

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 111**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2008 E 08158162 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 2003699**

54 Título: **Componente semiconductor y procedimiento para la producción de un contacto semiconductor de metal**

30 Prioridad:

13.06.2007 DE 102007027263

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

20.01.2015

73 Titular/es:

**SCHOTT SOLAR AG (100.0%)
Hattenbergstrasse 10
55122 Mainz, DE**

72 Inventor/es:

**WILDPANNER, BERND;
VON CAMPE, DR., HILMAR y
BUSS, WERNER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 527 111 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

Componente semiconductor y procedimiento para la producción de un contacto semiconductor de metal

5 La invención se refiere a una célula solar, que comprende una primera capa consistente en un material semiconductor, como sustrato, una segunda capa que se extiende sobre ésta, al menos dos capas intermedias que transcurren entre la primera y la segunda capa, configuradas a partir de los materiales de la primera y de la segunda capa, donde la primera capa intermedia dirigida hacia la segunda capa puede contener una mezcla eutéctica de los materiales de la primera y de la segunda capa, así como un contacto eléctricamente conductor que forma una conexión eléctricamente conductora con la primera capa y que parte de la segunda capa o que la atraviesa, donde el contacto eléctricamente conductor comprende un material soldable o que puede bañarse con metal, que está aleado partiendo desde el lado superior de la segunda capa, en ésta.

10 La invención se refiere además, a un procedimiento para la producción de un contacto semiconductor de metal de una célula solar, que comprende una primera capa, como sustrato, de un material semiconductor, así como una segunda capa aplicada sobre ésta, de un material de contacto de base consistente en metal o con contenido de metal, donde tras la configuración de la segunda capa, se aplica sobre ésta un material soldable o que puede bañarse con metal.

15 En el sector de los semiconductores, particularmente en la producción de células solares, se utilizan debido a los costes de producción, contactos de metal sinterizados en el lado anterior o posterior de la célula.

20 Habitualmente sobre el lado posterior de una célula solar de silicio hay una capa de aluminio de gran superficie, que mediante tratamiento térmico durante la producción de la célula solar, se somete a un proceso de sinterización, con lo que al mismo tiempo produce una pasivación del lado posterior de la célula solar mediante un llamado campo de superficie posterior (BSF por sus siglas en inglés).

25 Durante la sinterización, la capa de aluminio, que se encuentra en contacto directo con el sustrato de silicio que se señala como primera capa, se funde en la superficie límite entre la capa de aluminio y el sustrato de silicio, y se alea con la primera capa adyacente. Al enfriarse se fragua epitácticamente una capa de silicio dopada altamente con Al en el lado posterior de la placa dirigida hacia el Si, es decir, del sustrato. Simultáneamente a ello se fragua una capa de Al enriquecida con silicio en el lado dirigido hacia la capa de Al, y al final del proceso de enfriamiento se fragua un eutéctico de Al y Si entre la capa altamente dopada de aluminio y la capa enriquecida con silicio. La capa de silicio desarrollada epitácticamente dopada altamente con aluminio es responsable de la pasivación del lado posterior de la célula solar. Mediante el alto dopaje de Al se forma en el material semiconductor de la capa un excedente de aceptadores de Al fijos cargados negativamente, los cuales generan un campo eléctrico que rechaza los portadores minoritarios, el llamado campo de superficie posterior.

35 Si la capa de aluminio se extiende sobre todo el lado posterior de la célula solar o del sustrato, se da no obstante un problema de técnica de soldadura, ya que no es posible sin más, soldar directamente sobre el lado posterior de aluminio por ejemplo, conectores de metal revestidos de estaño o no revestidos de estaño, particularmente conectores de cobre. Para llevar a cabo a pesar de ello la puesta en contacto eléctrica necesaria, se aplican habitualmente guías conductoras de contacto de plata o puntos de soldadura directamente sobre la superficie del sustrato mediante impresión serigráfica, tampografía u otros procedimientos de impresión adecuados, y se sueldan a éstos las tiras de cobre revestidas de estaño. Como consecuencia se prevé en la zona de los contactos de soldadura una escotadura de la capa de aluminio, con la consecuencia de que en esta zona no se puede producir un campo de superficie posterior, de manera que la superficie del lado posterior de las células solares no está pasivada eléctricamente por completo, y debido a ello aparecen fotocorrientes locales más reducidas. Esto tiene consecuencias negativas para el nivel del grado de eficiencia.

40 Dado que la plata es un material caro como materia prima, también debería renunciarse a ella para la reducción de los costes de producción. Debido a ello es deseable evitar completamente el contacto de Ag.

45 Una soldadura directa de las tiras de contacto sobre la capa de aluminio es difícil debido a varios motivos. Un motivo es la superficie oxidada de las partículas de Al. Otro motivo es que el lado superior del aluminio no tiene una configuración con un alcance suficientemente coherente debido al proceso de sinterización. De esta manera se produce durante el proceso de sinterización mediante la capa de aleación dopada con Si, una capa de Al en forma de partículas de Al individuales en forma de bola sinterizadas unas con otras (capa sinterizada), en la que no se da una unión sinterizada de aluminio cerrada, sino relativamente suelta, que en dependencia de la composición de la pasta de aluminio o del parámetro del proceso durante la sinterización, es más o menos porosa. Los poros pueden estar rellenos con componentes de vidrio.

50 Si se consiguiese independientemente de ello, soldar sobre esta capa sinterizada de aluminio, solo se daría sin embargo debido a la porosidad y a la inestabilidad de la capa condicionada por ello, una sujeción muy limitada. Esta

5 sujeción más limitada se manifiesta en fuerzas de retención reducidas de aproximadamente 2-8 N, donde la capa sinterizada se rasga en sí, de manera que se reconocen en los dos lados del lugar de la rasgadura, la estructura de bolas de las partículas. Debido a ello existe el riesgo, de que la capa sinterizada se destruya durante un intento de retirar la tira de contacto. Lo mismo ocurre cuando la conexión de soldadura sobre la capa de aluminio está expuesta a las fuerzas de tracción que actúan en un módulo en las condiciones de funcionamiento. Pueden producirse pequeñas fisuras que conducen a una menor durabilidad del lugar de soldadura y que también pueden tener como consecuencia resistencias de paso mayores.

10 El documento US-A-4,492,812 se refiere a la configuración de contactos eléctricos en una célula solar. En este caso se da la posibilidad de aplicar sobre el lado posterior de la célula solar, o bien una mezcla de aluminio y un metal soldable, o aluminio y un material soldable por capas.

Son objeto del documento WO-A-2006/132766 contactos de células solares libres de plomo. Para ello se aplica primeramente una pasta de plata sobre una placa de silicio y se seca. A continuación, se imprime una pasta de contacto de aluminio y se seca.

15 Según el documento EP-A-0 729 189 se aplica sobre el lado posterior de una placa, una pasta de aluminio y plata o una pasta de aluminio con pequeños orificios, en los que se introduce entonces una pasta de plata, para colocar contactos eléctricos.

El documento JP-A-05326990 se refiere a la producción de un elemento fotoeléctrico, donde se aplica pasta de plata en el lado posterior de un sustrato de silicio, y entonces se seca. A continuación, se aplica una pasta de aluminio, que cubre parcialmente la pasta de plata.

20 Del documento US-A-4,293,451 se desprenden contactos para componentes semiconductores. En este caso se aplican metales elementales o aleaciones o combinaciones de éstos, como frita con un patrón deseado para un sustrato, y a continuación se calientan.

25 Según el documento US-A-4,392,010 se aplica una mezcla de aluminio y un material soldable sobre una superficie de silicio de una célula solar, ajustándose una temperatura que permite que se configure la aleación con el silicio y la mezcla, para conectar contactos de lado posterior con una célula solar mediante ultrasoldadura.

Del documento WO-A-83/02200 se conoce un componente semiconductor en el que sobre un sustrato de silicio se aplica sobre toda la superficie una capa de aluminio. Para soldar contactos sobre ésta, está previsto que sobre la capa de aluminio se aplique por zonas una pasta consistente particularmente en plata o plata y paladio. A continuación, se lleva a cabo un tratamiento térmico.

30 Para conectar conectores con una célula solar o con un elemento semiconductor, se aplica según los documentos US-A-4 336 648 o GB-A-1 001 848, ultrasonido.

35 La presente invención se basa en la tarea de perfeccionar de tal manera una célula solar o un procedimiento para la producción de un contacto semiconductor de metal del tipo nombrado inicialmente, que se produce un contacto sujetable mecánicamente, soldable eléctricamente de manera inmejorable, en la zona del material de la segunda capa, que consiste particularmente en aluminio o que lo contiene, sin que se interrumpa o dañe el campo de superficie posterior esencial para la pasivación.

40 Según la invención la tarea se soluciona mediante un componente semiconductor del tipo descrito anteriormente, debido a que el material soldable o que se puede bañar con metal, está aleado hasta la zona de la primera capa intermedia. El material soldable o que puede bañarse con metal que parte de la segunda capa, está aleado ventajosamente o atraviesa al menos una de las dos capas intermedias.

El material que puede bañarse con metal es un material de contacto, que es bañado por la soldadura fundida correspondientemente utilizada, con el que se suelda o fija el conector.

45 Según la invención resulta un componente semiconductor, cuyo lado posterior está cubierto total o al menos parcialmente en la zona del punto de soldadura por la segunda capa de material de contacto de base, que consiste particularmente en aluminio o que al menos contiene el aluminio como material de contacto de base, que se alea con el material semiconductor, con lo que resulta un lado posterior del elemento semiconductor pasivizado en toda la superficie mediante un campo de superficie posterior. La capa que forma el campo de superficie posterior es la segunda capa intermedia.

50 Después puede aplicarse sobre la segunda capa una capa que contiene material de soldadura, como una capa de Sn, para ser aleada de tal manera mediante procedimientos adecuados, que resulta un contacto eléctrico continuo hasta la primera capa. Mediante este contacto se da la posibilidad de soldar en el lado posterior un conector, como

un conector de cobre.

5 La primera capa intermedia es la capa dopada con el material semiconductor de un material de contacto de base como Al y/o adicionalmente el material de soldadura. Éste puede consistir en Sn, SnAg, PbSn, CdSn, SnZn, SnMg, SnBa y/o SnCa, o comprender uno o varios de estos materiales. En este caso la primera capa intermedia también puede comprender un eutéctico consistente en los materiales de la primera y de la segunda capa.

10 El material soldable que puede bañarse con metal, en su caso que puede estar aleado en una extensión tal en el componente semiconductor, que el material que puede bañarse con metal está aleado hasta la segunda capa intermedia que forma el campo de superficie posterior, dopada con material de contacto de base, como capa de borde de la primera capa. Dado que la correspondiente segunda capa intermedia está configurada a partir de la primera capa, se produce como consecuencia una aleación hasta el límite del material semiconductor, no obstante, sin que se interfiera negativamente en la función del campo de superficie posterior. El material soldable que puede bañarse con metal puede llegar por lo tanto hasta el material semiconductor, es decir, puede alearse incluso en la capa de borde dopada con el material de contacto de base.

La segunda capa es al menos un material o una mezcla de materiales del grupo Al, In, Ga, B.

15 El material que puede bañarse con metal del contacto eléctricamente conductor, es al menos un material del grupo Sn, Pb, Zn, Mg, Ca, Ba, In, Ga, Cd, Ag, Au, Ni, Fe o cualquier otro material de soldadura adecuado o una mezcla de materiales del correspondiente grupo.

La segunda capa también puede consistir en un material que está compuesto de una mezcla de material de contacto de base como Al y el material soldable.

20 La proporción del material mezclado en la segunda capa puede ser de 0,01 % en peso hasta 99,9 % en peso. Preferiblemente se prevén no obstante, rangos entre 10 % en peso y 30 % en peso o 50 % en peso y 70 % en peso.

25 Según la invención resulta un contacto eléctrico continuo que parte desde la primera capa y que atraviesa la segunda capa, en el que puede soldarse un conector, como un conector de cobre, a la segunda capa. Este contacto eléctrico, que preferiblemente es una soldadura de Sn o al menos una soldadura con contenido de Sn, rellena los poros de la segunda capa, como capa sinterizada de aluminio y forma una capa de metal coherente. Mediante esta medida, se suprime la porosidad de la capa sinterizada resultante del proceso de sinterización, que es responsable de la mala estabilidad mecánica y de la mala

estabilidad y de las malas propiedades de contacto eléctricas, al menos localmente, y precisamente donde se encuentra la soldadura.

30 Alternativamente la segunda capa, como capa de aluminio, puede hacerse soldable debido a que a la pasta consistente en el material de base de la segunda capa, como pasta de aluminio, se le añade por ejemplo en cantidades adecuadas un polvo de Sn o un polvo de aleación de Sn y Al, con lo que se logra la producción de un contacto eléctrico, que parte de la primera capa, como sustrato, consistente en el material semiconductor y que atraviesa la segunda capa, como capa de contacto posterior de aluminio, a la que puede soldarse un conector de
35 cobre.

Se produce un contacto eléctrico metálico, que llega al menos hasta la capa dopada consistente en material semiconductor, que produce una unión mecánica fija con ésta, sin que se influya negativamente en las propiedades eléctricas del campo de superficie posterior.

40 Un procedimiento para la producción de un contacto semiconductor de metal del tipo mencionado inicialmente, se caracteriza porque mediante la exposición a ultrasonidos con una frecuencia f con $10 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$ se alea el material soldable o que puede bañarse con metal en la segunda capa o al menos en una capa intermedia entre la primera y la segunda capa que se configura durante la producción del componente semiconductor, y el componente semiconductor se calienta durante la aleación a una temperatura T con $20^\circ \text{ C} \leq T \leq 600^\circ \text{ C}$.

45 La exposición a ultrasonidos puede llevarse a cabo en este caso a una frecuencia f con $20 \text{ kHz} \leq f \leq 80 \text{ kHz}$. En este caso está previsto particularmente que el componente semiconductor a producir se exponga a una temperatura T con $0^\circ \text{ C} \leq T \leq 800^\circ \text{ C}$, particularmente $180^\circ \leq T \leq 350^\circ \text{ C}$.

50 Si el material soldable o que puede bañarse con metal se aplica mediante rociado térmico, con lo que al mismo tiempo se produce una aleación preferiblemente hasta al menos la primera capa intermedia, entonces el material soldable debería aplicarse con una velocidad V con $10 \text{ m/s} \leq V \leq 1000 \text{ m/s}$, preferiblemente $V \approx 300 \text{ m/s}$. Durante el rociado el componente semiconductor a producir debería estar expuesto además a una temperatura que se encuentra en el rango entre 100° C y 600° C . Durante el rociado térmico el componente semiconductor también

puede exponerse a ultrasonidos de una frecuencia de particularmente $10 \text{ kHz} \leq f \leq 100$, preferiblemente con $20 \text{ kHz} \leq f \leq 80$.

5 El material soldable o que puede bañarse con metal también puede alearse no obstante, mediante exposición a temperatura puntual de la segunda capa, particularmente mediante soldadura, hasta al menos la segunda capa intermedia.

Como material de base de contacto para la segunda capa, se utiliza uno que es al menos un material del grupo Al, In, Ga, B o que es o contiene una mezcla de materiales del grupo.

10 • como material soldable o que puede bañarse con metal – como también por ejemplo, metal o también material cerámico – se utiliza particularmente uno que es al menos un material del grupo estaño, aleación de estaño, indio, plomo, cadmio, galio, plata, oro, níquel, hierro, titanio, hafnio, cinc, magnesio, calcio, bario o es o contiene una mezcla de materiales del grupo.

15 Además de ello, puede aplicarse sobre el contacto de aluminio de superficie completa, bien en toda la superficie o al menos en zonas parciales, otro material que puede bañarse con metal. Como ejemplo de una estructura de capa soldable aplicada en toda la superficie, puede tenerse en cuenta una capa de Ni:V de aproximadamente 80 nm de grosor, pulverizada.

Como ejemplo de materiales aplicados como capa en zonas parciales, han de nombrarse Al y Cu o Ag y Cu. Posibles metales son Ag, Cu, Al, Ni, Zn.

20 Otros detalles, ventajas y características de la invención, no solo resultan de las reivindicaciones y las características que se desprenden de ellas – individualmente y/ en combinación-, sino también de la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferido que se desprende del dibujo.

Muestran:

- La Fig. 1 una representación esquemática de una sección de un sistema de capas semiconductor consistente en una primera capa semiconductor y en una segunda capa de material de contacto de base,
- 25 La Fig. 2 una configuración esquemática del componente semiconductor según la Fig. 1 con contacto de metal semiconductor configurado,
- La Fig. 3 el componente semiconductor según la Fig. 2 con material soldable aplicado,
- La Fig. 4 el componente semiconductor según la Fig. 2 con contacto de metal semiconductor con diferente alcance y
- 30 La Fig. 5 el componente semiconductor según la Fig. 2 con contacto de metal semiconductor que alcanza hasta la primera capa intermedia, así como un contacto de metal semiconductor solo aleado en la segunda capa.

35 De las figuras solo se desprende esquemáticamente un recorte de un componente semiconductor, que en lo sucesivo se denomina célula solar debido a motivos de simplificación. En este caso se representan un sustrato 10 consistente en silicio, es decir, capa de material semiconductor –en lo sucesivo llamada también capa semiconductor-, en cuyo o cuyos, lado anterior, pueden haber dispuestas de manera convencional capas semiconductoras para la configuración de un paso de pn, así como contactos frontales y en su caso capas de pasivación. En este sentido se remite no obstante, a construcciones y configuraciones suficientemente conocidas de componentes semiconductores, como células solares, sin que se requieran mayores explicaciones.

40 Sobre la capa semiconductor 10 denominada como primera capa, se aplica por ejemplo mediante impresión serigráfica, tampografía, rociado térmico, una capa de un metal o un material semimetálico – en lo sucesivo denominado como aluminio en el caso de todos los materiales que pueden utilizarse-, que se expone a un proceso de sinterización durante la producción de la célula solar, con lo que resulta una capa sinterizada de aluminio 12 exterior como segunda capa. Entre la capa sinterizada de aluminio 12 y el sustrato de silicio 10 se configuran

45 durante la producción una capa de silicio 14 dopada con aluminio que forma el campo de superficie posterior y una capa de aluminio 16 dopada con silicio con eutéctico de Al y Si 18. En este punto se remite no obstante también al suficientemente conocido estado de la técnica. La capa de aluminio 16 dopada con silicio se denomina como primera capa intermedia y la capa de silicio dopada con aluminio como segunda capa intermedia 14.

La capa 12 exterior o segunda de aluminio es porosa debido al proceso de sinterización y presenta como consecuencia una pluralidad de espacios huecos.

Ha de hacerse referencia en el caso de las capas 10, 12, y las capas intermedias 14, 16, incluyendo el eutéctico 18, a que se representan en los dibujos puramente a modo de principio, sin que éstos reflejen las dimensiones reales.

5 Para poder soldar para el contacto, un conector, como un conector de aluminio, sobre la capa de sinterización de aluminio 12 denominada como segunda capa, se aplica en correspondencia con la representación dibujada de la Fig. 3, en toda la superficie o en zonas parciales sobre la segunda capa 12, una capa 20 con contenido de un material soldable o que puede bañarse con metal o de éste. Esto ha de entenderse meramente a modo de ejemplo, dado que, -como se explica a continuación -, existen otras posibilidades de introducir material soldable o que puede
10 bañarse con metal en las capas, de tal manera que resulta un contacto soldable.

Con la denominación material soldable, también se hace referencia a material que puede bañarse con metal, es decir, material de contacto que es bañado con la soldadura fundida utilizada respectivamente con la que se suelda o fija el conector.

15 Gráficamente está previsto como se ha mencionado, que se aplique sobre la segunda capa 12, es decir, capa de sinterización, la capa 20 que contiene preferiblemente Sn o que consiste en Sn o que contiene una aleación de Sn, para alear de esta manera, por ejemplo mediante una exposición a calor puntual, como por ejemplo mediante soldadura, el material soldable de la capa 20 hasta al menos la zona de borde que forma el campo de superficie posterior y la capa de borde de Si dopada con aluminio, como la segunda capa intermedia 14. Esto se aclara
20 mediante el sombreado de la Fig. 4. En la zona correspondiente señalada con la referencia 15, puede soldarse entonces un conector, como un conector de cobre, de manera que se posibilita la conmutación eléctrica requerida del componente semiconductor, a pesar del hecho, de que el lado posterior debido a ello no es soldable con la segunda capa 12, así como con la capa sinterizada de aluminio. La zona 15 es el contacto eléctricamente conductor.

Para la configuración del contacto semiconductor de metal existen varias posibilidades, que se explican a continuación en su principio.

25 Mediante la introducción de vibraciones acustomecánicas y de calor en un sistema consistente en la capa semiconductor, como capa de Si, como la primera capa 10, en la segunda capa 12 consistente en el material de contacto de base como por ejemplo, aluminio, indio, galio, boro o una mezcla formada a partir de ellos, y las capas intermedias 14, 16, 18 que transcurren entre ellas, se alea el material soldable 20 aplicado sobre la segunda capa 12 hasta la zona de borde de la capa de silicio 14 dopada con aluminio, que forma el campo de superficie posterior.
30 Alternativamente el material soldable ya puede encontrarse en la segunda capa 12. La vibración necesaria se produce mediante exposición a ultrasonidos, donde se aplican frecuencias entre 10 kHz y 100 kHz, preferiblemente en el rango entre 20 kHz y 80 kHz. Durante la aleación del material soldable, el componente semiconductor debería calentarse a una temperatura deseada que puede encontrarse entre 0 °C y 600 °C, preferiblemente entre la temperatura ambiente y 300 °C.

35 Otra posibilidad de introducir el material soldable en la al menos primera capa intermedia 16 o hasta la segunda capa intermedia 14, consiste en que se aplica el material soldable mediante rociado térmico sobre la capa de aluminio sinterizada 12. Adicionalmente pueden producirse una exposición a ultrasonidos y/o un tratamiento térmico. Si se pone en vibración el componente semiconductor para alear el material soldable, el ultrasonido debería aplicarse en el rango de frecuencia entre 10 kHz y 100 kHz, preferiblemente en el rango entre 20 kHz y 80 kHz. El
40 material soldable mismo debería presentarse con una velocidad entre 10 m/s y 1000 m/s, preferiblemente en el rango de 300 m/s.

Como ya se ha explicado anteriormente, el contacto semiconductor de metal también puede producirse mediante técnica de soldadura convencional. Para ello se aplica durante la producción del componente semiconductor, una pasta de material de contacto de base para el contacto posterior con porciones de material soldable como Sn o
45 componentes de aleación de Sn y Al. Ya durante la producción del elemento semiconductor o de la célula solar, es decir, durante la formación del contacto posterior en la superficie de límite de silicio y aluminio, es decir, en la zona de paso entre las capas 14 y 16, se configura una capa de Sn coherente, que se extiende como capa de Al y Sn hasta la superficie exterior del lado posterior.

Si se utiliza una pasta de aluminio con componentes de Sn, entonces sus partes de Sn pueden estar en el rango
50 entre 0 % de partes < x < 50 % de partes. Debido a la extremadamente baja solubilidad de Sn en silicio, que (en el diagrama de fases binario Si-Sn) se encuentra en 700 °C 0,05 % de partes y en 900 °C a 0,08 % de partes, se mantiene durante la fase de aleación la parte de Al durante la formación del contacto posterior, de manera que la capa de aleación de Al y Si y la capa de Si 14 responsable del campo de superficie posterior en el lado posterior, desarrollada epitácticamente, puede desarrollarse en presencia de Sn sin problemas. Dado que el Sn es isoelectrónico
55 con respecto a Si, no resulta de esto una modificación importante de las propiedades eléctricas del contacto

posterior. De esta manera pueden mantenerse parámetros de proceso convencionales, de manera que como consecuencia no son necesarias modificaciones de la tecnología.

5 Pero también existe la posibilidad, de que la pasta de aluminio contenga componentes de Sn en el rango entre 50 % de partes y menos de 100 % de partes. En la correspondiente composición ya se funde toda la metalización del lado posterior a temperaturas bajas en el rango entre 230 °C y 580 °C, de manera que se forma una capa límite de Al y Si con contenido de aluminio. Debido a la solubilidad más baja de Sn en Si, tienen validez las explicaciones que se han hecho anteriormente.

10 Las diferencias entre el proceso de producción de los contactos descrito anteriormente mediante la utilización de pastas con diferentes componentes de Sn, consisten en que con un contenido de Sn \leq 50 %, la capa de contacto más alta mediante la configuración de aleación entre Al y Sn, solo se funde hasta un determinado grado, mientras que en el caso de una parte mayor de Sn (50 % hasta menos de 100 %), la capa de contacto posterior se fluidifica completamente mediante la configuración de aleación entre Al y Sn.

Desde aquí la parte de Sn de la capa atraviesa al menos hasta la capa de aleación de Al, Si, Sn 16, como se indica básicamente en la Fig. 5.

15 Otro procedimiento para la configuración del contacto semiconductor de metal, consiste en que al soldar el material soldable sobre el lado posterior del material semiconductor, se produce una aleación. En este caso la segunda capa presenta igualmente un correspondiente material soldable de ajuste definido. A continuación, se parte de que el material de base de la segunda capa 12 es aluminio y el material soldable Sn. Si se suelda plomada de Sn desde el lado posterior, entonces se produce un enriquecimiento local de la aleación de Al y Sn con Sn y a partir de ello una
20 composición de la capa de Al diferente dependiendo de la cantidad de Sn que se encuentra a disposición. Debido a la temperatura de soldadura limitada se define una profundidad de penetración de la aleación de soldadura/zona de aleación. En el caso de una temperatura de soldadura de 250 °C se disuelven un 2 % de partes de aluminio. Dado que sin embargo, se ha ajustado de manera definida el contenido de Sn en la capa de contacto posterior de metal 12 correspondientemente a la temperatura de equilibrio, esta capa llega hasta la superficie límite de la capa de aleación
25 16. La soldadura se introduce en la capa de metal, donde cambia la concentración, dado que el contenido de Al aumenta fuertemente. Si el contenido de Sn aumenta mucho, la zona fundida puede pasar. El efecto de soldadura puede reforzarse debido a que la capa de contacto de metal 12 se enriquece con Sn. Mediante la composición adecuada de la aleación de Al y Sn, puede ajustarse la profundidad de penetración en caso de una temperatura predeterminada.

30 Durante la formación de la capa de aleación en el contacto durante la fase de sinterización, se unen el Al y el Sn en una capa coherente, que es porosa en la composición con un porcentaje de peso de menos del 50 % referido a Sn, y compacta en una composición, cuando la parte de Sn es de más del 50 % en peso. De esta manera se puede producir una soldadura a partículas con contenido de Sn o a zonas parciales de la zona de aleación. Si se aumenta el contenido de Sn, puede reducirse la temperatura de la soldadura.

35 En la Fig. 4 se representa con la referencia 15 el contacto eléctricamente conductor 15 que parte de la superficie exterior de la segunda capa 12, que se extiende hasta el interior de la segunda capa intermedia 14, es decir, la capa de silicio dopada con aluminio, que forma el campo de superficie posterior. En la Fig. 5 el contacto eléctricamente conductor transcurre desde la capa de sinterización, es decir, la segunda capa 12, hasta la primera capa intermedia
40 16, que es la capa de aluminio dopada con silicio. También existe no obstante la posibilidad, de que el contacto eléctrico se extienda hasta el eutéctico de Al y Si 18, como aclara la zona provista de la referencia 15a dibujada en la Fig. 4.

Otra posibilidad consiste en que el contacto eléctrico solo se alea en la segunda capa 12, como aclara la zona provista de la referencia 15b dibujada en la Fig. 5.

REIVINDICACIONES

1. Célula solar, que comprende una primera capa (10) de material semiconductor, como sustrato, una segunda capa (12) que transcurre sobre ésta, al menos dos capas intermedias (14, 16) que transcurren entre la primera y la segunda capa, configuradas a partir de los materiales de la primera y de la segunda capa, donde la primera capa intermedia (16) dirigida hacia la segunda capa (12), puede contener una mezcla eutéctica (18) de los materiales de la primera y de la segunda capa, así como un contacto eléctricamente conductor (15, 15a, 15b) que forma una conexión de conducción eléctrica con la primera capa, que parte de la segunda capa o la atraviesa, donde el contacto eléctricamente conductor (15, 15a, 15b) comprende un material soldable o que puede bañarse con metal, que partiendo del lado superior de la segunda capa (12), está aleado en ésta, caracterizada porque el lado posterior de la célula solar está cubierto totalmente por la segunda capa (12), y que el material soldable o que puede bañarse con metal está aleado hasta la zona de la primera capa intermedia (16).
2. Célula solar según la reivindicación 1, caracterizada porque entre la primera capa (10) y la primera capa intermedia (16) que limita con la segunda capa (12), transcurre la segunda capa intermedia (14) dopada con el material de la segunda capa, hasta la que se extiende el contacto (15, 15a, 15b) eléctricamente conductor que contiene el material soldable o que puede bañarse con metal.
3. Célula solar según la reivindicación 1, caracterizada porque la segunda capa (12) es o contiene al menos un material de contacto de base del grupo Al, In, Ga, B o una mezcla de materiales del grupo.
4. Célula solar según la reivindicación 1, caracterizada porque el material soldable o que puede bañarse con metal del contacto eléctricamente conductor (15, 15a, 15b) es o contiene al menos un material del grupo Sn, Pb, In, Ga, Cd, Fe, Ag, Au, Ti, Hf, Zn, Mg, Ca, Ba, material de soldadura o una mezcla de materiales del grupo.
5. Célula solar según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en la segunda capa intermedia (14), que forma un campo de superficie posterior y consistente en el material semiconductor aleado con el material de contacto de base de la segunda capa (12), se alea el material soldable o que puede bañarse con metal.
6. Célula solar según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la segunda capa (12) contiene de 0,01 % en peso a 99,9 % en peso, particularmente de 10 % en peso a 50 % en peso de material soldable o que puede bañarse con metal, como estaño o una aleación de estaño.
7. Procedimiento para la producción de un contacto semiconductor de metal (15, 15a, 15b) de una célula solar, comprendiendo una primera capa (10), como sustrato, de material semiconductor, así como una segunda capa (12) aplicada sobre ésta, de un material de contacto de base de metal o con contenido de metal, donde tras la configuración de la segunda capa, se aplica sobre ésta un material soldable o que puede bañarse con metal (20), caracterizado porque mediante la exposición a ultrasonidos, con una frecuencia f con $10 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$, el material soldable o que puede bañarse con metal se alea en la segunda capa (12) y al menos en una capa intermedia (14, 16, 18) que se configura entre la primera y la segunda capa durante la producción del componente semiconductor, y que el componente semiconductor se calienta durante la aleación a una temperatura T con $20 \text{ °C} \leq T \leq 600 \text{ °C}$.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la exposición a ultrasonidos se lleva a cabo con una frecuencia f con $20 \text{ kHz} \leq f \leq 80 \text{ kHz}$, preferiblemente 20 kHz o 40 kHz.
9. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque el material soldable se aplica sobre la segunda capa (12) mediante rociado térmico, donde particularmente el material soldable o que puede bañarse con metal, se aplica con una velocidad v con $10 \text{ m/s} \leq v \leq 3000 \text{ m/s}$, preferiblemente $v \approx 300$, donde preferiblemente durante el rociado térmico se expone el componente semiconductor a producir a una temperatura T con $0 \text{ °C} \leq T \leq 500 \text{ °C}$, preferiblemente $20 \text{ °C} \leq T \leq 600 \text{ °C}$, y/o que durante el rociado térmico, el componente semiconductor a producir se expone a ultrasonido con una frecuencia f con particularmente $10 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$, preferiblemente $20 \text{ kHz} \leq f \leq 80 \text{ kHz}$, de manera particularmente preferida 20 kHz o 40 kHz.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque el material soldable o que puede bañarse con metal se alea mediante una exposición a temperatura puntual de la segunda capa (12), particularmente por soldadura, en la segunda capa o en la segunda capa hasta al menos la capa intermedia.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque como material de contacto de base para la segunda capa (12), se utiliza uno, que es o que contiene al menos un material del grupo Al, In, Ga, B o una mezcla de materiales del grupo.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque como material soldable o que puede bañarse con metal, se utiliza uno, que es o que contiene al menos un material del grupo Sn, In, Pb, Ga, Ag, Au, Cd, Fe, Ti, Hf, Zn, Mg, Ca, Ba o una mezcla de materiales del grupo, donde como material soldable o que puede bañarse con metal, se utiliza particularmente una aleación de Sn o que la contenga.

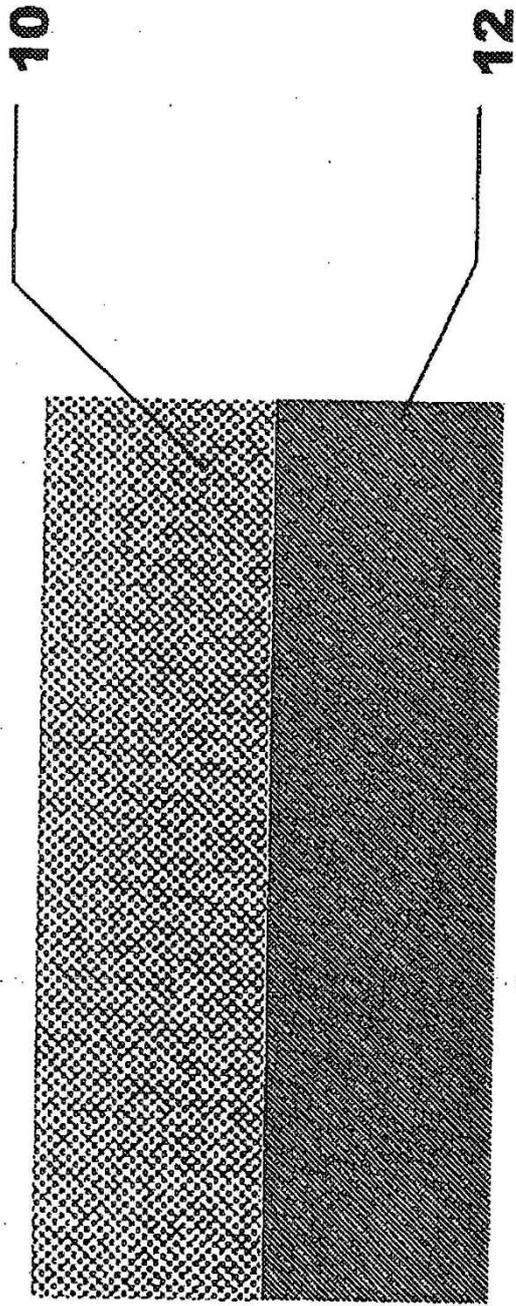


Fig. 1

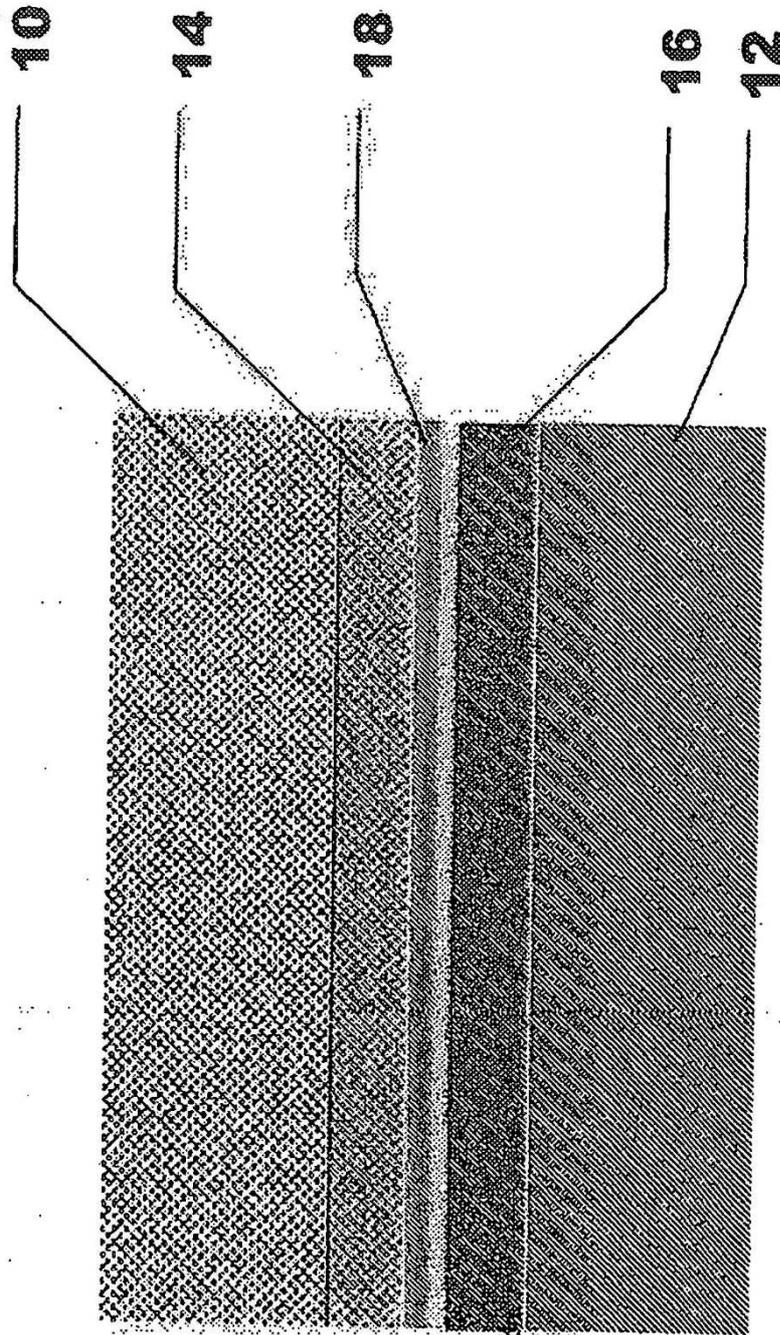


Fig. 2

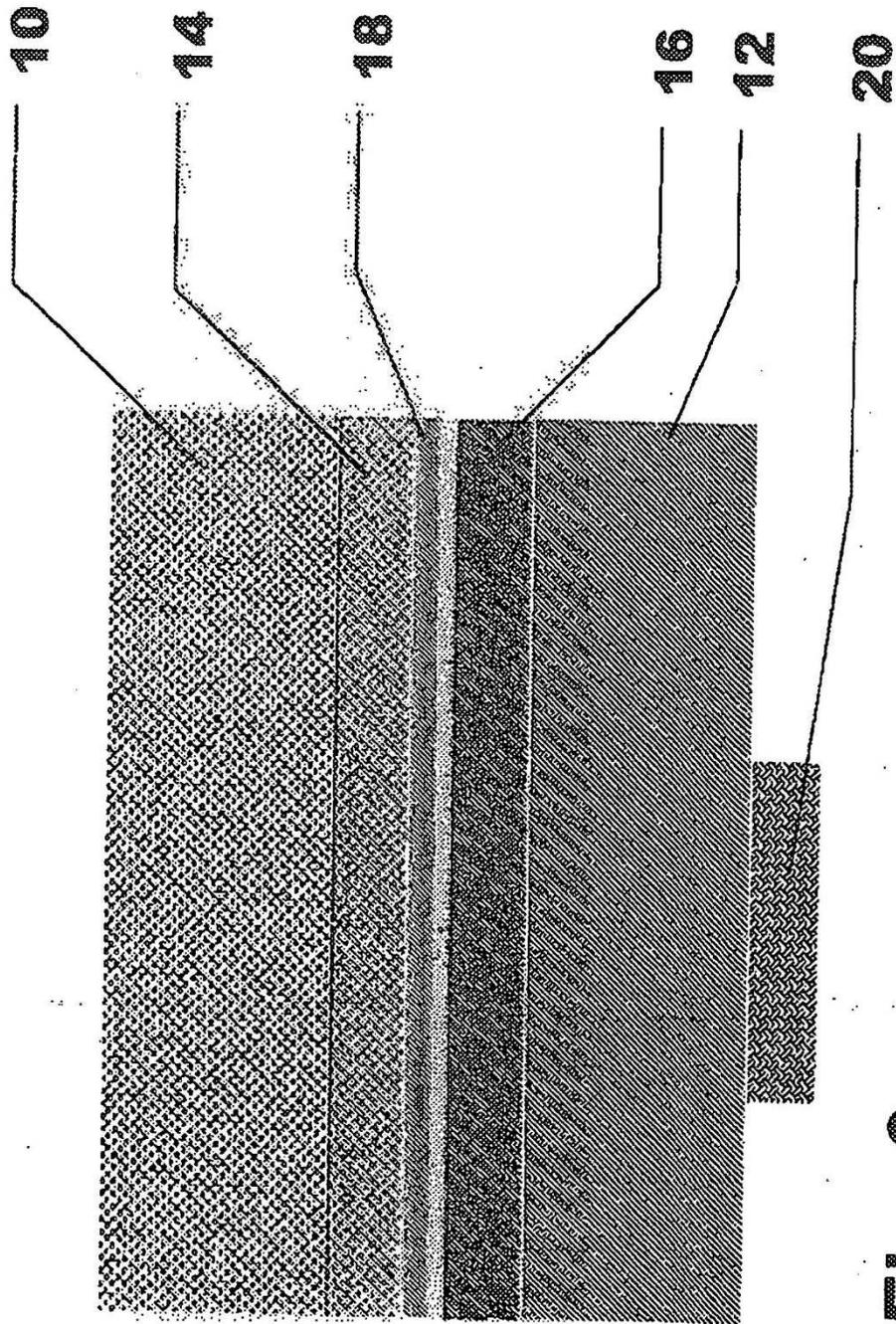


Fig. 3

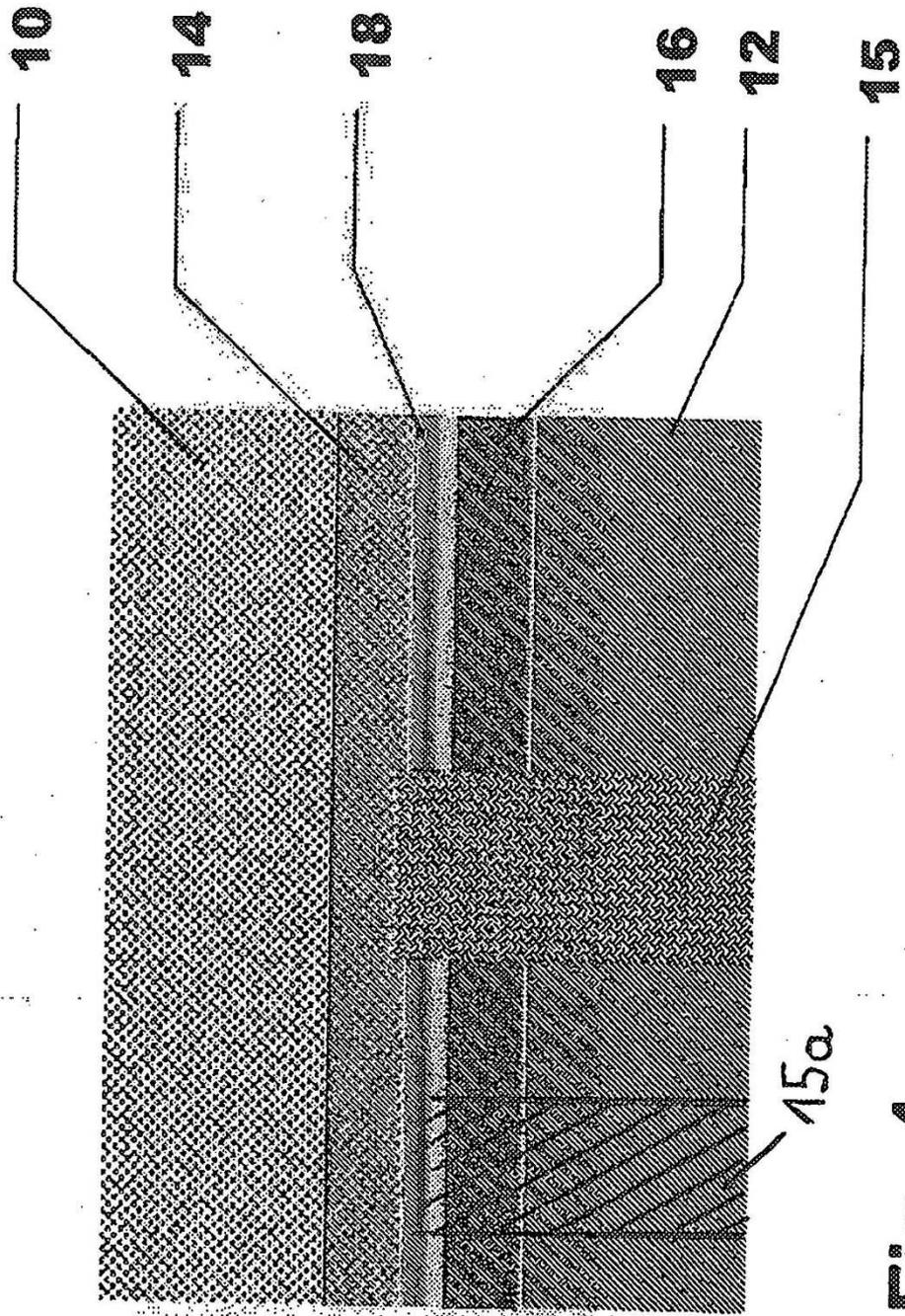


Fig. 4

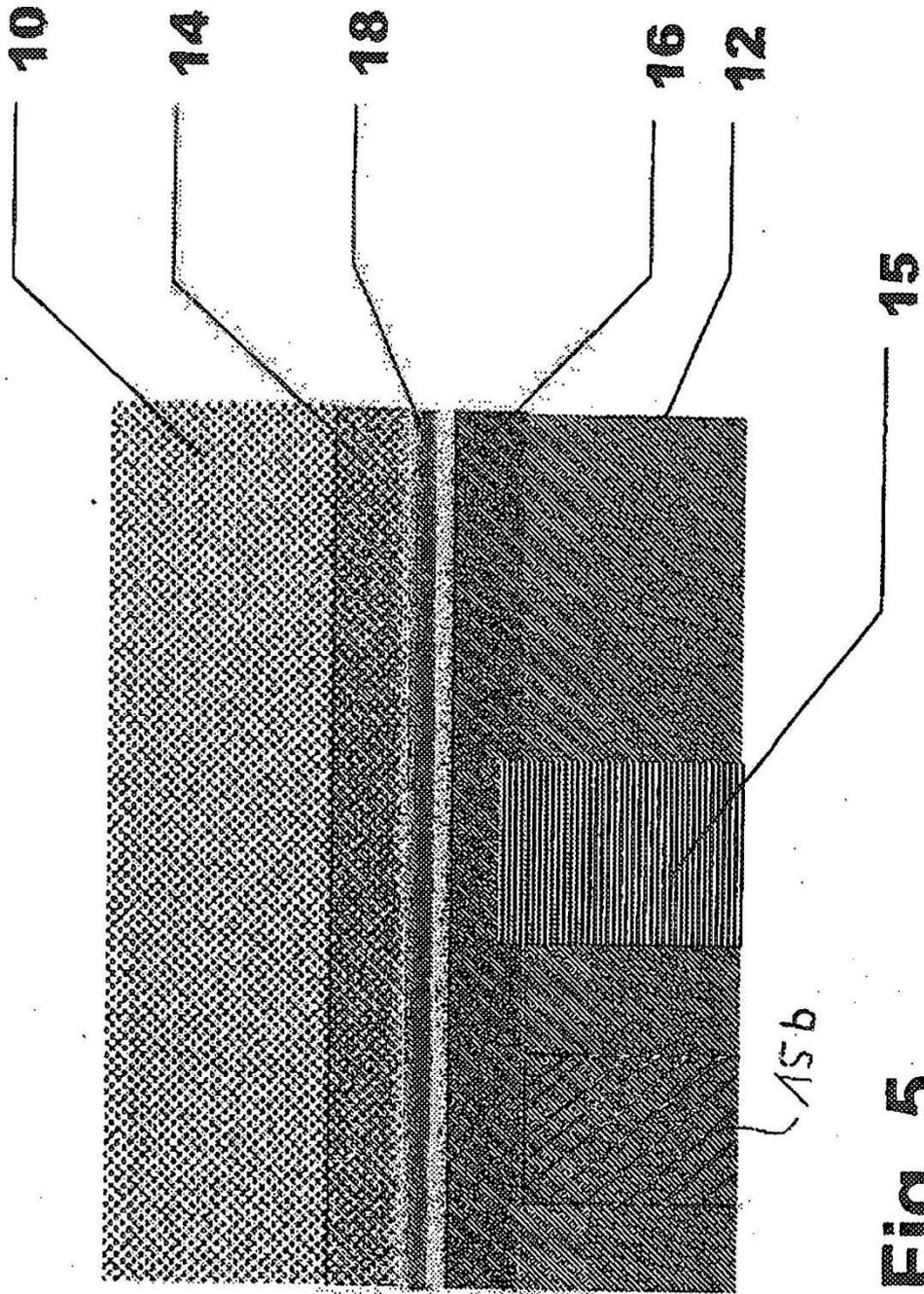


Fig. 5