestra en la figura 4, la muestra 1 (hilo de catalizador de Ta) se expandió de forma abrupta desde el comienzo de la formación de la película y dio lugar a la ruptura. La cantidad de expansión superaba el 20 %.

En contraste con esto, en cuanto a la muestra 2 (hilo de catalizador de B-Ta), se aumentó enormemente la durabilidad en comparación con la muestra 1. En particular, en el momento de la activación continua, prácticamente no se observó deformación desde el comienzo de la formación de la película. Por otro lado, en el momento de la activación intermitente, se provocó una expansión gradualmente desde el comienzo de la formación de la película, lo que dio lugar en última instancia a la ruptura. Esto se puede deber a que se generaron grietas sobre la superficie debido a un choque térmico en el momento de ENCENDER/APAGAR la corriente. La expansión en el momento de la ruptura superaba el 10 %, pero la durabilidad mejoró cinco veces o más en comparación con la muestra 1.

A continuación, en cuanto a la muestra 3 (hilo de catalizador de BN-Ta), se provocó una expansión gradualmente desde el comienzo de la formación de la película, lo que dio lugar en última instancia a la ruptura. La expansión en el momento de la ruptura supera el 10 %, pero la durabilidad mejoró aproximadamente tres veces o más en comparación con la muestra 1. Sin embargo, la durabilidad era inferior a la de la muestra 2 en el momento de la activación intermitente. El cambio de la expansión es diferente del de la muestra 2 en el momento de la activación intermitente. Esto se puede deber a que la muestra 3 tiene una dureza de superficie menor que la de la muestra 2.

Como resulta evidente a partir de los resultados descritos anteriormente, el hilo de catalizador (muestra 2) que tiene la capa de boruro formada sobre la superficie del hilo de tántalo tiene una durabilidad enormemente mejorada en comparación con el hilo de tántalo sólido (muestra 1) y el hilo de tántalo (muestra 3) que tienen nitruro de boro

formado sobre su superficie. Además, se confirmó que al realizar el calentamiento de activación del hilo de catalizador por activación continua, se elimina la generación de grietas de superficie y se puede prolongar la vida útil del hilo de catalizador.

5 Aunque se han descrito modos de realización de la presente invención anteriormente, la presente invención no se limita a los mismos y se puede modificar de formas diversas basándose en la idea técnica de la presente invención.

10 Por ejemplo, en los modos de realización descritos anteriormente, se usa como gas fuente el gas mixto de silano e hidrógeno, pero el gas fuente no se limita a este y se puede cambiar según convenga de acuerdo con el tipo de material de formación de películas.

15 Además, en los modos de realización descritos anteriormente, se ha descrito anteriormente el ejemplo en el que dos sustratos S están enfrentados entre sí en la cámara de reacción 2 y la pluralidad de hilos de catalizador 6 se instalan entre los dos sustratos en la dirección vertical, pero la estructura de la cámara de reacción 2 no se limita al ejemplo anterior.

Además, al usar el aparato de deposición química catalítica en fase de vapor de la presente invención, es posible llevar a cabo la formación de películas para una capa de tipo p y una capa de tipo n de una batería solar.

20 Como ejemplo, se fabrica una batería solar formando en primer lugar un electrodo metálico formado de una película de Mo o similar sobre un sustrato de vidrio, aluminio o similar por pulverización catódica o CVD térmica, formando después una capa de tipo p (por ejemplo, una película de CuInSe_2) y una capa de tipo n (por ejemplo, una película de CdS) y formando un electrodo transparente formado de ZnO o similar sobre las mismas. En este ejemplo, al usar este aparato, es posible formar una película de CuInSe_2 como la capa de tipo p y una película de CdS como la capa de tipo n.

Breve descripción de los dibujos

30 [Figura 1] Una vista estructural esquemática de un aparato de deposición química catalítica en fase de vapor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

[Figura 2] Una vista esquemática en perspectiva de una cámara de reacción del aparato mostrada en la figura 1.

35 [Figuras 3] Imágenes de una vista lateral (SEM) que muestran cada una una condición de superficie de un hilo de catalizador instalado en la cámara de reacción, en las que la A muestra un estado en el que se generan grietas de superficie y la B muestra un estado en el que no se generan grietas de superficie.

40 [Figura 4] Un diagrama que muestra la durabilidad de diversas muestras de hilos de catalizador descritas en los ejemplos de la presente invención.

Descripción de símbolos

1 aparato de deposición química catalítica en fase de vapor

45 2 cámara de reacción

3 cámara de vacío

50 4 bomba de vacío

5 placa antiadhesiva

6 hilo de catalizador

55 7 tubería de introducción de gas

8 unidad de control

9a unidad de suministro de gas fuente

60 9b unidad de suministro de gas diborano

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de deposición química catalítica en fase de vapor (1), que comprende:

5 una cámara de reacción (2),

una fuente de introducción de gas (9a) para introducir un gas fuente en la cámara de reacción,

10 un hilo de catalizador (6) dispuesto enfrentado a un sustrato que se va a procesar que está instalado en la cámara de reacción (1), y

una fuente de calor para calentar el hilo de catalizador (6);

15 caracterizado porque el hilo de catalizador (6) incluye un hilo de tántalo y un boruro de la capa de tántalo metálico formada sobre una superficie del hilo de tántalo.

2. El aparato de deposición química catalítica en fase de vapor de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un medio de control (8) para realizar el calentamiento de activación del hilo de catalizador (6) con la fuente de calor por activación continua.

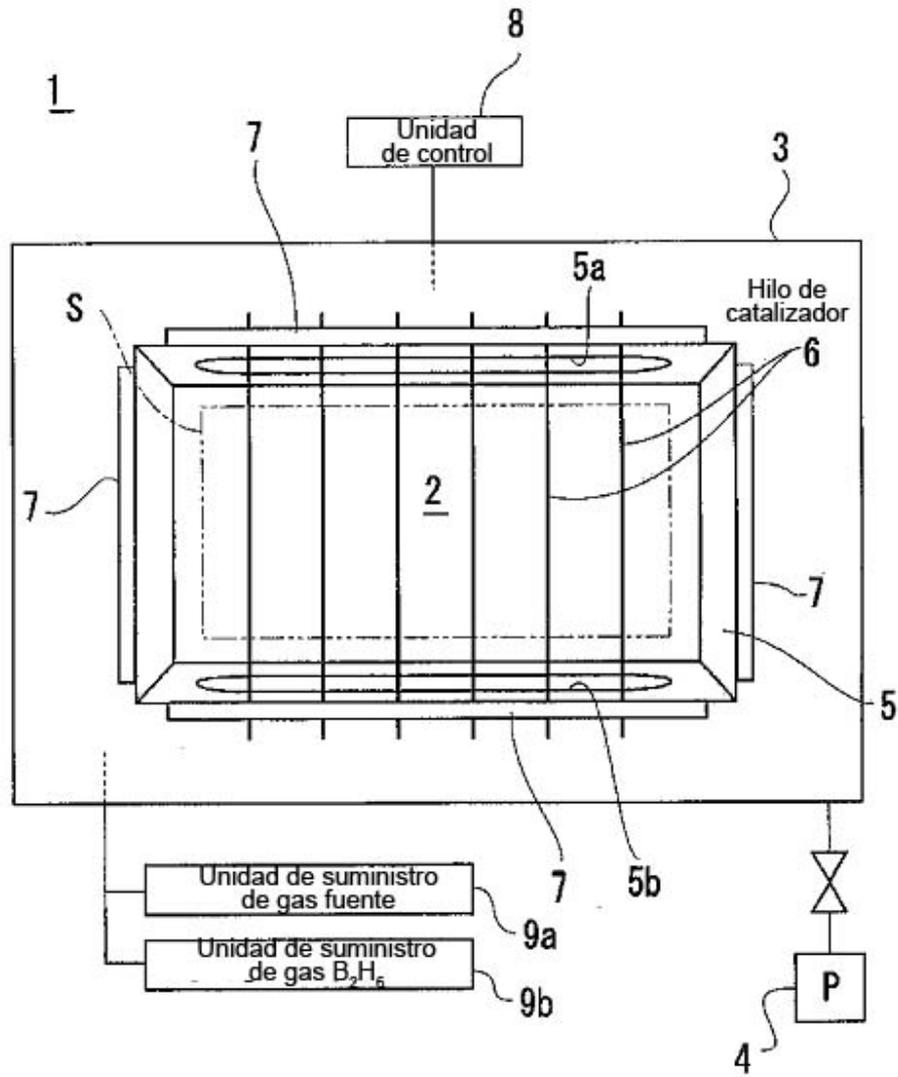


FIG.1

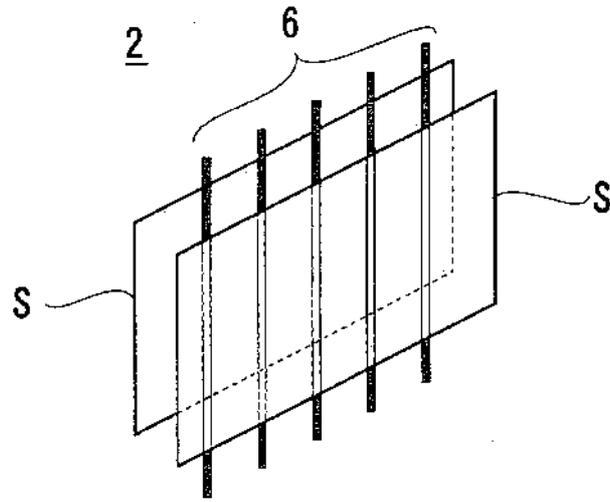
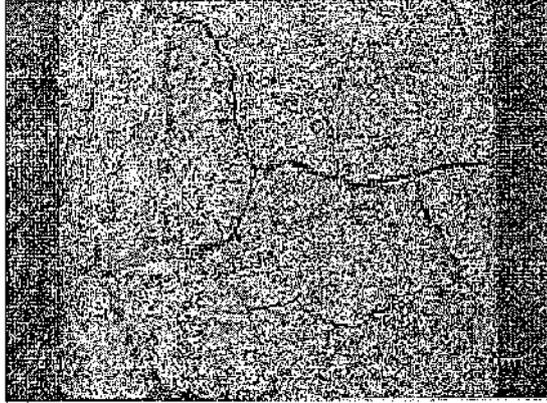


FIG.2

A



B

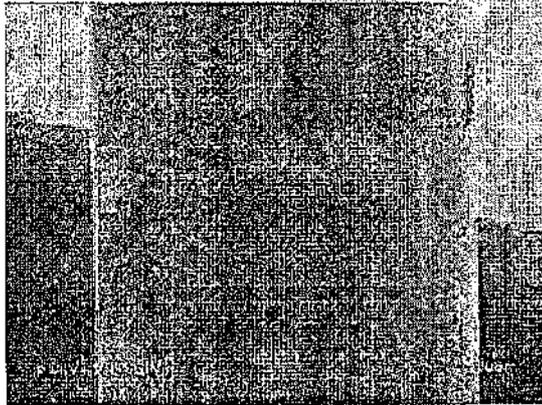


FIG.3

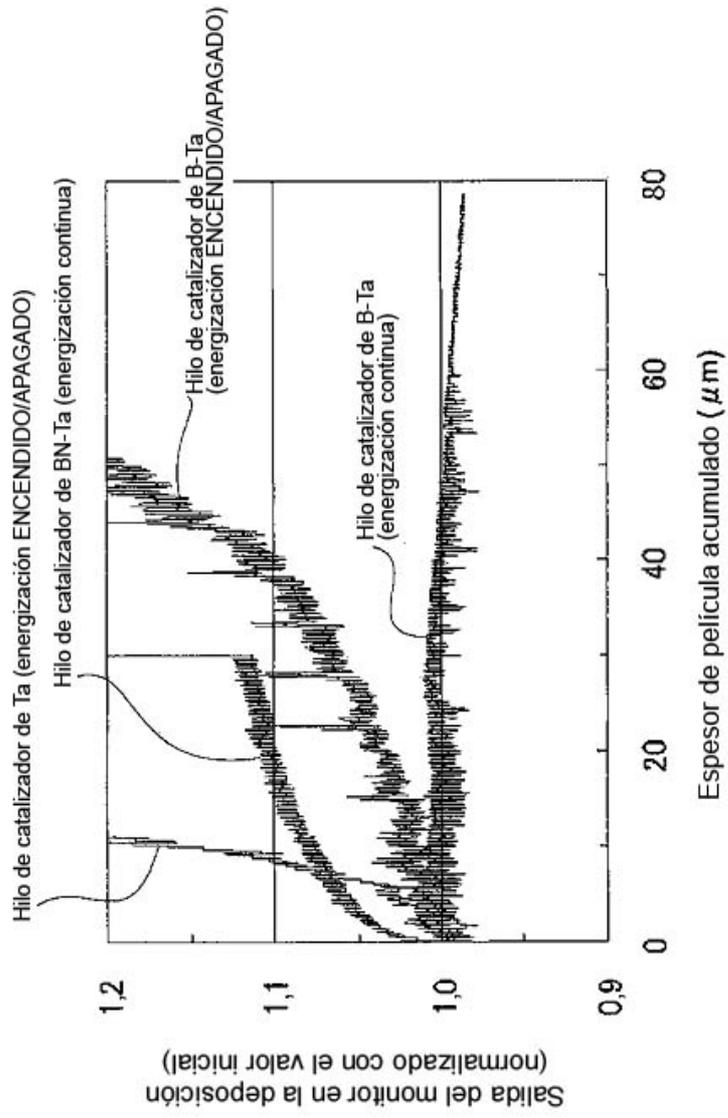


FIG.4