

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

05 FEB 1978
Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la memoria adjunta.

12 ES

11

21

22

NUMERO

472.558

10 A1

FECHA DE PRESENTACION

14-8-1978

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:		
61 NUMERO	62 FECHA	63 PAIS
824.974 871.496	15-8-1977 23-1-1978	EE.UU. "

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	HOLL	

64 TITULO DE LA INVENCION

"UNA DISPOSICION DE PILAS SOLARES DE SEMICONDUCTOR"

71 SOLICITANTE (S)

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT) (NPD-1308-1-SPAIN)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

77 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts, EE.UU. 02139

72 INVENTOR (ES)

ROY KAPLOW y ROBERT I. FRANK

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-69.654)

jga

1 La presente invención se refiere a baterías solares o fotovoltaicas, y más en particular a una pila solar o célula fotovoltaica perfeccionada, singularmente ideada para un rendimiento óptimo.

5 En el pasado, los combustibles fósiles han venido satisfaciendo la mayor parte de las necesidades energéticas del mundo. Ahora bien, a medida que el precio de los combustibles fósiles ha ido aumentando, y su suministro reduciéndose, se ha venido dedicando una atención creciente
10 al desarrollo de otras fuentes de energía alternativas. Una de tales fuentes de energía alternativas es la pila solar, o célula fotovoltaica, que convierte directamente la energía procedente del sol en energía eléctrica utilizable.

15 Hace mucho tiempo que se vienen usando pilas solares, en sistemas de energía solar de la técnica ya conocida. En estos sistemas, la pila solar tipo consta de una unión PN de gran área formada en una pastilla de un material monocristalino, tal como el silicio. La unión se halla formada paralelamente a la superficie superior de la célula,
20 la, y esta superficie superior recibe la radiación incidente que viene del sol, dando un paso de corriente de un lado a otro de la unión PN, de manera ya conocida. Estas pilas solares usuales adolecen de muchas desventajas. Tales desventajas han sido ya estudiadas documentalmente e incluyen una gran resistencia serie, un funcionamiento ineficaz a elevadas concentraciones de luz incidente, y la necesidad de tener una rejilla de contacto formada en la superficie superior de la pila, lo cual reduce el área de pila disponible para recibir la radiación incidente.

30 Se han desarrollado pilas solares de uniones ver-

1 -ticales, en un intento de soslayar los diversos problemas
con que se tropezaba en el caso de las pilas solares usua-
les. Uno de los tipos de pila solar de uniones verticales
es el fabricado a base de unos paquetes de pastillas de si-
5 licio apiladas, adecuadamente impurificadas para formar
capas de superficie P^+ y N^+ en lados opuestos de las pasti-
llas, que luego se apilan y sinterizan unas con otras. Las
pastillas se cortan en segmentos para crear así una plura-
10 lidad de células o pilas solares con uniones PN normales
a la superficie de la pila. Con el silicio, la pila solar
de uniones verticales resultante tiene el potencial adecua-
do para un funcionamiento más eficaz con grandes intensi-
dades, no necesita la rejilla de contacto y presenta también
una resistencia serie reducida. Ahora bien, estas pilas,
15 tal como se vienen encontrando disponibles en el mercado,
tienen un rendimiento medido de sólo el 8%, a un sol.

La solicitud de patente afín de EE.UU., nº. de
serie 690.056, presentada el 26 de mayo de 1976 (ahora pa-
tente de EE.UU. nº. 4.042.417), y titulada "Una estructura
20 fotovoltaica que incluye una estructura de lente", revela
un método para lograr un mayor rendimiento en tales pilas
solares de uniones verticales. Este método incluye el uso
de una lente cilíndrica que enfoca la radiación solar en un
estrecho haz incidente sobre el área activa, receptora de
25 luz, de la pila solar en una región óptima, contigua al pla-
no de las uniones verticales pero desviada o desalineada
respecto de éste. Este método de enfoque consigue una mejo-
ra de aproximadamente 2:1 en el rendimiento de la pila so-
lar. La mejora proviene de que no se pierde radiación inci-
30 dente en el "espacio muerto" de la unión PN de la pila, que

1 consta de las regiones P^+ , N^+ y del electrodo entre ellas;
y de que la radiación incidente se enfoca en una región
óptima, próxima a la unión PN. El enfoque de la radiación
incidente en esta región óptima, y no en otra alejada de
5 la unión, crea unos portadores de carga con mayor probabi-
lidad de ser captados o recogidos que los portadores crea-
dos en un punto más alejado de la unión. Con ser tan nota-
ble la mejora de rendimiento de la pila, conseguida por la
citada invención, tal mejora exigía el empleo de una dispo-
10 sición de lente, aumentando el coste y reduciéndose la fia-
bilidad debido al problema de degradación de la lente al
cabo de un tiempo más o menos largo.

Otro perfeccionamiento en el área de la fabrica-
ción de pilas solares es el revelado en la solicitud de pa-
15 tente afín de EE.UU., número de serie 689.989, presentada
el 26 de mayo de 1976 (en tramitación), bajo el título de
"Una pila solar de estado sólido, de gran intensidad". En
esta última invención, se fabrica una pluralidad de unida-
des de pila solar partiendo de un substrato común, y el ma-
20 terial del cuerpo de cada unidad tiene, ventajosamente, en
la pila acabada, la misma relación posicional que existía
en el substrato primitivo. Este método proporciona unas
unidades de pila solar de características idénticas en cuan-
to a material, orientación y propiedades físicas, así como
25 unas unidades que tienen entre sí una determinada relación
posicional fija, aumentándose con ello la exactitud de las
disposiciones de enfoque. Con todo, aquí también, la pila
solar de la invención últimamente citada requiere una len-
te de enfoque para lograr un funcionamiento óptimo.

30

Por todo ello, es objeto de la presente invención

1 conseguir unas características funcionales mejoradas sin tener que recurrir a enfoques especiales por medio de lentes o por otros medios.

5 Otro objeto de la presente invención reside en unas unidades de pila solar que tienen características físicas idénticas, y un funcionamiento eficaz cuando están conectadas en serie.

10 Otro objeto de la presente invención reside en una pila solar perfeccionada, que funciona con una gran intensidad de luz incidente.

Otro objeto de la presente invención reside en una pila solar perfeccionada que tiene un "espacio muerto" muy reducido, en comparación con las pilas solares del tipo de uniones verticales ya conocido.

15. Es asimismo objeto de la presente invención una pila solar perfeccionada, en la que la razón o relación de "espacio muerto" de la pila al área activa de la pila es muy reducida.

20 Otro objeto de la presente invención reside en hacer concordar sin rodeos las dimensiones de las unidades de pila y las longitudes de difusión de portadores, para de ese modo conseguir un alto rendimiento de recogida o captación.

25 Es objeto adicional y general del presente invento una pila solar que proporcione cantidades relativamente grandes de energía eléctrica sin necesidad de lentes de enfoque del carácter indicado.

30 Otro objeto adicional es el de realizar una batería o formación perfeccionada de unidades de pila solar que presente una área total de exposición en la cual pueda con-

1 centrarse una energía solar del orden de por lo menos 100
soles, con el fin de dar una salida eléctrica de rendimien-
to relativamente grande.

5 Con arreglo a la presente invención, se forman
unidades de pila solar partiendo de un substrato común, y
el material de cuerpo de cada una de las unidades formadas
partiendo del substrato, ventajosamente, tiene, respecto
al material de cuerpo de cada una de las unidades restantes,
10 la misma relación de separación o distancia que existía en
el substrato primitivo. Cada unidad tiene unos costados o
paredes laterales alargados, y el área de "espacio muerto"
entre costados contiguos de pilas adyacentes se hace sus-
tancialmente menor que el área activa entre los costados
opuestos de cada unidad individual. Además, la distancia
15 entre los costados o paredes laterales opuestos de cada uni-
dad (esto es, la anchura del área activa) está limitada sin
rodeos a una distancia óptima prefijada (relacionada con
la longitud de difusión de portadores de carga minoritarios,
incluidos los efectos de recombinación superficial) tal que
20 la radiación incidente en cualquier punto del área activa
es incidente en un punto separado de por lo menos uno de
los costados de la unidad por una distancia no mayor que
la óptima prefijada. La limitación de la anchura del área
activa de esta manera da la seguridad de que hay siempre
25 luz incidente en un punto próximo a la unión PN, creándose
de ese modo portadores de carga con una gran probabilidad
de que sean recogidos. La reducción del área de "espacio
muerto" unida a la elección adecuada de la anchura del área
activa da a la pila mejores características funcionales,
30 sin necesidad de lentes de enfoque.

1 // Para el logro de los objetos arriba indicados y
otros que puedan desprenderse más adelante, la presente
invención se refiere a una pila solar perfeccionada tal
como se define en las reivindicaciones finales y se des-
5 ccribe en esta Memoria, tomada en consideración junto con
los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- la figura 1 es un corte esquemático en sección
recta de un fragmento de varias unidades de una batería so-
lar anteriormente ideada por los inventores de la presente;

10 - la figura 2 es una vista en sección similar de
un substrato, que muestra un primer corte en ranuras anchas
practicado en el substrato, como primer procedimiento en
la construcción de una pila solar perfeccionada de la pre-
sente invención.

15 - las figuras 3 y 4 son otras vistas en sección
del substrato de la fig. 2, viéndose (en la fig. 3) unas
regiones P⁺ y N⁺ difundidas en el substrato, y viéndose
(en la fig. 4) un corte final en ranuras estrechas practi-
cado en el substrato para formar una pila solar perfeccio-
nada terminada;

20 - la figura 5 es una vista en sección ampliada
de una de las áreas de la pila solar perfeccionada;

- la figura 6 es una gráfica de la respuesta de
corriente de cortocircuito de una determinada unidad parti-
25 cular de pila solar de uniones verticales, de la batería
de la fig. 4;

- la figura 7 es una vista similar a la fig. 5,
que ilustra una variante o modificación; y

30 - las figuras 8 y 9 son unas vistas similares a
la fig. 4, que ilustran otras variantes adicionales.

1 Las formas de ejecución del invento que más adelante se describen se refieren a una pila solar cuyo substrato es de silicio de tipo N. Se sobrentiende, no obstante, que la pila solar de la invención puede estar también
5 realizada con un substrato de polaridad tipo P, caso en el cual se invertiría la polaridad de las demás regiones de la pila, substituyéndose la N por la P, la N^+ por la P^+ , y así sucesivamente. Se sobrentiende asimismo que pueden emplearse también otros tipos de material semiconductor, y
10 que puede emplearse una estructura de heterounión, lo mismo que la estructura de homounión descrita.

Antes de pasar a una descripción detallada del invento, será útil, para lograr una mejor comprensión de las singulares ventajas del mismo, describir la pila solar representada en la fig. 1. La fig. 1 ilustra una disposición o batería de pilas solares que constituye una forma particular de realización de la batería solar de estado sólido descrita en la citada solicitud de patente afín de EE.UU. nº. de serie 689.989, en tramitación. Más en particular, la batería solar ilustrada en la fig. 1 consta de
15 una serie de unidades o pilas solares individuales 105, cada una de las cuales está hecha partiendo de una misma y única pastilla de material semiconductor, siendo luego las unidades conectadas en serie, o bien en subunidades conectadas en serie que luego se conectan en paralelo.
20

Cada una de las pilas solares unitarias 105 ilustradas en la figura 1 consta de un substrato 107 de tipo N. Las pilas solares unitarias 105 están separadas entre sí por unas ranuras 101 formadas mediante ataque químico anisotrópico, para crear unas ranuras de paredes rectas parale-
30

1 las que se extienden atravesando por completo el substrato
común. A lo largo de la pared de cada ranura se forman
unas regiones 103 de tipo P^+ , y a lo largo de la superfi-
cie inferior de cada pila unitaria se forma una región 102
5 de tipo N^+ . En la superficie inferior de cada pila se for-
ma una capa de óxido 108, y en la superficie superior de
cada pila puede formarse un revestimiento de pasivación y
antirreflectante 106. Las ranuras pueden luego rellenarse
10 con un material aislante 109, que puede ser epoxi, vidrio
u otro material aislante adecuado para conseguir un aisla-
miento eléctrico entre las unidades de pila. Como alterna-
tiva, las ranuras pueden dejarse parcial o completamente
abiertas, previéndose otros medios para el soporte estruc-
tural y el mantenimiento de la alineación de las subunida-
15 des. La construcción de la batería en un grupo de unidades
conectadas en serie, en una formación o disposición regu-
lar, se completa interconectando las regiones de tipo P^+
de cada pila con una primera conexión esquemáticamente
indicada con el número 100, conectándose además la región
20 de tipo N^+ de cada pila a las regiones de tipo P^+ de la
pila inmediata contigua por medio de una segunda conexión,
esquemáticamente indicada en 104. También son posibles las
combinaciones de conexión serie-paralelo de grupos de uni-
dades con la formación o batería; tales formas de construc-
25 ción son tema y objeto de otra solicitud de patente afín,
y no son necesarias para la descripción del presente inven-
to.

La luz incide en la región activa 110 de cada pi-
la, y la región activa se define como el área, de la super-
30 ficie del substrato, de que se dispone para recibir la ra-

1 -diación incidente. La luz incidente da origen a un paso de
portadores de carga de un lado al otro de la unión PN for-
mada por las regiones de tipo P⁺ y el substrato, hasta las
regiones de tipo N⁺, y desde estas últimas a las regiones
5 de tipo P⁺ de las sucesivas pilas solares, por medio de la
conexión 104. La conducción de corriente se produce en se-
rie, cruzando las pilas solares individuales hasta un co-
lector de corriente (no representado). Las conexiones indi-
cadas esquemáticamente en la fig. 1, naturalmente, son
10 ilustrativas de las conexiones reales y efectivas realiza-
das entre pilas adyacentes, en las que pueden formarse ta-
les conexiones reales mediante técnicas ya conocidas, de
ataque químico y metalización selectivos, o bien por otros
procedimientos de la microelectrónica.

15 La pila solar representada en la fig. 1, si bien
ofrece una notable mejora sobre las pilas solares de la téc-
nica anterior, requiere una disposición especial de enfoque
para funcionar con un máximo de rendimiento. Tal disposi-
ción de lente de enfoque se describe en la citada solicitud
20 de patente afín de EE.UU., nº. de serie 690.056. Esta dis-
posición de lente incluye una pluralidad de elementos de
lente que enfocan la radiación entrante convirtiéndola en
una pluralidad de haces estrechos, dirigidos de modo que in-
cidan sobre la superficie superior de la pila en un lugar
25 contiguo al plano de cada unión PN, pero desviado o desali-
neado de éste. Tal disposición de enfoque mejora el compor-
tamiento funcional de las pilas por dos razones. En primer
lugar, no se pierde la radiación incidente que se pierde
en la gran área 111 de "espacio muerto" indicada en la fig.
30 1, y que no contribuye esencialmente en nada a la salida de

1 - la pila. Tal como se indica, esta área consta de las regio-
nes contiguas de tipo P⁺ de pilas adyacentes, y del mate-
rial entre ellas. En segundo lugar, la radiación incidente
no se dirige a cualquier parte del área activa 110 sino
5 que, por el contrario, la radiación incidente se dirige a
una región óptima del área activa que, por lo menos en ge-
neral, está adyacente al plano de la unión PN pero desvia-
da o desalineada respecto a éste. El recurso de dirigir la
radiación incidente a este punto óptimo mejora el compor-
10 tamiento funcional de las pilas, porque la radiación enfo-
cada a ese punto (o sea, más cerca de la unión) crea porta-
dores de carga con mucho mayor probabilidad de ser recogi-
dos o capturados que los portadores creados en un lugar
más alejado de la unión.

15 Una extensa labor de investigación realizada por
los inventores de la presente ha determinado en qué lugar
del área activa ha de hallarse situado este punto óptimo,
para lograr un máximo de características funcionales en una
pila solar de silicio, de uniones verticales. El resultado
20 de estas investigaciones se ha reflejado en un artículo
titulado "Improved Performance of Solar Cells for High In-
tensity Application" ("Mejoras en el comportamiento funcio-
nal de las pilas solares para aplicaciones de gran intensi-
dad"), publicado en el protocolo de la XII Conferencia de
25 especialistas de Ingeniería fotovoltaica del IEEE, celebra-
da del 15 al 18 de noviembre de 1976. Tal como en dicho ar-
tículo se dice, los inventores de la presente estaban inte-
resados en la naturaleza de la respuesta de las pilas sola-
res de uniones verticales a la luz incidente enfocada. Por
30 consiguiente, de la Semicon, Inc. de Burlington, Massachussetts

1 (EE.UU.) se obtuvo una batería de pilas solares de uniones
verticales. Con los electrodos de uno y otro lado de una
pila individual se establecieron unos contactos, y la ba-
tería solar se montó en una platina micrométrica. Normal-
5 mente a la superficie de la batería se dirigió una mancha
de luz, obtenida mediante enfoque del haz procedente de un
láser de He-Ne y que tenía un diámetro de aproximadamente
25 a 50 micras, y la platina micrométrica se fue moviendo
por incrementos de 13 micras hasta explorar de un lado a
10 otro, con el haz de láser enfocado, la pila individual se-
leccionada. Para cada lugar de aplicación de la mancha de
luz incidente se midió la corriente de cortocircuito I_{sc}
de la pila, usando para las mediciones una resistencia ex-
terior variable de carga.

15 La curva A' de línea llena de la fig. 6 es una
representación gráfica de la salida de corriente de cor-
tocircuito I_{sc} medida en miliamperios, en función de la
posición de recorrido de la mancha de luz expresada en nú-
mero de intervalos de dos incrementos de avance a contar
20 desde el electrodo (eje horizontal I). Esta curva deja ver
que la salida I_{sc} de la pila es mucho mayor en la región de
tipo N contigua a la unión PN, pero desviada o desalineada
de ésta, cuya localización aproximada está indicada junto
a la línea A de trazo interrumpido. Más en particular, la
25 gráfica de línea llena de la fig. 6 ilustra que el compor-
tamiento funcional de la pila acusa un notable aumento cuan-
do la luz incidente está a una distancia de 25 a 50 micras
de la unión PN.

30 La disminución en I_{sc} mostrada por la gráfica de
línea llena de la fig. 6 cerca del lugar de la unión, junto

1 a A, pero dentro de la región de tipo N situada a la iz-
quierda de A, es atribuible al uso de una mancha de luz de
25 a 50 micras de diámetro para explorar la superficie de
la pila. Una mancha de luz de este diámetro se extenderá
5 entrando en el área de "espacio muerto" que hay entre las
pilas adyacentes, al acercarse al lugar de situación de
la unión. De ello resulta un efecto de "vifietado", o degra-
dación de márgenes, ya que es sólo una porción de la man-
cha de luz la que incide en el área activa de la pila cuan-
do la mancha de luz está cerca del lugar de situación de
10 la unión, lo cual ocasiona una reducción del valor de I_{sc} .
Como se comprenderá, naturalmente, si pudiera usarse una
mancha de luz de diámetro infinitesimal (un verdadero "pun-
to" de luz), la gráfica de línea llena de la fig. 6 no de-
caería tan rápidamente como en la fig. 6 se indica, sino
15 que I_{sc} permanecería en su valor máximo, o próximo a él,
hasta que el punto de luz de diámetro infinitesimal estuvie-
se mucho más cerca del lugar de situación de la unión. Como
el uso de un punto de luz de diámetro infinitesimal es expe-
20 rimentalmente imposible, se ofrece la gráfica de la fig. 6
como prueba experimental práctica de que la I_{sc} muestra
realmente un notable aumento a una distancia aproximada de
25 a 50 micras del lugar de situación de la unión. Asimis-
mo, el uso de una batería de lentes (según la citada soli-
25 citud de patente de EE.UU., nº. de serie 690.056) produce
un haz enfocado que tiene una anchura aproximada de 25 a
50 micras y, por lo tanto, el uso de una mancha de luz de
un diámetro de 25 a 50 micras representa una situación rea-
lista, alcanzable en la práctica.

30

Ha de entenderse también que la anchura óptima de

18098

1 la pila unitaria depende de la longitud de difusión de
portadores minoritarios del material de base. Un material
de base que tuviese distintas longitudes de difusión de
portadores minoritarios modificaría esta distancia de modo
5 acorde, como lo haría un tratamiento del material de base
para mejorar la longitud de difusión de portadores de carga.
Hablando en términos generales, es conveniente que la
distancia máxima que un portador tenga que recorrer para
llegar a la unión PN y ser recogido por ésta, sea menor
10 que la longitud de difusión de los portadores de carga minoritarios.
Para la muestra usada en relación con la fig. 6,
la longitud de difusión (incluidos los efectos de recombinación
superficial) era del orden de 25 a 50 micras.

Basándose en lo que antecede, es posible ver que
15 puede lograrse un mejor comportamiento funcional de las pilas
solares sin el uso de lentes de enfoque: (a) si el área de
"espacio muerto" puede reducirse radicalmente; y, además
(b), si sustancialmente toda la luz que cae en el área activa
puede hacerse incidir en un punto que esté a una distancia
20 no mayor de 25 a 50 micras de la unión PN. La distancia
de 25 a 50 micras es la óptima para este particular
material de base y, naturalmente, esta distancia variaría
con las propiedades del material de base utilizado. La descripción
que sigue se centra en una pila solar perfeccionada que ofrece
25 ventajosamente los dos elementos condicionantes (a) y (b) arriba
definidos, necesarios para un mejor comportamiento funcional de
las pilas solares.

Pasando ahora a describir el presente invento,
en la fig. 2 se ilustra un substrato común 204 de silicio
de tipo N a partir del cual se creará una pluralidad de pi-

1 las solares unitarias individuales. Estas pilas unitarias
se crean todas partiendo del substrato común 204 y, por
tanto, el material de cuerpo de cada unidad de pila tendrá
ventajosamente, en la estructura de pila terminada, las
5 mismas propiedades físicas y orientación cristalográfica
que existían en el substrato primitivo. Este método propor-
ciona unas unidades de pila solar que tienen característi-
cas idénticas en cuanto a material, orientación y propie-
dades físicas, rasgo característico éste que es particu-
10 larmente importante para las unidades de pila conectadas
en serie. Un procedimiento para fabricar pilas o células
partiendo de un substrato común es el que se ha descrito
con detalle en las solicitudes de patente afines, de EE.UU.,
números de serie 689.989 y 796.657, en tramitación; siendo
15 dicha solicitud nº. de serie 796.657 una divisional de la
citada solicitud nº. de serie 689.989. Por lo tanto, no se
repetirán aquí los detalles de fabricación, sino que se so-
brentiende que los métodos de fabricación descritos en di-
chas solicitudes en tramitación pueden utilizarse en la fa-
20 bricación de la pila solar perfeccionada del presente in-
vento.

Con referencia a la fig. 2 puede verse que en el
substrato 204 se ha practicado, por ataque químico, una plu-
ralidad de ranuras 203. Las ranuras 203 no atraviesan por
25 completo el substrato 204 como pasaba en la fig. 1, sino
que están hechas a partir de la superficie inferior del
substrato hasta un punto próximo a la superficie superior
del substrato, pero sin llegar a ella. Nótese que la parte
alta de cada ranura tiene forma de cuña, y no plana. Esta
30 ranura de forma o perfil de cuña, en unión de los costados

1 o paredes laterales verticales, constituye una propiedad
del ataque químico anisotrópico del silicio que tiene una
orientación de superficie $\langle 110 \rangle$; naturalmente, pueden
5 resultar fondos de ranura de otro perfil, según las propie-
dades del tipo particular de mordiente o agente de ataque
químico que se use. Si el ataque químico para las ranuras
se prolongase hasta atravesar por completo el substrato de
silicio, la estructura resultante aparecería idéntica a la
10 representada en la fig. 1, formando las ranuras un corte
completo a través del substrato.

Las ranuras 203 definen parcialmente unas unida-
des individuales de substrato 202 de tipo N que se van a
convertir en unidades de pila solar completas. Las ranuras,
naturalmente, pueden hacerse por ataque químico en el subs-
15 trato a cualquier intervalo de paso o repartimiento desea-
do, para formar las unidades individuales. El intervalo o
paso particularmente elegido es el indicado con W_1 en la
fig. 2 y, como se describirá más adelante, W_1 es aproxima-
damente igual a una dimensión comprendida entre 50 y 100
20 micras, u otra dimensión concreta compatible con la longi-
tud de difusión de los portadores de carga minoritarios.
En la superficie superior del substrato, en la fig. 2, hay
formado un revestimiento antirreflectante 200; y sobre la
superficie inferior hay formada una capa de óxido 201.

25 Tras la formación de las ranuras, se forman unas
regiones de tipo P^+ por difusión, a lo largo de las pare-
des de cada ranura, como se indica en 300 en la fig. 3. Es-
tas difusiones de tipo P^+ siguen los contornos de las ranu-
ras, constituyendo así una unión PN todo alrededor de cada
30 ranura, entre la región de tipo P^+ y el substrato de tipo N.

1 También se forman unas regiones de tipo N^+ a lo largo de
la superficie inferior de cada pila solar unitaria, en 30,
de manera igual a la descrita para el caso de la fig. 1.
Tras el proceso o tratamiento de difusión, en el substrato
5 existe una pluralidad de pilas solares 302 unitarias
que sólo requieren su separación final y su interconexión
para constituir unas unidades de pila individuales comple-
tas.

La fig. 4 ilustra la pila solar perfeccionada
10 completa. La separación de cada pila solar unitaria se ha
conseguido con la formación de unas ranuras muy estrechas
410. Estas estrechas ranuras se hacen ventajosamente me-
diante ataque químico, a partir de la superficie superior
del substrato, hasta formar intersección con las ranuras
15 407, mucho más anchas, que se hicieron partiendo de la su-
perficie inferior del substrato. La separación de las pi-
las, por lo tanto, se consigue con un procedimiento de
ataque químico de dos etapas. A partir de la cara inferior
del substrato se practica, por ataque químico, una prime-
20 ra ranura ancha, hasta un punto próximo a la superficie
superior del substrato pero sin llegar a ésta. A continua-
ción, partiendo de la cara superior del substrato, se prac-
tica, también por ataque químico, una segunda ranura, sus-
tancialmente más estrecha, hasta cortar y de ese modo abrir
25 la ranura primera, mucho más ancha. Alternativamente, como
es natural, podría invertirse el orden de hechura de las
ranuras estrecha y ancha, o incluso podrían hacerse ambas
ranuras al mismo tiempo. Desde luego, se sobrentiende que
la operación de practicar una sola ranura estrecha por ata-
30 que químico a través del substrato sería extremadamente

1 - difícil en esta situación, ya que la razón o cociente de
anchura a profundidad para una ranura estrecha sería, co-
mo tipo, del orden de 60:1 para un ataque químico en dos
5 etapas, o de 30:1 para un ataque químico simultáneo por
ambos lados, sobretendiéndose que la citada razón podría
ser mucho más alta al ser más grueso el substrato utiliza-
do.

La construcción de la pila se completa rellenando las ranuras ancha y estrecha con un material aislante,
10 para dar aislamiento eléctrico a las pilas; como alternativa, las ranuras podrían dejarse parcial o completamente abiertas, previéndose entonces otros medios para el soporte estructural y el mantenimiento de la alineación de las subunidades. El material aislante se indica mediante rayado en las regiones 407 y 410. La interconexión de las di-
15 versas pilas se consigue interconectando las regiones 403 de tipo P^+ de cada pila unitaria, usando una primera interconexión esquemáticamente indicada en 408, y conectando la región 404 de tipo N^+ de cada pila a las regiones de tipo
20 P^+ de la pila inmediata adyacente, usando la conexión esquemáticamente indicada en 409; y, como más arriba se ha hecho notar, ha de reconocerse que pueden hacerse, alternativamente, conexiones de combinación serie-paralelo.

Ahora bien, sea cual fuere la interconexión de las unidades de pila, el paso o circulación de portadores de carga a través de cada subunidad, en respuesta a la luz incidente, es como ya se entiende de ordinario para las pilas de silicio de tipo P^+ , N , N^+ . Para completar la descripción de la fig. 4, el revestimiento antirreflectante y la capa de óxido antes descritos están indicados con los números

1 - 406 y 405, respectivamente.

Como se comprenderá, las conexiones esquemáticamente representadas en la fig. 4 pueden hacerse por métodos selectivos de ataque químico y metalización ya conocidos en la técnica del ramo. Las porciones restantes de las pilas solares unitarias pueden fabricarse por métodos ya conocidos de difusión, ataque químico anisotrópico, oxidación térmica, formación de depósito al vacío, formación de depósito por vapores químicos, fotolitografía y otros, tales como los usados en el campo de la microelectrónica y que, por lo tanto, no se describen aquí con mayor detalle.

Las pilas solares unitarias 400 de la fig. 4, como se verá, son similares en general a las pilas solares unitarias 105 descritas en relación con la fig. 1. Ahora bien, cada unidad de pila solar tiene ahora un área 402 de "espacio muerto" muy pequeña en comparación con el área activa 401. Esta razón o relación de área de "espacio muerto" respecto a área activa es mucho más pequeña que la razón o relación de área de "espacio muerto" respecto a área activa de la fig. 1, debido a haberse dotado a cada pila de una amplia ranura formada por ataque químico a partir de la superficie inferior del sustrato, y de una ranura muy pequeña practicada por ataque químico a partir de la superficie superior del sustrato. Es más, el área de "espacio muerto" en la superficie superior de cada pila está reducida aún más, porque ahora consta de sólo las ranuras estrechas (que pueden estar rellenas de material aislante), y no incluye el área difundida de tipo P^+ de la propia unión. Por el contrario, la unión PN está "sepultada" deba-

1 jo de la superficie sobre la que incide la luz, aumentán-
dose con ello el área activa de la pila. Lo que se ha con-
seguido, por lo tanto, es una reducción espectacular en el
área de "espacio muerto" con una reducción correspondiente
5 en la razón o relación de área de "espacio muerto" respec-
to al área activa. Esta reducción del área de "espacio
muerto" da por resultado una mejora directa e inmediata
del comportamiento funcional de la pila solar, por reduc-
ción de las pérdidas debidas a caída de la radiación inci-
10 dente sobre el área de "espacio muerto", y tal mejora se
logra sin el empleo de lentes de enfoque.

La fig. 5 ofrece una vista ampliada de las ranu-
ras anchas y estrechas que separan las pilas solares indi-
viduales de la fig. 4. Como en ella se indica, la unión
15 PN sepultada se halla a una distancia "d" por debajo de la
superficie, de la pila solar, que recibe la luz incidente.
Como aproximadamente el 80% de la porción absorbible de la
luz solar incidente es absorbida en 25 micras de distancia
de la superficie de la pila (para el caso supuesto del si-
20 licio), la distancia "d" se elige, para mayor ventaja, en
el margen de las 25 micras.

La fig. 5 ilustra también la trayectoria del ra-
yo luminoso incidente en la superficie superior de la pila
solar. Como en ella se indica, el rayo incidente penetra
25 en la pila solar y, al chocar con el lindero de la ranura,
vuelve parcialmente reflejado al material de base y es par-
cialmente transmitido al área de la ranura más ancha. La
luz perdida por transmisión a la ranura más ancha, como
puede verse, es del orden de varias unidades por ciento, o
30 menos, de la luz total que incide en la superficie superior

1 de la pila. Esto contrasta con la cantidad de luz que se
perdería en el área de "espacio muerto", mucho mayor, que
resultaría si las ranuras anchas se hubiesen practicado a
través de todo el substrato según lo indicado en la fig.
5 1. De la inspección de las figuras se desprende que la
pérdida de luz en una área tan grande de "espacio muerto"
sería mucho mayor que la pérdida de luz resultante de la
transmisión al interior de la ranura ancha ilustrada en
la fig. 5. Además, incluso tan pequeña pérdida puede redu-
cirse aún más, metalizando o recubriendo para ello de otro
modo las paredes inclinadas de las ranuras, según lo suge-
rido en la fig. 5.

Por el análisis que antecede se recordará que la
incidencia de la luz en un punto contiguo a la unión PN
15 pero desviado o desalineado respecto de ella da por resul-
tado un mejor comportamiento funcional de la pila solar,
debido a la generación de portadores de carga con mayor
probabilidad de ser recogidos que los portadores generados
en un punto más distante de la unión PN. Este punto de in-
cidencia óptima de la luz, más allá del cual la respuesta
20 de la pila disminuye radicalmente, se halla, según se ha
determinado experimentalmente, a no más de 25 a 50 micras
de la unión PN para el caso particular ilustrado en la fig.
6. Teniendo en cuenta esta determinación experimental, la
25 distancia W_3 entre costados opuestos de cada unidad de pi-
la solar individual (esto es, la anchura del área activa)
se elige, ventajosamente, de modo que esté comprendida en-
tre 50 y 100 micras. La elección de W_3 en este intervalo
da por resultado que el punto medio de cada área activa
30 esté a no más de 25 a 50 micras (máxima distancia aceptable

1 desde la unión, para la luz incidente) de los costados
adyacentes de la pila solar unitaria y, por tanto, de la
unión PN contigua. Por lo tanto, toda la luz que incida
aproximadamente en el punto medio del área activa incide
5 en un punto que, según se ha determinado experimentalmen-
te, es adecuado para un buen comportamiento funcional de
la pila solar. Es más, con referencia a la fig. 6, como
puede verse, la luz que incida en la superficie de la pila
solar en puntos más próximos a la unión PN dará por resul-
10 tado un mejor comportamiento funcional de la pila solar,
en comparación con la luz que incida en lugares más distan-
tes de la unión PN. Por lo que antecede, por lo tanto, pue-
de verse que el comportamiento funcional de la pila solar
se mejora fácilmente sin el uso de lentes especiales de en-
15 foque en la unidad, eligiendo para ello adecuadamente la
anchura del área activa. Un área activa de una anchura
comprendida entre 50 y 100 micras (para un material como
el indicado en la fig. 6) da por resultado que toda la
luz incidente en el área activa incida en un punto separa-
20 do de por lo menos uno de los costados de la unidad (y,
por tanto, de la unión PN) por una distancia no mayor que
la aceptable prefijada, de 25 a 50 micras.

La espectacular mejora en el comportamiento fun-
cional de la pila solar, resultante de una adecuada elec-
25 ción de la anchura del área activa, se ilustra en la fig.
6 mediante la superposición de una gráfica B' de respuesta
de corriente de cortocircuito, a la gráfica A' de línea
llena estudiada más arriba. Más en particular, la línea
vertical en B de la fig. 6 ilustra la situación de una se-
30 gunda unión, retirada aproximadamente a 100 micras del lu-

1 -gar de situación de la primera unión A. Entre estas dos
uniones de A y B se extiende una área activa indicada en
la fig. 6. Esta configuración de dos uniones PN separadas
por un área activa de aproximadamente 100 micras es, natu-
5 ralmente, la configuración de una determinada forma parti-
cular de ejecución del presente invento, arriba estudiada.
La gráfica B' de trazo interrumpido, de I_{sc} , indicada en
la fig. 6 no es sino simplemente la misma gráfica ilustra-
da como A' con línea llena en la fig. 6, pero invertida pa-
10 ra corresponder a la existencia de una unión PN en el lu-
gar de situación B. La relación entre estas dos gráficas
de la I_{sc} puede entenderse fácilmente por referencia al
eje horizontal II ilustrado en la fig. 6, que representa
la I_{sc} en función de la posición de la mancha de luz a
15 partir del lugar de situación de una unión. La leyenda nu-
mérica para la curva A' está superpuesta a la de la curva
B' en el mismo eje horizontal II.

La combinación de las curvas A' y B' en la fig.
6 ilustra espectacularmente la mejora en el comportamiento
20 funcional de la pila solar, resultante de elegir la anchu-
ra del área activa igual a 100 micras. Un área activa de
esta anchura da la seguridad de que toda la luz incidente
en el área activa incide en un punto contiguo al lugar de
situación de la unión pero desviado o desalineado de éste,
25 con lo cual se mejora notablemente la probabilidad de reco-
gida o captación de portadores de carga. Naturalmente, es
evidente que la anchura del área activa podría variar, se-
gún la presente invención, y que entonces la relación posi-
cional o de situación entre las curvas A' y B' variaría en
30 respuesta a la misma. Asimismo, las curvas A' y B' no ilus-

1 tran de qué modo aumenta la I_{sc} cerca de las respectivas uniones PN.

Suponiendo W_1 igual a 100 micras, es interesante asignar números aproximados a las restantes cotas dimensionales de la fig. 5, con el fin de calcular el espectacular aumento de área activa conseguido con el uso del método de fabricación de ranuras estrechas. Más en particular, si se hace W_2 igual a 2,5 micras y W_4 igual a 13 micras, W_3 resulta entonces, naturalmente, igual a 97,5 micras. Con estos valores asignados, es fácil calcular que el tanto por ciento de reducción del área activa debido al método de fabricación de ranuras estrechas es igual a $(2,5/97,5) \cdot 100$, o sea del 2,55%, en tanto que la reducción porcentual de área activa resultante de practicar la ranura ancha completamente pasante a través del substrato es igual a $(13/87) \cdot 100$, o sea del 14,9%. El método de fabricación de ranura estrecha da por resultado, como puede verse, una espectacular mejora al aumentar el área activa de cada pila solar unitaria.

En conclusión, el comportamiento funcional de las pilas solares se mejora mediante la construcción de unas pilas solares que difieren notablemente, en dos aspectos o maneras, de las pilas solares de la técnica ya conocida. En primer lugar, la región de "espacio muerto" se reduce radicalmente, formándose para ello una primera ranura amplia a partir de la superficie inferior de la pila y una segunda ranura muy estrecha a partir de la superficie superior de la pila. En segundo lugar, el área activa de cada pila se elige, ventajosamente, de modo que sea de 50 a 100 micras, de tal modo que toda la luz incidente sobre el área

1 activa incida en un punto separado de por lo menos uno de
los costados de la unidad a una distancia no mayor de un
valor prefijado. Estos dos métodos dan por resultado un
comportamiento funcional mejorado de la pila, sin necesi-
5 dad de usar lentes especiales de enfoque de la unidad.

La figura 7, como se reconocerá, es estructural-
mente igual a la fig. 5, salvo en el hecho de que las unio-
nes PN no están ya sepultadas. Así, en la fig. 7, las dos
regiones de ranura 410 y 407 se habrán definido y ejecuta-
do por ataque químico completamente, antes de la difusión
para formar las regiones de tipo P^+ que ahora se extienden
10 por todo el camino hasta el revestimiento antirreflectante
de la superficie de exposición del sustrato. De preferen-
cia, la etapa de difusión es de breve duración, con lo
cual la unión PN queda relativamente próxima a la superfi-
15 cie de la pared de la ranura. Por ejemplo, para un substra-
to de silicio, un plano de unión PN adecuado para una expo-
sición de gran intensidad puede establecerse aproximadamen-
te a 2,5 micras por debajo de la superficie de ranura tra-
20 tada; y si se aplica un revestimiento metálico (por ejemplo,
níquel químico o no electrolítico), la región de tipo P^+
puede ser aún más somera, aproximándose a las 0,25 micras.

Así, en la fig. 7, en la superficie de exposi-
ción, la unión PN quedará al descubierto en cada costado
25 de las ranuras estrechas 410, reduciéndose con ello el área
de exposición útilmente efectiva de cada unidad de pila,
tal como está sugerido por la designación W_3' de "área ac-
tiva" ligeramente reducida y por la designación W_2' de
"espacio muerto" ligeramente agrandado de la fig. 7. No
30 obstante, para el caso de las uniones PN formadas a tan es-

1 — casa profundidad en el material del sustrato, la pérdida
de características funcionales en comparación con la con-
figuración de unión sepultada de las figs. 4 y 5 puede ser
pequeña y, en verdad, relativamente insignificante. Cierto
5 es que la manufactura se simplifica efectuando las etapas
de ataque químico antes de la difusión de tipo P^+ , y la
mejora de comportamiento funcional respecto a la configura-
ción de la fig. 1 sigue siendo tan sustancial que permite
la exposición directa a una luz de gran intensidad sin ne-
cesidad de usar una configuración de lentes especiales
10 como en la citada solicitud de patente, de EE.UU., n.º. de
serie 690.056.

Las figs. 8 y 9 ilustran otra variante de la in-
vención, ilustrándose dicha variante en su aplicación a
uniones PN "sepultadas", en la figura 8, y en su aplicación
15 a uniones PN "no sepultadas", en la fig. 9. La ventaja de
estas formas de ejecución reside en el problema, enormemen-
te simplificado, de la conexión en serie de unidades de pi-
la contiguas 800 (o 900), simplificación proveniente del
hecho de que las uniones PN se producen por difusión de ti-
20 po P^+ en un solo costado 811-812 (o 911-912) para cada ra-
nura sucesiva 807 (o 907); formándose, igualmente, regiones
de tipo N^+ sólo en el otro costado 813-814 (o 913-914)
para cada ranura sucesiva 807 (907). En la fig. 8, las re-
25 giones indicadas de tipo P^+ y N^+ terminan a corta distan-
cia de la superficie de exposición a la radiación, de la
batería solar, quedando las uniones PN, pues, sepultadas de
bajo de dicha superficie; y en la fig. 9, las regiones P^+
y N^+ se extienden hasta la superficie de exposición, pero
30 el número de uniones PN en la superficie de exposición es

1 - la mitad del número que caracteriza a la forma de ejecu-
ción de la fig. 7. La conexión en serie de las unidades de
pila contiguas está indicada esquemáticamente por unos con-
ductores 815 (915), pero se sobrentiende que pueden adop-
5 tarse para tal conexión diversos métodos específicos, se-
gún la aplicación concreta de la batería de pilas resul-
tante. Por ejemplo, las ranuras enteras 807 (907) pueden
rellenarse de un material eléctricamente conductivo, tal
como un metal; como alternativa, pueden rellenarse sólo
10 las regiones confinadas cerca de la superficie de exposi-
ción, como la ranura 810 hasta la profundidad D_1 en la fi-
gura 8, o la ranura 910 hasta la profundidad D_2 en la fig.
9, dejándose así el importante volumen incluido de las re-
giones de ranura más anchas 807 (907) para acomodar dentro
15 de él una circulación de líquido de intercambio o transmi-
sión de calor que sirva al doble propósito de extraer ca-
lor útil y enfriar la batería, al propio tiempo que se ex-
trae su energía eléctrica de salida. Aún más, las unidades
de pila contiguas 800 (900) pueden estar fijamente reteni-
20 das por medio de vidrio, cuarzo u otros medios de placa
transparente, unidos o adheridos a las superficies anterior-
es o posteriores de estas unidades, con unos medios de in-
terconexión sostenidos por una sola placa, dejándose así
ranuras sin rellenar, para usos especiales, tales como la
25 refrigeración.

Para fabricar las configuraciones P^+ , N^+ de pared
de ranura caracterizada según las figs. 8 y 9, la forma-
ción por ataque químico de las ranuras puede realizarse del
modo arriba descrito, pero con proporciones de anchura de
30 ranura ligeramente más estrechas o ajustadas que las que

1 se vayan a aplicar finalmente en la batería terminada. A
continuación puede aplicarse una difusión de tipo P^+ a
ambas paredes de todas las ranuras, cortándose luego una
de las paredes para establecer la anchura final de la ra-
5 nura, mediante un ataque químico localizado para dejar al
descubierto el silicio desnudo o despojado. Una manera de
lograr este resultado es la de oxidar todas las paredes
de ranura después de efectuada la difusión de tipo P^+ , y
usar luego una mascarilla de protección de ranuras más es-
10 trechas (y colocada con una ligera desviación o desalineación
lateral) para efectuar un ataque químico anisotrópico
localizado detrás del revestimiento de óxido de una de las
paredes, usando un material (por ejemplo, la hidracina) que
no ataque al revestimiento de óxido de la otra pared; la
15 difusión P^+ de dicha otra pared seguirá protegida por su
revestimiento de óxido, de modo que una difusión de tipo
 N^+ sólo actuará sobre la pared de silicio desnudo, después
de lo cual puede quitarse el revestimiento de óxido de la
pared que tiene la difusión de tipo P^+ .

20 Si bien la invención se ha descrito con detalle
para unas formas preferidas de ejecución de la misma, se
sobrentiende que pueden hacerse modificaciones sin salirse
del ámbito de la invención. Por ejemplo, la sucesión de
paredes de ranura caracterizadas de tipo P^+ y N^+ puede
25 aplicarse fácilmente a paredes alternas, sea cual fuere
la configuración de la ranura: ya sea de paredes rectas
como en la fig. 1, o sea de otro modo como en la citada so-
licitud de patente de EE.UU., nº. de serie 689.989. Asimis-
mo, cuando en la fig. 8 (y en la fig. 9) se estén usando
30 los mismos materiales estudiados en relación con las figs.

1 - 4 y 5, es de notar que la anchura de la pila unitaria puede ser menor que en relación con las figs. 4 y 5, en reconocimiento del hecho (ilustrado en la fig. 6) de que la luz incidente ha de chocar con la superficie de exposición de cada unidad de pila en una distancia comprendida entre 25 y 75 micras (esto es, aproximadamente a 50 ± 25 micras) de la unión PN cercana.

10

15

20

25

30

18098

1

- REIVINDICACIONES -

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

30

18098

1ª.- Una disposición de pilas solares de semiconductor, que comprende una pluralidad de unidades separadas o distanciadas, paralelas y alargadas, formadas a partir de un substrato común, estando el material de cuerpo de cada una de dichas unidades compuesto de material de un primer tipo de conductividad y teniendo la misma relación de distancia de separación respecto al material de cuerpo de otra de dichas unidades que en el substrato primitivo del cual están hechos, teniendo cada unidad unos costados o paredes laterales erguidos y teniendo entre ellos una superficie superior, destinada a quedar expuesta para recibir la radiación incidente, y una superficie inferior, estando los costados contiguos de las unidades adyacentes separados, en la juntura con dicha superficie superior, a menor distancia que la de su separación en la juntura con dicha superficie inferior, incluyendo uno de los costados, por lo menos, de cada unidad una región de un segundo tipo de conductividad, y extendiéndose unas conexiones óhmicas entre la región del segundo tipo de conductividad de una de las unidades y una región del primer tipo de conductividad de una unidad adyacente.

2ª.- La disposición de pilas solares de la reivin

1 - dicación 1ª, en la que el otro o segundo costado de cada
unidad incluye una segunda región localizada de una mayor
concentración de impureza en el material del primer tipo
de conductividad, estando dichas conexiones óhmicas con
5 las regiones del primer tipo de conductividad hechas con
las citadas segundas regiones localizadas.

3ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 1ª, en la que dicha región localizada de un se-
gundo tipo de conductividad se extiende subiendo hasta un
10 punto próximo a dicha superficie superior pero sin llegar
a ella, con lo cual dicha región del segundo tipo de con-
ductividad queda sepultada debajo de la superficie superior
de dicha pila.

4ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 1ª, en la que dicha región localizada de un se-
gundo tipo de conductividad se extiende subiendo hasta sus-
tancialmente dicha superficie superior, y en la que: (a)
dicha región del segundo tipo de conductividad es de tan
somera o escasa profundidad en dicho material del primer
20 tipo de conductividad, y (b) la distancia de separación
entre costados en la superficie superior es tan pequeña
comparada con el paso entre unidades, o distancia entre
los espacios que separan a éstas, medido en la superficie
superior, que el área total de superficie superior inclui-
25 da, abarcada por dichas unidades separadas o distanciadas
que componen la pluralidad, está, sustancialmente por en-
tero, caracterizada por el citado primer tipo de conducti-
vidad.

5ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 1ª, en la que los costados contiguos de las
30

1 - unidades adyacentes están caracterizados por unas pendien-
tes o inclinaciones convergentes, próximas pero desviadas
o desalineadas respecto de la superficie superior, tenien-
do cada una de dichas pendientes una inclinación que les
5 permite reflejar lateralmente la radiación incidente que es
sustancialmente normal a la superficie superior y penetra
en ella hasta la pendiente de la pared lateral asociada.

6ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 5ª, en la que cada una de dichas pendientes
10 tiene un revestimiento de un material reforzante de la re-
flexión.

7ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 3ª o la 4ª, en la que ambos costados o paredes
laterales de cada unidad tienen unas regiones del segundo
15 tipo de conductividad similares.

8ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 1ª, en la que los costados contiguos de las
unidades adyacentes tienen entre ellos una primera porción
de espacio de separación que se extiende a partir de la su-
20 perficie inferior hasta un punto próximo a la superficie
superior, pero sin llegar a ella, y una segunda porción
de espacio de separación, sustancialmente menor, conectada
a la primera porción de espacio de separación y que se ex-
tiende a partir de dicho punto hasta la superficie superior.

9ª.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 8ª, en la que dicha región localizada del se-
gundo tipo de conductividad se extiende a lo largo de por
lo menos dicho costado primeramente citado, estando dicha
región por debajo de dicho punto y llegando sustancialmen-
30 te hasta el mismo, de tal modo que la citada región del se-

1 - gundo tipo de conductividad queda sepultada por debajo de la superficie superior.

5 10ª.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 8ª, en la que dicha región localizada del segundo tipo de conductividad se extiende a lo largo de por lo menos una porción de cada costado de cada unidad, estando dicha región por debajo de dicho punto y llegando sustancialmente hasta el mismo, de tal modo que dichas regiones del segundo tipo de conductividad quedan sepultadas por debajo de la superficie superior.

15 11ª.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 9ª, en la que la distancia entre los costados contiguos de unidades adyacentes, en dicho punto, es sustancialmente menor que la distancia entre los costados opuestos de una unidad individual.

20 12ª.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 11ª, en la que la distancia entre los costados contiguos de unidades adyacentes, en la superficie inferior de cada unidad, es sustancialmente mayor que la distancia entre los costados contiguos de unidades adyacentes en dicho punto.

25 30 13ª.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 12ª, en la que dicha superficie superior que se extiende entre los costados opuestos de una unidad individual separa los costados o paredes laterales a una distancia fija, limitándose dicha distancia fija al doble de una distancia óptima prefijada, de tal modo que la radiación incidente en cualquier punto de dicha superficie superior incide en un punto separado, respecto de por lo menos uno de los costados de la unidad, por una distancia no ma-

1 - yor que dicha distancia óptima prefijada.

14^a.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 13^a, en la que el valor máximo de dicha distancia óptima prefijada es de aproximadamente 50 micras.

5 15^a.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 1^a, en la que unos primeros costados correspondientes de dichas unidades incluyen cada uno una región de un segundo tipo de conductividad, por lo menos en un punto próximo a la superficie superior pero sin llegar a ella; y unos segundos costados correspondientes de dichas unidades incluyen cada uno una región de dicho primer tipo de conductividad, por lo menos en un punto que se halla en contigüidad opuesta respecto a dicho punto del segundo tipo de conductividad.

15 16^a.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 2^a o la 15^a, en la que dicha conexión óhmica es una carga de relleno de metal que cierra efectivamente el espacio de separación entre unidades.

20 17^a.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 2^a o la 15^a, en la que cada una de dichas conexiones óhmicas es una carga de relleno de metal esencialmente limitada a la región más estrecha de cada espacio de separación entre unidades, estando la región más ancha de cada espacio de separación entre unidades sin llenar y, por lo tanto, estableciendo un paso para conducir una corriente de circulación de líquido de intercambio o transmisión de calor.

25 18^a.- La disposición de pilas solares de la reivindicación 8^a, en la que la primera porción de espacio de separación está delimitada por un primer par de costados de

1 - unidad, paralelos y separados entre sí por una primera
distancia, y la segunda porción de espacio de separación
del área de espacio muerto está delimitada por un segundo
par de costados de unidad, paralelos y separados entre sí
5 por una segunda distancia, siendo dicha primera distancia
sustancialmente mayor que dicha segunda distancia.

19^a.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 18^a, en la que dicha segunda distancia está li-
mitada al doble de una distancia óptima prefijada, de tal
10 modo que la radiación incidente en cualquier punto de di-
cha superficie superior incide en un punto separado, res-
pecto de por lo menos uno de los costados de la unidad,
por una distancia no mayor que dicha distancia óptima pre-
fijada.

15 20^a.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 19^a, en la que el valor máximo de dicha distan-
cia óptima prefijada es de aproximadamente 50 micras.

20 21^a.- La disposición de pilas solares de la rei-
vindicación 18^a, en la que entre dichas porciones de espa-
cio de separación primera y segunda hay una porción de es-
pacio intermedio, delimitada ésta por un tercer par de cos-
tados de unidad, separados y no paralelos, siendo dichos
costados separados y no paralelos divergentes en la direc-
ción de dicha primera porción de espacio de separación.

25 22^a.- Una disposición de pilas solares de semi-
conductor.

1 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

5 Esta Memoria consta de treinta y cinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 26. SET. 1978

P.A.

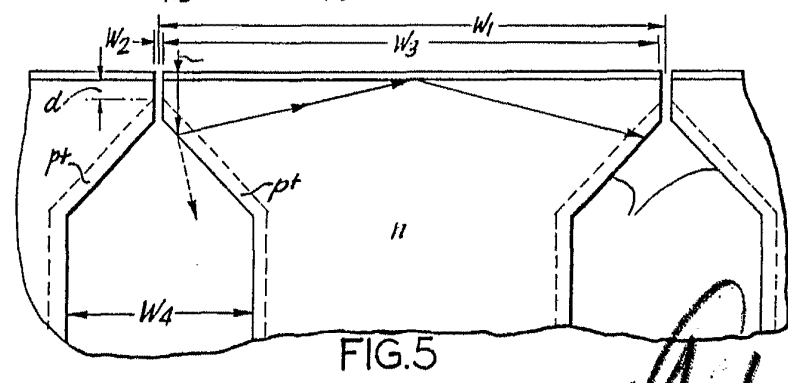
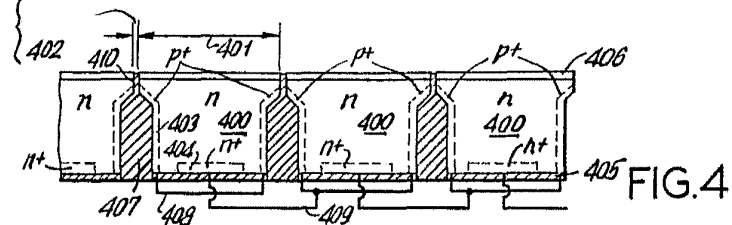
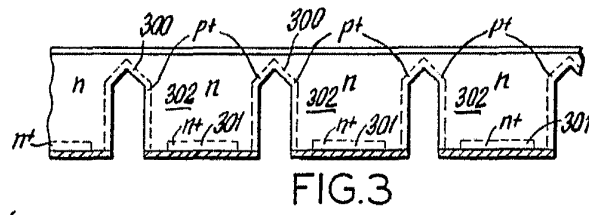
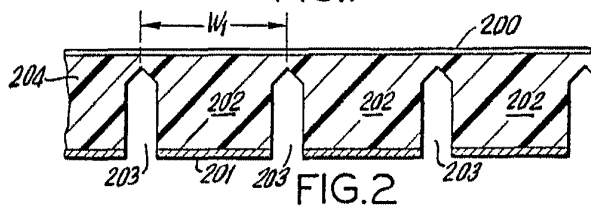
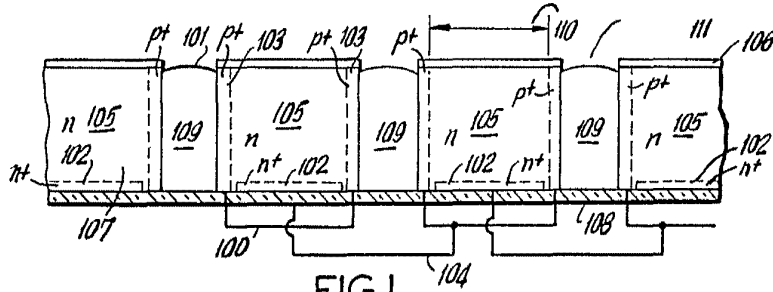
Alberto de Elizaburu
Per Poder,

10

15

20

25



Alberto de ...
For Poster,

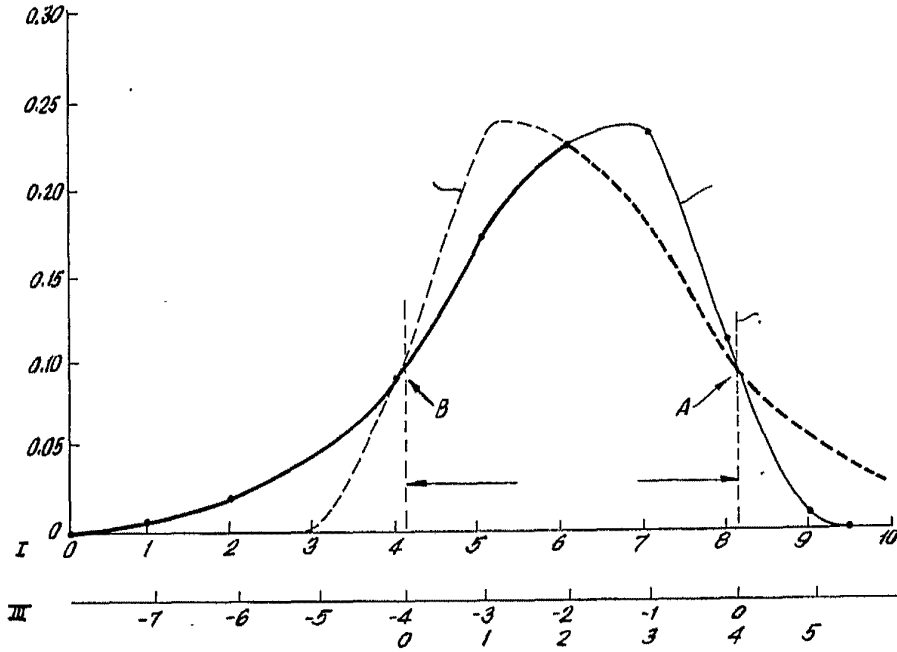


FIG.6

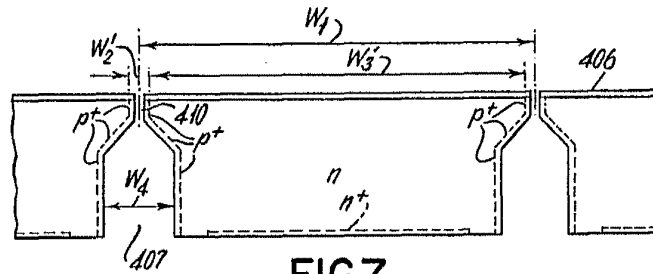


FIG.7

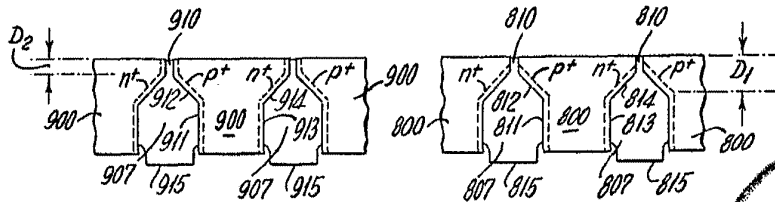


FIG.9

FIG.8

Alberto de Szabó