



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 470**

51 Int. Cl.:
H01L 51/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07725398 .7**

96 Fecha de presentación : **21.05.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2018675**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.01.2009**

54 Título: **Método para la producción de una capa de material orgánico.**

30 Prioridad: **19.05.2006 WO PCT/EP2006/00476**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.03.2011

73 Titular/es: **IMEC
Kapeldreef 75
3001 Leuven, BE
Universiteit Hasselt y
Katholieke Universiteit Leuven, K.U. Leuven R&D**

72 Inventor/es: **Aernouts, Tom;
Krebs, Frederik Christian y
Vanlaeke, Peter**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 354 470 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

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los materiales orgánicos y más en particular a un método para producir una capa de material orgánico, por ejemplo para su uso en aplicaciones fotovoltaicas.

5 Antecedentes de la invención

Las aplicaciones fotovoltaicas basadas en materiales orgánicos son conocidas a partir de numerosas publicaciones. Más específicamente, está atrayendo mucha atención un concepto de dispositivo en el que la capa activa fotovoltaica comprende una mezcla de un material receptor de electrones y de un material donante electrones intercalados entre dos electrodos.

10 Los compuestos que forman tal mezcla para la capa activa fotovoltaica son múltiples. Materiales receptores de electrones bien conocidos son los fulerenos y/o los derivados del fullereno. Sin embargo, otros materiales como, por ejemplo, los materiales de polímeros conjugados ciano-sustituídos o moléculas pequeña basadas en perilenos también se consideran como receptores de electrones. Materiales donantes de electrones bien conocidos son los materiales de polímeros conjugados como, por ejemplo, los poli(fenilen-vinileno)s, poli(fluoreno)s, poli(tienilen-vinileno)s o los poli(tiofeno)s. Sin embargo, otros materiales de polímeros orgánicos, así como numerosos materiales orgánicos que comprenden moléculas pequeñas también se consideran como materiales donantes de electrones.

15 Por los tanto se estudian muchas combinaciones de materiales, pero las mezclas que involucran materiales poliméricos están atrayendo mucha atención porque se supone que son más adecuadas para el procesamiento de grandes áreas.

20 Es bien conocida una combinación de materiales de polímeros de poli(tiofeno) con derivados del fullereno como capa activa fotovoltaica. Especialmente la capacidad de tener poli(tiofeno) regio-regular incorporado en la mezcla de compuesto activo que puede tener como resultado una mejor coincidencia de las características de absorción óptica de la capa activa fotovoltaica con el espectro solar. Se ha descrito que un aumento de la absorción de la luz de tal capa activa fotovoltaica es beneficioso para el desempeño de la célula solar final. Este aumento se puede lograr mediante la incorporación de un tratamiento adicional en el proceso de producción del dispositivo, como por ejemplo se muestra en "Effects of Postproduction Treatment on Plastic Solar Cells", Franz Padinger et al., Adv. Funct. Mater. 2003, 13, No. 1, Enero, en donde las células solares orgánicas se tratan (después de la deposición del electrodo superior) al mismo tiempo con un potencial externo aplicado más alto que el voltaje de circuito abierto y con una temperatura mayor de la temperatura de transición vítrea del politiofeno. Otro ejemplo de un tratamiento adicional que tiene como resultado una absorción aumentada se describe en el Documento de Patente de Número WO 2004/025746, el tratamiento comprende exponer la capa activa fotovoltaica a un vapor de disolvente a temperatura ambiente o el recocido de la capa activa a una temperatura de al menos 70 °C. Estos tratamientos se aplican después de finalizar la deposición de la capa activa. En "Device annealing effect in organic solar cells with blends of region-regular poly(3-hexylthiophene) and soluble fullerene", Youngkyoo et al., Applied Physics Letters 86, 063502 (2005) se observa una mayor eficiencia y un aumento de la absorción de la luz de las células solares de heterounión en bruto después del recocido a 140 °C.

25 El Documento de Patente de Número WO 03/207399 muestra la deposición y el secado de una capa activa bajo condiciones de atmósfera controlada.

30 Puesto que la capa activa fotovoltaica de estos dispositivos en general, tiene un espesor por debajo de 1 micrómetro y se intercala entre dos contactos metálicos o capas de contacto, se requiere una alta precisión en la deposición de esta capa. Sobre todo es elevada la necesidad de lograr una película totalmente continua entre los electrodos con un espesor bien controlado y una mínima rugosidad de la superficie.

35 En general se puede lograr un alto grado de continuidad y uniformidad de la película, mediante el procesado de la disolución a través del revestimiento por rotación, por el cual los compuestos se disuelven en un disolvente o en una mezcla de disolventes. Sin embargo con esta técnica de revestimiento pueden estar asociados varios inconvenientes de procesamiento, tales como por ejemplo el elevado consumo de materiales y tamaños limitados del sustrato. La aplicación de técnicas lineales de reparto tales como, por ejemplo, el reparto por rodillo o por cuchilla rasqueta pueden superar estos problemas. Sin embargo, estas técnicas aún carecen de la posibilidad de la modelación directa de la capa depositada. La modelación directa puede por ejemplo ser beneficiosa para la integración de las estructuras fotovoltaicas en aplicaciones más grandes o para producir módulos monolíticos de dispositivos fotovoltaicos. La modelación de la capa depositada ofrece la posibilidad de construir varios dispositivos fotovoltaicos sobre un único sustrato que se conectan entre sí. Las técnicas de impresión tales como, por ejemplo, la impresión por chorro de tinta, la impresión por serigrafado, la impresión por huecograbado, la impresión por flexografía o impresión en offset pueden resolver estas limitaciones del procesado. Las diferentes técnicas de deposición mencionadas anteriormente tienen los requisitos más diversos en cuanto a las propiedades físicas de la disolución que comprende a los compuestos de la capa activa. Para algunas de ellas es por ejemplo

más apropiado para tener una baja viscosidad de la disolución, mientras que otras técnicas de deposición requieren niveles de viscosidad elevados.

5 Con estas técnicas de impresión no está claro depositar una capa activa fotovoltaica con un espesor limitado (por ejemplo, 1 micrómetro o menos) y lograr al mismo tiempo la requerida alta calidad de una película totalmente continua con una mínima rugosidad de superficie. Por otra parte, para una buena integración de las estructuras fotovoltaicas en otras aplicaciones o para construir en un único sustrato varios dispositivos fotovoltaicos que están conectados los unos con los otros, se requiere una exacta resolución de líneas y definición de los bordes.

10 En el Documento de Patente de los EE.UU. de número US2005/0276910 se describe un método para mejorar la uniformidad del espesor de las capas orgánicas. El perfil de secado de una disolución orgánica depositada se modifica mediante el post-procesamiento de la película seca en un ambiente de post-procesamiento de elevada temperatura y/o elevada humedad. El post-procesamiento induce un reflujo del material orgánico para llenar cualquier defecto y de ese modo crear un perfil de película más uniforme y plano. Por otra parte, después de la deposición de la disolución orgánica, y como secado, se puede llevar a cabo un tratamiento que comprende su exposición a una elevada temperatura y/o elevada humedad. El patrón de las capas orgánicas se obtiene por medio de líneas fotoresistentes o de estructuras que sobresalen.

Resumen de la invención

20 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para producir una capa orgánica que se pueda usar por ejemplo, como una capa foto-activa en dispositivos fotovoltaicos orgánicos, lo que alivia o evita los problemas de la técnica anterior. La deposición de una capa orgánica según la presente invención se puede llevar a cabo mediante una técnica lineal, una técnica de reparto lineal o una técnica de impresión lineal. Al aplicar un método según las realizaciones de la presente invención, se puede obtener la requerida alta calidad de una película totalmente continua con una rugosidad de superficie mínima. Además, la resolución de línea y la definición de los bordes de la película directamente dibujada se pueden mejorar considerablemente en comparación con las soluciones de la técnica anterior. Cualquier método según la presente invención además se puede combinar con tratamientos adicionales de la capa orgánica para optimizar el rendimiento de un dispositivo fotovoltaico que comprende tal capa orgánica como capa activa.

30 El objetivo se logra llevando a cabo una etapa de recocado a una capa de una disolución que comprende un material orgánico disuelto en un disolvente, antes de que esta capa se seque. Esta etapa de recocado se puede llevar a cabo a una temperatura por encima de la temperatura de la deposición de la disolución y por debajo de la temperatura de ebullición del disolvente, y está limitada en el tiempo (por ejemplo, menos de 60 segundos) de tal manera que la capa no se seca completamente durante el recocado. El recocado puede causar una disminución de la viscosidad de la capa, de tal modo que puede fluir de nuevo, lo que tiene como resultado una mejora sustancial de la rugosidad de la superficie y de la definición de los bordes en comparación con el caso en donde no se lleva a cabo tal etapa de recocado. Además el secado de la capa tras la etapa de recocado se puede controlar de tal manera que el secado se lleva a cabo más lentamente de lo que sería bajo las condiciones de la deposición, y a una temperatura substancialmente inferior a la temperatura a la que se lleva a cabo el recocado, lo que tiene como resultado un aumento de la absorción de la luz en la capa orgánica y una eficacia mejorada de un dispositivo fotovoltaico que comprende tal capa orgánica como capa activa.

40 Un método para producir una capa de material orgánico según las realizaciones de la presente invención comprende proporcionar a un sustrato, bajo condiciones de deposición, una capa de una disolución que comprende al material orgánico disuelto en un disolvente; recocer la capa de la disolución, siendo aplicado el recocado antes de que la capa de la disolución se haya secado por completo y estando limitada la duración del proceso de recocado de tal manera que la capa de la disolución no se seca por completo durante el recocado, por lo que el recocado induce el reflujo de la capa de la disolución; y posteriormente secar la capa de disolución, estando controlado el secado de tal manera que éste se lleva a cabo más lentamente de lo que sería bajo las condiciones de la deposición. Que la capa de la disolución no se seque por completo significa que el disolvente o parte del disolvente todavía está presente en la capa. Que la capa de la disolución no se seque por completo incluye que la capa fluya de nuevo y solidifique a pesar de que el disolvente o parte del disolvente todavía está presente en la capa. En comparación, el secado de la capa de la disolución significa eliminar considerablemente completamente el disolvente de la capa, por ejemplo, por evaporación.

55 En las realizaciones según la presente invención, el recocado de la capa de la disolución se puede llevar a cabo a una temperatura por encima de la temperatura correspondiente a las condiciones de la deposición y por debajo de la temperatura de ebullición del disolvente, por ejemplo hasta 99 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %, 40 %, 30 % ó 20 % de la temperatura de ebullición en grados centígrados del disolvente. La duración del recocado puede ser, por ejemplo menos de 60 segundos, menos de 30 ó menos de 10 segundos.

En una realización preferente, el secado de la capa de la disolución se puede llevar a cabo a una temperatura correspondiente a las condiciones de la deposición o a temperatura ambiente, por ejemplo, a una temperatura entre 20 °C y 25 °C. Además, el secado de la capa de la disolución se puede llevar a cabo en una atmósfera

saturada, por ejemplo, en una atmósfera saturada con el disolvente. En realizaciones preferentes de la presente invención, la temperatura a la que se seca la capa es considerablemente inferior a la temperatura a la cual se lleva a cabo la etapa de recocido, y la duración de la etapa de secado es considerablemente más larga que la duración de la etapa de recocido.

- 5 En las realizaciones de la presente invención, proporcionar una capa de una disolución que comprende al material orgánico disuelto en un disolvente puede comprender proporcionar una disolución con una viscosidad que sea lo suficientemente elevada para impedir el corrimiento de la disolución en un proceso de impresión por serigrafía, por ejemplo una viscosidad mayor de 0,5 Pa-s, y aplicar la disolución sobre el sustrato. En otra realización de la presente invención, proporcionar una capa de una disolución que comprende al material orgánico disuelto en un disolvente puede comprender disolver al material orgánico en el disolvente, esperar hasta que la disolución alcance una viscosidad lo suficientemente elevada para impedir el corrimiento de la disolución en un proceso de impresión por serigrafía, por ejemplo, una viscosidad mayor de 0,5 Pa-s, y aplicar la disolución sobre el sustrato.

En las realizaciones según la presente invención, se puede proporcionar una disolución con una relación en peso de material orgánico por volumen de disolución en el intervalo entre 0,5 % y 15 %.

- 10
15 La capa de la disolución se puede proporcionar sobre el sustrato por medio de una técnica lineal, tal como por ejemplo una técnica por cuchilla rasqueta o una técnica de impresión por rotación o una técnica de reparto por rodillo.

- 20 El método según las realizaciones de la invención, además, puede comprender secar parcialmente la capa de la disolución, entre la etapa de proporcionar la capa de la disolución sobre el sustrato y la etapa de recocido de la capa de la disolución. El método según las realizaciones de la presente invención, además, puede comprender secar parcialmente la capa de la disolución para así solidificar la capa entre la etapa de proporcionar la capa de la disolución sobre el sustrato y la etapa de recocido de la capa de la disolución. Por solidificar se entiende que la capa es estable, por ejemplo, al esparcimiento lateral.

- 25 El material orgánico puede ser por ejemplo un material de polímero conjugado, un material regioregular, o un poli(tiofeno). El material orgánico, además, puede comprender fulerenos y/o derivados del fullereno, aditivos conjugados o aditivos no conjugados.

El disolvente puede comprender, por ejemplo tetralina. El disolvente puede ser una mezcla de disolventes.

- 30 En las realizaciones según la presente invención, el método, además, puede comprender proporcionar el sustrato, sobre el cual a partir de entonces se proporciona la capa de una disolución que comprende dicho material orgánico disuelto en un disolvente. Proporcionar un sustrato puede comprender proporcionar un sustrato que comprende unos primeros electrodos, y el método, además, puede comprender, después de secar la capa de la disolución, proporcionar unos segundos electrodos en la parte superior de la capa de material orgánico.

- 35 El método según las realizaciones de la presente invención se puede usar para la producción de una capa orgánica como parte de, por ejemplo, una célula fotovoltaica, un diodo emisor de luz, un fotodetector, un transistor, un láser o un elemento de memoria.

Breve descripción de los dibujos

- 40 La Figura 1 ilustra películas de P3HT, después de la completa evaporación del disolvente, impresas por serigrafía sobre un sustrato (a) sin la etapa de recocido (reflujo), según los métodos de la técnica anterior, y (b) con la etapa de recocido (reflujo), según las realizaciones de la presente invención, teniendo la etapa de recocido una duración de 2 segundos a una temperatura de 100 °C.

La figura 2 muestra los espectros de absorción óptica (espectro ultravioleta-Visible) de una película revestida por rotación y de una película revestida por cuchillas rasquetas que contienen una mezcla del material de polímero regio-regular conjugado P3HT y de la molécula PCBM.

45 Descripción detallada de la invención

La presente invención se describe con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no se limita a ellos, sino sólo por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son sólo esquemáticos y no limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no estar dibujados a escala por fines ilustrativos.

- 50 Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Se entiende que los términos así usados son intercambiables bajo circunstancias adecuadas y que las

realizaciones de la invención que se describen en este documento son capaces de funcionar en otras secuencias de las que se describen e ilustran en este documento.

5 Además, los términos arriba, abajo, encima, debajo y similares en la descripción y en las reivindicaciones se usan con fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Se entiende que los términos así usados son intercambiables bajo circunstancias adecuadas y que las realizaciones de la invención que se describen en este documento son capaces de funcionar en otras orientaciones de las que se describen e ilustran en este documento.

10 El término "comprende", usado en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los medios que se enumeran a partir del mismo; no excluye a otros elementos o etapas. Es necesario interpretarlo como un modo de especificar la presencia de las características mencionadas, los elementos, las etapas o componentes a los que se refiere, pero no se opone a la presencia o a la adición de una o más características, elementos, etapas o componentes, o grupos de los mismos. Así, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no debe limitarse a los dispositivos que consisten sólo en los componentes A y B. Esto significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

15 Un método para producir una capa de material orgánico según las realizaciones de la presente invención comprende proporcionar sobre un sustrato, bajo condiciones de la deposición, una capa de una disolución que comprende un material orgánico disuelto en un disolvente o en una mezcla de disolventes, recocer la capa antes de que se haya secado por completo, estando controlada la duración del recocido de tal manera que la capa de la disolución no se seque por completo durante el recocido, y posteriormente secar la capa de forma controlada, de tal manera que el secado se lleva a cabo más lentamente de lo que sería bajo las condiciones de la deposición. No secar por completo puede incluir el reflujo y la solidificación de la capa sin eliminar todo el disolvente. Opcionalmente, la capa se puede secar parcialmente antes de llevar a cabo la etapa de recocido.

25 En las realizaciones de la presente invención, el término "sustrato" puede incluir cualquier material subyacente o materiales que se puedan usar, o bajo los cuales se puede formar un dispositivo, un circuito o una capa epitaxial. El sustrato puede ser transparente, semi-transparente u opaco. El sustrato puede comprender vidrio, cuarzo, semiconductores (tales como silicio, germanio, arseniuro de galio, y similares), metales (tales como platino, oro, paladio, indio, plata, cobre, aluminio, zinc, cromo, níquel, y similares), acero inoxidable, plástico. El sustrato puede incluir, por ejemplo, una capa de aislamiento, tal como SiO₂ o una capa de Si₃N₄, además de los materiales de sustrato descritos previamente. El sustrato puede incluir además de los materiales de sustrato descritos previamente materiales de electrodo como metales (tales como platino, oro, paladio, indio, plata, cobre, aluminio, zinc, cromo, níquel, y similares), óxidos de metal (tales como óxido de plomo, óxido de estaño, óxido de indio y estaño, y similares), grafito, semiconductores inorgánicos dopados (tales como silicio, germanio, arseniuro de galio, y similares) y materiales de polímeros conductores dopados (tales como polianilina, polipirrol, politiofeno, y similares). El término "sustrato" se usa, así, para definir en general los elementos para las capas que subyacen en una capa o partes de interés. Además, el "sustrato" puede ser cualquier otra base sobre la que se forma una capa, por ejemplo, un vidrio o una capa de metal.

40 Proporcionar la capa de una disolución que comprende un material orgánico disuelto en un disolvente o en una mezcla de disolventes sobre un sustrato se puede llevar a cabo preferentemente por medio de una técnica lineal, tal como por ejemplo una técnica de reparto lineal o una técnica de impresión lineal. En realizaciones preferentes la técnica lineal es una técnica cuchilla rasqueta, una técnica de revestimiento por inmersión, una técnica de revestimiento por bandas, una técnica de revestimiento por pulverización o una técnica de reparto por rodillos o una técnica de impresión, tal como, pero no limitada a la, impresión por chorro de tinta, impresión por serigrafía, impresión por huecograbado, impresión por flexografía, impresión offset. Tales técnicas de impresión pueden, y preferentemente lo hacen, producir un dibujo que comprende una superficie superior y superficies laterales, es decir, un dibujo tridimensional.

45 Las condiciones de la deposición pueden ser, por ejemplo condiciones atmosféricas normales, tales como por ejemplo, la deposición en aire a presión atmosférica y temperatura ambiente, por ejemplo, una temperatura entre 20 °C y 25 °C. La deposición también se puede llevar a cabo, por ejemplo, en una atmósfera de N₂ a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Se pueden usar otras condiciones de la deposición, por ejemplo, la deposición bajo otra atmósfera, a presión no atmosférica o a otras temperaturas de deposición.

55 La etapa de recocido según la presente invención reduce la viscosidad de la disolución que comprende un material orgánico disuelto en un disolvente y por lo tanto induce el reflujo de la capa. El "Reflujo" se puede definir como la redistribución del material sobre la superficie de la deposición es decir, sobre el sustrato. El recocido se lleva a cabo preferentemente inmediatamente o tan pronto como sea posible después de la deposición de la capa sobre el sustrato y antes de que el disolvente se haya evaporado por completo de la capa depositada. Esto se puede, sin embargo, llevar a cabo siempre y cuando la capa no esté completamente seca. El reflujo o recocido puede comprender un aumento de la temperatura a una temperatura preferentemente por encima de la temperatura de la deposición, y hasta cualquier temperatura inferior al punto de ebullición del disolvente o de la mezcla de disolventes, por ejemplo, hasta 99 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %, 40 %, 30 %, 20 % de la

temperatura del punto de ebullición en grados centígrados del disolvente. Es ventajoso mantener la etapa de recocado lo más corta posible, es decir, lo suficiente para producir que la capa refluya, pero considerablemente no muy larga, de tal manera que la capa que comprende al material orgánico no se seque por completo durante el recocado. En realizaciones preferentes, la etapa de recocado se lleva a cabo durante menos de 60 segundos, preferentemente menos de 30 segundos, aún más preferente a menos de 10 segundos. En las realizaciones más preferentes, la etapa de recocado se lleva a cabo durante un periodo de tiempo no mayor de unos pocos segundos, preferentemente entre 0,1 y 10 segundos. La duración óptima de la etapa de reflujo o de la etapa de recocado depende de varios factores, tales como por ejemplo las propiedades químicas y físicas (por ejemplo, punto de ebullición, viscosidad, ...) de la disolución que comprende al material orgánico y al disolvente bajo el reflujo, y de las condiciones ambientales durante el reflujo, tales como condiciones de temperatura, presión y humedad, y se pueden determinar por experimentación. En una realización preferente, el recocado se puede hacer a presión atmosférica, por ejemplo en aire o en una atmósfera de N₂. La duración del reflujo es, por supuesto, dependiente del aumento de la temperatura durante el recocado: cuanto mayor sea el aumento de la temperatura, más rápidamente se secará la capa de material orgánico, y más corta será la etapa de reflujo o la etapa de recocado. Es preferente tener una etapa de reflujo corta a mayor temperatura, más que una etapa de reflujo larga a menor temperatura. Es preferente tener una temperatura de reflujo elevada más que una temperatura de reflujo baja. La duración del reflujo es, por supuesto, también dependiente de la humedad: cuanto mayor sea la humedad, más rápido refluye la capa de material orgánico.

A la vista de la duración limitada de la etapa de recocado, esta no interfiere con los tratamientos adicionales de por ejemplo una capa orgánica activa fotovoltaica para optimizar el rendimiento del dispositivo fotovoltaico final.

La etapa de recocado o de reflujo puede ser tal que una película orgánica ya parcialmente cristalizada, es decir, donde las cadenas poliméricas están parcialmente alineadas en cristales ordenados, se transforme de nuevo en una película amorfa, es decir, donde las cadenas del material de polímero no tengan una disposición ordenada. Preferentemente, el reflujo se lleva a cabo tan pronto como sea posible después de la deposición de la capa, con el fin de ser capaz de cambiar la rugosidad de la misma, preferentemente inmediatamente después de la deposición de la capa.

Una etapa de recocado o etapa de reflujo según la presente invención mejora considerablemente la calidad macro de la capa orgánica o de la película orgánica, lo que tiene como resultado obtener una película totalmente continua con rugosidad de superficie mínima y una precisa resolución de líneas y definición de bordes. La "calidad macro" es una medida de la rugosidad de la superficie, y de la precisión de la resolución de línea y de la definición de los bordes. La rugosidad de la superficie de la película se puede definir como la distancia media (promedio de los valores absolutos) de una línea trazada a lo largo de la superficie de la película de la superficie objeto de la película. La rugosidad de la superficie de una capa de material orgánico producida según las realizaciones de la presente invención puede ser menos del 10 %, menos del 5 % o menos del 1 % del espesor de la película. La definición de los bordes de una película se puede definir como la distancia media (valores absolutos) de una línea trazada a lo largo del borde de un dibujo a partir del borde objeto del dibujo. La definición de los bordes de una capa de material orgánico producido según las realizaciones de la presente invención puede estar por debajo de 1 mm, por debajo de 100 micrómetros, por debajo de 10 micrómetros, por debajo de 1 micrómetro.

Después de la etapa de recocado, según las realizaciones de la presente invención, la capa se seca aún más en una forma controlada, es decir, de tal manera que el secado es más lento en comparación con el secado bajo las condiciones de la deposición. El secado más lento de la película puede resultar en una mejor calidad micro de la película. El control del tiempo de secado de la capa se puede llevar a cabo ventajosamente reduciendo la velocidad de evaporación del disolvente, en comparación con la velocidad de evaporación del disolvente en las condiciones de la deposición. Esto se puede obtener cambiando las condiciones para el secado con respecto a las condiciones de la deposición, tales como por ejemplo, cambiando uno o más de los parámetros ambientales tales como la temperatura de secado (por ejemplo, temperatura de secado inferior a la temperatura de deposición), la presión de secado (por ejemplo, presión de secado mayor que la presión de la deposición), la humedad del ambiente o llevando a cabo el secado en una atmósfera saturada. En una realización preferente el secado de la capa se puede llevar a cabo a presión atmosférica y a temperatura ambiente, por ejemplo, a una temperatura entre 20 °C y 25 °C, y en una atmósfera saturada, por ejemplo, una atmósfera saturada con el disolvente.

El tiempo de secado de la capa o el tiempo de evaporación del disolvente también se puede controlar seleccionando, por ejemplo, una técnica lineal, por ejemplo, una técnica de reparto lineal. Con las técnicas de reparto lineal, la etapa de la deposición y la etapa de secado, son etapas normalmente separadas y secuenciales, mientras que con una técnica clásica de rotación, la etapa de la deposición y la etapa de secado, se dan al menos parcialmente de forma simultánea.

La etapa de secado llevada a cabo después de la etapa de recocado puede preferentemente estar seguida de un esquema predeterminado de secado, que comprende al menos 1 desaceleración de la evaporación del disolvente (en comparación con la evaporación en las condiciones de la deposición), y por lo tanto la desaceleración del secado de la película, en comparación con el secado bajo las condiciones de la deposición. La al menos 1 desaceleración puede opcionalmente también estar seguida por un número (1 ó más) de aceleraciones y

desaceleraciones. El esquema de secado se puede determinar de tal manera que se optimice la calidad micro de la capa. La calidad micro de una capa está relacionada con la micro-estructura interna de la capa, es decir, con cómo se alinean las moléculas. Una alta calidad micro se corresponde con un alto grado de alineación de las moléculas en la capa, lo que tiene como resultado obtener una película micro-cristalina. En ciertas realizaciones según la presente invención, el secado de la película bajo condiciones tales que se seque de forma más lenta de lo que lo haría bajo las condiciones de la deposición, podrá tener lugar hasta que se obtiene un valor óptimo para el espectro de absorción de la capa, por ejemplo un espectro de absorción adecuado para aplicaciones fotovoltaicas o un espectro de absorción máximo. El espectro de absorción de una capa está relacionada con la calidad micro de la capa, por ejemplo, con el grado de alineación de las moléculas de la capa. El secado lento de la película puede tener como resultado una mejor calidad micro de la capa que en el caso de un secado rápido o de un secado bajo las condiciones de deposición, y por lo tanto el secado lento puede tener como resultado un espectro de absorción más alto o más ancho en comparación con el secado rápido o el secado bajo las condiciones de la deposición. El esquema de secado se puede optimizar por ejemplo para proporcionar un espectro de absorción de luz adecuado de la capa orgánica activa para aplicaciones fotovoltaicas o para inducir un aumento de la absorción de luz de una capa orgánica para aplicaciones fotovoltaicas en un intervalo de longitud de onda más amplio, siendo esto beneficioso para el rendimiento de la célula solar final. El esquema óptimo de secado se puede determinar experimentalmente.

Disolver los materiales de la capa activa en disolventes o mezclas de disolventes apropiados, es decir, en disolventes o mezclas de disolventes en los que los materiales de la capa activa se disuelven fácilmente, en combinación con una técnica de deposición tal como de reparto lineal o de impresión y controlar sus parámetros, puede de ese modo hacer que los anteriormente mencionados tratamientos adicionales, tales como por ejemplo un tratamiento térmico después de que la película se haya secado completamente, por ejemplo, tal como se describe en el documento de patente de número WO 2004/025746, sean obsoletos. La aplicación de la anteriormente citada etapa de recocido seguida por una etapa lenta de secado, según la presente invención, puede sin embargo, todavía combinarse con este método, sin deteriorar el resultado final.

Como material orgánico se entiende un material que contiene carbono. El material orgánico usado para producir una capa según las realizaciones de la presente invención puede comprender, por ejemplo materiales que son receptores de electrones y/o materiales que son donantes de electrones. El material orgánico puede ser una mezcla o una combinación de materiales receptores de electrones y de materiales donantes de electrones. La capa de material orgánico puede ser adecuada para ser usada en aplicaciones de células solares, pero también puede ser adecuada para otros dispositivos, tales como por ejemplo transistores OLED, láseres, fototransistores, fotodetectores, optoacopladores. El material orgánico debe ser un material adecuado para la aplicación a la que está destinado. En las realizaciones de la presente invención, el material orgánico puede ser soluble en tetralina (THN). El material orgánico puede comprender o puede ser un material de polímero conjugado. Puede comprender o ser un material regioregular. Un material regioregular es un material formado por una repetición constante de un bloque de constitución específico con la misma orientación direccional. En general, para que un material sea considerado como regioregular no más del 3 por ciento, preferentemente no más del 1 por ciento de los bloques de constitución deben estar en una orientación que difiera de la orientación de la mayoría de los bloques de constitución. El material orgánico puede comprender o ser un poli(tiofeno). El material orgánico puede comprender además fullerenos y/o derivados del fullereno. El material orgánico puede comprender además aditivos conjugados. Los aditivos conjugados pueden tener por ejemplo una función eléctrica, por ejemplo, proporcionar conductividad eléctrica. El material orgánico puede comprender además aditivos no conjugados. Los aditivos no conjugados pueden tener una función por ejemplo, con respecto a las técnicas de impresión. Pueden, por ejemplo, ser usados para controlar la reología, es decir, las características relacionadas a la deformación y el flujo de la materia, como por ejemplo, la viscosidad de la disolución, o pueden, por ejemplo, usarse para permitir el curado por UV de la disolución depositada. Pueden, además, afectar al ángulo de contacto, a la afinidad, al secado, a la dilución y así sucesivamente de la capa depositada.

El método según la presente invención es ampliamente aplicable a los materiales o a las combinaciones de materiales que son adecuados para ser procesados mediante disolución. Por ejemplo, los materiales mencionados en "Organic Solar Cells: An Overview", Harald Hoppe y Niyazi Serdar Sariciftci, Journal of Materials Research, Vol. 19, nº 7, Julio 2004, páginas 1924-45, Capítulo II, "Materials", tienen propiedades adecuadas para ser aplicados en los métodos según la presente invención. Ejemplos de tales materiales adecuados son:

- materiales moleculares, por ejemplo, ZnPc (ftalocianina de zinc), MePtcdi (N,N'-dimetil-perilen-3,4,9,10-dicarboximida), C₆₀, pentaceno, tiofenos oligómeros, compuestos derivados de estos materiales moleculares;
- materiales de polímero tipo donantes conductores huecos, por ejemplo, MDMO-PPV (poli[2-metoxi-5-(3,7-dimetiloxiloxi)]-1,4-fenilen-vinileno), P3HT (poli(3-hexiltiofen-2,5-dixilo)), PFB (poli(9,9'-diocetilfluoreno-co-bis-N, N'-(4-butilfenil)-bis-N,N'-fenil-1,4=fenilen-diamina));
- materiales de polímero receptores de electrones conductores, por ejemplo, CN-MEH-PPV (poli[2-metoxi-5-(2'-etilhexiloxi)-1,4-(1-cianovinileno)-fenileno]), FBTB (poli(9,9'-diocetilfluorene-co-

benzotiadiazol)), un derivado soluble de C₆₀, denominado PCBM (1-(3-metoxi-carbonil)propil-1-fenil[6,6]C₆₁).

- 5 Todos estos materiales son procesables por disolución debido a la solubilización de sus cadenas laterales. Los materiales de polímeros orgánicos pueden ser, por ejemplo, materiales de polímeros con una unidad de repetición conjugada, en particular, materiales de polímeros en los que las unidades de repetición vecinas se enlazan de manera conjugada, tales como politiofenos, polifenilenos, politiofenovinilenos, poli(3-alkil)tiofeno, polifluorenos, o poli-p-fenilenovinilenos o sus familias, materiales de copolímeros, derivados, o sus mezclas. Más concretamente, los materiales de polímeros orgánicos pueden ser, por ejemplo: polifluorenos; poli-p-fenilenovinilenos, poli-p-fenilenovinilenos 2-, ó 2,5-sustituídos; materiales de polímeros poliespiro; o sus familias, materiales de copolímeros, derivados, o sus mezclas. Los materiales de polímeros orgánicos pueden incluir, por ejemplo un material capaz de transportar cargas. Materiales que transportan cargas incluyen materiales de polímeros o pequeñas moléculas que pueden transportar portadores de carga. Por ejemplo, se pueden usar materiales orgánicos tales como politiofeno, derivados de politiofenos, politiofenos oligómeros, derivados de politiofenos oligómeros, pentaceno, composiciones que incluyen C₆₀, y composiciones que incluyen derivados de C₆₀.
- 10
- 15 Para el método de producir una capa orgánica según las realizaciones de la presente invención, son preferentes disolventes con un alto punto de ebullición, por ejemplo disolventes con un punto de ebullición mayor de 61 °C, 80 °C, 100 °C, 101 °C, 110 °C, mayor de 150 °C, o superiores a 200 °C. Cuanto más alto sea el punto de ebullición del disolvente, para una misma temperatura y atmósfera, más lenta será la evaporación y por lo tanto el secado de la película. El disolvente puede comprender, por ejemplo tetralina (con un punto de ebullición de aproximadamente 206 °C). El disolvente puede ser una mezcla de disolventes individuales. Los disolventes individuales pueden comprender tetralina, tetrahidrofurano, xileno, tolueno, cloroformo, clorobenceno o similares.
- 20

- 25 Un aspecto de la presente invención es también proporcionar un método para controlar la viscosidad de una disolución que comprende al material orgánico o a los compuestos orgánicos disueltos en un disolvente. La viscosidad de los compuestos orgánicos disueltos en el disolvente se puede controlar a través de la temperatura, la elección del disolvente, la agitación o mediante cualquier otra manera adecuada. De esta manera, una disolución de un material orgánico, por ejemplo, un material de capa activa fotovoltaica disuelto en un disolvente o en una mezcla de disolventes se puede hacer adecuado para diferentes técnicas de impresión o de reparto lineal. La anteriormente mencionada etapa de recocado del primer aspecto de la presente invención para mejorar la calidad de la película también se puede aplicar a capas orgánicas, por ejemplo, a las capas fotovoltaicas activas, que resultan de una deposición de tales disoluciones con la viscosidad controlada. Las disoluciones con la viscosidad controlada según el segundo aspecto de la invención se pueden usar con los métodos según las realizaciones del primer aspecto de la presente invención.
- 30

- 35 En una realización preferente, la disolución tiene una viscosidad lo suficientemente elevada para evitar el corrimiento de la disolución en un proceso de impresión por serigrafía, por ejemplo, una viscosidad mayor de 0,5 Pa·s. La disolución se puede producir por ejemplo disolviendo el material orgánico en el disolvente y esperando hasta que la disolución alcance una viscosidad lo suficientemente elevada para evitar el corrimiento de la disolución en un proceso de impresión por serigrafía, por ejemplo, una mayor viscosidad mayor de 0,5 Pa·s. La relación del peso de material orgánico por volumen de disolución (p/v) está preferentemente en el intervalo entre, como límite inferior, 0,5 % ó 1 % ó 2 % y, como límite superior, 5 % ó 6 % ó 7 % u 8 % ó 9 % ó 10 % ó 15 %.

- 40 El método según las realizaciones de la presente invención se puede usar por ejemplo para la producción de una capa orgánica como parte de una célula fotovoltaica, un diodo emisor de luz, un fotodetector, un transistor, un láser o un elemento de la memoria.

Aplicación fotovoltaica

- 45 La capa de material orgánico producida por un método según las realizaciones de la presente invención se puede usar ventajosamente para la producción de una célula solar. Tal método para la producción de una célula solar comprende preferentemente proporcionar unos primeros electrodos sobre un substrato, proporcionar sobre el substrato y sobre los electrodos, bajo las condiciones de la deposición, una capa de disolución que comprende al material orgánico disuelto en un disolvente, recocer la capa de la disolución antes de que la capa se haya secado por completo y estando dicha etapa de recocado además limitada en el tiempo de tal manera que dicha capa no se seque por completo durante el recocado, controlando a partir de entonces el secado de la capa de modo que el secado se lleva a cabo más lentamente de lo que sería bajo las condiciones de la deposición; y proporcionar unos segundos electrodos en la parte superior de la capa seca del material orgánico.
- 50

- 55 Más en particular, el método según la presente invención se ha demostrado que es de interés para la deposición de capas activas de las células solares orgánicas basadas en politiofenos como el poli(3-hexil tiofeno). Disolver este material en un disolvente con un alto punto de ebullición como el tetrahidronaftaleno (THN, del inglés tetrahydronaphthalene, tetralina, con un punto de ebullición de aproximadamente 206 °C) en una concentración correspondiente a un porcentaje de peso por volumen (p/v) en el intervalo entre 1 % y 5 %, permite depositar esta disolución sobre un substrato por medio de una técnica de impresión por serigrafía. Sin embargo, la naturaleza

discontinua del proceso por el cual la disolución se tiene que empujar a través de los separados orificios de la serigrafía para formar una capa continua en el extremo, así como una posiblemente baja viscosidad de la disolución tiene como resultado una mala calidad general de la capa después de la evaporación del disolvente según los métodos de la técnica anterior.

- 5 Si la etapa de recocido o curado por temperatura, por ejemplo a aproximadamente a 100 ° C, se lleva a cabo según las realizaciones de la presente invención, durante un tiempo suficiente para producir el reflujo de la disolución, pero lo suficientemente corto para que tal disolución no se seque por completo, por ejemplo, durante aproximadamente 2 segundos, después de la deposición de la disolución sobre el sustrato, se obtiene una mejora substancial de la calidad de la capa, tanto de la calidad macro como de la calidad micro. La rugosidad de la superficie de la película se reduce al menos el 50 %, la definición de los bordes del dibujo es considerablemente mejor (al menos 50 % mejor), y a una escala micro la película muestra una alineación mejorada de las moléculas en comparación con los métodos convencionales de aplicación de tales películas. Esto se ilustra en la Figura 1 mediante análisis digitales de las capas procesadas sin (Figura 1 (a)) o con (Figura 1 (b)) el procedimiento de recocido según las realizaciones de la presente invención, después de la evaporación total del disolvente.
- 10
- 15 Resultados similares se pueden obtener para una disolución de P3HT en THN en la que también se disuelven de manera adicional materiales tales como derivados del fullereno. La combinación de los materiales de P3HT y del derivado de fullereno PCBM en una capa activa de estado sólido es bien sabido que tienen como resultado resultado células solares orgánicas con muy buenos rendimientos.

- 20 La regioregularidad de los politiofenos, que justifica la orientación específica de las cadenas laterales sobre la cadena principal del polímero, puede tener como resultado una interacción específica (efecto estérico), por ejemplo, la alineación de unas con otras de las cadenas del material de polímero separadas. Esto también puede ocurrir en disolución y simplemente proceder en el tiempo. El proceso se puede controlar mediante un claro desplazamiento al rojo del color de la disolución. Esto se acompaña por un aumento de la viscosidad de la disolución en el tiempo. De este modo se puede obtener un nivel de viscosidad tal que se puede prevenir el corrimiento de la disolución en un proceso de impresión por serigrafía, por ejemplo, un nivel de viscosidad mayor de 0,5 Pa·s. Este procedimiento hace que la disolución sea más adecuada para su procesado con una técnica como la impresión por serigrafía. El procedimiento se puede revertir simplemente calentando la disolución para obtener de nuevo la baja viscosidad inicial. Esta inversión del efecto tiene como resultado un nivel de viscosidad de la disolución que puede ser más adecuada para otras técnicas de deposición distintas a la impresión por serigrafía. La inversión va acompañada de una desaparición del color desplazado al rojo de la disolución.
- 25
- 30

- La aplicación de la etapa de recocido según las realizaciones de la presente invención sobre la disolución depositada tiene como resultado una calidad de la capa mejorada de la capa activa fotovoltaica. El efecto del procedimiento de recocido en la calidad micro de la capa se puede, en el caso de depositar la disolución con un elevado nivel de viscosidad (por ejemplo, una viscosidad mayor de 0,5 Pa·s), claramente seguir por un cambio de color de la capa depositada. El color desplazado al rojo de la disolución altamente viscosa desaparece bajo el recocido de la capa depositada. Esto demuestra que, según las realizaciones de la presente invención, efectivamente el procedimiento se aplica cuando todavía está presente una cantidad considerable de disolvente en la película depositada. El cambio de color indica normalmente una ocurrencia de una orientación amorfa del material de polímero en disolución en la que las diferentes cadenas del material de polímero ya no interactúan fuertemente las unas con las otras. La evaporación total del disolvente después en condiciones controladas tiene como resultado una película sólida con la calidad de capa mejorada de la capa activa fotovoltaica.
- 35
- 40

- La posibilidad de restringir la etapa de recocido a un corto intervalo de tiempo hace que ésta sea altamente compatible con los tratamientos adicionales de la capa fotovoltaica para optimizar el rendimiento del dispositivo fotovoltaico final. Sin embargo, disolver los materiales de la capa activa en un disolvente o mezcla de disolventes apropiados, en combinación con una técnica de deposición como la impresión o el reparto lineal y controlar sus parámetros, pueden de ese modo hacer que algunos tratamientos adicionales resulten obsoletos, tales como por ejemplo, un tratamiento térmico después de que la película se haya secado completamente.
- 45

- Al controlar la velocidad o el tiempo de la evaporación del disolvente de la capa depositada, se puede inducir una ampliación de la absorción de la radiación de la capa de fotovoltaica en un rango de amplia de longitud de onda. Esto también mejora la calidad de la capa. Una lenta velocidad de evaporación produce de este modo una fuerte ampliación en el intervalo de amplia longitud de onda, mientras que una rápida evaporación del disolvente tiene como resultado una capa activa fotovoltaica con absorción reducida en el rango de amplias longitudes de onda. Además del estado del arte de las técnicas como, por ejemplo, controlar la temperatura ambiente o la atmósfera, el tiempo de evaporación del disolvente o la velocidad de secado de la disolución también se puede controlar disolviendo los materiales de la capa activa en un disolvente o mezcla de disolventes apropiados con un punto de ebullición apropiado, es decir, preferentemente un punto de ebullición alto, tal como por ejemplo un punto de ebullición por encima de 61, 80, 100, 101, 110, 150, 200 grados centígrados, en combinación con una técnica de deposición como la impresión o reparto lineal y controlar sus parámetros de deposición tales como por ejemplo, la velocidad y la presión de la deposición. Al contrario del revestimiento por rotación, en las técnicas de impresión o reparto lineal la evaporación del disolvente se puede controlar totalmente por una elección apropiada del
- 50
- 55
- 60

disolvente o de la mezcla de disolventes en la que se disuelven los materiales de la capa activa. De ese modo, se puede bajar la velocidad de evaporación cuando se usan disolventes o mezclas de disolventes con altos puntos de ebullición. De esta manera, el aumento de la absorción de la capa activa fotovoltaica en el rango de amplia longitud de onda se controla por el uso de disolventes o mezclas de disolventes apropiados en combinación con la técnica de impresión o de reparto lineal.

En el siguiente ejemplo se hace una comparación entre películas con un espesor de 150 nm, depositadas por cuchillas rasquetas, una técnica de reparto lineal, y las mismas películas depositadas por revestimiento por rotación, una técnica basada en la rotación. La mezcla de deposición contenía un 1,5 % (peso/volumen) de una mezcla con una relación en peso 1:2 del material de polímero regioregular conjugado P3HT y la molécula PCBM disuelta en ortodichlorobenceno + 2,5 % (% Vol.) de mezcla tetrahidronaftaleno, como la usada en los dispositivos de la célula solar. La película por revestimiento por rotación se depositó a 1000 rpm durante 60 segundos. La película por cuchillas rasquetas se depositó a una velocidad de cuchilla de 80 mm/s. El espectro Ultravioleta-Visible (UV-Vis) de las películas de capa activas producidas se muestra en la Figura 2. Se ha reportado en la literatura que existe una relación entre el espectro de absorción UV-Vis de este sistema de materiales y el rendimiento en las células solares orgánicas. La película depositada por cuchillas rasquetas muestra la deseada banda de absorción ampliada en comparación con la película depositada por revestimiento por rotación. Esto se puede atribuir a la más lenta evaporación del disolvente en el caso de la película por cuchilla rasqueta, en comparación con la película por revestimiento por rotación.

La aplicación de técnicas de reparto lineales permite un buen control de la velocidad de evaporación del disolvente, ya que la velocidad de evaporación depende de por ejemplo, los parámetros ambientales que se controlan mejor con las técnicas de reparto lineal que con las técnicas de revestimiento por rotación. Las técnicas de reparto lineal permiten más libertad de proceso, por ejemplo, los intervalos de temperatura adecuados para el revestimiento por rotación son más pequeños que los de las técnicas de reparto lineal. Además, las técnicas de reparto lineal permiten reducir la velocidad de evaporación en comparación con el revestimiento por rotación para producir la capa activa de los dispositivos orgánicos, por ejemplo, que contienen los materiales de polímeros conjugados regioregulares. Esto puede tener como resultado una ampliación del espectro de absorción en comparación con las técnicas de reparto basadas en la rotación.

El método descrito no se limita a la aplicación fotovoltaica mencionada, sino que es relevante para muchas aplicaciones en donde películas finas, es decir, películas más delgadas de un micrómetro, se tienen que depositar con una rugosidad superficial mínima y una alta calidad de resolución de líneas y de definición de los bordes, tal como, por ejemplo, en diodos orgánicos emisores de luz, fotodetectores, transistores, lasers, elementos de la memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir una capa de material orgánico para la producción de una capa orgánica como parte de una célula fotovoltaica, un diodo emisor de luz, un fotodetector, un transistor, un láser o un elemento de memoria, comprendiendo el método:
- 5 proporcionar sobre un sustrato, bajo condiciones de la deposición, una capa de una disolución que comprende dicho material orgánico disuelto en un disolvente;
- recocer dicha capa de disolución, aplicando dicho recocido antes de que dicha capa de disolución se haya secado por completo, y estando la duración de dicho recocido limitada de tal manera que dicha capa de disolución no se seque por completo durante el recocido, induciendo dicho recocido el reflujos de dicha capa de la disolución; y
- 10 posteriormente secar dicha capa de disolución,
- caracterizado porque:**
- estando dicho secado controlado de tal forma que se lleva a cabo más lentamente de lo que sería bajo las condiciones de deposición y a una temperatura substancialmente menor a la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa de recocido.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en donde dichas condiciones de deposición comprenden una temperatura de deposición, y en donde el recocido de dicha capa de disolución se lleva a cabo a una temperatura por encima de dicha temperatura de deposición y por debajo de la temperatura de ebullición de dicho disolvente.
3. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde la duración de dicho recocido está entre 0,1 a 60 segundos.
- 20 4. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde dichas condiciones de deposición comprenden una temperatura de deposición, y en donde el secado de dicha capa de disolución se lleva a cabo a dicha temperatura de deposición.
5. El método según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el secado de dicha capa de disolución se lleva a cabo entre 20 °C y 25 °C.
- 25 6. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde el secado de dicha capa de disolución se lleva a cabo en una atmósfera saturada.
7. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde proporcionar una capa de una disolución comprende proporcionar una disolución con una viscosidad mayor de 0,5 Pa·s, y aplicar la disolución sobre el sustrato.
- 30 8. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde proporcionar una capa de una disolución comprende disolver dicho material orgánico en dicho disolvente, esperar hasta que dicha disolución alcance una viscosidad mayor de 0,5 Pa·s, y aplicar dicha disolución sobre el sustrato.
9. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde proporcionar una capa de una disolución comprende proporcionar una capa de una disolución con una relación en peso de material orgánico por volumen de disolución en el intervalo entre 0,5 % a 15 %.
- 35 10. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde proporcionar una capa de una disolución sobre dicho sustrato comprende proporcionar dicha capa por medio de una técnica lineal.
11. El método según alguna de las reivindicaciones previas, que además comprende, entre la etapa de proporcionar una capa de disolución sobre el sustrato y la etapa de recocido de la capa de la disolución, secar parcialmente dicha capa de disolución.
- 40 12. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde dicho disolvente comprende tetralina.
13. El método según alguna de las reivindicaciones previas, en donde dicho disolvente es una mezcla de disolventes.
- 45 14. El método según alguna de las reivindicaciones previas, comprendiendo además el método proporcionar un sustrato, en donde proporcionar un sustrato comprende proporcionar un sustrato provisto con unos primeros electrodos, comprendiendo además el método, después del secado de la capa de la disolución, proporcionar unos segundos electrodos sobre la parte superior de dicha capa de material orgánico

+



+



Figura 1

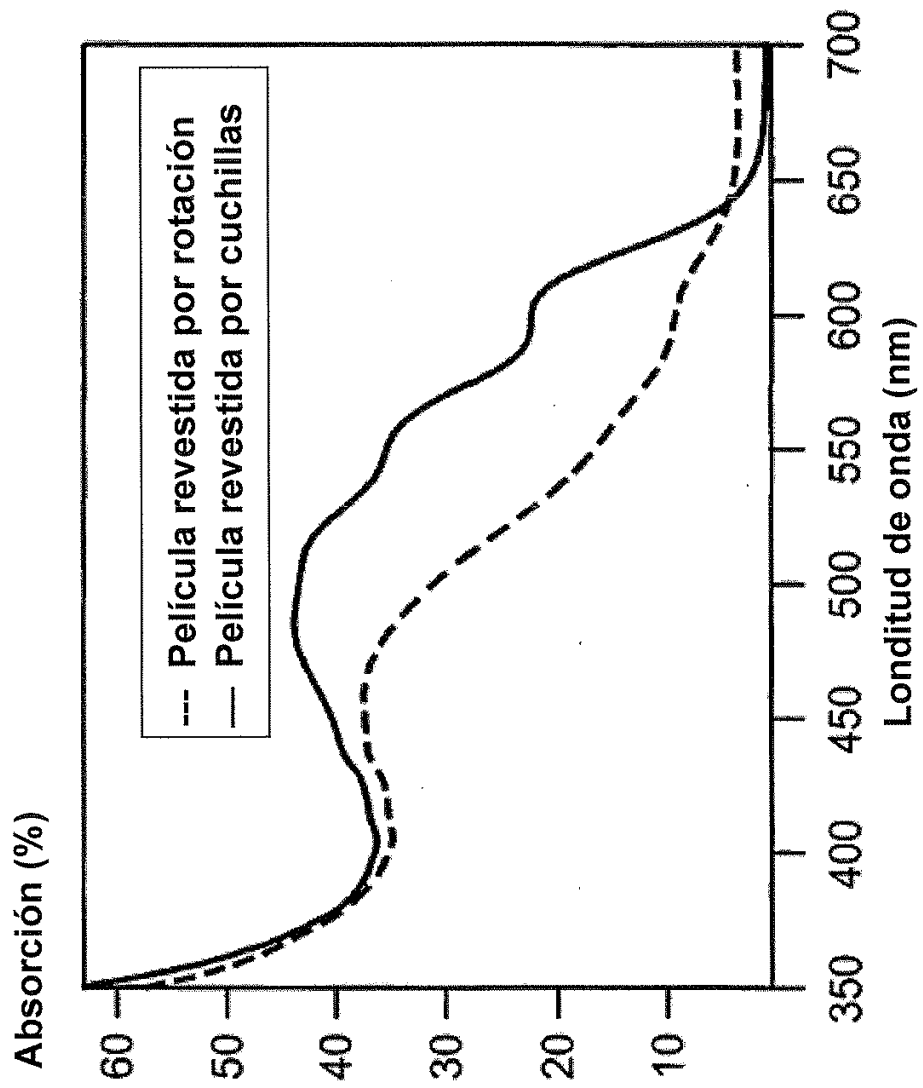


Figura 2