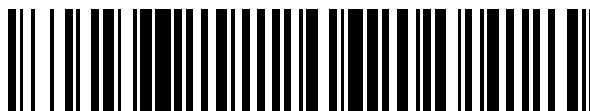


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 462**

51 Int. Cl.:

**H01L 21/225** (2006.01)

**C09D 171/02** (2006.01)

**C09D 183/00** (2006.01)

**H01L 21/312** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2007** **E 07768026 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012** **EP 2043136**

54 Título: **Composición filmógena y método de difusión**

30 Prioridad:

**14.07.2006 JP 2006194921**

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

**19.04.2013**

73 Titular/es:

**TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD. (100.0%)  
150, NAKAMARUKO NAKAHARA-KU  
KAWASAKI-SHI, KANAGAWA 211-0012, JP**

72 Inventor/es:

**MORITA, TOSHIRO**

74 Agente/Representante:

**MIR PLAJA, Mireia**

**ES 2 401 462 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

Composición filmógena y método de difusión

5 **Campo técnico**

[0001] La presente invención se refiere a una composición filmógena usada en la difusión de un dopante utilizado cuando se produce un semiconductor con dopante.

10 **Antecedentes de la técnica**

[0002] Las técnicas de producción de semiconductores son técnicas indispensables en la producción de piezas electrónicas, tales como circuitos integrados, y en la actualidad están jugando un papel importante en la industria de los componentes electrónicos. En el proceso de producción de semiconductores, un dopante se dopa en un semiconductor intrínseco, tal como silicio o germanio, mediante lo cual se producen semiconductores con dopante, tales como semiconductores de tipo P que tienen un hueco positivo, o semiconductores de tipo N que tienen un electrón libre. Aunque estos semiconductores con dopante no conducen en general la corriente eléctrica, se pueden cambiar fácilmente para conducir corriente eléctrica mediante la aplicación de un cierto voltaje puesto que se requiere solamente una pequeña cantidad de energía para excitar el electrón desde la banda de valencia a la banda de conducción.

[0003] El elemento dopante que se puede usar en el dopaje en un sustrato de silicio es un elemento del grupo 13, tal como boro o galio en el caso de semiconductores de tipo P, o un elemento del grupo 15 tal como fósforo, arsénico o antimonio en el caso de semiconductores de tipo N. Como método para la difusión de un dopante, se ha desarrollado una variedad de métodos de difusión, y los métodos conocidos incluyen un método de difusión gaseosa, un método de difusión sólida, un método de difusión por recubrimiento, y similares.

[0004] Por ejemplo, el documento de patente 1 da a conocer un método para difundir un dopante por medio del método de difusión sólida, y una película dopante usada en el método.

[0005] Por contraposición, en el método de difusión por recubrimiento, una solución de recubrimiento que contiene un dopante se usa para aplicar un recubrimiento sobre un sustrato de semiconductor, y el disolvente se volatiliza para formar una capa fuente de difusión de dopante, seguido por un tratamiento de difusión térmica para permitir que el elemento dopante se difunda en el sustrato semiconductor. Este método es ventajoso en la medida en la que se puede formar una región dopante mediante una manipulación comparativamente sencilla sin usar un aparato caro.

[0006] Al mismo tiempo, en la formación de una película aislante, una película de aplanamiento o una película protectora sobre un sustrato semiconductor, se ha usado una solución de recubrimiento para formar una película de recubrimiento basada en sílice. Esta solución de recubrimiento para formar una película de recubrimiento basada en sílice contiene un hidrolizado tal, por ejemplo, alcoxisilano, y de este modo se puede formar una película de recubrimiento que incluye dióxido de silicio como componente principal, mediante el recubrimiento de la solución sobre un sustrato semiconductor, y a continuación con calentamiento (por ejemplo, véase el documento de patente 2).

Documento de patente 1: patente japonesa n.º 2639591

45 Documento de patente 2: solicitud de patente japonesa publicada n.º H9-183948 A

[0007] En el documento US4793862 A se dan a conocer composiciones filmógenas para constituir una película de difusión proporcionada para difundir un elemento dopante en una oblea de silicio y métodos para difundir un elemento dopante en una oblea de silicio.

50 **Exposición de la invención**

[0008] La presente invención se define por medio de las reivindicaciones 1 y 8.

55 **Problemas a los que da solución la invención**

[0009] No obstante, debido a que la película dopante descrita en el documento de patente 1 no contiene silicio, no se puede lograr un objetivo tal como la prevención de la contaminación de otro contaminante mediante la formación de una película de recubrimiento basada en sílice de forma concomitante con la difusión del dopante. Adicionalmente, puesto que la difusión del dopante que usa una película dopante, descrita en el documento de patente 1, se lleva a cabo mediante un método de difusión sólida, se requiere un aparato caro, lo cual deriva en desventajas en la medida en la que el método no es adecuado para la producción a gran escala. Por otra parte, aún cuando en la solución de recubrimiento para formar una película de recubrimiento basada en sílice, descrita en el documento de patente 2, se

incluye además óxido de boro o similares, no se puede lograr una difusión suficiente del dopante. Por lo tanto, no se puede proporcionar el valor deseado de resistencia.

[0010] La presente invención se llevó a cabo considerando los problemas anteriores, y es un objetivo de la invención proporcionar una composición filmógena para su uso en un método de difusión por recubrimiento, con capacidad de difundir un dopante con una concentración mayor, y con capacidad además de formar de manera concomitante una película de recubrimiento basada en sílice.

#### Medios para dar solución a los problemas

[0011] Los presentes inventores observaron que usando una composición pelicular que contiene un compuesto de silicio polimérico, un óxido de un elemento dopante o una sal que incluye el elemento dopante, y porógeno, el dopante se puede difundir en una oblea de silicio con una concentración elevada, y puede formar de manera concomitante una película de recubrimiento basada en sílice. Por consiguiente, se ha completado la presente invención.

[0012] Específicamente, la presente invención proporciona lo siguiente.

[0013] Un aspecto de la presente invención proporciona una composición filmógena según la reivindicación 1.

#### Efectos de la invención

[0014] La composición filmógena de la presente invención se puede usar en un método de difusión por recubrimiento, tiene la capacidad de difundir un elemento dopante con una concentración mayor en una oblea de silicio, y tiene la capacidad además de formar una película de recubrimiento basada en sílice, que puede servir como película protectora, de manera concomitante con la difusión del dopante. Consecuentemente, se hace posible una difusión más eficaz del elemento dopante al mismo tiempo que se elimina la contaminación de un contaminante durante la difusión de un dopante.

#### Modo preferido para llevar a cabo la invención

[0015] En lo sucesivo, en la presente, se explicarán detalladamente modalidades para llevar a cabo la presente invención.

#### Composición filmógena

[0016] La composición filmógena según esta realización es una composición filmógena que contiene: (A) un compuesto de silicio polimérico; (B) un óxido de un elemento dopante, o una sal que incluye el elemento dopante; (C) porógeno; y (D) un disolvente con capacidad de disolver el compuesto de silicio polimérico. (A) Compuesto de Silicio Polimérico

[0017] El compuesto de silicio polimérico incluido en la composición filmógena según esta realización no está limitado en particular, y puede ser, por ejemplo, uno o más seleccionados del grupo compuesto por un compuesto polimérico de siloxano que tiene un enlace Si-O en una cadena principal, un compuesto polimérico de carburo de silicio que tiene un enlace Si-C en una cadena principal, un compuesto polimérico de polisilano que tiene un enlace Si-Si en una cadena principal, y un compuesto polimérico de silazano que tiene un enlace Si-N en una cadena principal. Por otra parte, se puede usar cualquier mezcla de estos compuestos. Además, entre los mismos se usa de forma particularmente preferente un compuesto polimérico de siloxano.

#### Compuesto polimérico de siloxano

[0018] Es preferible que el compuesto polimérico de siloxano en calidad de compuesto de silicio polimérico en la composición filmógena según esta realización sea un producto de polimerización por condensación hidrólisis preparado con el uso de por lo menos un tipo de alcoxisilanos representados por la siguiente fórmula (F) como material de partida.



en donde,  $R^1$  representa un átomo de hidrógeno o un grupo orgánico monovalente;  $R^2$  representa un grupo orgánico monovalente; y  $n$  es un entero de 1 a 3.

[0019] En este caso, como grupos orgánicos monovalentes, se pueden ilustrar, por ejemplo, un grupo alquilo, un grupo arilo, un grupo alilo, y un grupo glicidilo. Entre los mismos, los preferidos son un grupo alquilo y un grupo arilo. Es especialmente preferido el grupo alquilo que tiene entre 1 y 5 átomos de carbono, tal como, por ejemplo, un grupo metilo, un grupo etilo, un grupo propilo y un grupo butilo. Además, el grupo alquilo puede ser lineal o ramificado, y puede incluir la sustitución de un átomo de hidrógeno con un átomo de flúor. Como grupo arilo, los preferidos son aquellos que tienen entre 6 y 20 átomos de carbono, tales como por ejemplo, un grupo fenilo y un grupo naftilo.

**[0020]** Los ejemplos específicos del compuesto representado por la fórmula (F) incluyen los siguientes:

(i) en el caso de  $n=1$ , monoalquiltrialcoxisilano tal como monometiltrimetoxisilano, monometiltriethoxisilano, monometiltripropoxisilano, monoetiltrimetoxisilano, monoetiltriethoxisilano, monoetiltripropoxisilano, monopropiltrimetoxisilano y monopropiltriethoxisilano, y monofeniltrialcoxisilano tal como monofeniltriethoxisilano y monofeniltriethoxisilano;

(ii) en el caso de  $n=2$ , dialquildialcoxisilano tal como dimetildimetoxisilano, dimetildietoxisilano, dimetildipropoxisilano, dietildimetoxisilano, dietildietoxisilano, dietildipropoxisilano, dipropildimetoxisilano y dipropildietoxisilano, y difenildialcoxisilano tal como difenildimetoxisilano y difenildietoxisilano; y

(iii) en el caso de  $n=3$ , trialquilalcoxisilano tal como trimetildimetoxisilano, trimetildietoxisilano, trimetilpropoxisilano, trietilmetoxisilano, trietiltriethoxisilano, trietilpropoxisilano, tripropilmetoxisilano y tripropiltriethoxisilano, y trifenilalcoxisilano tal como trifenildimetoxisilano y trifenildietoxisilano, y similares.

**[0021]** Entre ellos, se pueden usar preferentemente monometiltrialcoxisilano, tal como monometiltrimetoxisilano, monometiltriethoxisilano y monometiltripropoxisilano.

**[0022]** En la composición filmógena según esta realización, el peso molecular medio en masa del compuesto polimérico de siloxano puede ser preferentemente no menor que 200 y no mayor que 50.000, y más preferentemente no menor que 1.000 y no mayor que 3.000. Ajustando el peso molecular medio en masa de manera que se sitúe dentro del intervalo descrito anteriormente, se pueden mejorar las propiedades de recubrimiento y la capacidad filmógena. Adicionalmente, el compuesto polimérico de siloxano se incluye preferentemente en una cantidad de entre el 1 y el 60 % en masa, y preferentemente entre el 10 y el 30 % en masa basándose en la masa de la composición completa filmógena.

**[0023]** La condensación del alcoxisilano representado por la fórmula (F) se lleva a cabo hidrolizando alcoxisilano en un disolvente orgánico en el cual se adiciona un catalizador ácido, y dejando que el hidrolizado resultante se condense y polimerice. Con respecto al alcoxisilano adicionado al sistema de reacción, el mismo se puede usar solo o en combinación de dos o más.

**[0024]** La hidrólisis y la polimerización por condensación del alcoxisilano se pueden llevar a cabo, por ejemplo, adicionando una solución acuosa que contenga un catalizador ácido, gota a gota, a un disolvente orgánico que contenga uno o más del alcoxisilano representado por la fórmula (F), y dejando que la misma reaccione.

**[0025]** Aunque el grado de hidrólisis del alcoxisilano se puede ajustar por la cantidad de agua adicionada, en general, el número de moles de agua adicionada está entre 1,0 y 10,0 veces el número de moles de alcoxisilano representado por la fórmula anterior (F). Cuando la cantidad de agua adicionada en moles es no menor que 1,0 veces el número de moles de alcoxisilano, es posible incrementar de manera suficiente el grado de hidrólisis, facilitando así la formación de la película de recubrimiento. Por contraposición, cuando la cantidad de agua adicionada en moles es no mayor que 10,0 veces el número de moles de alcoxisilano, es posible evitar la gelificación mediante la supresión de la producción del polímero que tiene ramificaciones a través de polimerización por condensación, mediante lo cual se puede mejorar la estabilidad de la composición filmógena.

**[0026]** Por otra parte, el catalizador ácido adicionado al llevar a cabo la reacción de hidrólisis y la reacción de polimerización por condensación del alcoxisilano representado por la fórmula (F) no está limitado en particular, sino que se puede usar cualquiera de los ácidos orgánicos y ácidos inorgánicos usados convencionalmente. Entre los ejemplos del ácido orgánico se incluyen ácidos carboxílicos, tales como ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, y entre los ejemplos del ácido inorgánico se incluyen ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, y similares. El catalizador ácido se puede adicionar directamente a un disolvente orgánico en el que se disolvió alcoxisilano, o se puede adicionar en forma de una solución acuosa ácida después de su disolución en agua a usar en la hidrólisis de alcoxisilano.

**[0027]** Puesto que en la composición filmógena se incluye el compuesto de silicio polimérico según se ha descrito anteriormente, en el tratamiento de difusión térmica se produce dióxido de silicio, y por lo tanto se puede formar una película de recubrimiento basada en sílice. Esta película de recubrimiento basada en sílice sirve como película protectora, por medio de lo cual se puede evitar la contaminación de un contaminante que no sea el elemento dopante para el cual está destinada la difusión.

## **(B) Elemento dopante**

**[0028]** Los ejemplos del elemento dopante adicionado a la composición filmógena según esta realización incluyen elementos del grupo 13 tales como boro, galio, etcétera, elementos del grupo 15 tales como fósforo, arsénico,

antimonio, etcétera, y otros elementos tales como cinc y cobre, y similares. El elemento dopante se adiciona en forma del óxido, la sal inorgánica tal como nitrato, sulfato, etcétera, o la sal de ácido orgánico tal como ácido acético, a la composición filmógena. Específicamente, se incluyen compuestos de fósforo tales como  $P_2O_5$ ,  $NH_4-H_2PO_4$ ,  $(RO)_3PO$ ,  $(RO)_2P_2O_3(OH)_3$ , compuestos de boro tales como  $B_2O_3$ , y  $R_2B(OH)$ , compuestos de antimonio tales como  $H_3Sb_4O_4$ ,  $SbOX$ , y  $Sb_4O_5X$ , compuestos de arsénico, tales como  $H_3AsO_3$ ,  $H_2AsO_4$ ,  $R_3AsO$ , y compuestos de cinc tales como  $Zn(OR)_2$ , y  $Zn(NO_2)_2$ , compuestos de galio y similares (en donde, R representa un átomo de halógeno, un grupo alquilo, un grupo alquenilo o un grupo arilo, y X representa un átomo de halógeno).

**[0029]** Entre estos compuestos, se pueden usar preferentemente óxido de boro, óxido de fósforo y similares.

**[0030]** Por consiguiente, puesto que la composición filmógena contiene un óxido de un elemento dopante o una sal que incluye el elemento dopante, el dopante se puede difundir en una oblea de silicio mediante recubrimiento de la composición pelicular sobre una oblea de silicio, y mediante sometimiento a un tratamiento de difusión térmica.

**[0031]** Se prefiere que la relación en masa del compuesto polimérico de siloxano (A) con respecto al óxido de un elemento dopante o una sal que incluya el elemento dopante (B) se sitúe dentro del intervalo de entre 1:0,01 y 1:1. Incluyendo el componente (A) de manera que se sitúe dentro del intervalo anterior, el dopante se puede difundir con una alta concentración, y también se facilita la formación de una película de recubrimiento uniforme.

### **(C) Porógeno**

**[0032]** Según la presente invención, porógeno significa un material que se descompone durante la cocción de la película de recubrimiento formada a partir de la composición filmógena, y forma poros en la película de recubrimiento basada en sílice finalmente formada. Como porógeno, por ejemplo, se pueden incluir polialquilenglicol o un producto del mismo alquilado en los extremos; un monosacárido tal como glucosa, fructosa, o galactosa, o un derivado de las mismas; un disacárido tal como sacarosa, maltosa o lactosa, o un derivado de las mismas; o un polisacárido, o un derivado del mismo. Entre estos compuestos orgánicos, se prefiere el polialquilenglicol, y se prefiere aún más el polipropilenglicol. El porógeno tiene un peso molecular medio en masa preferentemente no menor que 300 y no mayor que 10.000, y más preferentemente no menor que 500 y no mayor que 5.000. El peso molecular medio en masa no menor que 300 conduce a una inhibición de la descomposición y la volatilización cuando la composición filmógena se recubre y seca, y por lo tanto el porógeno puede actuar satisfactoriamente durante el tratamiento de difusión térmica. Por contraposición, el peso molecular medio en masa no mayor que 10.000 deriva en una facilidad de descomposición durante el tratamiento de difusión térmica, con lo cual el porógeno puede actuar satisfactoriamente.

**[0033]** El contenido de porógeno en la composición filmógena está preferentemente entre el 2 % en masa y el 20 % en masa, y más preferentemente entre el 3 % en masa y el 10 % en masa sobre la base de la masa de la composición filmógena completa.

**[0034]** Incluyendo porógeno tal como se ha descrito anteriormente, se puede formar una película de recubrimiento basada en sílice, porosa, a partir de la composición filmógena aplicada como recubrimiento sobre la oblea de silicio. Proporcionando una película de recubrimiento basada en sílice, porosa, se mejora la velocidad de migración del elemento dopante en la película de recubrimiento basada en sílice, y se cree por lo tanto que se acelera la difusión del elemento dopante en la oblea de silicio. Adicionalmente, puesto que la película de recubrimiento basada en sílice, formada según se ha descrito anteriormente, puede ser porosa, se puede reducir el periodo de tiempo sucesivo para el ataque químico. Por otra parte, incluyendo el porógeno según se ha descrito anteriormente, se puede mejorar el efecto de evitar que el elemento dopante, que se deriva desde el exterior de la película formada a partir de la composición filmógena, se difunda en la oblea de silicio.

**[0035]** Adicionalmente, se prefiere que el porógeno actúe como agente reductor para reducir el elemento dopante. En otras palabras, la composición filmógena según esta realización constituye una película de difusión para difundir un elemento dopante en una oblea de silicio, incluyendo la composición filmógena: (A) un compuesto de silicio polimérico; (B) un óxido del elemento dopante, o una sal que contiene el elemento dopante; y (C) un porógeno que es un agente reductor que reduce el componente (B).

**[0036]** Los ejemplos específicos del porógeno que actúa como agente reductor incluyen polialquilenglicoles, tales como polietilenglicol y polipropilenglicol, y productos alquilados en los extremos, de los mismos; monosacáridos tales como glucosa, fructosa y galactosa, y derivados de las mismas; disacáridos tales como sacarosa, maltosa y lactosa, y derivados de las mismas; y polisacáridos, y derivados de los mismos, y similares. Entre estos compuestos orgánicos, se prefiere el polialquilenglicol, y se prefiere aún más el polipropilenglicol.

**[0037]** Se prefiere que el agente reductor no deje su óxido en la película de recubrimiento basada en sílice después del tratamiento de difusión térmica. Mediante el uso de un compuesto de este tipo, se pueden eliminar influencias adversas sobre las características del semiconductor.

5 [0038] La cantidad de porógeno se puede determinar apropiadamente en función de la cantidad del óxido del elemento dopante adicionada a la composición filmógena, y del contenido del compuesto de silicio polimérico. El contenido del agente reductor en la composición filmógena está preferentemente entre el 2 % masa y el 20 % en masa, y más preferentemente entre el 3 % en masa y el 10 % en masa, basándose en la masa de la composición filmógena completa.

10 [0039] Tal como se ha descrito anteriormente, incluyendo el agente reductor destinado a ser usado en la reducción del elemento dopante, el óxido del elemento dopante o una sal que contiene el elemento dopante se reduce para proporcionar el elemento dopante, mediante lo cual se puede facilitar la difusión en la oblea de silicio. De este modo, se puede obtener fácilmente un semiconductor con dopante que tiene un valor de resistencia deseado.

#### (D) Disolvente

15 [0040] Desde la perspectiva de lograr un grosor de película y una homogeneidad de recubrimiento mejorados de los componentes, y de las propiedades de recubrimiento, es preferible que la composición filmógena según esta realización contenga un disolvente. En tal caso, como disolvente se puede utilizar cualquier disolvente orgánico que se haya usado convencionalmente. Los ejemplos específicos del disolvente incluyen alcoholes monovalentes tales como metanol, etanol, propanol, butanol, 3-metoxi-3-metil-1-butanol, y 3-metoxi-1-butanol; ésteres de ácido alquilcarboxílico tales como metil-3-metoxipropionato, y etil-3-etoxipropionato; alcoholes polihídricos tales como etilenglicol, dietilenglicol, y propilenglicol; derivados de alcohol polihídrico tales como éter monometílico de etilenglicol, éter monoetílico de etilenglicol, éter monopropílico de etilenglicol, éter monobutílico de etilenglicol, éter monometílico de propilenglicol, éter monoetílico de propilenglicol, éter monopropílico de propilenglicol, éter monobutílico de propilenglicol, acetato de éter monometílico de etilenglicol, acetato de éter monoetílico de etilenglicol, y acetato de éter monometílico de propilenglicol; ácidos grasos tales como ácido acético, y ácido propiónico; cetona tal como acetona, metil etil cetona, y 2-heptanona; estos disolventes orgánicos se pueden usar solos, o en combinación.

20 [0041] La cantidad del disolvente no está limitada en particular, aunque la misma se usa preferentemente para proporcionar un contenido de sólidos de entre el 1 y el 100 % en masa, y a la luz de las propiedades de recubrimiento mejoradas, la misma se usa más preferentemente para proporcionar un contenido de sólidos de entre el 3 y el 20 % en masa.

#### Otros aditivos

##### Surfactante

35 [0042] En la composición filmógena según esta realización se puede incluir un surfactante en la medida en la que se crea necesario. Es posible mejorar las propiedades de recubrimiento sobre la oblea de silicio, la uniformidad y las propiedades de extensión adicionando surfactante. Los mismos se pueden usar solos, o en combinación.

##### Otros componentes

40 [0043] Es posible incluir otras resinas, aditivos y similares en la composición filmógena según esta realización, dentro de un intervalo tal que no perjudique los efectos de la invención. Estas resinas, y aditivos se pueden seleccionar apropiadamente y se pueden adicionar en función del uso deseado de la composición filmógena.

#### Formación de la película de recubrimiento, tratamiento de difusión térmica, ataque químico

50 [0044] La composición filmógena según esta realización se aplica como recubrimiento sobre una oblea de silicio para formar una película, y después de esto se somete a un tratamiento de difusión térmica, llevando a cabo así la formación de una película de recubrimiento basada en sílice, y una difusión del dopante. Cuando la difusión del dopante se permite únicamente sobre una cierta región, la formación de una película protectora, la creación de motivos y similares se llevan a cabo antes del recubrimiento de la composición filmógena.

#### Formación de la película de recubrimiento

55 [0045] El recubrimiento de la composición filmógena se puede llevar a cabo con un método apropiado, que es ejecutado habitualmente por expertos en la materia. Entre los ejemplos específicos del método de recubrimiento se incluyen un método de pulverización, un método de recubrimiento por rodillo, un método de recubrimiento por rotación, y similares. La cantidad de recubrimiento de la composición filmógena se puede predeterminar apropiadamente en función del contenido de sólidos.

60 [0046] Después de que la composición filmógena se haya aplicado como recubrimiento sobre una oblea de silicio, se prefiere que la composición filmógena aplicada como recubrimiento sobre la oblea de silicio se someta a un tratamiento de calentamiento. Por consiguiente, sobre la oblea de silicio se puede formar una película de recubrimiento.

**Tratamiento de difusión térmica**

5 [0047] Se lleva a cabo un tratamiento de difusión térmica para difundir en la oblea de silicio el elemento dopante desde la película de recubrimiento formada sobre la oblea de silicio, y formar adicionalmente una película de recubrimiento basada en sílice. El tratamiento de difusión térmica se lleva a cabo, por ejemplo, a entre 600 °C y 1.200 °C. La película de recubrimiento basada en sílice, formada en el tratamiento de difusión térmica, puede actuar como película protectora para evitar la difusión de otro contaminante en la oblea de silicio durante el tratamiento de difusión térmica. Así, la precisión del valor de la resistencia del semiconductor con dopante formado se puede mantener a un nivel alto.

**Ataque químico**

10 [0048] La película de recubrimiento basada en sílice después del tratamiento de difusión térmica se elimina por ataque químico. Para el ataque químico, se pueden usar ácido fluorhídrico, una mezcla de ácido fluorhídrico y ácido nítrico, una solución acuosa de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, o similares. En este proceso, la película protectora formada sobre la capa subyacente de la película de recubrimiento basada en sílice para la formación de motivos se puede eliminar de manera concomitante.

**Ejemplos****Ejemplo 1**

20 [0049] Usando "OCD T-1 B type" (fabricado por Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd), se preparó una composición filmógena adicionando óxido de boro para proporcionar una concentración de 1,5 g/100 ml, y polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 2.000 para proporcionar una concentración del 5 %, basándose en la cantidad total.

25 [0050] La composición filmógena se aplicó como recubrimiento por rotación sobre una oblea de silicio "6 inch CZ-N <100>" (fabricado por Mitsubishi Materials Corporation). Se llevó a cabo un tratamiento de calentamiento a 80 °C, 150 °C, y 200 °C, cada uno de ellos durante 60 segundos, para formar una película.

30 [0051] La oblea de silicio sobre la cual se formó la película se sometió a un tratamiento de difusión térmica por cocción bajo un entorno de nitrógeno en un horno de cocción a 1.000 °C durante 15 minutos, 30 minutos, y 45 minutos.

35 [0052] La oblea de silicio después del tratamiento de difusión térmica se sumergió en ácido fluorhídrico al 5 % a temperatura ambiente, durante 10 minutos, para eliminar la película de la oblea de silicio por ataque químico.

**Ejemplo 2**

40 [0053] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que se adicionó polipropilenglicol al 10 % con un peso molecular medio en masa de 2.000, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico.

**Ejemplo 3**

45 [0054] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que se adicionó polipropilenglicol al 3 % con un peso molecular medio en masa de 2.000, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico.

**Ejemplo 4**

50 [0055] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que se adicionó polipropilenglicol al 6 % con un peso molecular medio en masa de 2.000, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico. El tratamiento de difusión térmica se llevó a cabo durante un periodo de tiempo de 30 minutos.

**Ejemplo 5**

55 [0056] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 1 excepto que se adicionó polipropilenglicol al 7 % con un peso molecular medio en masa de 2.000, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico. El tratamiento de difusión térmica se llevó a cabo durante un periodo de tiempo de 30 minutos.

**Ejemplo 6**

5 [0057] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que se adicionó polipropilenglicol al 5 % con un peso molecular medio en masa de 400, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico. El tratamiento de difusión térmica se llevó a cabo durante un periodo de tiempo de 15 minutos.

**Ejemplo 7**

10 [0058] Usando "OCD T-1" (fabricado por Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd.), se preparó una composición filmógena adicionando P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para proporcionar una concentración de 1,5 g/100 ml, y polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 4.000 para proporcionar una concentración del 6 %, basándose en la cantidad total.

15 [0059] Esta composición filmógena se usó en la formación de la película de recubrimiento de una manera similar al Ejemplo 1, y se sometió al tratamiento de difusión térmica a 900 °C. El tratamiento de difusión térmica se llevó a cabo durante un periodo de tiempo de 30 minutos.

**Ejemplo comparativo 1**

20 [0060] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que no se adicionó polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 2.000, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico.

**Ejemplo comparativo 2**

25 [0061] Se preparó una composición filmógena de una manera similar al Ejemplo 7, excepto que no se adicionó polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 4.000, y a continuación se llevaron a cabo la formación de la película de recubrimiento, el tratamiento de difusión térmica y el ataque químico.

**Determinación del valor de resistencia**

30 [0062] Con respecto a la oblea de silicio después del ataque químico en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos antes descritos, se determinó el valor de resistencia. En la siguiente Tabla 1 se muestra la variación del valor de resistencia en función de la diferencia en el contenido de polipropilenglicol, y el periodo de tiempo del tratamiento de difusión térmica.

35

Tabla 1

Tiempo de difusión	valor de resistencia ( $\Omega/\square$ )		
	15 min	30 min	45 min
Ejemplo 1	115, 1	110,8	94,1
Ejemplo 2	379, 7	250, 2	211, 2
Ejemplo 3	474, 3	287, 7	237, 3
Ejemplo 4	-	103,4	-
Ejemplo 5	-	-	87,0
Ejemplo 6	187, 8	-	-
Ejemplo 7	-	187, 7	-
Ejemplo Comparativo 1	657, 7	357, 4	365, 1
Ejemplo Comparativo 2	-	180,9	-

40 [0063] A partir del Ejemplo 1, el Ejemplo 2 y el Ejemplo Comparativo 1, se observó que la oblea de silicio del Ejemplo 1 presentaba un valor de resistencia menor en comparación con la del Ejemplo Comparativo 1. Más específicamente, se observó que el óxido de boro se reducía adicionando polipropilenglicol, por medio de lo cual se permitía una difusión eficaz en la oblea de silicio. Por contraposición, el Ejemplo 2 mostró claramente un grado inferior de reducción en el valor de resistencia en comparación con el caso del Ejemplo 1.

45 [0064] A partir del Ejemplo 1, el Ejemplo 3, y el Ejemplo Comparativo 1, se observó que la oblea de silicio del Ejemplo 3 presentaba un valor de resistencia menor en comparación con la del Ejemplo Comparativo 1, y que el Ejemplo 1 presentaba un valor de resistencia todavía menor.

50 [0065] Además, a partir del Ejemplo 1, y del Ejemplo 4 al Ejemplo 6 se puso de manifiesto que el polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 2.000 conduce a un valor inferior de resistencia a medida que el contenido del mismo aumenta. Adicionalmente, cuando se compara, en un contenido del 5 % con respecto a polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 2.000 y polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 400, se puso de



manifiesto que se proporcionaba un valor de resistencia inferior cuando se usaba polipropilenglicol con un peso molecular medio en masa de 2.000 (es decir, en la práctica, se prefiere un polipropilenglicol que tenga un peso molecular más alto).

- 5 **[0066]** Además, se mostró claramente, a partir del Ejemplo 7 y el Ejemplo Comparativo 2, que se obtenía un valor de resistencia equivalente al correspondiente cuando no se adicionaba polipropilenglicol, en el caso en el que se adicionaba polipropilenglicol aún cuando se adicionara el dopante en una cantidad de una veinteaava parte.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Composición filmógena para constituir una película de difusión proporcionada para difundir un elemento dopante en una oblea de silicio, comprendiendo la composición filmógena: (A) un compuesto de silicio polimérico; (B) un óxido del elemento dopante, o una sal inorgánica o una sal orgánica que incluye el elemento dopante; y (C) un porógeno,
- 10 en donde el contenido del componente (C) en la composición filmógena con respecto al peso total de la composición filmógena está entre el 2 y el 20 % en peso, caracterizada porque el componente (C) es un agente reductor para reducir el componente (B).
- 15 2. Composición filmógena según la reivindicación 1, que comprende además (D) un disolvente que puede disolver el compuesto de silicio polimérico,
- en donde el compuesto (C) es un compuesto orgánico que tiene un peso molecular medio en masa de entre 300 y 10.000, el cual se puede disolver en el disolvente.
- 20 3. Composición filmógena según la reivindicación 1 ó 2, en la que el componente (C) es polialquilenglicol.
4. Composición filmógena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el componente (C) es polipropilenglicol.
- 25 5. Composición filmógena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el componente (C) tiene un peso molecular medio en masa no menor que 500.
6. Composición filmógena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el elemento dopante es un elemento del grupo 13 ó un elemento del grupo 15.
- 30 7. Composición filmógena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el elemento dopante es boro o fósforo.
8. Método para difundir un elemento dopante en una oblea de silicio, comprendiendo el método
- 35 (1) formar una película mediante pulverización, sobre una oblea, de una composición filmógena, comprendiendo la composición filmógena: (A) un compuesto de silicio polimérico; (B) un óxido del elemento dopante, o una sal inorgánica o una sal de ácido orgánico que incluye el elemento dopante; y (C) un porógeno,
- 40 en donde el contenido del componente (C) en la composición filmógena con respecto al peso total de la composición filmógena está entre el 2 y el 20 % en peso, y
- (2) realizar un tratamiento de difusión térmica del elemento dopante, caracterizado porque el componente (C) es un agente reductor para reducir el componente (B).
- 45 9. Método según la reivindicación 8, en el que el tratamiento de difusión térmica se realiza a una temperatura de entre 600 °C y 1.200 °C.