

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 148**

51 Int. Cl.:

H01L 21/762 (2006.01)

H01L 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016** E 16171740 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** EP 3098839

54 Título: **Procedimiento para transferir una capa desde un sustrato monocristalino**

30 Prioridad:

28.05.2015 FR 1554818

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

20.10.2020

73 Titular/es:

**SOITEC (100.0%)
Chemin des Franques Parc Technologique des
Fontaines
38190 Bernin, FR**

72 Inventor/es:

**ECARNOT, LUDOVIC;
DAVAL, NICOLAS;
BEN MOHAMED, NADIA;
BOEDT, FRANÇOIS;
DAVID, CAROLE y
GUERIN, ISABELLE**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 788 148 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

Procedimiento para transferir una capa desde un sustrato monocristalino

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para transferir una capa desde un sustrato monocristalino, denominado sustrato donador, a otro sustrato, denominado sustrato receptor, y a una estructura obtenida mediante dicho procedimiento.

10

Antecedentes de la invención

Los sustratos monocristalinos, especialmente realizados en materiales semiconductores como el silicio, se usan comúnmente en el campo de la microelectrónica.

15

Dichos sustratos típicamente se obtienen a partir de lingotes.

Con más precisión, la fabricación de dichos sustratos comprende:

20

- el crecimiento de un lingote a partir de una semilla del cristal, por ejemplo, mediante el proceso Czochralski, la orientación de la semilla determina la orientación del cristal del lingote,

25

- el rebanado del lingote en una pluralidad de secciones, siendo dicho rebanado realizado a lo largo de planos sustancialmente perpendiculares al eje del lingote,

30

- la formación de una muesca en la circunferencia de cada sección, extendiéndose dicha muesca en la dirección axial de la sección,

- el rebanado de cada sección en una pluralidad de obleas, llevándose a cabo dicho rebanado a lo largo de planos sustancialmente perpendiculares al eje de la sección,

- la aplicación de un tratamiento para el acabado de las obleas que puede comprender, en particular, el pulido, la limpieza y/o la formación de chaflanes periféricos, con el fin de formar un sustrato respectivo.

35

Una aplicación de dicho sustrato monocristalino es la transferencia de una capa desde dicho sustrato, denominado por lo tanto "sustrato donador", a otro sustrato denominado "sustrato receptor". Una técnica conocida para dicha transferencia es el procedimiento Smart Cut™, en el que, mediante implantación en el sustrato donador, se crea una zona de fragilidad que limita la capa que se va a transferir, el sustrato donador se une al sustrato receptor y el sustrato se separa a lo largo de la zona de fragilidad, de manera que transfiera dicha capa sobre el sustrato receptor. Dicho procedimiento Smart Cut™ se utiliza especialmente en los documentos US 2004/061200 y FR 2894067.

40

Después de esta transferencia, la superficie libre de la capa transferida, que se encuentra opuesta a la superficie del sustrato donador que se ha unido al sustrato receptor, presenta una elevada rugosidad que requiere etapas de procesado de acabado.

45

De hecho, dicha rugosidad presenta una influencia importante en las características de comportamiento de los dispositivos electrónicos formados en o sobre la capa transferida. Por ejemplo, una elevada rugosidad conduce a una variabilidad significativa en los voltajes de umbral de los transistores fabricados en o sobre dicha capa.

50

Con el fin de reparar la superficie, las soluciones conocidas consisten en aplicar diversos procesos de acabado, en particular un recocido térmico, destinado a alisar la superficie.

Sin embargo, la rugosidad de la capa transferida no es óptima y precisa ser reducida para mejorar las características de comportamiento de los dispositivos concebidos para su fabricación en o sobre la capa transferida.

55

Breve descripción de la invención

Un objetivo de la invención es diseñar un procedimiento de transferencia de capa que permita reducir significativamente la rugosidad de la superficie libre de la capa transferida.

60

Por lo tanto, la invención proporciona un procedimiento para transferir una capa desde un sustrato monocristalino, denominado sustrato donador, a un sustrato receptor, que comprende:

65

- el suministro de dicho sustrato donador monocristalino, dicho sustrato presenta una muesca orientada en una primera dirección del cristal y una zona de fragilidad que limita la capa que se va a transferir,

- la unión del sustrato donador monocristalino en el sustrato receptor, la superficie principal del sustrato donador opuesta a la zona de fragilidad con respecto a la capa que se va a transferir se encuentra en la interfaz de unión,

- 5 - la separación del sustrato donador a lo largo de la zona de fragilidad.

De acuerdo con la invención, en la superficie principal unida al sustrato receptor, el sustrato donador presenta un conjunto de escalones atómicos que se extienden esencialmente en una segunda dirección del cristal diferente de dicha primera dirección.

10 La frase "los escalones atómicos se extienden esencialmente en una única dirección del cristal", dicho de otro modo, los escalones atómicos son sustancialmente unidimensionales, se deberá apreciar que significa que la longitud de los escalones en dicha dirección es grande con respecto a la longitud de dichos escalones en una dirección ortogonal, dicho de otro modo, la relación entre dichas longitudes es mayor o igual a 2. Por ejemplo, en el caso de un sustrato de silicio, se considera que los escalones presentan una longitud mayor de 0,6 μm en una dirección y una longitud inferior a 0,3 μm en la otra son sustancialmente unidimensionales.

20 A partir de este procedimiento, cuando el sustrato donador presenta una muesca que se extiende en una dirección que hace que una inclinación del rebanado de una sección monocristalina en dicha dirección genere escalones bidimensionales en la superficie del sustrato, se obtienen mejores resultados en términos de reparación de la superficie libre de la capa transferida que se origina desde el sustrato donador que presenta sustancialmente unos escalones unidireccionales cuando los escalones en la superficie del sustrato donador son bidimensionales.

25 Ventajosamente, la densidad de átomos en dicha segunda dirección es mayor que en la primera dirección.

Típicamente, los escalones presentan por lo menos el doble de longitud en dicha segunda dirección del cristal que en otra dirección perpendicular a dicha segunda dirección.

30 De acuerdo con una forma de realización, el grosor de la capa transferida es mayor o igual a 150 nm.

Preferentemente, el sustrato donador presenta una red cristalina con una estructura cúbica centrada, cúbica centrada en la cara o de diamante.

35 De acuerdo con una forma de realización, el sustrato donador se obtiene mediante el rebanado de una sección de lingote monocristalino, dicho rebanado se realiza con una inclinación solo en la segunda dirección del cristal.

40 Por ejemplo, una superficie principal de dicha sección se encuentra en un plano con una dirección normal $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$, la muesca se encuentra orientada en un ángulo de 45° con respecto a una dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$ y el rebanado se realiza con una inclinación únicamente en la dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$, de tal manera que los escalones atómicos se extienden esencialmente en dicha dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$.

De acuerdo con una forma de realización preferida, el sustrato donador se realiza en silicio.

45 Otro aspecto se refiere a una estructura que comprende una capa monocristalina sobre un sustrato, presentando dicha capa monocristalina una muesca orientada en una primera dirección del cristal, caracterizada por que la superficie principal de dicha capa monocristalina opuesta al sustrato presenta un conjunto de escalones atómicos que se extienden esencialmente en una segunda dirección del cristal diferente de dicha primera dirección.

50 Dichos escalones típicamente presentan por lo menos el doble de longitud en dicha segunda dirección del cristal con respecto a otra dirección perpendicular a dicha segunda dirección.

De acuerdo con una forma de realización, la capa monocristalina prevé una red cristalina de estructura cúbica centrada, cúbica centrada en la cara o de diamante.

55 De acuerdo con una forma de realización particular, la capa monocristalina se realiza en silicio.

Por ejemplo, la muesca se orienta en un ángulo de 45° con respecto a una dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$ del cristal y los escalones atómicos se extienden esencialmente en dicha dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$.

60 De acuerdo con una forma de realización, el grosor de la capa monocristalina es mayor o igual a 150 nm.

Breve descripción de los dibujos

65 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada siguiente, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1A y 1B son vistas superiores de una sección de silicio monocristalino (1 0 0) que presenta una muesca orientada en una dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$ del cristal y una muesca orientada a 45° con respecto a dicha dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$, respectivamente,
- 5 - la figura 2A es una vista en perspectiva de escalones unidimensionales en la superficie de un sustrato de silicio, la figura 2B es una vista en sección transversal de dichos escalones,
- la figura 3 es una vista en perspectiva de escalones bidimensionales en la superficie de un sustrato de silicio,
- 10 - las figuras 4A a 4C ilustran etapas sucesivas del procedimiento para transferir una capa desde el sustrato donador monocristalino a un sustrato receptor,
- las figuras 5A y 5B representan la amplitud pico-valle de la superficie libre de la capa transferida después de la aplicación de un recocido de alisado, para un sustrato donador que representa los escalones 2D y escalones 1D, respectivamente,
- 15 - las figuras 6A y 6B representan la desviación estándar de la rugosidad de la superficie libre de la capa transferida después de la aplicación de un recocido de alisado, para un sustrato donador que representa los escalones 2D y escalones 1D, respectivamente.
- 20

Descripción detallada de la invención

25 La invención aprovecha un vínculo establecido por los inventores entre la morfología de la red cristalina en la superficie del sustrato monocristalino (escalones unidimensionales o bidimensionales) y la calidad de la reparación de la superficie libre de capa monocristalina transferida. Tal como se expone a continuación, se encuentra la misma morfología en la superficie libre de la capa transferida que en la superficie del sustrato monocristalino. Sin embargo, los inventores han descubierto que la reconstrucción del material monocristalino durante los procesos de tratamiento térmico aplicados después de la transferencia de la capa desde el sustrato donador al sustrato receptor muestra una calidad diferente dependiendo de la morfología de la superficie libre de la capa transferida. Estos procesos de tratamiento térmico son principalmente procesos de recocido de alisado que implican temperaturas de entre $1100\text{ }^\circ\text{C}$ y $1250\text{ }^\circ\text{C}$.

30 La posición de la muesca con respecto a la red cristalina del lingote la impone el usuario final de los sustratos que comprenden la capa transferida, dicho de otro modo, generalmente el fabricante de componentes electrónicos que se van a realizar en o sobre la capa transferida.

35 Dependiendo del caso, la muesca se puede orientar en una dirección dada del cristal (por ejemplo, en el caso del silicio (1 0 0), en la dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$), o incluso en una dirección orientada 45° con respecto a dicha dirección dada.

40 La muesca puede presentar una sección transversal en forma de triángulo isósceles, y la orientación de la muesca se define por la mediana de dicho triángulo. La orientación de la muesca puede venir dictada por los requisitos de movilidad del portador de carga (donde dicha movilidad puede ser diferente dependiendo de la dirección en cuestión) y/o por las restricciones asociadas con un proceso que se aplique más adelante (por ejemplo, una etapa de grabado puede dar diferentes resultados dependiendo de la orientación del cristal del sustrato en el que se lleva a cabo).

45 En otros casos, que asimismo están comprendidos en la presente invención, la muesca consiste en un aplanado formado en la periferia circular del sustrato donador.

50 En la práctica, el rebanado de las secciones no se lleva a cabo de acuerdo con un plano que se corresponde estrictamente con un plano cristalográfico del sustrato, sino con una ligera inclinación en una o dos direcciones ortogonales de dicho plano cristalográfico. Esta metodología de rebanado pretende controlar la morfología de la superficie del sustrato.

55 Las figuras 1A y 1B son vistas superiores de un plano con una dirección normal $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$ de una sección de un material monocristalino del grupo IV de la tabla periódica de los elementos (por ejemplo, silicio o germanio), que muestra una estructura de diamante.

60 En el caso de la figura 1A, la sección presenta una muesca N orientada en una dirección cristalográfica $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$, dicho de otro modo, una dirección en la que están orientados los enlaces covalentes del cristal.

65 En el caso de la figura 1B, la sección presenta una muesca orientada a 45° (dicho de otro modo, en una dirección $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$) con respecto a las direcciones cristalográficas $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$, que se representan mediante los ejes ortogonales X e Y.

La muesca no se muestra a escala por razones de comprensión de las figuras.

Durante la fabricación de los sustratos, la inclinación del rebanado con respecto a la normal del plano del cristal se establece para cada uno de los ejes X e Y.

5

Cuando la inclinación solo existe en el eje X (por lo tanto, la inclinación es cero en el eje Y), la superficie S del sustrato muestra una sucesión de escalones, cuya altura h generalmente se corresponde con los parámetros de la retícula del material del sustrato, que discurren paralelos al eje Y en la dirección X, tal como se ilustra en las figuras 2A (en perspectiva) y 2B (en sección transversal). Así, se denominan escalones unidimensionales (que se indican mediante la abreviatura 1D); cuanto mayor es el ángulo de inclinación α , más corta es la longitud l de los escalones en la dirección X.

10

Cuando existe una inclinación en los dos ejes X e Y, la superficie S del sustrato muestra un conjunto de escalones bidimensionales (2D), que discurren paralelos a los dos ejes X e Y, tal como se ilustra en la figura 3. Tal como se ha mencionado anteriormente, cuanto mayor es el ángulo de inclinación a lo largo de un eje, más corta es la longitud de los escalones en esa dirección.

15

Cuando el sustrato está concebido para recibir una capa epitaxial, resulta deseable una superficie que muestre escalones 1D [1]. Esto se debe a que, en la intersección entre los bordes perpendiculares de los escalones 2D, dichos escalones muestran puntos singulares que pueden generar defectos en dicha capa epitaxial.

20

Como consecuencia, el rebanado se lleva a cabo generalmente con una inclinación a lo largo de un solo eje, siendo la inclinación a lo largo del otro eje sustancialmente cero.

25

Sin embargo, resulta que el rebanado de las secciones se indexa con respecto a la muesca, dicho de otro modo, el fabricante de sustratos no considera como ejes X, Y las direcciones cristalográficas, sino el eje de la muesca y un eje ortogonal a dicha muesca.

30

Cuando la muesca se orienta a lo largo de una dirección cristalográfica para la que el rebanado genera escalones 1D (caso de la figura 1A), la inclinación de dicho rebanado tiene lugar en dicha dirección. Por lo tanto, se obtiene un conjunto de escalones 1D tal como se muestra esquemáticamente en la figura 2A.

35

Por el contrario, cuando la muesca se orienta a 45° con respecto a una dirección cristalográfica para la que el rebanado genera escalones 1D (caso de la figura 1B), la superficie del sustrato obtenida después del rebanado muestra un conjunto de escalones 2D tal como se muestra esquemáticamente en figura 3.

40

En el contexto de la presente invención se ha observado que, de forma inesperada, resultó más sencillo reparar la superficie de la capa transferida cuando el sustrato donador se había rebanado con una inclinación en una dirección del cristal que generaba los escalones 1D que cuando se había rebanado con una inclinación en una sola dirección correspondiente a la orientación de la muesca (que a continuación genera escalones 2D).

45

Este fenómeno parece explicarse por el hecho de que la superficie libre de la capa monocristalina, después de su transferencia al sustrato receptor, muestra un conjunto de escalones similares a los de la superficie del sustrato donador, que corresponde a la superficie opuesta a la superficie libre. Dicho de otro modo, la superficie libre de la capa transferida presenta la misma inclinación que la superficie opuesta que proviene del rebanado de una sección monocristalina, estando desorientado la totalidad del monocristalino debido a la inclinación del rebanado.

50

Además, la morfología de la superficie libre de la capa monocristalina afecta la calidad de la reparación de la superficie obtenida por un recocido de alisado. De hecho, la rugosidad resultante de un recocido de alisado es sustancialmente mayor cuando dicha superficie muestra un conjunto de escalones 2D que cuando presenta un conjunto de escalones 1D.

55

Una influencia de este tipo de la morfología en la calidad de la reparación resultó inesperada, dado que la rugosidad de alta frecuencia de la superficie libre de la capa transferida después de la fractura es muy grande, independientemente de la morfología de la superficie principal del sustrato donador (este último es equivalente a una rugosidad de baja frecuencia).

La transferencia pone en práctica las etapas siguientes.

60

Haciendo referencia a la figura 4A, se suministra un sustrato donador 1 que presenta una zona de fragilidad 10 que limita la capa 11 que se va a transferir. Dicho sustrato donador 1 es un monocristalino y presenta una muesca (no representada) orientada en una dirección en la que una inclinación del rebanado generará escalones 2D, típicamente orientados 45° con respecto a una dirección del cristal en la que una inclinación del rebanado generará escalones 1D. El sustrato donador 1 no es necesariamente un sustrato voluminoso: puede comprender una multicapa de varios sustratos monocristalinos (o de otro tipo), incluyendo por lo menos uno de los mismos la capa monocristalina que se va a transferir, presentando el último sustrato dicha muesca.

65

5 Por ejemplo, en el caso de un sustrato de un material monocristalino del grupo IV de la tabla periódica de elementos (por ejemplo, silicio o germanio), que presentan una estructura de diamante, con una dirección normal $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$, la muesca está orientada a 45° con respecto a una dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$, dicho de otro modo, está orientada en una dirección $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$, y el rebano se realiza en la dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$.

10 En su superficie principal 12 opuesta a la zona de fragilidad con respecto a la capa que se va a transferir, el sustrato donador muestra un conjunto de escalones atómicos sustancialmente unidimensionales, dicho de otro modo, se extiende esencialmente en una única dirección del cristal.

15 Para este propósito, el sustrato donador se obtiene rebano una sección de lingote monocristalino, realizada con una inclinación en una sola dirección del cristal seleccionada para generar escalones 1D. Por lo tanto, esta medida contrasta con la práctica habitual de inclinar el rebano con respecto a la muesca, que genera escalones 2D.

20 Ventajosamente, la zona de fragilidad se forma mediante la implantación de especies atómicas a una profundidad dada del sustrato donador, para poner en práctica el procedimiento Smart Cut™. Acerca de este aspecto, se puede hacer referencia a la patente US nº 5.374.564. Sin embargo, se pueden aplicar otras técnicas para debilitar el sustrato donador, en particular el procedimiento ELTRAN™ tal como se describe en el documento US 2003/0087503.

25 Haciendo referencia a la figura 4B, el sustrato donador 1 se une a un sustrato receptor 2, la superficie principal 12 del sustrato donador opuesta a la zona de fragilidad con respecto a la capa que se va a transferir, y presenta los escalones sustancialmente unidimensionales en la interfaz de unión. El sustrato donador y/o el sustrato receptor se podrían recubrir potencialmente, en el lado de la interfaz de unión, con una capa de dieléctrico.

Después de que se hayan puesto en contacto los sustratos donador y receptor, se puede continuar con un tratamiento térmico para reforzar la adhesión.

30 Haciendo referencia a la figura 4C, el sustrato donador se separa a lo largo de la zona de fragilidad. Después de esta etapa, la capa 11 permanece unida al sustrato receptor 2, separándose la parte restante 13 del sustrato donador y reutilizándose potencialmente. La separación se puede llevar a cabo fracturando el sustrato donador al nivel de la zona de fragilidad, donde dicha fractura se puede generar, por ejemplo, mecánica o térmicamente.

35 La superficie libre 14 de la capa 11 transferida al sustrato receptor 2 muestra escalones atómicos unidimensionales, similares a los escalones atómicos que se observan en la superficie principal 12 del sustrato donador.

El grosor de la capa transferida típicamente es mayor o igual a 150 nm.

40 A continuación, se lleva a cabo un recocido térmico destinado a alisar la superficie libre de la capa transferida (etapa que no se ilustra). Dicho recocido se lleva a cabo a una temperatura en el rango entre $1100\text{ }^\circ\text{C}$ y $1250\text{ }^\circ\text{C}$ durante un período de unos pocos minutos.

45 Cuando resulte apropiado, se pueden aplicar otras etapas para el acabado de la superficie libre de la capa transferida, como una etapa de pulido, una etapa de limpieza, etc.

50 Tal como se puede apreciar en las figuras 5A-5B y 6A-6B, el recocido de alisado es mucho más efectivo en una superficie libre que muestre el conjunto de escalones unidimensionales obtenidos con la invención que en el caso en el que la superficie libre muestre un conjunto de dos escalones dimensionales.

55 Las figuras 5A y 5B representan la amplitud pico-valle de la rugosidad de la superficie libre de la capa transferida después de la aplicación de un recocido de alisado como el que se ha descrito anteriormente, para un sustrato de silicio donador con una dirección normal $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$ que muestra escalones 2D (la sección del lingote se ha rebano en la dirección de la muesca orientada a 45° con respecto a una dirección que genera escalones 1D) y escalones 1D (la sección del lingote se ha rebano, de acuerdo con la invención, en una sola dirección del cristal que genera escalones 1D, por lo tanto, a 45° con respecto a la orientación de la muesca), respectivamente. La medición de la rugosidad se lleva a cabo mediante la técnica DRM (acrónimo en inglés de microscopía de reflectometría diferencial) con un campo de $88 \times 66\ \mu\text{m}^2$.

60 La media pico-valle es de $9,27\ \text{Å}$ en el caso de los escalones 2D y de $7,49\ \text{Å}$ en el caso de los escalones 1D, lo que significa una reducción del 20 % gracias a la invención.

65 Las figuras 6A y 6B representan la desviación estándar de la rugosidad de la superficie libre de la capa transferida después de la aplicación de un recocido de alisado, para un sustrato donador que muestra escalones 2D y escalones 1D, respectivamente.

La desviación estándar media es de 1,19 Å en el caso de los escalones 2D y de 0,99 Å en el caso de los escalones 1D, o una reducción de alrededor del 17 % gracias a la invención.

Referencias

5

[1] US 2009/0304994
US 5.374.564.
US 2003/0087503.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para transferir una capa (11) desde un sustrato monocristalino, denominado sustrato donador (1), sobre un sustrato receptor (2), que comprende:
- suministrar dicho sustrato donador monocristalino (1), presentando dicho sustrato una muesca orientada en una primera dirección del cristal y una zona de fragilidad (10) que limita la capa (11) que se va a transferir,
 - 10 - unir el sustrato donador monocristalino (1) sobre el sustrato receptor (2), estando la superficie principal (12) del sustrato donador opuesta a la zona de fragilidad (10) con respecto a la capa que se va a transferir (11) en la interfaz de unión,
 - separar el sustrato donador (1) a lo largo de la zona de fragilidad (10),
- 15 estando dicho procedimiento caracterizado por que el sustrato donador (1) presenta, sobre la superficie principal (12) unida al sustrato receptor (2), un conjunto de escalones atómicos que se extienden esencialmente en una segunda dirección del cristal diferente de dicha primera dirección.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la densidad de átomos en dicha segunda dirección es mayor que en la primera dirección.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que dichos escalones presentan por lo menos el doble de longitud en dicha segunda dirección del cristal que en otra dirección perpendicular a dicha segunda dirección.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el espesor de la capa transferida (11) es superior o igual a 150 nm.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el sustrato donador (1) presenta una red cristalina con una estructura cúbica centrada, centrada en la cara o de diamante.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el sustrato donador (1) se obtiene rebanando una sección de lingote monocristalino, realizándose dicho rebanado con una inclinación únicamente en la segunda dirección del cristal.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que una superficie principal de dicha sección se encuentra en un plano con una dirección normal $\langle 1\ 0\ 0 \rangle$, la muesca está orientada con un ángulo de 45° con respecto a una dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$ y el rebanado se realiza con una inclinación únicamente en la dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$, de tal manera que los escalones atómicos se extienden esencialmente en dicha dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el sustrato donador (1) se realiza en silicio.
9. Estructura que comprende una capa monocristalina (11) sobre un sustrato (2), presentando la capa monocristalina (11) una muesca orientada en una primera dirección del cristal, caracterizada por que la superficie principal (14) de dicha capa monocristalina opuesta al sustrato (2) presenta un conjunto de escalones atómicos que se extienden esencialmente en una segunda dirección del cristal diferente de dicha primera dirección.
- 45 10. Estructura según la reivindicación 9, caracterizada por que dichos escalones presentan por lo menos el doble de longitud en dicha segunda dirección del cristal que en otra dirección perpendicular a dicha segunda dirección.
- 50 11. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, caracterizada por que la capa monocristalina (11) presenta una red cristalina con una estructura cúbica centrada, cúbica centrada en la cara o de diamante.
- 55 12. Estructura según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizada por que la capa monocristalina (11) se realiza en silicio.
- 60 13. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, caracterizada por que la muesca está orientada con un ángulo de 45° con respecto a una dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$ del cristal y los escalones atómicos se extienden esencialmente en dicha dirección $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$.
14. Estructura según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizada por que el espesor de la capa monocristalina (11) es superior o igual a 150 nm.

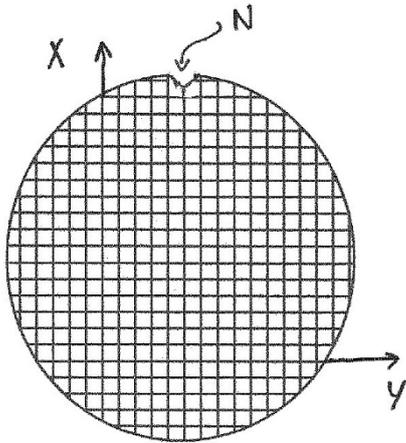


FIGURA 1A

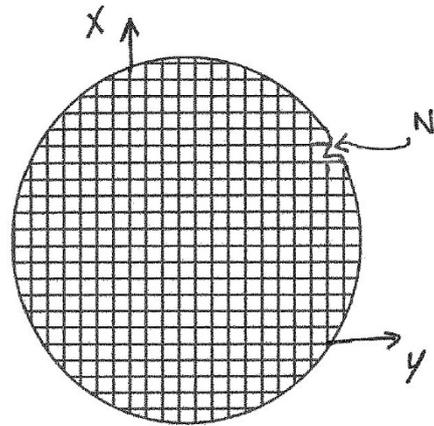


FIGURA 1B

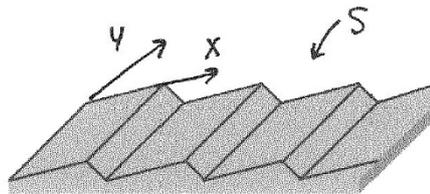


FIGURA 2A

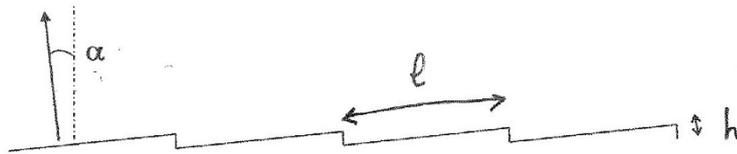


FIGURA 2B

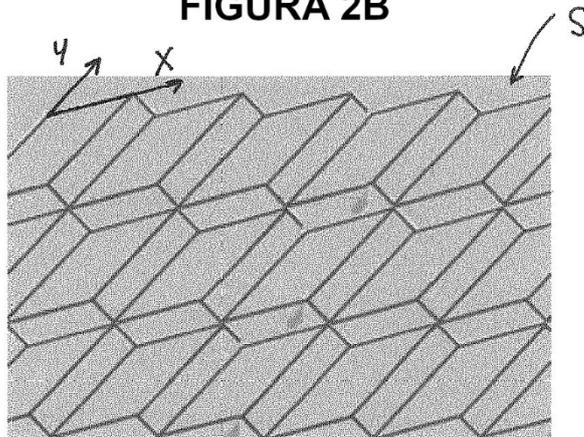


FIGURA 3

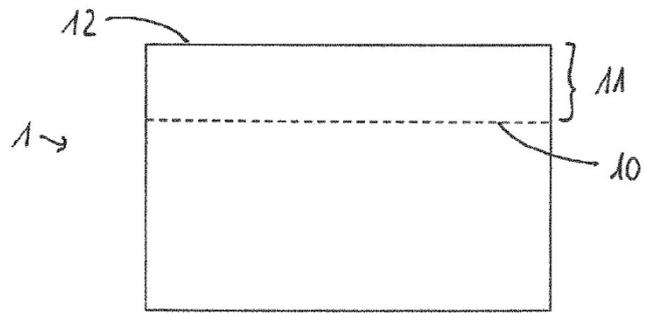


FIGURA 4A

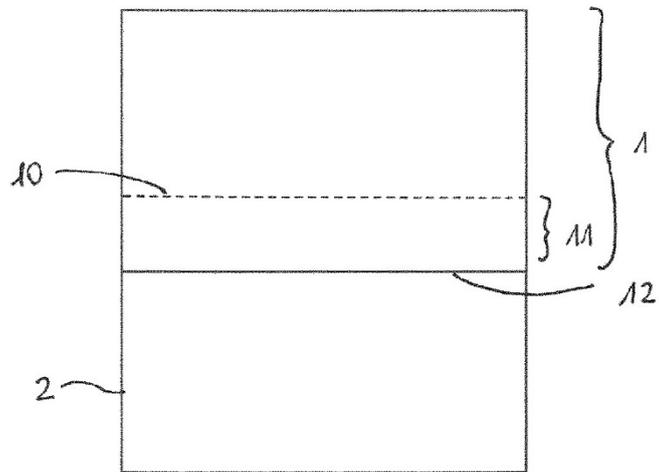


FIGURA 4B

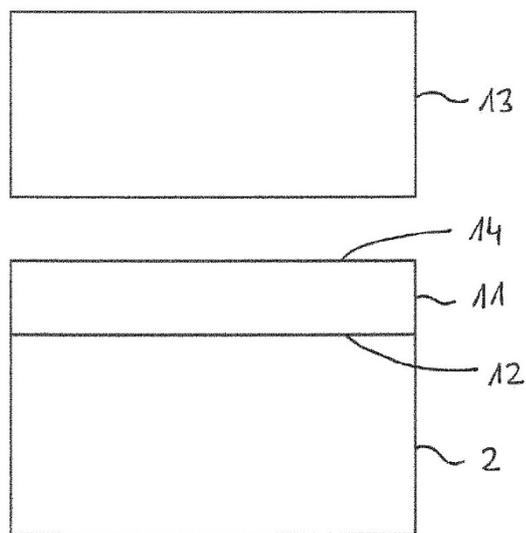


FIGURA 4C

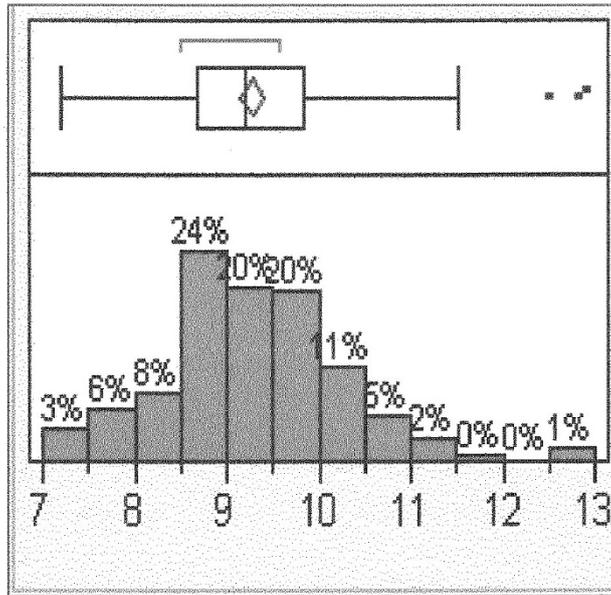


FIGURA 5A

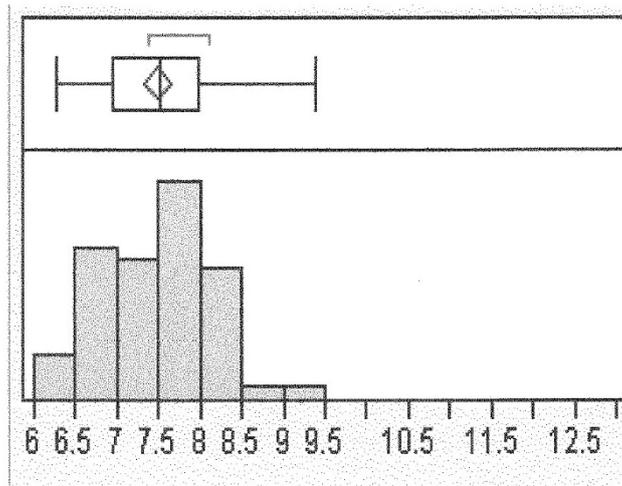


FIGURA 5B

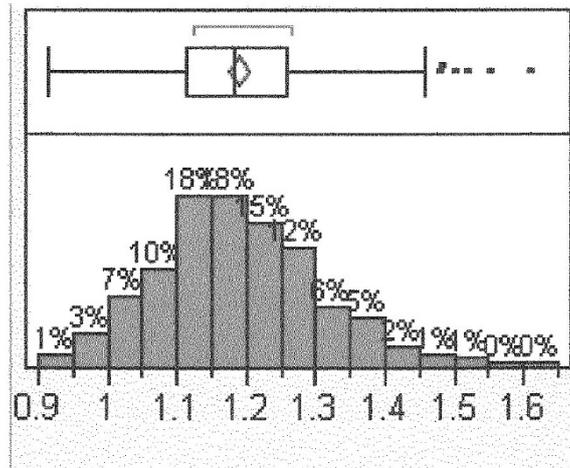


FIGURA 6A

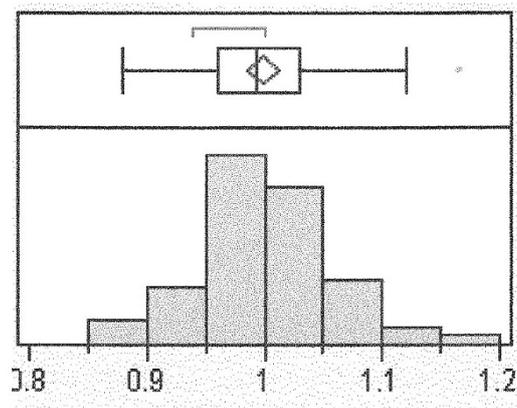


FIGURA 6B