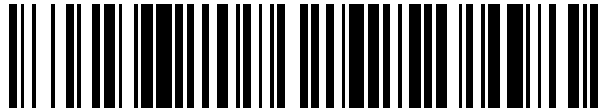


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 004**

51 Int. Cl.:

H01L 51/00 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2009** **E 09712158 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016** **EP 2361444**

54 Título: **Material de transporte de carga de fotoalineación de cristales líquidos y método para formar dicho material**

30 Prioridad:

18.02.2008 GB 0802916

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

30.03.2016

73 Titular/es:

**LOMOX LIMITED (100.0%)
Bank House, Market Square
Congleton, Cheshire CW12 1ET, GB**

72 Inventor/es:

KOCH, GENE CARL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 565 004 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

Material de transporte de carga de fotoalineación de cristales líquidos y método para formar dicho material

Esta invención se refiere a materiales y, particularmente, a materiales de derivación de superficies con propiedades combinadas de transporte de carga y fotoalineación de cristales líquidos, y a métodos para formar dichos materiales.

5 Los dispositivos de diodos emisores de luz orgánicos con emisores cristalinos líquidos molecularmente alineados y capas de transporte de cargas son potencialmente útiles para una aplicación como retroalimentadores de pantallas de cristales líquidos, pantallas 3-D y otras aplicaciones en las que se desea la producción de luz polarizada mediante un OLED. Además, los emisores cristalinos líquidos, fotorreticulables y molecularmente alineados (mesógenos reactivos) pueden ser utilizados en láseres DFB orgánicos y otros dispositivos luminiscentes en los que
10 pueden ser modelados en forma de nanoestructuras.

Con el fin de producir dispositivos emisores de luz y otros dispositivos electrónicos que utilizan mesógenos reactivos molecularmente alineados, es necesario incluir en los dispositivos algunos medios de alineación que provoquen que el material cristalino líquido se alinee uniformemente. En otra propuesta, se usaron capas de fotoalineación para esta finalidad. Estas son capas de material que, cuando son expuestas a luz UV polarizada intensa, experimentan
15 una reacción fotoquímica que les confiere una anisotropía de energía superficial. Esto da lugar a la propiedad de que los cristales líquidos revestidos en la superficie con este material previamente expuesto, humedecen preferentemente esa superficie con sus ejes longitudinales moleculares alineados en una dirección preferida generalmente paralela o perpendicular al eje de polarización de la luz de exposición UV a medida que es proyectada sobre la superficie de la capa de fotoalineación. Como consecuencia, las moléculas de cristales líquidos están
20 uniformemente alineadas en esa dirección preferida. Esto produjo dispositivos de emisión de luz que utilizan materiales electroluminiscentes cristalinos líquidos alineados de esta forma y energéticamente excitados haciendo pasar una corriente eléctrica a través de ellos.

Como se muestra en el ejemplo en la Figura 1 (técnica anterior), para producir un dispositivo electroluminiscente de trabajo 100 que utiliza esta combinación de materiales de fotoalineación y materiales emisores cristalinos líquidos,
25 es necesario que el material cristalino líquido alineado 140 debe estar en contacto íntimo con la capa de fotoalineación 130. Esto significa adicionalmente que una corriente eléctrica debe ser capaz de pasar desde el ánodo 110 a través una capa de inyección por huecos 120, seguidamente a través de la capa de fotoalineación 130, con el fin de pasar a la excitación energética de la capa emisora 140 para producir luz. Las capas de fotoalineación disponibles en el comercio que han sido anteriormente usadas en LCDs no son adecuadas para esta aplicación porque son de naturaleza aislante y no permitirían que pase la corriente a través de ellas en los materiales de
30 transporte de carga y emisores en el dispositivo electroluminiscente. Este problema se resolvió mezclando materiales de transporte de carga conocidos tales como triarilaminas en forma soluciones de materiales de fotoalineación poliméricos. Los materiales de fotoalineación usados fueron, por ejemplo, polímeros de poli(ácido metacrílico) esterificados con cadenas laterales alqueno terminadas con cumarina. Si se mezcla suficiente triarilamina en una solución de la cumarina normalmente aislante de la electricidad, el poli(ácido metacrílico) sustituido con cumarina y esta solución es extendida en disolventes sobre la superficie de un ánodo, se encuentra que el material es suficientemente conductor de huecos para hacer pasar corriente en un mesógeno reactivo emisor de luz y fotopolimerizado, provocando que se excite energéticamente para producir luz. Sin embargo, si se dopa
40 demasiada triarilamina en el polímero de fotoalineación, se destruye la propiedad de fotoalineación. Por tanto, al desarrollar estos materiales, hubo un compromiso entre maximizar la conducción de huecos de la mezcla y mantener sus propiedades de alineación. Aunque se pudieran producir dispositivos de trabajo que produjeran emisión de luz polarizada a partir del material cristalino líquido alineado, el material de fotoalineación era menos conductor de lo que se puede desear, con el resultado de que el voltaje de funcionamiento requerido para excitar energéticamente los dispositivos era aproximadamente 1,5 voltios mayor que para dispositivos similares que no
45 contienen capa de fotoalineación. Esto puede dar lugar a un rendimiento del dispositivo más escaso y a tiempos de vida acortados.

Se intentó paliar este problema diseñando nuevos materiales de fotoalineación en los que la cadena principal del polímero de ácido metacrílico estaba sustituida con una mezcla de cadenas laterales, algunas sustituidas con cumarina como anteriormente y algunas sustituidas con un material de transporte de huecos como 2,7-bis(5-feniltien-2-il)-9,9-dialquilfluoreno. Sin embargo, estos nuevos materiales tenían en gran medida las mismas propiedades de transporte de huecos y alineación que las mezclas anteriormente usadas.

Otra cuestión con los OLEDs en general tiene que ver con la capa 120 de inyección de huecos que se forma en los OLEDs para facilitar la inyección de huecos desde el ánodo 110 en las capas de material orgánico en el interior del OLED. En los OLEDs basados en polímeros, el material que se usa bastante a menudo para formar esta capa es polietileno-dioxitiofeno/poliestireno-sulfonato (PEDT/PSS). Este material se extiende en disolventes a partir de agua sobre el material del ánodo de OLED y seguidamente es curado por calentamiento. Las capas de OLED posteriores se constituyen seguidamente sobre la parte superior de la capa de PEDT/PSS. Un problema con este polímero es que es un ácido fuerte y se cree que corroe los ánodos de óxido de indio-estaño (ITO) sobre los que se aplica como revestimiento a lo largo del tiempo. Además, el trabajo ha mostrado que hay una fuerte discordancia de energía superficial entre PEDT/PSS y ITO. Esto conduce a una escasa adhesión entre estas dos capas adyacentes. Se han
60

diseñado nuevas capas de inyección de huecos basadas en materiales de transporte de huecos de derivación de superficies que eliminan estos problemas. En esta propuesta, las triarilaminas u otros materiales de transporte de huecos que han sido usados para producir los OLEDs son sustituidos con grupos triclorosililo. Un ejemplo es tris[4-(triclorosil)fenil]amina como se muestra en la Figura 2 (técnica anterior). Cuando una solución en tolueno diluida de este material es aplicada a la superficie de un ánodo de óxido de indio-estaño en presencia de humedad atmosférica, los sustituyentes de triclorosililo son hidrolizados a grupos trihidroxisililo altamente reactivos que a su vez reaccionan con la superficie de ITO a través de enlaces In-O-Si y Sn-O-Si. Esta reacción forma una monocapa de los grupos trifenilamino en la superficie de ITO. El curado posterior calentando la estructura monocapa se puede representar mediante el dibujo de la Figura 3 (técnica anterior). El ciclo de aplicar la solución de tolueno y curado por calor se puede repetir múltiples veces para constituir capas moleculares múltiples del material de transporte de huecos. La Figura 4 (técnica anterior) representa la clase de estructura que puede ser constituida a partir de tres ciclos de aplicación y curado. La estructura de inyección de huecos resultante soporta mayores corrientes de huecos para el mismo voltaje aplicado que las capas de inyección de huecos fabricadas a partir de PEDT/PSS.

El documento de patente WO 2005/001952 A1 se refiere a un compuesto para formar una monocapa auto-organizada que comprende un grupo de anclaje para unir la molécula a un sustrato (material de electrodo), un grupo dieléctrico, un grupo semiconductor, un grupo separador y un grupo reticulante.

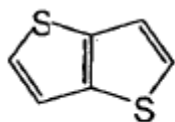
El documento no patente de LEE, J. et al.: "Novel Photo-Alignment Polymer Layer Capable of Charge Transport", MACROMOL. CHEM. PHYS., 2004, 205, 2245-2251 describe un polímero de fotoalineación de cristales líquidos, de transporte de cargas, que comprende un resto de transporte de cargas (carbazol) adsorbido sobre un sustrato (ITO) y un resto de fotoalineación de cristales líquidos (cumarina), de forma que la dirección de fotoalineación de cristales líquidos del polímero es perpendicular a la dirección de polarización de la luz UV irradiada.

La presente invención proporciona materiales de derivación de superficies con propiedades combinadas de transporte de cargas y fotoalineación de cristales líquidos.

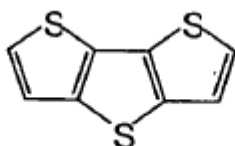
La invención comprende un material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos que comprende un resto de transporte de cargas conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies, y un resto de fotoalineación de cristales líquidos conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies.

La invención comprende también un método para formar una capa de fotoalineación de cristales líquidos, de transporte de cargas, que comprende la inmersión de un sustrato de vidrio o similar en una solución disolvente de material que comprende un resto de transporte de cargas conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies y un resto de fotoalineación de cristales líquidos conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies y seguidamente retirar y secar dicho sustrato.

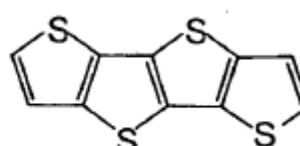
Ejemplos de materiales de derivación de superficies de la invención previstos para ser usados para formar capas de fotoalineación de transporte de huecos de este tipo se muestran en las Figuras 5-9. En las moléculas en estas figuras las unidades funcionales químicas que desempeñan la función de transporte de huecos son marcadas como "A", las unidades funcionales químicas que desempeñan la función de fotoalineación son marcadas como "B" y las unidades funcionales de derivación de superficies son marcadas como "C". Las unidades funcionales de transporte de huecos "A" utilizadas en estos ejemplos incluyen una o más subunidades funcionales que se escogen a partir de un conjunto que incluye tieno[3,2-b]tiofeno, ditieno[3,2-b:2',3'-d]tiofeno, tieno[3,2-d]tieno[3,2-b:4,5-b']ditiotieno, 2,2'-bitiofeno, 2,2':5',2"-tertiofeno, 2,2':5',2":5",2"'-cuatertiofeno, benzo[1,2-b:4,5-b']ditiotieno, benzo[1,2-b:3,4-b':5,6-b"]tritiofeno, nafto[2,3-b:6,7-b']ditiotieno, benzo[4,5-d]tieno[3,2-d]benzo[b]tiofeno, trifenilamina, 1,4-bis(difenilamino)benceno, 1,3,5-tris(difenilamino)benceno, 4,4'-bis(difenilamino)bifenilo, N,N-difenil-N-naft-1-ilamina, N-fenil-N,N-dinaft-1-ilamina, trinaft-1-ilamina, tiazolo[4,5-d]tiazol, 2,2'-bitiazol, 2,2':5',2"-tertiazol, N,N,N-tris(benzo[b]tiofeno-5-il)amina, tiazolo[4,5-b]tiofeno, N,N,N-tris(benzo[d]tiazol-5-il)amina, u otras subunidades que contienen tiofeno, subunidades que contienen triarilamina, subunidades que contienen tiazol o subunidades que contienen más de una de estas tres funcionalidades.



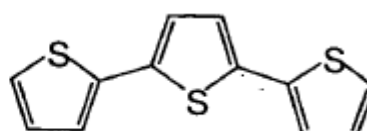
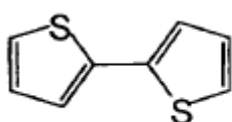
tieno[3,2-b]tiofeno



ditieno[3,2-b:2',3'-d]tiofeno

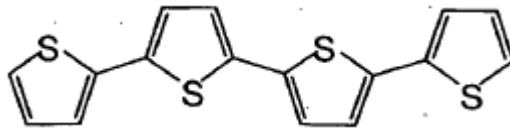


tieno[3,2-d]tieno[3,2-b:4,5-b']ditiotieno

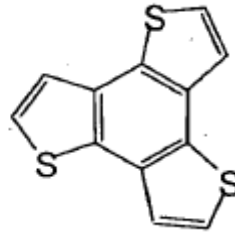
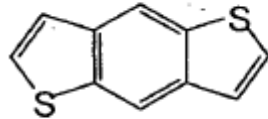


2,2'-bitiofeno

2,2':5',2''-tertiofeno



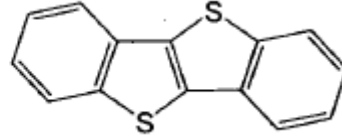
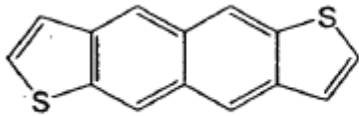
2,2':5',2'',5'''-cuatertiofeno



5

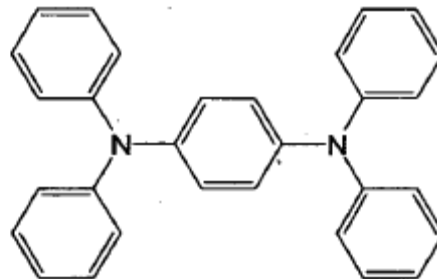
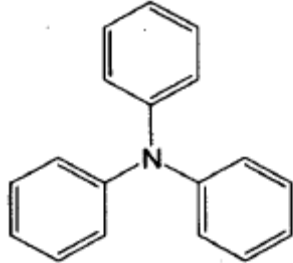
benzo[1,2-b:3,4,5-b']dithiofeno

benzo[1,2-b:3,4-b':5,6b'']trithiofeno



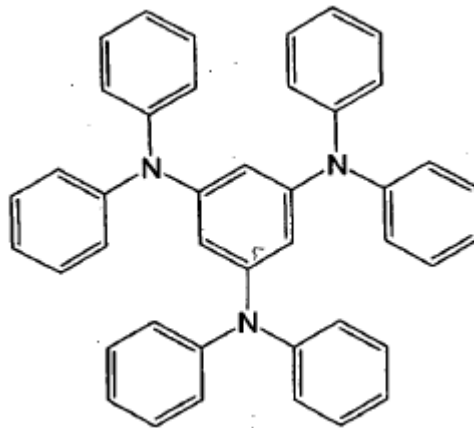
nafto[2,3-b:6,7-b']dithiofeno

benzo[4,5]tieno[3,2-d]benzo[b]tiofeno



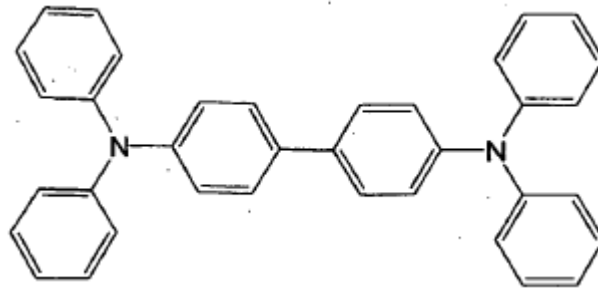
trifenilamina

1,4-bis(difenilamino)benzeno

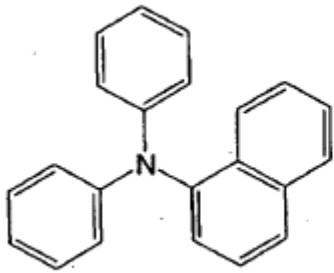


1,3,5-tris(difenilamino)benzeno

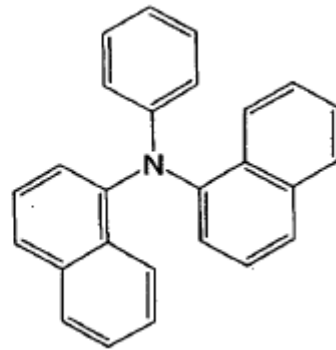
10



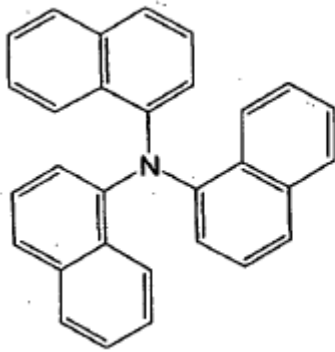
4,4'-bis(difenilamino)bifenilo



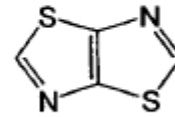
N,N-difenil-N-naft-1-ilamina



N-fenil-N,N-dinaft-1-ilamina

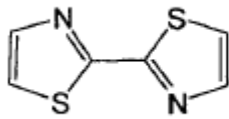


trinaft-1-ilamina

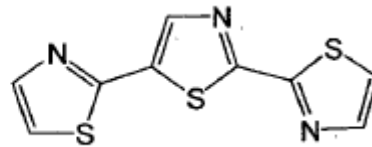


tiazolo[4,5-d]tiazol

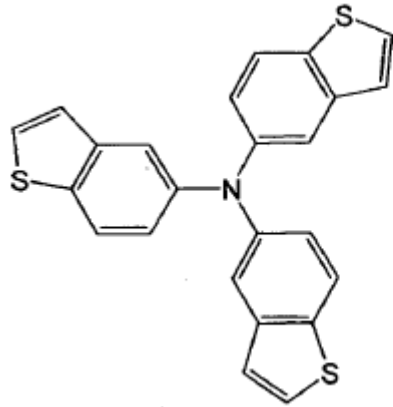
5



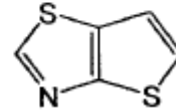
2,2'-bitiazol



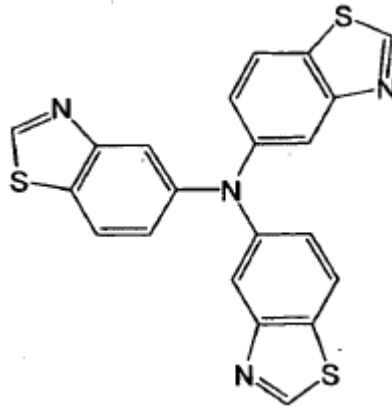
2,2':5',2''-tertiazol



N,N,N-tris(benzo[b]tiofeno-5-il)amina



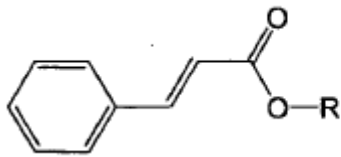
tiazolo[4,5-b]tiofeno



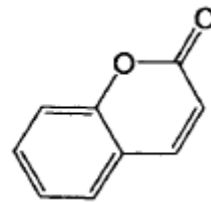
N,N,N-tris(venzo[d]tiazol-5-il)amina

5

Las unidades funcionales de fotoalineación (B) utilizadas en estos ejemplos incluyen una o más subunidades funcionales que se escogen entre un conjunto que incluye ésteres de cinamato, cumarinas, quinolonas (quinolin-2-onas) y tiocumarinas (benzo[b]tiin-2-onas).

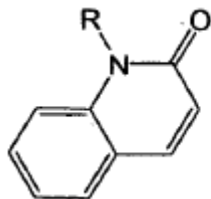


éster de cinamato

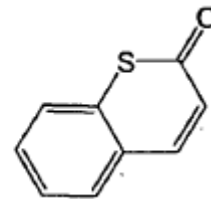


cumarina

10



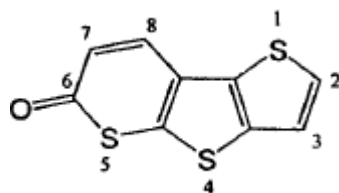
quinolin-2-ona



benzo[b]tiin-2-ona

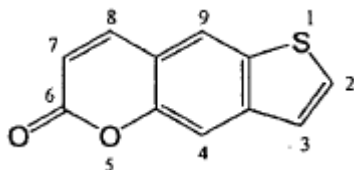
15

Un ejemplo de una subunidad funcional que combina las funcionalidades de transporte de huecos y fotoalineación son las subunidades funcionales de tieno[2',3':4,5]tieno[2,3-b]tiin-6-ona que se encuentran en la molécula de la Figura 9.



tieno[2',3':4,5]tieno[2,3-b]tiin-6-ona

Otras subunidades similares con funcionalidades combinadas pueden estar formadas, por ejemplo, por:



5

Tieno[2,3-g]cromen-6-ona

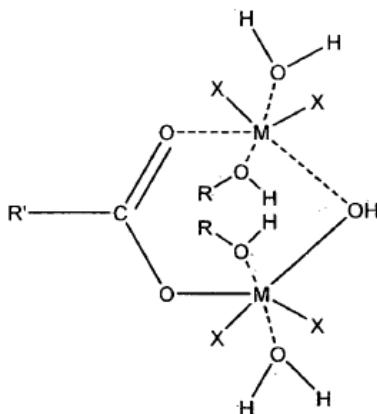
Estas subunidades son similares a los sistemas de anillos de tiocumarina y cumarina en cuanto que tienen un anillo de seis miembros de tiolactona y lactona α,β -insaturados condensados a anillos aromáticos. En estos casos los sistemas de anillos aromáticos condensados son de transporte de huecos por naturaleza.

10

En el caso del material mostrado en la Figura 9, las dos subunidades funcionales de tieno[2',3':4,5]tieno[2,3-b]tiin-6-ona están conectadas mediante un núcleo de 1,4-fenileno para formar una combinación de unidades de transporte de huecos y de fotoalineación en las moléculas del material (marcadas como A y B en la Figura).

15

Las unidades funcionales de derivación de superficies marcadas como "C" en las Figuras 5-9 pueden ser escogidas entre un conjunto que incluye grupos trihalosilanilo (especialmente grupos triclorosilanilo), grupos trialcoxisilanilo (especialmente metoxi y etoxi) y complejos de Werner de metales de transición. En particular, si se usan complejos metálicos, se prefieren complejos dinucleares de carboxilo de metales de transición del tipo



20

En este caso R' representa el resto de la molécula de material de fotoalineación, de transporte de huecos, de derivación de superficies de la invención; M representa un metal de transición (preferentemente con un estado de oxidación +3 y lo más preferentemente Cr(III)); X representa un ligando aniónico escogido entre haluro (por ejemplo, cloruro), pseudo-haluro (por ejemplo, cianuro, cianato, etc.) o un anión derivado de un oxoácido (por ejemplo, nitrato); y R representa un radical orgánico, preferentemente un radical alquilo y lo más preferentemente metilo o etilo. El ejemplo mostrado en la Figura 7 utiliza unidades funcionales de derivación de superficies de grupos μ -carboxilato- μ -hidroxi-bis[acuadiclورو-etanol-cromo (III)] (R se toma como etilo).

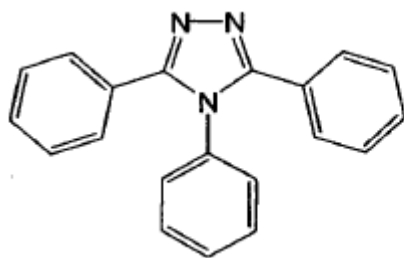
25

Puede ser útil, en términos de liberar estéricamente las unidades funcionales de derivación de superficies para que interaccionen con las superficies de los sustratos, o liberar grupos de fotoalineación para que asuman orientaciones al azar, introducir en las moléculas de los materiales de la invención enlaces flexibles entre una u otra de las unidades funcionales de transporte de huecos o fotoalineación o de derivación de superficies. Por ejemplo, en el ejemplo mostrado en la figura 7, las unidades funcionales de fotoalineación que contienen cumarina (B) están unidas al núcleo de transporte de huecos de las moléculas a través de enlaces flexibles de trimetileno. En la molécula mostrada en la Figura 5, las unidades funcionales de cinamato de fotoalineación están conectadas al núcleo molecular de transporte de huecos a través de enlaces de etileno flexibles, mientras que los grupos triclorosililo de

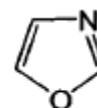
30

derivación de superficies están conectados al mismo núcleo a través de enlaces flexibles de hexametileno.

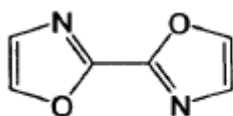
Una realización adicional de la invención consiste en materiales de derivación de superficies que están destinados a ser usados para formar capas de fotoalineación de transporte de electrones. Un ejemplo de este tipo de material se muestra en la Figura 10. Estos materiales difieren de los materiales de transporte de huecos ilustrados mediante las estructuras en las Figuras 5-9 en que las unidades funcionales moleculares marcadas como "A" son de transporte de electrones en lugar de transporte de huecos. Las unidades funciones de transporte de electrones pueden ser construidas a partir de un conjunto de subunidades que incluyen, seleccionadas independientemente, pero sin limitación, entre aril-1,2,4-triazoles (especialmente triaril-1,2,4-triazoles), 1,3-oxazoles, 2,2'-bi-1,3-oxazoles, 1,2,4-oxadiazoles, 3,3'-bi-1,2,4-oxadiazoles, imidazo[4,5-d]imidazoles, benzo[1,2-d:4,5-d']dioxazoles, benzo[1,2-d:2,3-d':4,5-d'']trioxazoles, batocuproína y benzofenantrolinas.



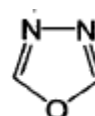
trifenil-1,2,4-triazol



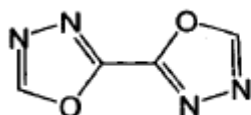
1-3-oxazol



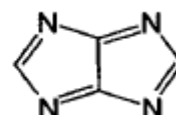
2,2'-bi-1,3-oxazol



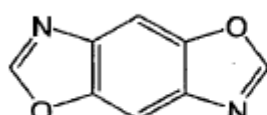
1,2,4-oxadiazol



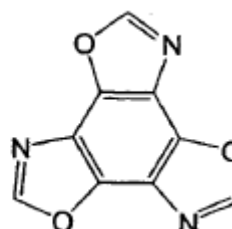
3,3'-bi-1,2,4-oxadiazol



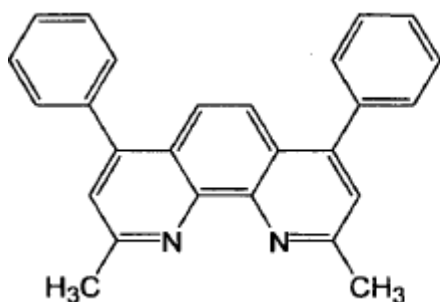
imidazo[4,5-d]imidazol



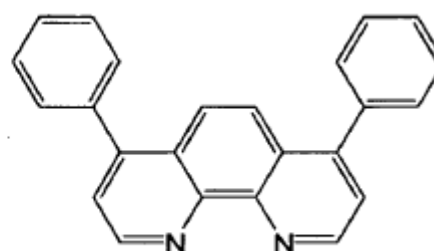
benzo[1,2-d:4,5-d']dioxazol



benzo[1,2-d:2,3-d'-4,5-d'']trioxazol



batocuproína



batofenantrolina

Las unidades funcionales de fotoalineación "B" usadas en las moléculas de esta realización son las mismas que las

usadas en la realización de transporte de huecos.

Las unidades funcionales de derivación de superficies usadas en esta realización son de necesidad diferentes a las usadas en la realización de transporte de huecos. Como los materiales de transporte de electrones y fotoalineación deben derivar en superficie un cátodo de metal activo, la química implicada es diferente. Los grupos funcionales de derivación en superficies de esta realización pueden ser escogidos entre un conjunto que incluye, pero sin limitación, sales de enolatos de metales alcalinos y metales alcalinotérreos de pentano-1,3-dionas sustituidas con 1,3-dialquilo (preferentemente sales de calcio) y sales de metales alcalinos de dialquilaminas que están químicamente unidas a las unidades funcionales de transporte de electrones y fotoalineación de las moléculas de los materiales de la realización, grupos trihalosililo y grupos trialcoxililo.

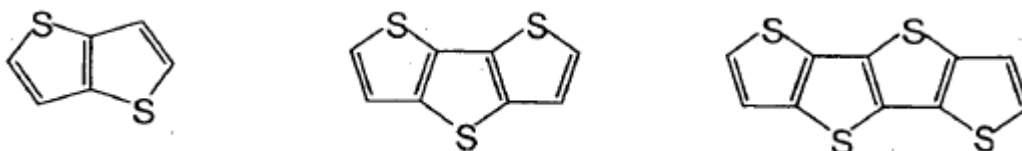
5 Una realización adicional de la invención consiste en un procedimiento para formar capas de fotoalineación transporte de huecos o transporte de electrones formadas poniendo en contacto sustratos de dispositivos con soluciones que contienen materiales cuyas moléculas comprenden al menos una o más de cada una de una unidad funcional de transporte de cargas, una unidad funcional de fotoalineación de cristales líquidos o una unidad funcional de derivación en superficies. Estas capas pueden ser formadas mediante uno o más ciclos de aplicar dichas soluciones y curado por calor de dichas soluciones. Las capas funcionales de transporte de huecos o transporte de electrones preferidas pueden ser formadas llevando a cabo entre 3 y 7 ciclos de aplicación y curado. La estructura de la capa de fotoalineación formada mediante dos ciclos de aplicación y curado del material de la figura 5 se muestra en la Figura 11.

20 Todavía, una realización adicional de la patente consiste en formar una capa de fotoalineación de transporte de huecos o transporte de electrones poniendo en contacto sustratos de dispositivos con soluciones que contienen una mezcla de al menos dos materiales, de los que al menos uno es un primer material que comprende moléculas que contienen al menos una o más de cada una de una unidad funcional de transporte de cargas y una unidad funcional de derivación de superficies y al menos una de las cuales es un segundo material que comprende moléculas que contienen al menos una o más de cada una de una unidad funcional de fotoalineación de cristales líquidos y una unidad funcional de derivación de superficies.

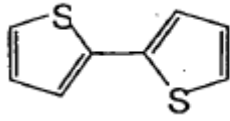
25 Un ejemplo de una capa de fotoalineación de transporte de huecos formada a partir de esta mezcla es como sigue. Una solución de 0,8 gramos/litro de Compuesto 1200 (Figura 12) y 1,6 gramos/litro de Compuesto 1300 (Figura 13) en tolueno es vertida sobre la superficie de un ánodo de óxido de indio-estaño o LED durante dos minutos. El dispositivo se centrifuga seguidamente a 2.500 rpm, se aclara con tolueno para separar el material en exceso y seguidamente es curado a 90 °C durante una hora. Este ciclo de depósito y curado térmico se repite tres veces más. La parte revestida se aclara en agua desionizada durante 15 minutos para separar impurezas iónicas y seguidamente se seca a 120 °C en una estufa a vacío durante 15 minutos. Los sustratos revestidos con película de alineación resultantes se exponen seguidamente a una radiación polarizada de 325 nm de longitud de onda de un láser de HeCd para inducir la energía superficial anisótropa requerida para la alineación del cristal líquido. Después de esta exposición, las películas están preparadas para ser recubiertas con emisor de mesógeno reactivo o material de transporte de carga mesógena reactiva. Después de que el mesógeno reactivo revestido es recocado por encima de su temperatura de transición nemática a isotrópica y enfriado, será uniformemente alineado por el material de fotoalineación subyacente.

30 Una mejora adicional de las capas de transporte de cargas basadas en mezclas consiste en cambiar la relación del número de unidades funcionales de fotoalineación respecto a unidades funcionales de transporte de cargas en la película de material de fotoalineación de una capa monomolecular a la siguiente. Como un ejemplo, usando la técnica de depósito de material indicada en el párrafo anterior, una primera capa mono-molecular es depositada usando una solución de 2,4 gramos/litro de material 1200 en tolueno. Las siguientes capas mono-moleculares son depositadas a partir de una solución de 1,8 gramos/litro de material 1200 y 0,6 gramos/litro de material 1300 en tolueno. Finalmente, es depositada una cuarta capa mono-molecular a partir de una solución de 0,6 gramos/litro de material 1200 y 1,8 gramos/litro de material 1300 en tolueno. Puede ser usada ventajosamente una capa de fotoalineación de transporte de huecos de este tipo con una unidad funcional de fotoalineación de concentración variable a partir de una capa mono-molecular para la siguiente, para maximizar las características de transporte de huecos mientras se mantiene una buena alineación de cristales líquidos.

50 En estos ejemplos las moléculas del primer material de transporte de huecos pueden ser escogidas entre un grupo de materiales cuyas moléculas combinan una o más unidades funcionales de transporte de huecos o una o más unidades funcionales de derivación de superficies. A su vez, las unidades funcionales de transporte de huecos comprenden una o más subunidades funcionales escogidas entre un conjunto que incluye:

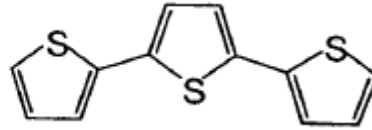


tieno[3,2-b]tiofeno



2,2'-bitiofeno

ditieno[3,2-b:2',3'-d]tiofeno

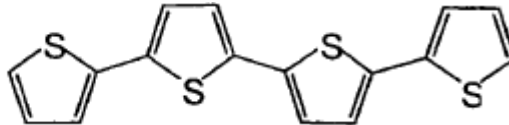


2,2':5',2''-tertiofeno

tieno[3,2-d]tieno[3,2-b:4,5-b']ditiofeno

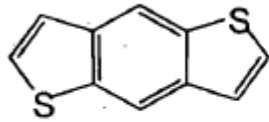


tiofeno

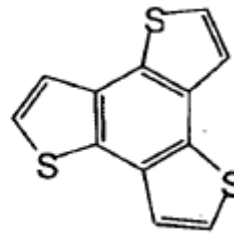


2,2':5',2'':5'',2'''-cuatertiofeno

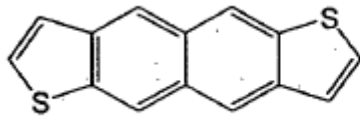
5



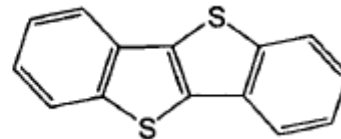
benzo[1,2-b:4,5-b']ditiofeno



benzo[1,2-b:3,4-b':5,6-b'']trtiofeno



nafto[2,3-b:6,7-b']ditiofeno

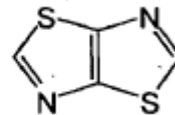


benzo[4,5]-tieno[3,2-d]benzo[b]tiofeno

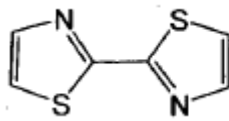
10



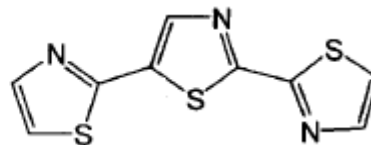
tiazol



tiazolo[4-5d]tiazol

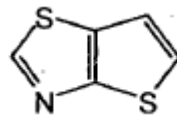


2,2'-bitiazol



2,2':5',2''-tertiazol

15



tiazolo[4,5-b]tiofeno

o triarilaminas, como era el caso en el trabajo descrito en la patente de EE.UU 5.834.100.

Las unidades funcionales de fotoalineación utilizadas en los segundos materiales incluyen una o más subunidades funcionales que se escogen entre un conjunto que incluye ésteres de cinamato, cumarinas, quinolonas (quinolin-2-onas) y tiocumarinas (benzo[b]tiin-2-onas).

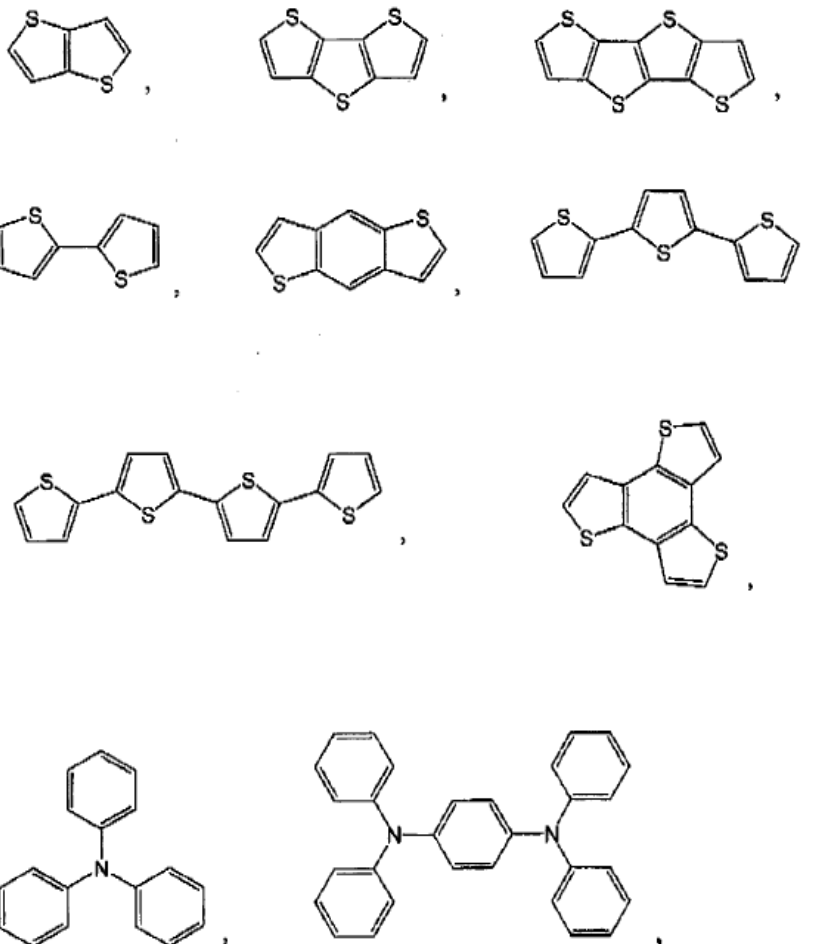
20 Las unidades funcionales de derivación de superficies en el primero y segundo materiales pueden ser escogidas

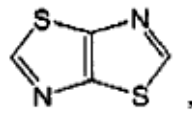
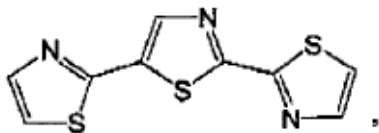
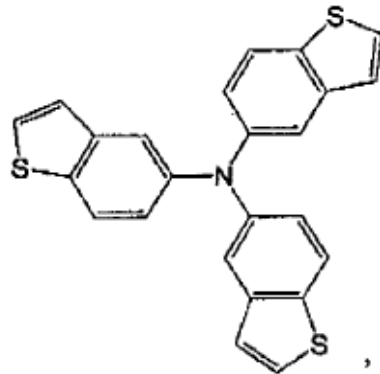
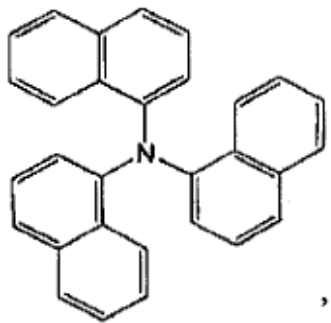
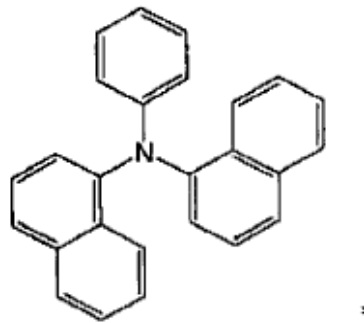
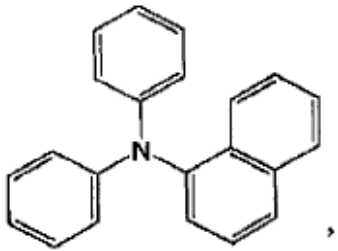
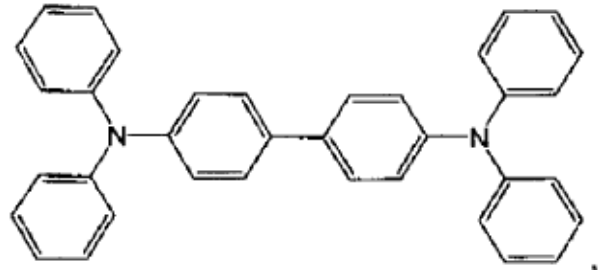
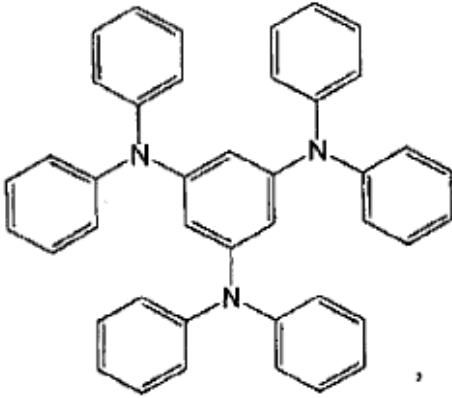
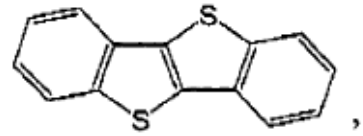
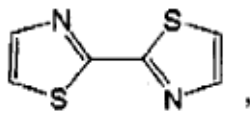
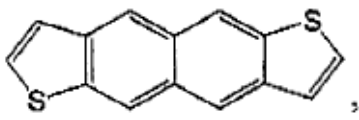
entre un conjunto que incluye grupos trihalosilano (especialmente grupos triclorosilano), grupos trialcóxidosilano (especialmente metoxi y etoxi) y complejos de Werner de metales de transición. En particular, si se usan complejos metálicos, se prefieren complejos dinucleares de carboxilatos de metales de transición del tipo anteriormente expuesto.

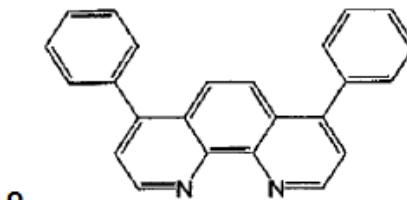
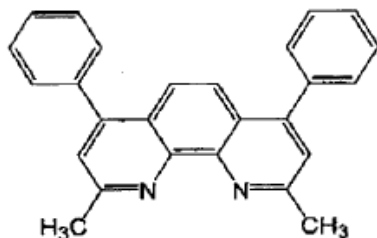
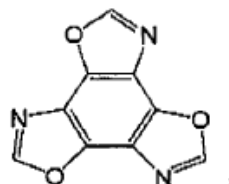
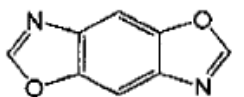
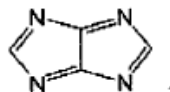
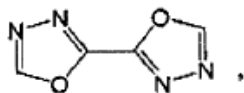
- 5 Ejemplos adicionales de los primeros materiales de transporte de huecos se muestran en las Figuras 15-17. Ejemplos adicionales de los segundos materiales de fotoalineación se muestran en las Figuras 18-19.

REIVINDICACIONES

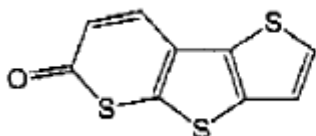
1. Un material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos, que comprende
- i) un resto de transporte de cargas conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies; y
- 5 ii) un resto de fotoalineación de cristales líquidos conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies.
2. El material de de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos, según la reivindicación 1, en el que los restos de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos están en la misma molécula.
3. Un material de de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos según la reivindicación 1, que comprende una mezcla de moléculas que comprende:
- 10 i) un resto de transporte de cargas conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies; y
- ii) un resto de fotoalineación de cristales líquidos conectado a través de enlaces químicos covalentes a un resto de derivación de superficies.
- 15 4. El material de de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que el resto de transporte de cargas es un resto de transporte de huecos.
5. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que el resto de transporte de cargas se escoge entre:



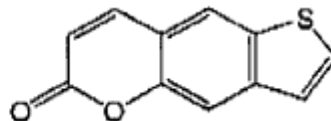




6. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que el resto de transporte de cargas es un resto de transporte de electrones.
- 5 7. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que el resto de fotoalineación de cristales líquidos se escoge entre un éster de cinamato, una cumarina, una quinolinona o una benzo[b]tiinona.
8. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que el resto de transporte de cargas y el resto de fotoalineación de cristales líquidos son el mismo resto.
- 10 9. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 8, en el que el resto combinado de transporte de cargas y fotoalineación de cristales líquidos se escoge entre:



o



10. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que los restos de transporte de cargas y fotoalineación de cristales líquidos están conectados a través de enlaces químicos covalentes.
- 15 11. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que uno o más de los restos de derivación de superficies se escogen entre grupos trihalosilanilo, grupos trialcóxidosilanilo o complejos de Werner de metales de transición.
12. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 11, en el que el resto de derivación de superficies es un grupo triclorosilanilo.
- 20 13. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 11, en el que el resto de derivación de superficies es un grupo trietoxisilanilo.
14. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 11, en el que el resto de derivación de superficies es un grupo trimetoxisilanilo.
- 25 15. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 11, en el que el

resto de derivación de superficies es un grupo μ -carboxilato- μ -hidróxido-bis[acuadiclouroetanol-cromo (III)].

16. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que el resto de derivación de superficies es una sal de enolato de metal alcalino o metal alcalinotérreo de pentano-1,3-dionas sustituidas con 1,3-dialquilo, o una sal de metal alcalino de una dialquilamina.
- 5 17. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que un resto de derivación de superficies está conectado al resto de transporte de cargas mediante una cadena separadora flexible.
- 10 18. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 1, en el que un resto de derivación de superficies está conectado al resto de fotoalineación de cristales líquidos mediante una cadena separadora flexible.
19. El material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos de la reivindicación 2, en el que el resto de transporte de cargas está conectado al resto de fotoalineación de cristales líquidos mediante una cadena separadora flexible.
- 15 20. Un método para formar una capa de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos, que comprende la inmersión de un sustrato de vidrio o similar en una solución disolvente de material que comprende un material de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 y seguidamente retirar y secar dicho sustrato.
21. El método de la reivindicación 20, en el que la capa es curada mediante calor después de que es retirada de la solución.
- 20 22. El método de la reivindicación 20, en el que la capa es aclarada con agua después de que es retirada de la solución.
23. El método de la reivindicación 20, que comprende adicionalmente la exposición de la capa de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos a una radiación ultravioleta polarizada plana.
- 25 24. Un método para formar una capa de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos en el que se realizan dos o más ciclos del método de la reivindicación 21.
25. El método de la reivindicación 24, que comprende adicionalmente la exposición de la capa de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos a una radiación ultravioleta polarizada plana siguiendo los múltiples ciclos del método de la reivindicación 21.
- 30 26. Un método para formar una capa de transporte de cargas y de fotoalineación de cristales líquidos en el que se realizan dos o más ciclos del método de la reivindicación 23.
27. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 24, 25 ó 26, en el que la relación en moles de resto de transporte de cargas respecto a resto de fotoalineación de cristales líquidos se hace variar durante los sucesivos ciclos de inmersión.

Figura 1
(Técnica anterior)

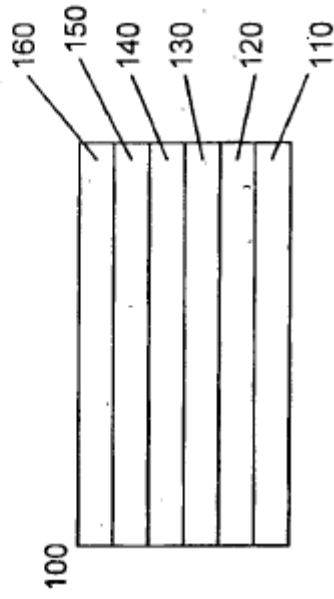


Figura 2
(Técnica anterior)

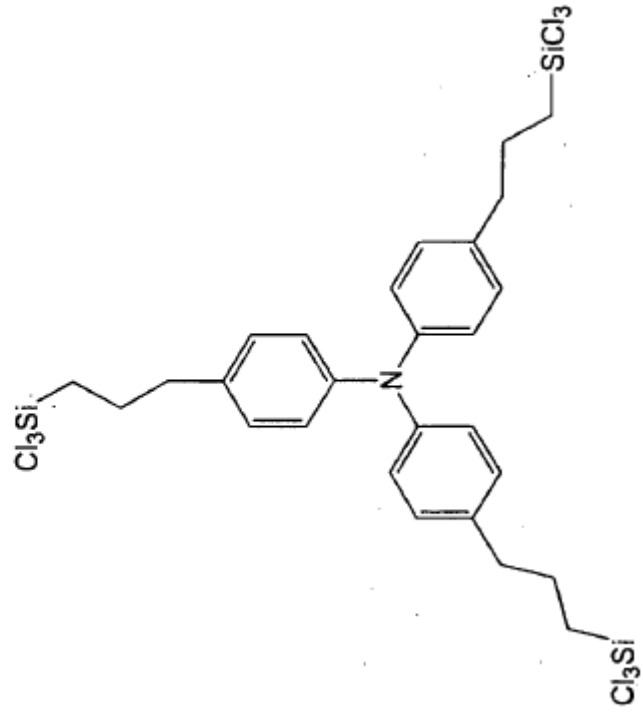


Figura 3
(Técnica anterior)

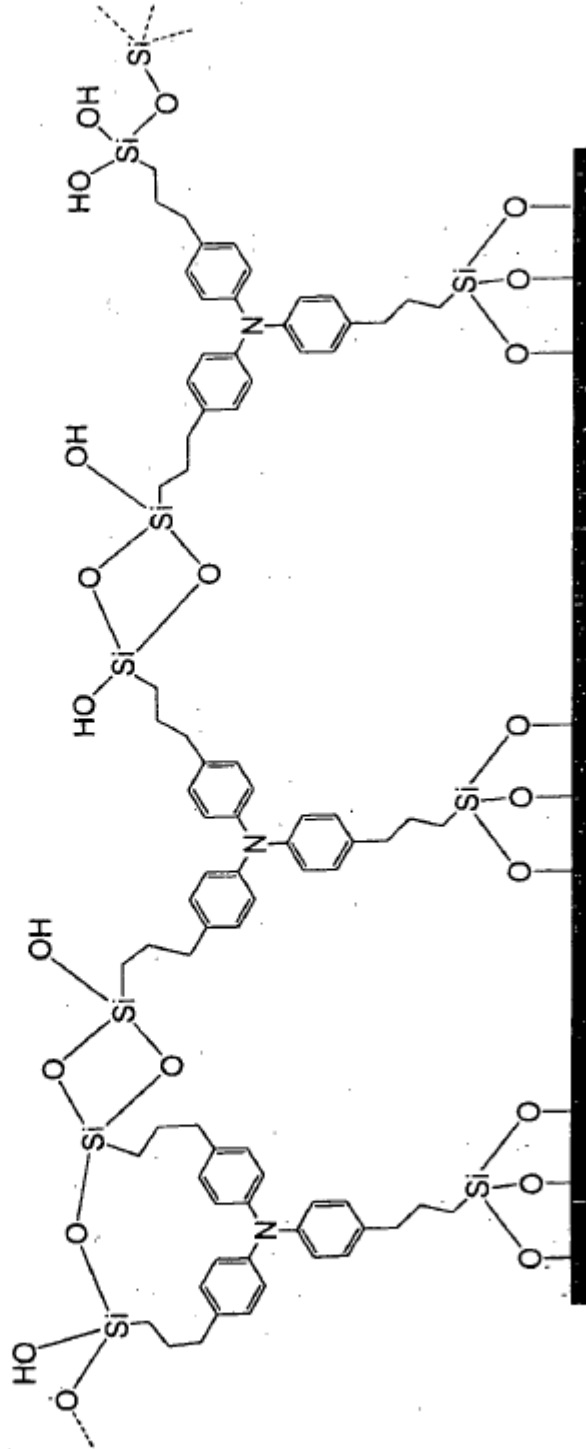


Figura 4
(Técnica anterior)

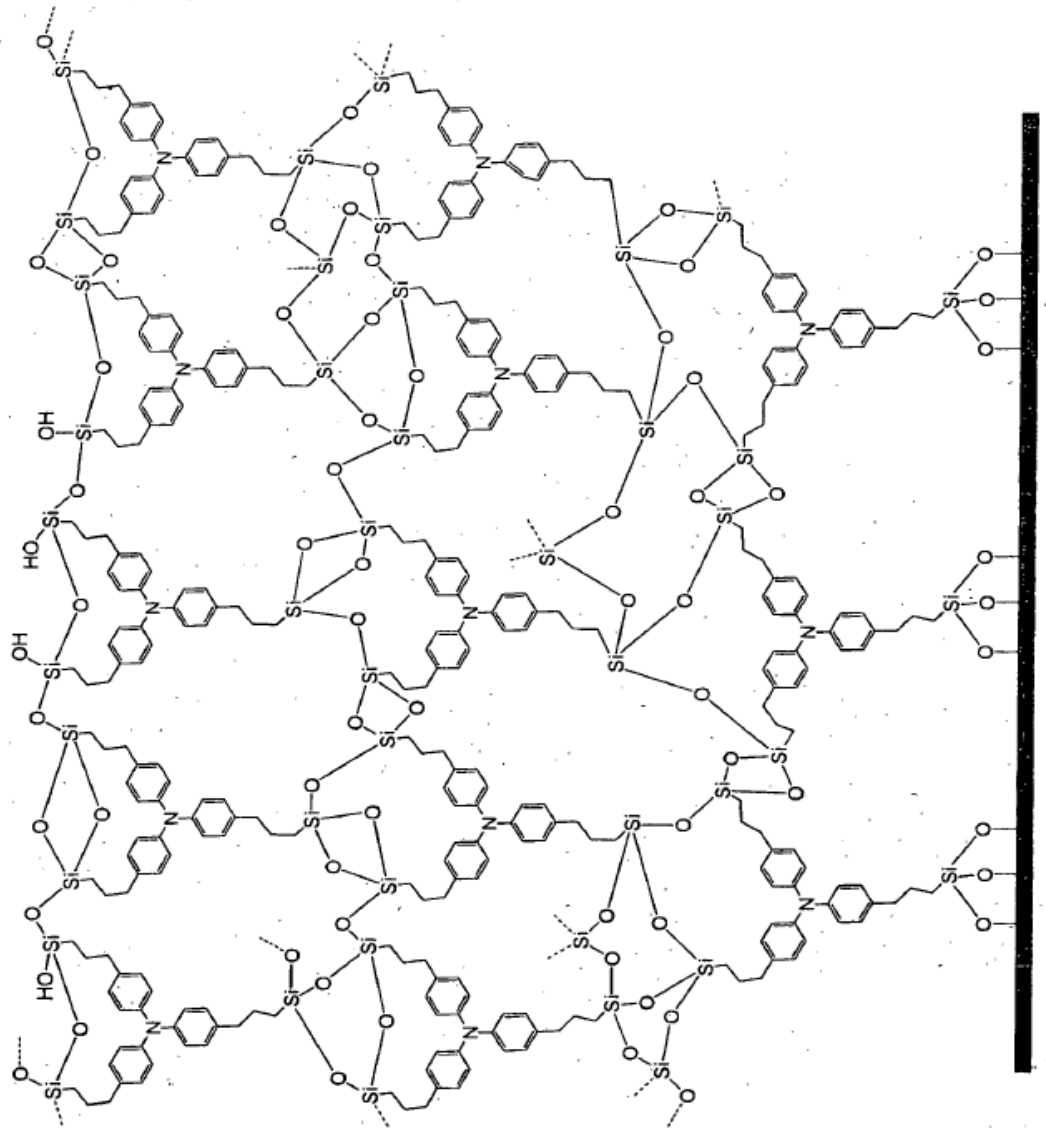


Figura 5

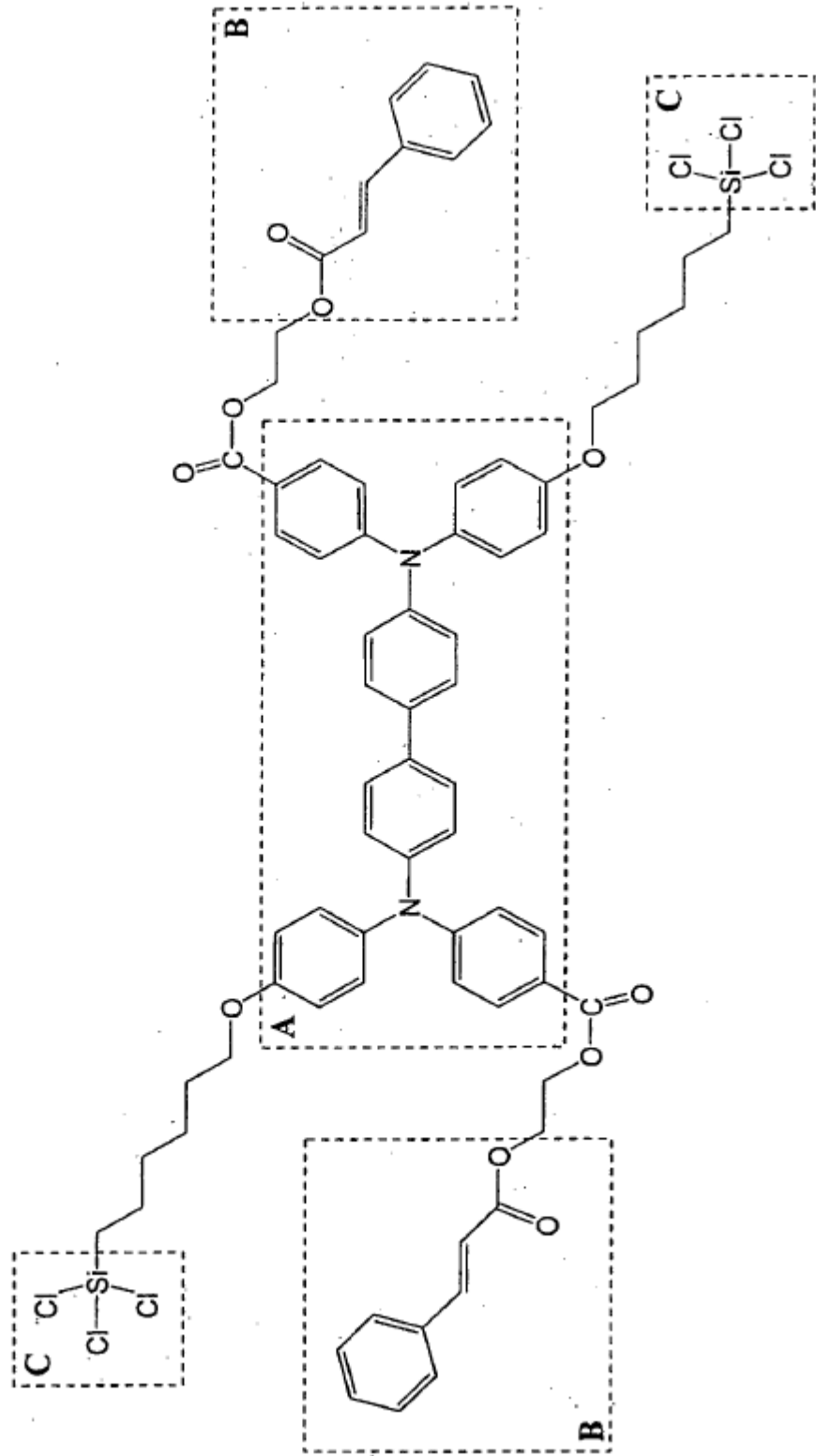
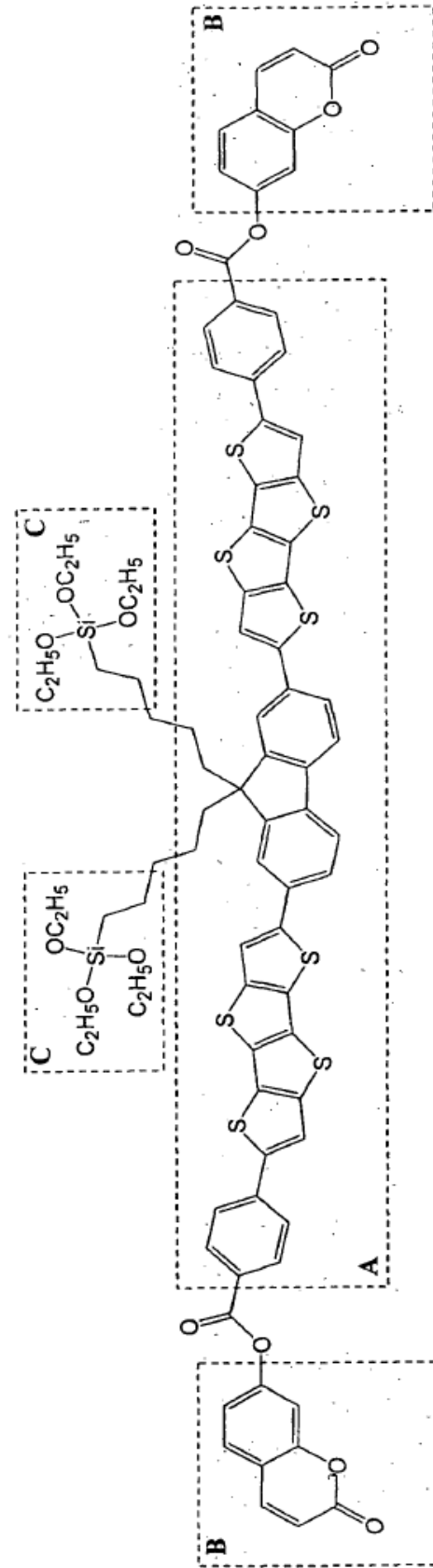


Figura 6



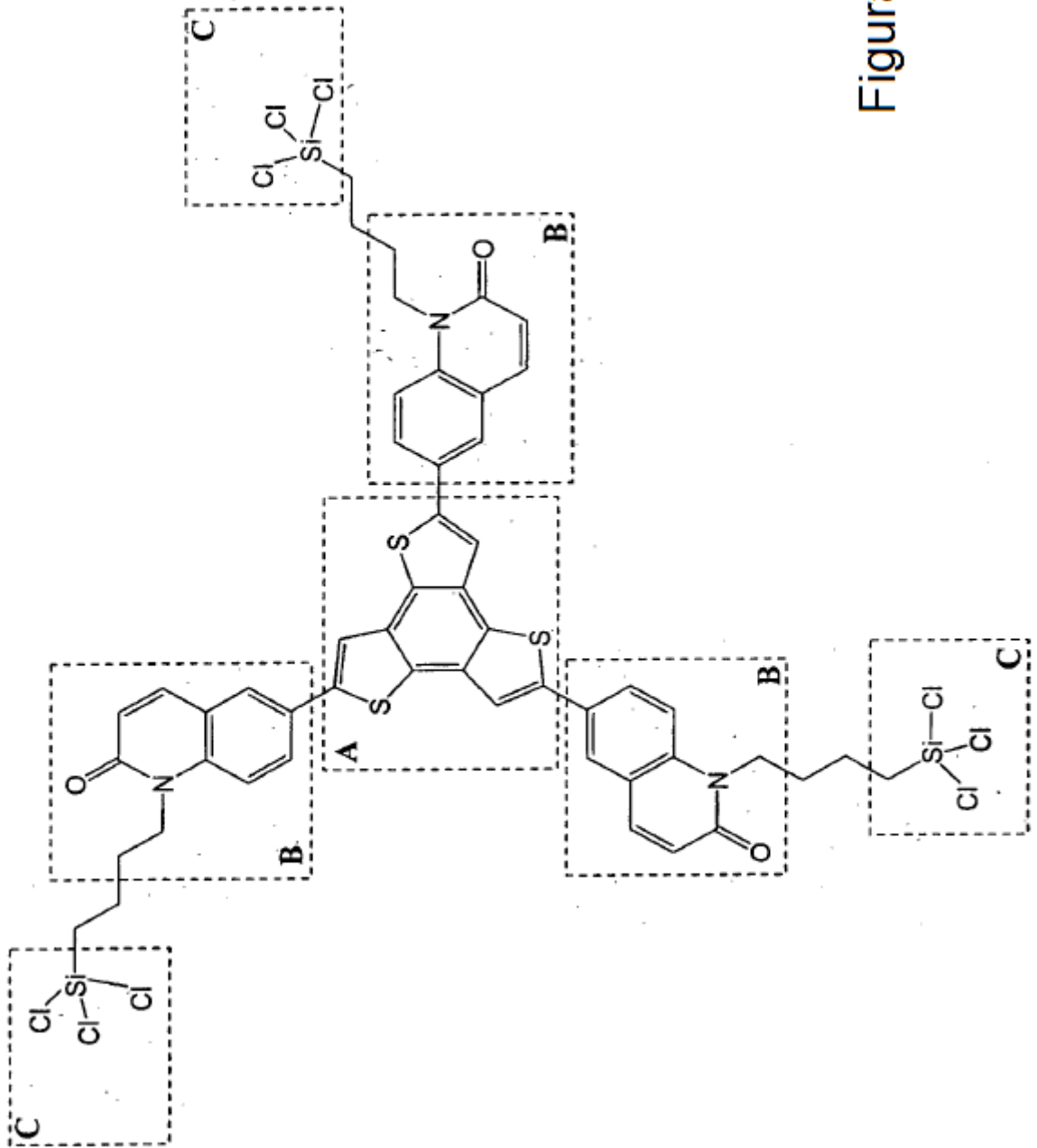


Figura 6A

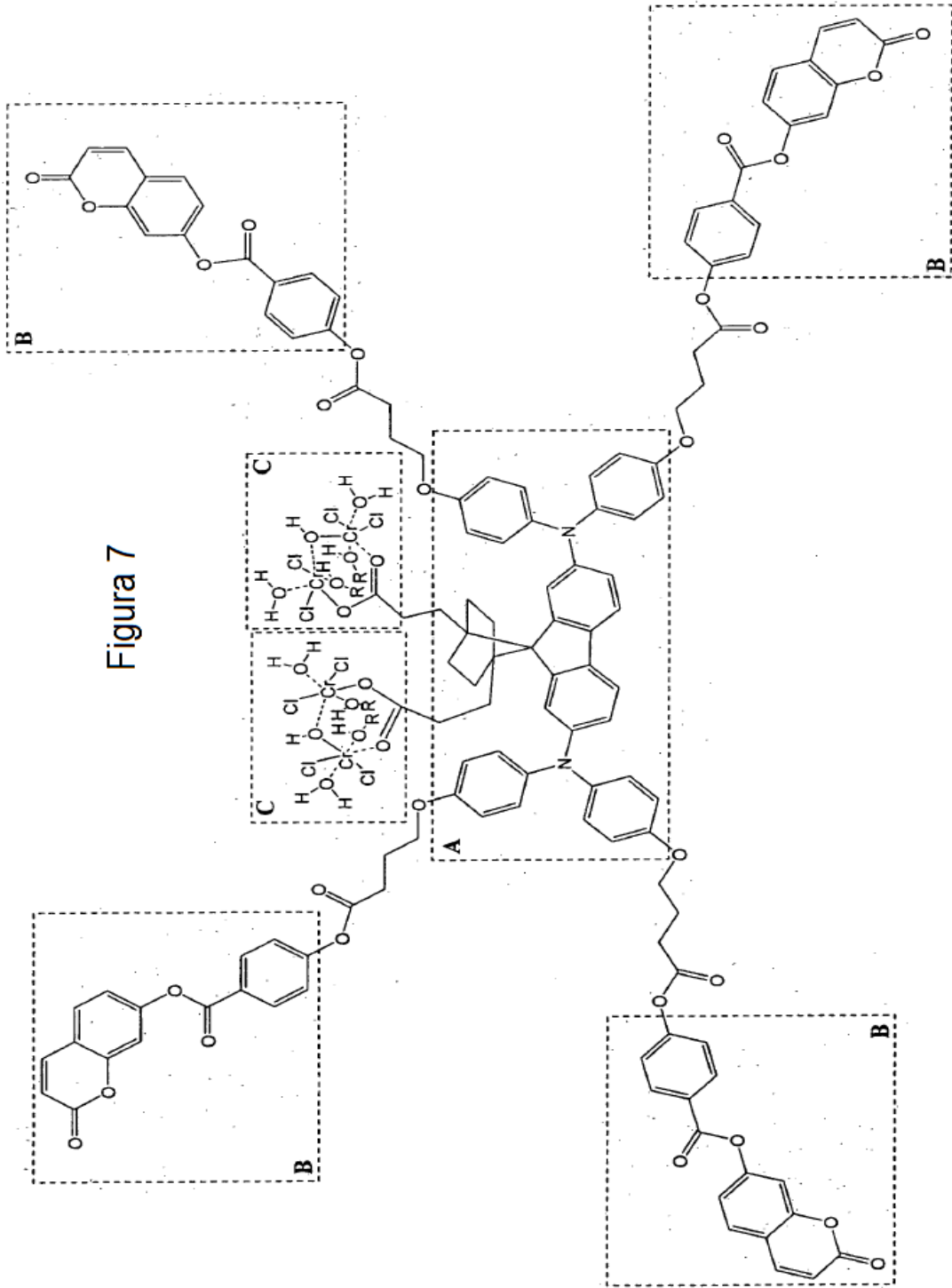


Figura 8

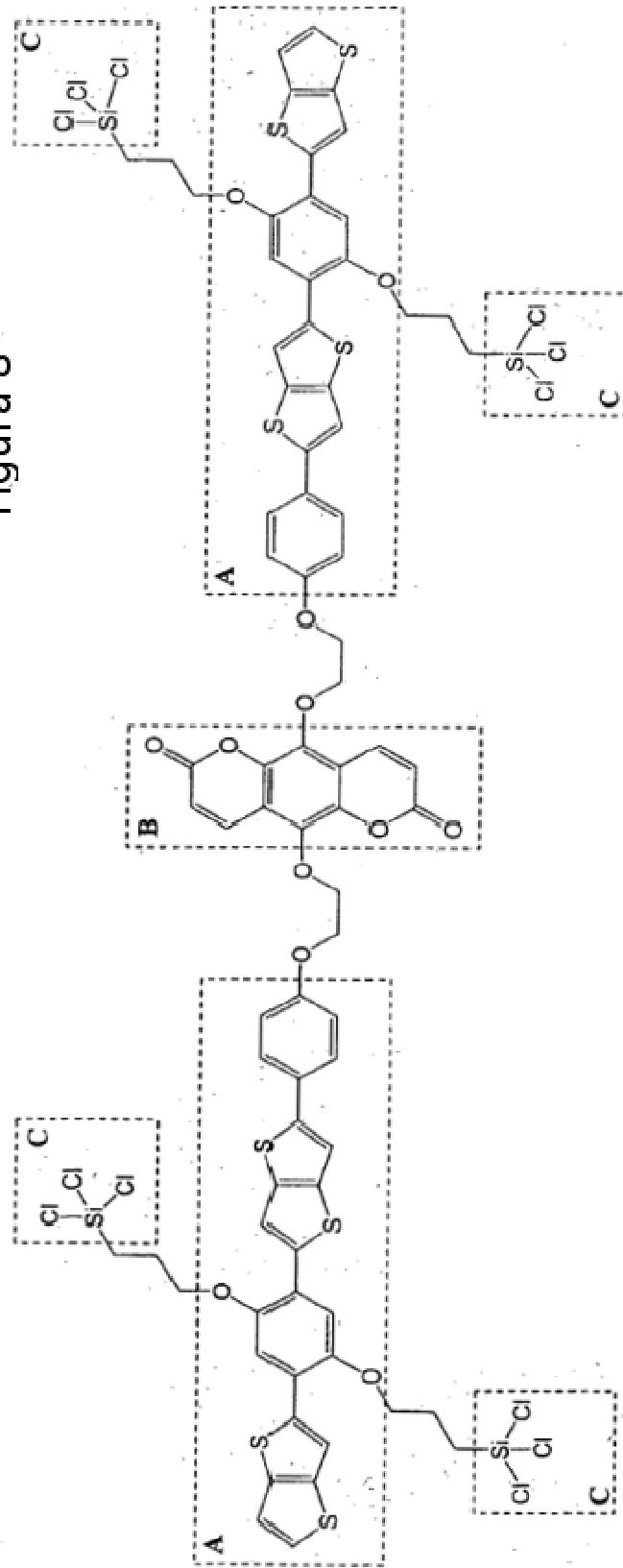


Figura 9

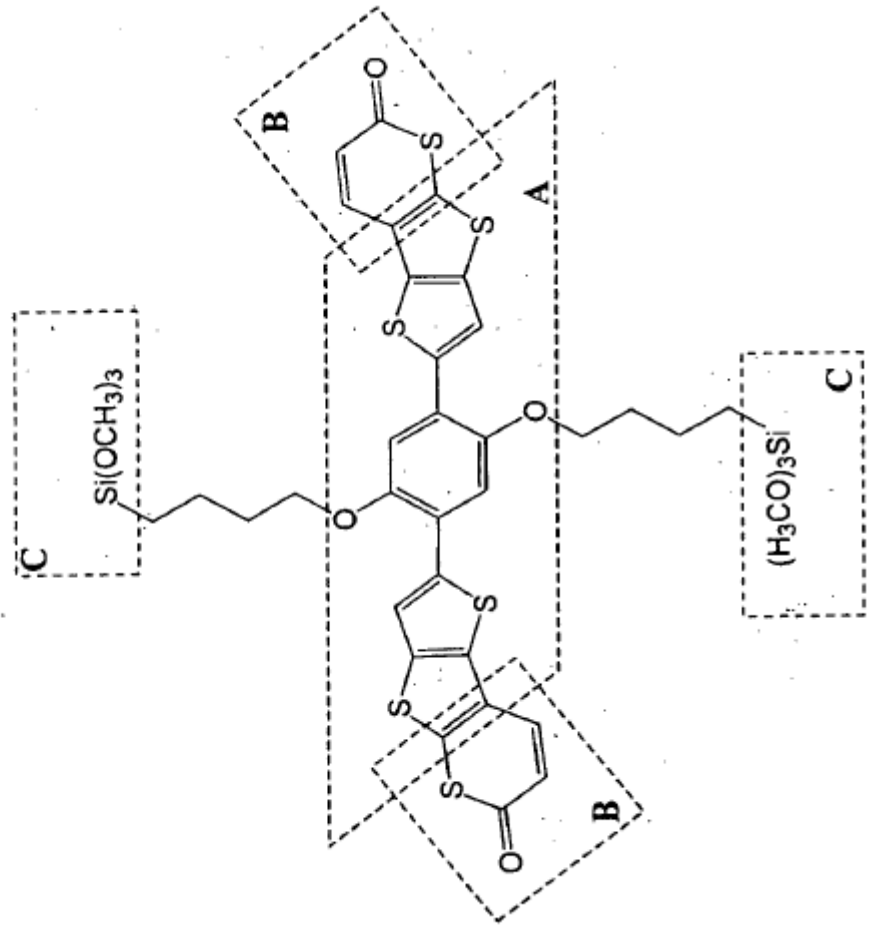


Figura 10

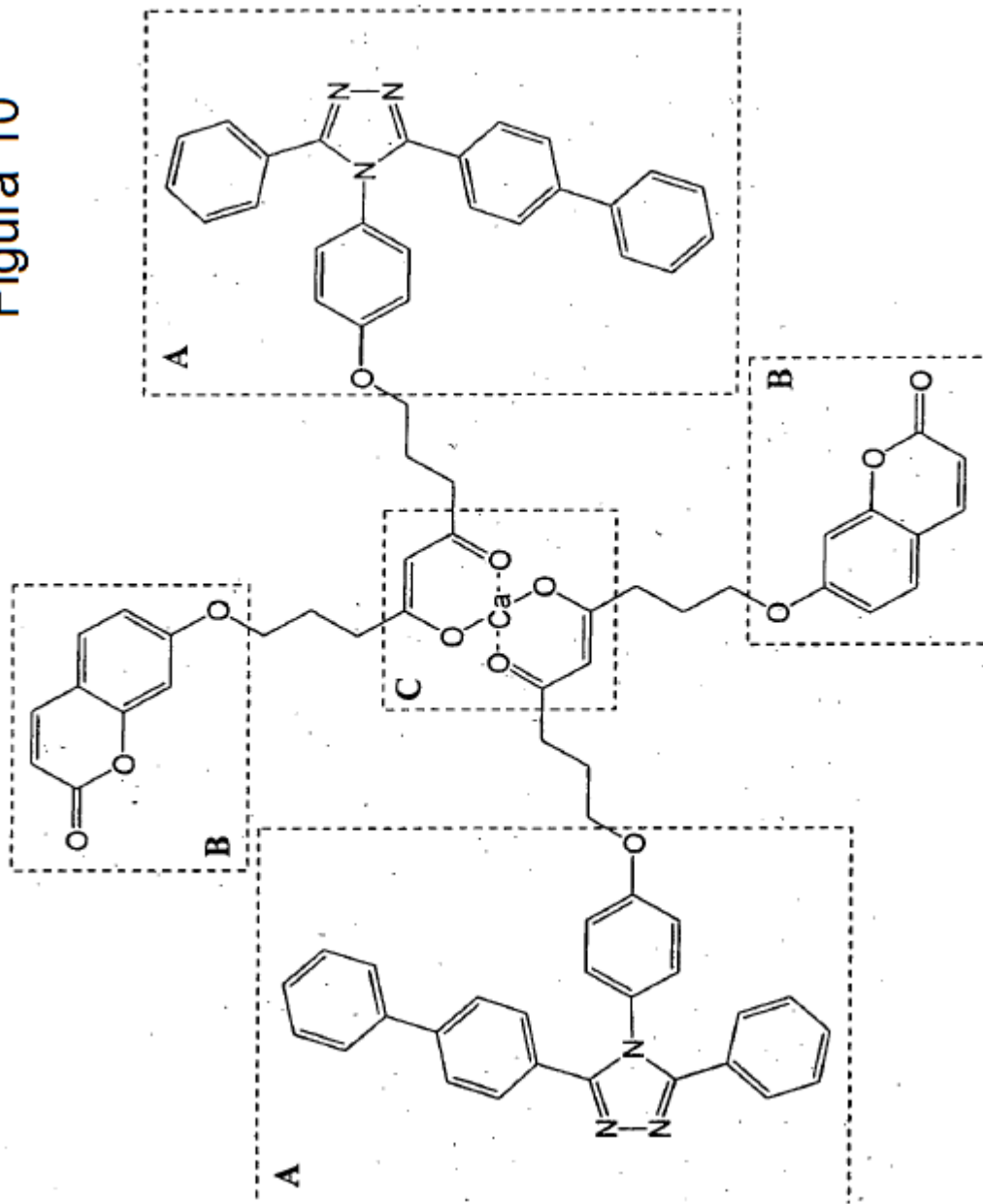


Figura 11

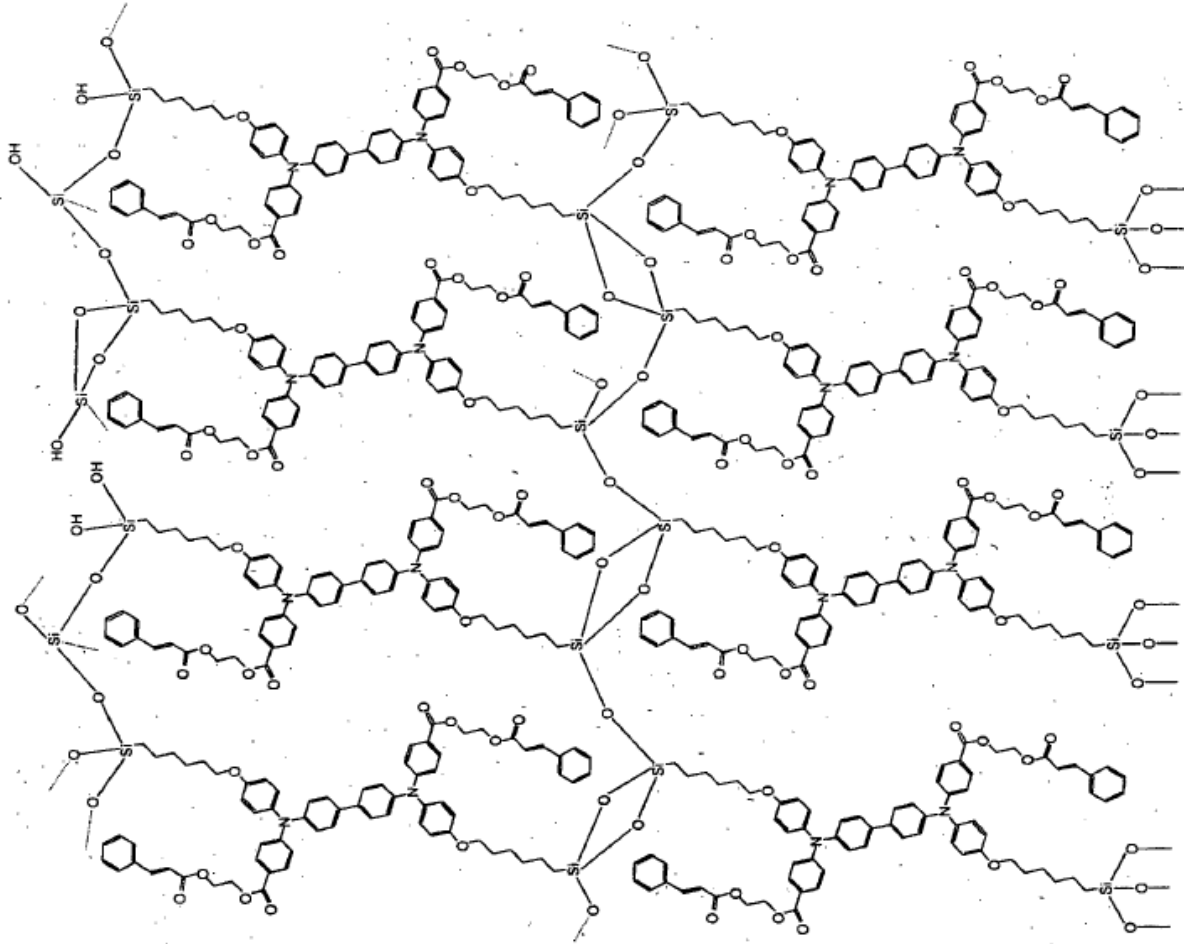
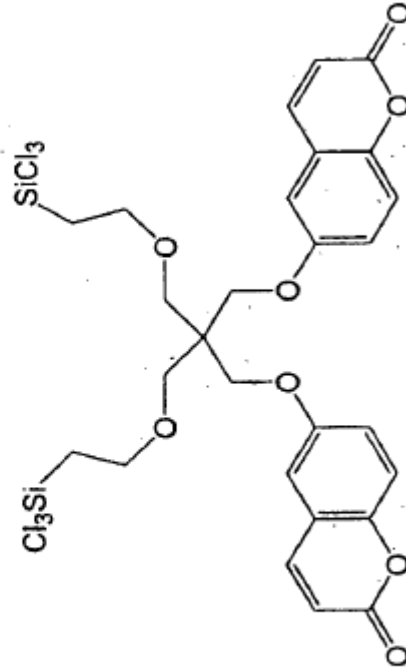


Figura 13

1300



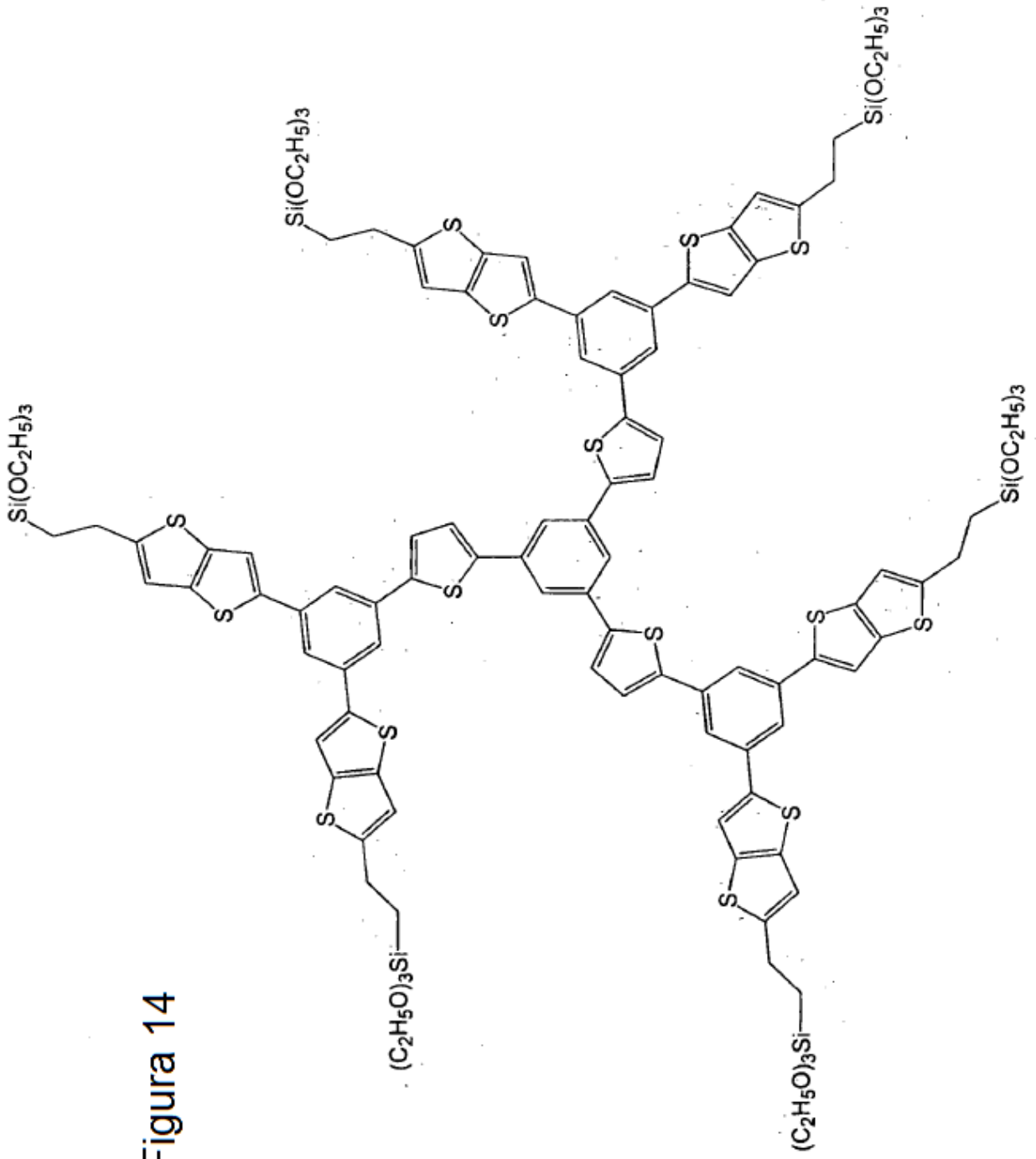
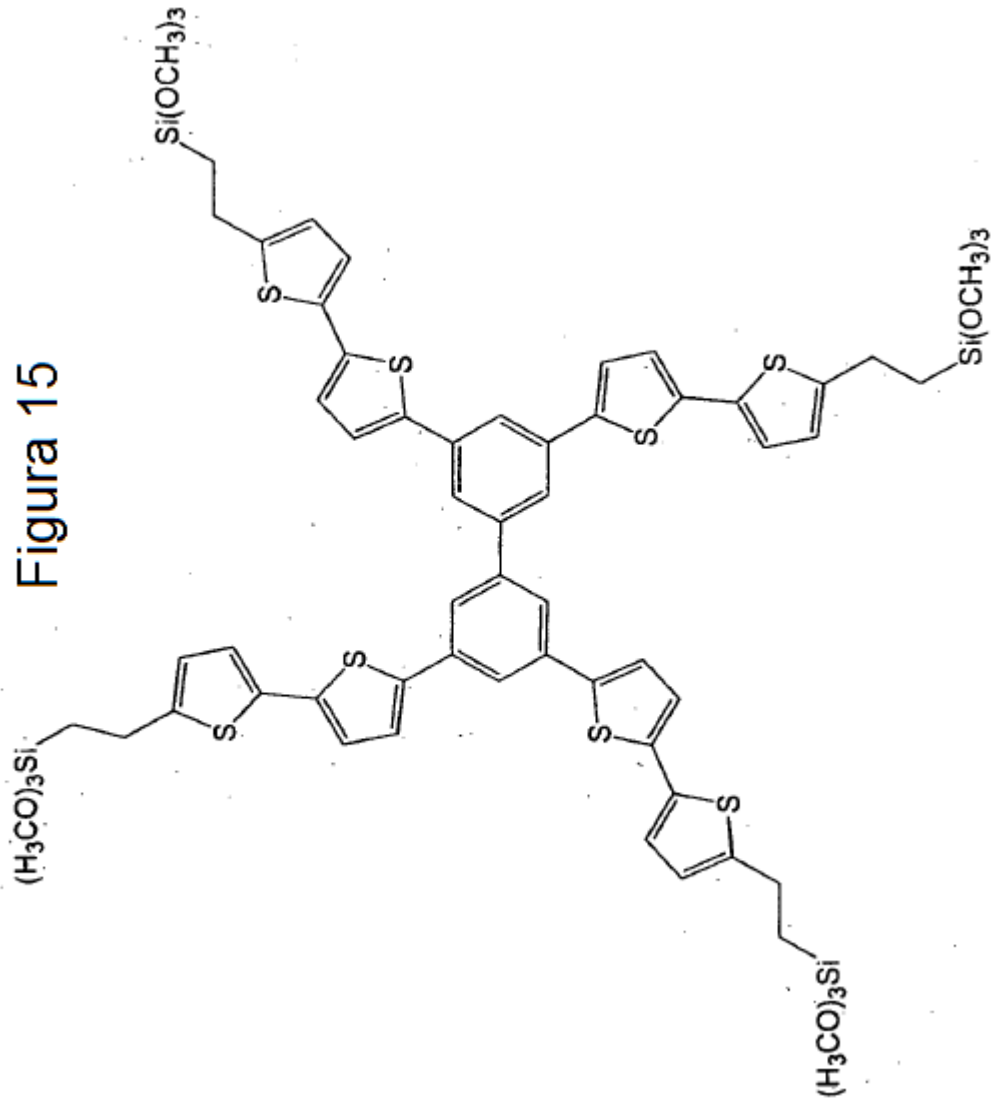


Figura 14

Figura 15



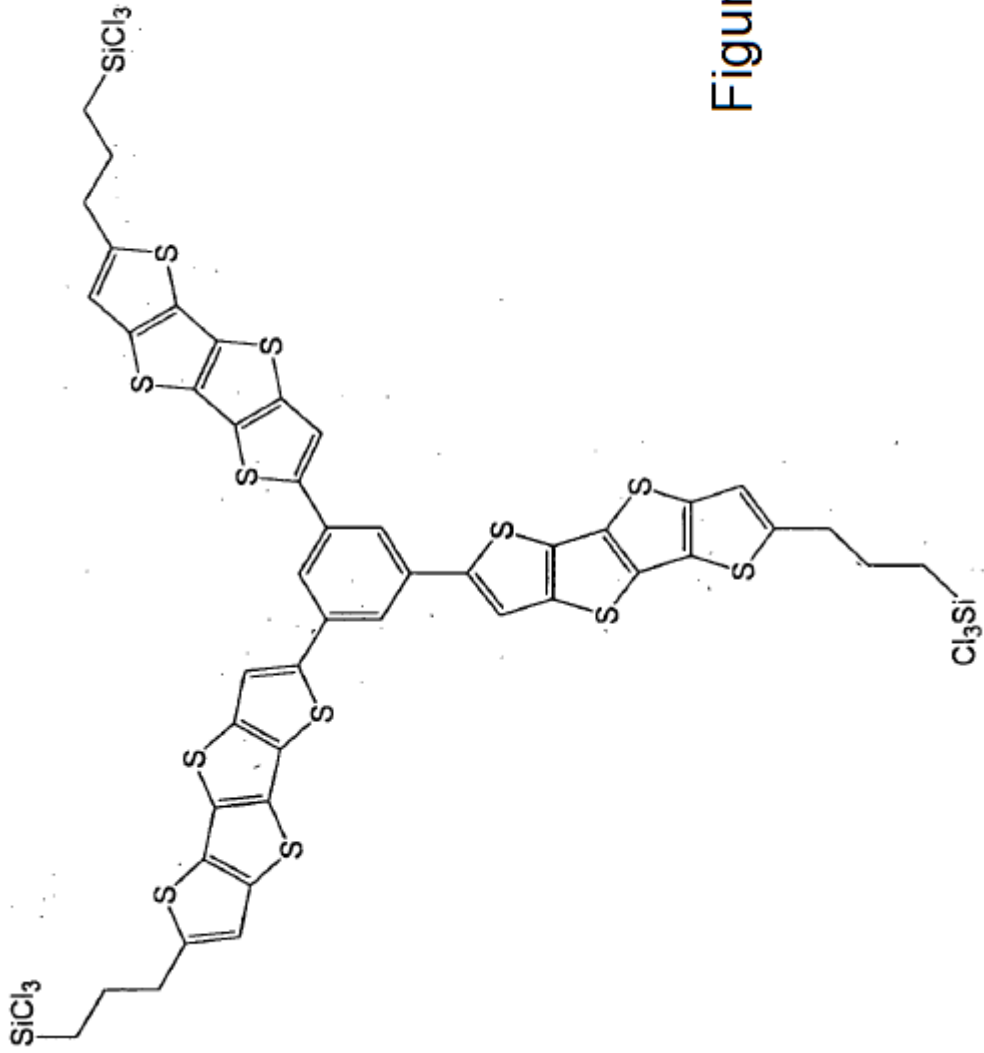
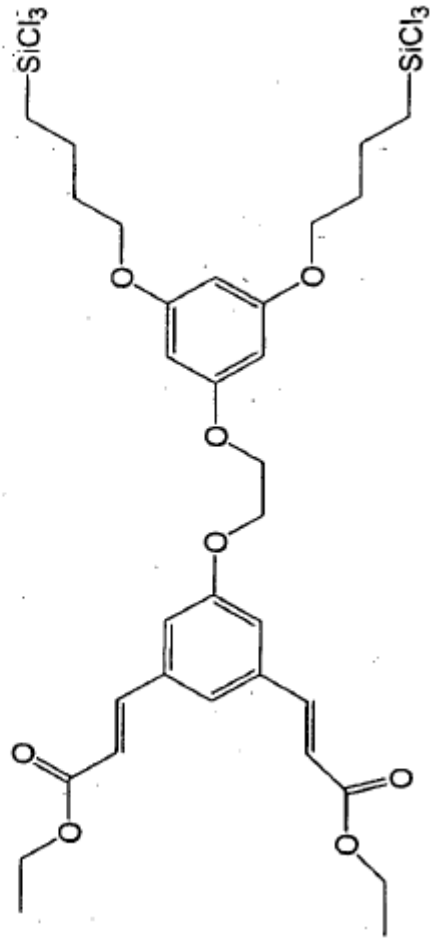


Figura 16

Figura 17



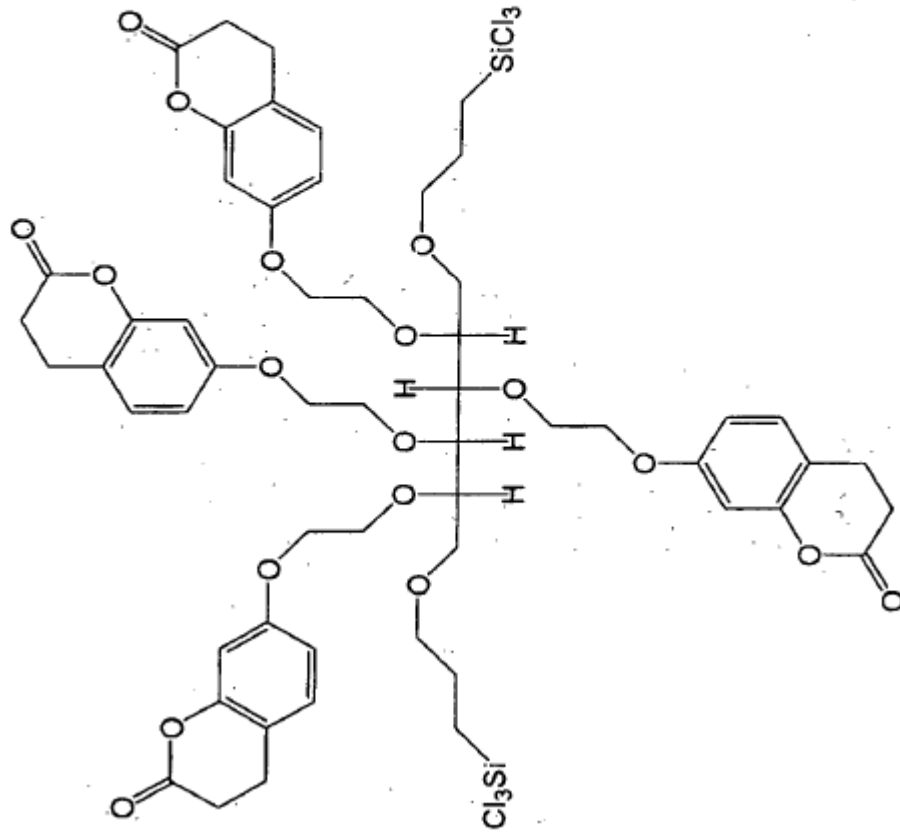


Figura 18