

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 372**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/0224** (2006.01)  
**H01L 31/0216** (2006.01)  
**H01L 27/142** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06792050 .4**  
96 Fecha de presentación: **14.09.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1927139**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.06.2008**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de células solares con contactos de cavidad escritos a láser**

30 Prioridad:  
**19.09.2005 DE 102005045704**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.08.2012**

73 Titular/es:  
**Gebr. Schmid GmbH  
Robert-Bosch-Strasse 32-34  
72250 Freudenstadt, DE**

72 Inventor/es:  
**SCHMID, Christian**

74 Agente/Representante:  
**Tomas Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 386 372 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

5 Procedimiento para el tratamiento de células solares con contactos de cavidad escritos a láser

[0001] La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de células solares, donde sobre una parte superior de los substratos está prevista una capa activa con una capa antirreflejo encima, según lo escrito en la reivindicación 1.

10 [0002] En la fabricación o tratamiento de por ejemplo células solares sobre láminas de silicio, éstas presentan una capa activa de silicio, a la que se deben fijar por un lado contactos frontales. Además, para el aumento del rendimiento de las células solares se aplica repetidas veces una capa antirreflejo. Desde el punto de vista del procedimiento se aplica en primer lugar la capa antirreflejo y solamente después los contactos.

15 [0003] Además se conocen las llamadas células de contacto enterrado, en las que con un láser se producen cavidades en la profundidad de 20-30µm a través de la capa antirreflejo SiNx. Las cavidades se depuran y a continuación son provistas nuevamente con una dotación más alta que sobre la superficie. Como fase siguiente se aplica químicamente níquel y éste se trata a continuación por un proceso de varios minutos en un horno a aprox. 400 C°. A continuación se aplica una capa de cobre química o galvánica. Desventajas de aquí son costes altos de proceso, debido al repetido proceso de temperatura alta para la dotación puede aparecer un deterioro del SiNx o variación negativa en la microestructura de silicio y un proceso de recocido significa una carga repetida del lado trasero de aluminio de los substratos.

20 [0004] El documento WO 2005/083799 A1 describe un procedimiento para el tratamiento de células solares, en las que sobre su lado superior se producen cavidades. En estas cavidades se introduce un material de contacto. A continuación la completa célula solar se calienta en una atmósfera, que es provista de o contiene gases determinados.

25 [0005] El artículo de Jensen J. A. D. et al. "Electrochemical Deposition of Buried Contacts in High-Efficiency Crystalline Silicon Photovoltaic Cells" en Journal of The Electrochemical Society, vol. 150, Nr. 1, 2003, páginas G49 a G57; XP-001090500 ISSN: 0013-4651 describe un procedimiento, en el que se pueden producir contactos de líneas en cavidades sobre un lado frontal de una célula solar. Esta producción se realiza a través de desconexión electroquímica de material de contacto.

30 [0006] El documento AU 199668036 B2 describe, como se produce en el lado frontal de una célula solar una fundición del material de contacto en cavidades en un horno de difusión.

35 [0007] El documento AU 565 214 B describe otro procedimiento, en el que en la parte frontal de una célula solar mediante un láser se forman cavidades y se producen sobre el lado frontal contactos de líneas de material de contacto metálico. Aquí tiene lugar un calentamiento del material de contacto introducido en las cavidades a través de la radiación de las áreas provistas con las cavidades con un láser.

## Tarea y solución

40 [0008] La invención se basa en la función de crear un procedimiento inicialmente nombrado, con el que se puede mejorar la aplicación de contactos en la parte frontal de una capa activa de una célula solar, sobre la que se extiende una capa antirreflejo.

45 [0009] Este problema se resuelve con un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Configuración ventajosa así como preferida de la invención son objeto de las otras reivindicaciones y se describen detalladamente en lo sucesivo. El texto de las reivindicaciones pasa así a formar parte del contenido de la descripción a través de referencia expresa.

50 [0010] Según la invención está previsto que se produzcan cavidades o canales en la capa antirreflejo, que llegan hasta debajo de la capa activa. Estas cavidades son producidas con un láser, es decir, en servicio pulsado o permanente. En un ejemplo, que no cae bajo la invención reivindicada, se pueden producir las cavidades también mecánicamente. Luego se introduce un material de contacto en las cavidades o se aplica sobre el fondo de la cavidad, por ejemplo níquel o plata. Esto puede ser hecho a través de aplicación precisa o dirigida al material de contacto, por ejemplo con un método tipo chorro de tinta similar a un procedimiento de impresión, alternativamente química o galvánicamente. A continuación el material de contacto se calienta o caldea en las cavidades para la unión con el material de la capa activa colindante, con lo cual el calentamiento o caldeo del material de contacto tiene lugar localmente sólo en el material de contacto en las cavidades por la radiación sólo del material de contacto con un láser.

55 [0011] La energía de pulso del láser puede ser elegido aquí de tal manera, que la capa antirreflejo se elimina, pero el silicio situado debajo, de la capa activa no se quita ni siquiera con un disparo múltiple con pulsos de láser. La longitud de onda de láser se encuentra entre 260nm y 1065nm, la densidad de potencia de superficies por pulso se encuentra entre 3 hasta 50J/cm<sup>2</sup>, la duración del pulso se encuentra entre 1ns y 200ns, ventajosamente entre 50ns y 100 ns.

5 [0012] Un láser Nd:YLF ventajosamente utilizado, que es similar a un láser Nd:YAG habitual, pero que tiene un vidrio de soporte ligeramente modificado, tiene una longitud de onda fundamental de 1047nm, la cuadruplicada de ella tiene 261,7nm. El láser Nd: YAG tiene una longitud de onda fundamental de poco más de 1064nm. Esto da un área total de 261nm - 1065nm para tratamiento de láser.

10 [0013] En la potencia por metro cuadrado cuenta la densidad de la potencia por unidad de superficie. También se puede aumentar el rayo y aumentar después la potencia de pulso, en este sentido es aquí decisiva la potencia por unidad de superficie, como se indica anteriormente.

[0014] El contacto frontal se puede formar como descrito. Por el caldeo se puede ventajosamente también reducir la resistencia de contacto entre el contacto frontal o material de contacto y la capa activa. Esto a su vez aumenta la capacidad de rendimiento o el rendimiento de la célula solar.

15 [0015] Es posible después de producir las cavidades o antes de la introducción del material de contacto, limpiar los sustratos o el lado superior de la capa activa, por ejemplo por aclarado. Para ello se puede realizar un lavado alcalino, ácido o HF del lado superior del sustrato, es igualmente posible un soplado o similar. Así, se pueden eliminar suciedades así como depósitos, por ejemplo pequeños trozos de astilla por la generación de cavidades, de las cavidades o del fondo de la cavidad. Igualmente pueden ser eliminadas capas de óxido creadas. La limpieza o el  
20 aclarado de las cavidades puede ventajosamente también eliminar algo del material activo. Así la superficie de la capa activa es preparada de mejor manera para la aplicación sucesiva del material de contacto.

[0016] Ventajosamente es realizado además una dotación del material de la capa colindante a las cavidades o los  
25 contactos, por lo tanto en el silicio. Esto puede servir por ejemplo para eliminar nuevamente daños en la capa activa, que se crearon por la producción de la cavidad o la radiación por láser.

[0017] En una realización de la invención el material de dotación se añade al material de contacto, por lo tanto se introducen simultáneamente. Con ello hay una gran ventaja que a través de uno y el mismo material, es decir un material común de dotación y de contacto, por lo tanto también sólo con un único paso del procedimiento, se realiza tanto un contacto del sustrato como también una dotación del material de la capa activa. Además de las ventajas generales de la dotación puede ser producido además por ello igualmente el contacto frontal. El material de dotación puede ser por ejemplo fósforo, particularmente por lo tanto ser el material de contacto y de dotación NiP. El componente de fósforo sirve durante o después del calentamiento o calentamiento para la dotación de la capa activa. El componente de níquel forma un conductor eléctrico muy bueno para el contacto frontal. Además la resistencia transitoria de níquel a la capa activa silicio es escasa.  
35

[0018] El caldeo o calentamiento del material de contacto y de dotación introducido se realiza de forma local muy limitadamente. Según la invención se realiza únicamente en el área de las cavidades o en las cavidades mismas sobre su fondo de cavidad, por lo tanto allí, donde se halla el material de contacto y de dotación introducido. Según la invención sigue el calentamiento por la radiación con un láser correspondientemente adecuado. Con ello se pueden  
40 parar su parámetro de funcionamiento sobre las características especiales del material de contacto y de dotación. Durante la radiación por láser se realiza por lo tanto la dotación del material colindante de la capa activa sobre el componente de fósforo. Al mismo tiempo o también en un segundo paso sucesivo se puede calentar o calentar nuevamente el material de contacto y de dotación, para llevar a fundir el componente de níquel para la formación de los contactos frontales o vías de contacto. Esto se realiza a su vez mediante radiación por láser. Puesto que se aplican habitualmente varias vía de contacto de este tipo, forman un modelo de contacto. En un ejemplo, que no cae bajo la invención reivindicada, en vez de un calentamiento del material de contacto y de dotación introducido con un láser, es posible también prever aquí a lo largo de los contactos resistencias de calentamiento muy delgadas y suficientemente potentes o similar para el calentamiento del material de contacto.  
45  
50

[0019] Un dispositivo para la ejecución del procedimiento presenta por lo tanto al menos una estación de trabajo con un láser. Esto se pone en marcha o bien varias veces para el tratamiento de la célula solar, o están previstas varias estaciones de láser. Además está previsto un dispositivo para la introducción del material de contacto y de dotación en las cavidades.  
55

[0020] Especialmente ventajoso en la invención es por lo tanto la aplicación de un material, que asume tanto la tarea del contacto como también la tarea de la dotación de la capa activa. De esta forma puede ser simplificado este paso del proceso.

60 [0021] Estas y otras características se deducen además de las reivindicaciones también de la descripción y los dibujos, con lo cual las características individuales respectivamente por sí solas o a varias pueden estar realizadas en forma de subcombinaciones en una forma de realización de la invención y aplicarse a otras áreas así como representar realizaciones ventajosas y patentables por sí mismas, para las que aquí se solicita protección. La subdivisión de la solicitud en secciones individuales así como títulos provisionales no delimitan las declaraciones hechas bajo ésta en su  
65 validez general.

**Descripción breve de los dibujos**

5 [0022] Ejemplos de realización de la invención son representados esquemáticamente en los dibujos y se describen detalladamente en lo sucesivo. En los dibujos se muestra:  
Fig. 1 hasta 6 pasos de proceso diferentes para el estructurar de una oblea para una célula solar y para la aplicación de los contactos.

**Descripción detallada de los ejemplos de realización**

10 [0023] En la figura 1 se representa una célula solar 11, que presenta una capa activa 13 de silicio. Sobre el lado superior 14 de la capa activa 13 está montada una capa antirreflejo 15. Esta puede consistir por ejemplo en  $\text{SiN}_x$ . Esta estructura se conoce por un experto.

15 [0024] Como se puede ver en la Fig. 1, mediante un láser 20a, que irradia el lado superior 16 de la capa antirreflejo 15, se produce una cavidad 22 dentro. Varias cavidades 22 son previstas paralelamente entre si con una distancia determinada, es decir, de tal manera, como deben existir contactos en la célula solar 11. También se puede reconocer en la Fig. 1, que en el fondo de la cavidad 23 se encuentra aproximadamente en el área del lado superior 14 de la capa activa 13. Esto significa, que en la cavidad 22 sobre su anchura se retira el material total de la capa antirreflejo.

20 [0025] Un ajuste de láser posible es:

[0026] Energía de pulso 25-80  $\mu\text{J}$ /pulso, diámetro de enfoque aproximadamente 22 $\mu\text{m}$ , potencia por metro cuadrado 6,5 a 21  $\text{J}/\text{cm}^2$ , longitud de onda 532nm, duración de pulso 70ns.

25 [0027] De la ampliación en la figura 2 se reconoce que en el área del fondo de la cavidad 23 está formada una zona perjudicada 25 en el material de la capa activa 13. Aquí el material activo 13 está de alguna manera dañado por las influencias del láser 20a. Esto es preciso aún de eliminar, lo que es descrito de manera más detallada en lo sucesivo.

30 [0028] Además sobre el fondo de la cavidad 23 se encuentran pequeñas suciedades en forma de piezas pequeñas o similares. Con un aclarado 27 éstas son eliminadas de la cavidad 22, de modo que la célula solar 11 existe según Fig. 3. Con ello el fondo de la cavidad 23 se encuentra libre con la zona perjudicada 25 en el lado superior de la capa activa 13.

35 [0029] Además en la fase según Fig. 2 y 3 puede estar previsto, que en el lavado o eliminación de la suciedad sobre el fondo de la cavidad 23 se desmonte algo de silicio, particularmente de la zona perjudicada 25. De esta forma se puede lograr de algún modo un fondo de cavidad limpio 23, lo que es ventajoso para un contacto sucesivo.

40 [0030] Según Fig. 3 se usa un dispositivo de revestimiento 29 para introducir material de recubrimiento o material de contacto y de dotación en las cavidades 22, como ha sido descrito anteriormente. Esto se representa en la figura 4, es decir después de terminar la introducción del material. El material de contacto y de dotación puede ser NiP, como se ha nombrado anteriormente. Más detalladamente aún se explica a tal objeto en lo sucesivo.

45 [0031] A continuación según la Fig. 5 se irradia, calienta o caldea con un segundo láser 20b el material 30 en la cavidad 22. Con este calentamiento, que tiene lugar por consiguiente localmente sólo en las cavidades 22 o en el material 30, se realiza por el fósforo una dotación en el material activo adyacente 13. Particularmente la zona perjudicada 25 es dotada. Esto provoca de alguna manera una reparación de la capa activa 13 o una eliminación de los daños creados por la generación de cavidades en la capa activa. El calor necesario para el procedimiento de dotación se produce a través del láser 20b, sin embargo puede ser producido también a través de procedimientos alternativos, con lo cual el calor se debe montar localmente.

50 [0032] Adicionalmente a la reparación del área perjudicada 25 la dotación +- de este área relativamente fuerte bajo circunstancias sirve para formar una resistencia transitoria posiblemente escasa para el contacto frontal 30', que existe según Fig. 6 al final. Como material para las características de contacto níquel se adecua especialmente bien a causa de la resistencia transitoria escasa a silicio. Igualmente puede ser usada también plata. La proporción fosfórica en el material de contacto y de dotación sirve para la dotación del material de la capa activa 13. Incluso cuando no existe ninguna zona 25 perjudicada o dañada por la producción de la cavidad 22, la dotación con el fósforo o eventualmente también otro material presenta la ventaja de que se reduce la resistencia transitoria al contacto listo 30.

60 [0033] Con la célula solar acabada a este respecto 11 según Fig. 6 el procedimiento según la invención es cerrado. Como generalmente conocido de células solares, estos contactos listos 30' se pueden proporcionar en distancias determinadas como contactos frontales de las células solares 11.

65 [0034] Es especialmente importante para una realización del procedimiento según la invención, que tanto el material de contacto como también el material de dotación sean montados tanto en una fase o juntos o como material mezclado. Por ello puede ser ahorrado gasto notable y se produce una célula solar 11 que funciona muy bien.

[0035] Otras variantes están en descripción breve:

Variante 1:

5

[0036] Material inicial es una oblea-Si dotada como substrato, que presenta sobre la parte frontal una capa antirreflejo (SiNx), en la parte de atrás aluminio y plata u opcionalmente otro metal.

10

[0037] En la capa antirreflejo de la parte frontal son cortados mediante láser varias cavidades. Las cavidades abren el SiNx, por parámetros de láser correspondientemente elegidos sin embargo no la capa activa. Opcionalmente entonces la cavidad producida por el láser es nuevamente depurada (ácida o alcalinamente) y óxido o similar que quizás se generó se elimina nuevamente.

15

[0038] Níquel químico o níquel galvánico se introduce como capa de barrera y para la mejora de la resistencia transitoria. Opcionalmente se realiza una colocación del níquel a través de un procedimiento de impresión. Esta capa de níquel contiene opcionalmente una proporción de un material de dotación p.ej. 10% de fósforo. La capa de níquel es entonces calentada fuertemente de forma local en las cavidades, por ejemplo por aplicación de otro láser, para lograr una difusión del material de dotación o fósforo en el silicio.

20

[0039] Opcionalmente puede darse un aislamiento de cantos en las paredes laterales de las cavidades.

Variante 2:

25

[0040] Se usa una oblea sin lado trasero metalizado. En la capa antirreflejo son cortadas mediante láser varias cavidades. Esto se realiza como con la variante 1. Igualmente puede ocurrir una limpieza correspondiente así como la introducción del material de contacto y de dotación.

30

[0041] El substrato es trasladado por otro horno de temperatura alta (900-1100C°) para el calentamiento local en las cavidades, para lograr en la capa activa una difusión del fósforo. La parte frontal se puede reforzar por un proceso fotogalvánico. El lado trasero puede ser impreso a continuación con aluminio o plata.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para el tratamiento de células solares (11), que muestran sobre un lado superior (14) una capa activa (13) con una capa antirreflejo (15) encima, con las etapas:
- producir varias cavidades (22) en la capa antirreflejo (15) mediante láser (20a), que llegan hasta la capa activa (13) de debajo,
  - introducir material de contacto (30) sólo en las cavidades (22) o sobre el fondo de las cavidades (23),
  - caldeoamiento (20b) o calentamiento del material de contacto (30) en las cavidades (22) para la unión con el material (25) de la capa activa colindante (13),
- 10 con lo cual el calentamiento o caldeoamiento del material de contacto (30) tiene lugar localmente sólo en el material de contacto (30) en las cavidades por radiación sólo del material de contacto con un láser (20b).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** después de producir las cavidades (22) en la capa antirreflejo (13) se efectúa una limpieza (27) de las células solares (11) o su lado superior (14) en la capa antirreflejo (13), preferiblemente para la eliminación de suciedades o depósitos en las cavidades formadas (22) o sobre el fondo de las cavidades (23).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** la limpieza es un aclarado, preferiblemente un aclarado alcalino o un aclarado HF.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el material de contacto es introducido de manera galvánica, preferiblemente reforzado a través de un procedimiento fotogalvánico.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 3, **caracterizado por el hecho de que** el material de contacto es introducido químicamente.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 3, **caracterizado por el hecho de que** el material de contacto es introducido en forma líquida o pastosa por una operación de impresión, preferiblemente a través de un procedimiento de impresión de inyección de tinta.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el material de contacto introducido (30) presenta níquel.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** se realiza una dotación de la capa activa en el área de la cavidad (22) por material de dotación, con lo cual preferiblemente el material de dotación se añade al material de contacto como material de contacto y de dotación (30).
- 40 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por el hecho de que** el material de dotación presenta fósforo, preferiblemente es fósforo, con lo cual particularmente el material de contacto y de dotación (30) es NiP.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el material de contacto y de dotación (30) aplicado forma contactos (30) o vías de contacto, preferiblemente forma los contactos delanteros de una célula solar (11), particularmente después del nuevo calentamiento del material (30).
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** los cantos laterales de las cavidades (22) son aislados, preferiblemente a través de una aplicación de una capa aislante.

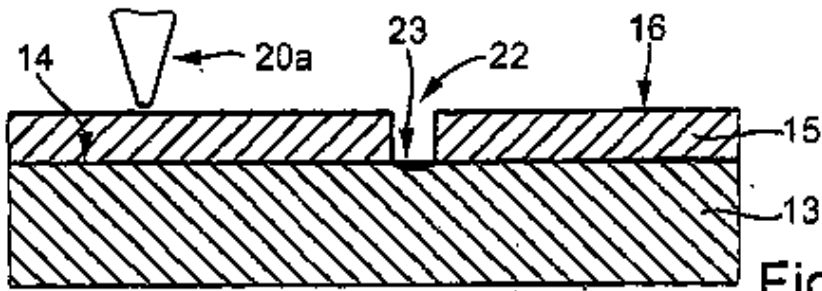


Fig. 1

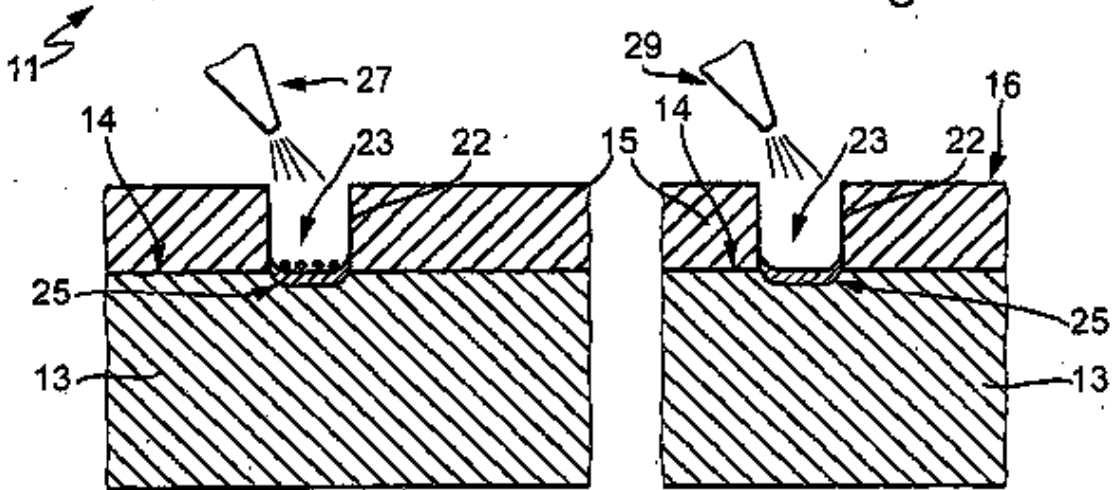


Fig. 2

Fig. 3

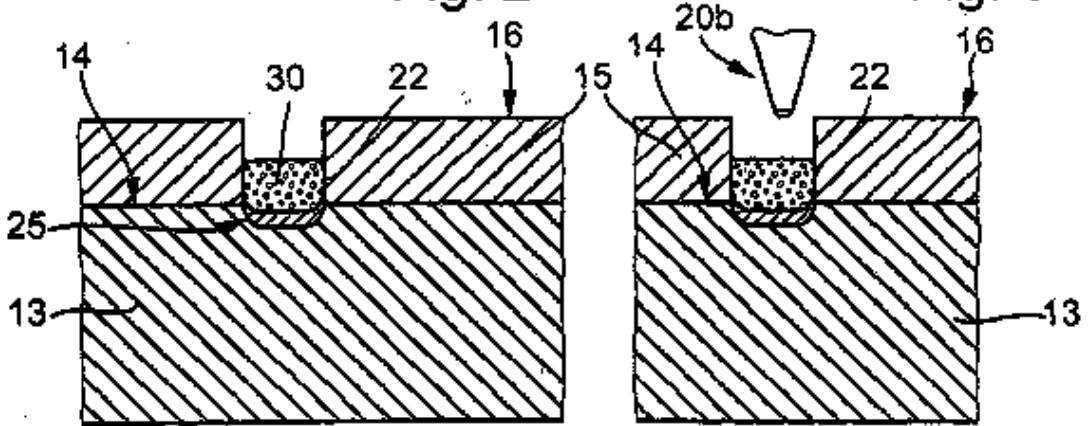


Fig. 4

Fig. 5

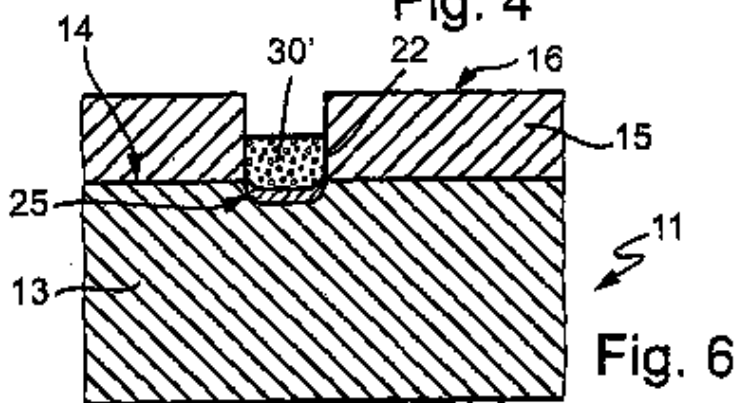


Fig. 6