

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 095**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/101** (2006.01)

**H02K 29/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2015 PCT/EP2015/072801**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016 WO16055369**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2015 E 15771649 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 3204964**

54 Título: **Transistor de efecto fotovoltaico y motor fotovoltaico de potencia aumentada asociado**

30 Prioridad:

**07.10.2014 FR 1459605**

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

**07.02.2019**

73 Titular/es:

**SAUREA (100.0%)  
8 Rue Marcelin Berthelot  
89000 Auxerre, FR**

72 Inventor/es:

**COTY, ALAIN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 699 095 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**

Transistor de efecto fotovoltaico y motor fotovoltaico de potencia aumentada asociado

**Dominio de la invención**

5 La presente invención concierne a un transistor de efecto fotovoltaico así como a un motor fotovoltaico de potencia aumentada asociado.

La invención se sitúa en el dominio de la optróica y encuentra una aplicación particularmente ventajosa para los dispositivos pasivos que no necesitan ningún componente de desgaste.

**Estado de la técnica**

10 De manera convencional y exclusiva, las células fotovoltaicas son utilizadas para producir energía eléctrica. Estas células fotovoltaicas se comportan como fotopilas que liberan una corriente continua proporcional a la irradiancia a la cual están sometidas. La cara superior, expuesta a la luz, constituye el cátodo (polo de signo negativo), y la cara opuesta desempeña el papel de ánodo (polo de signo positivo).

15 Las Figuras 1 y 2 del estado de la técnica ilustran una célula fotovoltaica 10 que comprende un cátodo 11 y un ánodo 12 conectados por una unión 13. Cuando la célula fotovoltaica 10 es irradiada por una luz 14, y una carga Rc está conectada a sus bornes, circula una corriente continua Ic en la carga Rc. Muy frecuentemente, esta carga Rc es, o bien un motor eléctrico que funciona directamente sobre la corriente continua, o bien un motor alternativo, a través de un ondulator que convierte la corriente continua en corriente alterna, o bien una batería que permite restituir la energía eléctrica en ausencia de sol, o bien incluso un convertidor que inyecta la corriente alterna en la red.

20 De manera convencional, el ánodo 12 de una célula fotovoltaica 10 se conecta eléctricamente por medio de cintas de cobre 20 soldadas sobre pistas plateadas 21 delgadas tales como las representadas sobre las Figuras 9a y 9b, luego se adhiere la célula fotovoltaica 10 sobre una placa eléctricamente aislante y poco conductora del calor; así es como se realizan industrialmente los paneles solares.

25 Además de este funcionamiento clásico de las células fotovoltaicas, la solicitud internacional de patente N°WO 2012/069447, así como la publicación científica "*Photovoltaic transistors based on a steady-state internal polarization effect in asymmetric semiconductor superlattices*, Chun-Ting Liu and Serge Luryi, *Appli. Phys. Lett.*, Vol. 59, No. 4, 22 July 1991" describen la utilización de un transistor de efecto de campo asociado a una célula fotovoltaica. El transistor de efecto de campo es utilizado en la conmutación entre dos estados: un estado bloqueado cuando no hay luz y un estado saturado cuando hay luz suficiente.

30 Sin embargo, esta tecnología necesita utilizar dos componentes asociados: una célula fotovoltaica y un transistor de efecto de campo. Además, los transistores de efecto de campo presentan un envejecimiento mucho más importante que las células fotovoltaicas, lo cual limita su utilización en dispositivos autónomos y de muy escaso mantenimiento.

El documento EP 0 177 275 A2 describe a un captador fotovoltaico utilizable como un captador de imágenes, en el cual un fotodetector está sometido a una tensión que permite hacer circular una corriente por una carga eléctrica, siendo esta corriente función de la luz incidente sobre el fotodetector.

35 El documento US 5 705 807 A divulga a un captador fotoeléctrico que comprende un fotodetector.

**Exposición de la invención**

La presente invención pretende remediar los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo reproducir el comportamiento de un transistor con la ayuda de una sola célula fotovoltaica conectada en inversa.

40 Con este fin, según un primer aspecto, la invención concierne a un transistor de efecto fotovoltaico, apto para conmutar una corriente de gran amplitud, que comprende una célula fotovoltaica provista de un cátodo y de un ánodo conectados por una unión, así como una superficie de irradiancia, estando sometida dicha célula fotovoltaica a una tensión, estando conectado el nivel de tensión más alto al cátodo y estando conectado el nivel de tensión más bajo al ánodo, unos medios para hacer circular una corriente por una carga conectada a dicha célula fotovoltaica, siendo dicha corriente proporcional a una irradiancia de dicha célula fotovoltaica, a un área de una superficie irradiada de la superficie de irradiancia y a un factor que traduce el rendimiento de dicha célula fotovoltaica bajo una irradiancia de referencia cuando se irradia toda su superficie de irradiancia, estando colocada dicha célula fotovoltaica entre el generador de tensión y la carga.

50 La invención permite así reproducir las características de un transistor de unión polarizado en función de la luz que éste recibe. Este modo de funcionamiento particularmente contrario al previsto de una célula fotovoltaica permite obtener las propiedades eléctricas de un transistor, denominado de efecto fotovoltaico, y eliminar los problemas de desgaste de los componentes tradicionales.

Según un modo de realización, el producto de la irradiancia de dicha célula fotovoltaica y de dicha superficie irradiada representa una corriente que circula por la base de un transistor de unión. Este modo de realización permite recuperar la corriente de base de un transistor de unión clásica.

5 Según un modo de realización, el factor que traduce el rendimiento de dicha célula fotovoltaica bajo una irradiancia de referencia cuando se irradia toda su superficie de irradiancia, es asimilado a una ganancia de un transistor de unión. Este modo de realización permite recuperar la ganancia de un transistor de unión clásica.

10 Según un modo de realización, el transistor de efecto fotovoltaico contiene un obturador de la superficie de irradiancia apto para modificar el área de dicha superficie irradiada. De la misma manera que un transistor de unión, el transistor de efecto fotovoltaico puede funcionar, en todo o nada, como un simple interruptor capaz de conmutar casi instantáneamente la corriente  $I_c$  que circula por la carga  $R_c$ . En esta aplicación, permaneciendo constante la superficie del cátodo, el paso de la oscuridad a la irradiancia es obtenido o bien por un obturador opaco móvil de desplazamiento rápido, o bien por una fuente de luz brillante (también llamada "flash" en la literatura anglosajona).

Según un modo de realización, el ánodo del transistor de efecto fotovoltaico está fijado, por toda su superficie, sobre una hoja metálica conductora por medio de un adhesivo conductor.

15 Según un modo de realización, dicho adhesivo está constituido por una resina orgánica con un alto contenido de polvo metálico, por ejemplo un adhesivo con alta carga de cobre. Este modo de realización permite obtener una excelente conductividad eléctrica y térmica.

20 Según un modo de realización, dicha hoja metálica conductora es una hoja de cobre o una lámina de hierro-níquel. El soporte de cobre laminado sobre un substrato en vidrio epoxidado eléctricamente aislante es empleado industrialmente para la fabricación de los circuitos impresos destinados a recibir componentes electrónicos. Para una fabricación más precisa, es posible perfeccionar la unión mecánica entre el transistor de efecto fotovoltaico y su soporte reemplazando la hoja de cobre por una lámina de hierro-níquel cuyo coeficiente de dilatación térmica es próximo al del silicio con el cual se fabrica el transistor a efecto fotovoltaico.

25 Según un modo de realización, el transistor de efecto fotovoltaico comprende un substrato eléctricamente aislante adherido sobre una plantilla de aleación de aluminio. Este modo de realización permite favorecer la disipación térmica del transistor de efecto fotovoltaico.

Según un modo de realización, el transistor de efecto fotovoltaico comprende una capa de protección de resina de poliepóxido. Este modo de realización permite proteger el transistor de efecto fotovoltaico de las agresiones mecánicas y climáticas.

30 Según un segundo aspecto, la invención concierne a un motor fotovoltaico que contiene un estator que comprende bobinas que forman las fases del motor, un rotor situado en el interior del estator, una fuente de tensión realizada a partir de células fotovoltaicas, un circuito de conmutación compuesto por lo menos de dos transistores de efecto fotovoltaico según el primer aspecto de la invención, y un disco obturador vinculado en rotación con el rotor que contiene una ventana apta para irradiar de forma secuencial los transistores de efecto fotovoltaico.

### 35 **Breve descripción de los dibujos**

Se comprenderá mejor la invención con la ayuda de la descripción, hecha a continuación a título puramente explicativo, de los modos de realización de la invención, con referencia a las Figuras, en las cuales:

- la Figura 1 (estado de la técnica) ilustra una representación esquemática de una célula fotovoltaica;
- la Figura 2 (estado de la técnica) ilustra una representación eléctrica de una célula fotovoltaica conectada a una carga;
- 40 - la Figura 3 ilustra una representación eléctrica del transistor de efecto fotovoltaico según un primer modo de realización de la invención (Figura 3a: carga sobre el cátodo, Figura 3b: carga sobre el ánodo);
- la Figura 4 ilustra una representación esquemática del transistor de efecto fotovoltaico según un segundo modo de realización de la invención;
- 45 - la Figura 5 ilustra una representación eléctrica del transistor de efecto fotovoltaico conectado a una carga sobre el cátodo según el modo de realización de la Figura 4;
- la Figura 6a ilustra una representación esquemática gráfica de las variaciones de la tensión del transistor de efecto fotovoltaico de la Figura 4 en función de la superficie irradiada;
- la Figura 6b ilustra una representación esquemática gráfica de las variaciones de la corriente del transistor de efecto fotovoltaico de la Figura 4 en función de la superficie irradiada;
- 50 - la Figura 6c ilustra una representación esquemática gráfica de las variaciones de la resistencia interna del transistor de efecto fotovoltaico de la Figura 4 en función de la superficie irradiada;

- la Figura 7 ilustra una representación esquemática gráfica de las variaciones de la corriente del transistor de efecto fotovoltaico de la Figura 4 en función de la tensión;

- la Figura 8 ilustra una representación esquemática gráfica de las variaciones de la potencia del transistor de efecto fotovoltaico de la Figura 4 en función de la tensión;

5 - la Figura 9 ilustra una representación esquemática de una célula fotovoltaica (Figura 9a: vista desde arriba, Figura 9b: vista desde abajo);

- la Figura 10 ilustra el transistor de efecto fotovoltaico de la Figura 4 en una vista desde arriba;

- la Figura 11 ilustra una representación esquemática de un transistor de efecto fotovoltaico según un tercer modo de realización (Figura 11a, vista desde abajo, Figura 11b, vista desde arriba y Figura 11c, vista en corte lateral); y

10 - la Figura 12 ilustra una representación esquemática de un motor fotovoltaico según un primer modo de realización.

### Descripción detallada de los modos de realización de la invención

La Figura 3a ilustra una célula fotovoltaica 10 que funciona como un transistor cuando la célula fotovoltaica 10 está colocada entre un generador de tensión y una carga Rc que desempeña el papel de receptor. El cátodo 11 está conectado al polo positivo Va+ de una fuente de tensión Va a través de la carga Rc, el ánodo 12, por su parte, está conectado al polo negativo Va- de esta misma fuente Va. De manera evidente, la carga Rc puede ser aplicada indistintamente sobre el cátodo 11 o sobre el ánodo 12. En el modo de realización de la Figura 3b, la carga Rc está aplicada sobre el ánodo 12.

En estas configuraciones, para una tensión de alimentación Va y una carga Rc dadas, la corriente Ic que circula por la carga, es proporcional a la irradiancia Pe (en W / m<sup>2</sup>), al área de la superficie St (en m<sup>2</sup>) irradiada, y a un factor β que traduce el rendimiento de la célula fotovoltaica 10 bajo una irradiancia de referencia (por ej. de 1000 W / m<sup>2</sup>) cuando toda su superficie es irradiada. El producto Pe \* St desempeña el mismo papel que la corriente que circula por la base de un transistor de unión, y el factor β puede ser asimilado a una ganancia. En esta configuración particularmente contraria a la prevista, la célula fotovoltaica 10 reproduce de este modo el funcionamiento de un transistor para el cual las transiciones son inducidas por un efecto fotovoltaico. Este modo de funcionamiento de una célula fotovoltaica se denominará transistor de efecto fotovoltaico.

De la misma manera que un transistor de unión, un transistor de efecto fotovoltaico 30 puede funcionar, en todo o nada, como un simple interruptor capaz de conmutar casi instantáneamente la corriente Ic que circula en la carga Rc. En esta aplicación, la superficie de irradiancia S del cátodo permanece constante, el paso de la oscuridad a la irradiancia se obtiene o bien por un obturador opaco móvil de desplazamiento rápido, o bien por una fuente de luz brillante (igualmente denominada "flash" en la literatura anglosajona).

Según las Figuras 4 y 5, otra forma de utilizar el transistor de efecto fotovoltaico 30 consiste en, bajo una irradiancia constante, hacer variar progresivamente el área de la superficie St irradiada desplazando una pantalla opaca 16 entre el cátodo 11 y la fuente luminosa 14. Siendo proporcional la corriente Ic al área de la superficie irradiada St, se manifiesta una variación de corriente Ic en función del desplazamiento de la pantalla 16 en la carga Rc.

La medición de la tensión Vc en los bornes del transistor de efecto fotovoltaico, y de la corriente Ic que circula en el transistor de efecto fotovoltaico 30 en función de la superficie irradiada St, permite dibujar dos gráficas lineales: la primera se representa en la Figura 6a y traduce la variación de la Vt (St) = a \* St + b, la segunda se ilustra en la Figura 6b y representa la variación simultánea de corriente de It (St) = c \* St + d. La relación Vc/Ic entre estas dos funciones

lineales se traza en la Figura 6c y revela una función homográfica  $R_t(St) = \frac{a*St+b}{c*St+d}$  que tiene la dimensión de una resistencia. Por esta razón, Rt se considera una "resistencia interna del transistor del efecto fotovoltaico".

La Figura 6c ilustra las variaciones de la resistencia interna en función de la superficie irradiada St. La resistencia interna varía entre una resistencia de oscuridad Rd y una resistencia de irradiancia máxima Re. La resistencia Rd es particularmente fácil de medir puesto que no depende de la irradiancia. Además, esta resistencia Rd permite caracterizar la calidad de fabricación del transistor de efecto fotovoltaico. Un valor demasiado alto de Rd (incluso infinito) es indicativo de una conexión defectuosa del transistor de efecto fotovoltaico, y, por el contrario, cuando Rd es demasiado bajo, esto indica un cortocircuito (parcial) durante la fabricación del transistor de efecto fotovoltaico. La resistencia Re, por su parte, caracteriza la capacidad del transistor de efecto fotovoltaico 30 para dejarse atravesar por una corriente de gran amplitud, presentando sólo una baja resistencia al paso de esta corriente. Cuanto menor es Re, menos elevada es la energía disipada en el transistor de efecto fotovoltaico 30, y mejor es el rendimiento de la conmutación.

La Figura 7 ilustra la variación de corriente Ic, ya no en función del área de la superficie irradiada St, sino de la caída de tensión Vc cuando toda la superficie S del transistor de efecto fotovoltaico 30 está bajo una irradiancia constante. Las variaciones de corriente Ic se pueden describir por una ecuación de la forma It (Vt) = Icc + Id \* (e<sup>k\*Vt</sup> - 1), donde Icc corresponde a una corriente de cortocircuito puesto que, para este valor, la tensión en los terminales del transistor

fotovoltaico 30 es cero. Así, en la Figura 7, aparecen dos zonas a uno y otro lado de la denominada corriente de "cortocircuito". La primera, ubicada en el primer cuadrante Q1, muestra un funcionamiento puramente de disipación del transistor de efecto fotovoltaico. La corriente  $I_t$  ahí es casi constante a pesar de una variación importante de la tensión  $V_c$ . Esto da como resultado una variación lineal y significativa de la potencia disipada en el transistor de efecto fotovoltaico 30, tal como se describe en la Figura 8. Por el contrario, el segundo cuadrante Q2 revela un funcionamiento como generador. La corriente  $I_c$  crece muy rápidamente, pero la tensión (negativa) conserva una pequeña amplitud. Esto significa que, en este segundo cuadrante Q2, la potencia disipada por el transistor de efecto fotovoltaico 30 es constantemente baja, y contribuye poco a su calentamiento. El valor negativo de la potencia disipada confirma el hecho de que el transistor de efecto fotovoltaico 30 funciona como generador.

Con el fin de evitar que el transistor de efecto fotovoltaico 30 se caliente de forma perjudicial para el buen funcionamiento del transistor de efecto fotovoltaico, es recomendable dimensionar la carga de  $R_c$  y ajustar la tensión de alimentación  $V_a$  con el fin de hacer funcionar al transistor de efecto fotovoltaico 30 en el segundo cuadrante Q2, o al principio del primer cuadrante Q1.

Con el fin de contribuir a disminuir a reducir el calentamiento del transistor de efecto fotovoltaico, la presente invención se refiere igualmente a un proceso de producción que tiene como objetivo extraer la corriente y evacuar el calor sobre toda la superficie del ánodo 12.

Como se muestra en las Figuras 11a, 11b y 11c, el ánodo 12 del transistor de efecto fotovoltaico 30 está íntimamente fijado, por toda su superficie, sobre una delgada hoja conductora de metal 25 mediante un adhesivo 26, también conductor de electricidad. Con el fin de obtener una excelente conductividad eléctrica y térmica, este adhesivo 26 está constituido por una resina orgánica con muy alto contenido en polvo metálico extremadamente fino. De entre todos los adhesivos conductores disponibles en el mercado, es preferible utilizar un adhesivo 26 con alta carga de cobre. Esto, sobre todo porque la superficie metálica está constituida por una hoja de cobre laminado sobre un sustrato 23 en vidrio epoxidado aislante eléctricamente. Este soporte se utiliza industrialmente para la fabricación de circuitos impresos destinados a recibir componentes electrónicos. Si bien es de una fabricación más onerosa, es posible mejorar la unión mecánica entre el transistor de efecto fotovoltaico 30 y su soporte, sustituyendo la hoja de cobre 25 por una lámina de hierro-níquel cuyo coeficiente de dilatación térmica es próximo a la del silicio con el que se fabrica el transistor de efecto fotovoltaico.

Para favorecer aún más la disipación térmica, el sustrato eléctricamente aislante 23 es adherido sobre una plantilla 27 de aleación de aluminio, buen conductor del calor.

De manera idéntica a las células fotovoltaicas, la captura de la corriente en el cátodo se realiza por medio de cintas delgadas de cobre 20 cuyo ancho y número resultan de un compromiso entre la necesidad de dejar el máximo de luz, y una densidad de corriente prohibitoria en las cintas 20. Las cintas de cobre 20 están soldadas a las pistas de plata delgadas 21 y unidas a unas bandas colectoras 24.

Después de la adhesión del ánodo 12 y de la conexión de las cintas 20 del cátodo 11, se protege al transistor de efecto fotovoltaico 30 de las agresiones mecánicas y climáticas mediante una resina de poliepóxido 29 cuya transparencia, a luz visible, está probado que se ve poco afectada por el tiempo. Después de la desgasificación, la resina de poliepóxido 29 se deposita, bajo vacío, en una capa de poco espesor, y luego se mantiene a salvo de cualquier contaminación atmosférica hasta su total polimerización.

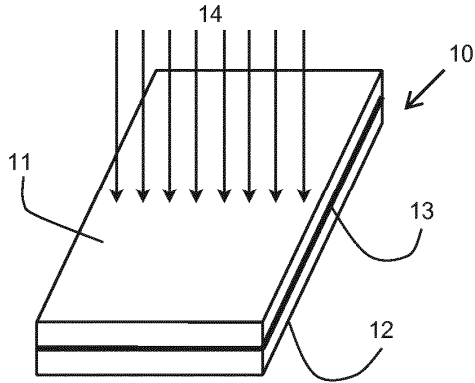
De la misma manera que un transistor convencional, se puede utilizar el transistor de efecto fotovoltaico 30 para la conmutación de señales débiles. Sin embargo, este no es el mejor uso que se puede hacer del mismo ya que una de las características del transistor de efecto fotovoltaico 30 es, precisamente, la de poder conmutar corrientes de gran amplitud. A título de ejemplo, un transistor de efecto fotovoltaico, hecho a partir de una célula fotovoltaica de 156x156 mm, puede conmutar una corriente de 9 A, bajo una irradiancia estándar de 1000 W/m<sup>2</sup>. Así, se puede aplicar el transistor de efecto fotovoltaico 30 a la conmutación de la corriente que circula en los arrollamientos de un motor eléctrico de varios cientos de vatios.

El mejor ejemplo es el Motor Fotovoltaico Autoconmutado 35 (presentado en la solicitud de patente internacional N° WO 2012/069447). Este motor 35, sin imanes, no requiere ningún otro dispositivo de conmutación mecánico o electrónico que los transistores de efecto fotovoltaico 30. Estos transistores fotovoltaicos 30 están dispuestos en corona alrededor del motor según el esquema de conexión mostrado en la Figura 12 y la conmutación de la fuente  $V_a$  para los diferentes arrollamientos del estator es realizada por un disco obturador vinculado en rotación con el rotor. El disco obturador comprende una ventana capaz de irradiar secuencialmente los transistores de efecto fotovoltaico 30. Tratándose de un motor destinado a funcionar al sol, la fuente de tensión  $V_a$  se está constituida naturalmente por un panel fotovoltaico.

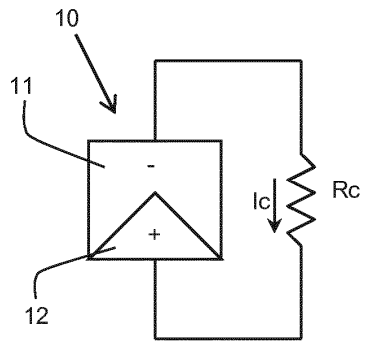
**REIVINDICACIONES**

1. Transistor de efecto fotovoltaico (30), apto para conmutar una corriente de gran amplitud, que comprende:
  - una célula fotovoltaica (10) provista de un cátodo (11) y de un ánodo (12) conectados por una unión (13), así como una superficie de irradiancia (S),
- 5 - estando sometida dicha célula fotovoltaica (10) a una tensión (Va), estando conectado el nivel de tensión más alto (Va+) al cátodo (11) y estando conectado el nivel de tensión más bajo (Va-) al ánodo (12),
  - unos medios para hacer circular una corriente (Ic) por una carga (Rc) conectada a dicha célula fotovoltaica (10), siendo dicha corriente (Ic) proporcional a una irradiancia (Pe) de dicha célula fotovoltaica (10), al área de una superficie irradiada (St) de la superficie de irradiancia (S) y a un factor ( $\beta$ ) que traduce el rendimiento de dicha célula fotovoltaica
- 10 (10) bajo una irradiancia de referencia cuando se irradia toda su superficie de irradiancia (S), estando colocada dicha célula fotovoltaica (10) entre el generador de tensión (Va) y la carga (Rc).
2. Transistor de efecto fotovoltaico según la reivindicación 1, caracterizado por que éste comprende un obturador (16) de la superficie de irradiancia (S) apta para modificar el área de dicha superficie irradiada (St).
3. Transistor de efecto fotovoltaico según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el producto de la irradiancia (Pe) de dicha célula fotovoltaica (10) y de dicha superficie irradiada (St) representa una corriente que circula por la base de un transistor de unión.
- 15 4. Transistor de efecto fotovoltaico según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el factor ( $\beta$ ) que traduce el rendimiento de dicha célula fotovoltaica (10) bajo una irradiancia de referencia cuando se irradia toda su superficie de irradiancia (S), es asimilado a una ganancia de un transistor de unión.
- 20 5. Transistor de efecto fotovoltaico según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el ánodo (12) del transistor de efecto fotovoltaico (30) está fijado, por toda su superficie, sobre una hoja metálica conductora (25) por medio de un adhesivo (26) conductor.
6. Transistor de efecto fotovoltaico según la reivindicación 5, caracterizado por que dicho adhesivo (26) está constituido por una resina orgánica con un alto contenido de polvo metálico, por ejemplo un adhesivo (26) con alta carga de cobre.
- 25 7. Transistor de efecto fotovoltaico según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que dicha hoja metálica conductora (25) es una hoja de cobre o una lámina de hierro-níquel.
8. Transistor de efecto fotovoltaico según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que éste comprende un substrato eléctricamente aislante (23) adherido sobre una plantilla (27) de aleación de aluminio.
- 30 9. Transistor de efecto fotovoltaico según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que éste comprende una capa de protección de resina de poliepóxido (29).
10. Motor fotovoltaico (35) que contiene:
  - un estator que comprende bobinas que forman las fases del motor,
  - un rotor posicionado en el interior del estator,
- 35 - una fuente de tensión (Va) realizada a partir de células fotovoltaicas,
  - un circuito de conmutación compuesto de, por lo menos, dos transistores de efecto fotovoltaico (30) según una de las reivindicaciones 1 a 9, y
  - un disco obturador vinculado en rotación con el rotor, que contiene una ventana apta para irradiar de forma secuencial los transistores de efecto fotovoltaico (30).

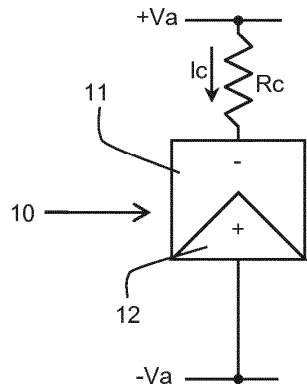
40



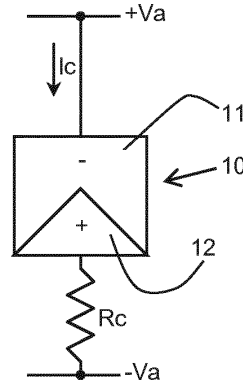
**Fig. 1**  
Estado de la técnica



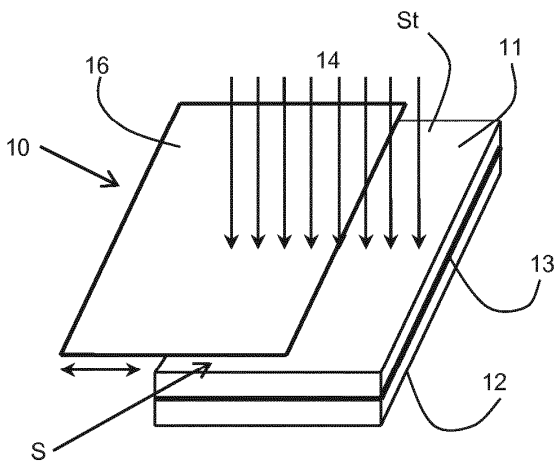
**Fig. 2**  
Estado de la técnica



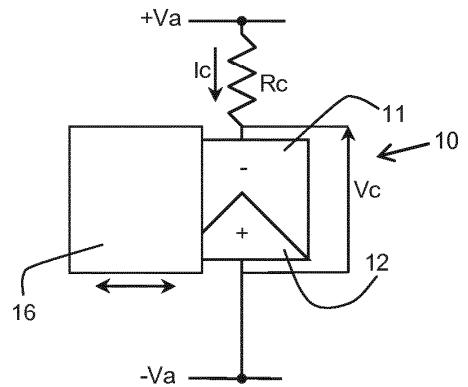
**Fig. 3a**



**Fig. 3b**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

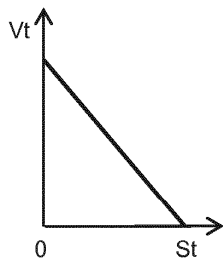


Fig. 6a

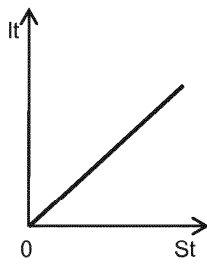


Fig. 6b

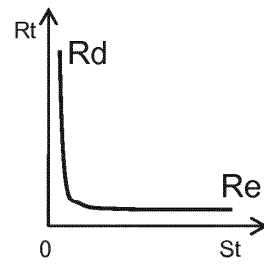


Fig. 6c

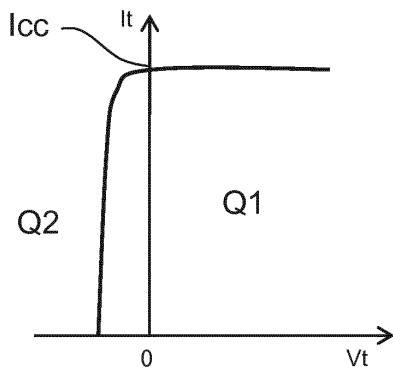


Fig. 7

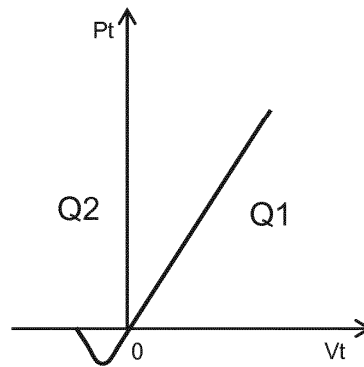


Fig. 8

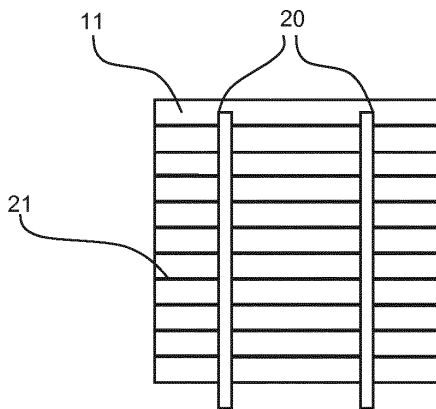


Fig. 9a  
Estado de la técnica

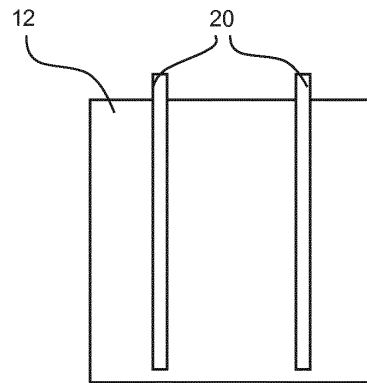


Fig. 9b  
Estado de la técnica

Fig. 4

Fig. 5



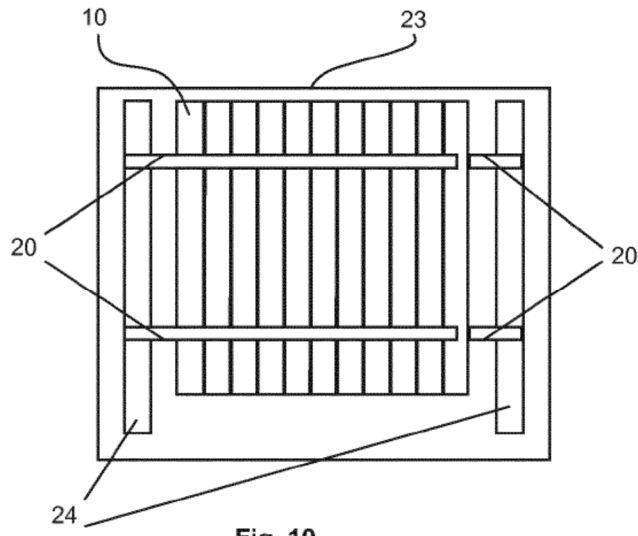


Fig. 10

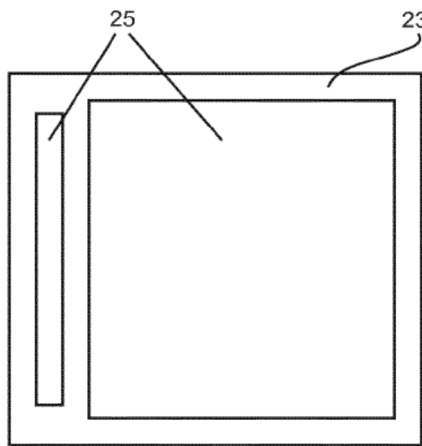


Fig. 11a

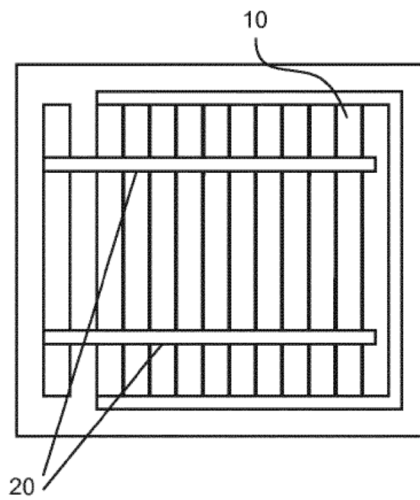


Fig. 11b

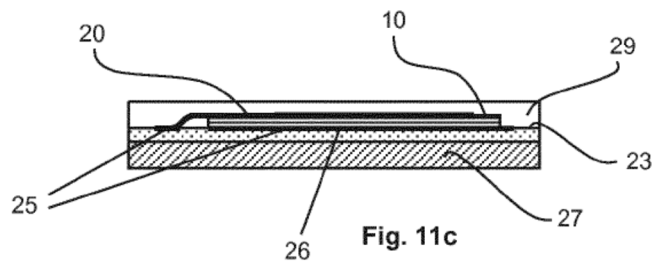


Fig. 11c

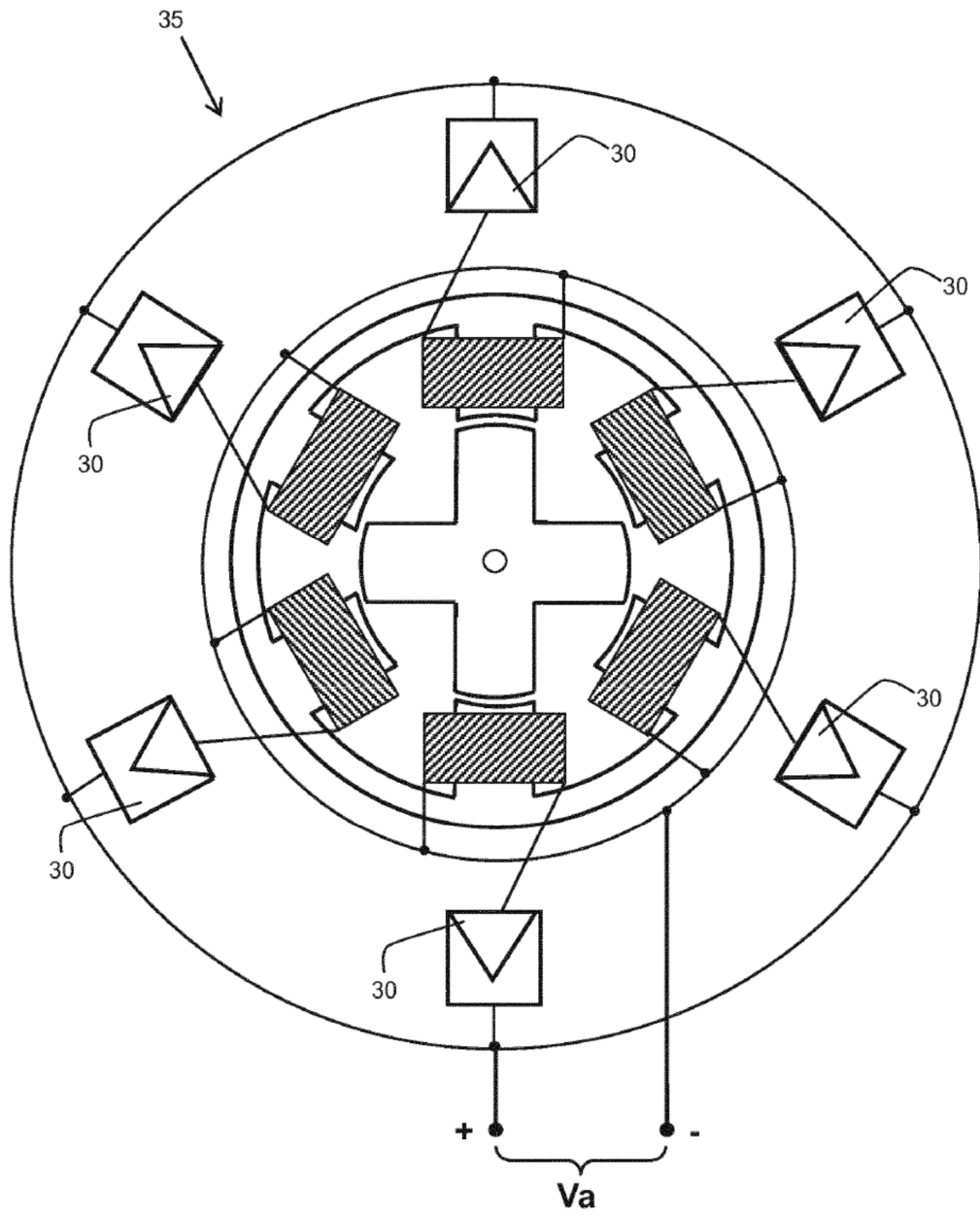


Fig. 12