

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	11 NUMER	487701	10 AI
	21		
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		15 ENE. 1990	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria a junta.

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
3.945	16 de enero de 1.979	EE.UU. de A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PARTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H 01 L 3/118	
64 TITULO DE LA INVENCION		
Procedimiento para aplicar un contacto electricamente conductor a la superficie de una célula fotovoltaica.		
71 SOLICITANTE (ES)		
SOLAREX CORPORATION.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Rockville, Maryland, EE.UU. de A.		
72 INVENTOR (ES)		
Joseph LINDMAYER.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO.		

La presente invención se relaciona en general con células fotovoltaicas que tienen contactos eléctricos sobre las superficies frontal y/o posterior de las mismas. Más concretamente, se relaciona con un método para formar uno o ambos de dichos contactos eléctricos y con las células así obtenidas.

Como es sabido en la técnica, las células fotovoltaicas son láminas delgadas de ciertos materiales anfitriones, por ejemplo, silicio monocristalino, que han sido dopados con impurezas adecuadas de modo que la lámina dopada tenga características p ó n. A continuación, una impureza del tipo de conductividad opuesto al mostrado por el dopante, se difunde o se aplica de otro modo a la lámina dopada para formar una unión fotovoltaica p-n en la superficie principal frontal, receptora de luz, de la lámina y en una posición estrechamente adyacente a dicha superficie. En general, cuando la energía lumínica incide sobre la célula fotovoltaica, se excitan pares de orificios electrónicos en el silicio. Debido a la presencia de la unión p-n, cuyo término intenta incluir ambas uniones p-n y n-p, los electrones se dirigen hacia una de las superficies principales de la célula y los orificios hacia la otra superficie principal. Al objeto de que la célula pueda funcionar, normalmente es necesario aplicar contactos eléctricos a ambas superficies principales de la célula de manera que los electrones excitados por la incidencia de luz sobre el silicio u otro material anfitrión sean conducidos fuera de la célula fotovoltaica y, después de causar el trabajo a realizar, vuelvan de nuevo a la célula fotovoltaica para completar el circuito.

En una célula fotovoltaica común, el contacto eléctrico, o rejilla, se aplica a una porción menor de la su-

perficie frontal receptora de luz de la célula, debido a que una zona suficiente de aquella superficie debe mantenerse sin daños producidos por el contacto eléctrico o rejilla, para permitir que cantidades suficientes de luz alcancen a la superficie frontal de la célula y penetren en dicha superficie. Es común aplicar materiales de contacto eléctrico, tal como un revestimiento de aluminio, a la totalidad de la superficie posterior protegida de la célula, puesto que no se prevee que la luz penetre en el cuerpo de la célula a través de la superficie posterior.

10 Se han efectuado muchas mejoras en la aplicación de contactos frontales y posteriores a una célula fotovoltaica. En relación con una mejora en la aplicación de un contacto de tipo rejilla a la superficie frontal de la célula, debe prestarse atención a la patente USA No. 4.082.568, concedida el 4 de abril de 1978 y a la patente USA No. 4.124.455, concedida el 15 7 de noviembre de 1978, en las cuales se ha aplicado un contacto eléctrico a la superficie frontal de la célula para formar una rejilla. Dicha rejilla de plata es chapada sobre elementos que incluyen 3 capas separadas, encontrándose una capa encima de 20 otra y formando un elemento unitario. Aunque este contacto ha resultado ser altamente eficaz en la formación del contacto tipo rejilla de la superficie frontal de una célula fotovoltaica, el estudio de las citadas patentes demostrará que el mismo implica no solo materiales, es decir, metales del grupo de platino 25 y plata, que son relativamente caros, sino también requiere cuatro etapas de deposición. Con el fin de formar el contacto eléctrico, la modalidad preferida de las patentes USA Nos. 4.082.568 y 4.124.455, consiste en utilizar la deposición con vapor en un sistema de vacío para depositar tres capas del elemento base. Después de dicha deposición en vacío, el material 30

de la célula se sumerge en un baño utilizando una formulación de cianuro de potasio-plata y se electrodeposita plata sobre los elementos de rejilla. Aunque, como antes se ha dicho, el contacto así producido ha sido altamente eficaz, será evidente que no es fácilmente modificado a la producción de una célula fotovoltaica con el menor coste posible.

En particular, resulta excepcionalmente difícil disponer de una cadena de montaje continua cuando cualquiera de las etapas en el método empleado por la cadena de montaje implica el empleo de deposición en vacío. Generalmente, la deposición en vacío requiere la colocación, en una cámara de vacío de células únicas o de un lote de células. Una vez colocadas las células en la cámara, se requiere tiempo para retirar el vacío, para que tenga lugar la deposición y para liberar entonces el vacío y extraer el lote de la cámara. Por lo tanto, cualquiera de tales deposiciones en vacío dispuestas en un método para la fabricación de células fotovoltaicas es altamente perjudicial para la producción de métodos de cadena de montaje, relativamente baratos, para la fabricación de células fotovoltaicas.

Otro problema que ha llegado a ser evidente en la fabricación de un contacto metálico para una célula fotovoltaica, consiste en que con el fin de recoger y conducir una cantidad suficiente de electrones, es necesario que los contactos frontales o posteriores tengan una masa suficiente para permitirles que conduzcan grandes cantidades de electrones. La deposición con plata, por ejemplo, requiere la aplicación del metal a partir de un baño de capa en capa durante un periodo sustancial, con el fin de obtener un contacto de la masa requerida. De nuevo, la necesidad de aplicar materiales de contacto durante un periodo

de tiempo disminuye la posibilidad de los tipos de procedimiento de cadena de montaje.

Otro problema más que se han presentado en la aplicación de materiales metálicos, particularmente a la superficie frontal de la célula solar, es que pueden formarse capas finas de óxido sobre la superficie de la célula inhibiendo con ello sustancialmente la deposición del primer metal a partir del cual se ha de formar el elemento de contacto en la adherencia del contacto con la superficie de la célula. Además, en la aplicación de capas adicionales de otros materiales a los elementos de contacto, deberán tomarse precauciones para que no se presente corrosión entre las capas metálicas. Si ocurre la formación de un óxido entre las capas metálicas, existirá la posibilidad de que las diversas capas no se adhieran entre sí o lo hagan de modo imperfecto, de manera que puede presentarse la ulterior deslaminación de partes o de la totalidad de los contactos metálicos.

Por consiguiente, un importante objeto de la presente invención es proporcionar un método para aplicar contactos eléctricos a una célula fotovoltaica de manera tal que la aplicación resulte adecuada para utilizarse como parte de un proceso de cadena de montaje, haciendo con ello posible que la producción de células fotovoltaicas realmente económicas. Otro objeto de esta invención es proporcionar un procedimiento para aplicar contactos eléctricos a una célula fotovoltaica, cuyo proceso no implica la deposición a partir de un vacío. Todavía otro objeto de esta invención es proporcionar dicho procedimiento en el cual la presencia de una capa fina de óxido sobre la superficie de una lámina de silicio no será sustancialmente perjudicial para la adherencia del material de contacto a la superficie de si-

licio.

En su aspecto de método más básico, la presente invención comprende aplicar un material de contacto electricamente conductor a la superficie de una célula fotovoltaica, formando partículas de material a una temperatura superior a la temperatura de aleación del material y silicio y pulverizar las partículas sobre la superficie de la célula a una distancia tal que las partículas entren en contacto con la superficie a tal temperatura que las mismas se aleen con el silicio y se adhieran firmemente así a la superficie de la célula. En la actualidad se contempla el que la pulverización de las partículas pueda ejecutarse por los métodos normalmente conocidos como pulverización a la llama, pulverización con arco o pulverización con plasma, y el que las partículas finas, átomos o iones de un material metálico, tal como aluminio, puedan utilizarse para formar los contactos.

De acuerdo con el presente método, las partículas metálicas pueden pulverizarse sobre la superficie frontal de la célula, la cual es aquella superficie adaptada para recibir luz incidente sobre la misma y permitir que dicha luz penetre en el cuerpo de la célula. Cuando ya se ha formado una unión fotovoltaica, es decir, una unión p-n en la superficie frontal de la célula y justamente por debajo de la misma, las partículas metálicas que han de adherirse a dicha superficie entrarán en contacto con la superficie a la temperatura de aleación o por encima de la misma, por ejemplo, una temperatura de 577°C en el caso de aluminio y silicio, pero no a una temperatura tan elevada que las partículas penetren en la superficie frontal de la célula en un grado suficiente para dañar sustancialmente a la unión p-n.

Cuando se utiliza la técnica de pulverización según esta invención para aplicar un material metálico, por ejemplo, aluminio a la superficie posterior o protegida de la célula, el aluminio puede pulverizarse sobre la superficie posterior independientemente del grado de penetración, es decir, el aluminio puede alcanzar a la superficie posterior de la célula a una temperatura a la cual penetre en dicha superficie posterior. En realidad, cuando mediante un proceso tal como difusión, una lámina de silicio dopado, por ejemplo, con boro como impureza, se somete a difusión en un horno que utiliza fosfeno como fuente de fósforo, y la superficie posterior de la lámina se encuentra sin proteger, las uniones p-n se formaran en la superficie frontal y en la superficie posterior. En la formación de un contacto eléctrico con aluminio mediante el presente método, sobre la superficie posterior de la célula, el aluminio puede pulverizarse ventajosamente sobre la superficie posterior de la lámina a una temperatura a la cual no solo penetrará en dicha superficie posterior, sino a una temperatura a la cual penetrará en la superficie posterior en un grado suficiente para permitir que el aluminio alcance a la unión p-n recientemente formada por debajo de la superficie posterior y supere a dicha unión p-n de la superficie posterior y forme en su lugar una unión alta-baja o por etapas en la superficie posterior. En el tipo de célula recién descrita es decir, una célula que ha sido pre-dopada con boro y en donde se ha difundido fósforo en la célula para formar las uniones n-p en las superficies frontal y posterior, la unión de la superficie posterior así formada será una unión p+-p, alta-baja.

Cuando las técnicas de pulverización de éste método se aplican a la superficie frontal de la célula, para for-

mar un contacto eléctrico sobre la misma, será evidente que las partículas no se aplicarán a la totalidad de dicha superficie, sino solamente en forma de una rejilla que ocupa una porción menor de área de la superficie frontal y que, por tanto, permite el ingreso de energía lumínica en la célula fotovoltaica. En dicho caso, el diseño en el cual se deposita el material metálico sobre la superficie frontal de la célula puede controlarse por medio de una máscara de sombra. Cuando las partículas metálicas se pulverizan sobre la superficie posterior de la célula, las mismas se aplicarán generalmente a la totalidad de dicha superficie, ya que no existe ningún espacio requerido que no deba ser revestido por pulverización para permitir que la luz entre en la célula a través de dicha superficie posterior.

Estos y otros objetos, características y ventajas de esta invención serán más evidentes en conexión con las ilustraciones esquemáticas del presente método y de producto obtenido por el mismo, en combinación con los dibujos adjuntos, los cuales forman una parte de la invención, y en donde:

La figura 1 es una vista en sección transversal de una célula fotovoltaica que tiene, aplicados, contactos eléctricos.

La figura 2 es una vista superior de la célula fotovoltaica de la figura 1, que ilustra los contactos eléctricos frontales de la célula.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una modalidad del método para formar contactos eléctricos según la presente invención.

La figura 4 es una vista en perspectiva de otra modalidad del método para formar contactos eléctricos según la presente invención.

Con referencia ahora a las figuras 1 y 2, en la figura 1 se muestra una sección transversal de la célula fotovoltaica 10 que incluye a la lámina 12 de silicio que tiene una unión eléctrica tal como una unión n-p (no mostrada) justo por debajo de la superficie frontal 14 de la lámina. Naturalmente, la célula 10 no está dibujada a escala. La superficie frontal 14 de la lámina 12 está adaptada para ser la superficie receptora de luz de la célula 10 y tiene una pluralidad de bandas 16 de material electricamente conductor adheridas a la misma y que forman un contacto eléctrico para la superficie. Las bandas 16 se encuentran, solamente con fines ilustrativos, según una configuración de rejilla de tipo zig-zag espaciado y están conectadas a medios de hilos externos 18. La pluralidad de bandas 16 sobre la superficie 14 se denomina generalmente y colectivamente como el contacto o rejilla frontal de la célula fotovoltaica.

Sobre la superficie posterior 20, no receptora de luz, de la lámina 12, se encuentra una capa continua 22 de material conteniendo metal que forma el contacto eléctrico para dicha superficie. La capa 22 se denomina generalmente como contacto posterior de la célula. La capa 22 está electricamente conectada a los medios de contacto eléctrico exteriores 24. El contacto posterior 22 opera generalmente para cerrar el circuito eléctrico producido por la incidencia de luz sobre la superficie superior 14 de la célula 10.

La figura 2 ilustra la superficie superior 14 de la célula 10 tal y como se muestra en la figura 1. Las bandas 16 de tipo rejilla sobre la superficie 14 de la célula 10, forman el contacto eléctrico frontal para la célula y unión para recoger electrones que han sido formados por la unión n-p dentro de

la lámina 12 cuando la superficie se expone a la luz. El diseño de rejilla particular para las bandas 16 es naturalmente ejemplificativo de muchos tipos de diseños de rejilla que pueden ser utilizados, así como la configuración exterior para la lámina.

5

De acuerdo con las modalidades preferidas de la presente invención, las bandas 16 se forman mediante pulverización de un material que contiene metal fundido tal como utilizando un aparato del tipo de pulverización con llama o un aparato del tipo de pulverización con arco, o mediante pulverización con plasma, para aplicar el material que contiene metal. El primero de los aparatos se ilustra esquemáticamente en la figura 3.

10

En la figura 3, la lámina 12 de la célula 10 se mantiene en una fijación adecuada (no mostrada) y la máscara de sombra plástica 26 se sitúa por encima de la superficie superior o frontal 14 de la lámina, teniendo la máscara áreas abiertas 28 correspondientes al diseño del contacto frontal de la célula fotovoltaica terminada 10 como se muestra en la figura 2.

15

La máscara 26 puede ser de cualquier material adecuado que no se degrade bajo la influencia del material que contiene metal fundido. Preferiblemente, la máscara es de material polimérico al objeto de reducir al mínimo los costes asociados con la máscara.

20

Situada a una distancia predeterminada de la lámina 12 y máscara superyacente 26, se encuentra la boquilla de la pistola de pulverización con llama 30 que forma una porción de un aparato convencional del tipo de pulverización con llama (no mostrado). Puesto que los detalles de la construcción de la pistola de pulverización con llama 30 y accesorios asociados

25

30

no forman parte de esta invención y son de naturaleza convencional, solamente se establece que en la operación convencional de dicha pistola, se alimenta alambre, varilla o polvo conteniendo metal a través de la pistola en donde se funde y se so-
5 mete a un chorro gaseoso a elevada velocidad que impulsa a las partículas atomizadas así formadas desde la pistola en forma de pulverización. El calor para fundir el alambre, varilla o polvo conteniendo metal se proporciona por la combustión de acetileno, propano o hidrógeno en oxígeno, empleándose aire comprimido
10 para atomizar y propulsar al material conteniendo metal fundido sobre una superficie particular.

En la aplicación de las bandas 16, la lámina 12 y la máscara 26 pueden situarse a una distancia suficiente de la pistola 30, de manera que el material que contiene metal fundido,
15 que sale de la pistola, se haya enfriado en un grado suficiente de manera que el material no penetre por debajo de la superficie de la lámina y acepte con ello de modo adverso e incluso corte la unión p-n cerca de la superficie de la lámina. En adición, la pistola 30 debe encontrarse lo suficientemente cerca
20 de la lámina 12 y máscara asociada 26, de manera que las partículas golpeen a la superficie 14 de la lámina 12 con suficiente plasticidad para formar una banda libre de discontinuidades y se adhiera firmemente a la superficie. Cuando se pulveriza aluminio esencialmente puro desde una pistola de pulverización
25 con llama, a una temperatura de unos 700°C, para formar contactos frontales, ha resultado ser satisfactoria una distancia de 254 a 355 mm aproximadamente. La adherencia se consigue aleando el silicio y la totalidad o parte del material electricamente conductor pulverizado. Sin embargo, mediante el empleo del término "aleación" no se quiere dar a entender la limitación a una
30 definición técnica específica de dicho término, sino que el mis-

mo incluye la adherencia, por ejemplo, a temperaturas algo inferiores por lo que el proceso podría definirse mejor como un "sinterizado".

5 Si bien el método de esta invención contempla la pulverización de una amplia variedad de materiales eléctricamente conductores, incluyendo aleaciones y mezclas de metales, para formar los contactos eléctricos en la célula 10, un material actualmente preferido es el aluminio solo o en combinación con cantidades menores de otros metales. Otros metales o 10 combinaciones de metales, adecuados para formar contactos eléctricos sobre las células fotovoltaicas, se describen en la patente USA No. 4.082.568, y resultan aplicables a la presente invención.

15 Como es evidente, el espesor de los contactos eléctricos aplicados a las superficies 14 y 16 de la célula 10 puede hacerse tan grande como se desee simplemente pulverizando la cantidad suficiente de material. Se ha encontrado que los contactos eléctricos que tienen un espesor de 1 a 10 micras aproximadamente son satisfactorios para la mayoría de las aplicaciones de las células fotovoltaicas. 20

La figura 4 ilustra otra modalidad del método de esta invención en donde se utiliza una boquilla 40 de un aparato de pulverización con plasma-arco, para formar la capa 22 o contacto eléctrico posterior sobre la célula fotovoltaica 10. 25 Puesto que la capa 22 es generalmente continua, no es necesaria una máscara 26 como se muestra en la figura 3. Sin embargo, preferiblemente el contacto o capa posterior 22 se forma sobre la superficie 20 antes de la formación de la unión p-n, de modo que el contacto pueda actuar como una máscara para dicho 30 lado de la lámina durante la difusión de una impureza para

formar la unión.

La construcción particular del aparato de pulverización con plasma-arco, similar a la construcción de la pistola de pulverización con llama 30 de la figura 2, no forma parte de esta invención.

En general, se emplea un aparato de pulverización con plasma-arco convencional para aplicar materiales de mayor punto de fusión y, en la práctica, se ioniza parcialmente un gas tal como nitrógeno o argón en un arco eléctrico pasando el gas a través de un pequeño orificio para producir un chorro de gas de alta temperatura que se mueve a elevada velocidad. En dicho aparato, el calor puede producirse mediante una llama de arco eléctrico o mediante una llama de plasma la cual puede constituir por sí misma parte de un arco eléctrico o puede encontrarse en forma de una corriente de plasma libre, es decir, una corriente de plasma que se puede considerar independiente del arco ya que no contribuye al flujo eléctrico entre electrodos.

En la aplicación de la capa 22 a la superficie 20 de la lámina 12, el aparato de pulverización con plasma-arco 40 se sitúa a una distancia fija de la lámina 12 de la célula 10. En contraste con la formación de las bandas 16 o contactos frontales sobre una célula 10 como se muestra en la figura 2, la distancia entre el aparato 40 y la célula 10 no es tan crítica puesto que la unión p-n no se encuentra en estrecha proximidad con la superficie inferior 20 de la lámina. Por tanto, la penetración del material conteniendo metal pulverizado por debajo de la superficie 16 de la lámina no es indeseable y, de hecho, puede ser beneficioso, ya que una aleación que contiene metal semiconductor, particularmente una aleación de

silicio-aluminio, sobre la totalidad o parte de la superficie posterior 20 de la célula 10, proporciona ciertas ventajas operativas para una célula fotovoltaica tal y como se indica en las patentes USA Nos. 3.895.975 y 3.990.097.

5 En las modalidades del método ilustrado en las figuras 3 y 4, una vez que se ha aplicado suficiente material conteniendo metal a la lámina 12, para formar los contactos eléctricos, se termina la pulverización que alcanza a la lámina y se
10 deja enfriar y solidificar el material aplicado que contiene metal. En el caso de la primera modalidad, como se muestra en la figura 3, se retira entonces la máscara para proporcionar una célula fotovoltaica que tiene los contactos eléctricos adecuados.

15 Aunque en general es preferible que el material que contiene metal esté al menos semifundido cuando el material alcanza a la superficie de la célula 10, dentro del alcance de esta invención se encuentra el que las partículas pulverizadas de material se solidifiquen cuando alcanzan dicha superficie. En este caso, las partículas solidificadas de material
20 se adhieren entre sí y a la superficie mediante la fuerza de impacto. Por otra parte, puede no ser necesario que el material conteniendo metal se funda totalmente cuando sale del aparato de pulverización. Para los fines de esta invención, puede ser
25 suficiente que el material salga del aparato en forma finamente dividida y en un estado termicamente reblandecido, utilizándose el término "fundido" para abarcar a dicho estado.

30 Si se desea, los contactos eléctricos externos 24 y 26 pueden situarse en posición contigua a las superficies apropiadas de la lámina 12 antes de la pulverización del material conteniendo metal fundido, de manera que pueda ejecutar-

se simultaneamente la formación de contactos eléctricos y su unión a los contactos eléctricos externos.

5 Con respecto a los materiales que pueden pulverizarse sobre la superficie frontal o superficie posterior de la célula fotovoltaica, para formar contacto sobre las mismas, el aluminio es el metal preferido a partir del cual está compuesto el material electricamente conductor, bien totalmente o bien parcialmente. El aluminio es bastante menos caro que otros metales que ya han sido utilizados con anterioridad, tal como plata. Sin embargo, esta invención deberá ser considerada como posible en la pulverización de otros materiales para formar contactos eléctricos. En particular, el zinc, que es fácilmente soldable, puede pulverizarse con o sobre un contacto de aluminio. El empleo de zinc para formar un material de contacto es altamente deseable, pero en un proceso de deposición en vacío ha resultado ser extremadamente difícil de manejar. Otros materiales que pueden pulverizarse según esta invención incluyen níquel, titanio, paladio y cromo. Sin embargo, también pueden utilizarse metales caros tal como plata.

20 Con respecto a los medios enmascarantes que se utilizan cuando ha de aplicarse un diseño de rejilla frontal en la superficie frontal de una célula fotovoltaica, dicha máscara puede estar compuesta de un material que se desecha después de una sola utilización. Los medios de máscara pueden comprender plásticos, hojas metálicas e incluso cintas sensibles a la presión. En realidad, se ha encontrado que la máscara puede estar hecha incluso de papel. Cuando se pulveriza aluminio a una temperatura de unos 587°C sobre incluso una máscara de papel, se ha encontrado que el aluminio, como podría esperarse, no quema inmediatamente a dicha cámara, sino que el

25

30

5 aluminio tenderá, en gran medida, a no adherirse al papel des-
prendiéndose del mismo. De éste modo, el presente método de
pulverización se presta por sí mismo al empleo de máscaras de
sombra baratas que pueden desecharse inmediatamente después de
su empleo.

10 Como anteriormente se ha indicado, las capas finas
de óxido, incluso sobre la superficie frontal de la lámina de
silicio no disminuye sustancialmente la capacidad que tiene
las partículas pulverizadas para penetrar a través de dicha
15 capa fina y alearse con el silicio subyacente. Con respecto
a la pulverización de la superficie frontal de la célula, el
problema que se presentará es el de disponer de una inciden-
cia de pulverización que se encuentra a una temperatura que sea
suficiente para permitir la buena aleación o sinterizado a tra-
vés de cualquier capa de óxido sobre dicha superficie; deberán
20 tomarse precauciones para no permitir que las partículas metá-
licas lleguen a una temperatura tal que las mismas penetren
demasiado lejos por debajo de la superficie frontal como para
dañar materialmente a la unión p-n subyacente.

25 Con respecto a la pulverización de metal sobre la
superficie posterior de la célula, en una modalidad particular
de esta invención ha resultado ser ventajoso una capa de vi-
drio de difusión formada por la difusión de una impureza, por
ejemplo, fósforo, en una lámina de silicio dopada, por ejemplo,
30 con una impureza de tipo opuesto tal como boro. Con refe-
rencia al empleo de una capa de vidrio de difusión sobre la su-
perficie posterior de la célula, se debe prestar atención a las
descripciones de las patentes USA Nos. 3.990.097 concedida el
2 de noviembre de 1.976 y 4.056.879 concedida el 8 de noviembre
de 1977. En estas patentes, la capa de vidrio de difusión for-

5 mada durante la difusión en horno de una impureza en el silicio, puede utilizarse aquí de manera que se pueda pulverizar un metal, tal como aluminio, sobre la superficie posterior de la célula con lo que dicha superficie se deposite, por encima, con el vidrio de difusión.

10 Actuando de este modo, la temperatura a la cual llega el material metálico a la capa de vidrio de difusión, será lo suficientemente alta para que el material metálico penetre a través del vidrio de difusión al interior de la superficie posterior de la célula y al interior del cuerpo de silicio de la célula, en un grado suficiente para permitir que el metal tal como aluminio, salve a la unión p-n formada justamente por debajo de la superficie posterior de la célula y forme en su lugar una unión por etapas. Según esta modalidad recientemente

15 descrita, de esta invención, cuando la unión de la superficie posterior es realmente una unión n-p, el aluminio salvará dicha unión n-p y formará una unión p+p en lugar de la misma. La unión p+p es del tipo conocido como unión alta-baja o por etapas y consiste en una en donde existen concentraciones diferentes de impurezas, aunque del mismo tipo de conductividad, en estratos contiguos de una célula. Desde luego, será evidente que

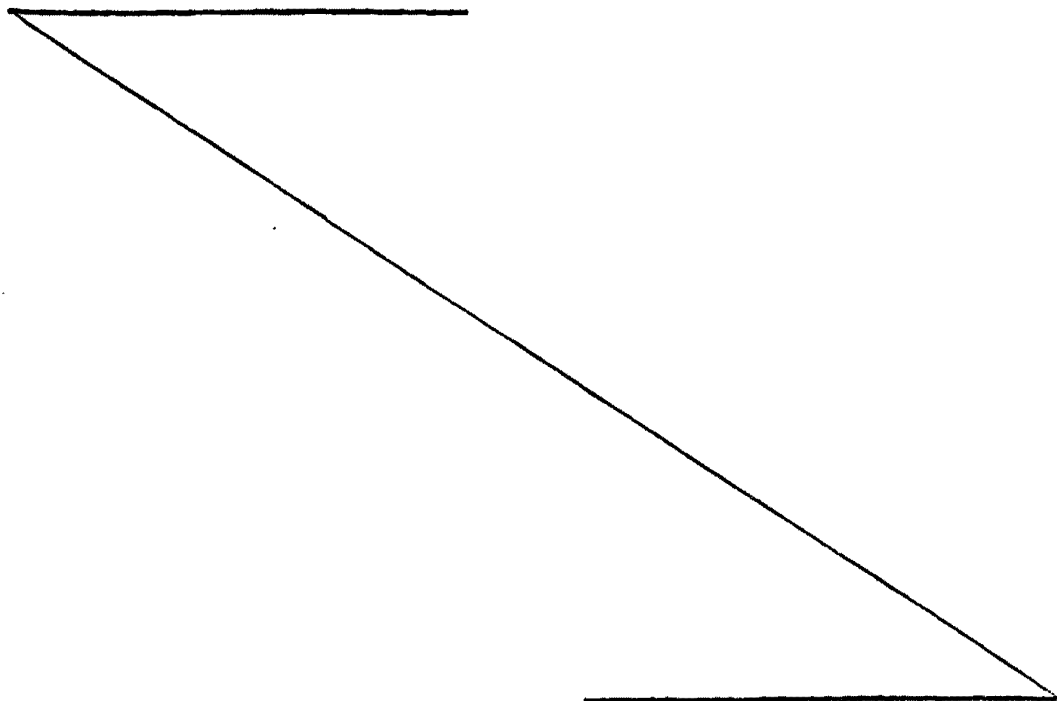
20 incluso cuando la capa de vidrio de difusión que se encuentra por encima de la superficie posterior de la lámina ha sido mordentada, se puede aplicar la técnica de pulverización de esta invención a la superficie posterior en donde, y tras un

25 ajuste adecuado de la temperatura, el material metálico penetrará en la superficie posterior y salvará a la unión p-n que ha sido formada en la misma para proporcionar una unión alta-baja.

30 Se ha encontrado que según esta invención puede

5 formarse una célula operable y económicamente viable, que elimi-
na la etapa de deposición en vacío ya convencional en la forma-
ción de un contacto eléctrico sobre la superficie frontal o pos-
terior de una célula. La eliminación de dicha etapa de deposición
10 en vacío y el hecho de que el presente proceso permite la utili-
zación de materiales más económicos, particularmente para los
contactos frontales de la célula, se ha producido en la forma-
ción de una célula fotovoltaica que promete grandes reducciones
de capital por coste de watio de electricidad producida por las
15 células fotovoltaicas.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento,
así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse
constar que las disposiciones anteriormente indicadas son sus-
ceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su
15 principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento para aplicar un contacto electri-
camente conductor a la superficie de una célula fotovoltaica,
caracterizado porque comprende las etapas de formar partículas de
un material metálico a una temperatura superior a la temperatu-
ra de aleación de dicho material con silicio; y pulverizar di-
chas partículas hacia la citada superficie, a una distancia tal
que las partículas entren en contacto con la superficie a una
temperatura a la cual se alearán con el silicio adheriéndose con
10 ello a dicha superficie.

15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, carac-
terizado porque dicha superficie es la superficie frontal, re-
ceptora de luz, de la célula y tiene una unión p-n localizada por
debajo y en una posición estrechamente adyacente a la misma, y
porque las partículas entran en contacto con la superficie fron-
tal a una temperatura a la cual las partículas no penetrarán en
dicha superficie en un grado suficiente para dañar sustancial-
mente a la citada unión p-n.

20 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, carac-
terizado porque se utiliza una máscara para hacer que las par-
tículas se depositen sobre la superficie frontal según un diseño
que ocupa una menor porción de la superficie.

25 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, ca-
racterizado porque dicha máscara se elige del grupo consistente
en papel, plástico y hoja metálica.

5.- Procedimiento según la reivindicación 1, carac-
terizado porque dicha superficie es la superficie posterior pro-
tegida de la célula y porque se forma una unión p-n en la super-
ficie frontal, opuesta, de la célula.

5 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque antes de pulverizar las partículas, se forman las uniones p-n en la superficie frontal y en la superficie posterior de la célula y las partículas se pulverizan sobre dicha superficie posterior a una temperatura tal que las mismas penetrarán en la superficie posterior y salvarán dicha unión p-n de la superficie posterior para formar una unión alta-baja en la superficie posterior.

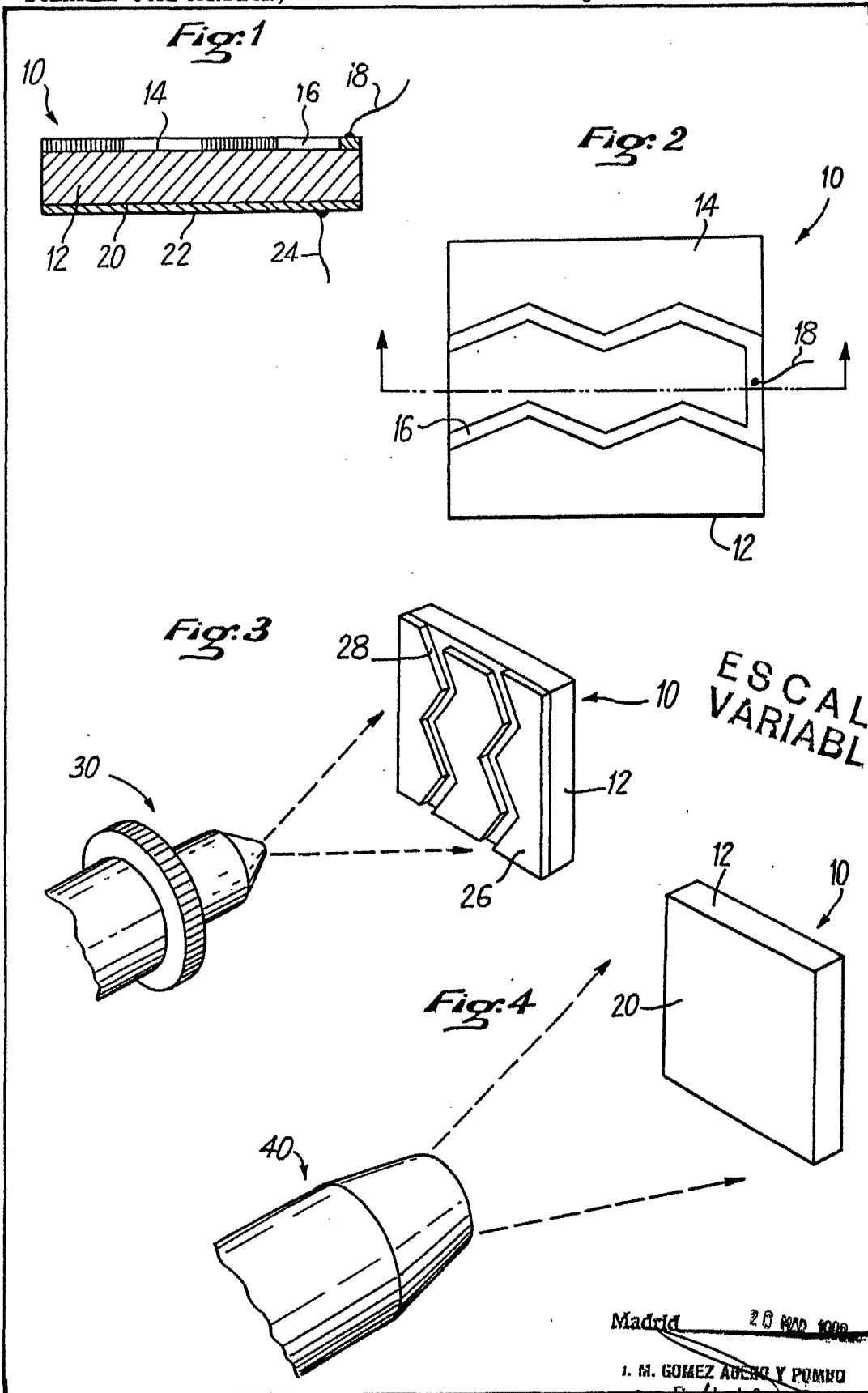
10 7.-Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque antes de pulverizar las partículas, se forma una capa de vidrio de difusión sobre la superficie posterior y las partículas se pulverizan sobre la superficie posterior a una temperatura tal que las mismas penetrarán en dicha capa de vidrio y en dicha superficie posterior y salvarán a la unión p-n de la superficie posterior para formar una unión alta-baja en la superficie posterior.

15 8.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho material metálico está compuesto de aluminio.

20 9.- Procedimiento para aplicar un contacto eléctricamente conductor a la superficie de una célula fotovoltaica, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

25 Esta Memoria consta de 19 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 ENE. 1990
SOLAREX CORPORATION.
J. M. GOMEZ ACEBO Y PUMPU
D. S. Firmado J. Suarez Diaz



ESCALA VARIABLE

Madrid 23 MAR 1968

J. M. GOMEZ AGUIR Y PUMBU

Proceder. J. SUAREZ 1968