



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 925**

51 Int. Cl.:
H01L 21/301 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01)
B28D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04787826 .9**
96 Fecha de presentación : **09.09.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1670046**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.06.2006**

54 Título: **Procedimiento de corte de un substrato semiconductor.**

30 Prioridad: **10.09.2003 JP 2003-318875**
21.07.2004 JP 2004-213499

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.06.2011

73 Titular/es: **HAMAMATSU PHOTONICS K.K.**
1126-1, Ichino-cho
Hamamatsu-shi, Shizuoka 435-85, JP

72 Inventor/es: **Fukumitsu, Kenshi;**
Fukuyo, Fumitsugu;
Uchiyama, Naoki;
Sugiura, Ryuji y
Atsumi, Kazuhiro

74 Agente: **Miltényi Null, Peter**

ES 2 360 925 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 de corte de un sustrato semiconductor

Campo de la técnica

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para cortar un sustrato semiconductor según el preámbulo de la reivindicación 1 utilizado para cortar un sustrato semiconductor que tiene una cara anterior formada por un dispositivo funcional en un proceso para realizar un dispositivo semiconductor y similar.

Técnica anterior

- 10 Como técnica convencional de este tipo, el documento de patente 1 y el documento de patente 2 describen la siguiente técnica. En primer lugar, se une una lámina adhesiva a la cara posterior de una oblea semiconductor por medio de una resina de fijación del chip, y una cuchilla corta la oblea semiconductor mientras la oblea semiconductor queda sujeta sobre la lámina adhesiva, para formar chips semiconductores. Al recoger los chips semiconductores de la lámina adhesiva, la resina de fijación del chip se desprende junto con los chips semiconductores individuales. Esto puede unir cada chip semiconductor sobre un marco de conexión a la vez que se ahorran etapas tales como la etapa de aplicar un adhesivo a la cara posterior del chip semiconductor.

Documento de patente 1: solicitud de Patente Japonesa puesta a disposición del público nº 2002-158276

Documento de patente 2: solicitud de Patente Japonesa puesta a disposición del público nº 2000-104040

Descripción de la invención**Problema que resuelve la invención**

- 20 Sin embargo, al cortar la oblea semiconductor sujeta sobre la lámina adhesiva con una cuchilla son necesarias técnicas tales como la citada anteriormente para cortar de manera segura la capa de resina de fijación del chip que existe entre la oblea semiconductor y la lámina adhesiva sin cortar la lámina adhesiva. Por lo tanto, en ese caso debe tenerse cuidado en particular al cortar la oblea semiconductor con una cuchilla.

- 25 A la vista de tales circunstancias, un objetivo de la presente invención es un procedimiento para cortar un sustrato semiconductor que pueda cortar de manera eficaz un sustrato semiconductor que tenga una cara anterior formada por un dispositivo funcional junto con una capa de resina de fijación del chip.

- 30 JP-A-4 356 942 se refiere a un procedimiento para fabricar un dispositivo de circuito integrado semiconductor. De acuerdo con el procedimiento de JP-A-4 356 942, un sustrato de un circuito integrado semiconductor se corta en trozos y se divide en chips de circuito integrado semiconductor.

Medio para resolver problema

- 35 Para conseguir el objetivo citado anteriormente, la presente invención dispone un procedimiento de corte de un sustrato semiconductor para cortar un sustrato semiconductor que presenta una cara anterior formada por un dispositivo funcional en una línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato, según la reivindicación 1.

- 40 Un sustrato semiconductor que presenta una cara anterior formada por un dispositivo funcional es un objeto a procesar en este procedimiento de corte de un sustrato semiconductor. Dicho sustrato semiconductor es irradiado con luz láser mientras se posiciona un punto convergente de luz dentro del sustrato semiconductor con la cara posterior del sustrato semiconductor actuando de cara incidente de luz láser, de manera que se genera, por ejemplo, una absorción de multifotones o absorción óptica equivalente al mismo, y se forma una zona de inicio del corte debido a que la zona modificada se forma dentro del sustrato semiconductor en la línea a lo largo de la cual se ha de cortar el sustrato. Aquí, la cara posterior del sustrato semiconductor se utiliza como cara incidente de luz láser, ya que existe el temor de que el dispositivo funcional impida la entrada de luz láser cuando la cara anterior se utiliza como cara incidente de luz láser.

- 50 Cuando la zona de inicio del corte se forma dentro del sustrato semiconductor como tal puede generarse una fractura desde la zona de inicio del corte que actúa de punto de partida de manera natural o con una fuerza relativamente pequeña aplicada para llegar a la cara anterior y a la cara posterior del sustrato semiconductor. Por lo tanto, tras formar la zona de inicio del corte, se une un elemento de sujeción expansible a la cara posterior del sustrato semiconductor mediante una capa de resina de fijación del chip y después se expande, de manera que las superficies cortadas del sustrato semiconductor cortadas en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato se liberan de su estado en contacto directo a medida que el elemento de sujeción se expande. Esto también corta la capa de resina de fijación del chip que existe entre el sustrato semiconductor y el elemento de sujeción en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato. Por lo tanto, el sustrato semiconductor y la capa de resina de fijación del chip pueden cortarse en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato de manera más eficaz que en el caso de corte con cuchilla. También, como las superficies cortadas del sustrato semiconductor se cortan en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato se encuentran inicialmente en contacto directo entre sí, las piezas individuales cortadas del sustrato semiconductor y las piezas individuales cortadas de la capa de resina de fijación del chip tienen substancialmente la misma forma exterior, de modo que puede evitarse que la resina de fijación del chip sobresalga de la superficie cortada

de cada pieza del sustrato semiconductor.

5 Aquí, la zona de inicio del corte se refiere a una zona destinada a convertirse en un punto inicial de corte cuando se corta el sustrato semiconductor. La zona de inicio del corte puede formarse cuando una zona modificada se forma de manera continua o intermitente. El dispositivo funcional se refiere a capas activas de semiconductor formadas por crecimiento de cristales, dispositivos receptores de luz tales como fotodiodos, dispositivos emisores de luz tales como diodos láser, y dispositivos de circuito formados como circuitos, por ejemplo.

10 Preferiblemente, el procedimiento comprende además la etapa de rectificado de la cara posterior del sustrato semiconductor para que el sustrato semiconductor tenga un grosor predeterminado antes de formar la zona de inicio del corte. Cuando la cara posterior del sustrato semiconductor se ha rectificado de este modo previamente de manera que el sustrato semiconductor alcanza un grosor predeterminado, el sustrato semiconductor y la capa de resina de fijación del chip pueden cortarse de manera más precisa en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato. Aquí, el rectificado comprende corte, pulido, ataque químico, etc.

15 La zona modificada puede incluir una zona procesada fundida. Cuando el objeto a procesar es un sustrato semiconductor, puede formarse una zona procesada fundida tras irradiación con luz láser. Como que esta zona procesada fundida es un ejemplo de la zona modificada citada anteriormente, el sustrato semiconductor puede cortarse fácilmente en este caso también, de modo que la capa de sustrato semiconductor y la resina de fijación del chip pueden cortarse eficazmente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato.

20 La zona modificada puede incluir una zona procesada fundida y un pequeño hueco situado en el lado opuesto de la zona procesada fundida desde la cara incidente de la luz láser. Cuando el objeto a procesar es un sustrato semiconductor, la zona procesada fundida y el pequeño hueco pueden formarse por irradiación con luz láser. Como que la zona procesada fundida y el pequeño hueco constituyen un ejemplo de la zona modificada, el sustrato semiconductor puede cortarse fácilmente en este caso también, de modo que el sustrato semiconductor y la capa de resina de fijación del chip pueden cortarse de manera eficaz en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato.

25 Al formar la zona de inicio del corte en el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la presente invención explicado anteriormente, puede permitirse que una fractura llegue a la cara anterior del sustrato semiconductor desde la zona de inicio del corte que actúa de punto de partida, a la cara posterior del semiconductor desde la zona de inicio del corte que actúa de punto de partida, o a la cara anterior y la cara posterior del sustrato semiconductor de la zona de inicio del corte que actúa de punto de partida.

30 Preferiblemente, el procedimiento comprende además la etapa de calentar la capa de resina de fijación del chip antes de la etapa de cortar el sustrato semiconductor y la capa de resina de fijación del chip en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato expandiendo el elemento de sujeción. Cuando la capa de resina de fijación del chip se calienta antes de expandir el elemento de sujeción, la capa de resina de fijación del chip puede cortarse de manera más precisa y fácil en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato expandiendo el elemento de sujeción.

40 **Efecto de la invención**

En la presente invención, un sustrato semiconductor que presenta una cara anterior formada por un dispositivo funcional puede cortarse eficazmente junto con una capa de resina de fijación del chip.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en planta de un sustrato semiconductor durante procesamiento por láser mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 La figura 2 es una vista en sección del sustrato semiconductor según la línea II-II de la figura 1;

La figura 3 es una vista en planta del sustrato semiconductor después del procesamiento por láser mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la realización;

55 La figura 4 es una vista en sección del sustrato semiconductor según la línea IV-IV de la figura 3;

La figura 5 es una vista en sección del sustrato semiconductor según la línea V-V de la figura 3;

60 La figura 6 es una vista en planta del sustrato semiconductor cortado mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la realización;

La figura 7 es una vista que muestra una fotografía de una sección cortada de una oblea de silicio formada por una zona procesada fundida mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la realización;

- La figura 8 es una gráfica que muestra relaciones entre la longitud de onda de la luz láser y la transmitancia interna de un sustrato de silicio en el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la realización;
- 5 La figura 9 es una vista en sección del sustrato semiconductor formado por una zona procesada fundida y un pequeño hueco mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la realización;
- La figura 10 es una vista en sección para explicar un principio por medio del cual se forma la zona procesada fundida y el pequeño hueco mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con la realización;
- 10 La figura 11 es una vista que muestra fotografías de una sección cortada de una oblea de silicio formada por zonas procesadas fundidas y pequeños huecos mediante el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con esta realización;
- La figura 12 es una vista en planta de una oblea de silicio destinada a ser un objeto a procesar en el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización;
- 15 La figura 13 es una vista esquemática para explicar el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en el cual (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los cuales se une una película protectora a la oblea de silicio, la oblea de silicio es fina, y la película protectora es irradiada con rayos UV;
- 20 La figura 14 es una vista esquemática para explicar el procedimiento para cortar un sustrato semiconductor de acuerdo con la realización en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los que la oblea de silicio y la capa protectora quedan sujetas sobre una mesa de trabajo, la oblea de silicio es irradiada con luz láser, y se forma una zona de inicio del corte dentro de la oblea de silicio;
- 25 La figura 15 es una vista esquemática para explicar el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b); y (c) ilustran respectivos estados en los que una película de resina de fijación del chip se une a la oblea de silicio, la película protectora se desprende de la oblea de silicio, y la película de expansión es irradiada con rayos UV;
- 30 La figura 16 es una vista esquemática para explicar el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los cuales la película de expansión se expande, los chips semiconductores se recogen junto con piezas cortadas de una capa de resina de fijación del chip, y el chip semiconductor se une a un soporte de conectores mediante la capa de resina de fijación del chip;
- 35 La figura 17 es una vista esquemática que muestra la relación entre la oblea de silicio y la zona de inicio del corte en el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a) y (b) ilustran respectivos estados en los cuales no se genera fractura desde la zona de inicio del corte que actúa como punto inicial, y una fractura desde la zona de inicio del corte que actúa de punto inicial llega a la cara anterior y a la cara posterior de la oblea de silicio;
- 40 La figura 18 es una vista esquemática que muestra la relación entre la oblea de silicio y la zona de inicio del corte en el procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a) y (b) ilustran respectivos estados en los cuales una fractura desde la zona de inicio del corte que actúa de punto inicial llega a la cara anterior de la oblea de silicio, y una fractura de la zona de inicio del corte que actúa de punto inicial llega a la cara posterior de la oblea de silicio;
- 45 La figura 19 es una vista esquemática para explicar un ejemplo concreto del procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los que la oblea de silicio y la película protectora quedan sujetas sobre una mesa de montaje, la oblea de silicio es irradiada con luz láser, y la zona de inicio del corte se forma dentro de la oblea de silicio;
- 50 La figura 20 es una vista esquemática para explicar el ejemplo específico del procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los cuales se une una capa de resina de fijación del chip a la oblea de silicio, la capa de resina de fijación del chip es irradiada con luz láser, y la capa de resina de fijación del chip está formada por una zona modificada;
- 55 La figura 21 es una vista esquemática para explicar el ejemplo concreto del procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los cuales se une una película de expansión a la capa de resina de fijación del chip por medio de una capa adhesiva, la película protectora se desprende de la oblea de silicio, y la película de expansión se expande;
- 60 La figura 22 es una vista esquemática para explicar otro ejemplo concreto del procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los cuales se une una capa de resina de fijación del chip a la oblea de silicio, la capa de resina de fijación del chip es irradiada con luz
- 65

láser, y la resina de fijación del chip está formada por una zona modificada; y

5 La figura 23 es una vista para explicar otro ejemplo concreto del procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la realización, en la que (a), (b), y (c) ilustran respectivos estados en los cuales la oblea de silicio se saca de una tabla de montaje de un aparato de procesamiento con láser, la película protectora se desprende de la oblea de silicio, y la película de la expansión se expande.

Explicaciones de los números de referencia

10 1... sustrato semiconductor; 3... cara anterior; 5... línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato semiconductor; 7... zona modificada; 8... zona de inicio del corte; 11... oblea de silicio (sustrato semiconductor); 13... zona procesada fundida; 14... pequeño hueco; 15 ... dispositivo funcional; 17 ... cara posterior (cara incidente de la luz láser); 21 ... película de expansión (elemento de sujeción); 23... capa de resina de fijación del chip; 28 ... fractura; L... luz láser; P... punto convergente de luz.

15 Mejores modos de llevar a cabo la invención

20 A continuación se explicará en detalle una realización preferida del procedimiento de corte de un sustrato semiconductor de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos. Esta realización utiliza un fenómeno de absorción de multifotones para formar una zona modificada dentro de un sustrato semiconductor. Por lo tanto, primero se explicará un procedimiento de procesamiento por láser para formar a una zona modificada por absorción de multifotones.

25 Un material se vuelve transparente cuando su banda prohibida de absorción E_G es mayor que la energía fotónica $h\nu$. Por lo tanto, la condición bajo la cual se produce absorción en el material es que $h\nu > E_G$. Sin embargo, incluso cuando es ópticamente transparente, el material genera una absorción bajo la condición $nh\nu > E_G$. (donde $n = 2, 3, 4, \dots$) si la intensidad de la luz láser es muy elevada. Este fenómeno se conoce como absorción multifotónica. En el caso de ondas pulsadas, la intensidad de la luz láser viene determinada por la densidad de potencia máxima (W/cm^2) de la luz láser en su punto convergente. La absorción multifotónica se produce, por ejemplo, a una densidad de potencia máxima (W/cm^2) de 1×10^8 (W/cm^2) o mayor. La densidad de potencia máxima viene determinada por (energía por pulso de luz láser en el punto convergente)/(área en sección transversal del punto del haz de la luz láser x anchura de pulso). En el caso de una onda continua, la intensidad de la luz láser viene determinada por la intensidad de campo (W/cm^2) de la luz láser en el punto convergente.

35 El procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con una realización de la presente invención utilizando dicha absorción de multifotones se explicará con referencia a las figuras 1 a 6. Tal como se muestra en la figura 1, un sustrato semiconductor 1 presenta una cara anterior 3 provista de una línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 para cortar el sustrato semiconductor 1. La línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 es una línea virtual recta. En el procedimiento de procesamiento por láser de acuerdo con esta realización, el sustrato semiconductor 1 es irradiado con luz láser L mientras que dentro del sustrato semiconductor 1 se sitúa un punto convergente de luz P bajo una condición en la que se produce absorción de multifotones. El punto convergente P es una posición en la cual converge la luz láser L. La línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 puede ser recta o curva, y no se limita a la línea virtual, sino que puede ser una línea dibujada realmente en el sustrato semiconductor 1.

45 Después, la luz láser L se mueve relativamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 (es decir, en la dirección de la flecha A de la figura 1), para desplazar el punto convergente P en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Esto forma una zona modificada 7 dentro del sustrato semiconductor 1 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5, tal como se muestra en las figuras 3 a 5, y esta zona modificada 7 se convierte en una zona de inicio del corte 8. El procedimiento de procesamiento con láser de esta realización no forma zona modificada 7 provocando que el sustrato semiconductor 1 absorba la luz láser L tras el calentamiento del sustrato semiconductor 1. En cambio, la luz láser L se transmite a través del sustrato semiconductor 1 para así generar una absorción de multifotones dentro del sustrato semiconductor 1, formando de este modo la zona modificada 7. Por lo tanto, la cara anterior 3 del sustrato semiconductor 1 apenas absorbe la luz láser L, y de este modo no se funde.

55 Cuando la zona de inicio del corte 8 se forma dentro del sustrato semiconductor 1, es probable que se produzca una fractura desde la zona de inicio del corte 8 que actúa de punto inicial, de modo que el sustrato semiconductor 1 puede cortarse, tal como se muestra en la figura 6, con una fuerza relativamente pequeña. Por lo tanto, el sustrato semiconductor 1 puede cortarse con gran precisión sin generar fracturas innecesarias en la cara anterior 3 del sustrato semiconductor 1.

60 Parece que se dan los siguientes dos casos en el corte del sustrato semiconductor 1 de la zona de inicio del corte 8 que actúa como punto inicial. El primer caso es aquel en el que, tras formarse la zona de inicio del corte 8, se aplica una fuerza artificial al sustrato semiconductor 1 de modo que el sustrato semiconductor 1 se fractura desde la zona de inicio del corte 8 que actúa como punto inicial, con lo que el sustrato semiconductor 1 se corta. Éste es el corte en el caso en el que el sustrato semiconductor 1 presenta un grosor grande, por ejemplo. La aplicación de una fuerza artificial comprende la aplicación de un esfuerzo de flexión y un esfuerzo cortante a lo largo de la zona de inicio del corte

8 del sustrato semiconductor 1, y la aplicación de una diferencia de temperaturas en el sustrato semiconductor 1 para generar tensión térmica, por ejemplo. El otro caso es aquel en el que la zona de inicio del corte 8 se forma de modo que el sustrato semiconductor 1 se fractura de manera natural en una dirección en sección transversal (dirección del grosor) del sustrato semiconductor 1 desde la zona de inicio del corte 8 que actúa como punto inicial, con lo que el sustrato semiconductor 1 se corta. Esto es posible, por ejemplo, mediante la formación de la zona de inicio del corte 8 a través de una única fila de zonas modificadas 7 cuando el sustrato semiconductor 1 tiene un grosor pequeño, y a través de una pluralidad de filas de zonas modificadas 7 alineadas en la dirección del grosor cuando el sustrato semiconductor 1 tiene un grosor grande. Incluso en el caso de una fractura natural, las fracturas no se extienden hacia la cara anterior 3 en una posición no formada por la zona de inicio del corte 8 en la parte a cortar, de modo que sólo puede fracturarse la parte correspondiente a la posición formada por la zona de inicio del corte 8. De este modo, la fracturación puede regularse bien. Dicho procedimiento de fracturación con una controlabilidad favorable resulta muy eficaz ya que el sustrato semiconductor 1, tal como una oblea de silicio, recientemente ha resultado adecuado para volverse delgado.

La zona modificada formada por absorción de multifotones en esta realización incluye los siguientes casos (1) y (2):

(1) Caso en el que la zona modificada es una zona procesada fundida.

Un material semiconductor es irradiado con luz láser mientras un punto convergente de luz se posiciona con el mismo bajo una condición con una intensidad de campo eléctrico de por lo menos 1×10^8 (W/cm²) en el punto convergente de luz y una anchura de pulso de 1 μ s o menos. Por lo tanto, el interior del sustrato semiconductor se calienta localmente por absorción de multifotones. Este calentamiento forma una zona procesada fundida dentro del sustrato semiconductor. La zona procesada fundida se refiere a una zona una vez fundida y después resolidificada, una zona justo en un estado fundido, o a una zona en el proceso de resolidificación desde su estado fundido, y también puede definirse como una zona de fase modificada o una zona que ha variado su estructura cristalina. La zona procesada fundida también puede ser considerada como una zona en la cual una estructura determinada ha variado a otra estructura en estructuras monocristalinas, amorfas, y policristalinas. Es decir, se refiere a una zona en la cual una estructura monocristalina ha variado a una estructura amorfa, una zona en la que una estructura monocristalina ha variado a una estructura policristalina, y una zona en la cual una estructura monocristalina ha variado a una estructura incluyendo una estructura amorfa y una estructura policristalina, por ejemplo. Cuando el sustrato semiconductor tiene una estructura monocristalina de silicio, la zona procesada fundida es una estructura de silicio amorfo, por ejemplo. El límite superior de la intensidad de campo eléctrico es 1×10^{12} (W/cm²), por ejemplo. La anchura de pulso es preferiblemente de 1 ns a 200 ns, por ejemplo.

A través de un experimento, los inventores han verificado que dentro de una oblea de silicio se forma una zona procesada fundida que es un ejemplo de sustrato semiconductor. Las condiciones para el experimento son tal como sigue:

- (A) Substrato semiconductor: oblea de silicio (que tiene un grosor de 350 μ m y un diámetro exterior de 4 pulgadas)
- (B) Láser
Fuente de luz: láser semiconductor de bombeo de láser Nd:YAG
Longitud de onda: 1064 nm
Área en sección transversal del punto de luz láser: $3,14 \times 10^{-8}$ cm²
Modo de oscilación: pulsos de conmutación en Q
Frecuencia de repetición: 100 kHz
Anchura de pulso: 30 ns
Potencia: 20 J/pulso
Calidad de la luz láser: TEM₀₀
Propiedad polarizante: polarización lineal
- (C) Lente convergente
Aumento: x50
A.N.: 0,55
Transmitancia respecto a una longitud de onda de luz láser: 60%
- (D) Velocidad de movimiento de la mesa de montaje donde se dispone el sustrato semiconductor: 100 mm/s.

La figura 7 es una vista que muestra una fotografía de una sección cortada en una parte de una oblea de silicio cortada mediante procesamiento por láser bajo las condiciones indicadas anteriormente. Dentro de una oblea de silicio 11 se forma una zona procesada fundida 13. El tamaño de la zona procesada fundida 13 formada bajo las condiciones indicadas anteriormente es de aproximadamente 100 μ m en la dirección del grosor.

Se explica ahora el hecho de que la zona procesada fundida 13 se forme por absorción de multifotones. La figura 8 es una gráfica que muestra relaciones entre la longitud de onda de la luz láser y la transmitancia dentro del sustrato de silicio. Se han eliminado aquí los respectivos componentes reflectantes en el lado de la cara anterior y el lado de la cara posterior del sustrato de silicio, de modo que solamente se ha representado la transmitancia. Las relaciones citadas anteriormente se muestran en los casos en los que el grosor t del sustrato de silicio es de 50 μ m, 100 μ m, 200 μ m, 500 μ m, y 1000 μ m, respectivamente.

Por ejemplo, se aprecia que la luz láser se transmite a través del sustrato de silicio por al menos un 80% en 1064 nm, donde se encuentra la longitud de onda del láser Nd:YAG, cuando el sustrato de silicio tiene un grosor de 500 μm o menos. Como que la oblea de silicio 11 mostrada en figura 7 tiene un grosor de 350 μm , la zona procesada fundida 13 debido a la absorción de multifotones se forma cerca del centro de la oblea de silicio, es decir, en una parte separada de la cara anterior por 175 μm . La transmitancia en este caso es un 90% o mayor con referencia a una oblea de silicio que tiene un grosor de 200 μm , de modo que la luz láser sólo se absorbe ligeramente dentro de la oblea de silicio 11 y se transmite substancialmente a través de la misma. Esto significa que la zona procesada fundida 13 no se forma por absorción de la luz láser dentro de la oblea de silicio 11 (es decir, no se forma tras un calentamiento habitual con luz láser), sino por absorción de multifotones. La formación de una zona procesada fundida por absorción de multifotones se describe, por ejemplo, en "*Processing Characteristic Evaluation of Silicon by Picosecond Pulse Laser*", *Preprints of the National Meeting of Japan Welding Society*, nº 66 (Abril de 2000), págs. 72-73.

Aquí, se genera una fractura en la dirección en sección transversal utilizando una zona procesada fundida como punto inicial, de modo que la oblea de silicio se corta cuando la fractura llega a la cara anterior y la cara posterior de la oblea de silicio. La fractura que llega a la cara anterior y la cara posterior de la oblea de silicio puede crecer de maneja natural o crecer a medida que se aplica una fuerza a la oblea de silicio. La fractura puede crecer de manera natural desde la zona de inicio del corte hacia la cara anterior y la cara posterior de la oblea de silicio en cualquiera de los casos en los que la fractura crece desde la zona procesada fundida en un estado fundido y en los que la fractura crece desde la zona procesada fundida en el proceso de resolidificación desde el estado fundido. En cualquier de estos casos, la zona procesada fundida se forma solamente dentro de la oblea de silicio. En la sección cortada después del corte, la zona procesada fundida se forma solamente con el mismo tal como se muestra en la figura 7. Cuando una zona procesada fundida se forma dentro del sustrato semiconductor como tal es difícil que se produzcan fracturas innecesarias que se desvían desde una línea a lo largo de la cual el sustrato ha de cortarse en el instante de la fractura, lo que hace más fácil controlar la fractura.

(2) Caso en el que la zona modificada está constituida por una zona procesada fundida y un pequeño hueco. Un sustrato semiconductor es irradiado con luz láser mientras que un punto convergente de luz queda situado con el mismo bajo una condición con una intensidad de campo eléctrico de por lo menos 1×10^8 (W/cm^2) en el punto convergente de luz y una amplitud de pulso de 1 μs o menos. Esto puede formar una zona procesada fundida y un pequeño hueco dentro del sustrato semiconductor. Cuando la luz láser L incide sobre el sustrato semiconductor 1 del lado de la cara anterior 3 tal como se muestra en la figura 9, en el lado de la cara posterior 17 de la zona procesada fundida 13 se forma un pequeño hueco 14. Aunque la zona procesada fundida 13 y el pequeño hueco 14 se forman para quedar separados entre sí en la figura 9, existe un caso en el que la zona procesada fundida 13 y el pequeño hueco 14 se forman de manera continua entre sí. Es decir, cuando la zona procesada fundida y el pequeño hueco se forman como un par por absorción de multifotones, el pequeño hueco se forma en el lado opuesto de la zona procesada fundida de la cara del incidente de la luz láser en el sustrato semiconductor. El límite superior para la intensidad del campo eléctrico es de 1×10^{12} (W/cm^2), por ejemplo. La amplitud de pulso es preferiblemente de 1 ns a 200 ns, por ejemplo.

No resulta totalmente claro el principio por el cual se forman los pequeños huecos 14 para corresponder con respectivas zonas procesadas fundidas 13 cuando la luz láser L se transmite a través del sustrato semiconductor 1, para generar la absorción de multifotones, formando así las zonas procesadas fundidas 13. Se explicarán aquí dos hipótesis que suponen los inventores relativas al principio por el cual las zonas procesadas fundidas 13 y los pequeños huecos 14 se forman en pares.

La siguiente es la primera hipótesis supuesta por los inventores. Cuando el sustrato semiconductor 1 es irradiado con luz láser L mientras su punto focal se encuentra situado en un punto convergente de luz P dentro del sustrato semiconductor 1 tal como se muestra en la figura 10, cerca del punto convergente de luz P se forma una zona procesada fundida 13. Convencionalmente, los componentes de la luz (L4 y L5 en figura 10) en la parte central de la luz láser L emitida desde una fuente de la luz láser se han utilizado como luz láser L. Esto tiene como objetivo emplear la parte central de la distribución Gaussiana de la luz láser L. Para limitar que la luz láser L afecte a la cara anterior 3 del sustrato semiconductor 1, los inventores han decidido ensanchar la luz láser L. Como técnica para ello, la luz láser L emitida desde la fuente de luz láser se expande a través de un sistema óptico predeterminado, para ensanchar los faldones de la distribución Gaussiana, aumentando relativamente de este modo la intensidad del láser de los componentes de la luz (L1 a L3 y L6 a L8 en la figura 10) en zonas marginales de la luz láser. Cuando la luz láser así expandida L se transmite a través del sustrato semiconductor 1 se forma una zona procesada fundida 13 cerca del punto convergente de luz P tal como se ha explicado anteriormente, y se forma un pequeño hueco 14 en una parte correspondiente a la zona procesada fundida 13. Es decir, la zona procesada fundida 13 y el pequeño hueco 14 se forman en posiciones respectivas a lo largo del eje óptico (la línea rayas y punto de la figura 10) de la luz láser. La posición en la que se forma el pequeño hueco 14 corresponde a una parte en la que los componentes de la luz (L1 a L3 y a L6 a L8 en la figura 10) en zonas marginales de la luz láser L teóricamente convergen. Esto parece deberse a la aberración esférica de una lente que converge la luz láser L en la que los componentes de la luz (L4 y L5 en la figura 10) de la parte central de luz láser convergen en una posición diferente de las posiciones en las que los componentes de la luz (L1 a L3 y L6 a L8 en la figura 10) en zonas marginales de la luz láser L convergen como tal en términos de dirección del grosor del sustrato semiconductor 1. La primera hipótesis supuesta por los inventores se basa en que esta diferencia de posiciones convergentes de la luz ejerce algunas influencias.

Lo siguiente es la segunda hipótesis supuesta por los inventores. La parte en la que convergen los componentes de la luz (L1 a L3 y L6 a L8 en la figura 10) en zonas marginales de la luz láser L es un punto convergente de luz del láser teórico, y de este modo tiene una intensidad óptica elevada de manera que se produce un pequeño cambio estructural, formando así el pequeño hueco 14 cuyo entorno no varía en términos de estructura cristalina, mientras que la parte formada por la zona procesada fundida 13 se ve térmicamente afectada tanto como para simplemente fundirse y luego resolidificarse.

Aquí, la zona procesada fundida es tal como se ha indicado anteriormente en (1), mientras que el pequeño hueco es uno cuyo entorno no varía en términos de estructura cristalina. Cuando el sustrato semiconductor presenta una estructura monocristalina de silicio, es probable que el entorno del pequeño hueco mantenga la estructura monocristalina de silicio.

A través de un experimento, los inventores han verificado que las zonas procesadas fundidas y los pequeños huecos se forman dentro de una oblea de silicio lo cual es un ejemplo del sustrato semiconductor. Las condiciones para el experimento son tal como sigue:

- (A) Objeto a procesar: oblea de silicio (con un grosor de 100 μm)
- (B) Láser
 - Fuente de luz: láser semiconductor de bombeo de láser Nd:YAG
 - Longitud de onda: 1064 nm
 - Frecuencia de repetición: 40 kHz
 - Anchura de pulso: 30 ns
 - Separación de pulso: 7 μm
 - Profundidad de procesamiento: 8 μm
 - Energía de pulso: 50 $\mu\text{J/pulso}$
- (C) Lente convergente de luz
 - A.N.: 0,55
- (D) Velocidad de movimiento de una mesa de trabajo donde se dispone el objeto: 280 mm/s.

La figura 11 es una vista que muestra fotografías de una sección cortada de una oblea de silicio cortada mediante procesamiento con láser bajo las condiciones indicadas anteriormente. En las figuras 11, (a) y (b) son fotografías que muestran la misma sección cortada a respectivas escalas diferentes entre sí. Tal como se ilustra, se forman pares de zonas procesadas fundidas 13 y pequeños huecos 14, estando formado cada par por irradiación con un pulso de la luz láser L, con una separación predeterminada a lo largo de la sección cortada (es decir, en una línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato). Cada una de las zonas procesadas fundidas 13 de la sección cortada mostrada en la figura 11 presenta una anchura de aproximadamente 13 μm en la dirección del grosor de la oblea de silicio 11 (la dirección vertical en el dibujo) y una anchura de aproximadamente 3 μm en la dirección de movimiento de la luz láser L (la dirección horizontal en el dibujo). Cada uno de los pequeños huecos 14 presenta una anchura de aproximadamente 7 μm en la dirección del grosor de la oblea de silicio 11 y una anchura de aproximadamente 1,3 μm en la dirección de movimiento de la luz láser L. El espacio de separación entre cada zona procesada fundida 13 y su pequeño hueco correspondiente 14 es de aproximadamente 1,2 μm .

Los casos de (1) y (2) se explican anteriormente como una zona modificada formada por absorción de multifotones. Cuando una zona de inicio del corte se forma tal como sigue debido a la estructura cristalina del sustrato semiconductor, su propiedad de división y similar, el sustrato semiconductor puede cortarse con precisión con una fuerza menor desde la zona de inicio del corte que actúa como punto inicial.

Es decir, en el caso de un sustrato realizado en un semiconductor monocristalino que presente una estructura de diamante tal como silicio, la zona de inicio del corte se forma preferiblemente en una dirección a lo largo del plano (111) (primer plano de división) o el plano (110) (segundo plano de división). En el caso de un sustrato realizado de un semiconductor compuesto de la familia III-V que tenga una estructura de mineral de zinc tal como GaAs, la zona de inicio del corte se forma preferiblemente en una dirección a lo largo del plano (110).

Cuando el sustrato se forma con una orientación plana a lo largo de una dirección a formarse con la zona de inicio del corte (por ejemplo, en una dirección a lo largo del plano (111) en el sustrato de silicio monocristalino) o una dirección ortogonal a la dirección a formarse con la zona de inicio del corte, la zona de inicio del corte que se extiende a lo largo de la dirección a formarse con la zona de inicio del corte puede formarse en el sustrato de una manera fácil y precisa con referencia a la orientación plana.

Se explicará ahora más específicamente una realización preferida del procedimiento de corte del sustrato semiconductor de acuerdo con la presente invención. Las figuras 13 a 16 son vistas en sección parciales de la oblea de silicio según la línea XIII-XIII de la figura 12.

Tal como se muestra en la figura 12, en la cara anterior 3 de la oblea de silicio (sustrato semiconductor) 11 que se convierte en un objeto a procesar, se forma una pluralidad de dispositivos funcionales 15 en un patrón de matriz en direcciones paralelas y perpendiculares a la orientación plana 16. De la siguiente manera, dicha oblea de silicio 11 se

corta en dispositivos funcionales individuales 15.

En primer lugar, tal como se muestra en la figura 13(a), en el lado de la cara anterior 3 de la oblea de silicio 11 se une una película protectora 18 para cubrir los dispositivos funcionales 15. La película protectora 18 protege los dispositivos funcionales 15 y sujeta la oblea de silicio 11. Después de unir la película protectora 18, tal como se muestra en la figura 13(b), la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se somete a un rectificado superficial de manera que la oblea de silicio 11 alcanza un grosor predeterminado, y después se somete a un ataque químico para alisarla. De este modo, por ejemplo, la oblea de silicio 11 que tiene un grosor de 350 μm se vuelve más fina a un grosor de 100 μm . Después de hacer más fina la oblea de silicio 11, la película protectora 18 se irradia con rayos UV. Esto endurece una capa de resina endurecible con UV que es una capa adhesiva de la película protectora 18, haciendo de este modo que la película protectora 18 resulte más fácil de desprenderse de la oblea de silicio 11.

Posteriormente, utilizando un aparato de procesamiento con láser, dentro de la oblea de silicio 11 se forma una zona de inicio del corte. Es decir, tal como se muestra en la figura 14(a), la película protectora 18 se sujeta, mediante aspiración por vacío, sobre una mesa de montaje 19 del aparato de procesamiento con láser de manera que la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 queda orientada hacia arriba, y se establece una línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 a modo de malla (véase líneas de rayas y punto en la figura 12) que discurre entre los dispositivos funcionales adyacente 15, 15. Después, tal como se muestra en la figura 14(b), la oblea de silicio 11 es irradiada con luz láser L bajo la condición mencionada anteriormente de generación de absorción de multifotones mientras se posiciona un punto convergente de luz P dentro de la oblea de silicio 11 con la cara trasera 17 actuando de cara incidente de luz láser, y la mesa de montaje 19 se desplaza de manera que el punto convergente de luz P se mueve relativamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 14(c), las zonas procesadas fundidas 13 forman zonas del inicio del corte 8 dentro de la oblea de silicio 11 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5.

Posteriormente, la oblea de silicio 11 que tiene la película protectora 18 unida a la misma se saca de la mesa de montaje 19, y una película 20 que lleva resina de fijación del chip (por ejemplo LE-5000 (nombre del producto) de Lintec Corporation) se une a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 tal como se muestra en la figura 15(a). La película 20 que lleva la resina de fijación del chip comprende una película de expansión expansible (elemento de sujeción) 21 que tiene un grosor de aproximadamente 100 μm . Sobre la película de expansión 21 se dispone una capa de resina de fijación del chip (una capa de resina de fijación del chip) 23 que funciona como adhesivo de fijación por medio de una capa de resina curable con UV que presenta un grosor de varias μm . Es decir, la película de expansión 21 se une a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 a través de la capa de resina de fijación del chip 23. Unos medios de expansión de película 30 se unen a las partes marginales de la película de expansión 21. Después de unir la película 20 que lleva la resina de fijación del chip, la película protectora 18 se desprende desde el lado de la cara anterior 3 de la oblea de silicio 11 tal como se muestra en la figura 15(b), y la película de expansión 21 es irradiada con rayos UV tal como se muestra en la figura 15(c). Esto endurece una capa de resina curable con UV que es una capa adhesiva de la película de expansión 21, haciendo de este modo que la capa de resina de fijación del chip 23 sea más fácil de desprenderse de la película de expansión 21.

Posteriormente, tal como se muestra en la figura 16(a), los medios de expansión de la película 21 tiran de las partes marginales de la película de expansión 21 hacia fuera, expandiendo así la película de expansión 21. Al expandirse la película de expansión 21 se generan fracturas desde las zonas de inicio del corte 8 actuando como puntos iniciales, y estas fracturas llegan a la cara anterior 3 y a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11. Por lo tanto, la oblea de silicio 11 se corta exactamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5, de modo que se obtiene una pluralidad de chips semiconductores 25 presentando cada uno un dispositivo funcional 15. Aquí, a medida que se expande la película de expansión 21, las superficies cortadas opuestas 25a, 25a de chips semiconductores adyacentes 25, 25 se liberan de su estado de contacto directo. Por lo tanto, simultáneamente con el corte de la oblea de silicio 11, la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se corta en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5.

Después, tal como se muestra en la figura 16(b), los chips semiconductores 25 son recogidos sucesivamente hacia arriba por aspiración o similar. Aquí, la capa de resina de fijación del chip 23 se corta en una forma exterior equivalente a la del chip semiconductor 25, mientras que la fuerza de adhesión entre la capa de resina de fijación del chip 23 y la película de expansión 21 se reduce, de manera que el chip semiconductor 25 se recoge mientras se encuentra que en un estado en el que la pieza cortada de la capa de resina de fijación del chip 23 se encuentra en contacto directo con su cara posterior. Después, tal como se muestra en la figura 16(c), el chip semiconductor 25 se monta por medio de la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con su cara posterior sobre el soporte del chip de un maco de conexión 27, y se une a este último con el relleno tras el calentamiento.

En el procedimiento para cortar la oblea de silicio 11 anterior, la oblea de silicio 11 que tiene la cara anterior 3 formada por dispositivos funcionales 15 se emplea como objeto a procesar, y la oblea de silicio 11 es irradiada con la luz láser L mientras se posiciona el punto convergente de luz P dentro de la oblea de silicio 11 con la cara posterior 17 actuando como cara incidente de la luz láser. Esto genera una absorción de multifotones dentro de la oblea de silicio 11, provocando de este modo que la zona procesada fundida 13 forme la zona de inicio del corte 8 dentro de la oblea de silicio 11 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Aquí, la cara posterior del sustrato

5 semiconductor se emplea como cara incidente de la luz láser, ya que existe el temor de que el dispositivo funcional limite que la luz láser entre cuando la cara anterior se utiliza como cara incidente de la luz láser. Cuando la zona de inicio del corte 8 se forma dentro de la oblea de silicio 11 como tal, puede generarse una fractura desde la zona de inicio del corte 8 que actúa como punto inicial de manera natural o con una fuerza aplicada relativamente pequeña a la misma, para llegar a la cara anterior 3 y la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11. Por lo tanto, tras formarse la zona de inicio del corte 8, el elemento de sujeción expansible 21 se une a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 por medio de la capa de resina de fijación del chip 23, de modo que las superficies cortadas 25a, 25a del substrato semiconductor se cortan en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5 son liberadas de su estado de contacto directo mientras se expande la película de expansión 21. Esto también corta la capa de resina de fijación del chip 23 que existe entre la oblea de silicio 11 y la película de expansión 21 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5. Por lo tanto, la oblea de silicio 11 y la capa de resina para matrices 23 pueden cortarse en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5 de manera mucho más eficaz que en el caso de corte con cuchilla.

15 También, como que las superficies cortadas 25a, 25a de la oblea de silicio 11 cortadas en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5 se encuentran inicialmente en contacto directo entre sí, las piezas individuales cortadas de la oblea de silicio 11 y las piezas individuales cortadas de la capa de resina de fijación del chip 23 tienen substancialmente la misma forma exterior, de modo que puede impedirse que la resina de fijación del chip sobresalga de la superficie cortada 25 de cada pieza de la oblea de silicio 11.

20 Además, antes de formar la zona de inicio del corte 8 dentro de la oblea de silicio 11, la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se rectifica de manera que la oblea de silicio 11 alcanza un grosor predeterminado. Cuando se reduce el grosor de la oblea de silicio 11 a un grosor predeterminado como tal, la oblea de silicio 11 y la resina de fijación del chip 23 pueden cortarse de manera mucho más precisa en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5.

25 El procedimiento indicado anteriormente para cortar la oblea de silicio 11 se refiere a un caso en el que, tal como se muestra en la figura 17(a), en la oblea de silicio 11 no se produce fractura generada desde la zona de inicio del corte 8 que actúa de punto inicial hasta que se expande la película de expansión 21. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 17(b), puede generarse una fractura 28 desde la zona de inicio del corte 8 que actúa como punto inicial y provocar que se llegue a la cara anterior 3 y a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 antes de que la película de expansión 21 se expanda. Ejemplos del procedimiento para generar la fractura 28 incluyen aquel en el que un medio para aplicación de esfuerzos, tal como el borde de una cuchilla, es presionado contra la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 a lo largo de la zona de inicio del corte 8, para generar un esfuerzo de flexión o un esfuerzo de cortante en la oblea de silicio 11 a lo largo de la zona de inicio del corte 8; y aquel en el cual se aplica una diferencia de temperaturas en la oblea de silicio 11 para generar una tensión térmica en la oblea de silicio 11 a lo largo de la zona de inicio del corte 8.

35 La aplicación de tensión y el corte de la oblea de silicio 11 a lo largo de la zona de inicio del corte 8 como tal antes de expandir la película de expansión 21 puede producir un chip semiconductor 25 el cual se corta con gran precisión. Cuando la película de expansión 21 unida a la oblea de silicio 11 se expande, las superficies cortadas opuestas 25a, 25a de los chips semiconductores adyacentes 25, 25 se liberan de su estado de contacto directo en este caso también, de modo que la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se corta a lo largo de las superficies cortadas 25a. Por lo tanto, la oblea de silicio 11 y la capa de resina de fijación del chip 23 pueden cortarse a lo largo de la zona de inicio del corte 8 de una manera mucho más eficaz en este procedimiento de corte que en el caso de corte con cuchilla.

40 Si la oblea de silicio 11 es delgada, la fractura 28 generada desde la zona de inicio del corte 8 que actúa como zona inicial puede llegar a la cara anterior 3 y la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11, tal como se muestra en la figura 17(b), incluso si no se genera esfuerzo a lo largo de la zona de inicio del corte 8.

50 Cuando se permite que la zona de inicio del corte 8 debido a la zona procesada fundida 13 se forme dentro de la oblea de silicio 11 próxima a la cara anterior 3, y se permite que la fractura 28 llegue a la cara anterior 3 tal como se muestra en la figura 18(a), puede hacerse que la precisión de corte sea muy elevada en la cara anterior (es decir, la superficie formada por el dispositivo funcional) del chip semiconductor 25 obtenido por el corte. Cuando la zona de inicio del corte 8 debido a la zona procesada fundida 13 se forma dentro de la oblea de silicio 11 próxima a la cara posterior 17, y se permite que la fractura 28 llegue a la cara posterior 17, tal como se muestra en la figura 18(b), por otra parte, la capa de resina de fijación del chip 23 puede cortarse de manera precisa expandiendo la película de expansión 21.

55 La presente invención no queda limitada a la realización descrita anteriormente. Por ejemplo, aunque la realización que se ha descrito anteriormente se refiere a un caso en el que la zona modificada 7 se forma generando una absorción de multifotones dentro del substrato semiconductor 1, existen casos en los que la zona modificada 7 puede formarse generando una absorción óptica equivalente a la absorción de multifotones dentro del substrato semiconductor 1.

60 Aunque el procedimiento de corte de la oblea de silicio 11 citado anteriormente se refiere a un caso en el que la zona procesada fundida 13 se forma como zona modificada, la zona procesada fundida 13 y el pequeño hueco 14 pueden formarse como una zona modificada. En este caso, como que la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se emplea como cara incidente de la luz láser, el pequeño hueco 14 se forma en el lado opuesto de la zona procesada fundida 13 de la cara incidente de la luz láser, es decir, el lado de la cara anterior 3 formada por el dispositivo funcional 15. En

superficies cortadas, la parte en el lado del pequeño hueco 14 tiende a alcanzar una precisión mayor que en la parte en el lado de la zona procesada fundida 13, de modo que el rendimiento de los chips semiconductores 25 puede mejorarse más cuando el pequeño hueco 14 se forma en el lado de la cara anterior 3 formado por el dispositivo funcional 15.

5 Si la capa de resina de fijación del chip 23 se calienta antes de expandir la película de expansión 21 de la película que lleva a capa adhesiva para matrices 20, la capa de resina de fijación del chip 23 puede cortarse de manera más precisa y fácil en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 simultáneamente con el corte de la oblea de silicio 11 al expandirse la película de expansión 21. Esto parece deberse a que la capa de resina de fijación del chip 23 varía su propiedad física para rasgarse con facilidad al calentarse. Específicamente, cuando la capa de resina de fijación del chip 23 se calienta durante 1 a 30 minutos a una temperatura de 50° C a 120° C, la capa de resina de fijación del chip 23 varía su propiedad física para rasgarse con facilidad al calentarse. En este sentido, es menos probable que la capa de resina de fijación del chip 23 varíe su propiedad física cuando la temperatura es menor de 50° C, mientras que existe el temor de que la capa de resina de fijación del chip 23 se ablande perdiendo su forma original si la temperatura excede 120° C.

15 Como procedimiento para calentar la capa de resina de fijación del chip 23 tal como se ha indicado anteriormente, la capa de resina de fijación del chip 23 puede calentarse en su totalidad, o puede calentarse selectivamente una parte de la capa de resina de fijación del chip 23 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Para calentar la capa de resina de fijación del chip 23 en su totalidad, puede aplicarse aire caliente a la oblea de silicio 11 y a la película que lleva la resina de fijación del chip 20 unida a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11, disponerse en un horno de calentamiento, o montarse sobre una tabla de calentamiento en la cual haya insertado un calentador. Para calentar selectivamente una parte de la capa de resina de fijación del chip 23 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5, será suficiente si la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 se irradia con luz láser a la cual la capa de resina de fijación del chip 23 presenta una absorción óptica, etc.

20 La capa de resina de fijación del chip 23 puede calentarse en cualquier momento desde que la película de expansión 21 se une a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 mediante la capa de resina de fijación del chip 23 hasta que la oblea de silicio 11 y la capa de resina de fijación del chip 23 se cortan en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 expandiendo la película de expansión 21. Antes de unir la película de expansión 21 a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 mediante la capa de resina de fijación del chip 23, la capa de resina de fijación del chip 23 puede calentarse mientras se encuentra en el estado de la película que lleva la resina de fijación del chip 20, y después la película de expansión 21 puede unirse a la oblea de silicio 11 por medio de la capa de resina de fijación del chip 23 así calentada. En este caso, la película de expansión 21 puede unirse a la oblea de silicio 11 por medio de la capa de resina de fijación del chip 23 calentada inmediatamente después de calentar la capa de resina de fijación del chip 23, o después de un tiempo determinado del calentamiento de la capa de resina de fijación del chip 23. Una de razones de por qué el calentamiento hace que la capa de resina de fijación del chip 23 resulte más fácil de dividirse como tal parece deberse a que se reduce el alargamiento de la fractura y aumenta la resistencia a la tracción. También, existen casos en los que la capa de resina de fijación del chip 23 puede variar su propiedad física para rasgarse con facilidad al irradiarse con ondas electromagnéticas tales como rayos UV.

30 Se explicarán aquí ejemplos específicos para calentar selectivamente la parte de la capa de resina de fijación del chip 23 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. En los dibujos se hará referencia a elementos idénticos o equivalentes entre sí con los mismos números de referencia idénticos entre sí sin repetir sus descripciones coincidentes.

35 En primer lugar, tal como se muestra en la figura 19(a), se une una película protectora 18 al lado de la cara anterior 3 de la oblea de silicio 11 para cubrir los dispositivos funcionales 15 y después se sujeta por aspiración de vacío sobre la tabla de montaje 19 del aparato de procesamiento con láser de manera que la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 queda orientada hacia arriba. Tras disponer una línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 a modo de malla que discurre a lo largo de dispositivos funcionales adyacentes 15, 15, la oblea de silicio 11 es irradiada con luz láser L bajo la condición de generación de absorción de multifotones mientras se posiciona un punto convergente de luz P dentro de la oblea de silicio 11 con la cara posterior 17 actuando como cara incidente de la luz láser tal como se muestra en la figura 19(b), y la tabla de montaje 19 se desplaza de manera que el punto convergente de luz P se mueve relativamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 40 19(c), las zonas procesadas fundidas 13 forman las zonas del inicio del corte 8 dentro de la oblea de silicio 11 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. En lugar de la película protectora 18 puede unirse un elemento protector a modo de placa realizado en vidrio o una resina al lado de la cara anterior 3 de la oblea de silicio 11.

45 Posteriormente, tal como se muestra en la figura 20(a), una capa de resina de fijación del chip 23 se fija a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11, y la película protectora 18 se fija por aspiración de vacío sobre la tabla de montaje 19 del aparato de procesamiento con láser de manera que la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 queda orientada hacia arriba.

50 Después, tal como se muestra en la figura 20(b), la capa de resina de fijación del chip 23 es irradiada con luz láser L que tiene una longitud de onda predeterminada (por ejemplo 808 nm) mientras se posiciona un punto convergente de luz P con la misma, y la tabla de montaje 19 se mueve de manera que el punto convergente de luz P se mueve relativamente

5 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 20(c), una zona modificada 29 que tiene una propiedad tal que es fácil de rasgarse se forma en la capa de resina de fijación del chip 23 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Esta zona modificada 29 es la que presenta una propiedad física modificada o debilitada por un efecto de calentamiento. La capa de resina de fijación del chip 23 puede irradiarse en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 con haces de electrones en lugar de la luz láser L que tiene una longitud de onda predeterminada.

10 Posteriormente, la oblea de silicio 11 se saca de la tabla de montaje 19 y, tal como se muestra en la figura 21(a), se une una película de expansión 21 por medio de una capa adhesiva (un adhesivo cuya fuerza de adhesión se debilita tras la irradiación con los rayos UV u otros haces de energía) 31 a la capa de resina de fijación del chip 23 sujeta a la oblea de silicio 11. La película de expansión 21 con la capa adhesiva 31 puede unirse a la capa de resina de fijación del chip 23, o la película de expansión 21 puede unirse a la capa de resina de fijación del chip 23 después de que la capa adhesiva 31 se haya laminado sobre la misma.

15 Después, la película protectora 18 se desprende del lado de la cara anterior 3 de la oblea de silicio 11, tal como se muestra en la figura 21(b), y se tira de las partes marginales de la película de expansión 21 hacia fuera tal como se muestra en la figura 21(c), para expandir la película de expansión 21. A medida que se expande la película de expansión 21 se produce una fractura en la dirección del grosor de la zona de inicio del corte 8 que actúa como zona de partida, y llega a la cara anterior 3 y a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11. Esto corta la oblea de silicio 11 exactamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5, dando lugar de este modo a una pluralidad de chips semiconductores 25 presentando cada uno una pluralidad de dispositivos funcionales 15. Aquí, las superficies cortadas opuestas 25a, 25a de los chips semiconductores adyacentes 25, 25 son liberadas de su estado de contacto directo a medida que se expande la película de expansión 21, de modo que la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se corta en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 simultáneamente con el corte de la oblea de silicio 11.

25 Posteriormente, la capa adhesiva 31 es irradiada con rayos UV u otros haces de energía, para así reducir su fuerza de adhesión, y los chips semiconductores 25 con sus correspondientes piezas cortadas de la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con la misma se recogen sucesivamente.

30 Se explicará ahora otro ejemplo específico para calentar selectivamente la parte de la capa de resina de fijación del chip 23 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. En los dibujos se hará referencia a elementos idénticos o equivalentes entre sí con los mismos números de referencia idénticos entre sí sin repetir sus descripciones coincidentes.

35 En primer lugar, al igual que en el ejemplo específico mencionado anteriormente, dentro de la oblea de silicio 11 unas zonas procesadas fundidas 13 forman zonas de inicio del corte 8 en una línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Posteriormente, tal como se muestra en la figura 22(a), una película que lleva resina de fijación del chip 32 se une a la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11, y la película protectora 18 se fija por aspiración de vacío sobre la tabla de montaje 19 del aparato de procesamiento con láser de manera que la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 queda orientada hacia arriba. La película que lleva la resina de fijación del chip 32 es aquella en la cual se dispone una capa de resina de fijación del chip 23 por medio de una capa adhesiva 31 sobre una película de expansión 21 que está realizada en un material que transmite la luz láser L que tiene una longitud de onda predeterminada (por ejemplo, 808 nm). Como película que lleva resina de fijación del chip 32, puede utilizarse también una en que la capa de resina de fijación del chip 23 quede dispuesta directamente sobre la película de expansión 21 realizada en un material que transmita la luz láser L con una longitud de onda predeterminada (véase, por ejemplo, la publicación de patente japonesa nº 1987034).

40 Después de unirse, la película que lleva la resina de fijación del chip 32 es irradiada con la luz láser L mientras que dentro de la capa de resina de fijación del chip 23 se posiciona un punto convergente de luz P, tal como se muestra en la figura 22(b), y la tabla de montaje 19 se desplaza de manera que el punto convergente de luz P se mueve relativamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 22(c), en la capa de resina de fijación del chip 23 se forma, en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5, una zona modificada 29 que tiene una propiedad tal que es fácil de rasgarse.

55 Posteriormente, la película protectora 18 se desprende del lado de la cara anterior 3 de la oblea de silicio 11 tal como se muestra en las figuras 23(a) y (b), y se tira de las partes marginales de la película de expansión 21 hacia fuera tal como se muestra en la figura 23(c), para expandir la película de expansión 21. A medida que se expande la película de expansión 21 se produce una fractura en la dirección del grosor de la zona de inicio del corte 8 que actúa como zona inicial, y llega a la cara anterior 3 y la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11. Esto corta la oblea de silicio 11 exactamente en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 dando lugar, de este modo, a una pluralidad de chips semiconductores 25, presentando cada uno un dispositivo funcional 15. Aquí, las superficies cortadas opuestas 25a, 25a de los chips semiconductores adyacentes 25, 25 se liberan de su estado de contacto directo a medida que la película de expansión 21 se expande, de modo que la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con la cara posterior 17 de la oblea de silicio 11 se corta en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato 5 simultáneamente con la corte de la oblea de silicio 11.

5 Posteriormente, la capa adhesiva 31 es irradiada con rayos UV u otros haces de energía, para reducir su fuerza de adhesión, y los chips semiconductores 25 con sus correspondientes piezas cortadas de la capa de resina de fijación del chip 23 en contacto directo con el mismo son recogidas sucesivamente. La capa adhesiva 31 puede irradiarse con rayos UV u otros haces de energía antes o después de expandir la película de expansión 21.

10 Aunque la capa de resina de fijación del chip 23 se irradia con luz láser que tiene una longitud de onda predeterminada en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5 en cada uno de los ejemplos específicos indicados anteriormente, puede disponerse una máscara formada por una parte que transmisora de luz en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5 en la capa de resina de fijación del chip 23 o la película que lleva resina de fijación del chip 32, e irradiar totalmente con rayos UV u otros haces de energía para formar una zona modificada 29 en la capa de resina de fijación del chip 23 en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el substrato 5.

15 **Aplicabilidad industrial**

En la presente invención, tal como se ha explicado anteriormente, un substrato semiconductor que tenga una cara anterior formada por un dispositivo funcional puede cortarse de manera eficaz junto con una capa de resina de fijación del chip.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de corte de un sustrato semiconductor para cortar un sustrato semiconductor (1) que presenta una cara anterior (3) formada por una pluralidad de dispositivos funcionales (15) a lo largo de líneas dispuestas a modo de malla que discurren entre los dispositivos funcionales adyacentes (15), para fabricar un dispositivo semiconductor que presenta uno de los dispositivos funcionales (15), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5 unir una película protectora (18) a la cara anterior (3) del sustrato semiconductor (1), de manera que los dispositivos funcionales (15) queden cubiertos, caracterizado por el hecho de
- 10 irradiar el sustrato semiconductor (1) con luz láser mientras se posiciona un punto convergente de luz dentro del sustrato semiconductor (1) con una cara posterior (17) del sustrato semiconductor actuando como cara incidente de luz láser tras la etapa de unir la película protectora (18), para formar una zona modificada (13), y provocar que la zona modificada (13) forme una zona de inicio del corte (8) en la línea a lo largo de la cual ha de cortarse el sustrato semiconductor (1) en el interior una distancia predeterminada desde la cara incidente de luz láser;
- 15 unir un elemento de sujeción expansible (21) a la cara posterior (17) del sustrato semiconductor por medio de una capa de resina de fijación del chip (23) después de formar la zona de inicio del corte (8);
- 20 cortar el sustrato semiconductor y la capa de resina de fijación del chip (23) desde las zonas de inicio del corte (8) a lo largo de cada una de las líneas de la malla expandiendo el elemento de sujeción (21) después de unir el elemento de sujeción (21), para obtener una pluralidad de chips semiconductores (25) presentando cada uno una cara anterior formada por el dispositivo funcional (15) y presentando una pieza cortada de la capa de resina de fijación del chip (23) en contacto directo con una cara posterior de la misma; y
- 25 montar el chip semiconductor (25) sobre un soporte del chip de un marco de conexión (27) por medio de la pieza cortada de la capa de resina de fijación del chip (23) en contacto directo con su cara posterior para obtener el dispositivo semiconductor.
2. Procedimiento para cortar un sustrato semiconductor (1) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el soporte del chip (27) es un marco de conexión.
- 30 3. Procedimiento para cortar un sustrato semiconductor (1) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el elemento de soporte (21) se expande después de extraer la película protectora (18) de la cara anterior del sustrato semiconductor.

Fig.1

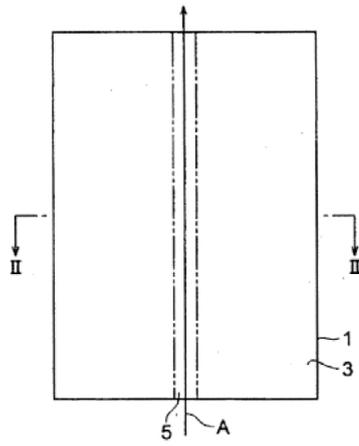


Fig.2

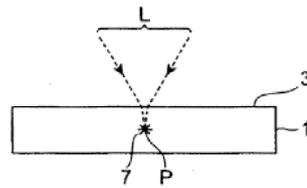


Fig.3

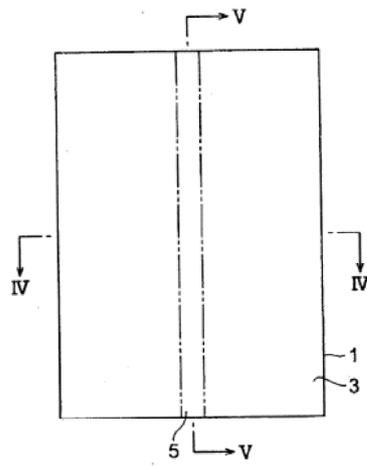


Fig.4

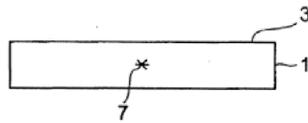


Fig.5

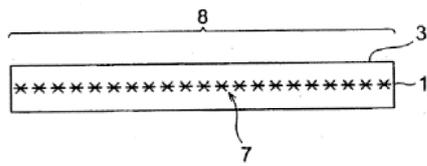


Fig.6

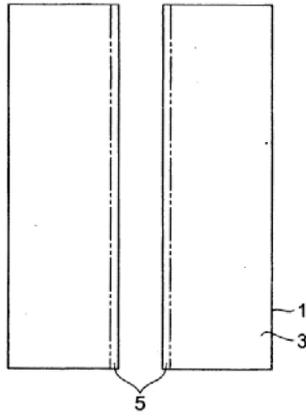
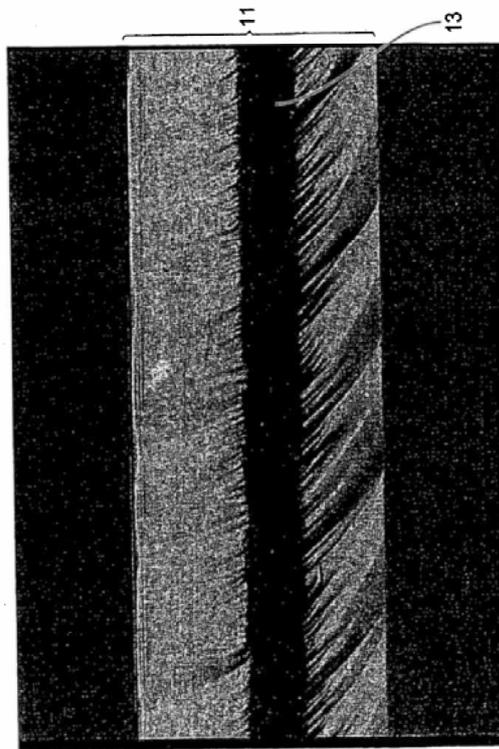


Fig.7



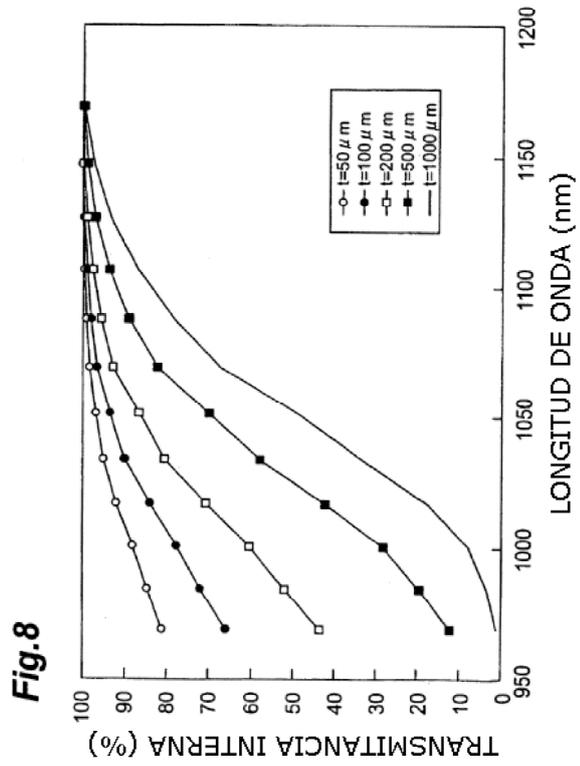
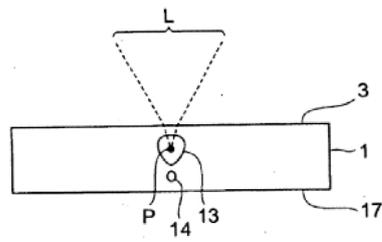


Fig.9



10/23

Fig.10

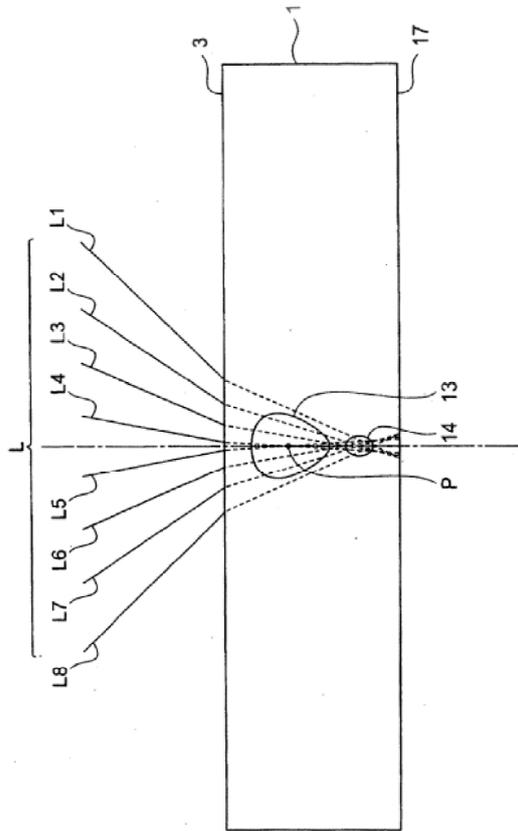


FIG. 10

11/23

Fig.11

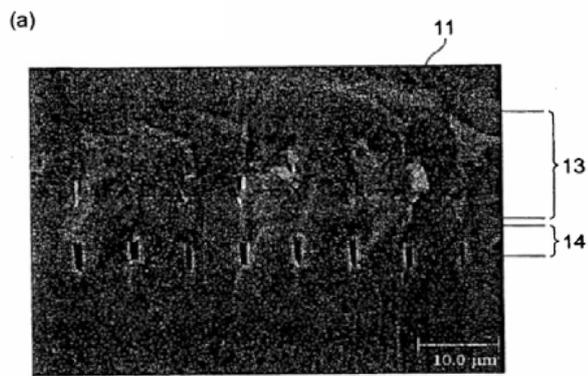


Fig.12

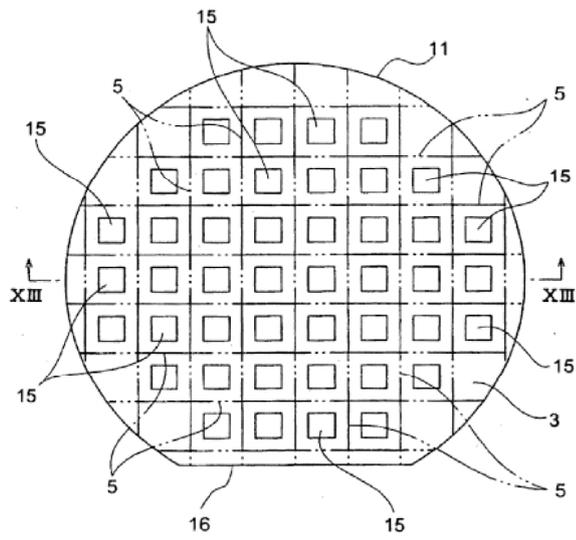


Fig.13

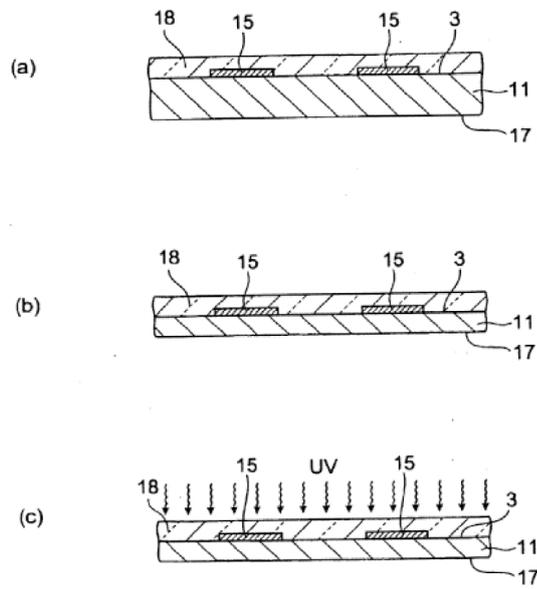


Fig.14

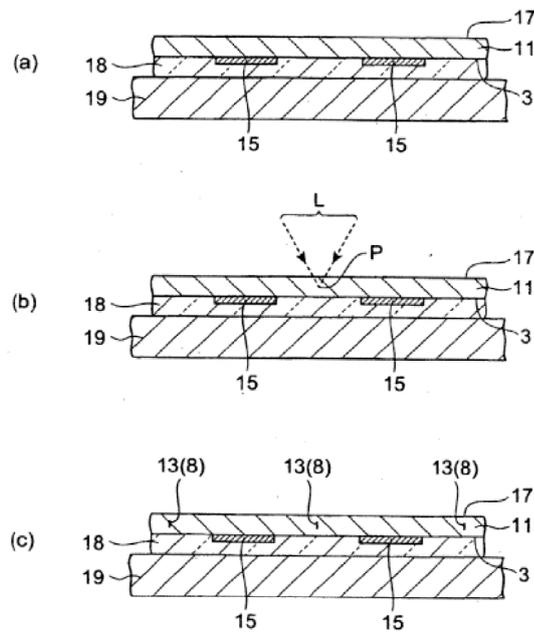


Fig.15

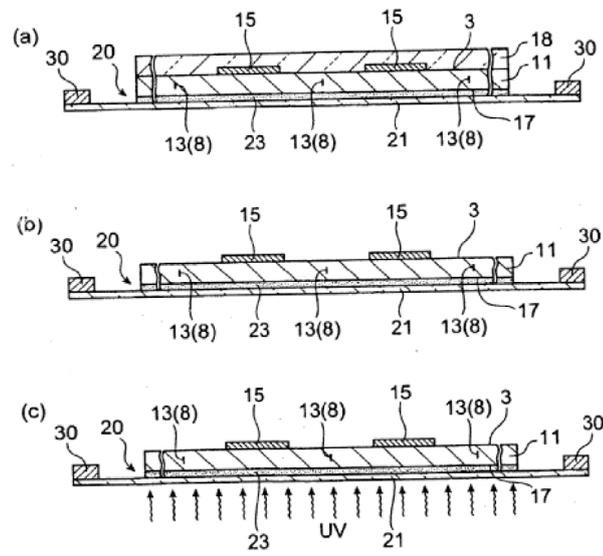


Fig.16

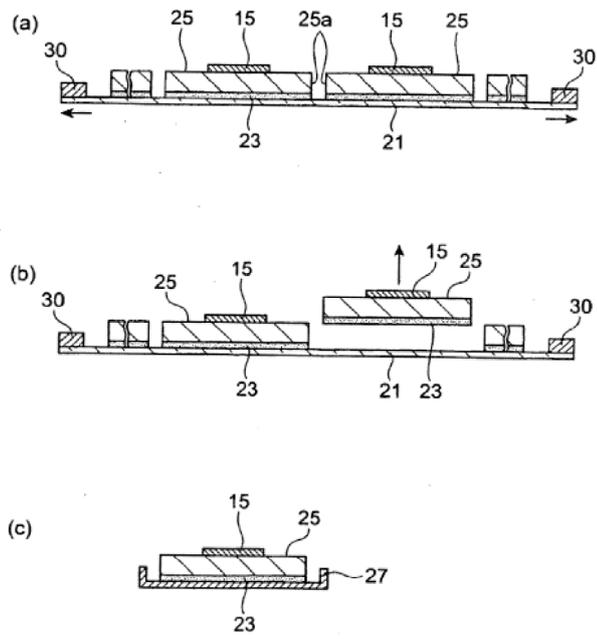


Fig.17

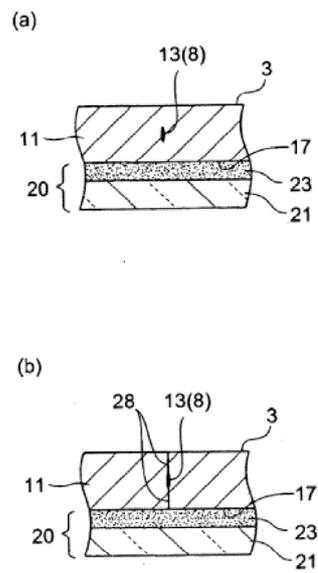


Fig.18

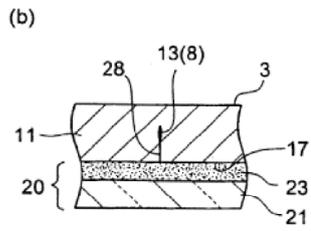
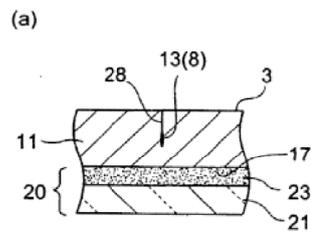


Fig.19

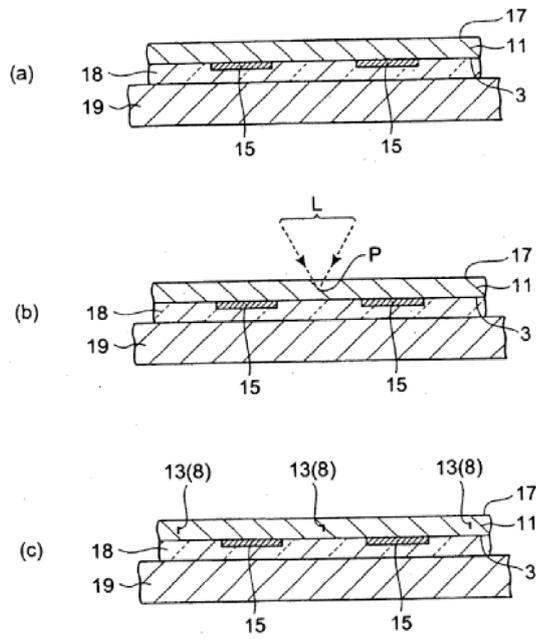


Fig.20

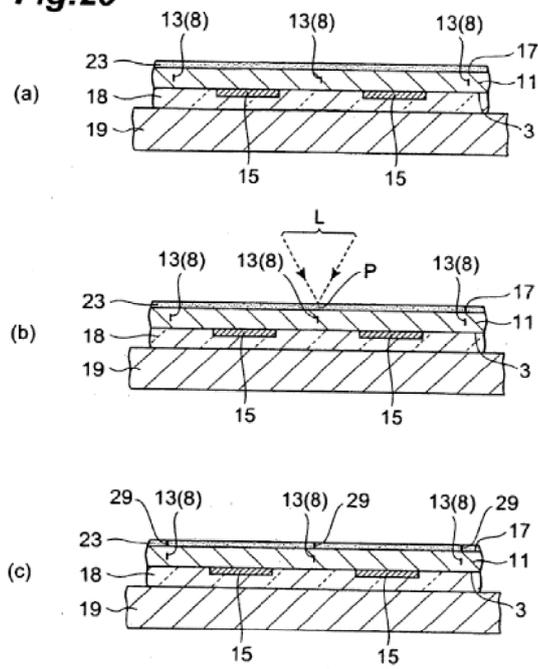


Fig.21

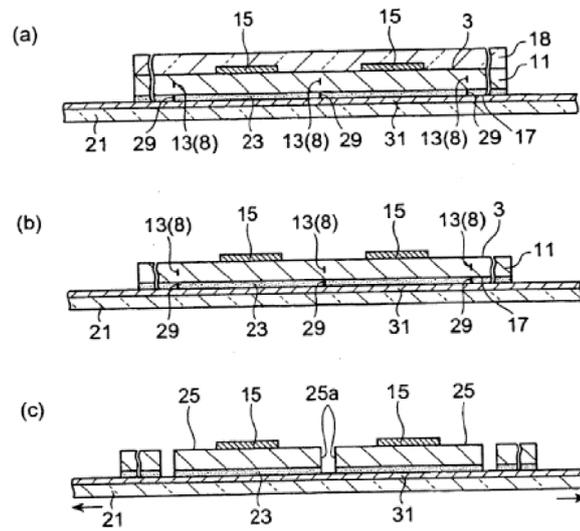


Fig.22

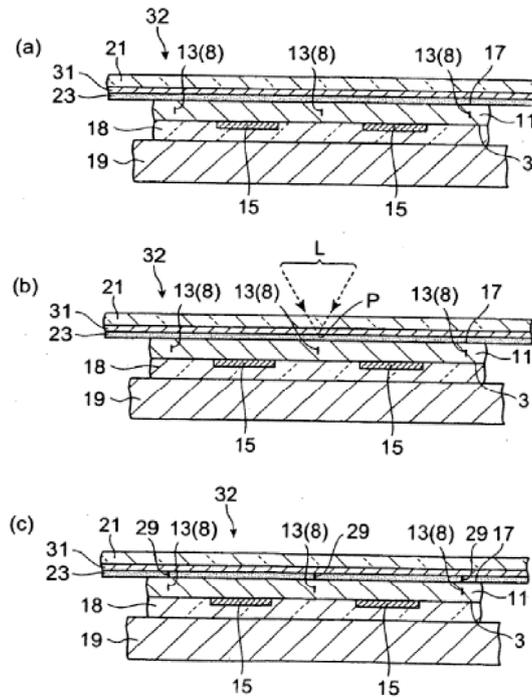


Fig.23

