



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 271 001**

51 Int. Cl.:
H01L 51/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01925187 .5**

86 Fecha de presentación : **27.04.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1277245**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **22.01.2003**

54 Título: **Célula fotovoltaica.**

30 Prioridad: **27.04.2000 AT A 735/2000**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

73 Titular/es: **Konarka Austria Forschungs-und
Entwicklungs GmbH
Gruberstrasse 40-42
4010 Linz, AT**

72 Inventor/es: **Shaheen, Sean;
Brabec, Christoph;
Fromherz, Thomas;
Padinger, Franz;
Sariciftci, Sedar y
Gloetzi, Erhard**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 271 001 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

Célula fotovoltaica.

La presente invención se refiere a una célula fotovoltaica con una capa fotoactiva formada por dos componentes moleculares, es decir un dador de electrones y un aceptor de electrones, en especial un componente polímero conjugado y un componente fullereño, y con dos electrodos metálicos previstos a ambos lados de la capa fotoactiva.

Los plásticos con sistema de electrones- π expandido, en el cual se suceden enlaces sencillos y dobles, se designan como plásticos conjugados. Estos plásticos conjugados presentan, con respecto a la energía de los electrones con semiconductores, bandas de energía similares, de manera que mediante un dopado con no conductores pueden ser llevados al estado conductor. Ejemplos de este tipo de plásticos conjugados son los polifenilinos, polivinilfenilinos (PPV), politiofenos o polianilinas. El rendimiento de la conversión de la energía de las células polímeras fotovoltaicas realizadas en un polímero conjugado está comprendido de todos modos, típicamente, entre 10^{-3} y $10^{-2}\%$. Para mejorar este rendimiento se han propuesto ya capas heterogéneas formadas por dos componentes polímeros conjugados (US 5 670 791 A), de los cuales un componente polímero actúa como dador de electrones y el otro componente polímero como aceptor de electrones. Mediante la utilización de fullerenos, en especial de fullerenos Buckminster C_{60} , como aceptores de electrones (US 5 454 880 A) se puede evitar ampliamente la por el contrario usual combinación de portador de carga, lo que condujo a un aumento notable del rendimiento. Para alcanzar un buen rendimiento es condición necesaria pero no suficiente una buena separación de carga debido a que, además, las cargas separadas lleguen también a los electrodos correspondientes de la célula fotovoltaica. En el caso de células fotovoltaicas de este tipo han dado buenos resultados un electrodo colector de huecos realizado en un óxido de indio/estaño (ITO) y un electrodo colector de electrones realizado en aluminio.

La invención se plantea, por consiguiente, el problema de estructurar de tal manera una célula fotovoltaica del tipo explicado al principio que el transporte de carga entre la capa fotoactiva y los electrodos se pueda aumentar en el sentido de un aumento de la corriente de cortocircuito.

La invención resuelve el problema planteado gracias a que entre la capa fotovoltaica y por lo menos uno de los electrodos está prevista una capa intermedia realizada en un polímero conjugado, la cual presenta un dopaje correspondiente a un potencial de electrodo y, con respecto a la energía de los electrones, presenta un vacío energético entre la banda de valencia y la banda de conducción de por lo menos 1,8 eV.

Dado que el polímero conjugado de la capa intermedia está dopado en el sentido del potencial de los electros, lo que en la zona del electrodo colector de huecos significa un dopaje oxidante y en la del electrodo colector de electrones un dopaje reductor, asegura el polímero conjugado un exceso de huecos en la zona colector de electrones, sin bien en la zona del electrodo colector de electrones asegura sin embargo un exceso de electrones, de manera que en la zona del polímero dopado de forma oxidante se apoya la conducción de huecos y en la zona del polímero

dopado de forma reductora se apoya la conducción de electrones. Dado que, sin embargo, el polímero conjugado de la capa intermedia correspondiente presenta, con respecto a las bandas de energía de los electrones un vacío energético comparativamente grande entre la banda de valencia y la banda de conducción de por lo menos 1,8 eV, resulta una energía de activación correspondientemente grande para la conducción propia lo que conduce a que, en el caso de una capa de polímero dopada de manera oxidante, se obstaculizada la conducción de electrones desde la capa fotoactiva hacia el electrodo colector de huecos y, en el caso de la capa intermedia dopada de forma reductora, lo sea la conducción de huecos desde la capa fotoactiva hacia el electrodo colector de electrones. Con la ayuda de estas capas intermedias especiales se puede conseguir un efecto de válvula, que apoya la conducción desde la capa fotoactiva al electrodo de los portadores de carga que hay que recoger en el electrodo en cada caso contiguo, si bien se impide una difusión en la misma dirección de la carga de polo opuesto. Como resultado de estas capas se puede mejorar correspondientemente la conducción de carga hacia los electrodos, lo que se traduce inmediatamente en un aumento de la corriente de cortocircuito. No es necesario seguramente destacar en especial que, dependiendo del caso de aplicación, se pueden disponer células fotovoltaicas dotadas con una capa intermedia de este tipo entre el electrodo colector de huecos y la capa fotoactiva, entre el electrodo colector de electrones y la capa fotoactiva o en la zona de ambos electrodos.

A pesar de que se puedan dopar de manera oxidante o reductora diferentes polímeros conjugados para la formación de las capas intermedias, resultan relaciones especialmente ventajosas cuando la capa intermedia está constituida por un derivado de politiofeno dopado. Bajo el concepto de polímero deben entenderse al mismo tiempo macropolímeros y oligómeros.

En el dibujo está representado el objeto de la invención a título de ejemplo, en el que:

la Fig. 1 muestra una célula fotovoltaica según la invención por secciones en una sección esquemática, y

la Fig. 2 muestra la característica corriente/tensión de una célula fotovoltaica convencional y una según la invención.

La célula fotovoltaica según la Fig. 1 presenta un soporte de vidrio 1 transparente, sobre el cual está aplicada una capa de electrodo 2 realizada en un óxido de indio/estaño (ITO). Esta capa de electrodo 2 forma, en general, una estructura superficial comparativamente rugosa, de manera que es tapada con una capa de aislamiento 3 realizada en un polímero eléctricamente conductor, gracias al dopaje correspondiente, usualmente PEDOT. Al contrario que las células fotovoltaicas convencionales de este tipo, según la aplicación, la capa fotoactiva 4 no se aplica directamente sobre la capa de aislamiento sino sobre una capa intermedia 5, la cual está realizada en un polímero conjugado, preferentemente de un poli3-alkilquilitiofeno el cual, tras la aplicación sobre la capa de aislamiento 3 fue dopado de forma oxidante con tetrafluoroborato de nitrosonio, con el fin de obtener un exceso de huecos correspondientes.

La capa fotoactiva 4, la cual está aplicada sobre la capa intermedia 5 en forma de una solución, está realizada en un polímero conjugado, preferentemente un derivado de politiofeno, como dador de electrones

y un fullerenos, en especial fullerenos funcionalizados PCBM, como aceptor de electrones. Bajo el concepto de polímero deben entenderse al mismo tiempo tanto macropolímeros como también oligómeros. El electrodo 6 colector de electrones está realizado en aluminio el cual, en el caso del ejemplo de realización representado, es aplicado por evaporación sobre la capa fotoactiva 4 sin interposición de otra capa intermedia, lo que sería sin más posible. En este caso habría que dopar el polímero conjugado de la capa intermedia, en correspondencia con el potencial negativo del electrodo 6 colector de electrones, de forma reductora, con el fin de asegurar un exceso de electrones correspondiente.

Debido a la capa intermedia 5, la cual presenta un vacío energético de por lo menos 1,8 eV entre la banda de valencia y la banda de conducción, se dificulta, a causa de este vacío energético comparativamente ancho, la entrada de electrones desde la capa fotoactiva 4 a la capa intermedia 5, sin menoscabar la conducción de huecos entre la capa fotoactiva 4 y el electrodo 2 colector de huecos. La banda de conducción del polímero conjugado de la capa intermedia 5 está, por ejemplo a diferencia de la capa-PEDOT 3, en un nivel de energía claramente superior que la banda de energía del aceptor de electrones de la capa fotoactiva 4. Esto significa una transición de carga unipolar desde la capa fotoactiva 4 hacia el electrodo 2 colec-

tor de huecos, lo que se hace reconocible a causa de un aumento correspondiente de la corriente de cortocircuito, como se puede deducir de la Fig. 2. En esta Fig. 2, la densidad de corriente I está trazada por encima de la tensión U para una energía de excitación de 80 mW/cm² bajo condiciones AM 1,5 simuladas para una célula fotovoltaica según la invención en comparación con una célula estructurada coincidente a excepción de la capa intermedia 5. Se muestra que la curva característica 7 que corresponde a la célula fotovoltaica según la invención da como resultado una corriente de cortocircuito medida para la tensión $U = 0$ V la cual es aproximadamente el doble de grande que la corriente de cortocircuito de la célula de comparación según la curva característica 8.

No es necesario explicar con mayor detalle que en una disposición de la capa intermedia 5 entre la capa 4 fotovoltaica y el electrodo 6 colector de electrones es determinante la distancia de las bandas de valencia y no la de las bandas de conducción.

Dado que el efecto de la capa de transición 6 eléctricamente aislante no está limitada a polímeros conjugados como dador de electrones y fullerenos como aceptor de electrones, se puede observar el efecto según la invención también en todas las células fotovoltaicas dotadas con una capa de dos componentes molecular formada por un dador de electrones y un aceptor de electrones.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Célula fotovoltaica con una capa fotoactiva (4) formada por dos componentes moleculares, es decir un dador de electrones y un aceptor de electrones, y con dos electrodos metálicos (2, 6), previstos a ambos lados de la capa fotoactiva (4), **caracterizada** porque entre la capa fotoactiva (4) y por lo menos un electrodo (2, 6) está prevista una capa intermedia (5) realizada en un polímero conjugado, la cual presenta un dopaje correspondiente a un potencial de electrodo y,

con respecto a las bandas de energía de los electrones, presenta un vacío energético entre la banda de valencia y la banda de conducción de por lo menos 1,8 eV.

2. Célula fotovoltaica según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la capa intermedia (5) está realizada en un derivado de politiofeno dopado.

3. Célula fotovoltaica según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque los dos componentes moleculares de la capa fotoactiva son un componente polímero conjugado y un componente fullereno.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

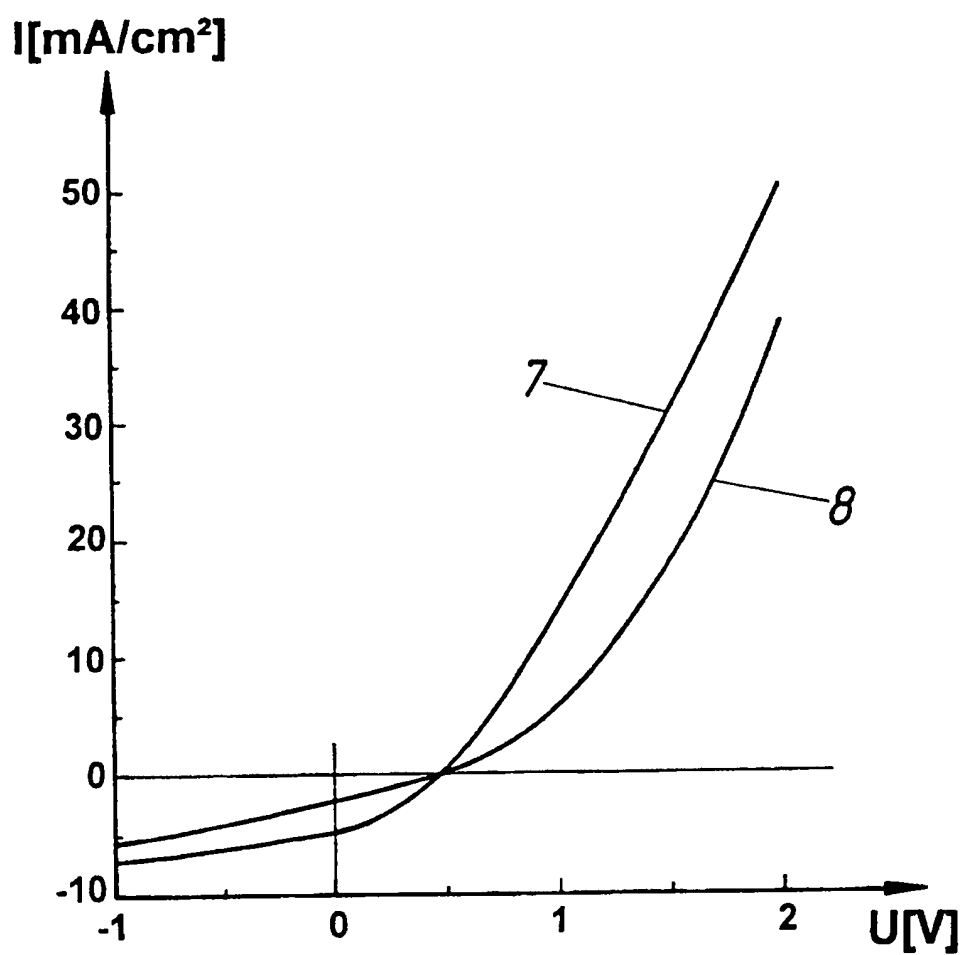
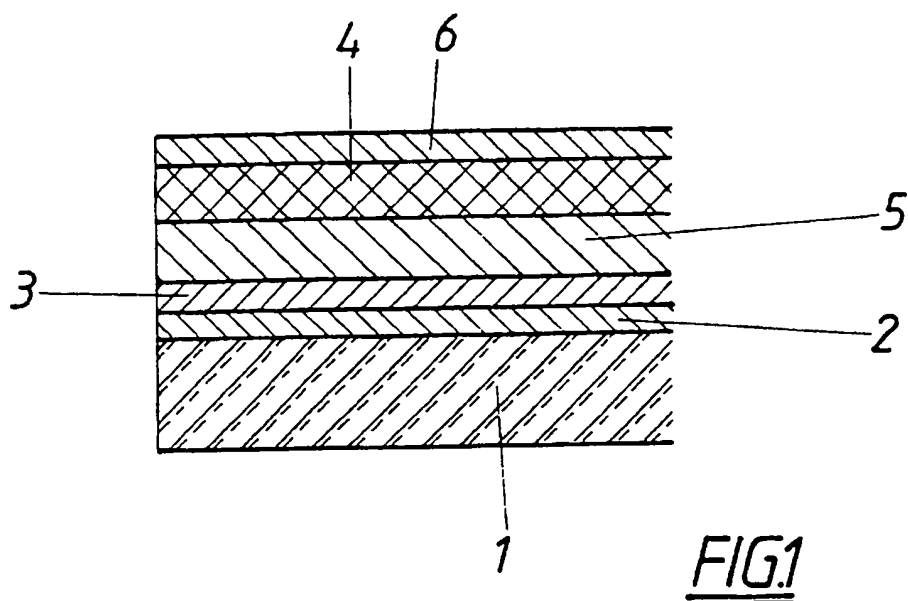


FIG.2