

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. August 2017 (24.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/140808 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 51/56* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053548
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. Februar 2017 (16.02.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 102 963.7
19. Februar 2016 (19.02.2016) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **PENTLEHNER, Dominik**; Wahlenstr. 5,
93047 Regensburg (DE). **DIEZ, Carola**; Liskircherstr. 11,
93049 Regensburg (DE). **RAUSCH, Andreas**; Regerstr. 8
a, 93053 Regensburg (DE).
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

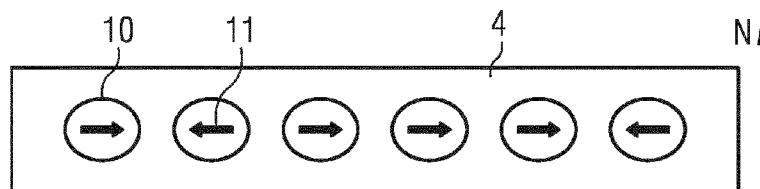
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ORGANIC LIGHT-EMITTING COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN ORGANIC LIGHT-EMITTING COMPONENT

(54) Bezeichnung : ORGANISCHES LICHEMITTIERENDES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG
EINES ORGANISCHEN LICHEMITTIERENDEN BAUELEMENTS

FIG 6



(57) Abstract: The invention relates to an organic light-emitting component comprising an organic layer stack (S) between two electrodes (2, 3). The organic layer stack comprises a light-emitting layer (4). The light-emitting layer comprises a polymer and an emitter material, wherein molecules of the emitter material are bonded to the polymer. The emitter material is configured to generate electromagnetic radiation during operation of the component. The transition dipole moments of the radiation-generating transition of the molecules of the emitter material all have an anisotropic orientation within the light-emitting layer, and $\langle \cos^2 \Theta \rangle$ is less than 1/3, wherein Θ is the angle between the respective transition dipole moment of the radiation-generating transition of the molecules of the emitter material and a layer normal of the light-emitting layer.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein organisches lichtemittierendes Bauelement umfassend einen organischen Schichtenstapel (S) zwischen zwei Elektroden (2, 3) angegeben. Der organische Schichtenstapel umfasst eine lichtemittierende Schicht (4). Die lichtemittierende Schicht umfasst ein Polymer und ein Emittiermaterial, wobei Moleküle des Emittiermaterials an das Polymer gebunden sind. Das Emittiermaterial ist dazu eingerichtet, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/140808 A1



zu erzeugen. Die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittersmaterials weisen in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht auf und es gilt $\langle \cos^2 \Theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei Θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittersmaterials und einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht ist.

Beschreibung

Organisches lichtemittierendes Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements

5

Es wird ein organisches lichtemittierendes Bauelement angegeben. Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements angegeben.

- 10 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2016 102 963.7, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

- Bei organischen lichtemittierenden Bauelementen, wie
15 organischen lichtemittierenden Dioden (OLEDs), wird nur ein Teil der in der lichtemittierenden Schicht erzeugten elektromagnetischen Strahlung nach außen an die Umgebung ausgekoppelt. Der restliche Teil der Strahlung verteilt sich auf verschiedene Verlustkanäle, beispielsweise in Strahlung,
20 das im Substrat oder in organischen Schichten durch Wellenleitungseffekte geführt wird, sowie Oberflächenplasmonen, die in einer metallischen Elektrode erzeugt werden können. Die Wellenleitungseffekte kommen insbesondere durch Brechungsindexunterschiede an den
25 Grenzflächen der einzelnen Schichten und zur Umgebungsluft einer OLED zustande. Üblicherweise beträgt die externe Quanteneffizienz in etwa 22 % bei einer angenommenen internen Quanteneffizienz von 100 %, es werden also nur etwa ein Viertel der erzeugten Strahlung an die Umgebung ausgekoppelt,
30 während der Rest durch Wellenleitungseffekte verlorenggeht. Die in den Verlustkanälen geführte Strahlung kann insbesondere ohne technische Maßnahmen nicht aus einem

organischen lichtemittierenden Bauelement ausgekoppelt werden.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein organisches
5 lichtemittierendes Bauelement anzugeben, das eine erhöhte Effizienz und Lichtauskopplung aufweist und eine Strahlung mit einem erhöhten Polarisationsgrad emittiert. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements anzugeben.

10

Die Aufgaben werden durch das organische lichtemittierende Bauelement und das Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

15

Vorteilhafte Ausführungsformen sowie Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

20 In zumindest einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement einen organischen Schichtenstapel zwischen zwei Elektroden auf. Der organische Schichtenstapel umfasst eine lichtemittierende Schicht. Die
lichtemittierende Schicht umfasst ein Polymer und ein
25 Emittermaterial. Das Emittermaterial ist dazu eingerichtet, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial dazu
30 eingerichtet, eine elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums zu erzeugen. Insbesondere wird die erzeugte elektromagnetische Strahlung nach außen an die Umgebung abgestrahlt.

In einer Ausführungsform wird die elektromagnetische Strahlung über eine Strahlungsaustrittsfläche nach außen an die Umgebung abgestrahlt. Die Strahlungsaustrittsfläche ist
5 dabei eine Hauptfläche der Schichtenfolge. Die Strahlungsaustrittsfläche erstreckt sich insbesondere parallel zu einer Haupterstreckungsebene der Schichten der Schichtenfolge. Bei einer angenommenen internen
Quanteneffizienz von 100 % kann erfindungsgemäß eine externe
10 Quanteneffizienz von etwa 35 % erzielt werden.

In einer Ausführungsform umfasst das Emittermaterial Moleküle des Emittermaterials.

15 In einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials an das Polymer gebunden. Insbesondere ist das Emittermaterial kovalent an das Polymer gebunden.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial in der
20 lichtemittierenden Schicht ausgerichtet oder orientiert. Dies bedeutet, dass das Emittermaterial anisotrop, also mit einer Vorzugsrichtung in der lichtemittierenden Schicht, angeordnet ist.

25 Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Emittermaterial Moleküle des Emittermaterials. Die Moleküle des Emittermaterials weisen jeweils ein Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs auf.

30 Das Übergangsdipolmoment hat eine feste Richtung im Koordinatensystem des Emittermaterials (Molekülkoordinatensystem). Dies bedeutet insbesondere, dass durch Ausrichten des Emittermaterials in der

lichtemittierenden Schicht, also im Raum, auch sein Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs ausgerichtet wird.

5 Zum Begriff Übergangsdipolmoment, englisch transition dipole moment, wird insbesondere verwiesen auf: "IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, Second Edition (The "Gold Book"), 1997 beziehungsweise IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, PAC, 2007, 79, 293 (Glossary of terms used in
10 photochemistry, third edition (IUPAC Recommendations 2006)) auf Seite 434, DOI: 10.1351/goldbook.T06460. Der Offenbarungsgehalt der Dokumente wird durch Rückbezug aufgenommen.

15 In zumindest einer Ausführungsform weisen die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials in der Summe eine Vorzugsrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht auf und sind damit in der Summe anisotrop ausgerichtet.

20

In zumindest einer Ausführungsform sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht mit einer
25 maximalen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet. Die Schichtnormale der lichtemittierenden Schicht bezeichnet hier und im Folgenden eine Vorzugsrichtung, die senkrecht zur lichtemittierenden Schicht angeordnet ist.

30

Dass die Übergangsdipolmomente der Moleküle des Emitttermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht aufweisen, bedeutet

hier und im Folgenden, dass die Mehrheit der Moleküle des
Emittermaterials eine Vorzugsrichtung aufweist, also
insbesondere mindestens 50%, 60%, 70%, 80%, 90% oder 95% und
höchstens 100% aller Moleküle des Emittermaterials. Bevorzugt
5 sind also mindestens 50%, 60%, 70%, 80%, 90% oder 95% und
höchstens 100% aller Moleküle des Emittermaterials senkrecht
zu einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht mit
einer maximalen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von dieser senkrechten
Ausrichtung angeordnet.

10

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial
beziehungsweise sind die Moleküle des Emittermaterials in der
lichtemittierenden Schicht orientiert oder ausgerichtet. Mit
orientiert oder ausgerichtet ist hier und im Folgenden
15 gemeint, dass das Emittermaterial und/oder die Moleküle des
Emittermaterials und/oder das Übergangsdipolmoment des
strahlenden Übergangs der Moleküle eine Vorzugsrichtung in
der lichtemittierenden Schicht einnehmen. Insbesondere sind
die Übergangsdipolmomente in der Summe senkrecht zu der
20 Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht angeordnet.
Die Übergangsdipolmomente der Moleküle können alternativ oder
zusätzlich in der Summe mit einer Abweichung von bis zu $\pm$
 45° , beispielsweise $\pm 40^\circ$, $\pm 35^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 25^\circ$, $\pm 20^\circ$,
 $\pm 15^\circ$, $\pm 10^\circ$ oder $\pm 5^\circ$ von dieser senkrechten Ausrichtung
25 angeordnet sein. Insbesondere weisen im Mittel alle
Übergangsdipolmomente der strahlenden Übergänge der Moleküle
eine senkrechte Anordnung von $\pm 45^\circ$ zu der Schichtnormalen
der lichtemittierenden Schicht auf.

30

Als Maß für die Orientierung von Molekülen kann der
Orientierungsfaktor $K_\theta = \langle \cos^2\theta \rangle$ verwendet werden. Zum
Begriff Orientierungsfaktor wird insbesondere verwiesen auf:
IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, PAC, 2007, 79, 293

(Glossary of terms used in photochemistry, third edition (IUPAC Recommendations 2006)), auf Seite 371, DOI: 10.1351/goldbook.MT07422. Der Offenbarungsgehalt des Dokuments wird durch Rückbezug aufgenommen.

5

Dass die Übergangsdipolmomente der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung aufweisen, bedeutet insbesondere, dass der Orientierungsfaktor K_θ kleiner als $1/3$ ist. Der Winkel θ ist der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment der Moleküle des Emittermaterials und einer Schichtnormalen N , wobei die Schichtnormale N senkrecht zur lichtemittierenden Schicht angeordnet ist. Der Orientierungsfaktor K_θ ist über alle Moleküle des Emittermaterials gemittelt. Insbesondere ist $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner als 0,2; 0,1; 0,015; 0,001 oder 0. Insbesondere sind die Übergangsdipolmomente in der Summe senkrecht zur Schichtnormalen mit einer maximalen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

Durch diese anisotrope und insbesondere senkrecht zu einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht angeordneten Übergangsdipolmomente weist auch die durch den Dipolübergang erzeugte Strahlung eine Vorzugsrichtung und damit eine Anisotropie auf. Ferner ist die Strahlung polarisiert, das heißt sie weist einen höheren Polarisationsgrad als unpolarisierte Strahlung auf. Die vom Emittermaterial emittierte Strahlung wird bevorzugt mit einer Polarisationsrichtung parallel zum Übergangsdipolmoment abgestrahlt. Insbesondere trifft die erzeugte Strahlung in einem Winkel senkrecht beziehungsweise nahezu senkrecht zur Strahlungsausstrittsfläche auf die Strahlungsausstrittsfläche. Dadurch kann die Totalreflexion an der Grenzfläche zu der Umgebungsluft als auch Wellenleitungseffekte erheblich

vermindert werden. Damit wird ein organisch
lichtemittierendes Bauelement mit einer erhöhten
Lichtauskopplung und damit einer erhöhten Effizienz
bereitgestellt. Eine Polarisierung der Strahlung kann

5 beispielsweise bei dem Einsatz des organischen
lichtemittierenden Bauelements in einem Display von Bedeutung
sein. Ist die erzeugte Strahlung bereits polarisiert kann auf
den Einsatz von Polarisationsfiltern verzichtet werden und so
die gesamte erzeugte Strahlung ohne Filterung genutzt werden.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen alle Moleküle
des Emitttermaterials ein Übergangsdipolmoment auf, das eine
senkrechte Ausrichtung zur Schichtnormalen der
lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von
15 $\pm 45^\circ$ von dieser senkrechten Ausrichtung, beispielsweise
 30° , angeordnet sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen mindestens 50 %
oder 60 % oder 70 % oder 80 % oder 90 % oder 95 % aller
20 Moleküle des Emitttermaterials ein Übergangsdipolmoment des
strahlungserzeugenden Übergangs auf, das senkrecht zur
Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht mit einer
maximalen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von dieser senkrechten
Ausrichtung angeordnet ist.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das organische
lichtemittierende Bauelement eine organische
lichtemittierende Diode (OLED).

30 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der organisch
funktionelle Schichtstapel neben der lichtemittierenden
Schicht eine Mehrzahl von organischen funktionellen
Schichten, die ausgewählt sind aus weiteren

lichtemittierenden Schichten, lochinjizierenden Schichten, lochtransportierenden Schichten, elektroneninjizierenden Schichten, elektronentransportierenden Schichten, lochblockierenden Schichten und elektronenblockierenden Schichten. Materialien für diese Schichten sind dem Fachmann bekannt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement zumindest zwei Elektroden auf, zwischen denen der organische Schichtenstapel angeordnet ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist zumindest eine der Elektroden transparent ausgebildet. Mit transparent wird hier und im Folgenden eine Schicht bezeichnet, die durchlässig für sichtbares Licht ist. Dabei kann die transparente Schicht klar, durchscheinend oder zumindest teilweise lichtstreuend und/oder teilweise lichtabsorbierend sein, so dass die transparente Schicht beispielsweise auch diffus oder milchig durchscheinend sein kann. Besonders bevorzugt ist eine hier als transparent bezeichnete Schicht möglichst lichtdurchlässig, so dass insbesondere die Absorption von im Betrieb des Bauelements in der ersten lichtemittierenden Schicht erzeugten elektromagnetischen Strahlung so gering wie möglich ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind beide Elektroden transparent ausgebildet. Damit kann das in der ersten lichtemittierenden Schicht erzeugte Licht in beide Richtungen, also durch beide Elektroden hindurch, abgestrahlt werden. Für den Fall, dass das organische lichtemittierende Bauelement ein Substrat aufweist, bedeutet dies, dass die Strahlung sowohl durch das Substrat hindurch, das dann ebenfalls transparent ausgebildet ist, als auch in die vom

Substrat abgewandte Richtung abgestrahlt werden kann.

Weiterhin können in diesem Fall alle Schichten des organischen lichtemittierenden Bauelements transparent ausgebildet sein, so dass das organische lichtemittierende

5 Bauelement eine transparente OLED bildet. Darüber hinaus kann es auch möglich sein, dass eine der beiden Elektroden, zwischen denen der organische funktionelle Schichtenstapel angeordnet ist, nicht transparent und vorzugsweise reflektierend ausgewählt ist, so dass in der ersten
10 lichtemittierenden Schicht zwischen den beiden Elektroden erzeugte Licht nur in einer Richtung durch die transparente Elektrode abgestrahlt werden kann. Ist die auf dem Substrat angeordnete Elektrode transparent und ist auch das Substrat transparent ausgebildet, so spricht man auch von einem
15 sogenannten Bottom Emitter, während man in dem Fall, dass die dem Substrat abgewandte angeordnete Elektrode transparent ausgebildet ist, von einem sogenannten Top Emitter spricht.

Als Material für eine transparente Elektrode kann

20 beispielsweise ein transparentes leitendes Oxid verwendet werden. Transparente leitende Oxide (TCO: "transparent conductive oxide") sind transparente leitende Materialien, in der Regel Metalloxide wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Kadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid, Indiumzinnoxid (ITO) oder
25 Aluminiumzinkoxid (AZO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen wie beispielsweise ZnO , SnO_2 oder In_2O_3 gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen wie beispielsweise Zn_2SnO_4 , CdSnO_3 , ZnSnO_3 , MgIn_2O_4 , GaInO_3 , $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ oder $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ oder Mischungen unterschiedlicher
30 transparenter leitender Oxide zu der Gruppe der TCO. Weiterhin entsprechen die TCOs nichts zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung und können auch p- oder n-dotiert sein.

Gemäß einer Ausführungsform weist das Bauelement zumindest eine metallische Elektrode auf. Das Metall kann aus einer Gruppe ausgewählt sein, die Aluminium, Barium, Indium, Silber, Gold, Magnesium, Kalzium sowie Kombinationen davon und Legierungen umfasst. Insbesondere ist die metallische Elektrode aus Silber, Gold, Aluminium oder Legierungen mit diesen Metallen, beispielsweise Ag:Mg oder Ag:Ca gebildet. Die metallische Elektrode kann je nach gewählter Schichtdicke reflektierend oder transparent ausgebildet sein.

Durch die Anordnung der Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials senkrecht zur Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht wird der Verlust der erzeugten Strahlung durch Plasmonenanregung verhindert oder zumindest weitgehend verhindert.

Unter einem Plasmon wird eine Ladungsträgerdichteschwingung an der Grenzfläche einer metallischen Elektrode und eines angrenzenden Dielektrikums, also einer organischen Schicht verstanden. Durch die erzeugte Strahlung können freie Ladungsträger, insbesondere Elektronen in der metallischen Elektrode, zu Ladungsträgerdichteschwingungen angeregt werden. Damit geht ein Teil der erzeugten Strahlung durch die Anregung verloren und kann somit nicht mehr aus dem organischen lichtemittierenden Bauelement nach außen ausgekoppelt werden. Insbesondere bezeichnen Plasmonen hierbei longitudinale Ladungsträgerdichteschwingungen, die parallel zur Erstreckungsebene einer Oberfläche einer metallischen Elektrode an dieser Oberfläche auftreten. Plasmonen werden von einer Strahlung angeregt, die aus Übergängen mit einem Übergangsdipolmoment resultiert, das

parallel zur Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht ausgerichtet ist. Durch die senkrechte Ausrichtung beziehungsweise die weitgehend senkrechte Ausrichtung der Übergangsdipolmomente der Moleküle des Emitttermaterials zu der Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht kann somit die Plasmonenanregung unterdrückt beziehungsweise weitgehend unterdrückt werden. Dadurch kann der Anteil an nach außen an die Umgebung ausgekoppelten Strahlung erhöht werden.

10

Gemäß einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement ein Substrat auf. Insbesondere ist eine der zwei Elektroden auf dem Substrat angeordnet. Das Substrat kann beispielsweise eines oder mehrere Materialien in Form einer Schicht, einer Platte, einer Folie oder einen Laminat aufweisen, die ausgewählt sind aus Glas, Quarz, Kunststoff, Metall, Siliziumwafer. Insbesondere weist das Substrat Glas auf oder besteht daraus.

15

20

In einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement eine zweite lichtemittierende Schicht auf. Die lichtemittierenden Schichten können vertikal gestapelt sein. Damit kann durch die Verwendung mehrerer vertikal gestapelter lichtemittierender Schichten eine höhere Effizienz erreicht werden. Die übereinandergestapelten lichtemittierenden Schichten können durch eine Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge (CGL, "charge generation layer") miteinander verbunden sein. Dadurch kann es möglich sein, pro Ladungsträgerpaar, das in einem solchen Stapel injiziert wird, mehrere Photonen zu erzeugen, da die Ladungsträgererzeugungsschichten der Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge wie interne Anoden und Kathoden wirken. Insbesondere umfasst die

25

30

Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge eine elektronentransportierende Schicht, eine Zwischenschicht und eine Lochtransportierende Schicht.

5 Der Aufbau und die Materialien einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge die zwischen zwei lichtemittierenden Schichten angeordnet ist, sind in der Patentanmeldung DE 102015114084.5 offenbart, die hiermit diesbezüglich vollumfänglich durch Rückbezug aufgenommen
10 wird.

Alle für die lichtemittierende Schicht genannten Merkmale können auch für die weiteren lichtemittierenden Schichten gelten.

15 In einer Ausführungsform liegt das Emittermaterial zu 1 bis 20 Massenprozent, bevorzugt zu 1 bis 10 Massenprozent, bevorzugt zu 1 bis 5 Massenprozent in Bezug auf die Gesamtmasse aus Polymer und Emittermaterial in der
20 lichtemittierenden Schicht vor.

In einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials über zumindest eine funktionelle Gruppe an das Polymer gebunden. Insbesondere ist die lichtemittierende
25 Schicht aus einem funktionalisierten Polymer und einem funktionalisierten Emittermaterial hergestellt. Durch eine Reaktion des funktionalisierten Polymers und des funktionalisierten Emittermaterials entsteht eine funktionelle Gruppe über die das Emittermaterial an das
30 Polymer in der lichtemittierenden Schicht gebunden ist.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die funktionelle Gruppe, über die die Moleküle des Emittermaterials an das Polymer

gebunden sind, eine Ester-, Ether-, Amid-, Hydroxy- oder Ethergruppe.

In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Polymer um
5 ein lineares Polymer. Mit anderen Worten umfasst das Polymer
lineare Polymerketten. Insbesondere umfasst das Polymer
lineare Polymerketten, gebildet durch Kohlenstoff-
Kohlenstoff-Bindungen. Mit anderen Worten weist das Polymer
insbesondere ein Grundgerüst umfassend Kohlenstoff-
10 Kohlenstoff-Bindungen auf. Unter linearen Polymerketten ist
hier und im Folgenden zu verstehen, dass die Polymerketten
nicht verzweigt sind. Insbesondere ist die lichtemittierende
Schicht aus einem linearen funktionalisierten Polymer
hergestellt.

15

In einer Ausführungsform ist das Polymer, insbesondere sind
die linearen Polymerketten, in der lichtemittierenden Schicht
ausgerichtet oder orientiert. Dies bedeutet, dass das Polymer
beziehungsweise die linearen Polymerketten anisotrop, also
20 mit einer Vorzugsrichtung in der lichtemittierenden Schicht,
angeordnet sind.

In einer Ausführungsform sind die linearen Polymerketten in
der lichtemittierenden Schicht parallel oder im Wesentlichen
25 parallel zueinander angeordnet. Dass die linearen
Polymerketten im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet
sind bedeutet hier und im Folgenden eine Abweichung um +/-
45°, +/-35°, +/-30°, +/-25°, +/-20°, +/-15°, +/-10° oder +/-
5° von dieser parallelen Anordnung. Insbesondere sind die
30 linearen Polymerketten parallel oder im Wesentlichen parallel
zur Strahlungsausstrittsfläche angeordnet.

In einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht aus einem funktionalisierten Polymer und einem funktionalisierten Emittermaterial hergestellt, wobei das funktionalisierte Polymer lineare Polymerketten umfasst, die mit Seitengruppen substituiert sind. Dass die Polymerketten mit Seitengruppen substituiert sind, bedeutet, dass teilweise Wasserstoffatome des funktionalisierten Polymers durch eine Seitengruppe substituiert sind. Die Seitengruppen umfassen Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat, Iodid-, Bromid- oder Chloridgruppen, bevorzugt Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl- oder Chloridgruppen. Bei den Carbonylgruppen handelt es sich insbesondere um Aldehyd- oder Ketogruppen. Das funktionalisierte Emittermaterial ist mit einer funktionellen Gruppe funktionalisiert, die eine Aminogruppe, ein Alkoholat oder ein Säurechlorid umfasst. Durch eine Reaktion der Seitengruppen der linearen Polymerketten des funktionalisierten Polymers mit den funktionellen Gruppen des funktionalisierten Emittermaterials wird das Emittermaterial kovalent an das Polymer beziehungsweise die linearen Polymerketten gebunden. Insbesondere werden die Moleküle des Emittermaterials über zumindest eine funktionelle Gruppe, die eine Ester-, Ether-, Amid-, Hydroxy- oder Ethergruppe umfasst, an das Polymer gebunden.

Die funktionellen Gruppen können über einen Spacer, bevorzugt eine Aryl- oder Alkylgruppe, wie beispielsweise eine Phenyl-, Methyl-, Ethyl- oder Propylgruppe an das funktionalisierte Emittermaterial oder das funktionalisierte Polymer gebunden sein.

In einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht hergestellt aus einem funktionalisierten Polymer umfassend

lineare Polymerketten mit Hydroxy-Seitengruppen und einem funktionalisierten Emitttermaterial, das mit zumindest einer Säurechloridgruppe funktionalisiert ist. Die Hydroxy-Seitenkette reagiert mit der Säurechloridgruppe des

5 funktionalisierten Emitttermaterials zu einer Estergruppe. Das Emitttermaterial ist dann in der lichtemittierenden Schicht über eine Estergruppe an das Polymer gebunden.

In einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht
10 hergestellt aus einem funktionalisierten Polymer umfassend lineare Polymerketten mit Epoxy-Seitengruppen und einem funktionalisierten Emitttermaterial, das mit zumindest einer Amin- oder Alkoholatgruppe funktionalisiert ist. Durch Ringöffnung des Epoxids entsteht eine Hydroxygruppe und eine
15 Ethergruppe, über die das Emitttermaterial an das Polymer gebunden wird beziehungsweise eine Hydroxygruppe und eine Amingruppe, über die das Emitttermaterial an das Polymer gebunden wird.

20 In einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht hergestellt aus einem funktionalisierten Polymer umfassend lineare Polymerketten mit Carbonyl-, insbesondere Aldehyd- oder Keto-Seitengruppen und einem funktionalisierten Emitttermaterial, das mit zumindest einer Amin- oder
25 Alkoholatgruppe funktionalisiert ist. Durch die nukleophile Addition und optional folgender Kondensation wird das Emitttermaterial an das Polymer gebunden .

In einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht
30 hergestellt aus einem funktionalisierten Polymer umfassend lineare Polymerketten mit Chlorid-Seitengruppen und einem funktionalisierten Emitttermaterial, das mit zumindest einer Amin- oder Alkoholatgruppe funktionalisiert ist. Durch eine

nukleophile Substitution entsteht eine Amingruppe beziehungsweise eine Ethergruppe, über die das Emitttermaterial an das Polymer gebunden wird.

- 5 In einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht aus einem funktionalisierten Polymer hergestellt, das ausgewählt ist aus Polyethylen, Polycarbonat, Polymethylmethacrylat, Polystyrol und Silikon. Die funktionalisierten Polymere sind mit Seitengruppen
- 10 substituiert, die Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat, Iodid-, Bromid- oder Chloridgruppen, bevorzugt Epoxy, Hydroxy-, Carbonyl- oder Chloridgruppen umfassen. Dass die funktionalisierten Polymere mit Seitengruppen substituiert sind, bedeutet insbesondere, dass
- 15 Wasserstoffatome der Polymerkette teilweise durch Seitengruppen, die Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat, Iodid-, Bromid- oder Chloridgruppen, bevorzugt Epoxy, Hydroxy-, Carbonyl- oder Chloridgruppen umfassen, substituiert sind. Insbesondere handelt es sich um
- 20 ein Polyethylen, das mit Seitengruppen substituiert ist, die Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat, Iodid-, Bromid- oder Chloridgruppen, bevorzugt Epoxy, Hydroxy-, Carbonyl- oder Chloridgruppen umfassen. Bevorzugt handelt es sich um ein Polyethylen mit Seitengruppen
- 25 umfassend oder bestehend aus Hydroxygruppen.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emitttermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an die linearen Polymerketten gebunden. Dabei können ein oder

30 mehrere Moleküle des Emitttermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden sein oder ein oder mehrere Moleküle des Emitttermaterials

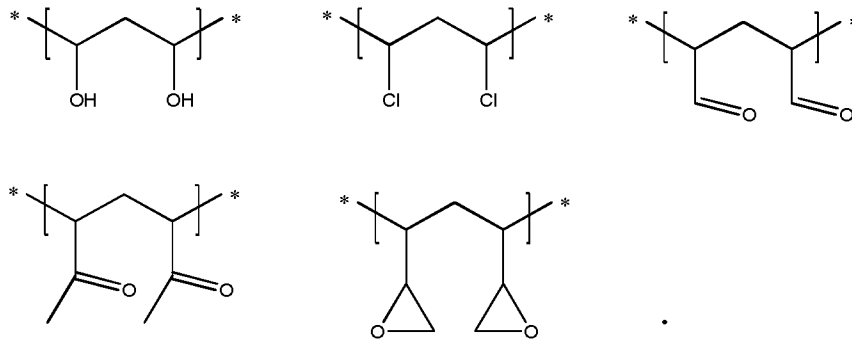
können über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette und an eine weitere Polymerkette gebunden sein.

In einer Ausführungsform sind ein oder mehrere Moleküle des
5 Emittermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden. Vorzugsweise ist jeweils ein Molekül des Emittermaterials über zwei funktionelle Gruppen an jeweils eine lineare Polymerkette gebunden.

10 Gemäß einer Ausführungsform sind ein oder mehrere Moleküle des Emittermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden. Insbesondere sind die linearen Polymerketten gereckt. Recken bezeichnet hier und im Folgenden, dass ein Material verformt wird, um eine
15 anisotrope Ausrichtung zu erzeugen. Durch das Recken werden die linearen Polymerketten anisotrop, insbesondere parallel zueinander ausgerichtet. Durch die Anbindung des Emittermaterials an das Polymer erfolgt damit auch eine anisotrope Ausrichtung der Moleküle des Emittermaterials. Die
20 Ausrichtung des Emittermaterials führt dazu, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe in der lichtemittierenden Schicht eine anisotrope Ausrichtung aufweisen. Insbesondere ist der Orientierungsfaktor K_0
25 kleiner als $1/3$. Bevorzugt sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von dieser
30 senkrechten Ausrichtung angeordnet. Dadurch kann ein organisches lichtemittierendes Bauelement bereitgestellt werden, das eine hohe Lichtauskopplung und damit Effizienz aufweist.

Gemäß einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht aus einem funktionalisierten Polymer hergestellt, das eine Struktureinheit einer der folgenden Formeln aufweist:

5



10

15

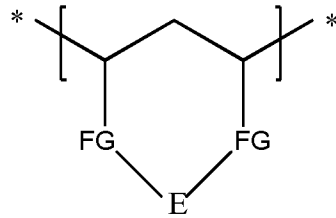
Hierbei und im Folgenden steht das Zeichen " * " für eine Bindungsstelle der wiederkehrenden Struktureinheit, welche mit einer nächsten Struktureinheit verbunden ist. Außerdem können am Ende der Polymerkette Endgruppen das Polymer abschließen, die beispielsweise Epoxy, Hydroxy-, Carbonyl-, oder Chloridgruppen umfassen. Es sind aber auch andere gängige Endgruppen denkbar. Insbesondere ist das funktionalisierte Polymer mit einer dieser Struktureinheiten für die Herstellung der lichtemittierenden Schicht ausgewählt, wenn ein oder mehrere Moleküle des Emittermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden sind.

20

25

30

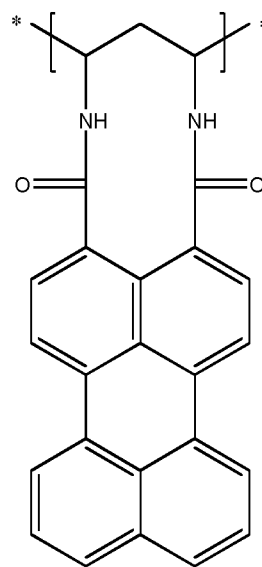
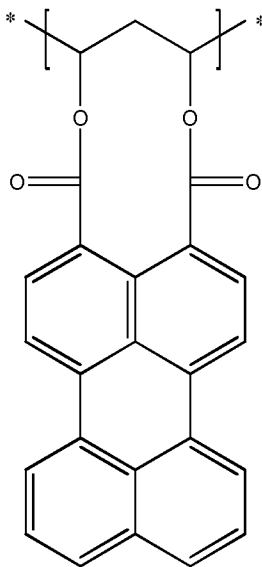
In einer Ausführungsform umfasst die lichtemittierende Schicht eine Struktureinheit gebildet aus dem Polymer und dem Emittermaterial der folgenden allgemeinen Formel:



5

FG steht dabei für eine funktionelle Gruppe, über die das
 Emittiermaterial E an das Polymer gebunden ist. In dieser
 Ausführungsform ist zumindest ein Molekül des
 Emittiermaterials über zwei funktionelle Gruppen an eine
 10 lineare Polymerkette gebunden. Insbesondere ist die lineare
 Polymerkette gereckt. Die funktionelle Gruppe kann eine
 Ester-, Ether-, Amid-, Hydroxy- und/oder Ethergruppe
 umfassen. Am Ende der Polymerkette können Endgruppen das
 Polymer abschließen, die beispielsweise Epoxy, Hydroxy-,
 15 Carbonyl- oder Chloridgruppen umfassen. Es sind aber auch
 andere gängige Endgruppen denkbar.

Beispielsweise umfasst die lichtemittierende Schicht eine
 Struktureinheit gebildet aus dem Polymer und dem
 20 Emittiermaterial einer der folgenden Formeln:



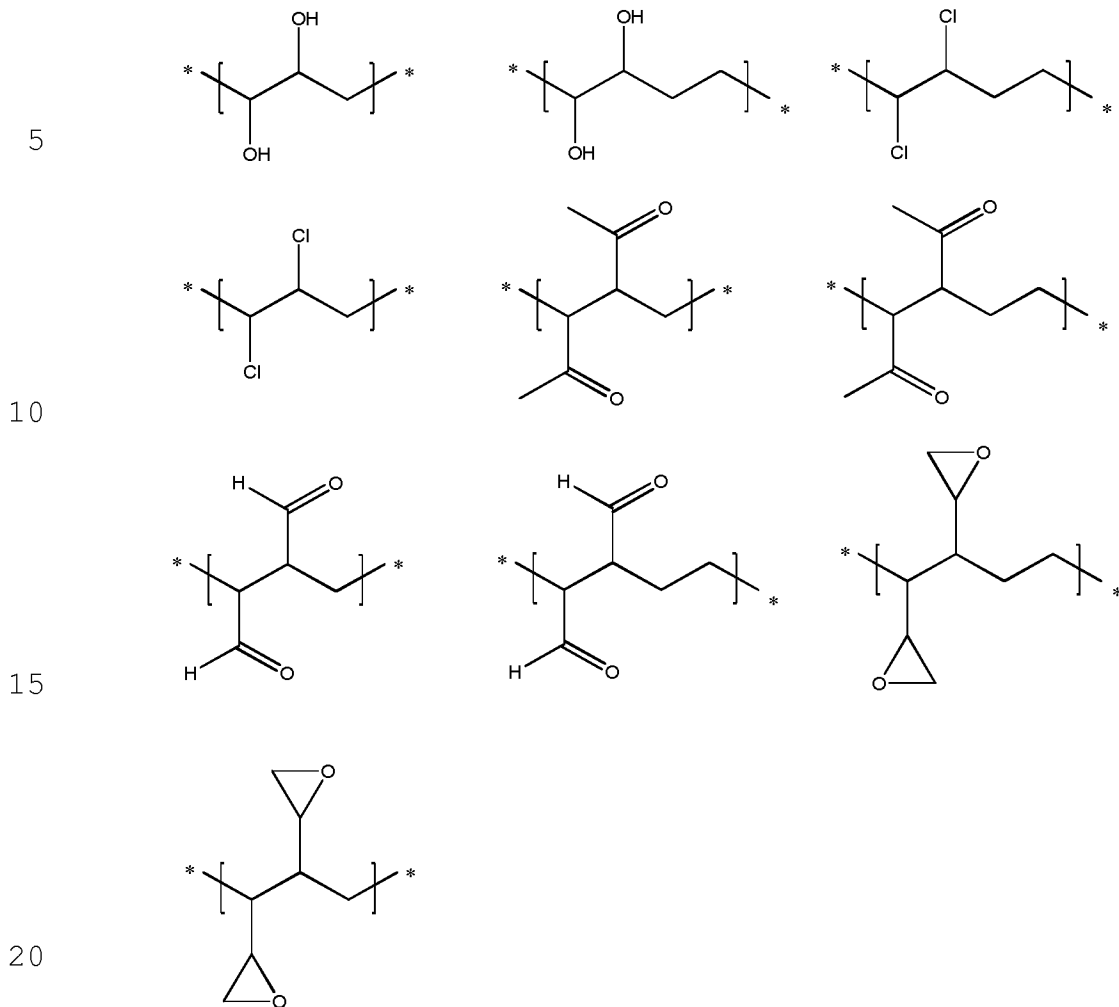
Hier ist zumindest ein Molekül des Emittiermaterials über zwei
 Estergruppen an die linearen Polymerketten gebunden.

Hergestellt werden kann dieses Material aus einem zweifach mit einer Säurechloridgruppe funktionalisierten Perylen und einem Polyethylen mit Hydroxy-Seitengruppen.

5 Gemäß einer Ausführungsform sind ein oder mehrere Moleküle des Emittermaterials über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette und an eine weitere lineare Polymerkette gebunden. Die linearen Polymerketten sind dann über die Moleküle des Emittermaterials miteinander verbunden. Mit
10 anderen Worten sind die linearen Polymerketten dann über die Moleküle des Emittermaterials quervernetzt. Durch die anisotrope Ausrichtung der linearen Polymerketten vor der Anbindung des Emittermaterials, beispielsweise durch Recken, ist auch das Emittermaterial nach dessen Anbindung an die
15 linearen Polymerketten ausgerichtet. Dies führt dazu, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe in der lichtemittierenden Schicht eine anisotrope Ausrichtung aufweisen. Insbesondere ist der Orientierungsfaktor K_0
20 kleiner als $1/3$. Bevorzugt sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von dieser
25 senkrechten Ausrichtung angeordnet.. Durch die damit verbundene verminderte Totalreflexion und verminderte Anregung von Wellenleitungseffekten kann ein organisches lichtemittierendes Bauelement bereitgestellt werden, das eine hohe Lichtauskopplung und damit hohe Effizienz aufweist.

30

Gemäß einer Ausführungsform ist die lichtemittierende Schicht aus einem funktionalisierten Polymer hergestellt, das eine Struktureinheit einer der folgenden Formeln aufweist:

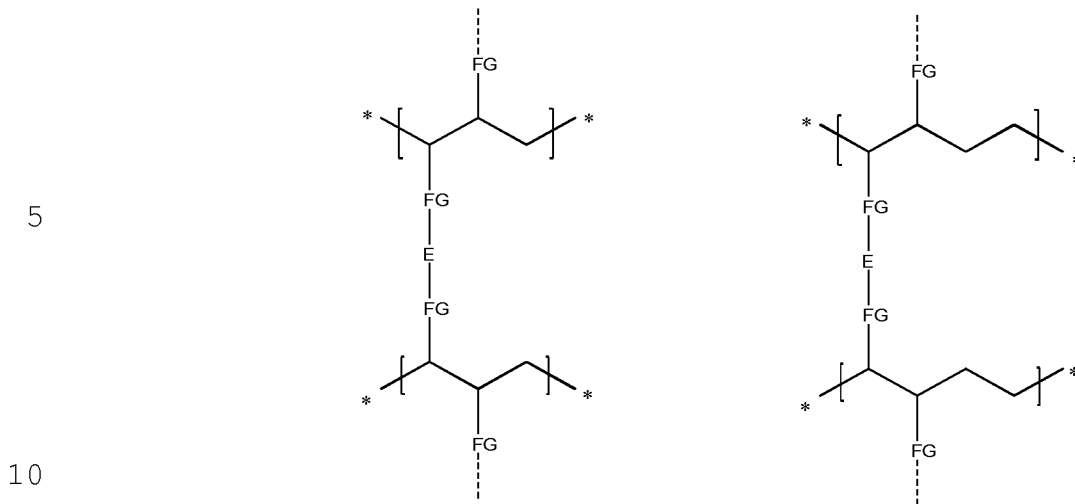


Insbesondere ist das funktionalisierte Polymer mit einer dieser Struktureinheiten für die Herstellung der

25 lichtemittierenden Schicht ausgewählt, wenn die Moleküle des Emittermaterials jeweils über eine funktionelle Gruppen an eine und eine weitere lineare Polymerkette gebunden sind.

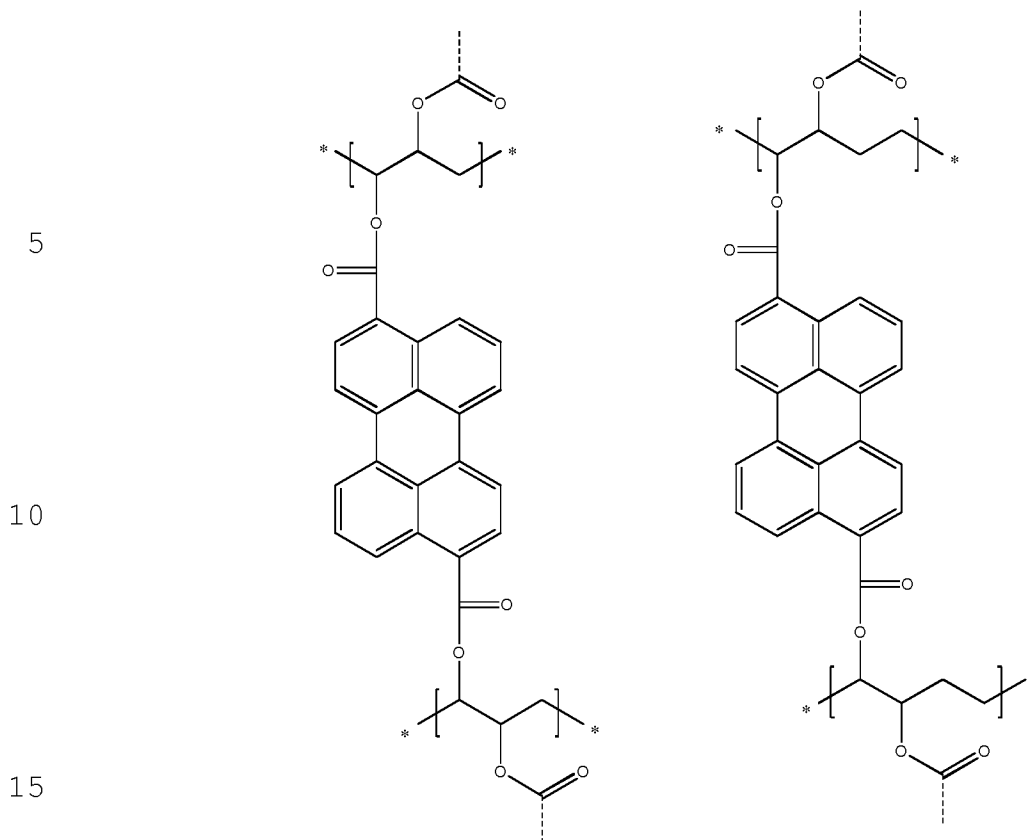
In einer Ausführungsform umfasst die lichtemittierende

30 Schicht eine Struktureinheit gebildet aus dem Polymer und dem Emittermaterial der folgenden allgemeinen Formel:



FG steht dabei für eine funktionelle Gruppe, über die das
 Emitttermaterial E an das Polymer gebunden ist. In dieser
 Ausführungsform sind die Moleküle des Emitttermaterials über
 15 zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette und
 eine weitere lineare Polymerkette gebunden. Die linearen
 Polymerketten sind über die Moleküle des Emitttermaterials
 quervernetzt. "-----" deutet die Bindung zu einem weiteren
 Molekül des Emitttermaterials an, das dann über eine weitere
 20 funktionelle Gruppe mit einer weiteren linearen Polymerkette
 verbunden ist. Die funktionelle Gruppe kann eine Ester-,
 Ether-, Amid-, Hydroxy- und/oder Ethergruppe umfassen. Am
 Ende der Polymerkette können Endgruppen das Polymer
 abschließen, die beispielsweise Epoxy, Hydroxy-, Carbonyl-
 25 oder Chloridgruppen umfassen. Es sind aber auch andere
 gängige Endgruppen denkbar.

Beispielsweise umfasst die lichtemittierende Schicht eine
 Struktureinheit gebildet aus dem Polymer und dem
 30 Emitttermaterial der folgenden Formel:



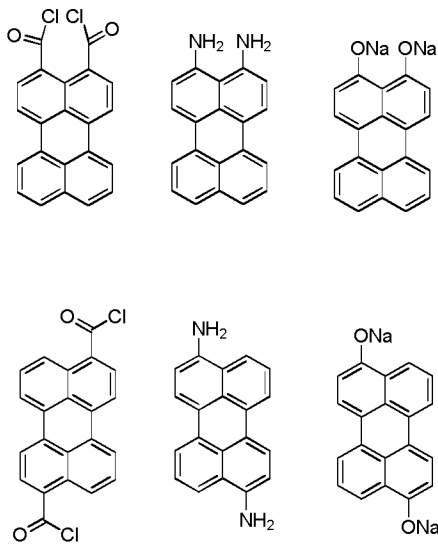
Hier sind die Moleküle des Emittermaterials über zwei Estergruppen an eine lineare Polymerkette und eine weitere lineare Polymerkette gebunden. Die linearen Polymerketten sind über die Moleküle des Emittermaterials quervernetzt. "-----" deutet die Bindung zu einem weiteren Molekül des Emittermaterials, also Perylen, an, das dann über eine weitere Estergruppe mit einer weiteren linearen Polymerkette verbunden ist. Am Ende der Polymerkette können Endgruppen das Polymer abschließen, die beispielsweise Epoxy, Hydroxy-, Carbonyl- oder Chloridgruppen umfassen. Es sind aber auch andere gängige Endgruppen denkbar.

Hergestellt werden kann dieses Material aus einem zweifach mit einer Säurechloridgruppe funktionalisierten Perylen und einem Polyethylen mit Hydroxy-Seitengruppen.

Als Materialien für das Emittermaterial können übliche organische Emittermaterialien eingesetzt werden. Als funktionalisiertes Emittermaterial können insbesondere übliche organische Emittermaterialien eingesetzt werden, die mit zumindest einer funktionellen Gruppe funktionalisiert beziehungsweise substituiert sind, die eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst. Über die zumindest eine funktionelle Gruppe erfolgt die Anbindung der Moleküle des Emittermaterials an das Polymer.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial ein fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Material. Diese Materialien sind dem Fachmann bekannt. Insbesondere ist das funktionalisierte Emittermaterial ein fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Material, die mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert sind, die eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst. Über die zumindest eine funktionelle Gruppe erfolgt die Anbindung der Moleküle des Emittermaterials an das Polymer. Beispielsweise können mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituierte Iridium-Komplexe, wie grün phosphoreszierendes Ir(ppy)₃ (Tris(2-phenylpyridin)iridium III) und/oder rot phosphoreszierendes Ru (dtb-bpy)₃*2(PF₆) (Tris[4,4'-di-tert-butyl-(2,2')-bipyridin]ruthenium(III)komplex), sowie blau fluoreszierendes DPAVBi (4,4-Bis[4-(di-p-tolylamino)styryl]biphenyl), grün fluoreszierendes TTPA (9,10-Bis[N,N-di-(p-tolyl)-amino]anthracen) und/oder rot fluoreszierendes DCM2 (4-Dicyanomethylen)-2-methyl-6-julolidyl-9-enyl-4H-pyran) als Emittermaterial verwendet werden.

Als fluoreszierendes Emittermaterial kann beispielsweise auch 1,4-Bis[2-(3-N-ethylcarbazyryl)vinyl]benzene oder Perylen eingesetzt werden. Das funktionalisierte Emittermaterial ist in dieser Ausführungsform mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert. Beispielsweise weist das fluoreszierende funktionalisierte Emittermaterial eine der folgenden Strukturen auf:



10

Herstellen lassen sich die Verbindungen beispielsweise aus entsprechend substituierten Naphthalinen beispielsweise durch eine Umsetzung mit Aluminiumchlorid.

- 15 Als phosphoreszierende Materialien können beispielsweise auch metall-organische Verbindungen, wie Iridiumkomplexe, beispielsweise Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl)-(2-carboxypyridyl)iridium(III) eingesetzt werden. Das funktionalisierte Emittermaterial ist in dieser
- 20 Ausführungsform die entsprechende Verbindung, die mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert ist, die eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst. Über die zumindest eine funktionelle Gruppe erfolgt

die Anbindung der Moleküle des Emitttermaterials an das Polymer.

Als Emitttermaterialien können auch TADF (Thermally Activated
5 Delayed Fluorescence) Emitter eingesetzt werden. Das
funktionalisierte Emitttermaterial ist in dieser
Ausführungsform die entsprechende Verbindung, die mit
zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert ist, die
eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe
10 umfasst. Über die zumindest eine funktionelle Gruppe erfolgt
die Anbindung der Moleküle des Emitttermaterials an das
Polymer. Bei den TADF Emittern kann es sich um organische
oder metallorganische Verbindungen handeln. Beispielsweise
kann mit zumindest einer funktionellen Gruppe umfassend eine
15 Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe
substituiertes 9,9'-(4,4'-sulfonylbis(4,1-phenylene))bis(3,6-
di-tert -butyl-9H -carbazole, 9,10-Bis[N,N -di-(p -tolyl)-
amino]anthracen oder 2,8-Di-tert -butyl-5,11-bis(4-tert -
butylphenyl)-6,12-diphenyltetracen als funktionalisiertes
20 Emitttermaterial eingesetzt werden.

In einer Ausführungsform ist das Emitttermaterial ein
quadratisch planarer Übergangsmetallkomplex, insbesondere ist
Pt (II) oder Pd (II) als Übergangsmetallzentralatom gewählt.
25 In dieser Ausführungsform ist das funktionalisierte
Emitttermaterial der quadratisch planare
Übergangsmetallkomplex, der mit zumindest einer funktionellen
Gruppe substituiert ist, die eine Amingruppe, ein Alkoholat
oder eine Säurechloridgruppe umfasst. Beispielsweise handelt
30 es sich um Tetracyanoplatinat, wobei eine CN-Gruppe durch
eine funktionelle Gruppe substituiert ist.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial ein quadratisch-planarer Übergangsmetallkomplex, wobei der quadratisch-planare Übergangsmetallkomplex über eine funktionelle Gruppe an das Polymer, insbesondere an die linearen Polymerketten, gebunden ist. Durch die Wechselwirkung der dz^2 -Orbitale der Moleküle des quadratisch-planaren Übergangsmetallkomplexes organisieren sich die Moleküle des Übergangsmetallkomplexes selbst in der lichtemittierenden Schicht und bilden insbesondere Stapel. Durch diese Ausrichtung der Moleküle des Emittermaterials, also des Übergangsmetallkomplexes, wird auch das Polymer, insbesondere die linearen Polymerketten, ausgerichtet. Diese Selbstorganisation des Emittermaterials führt dazu, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials und einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht ist.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die lichtemittierende Schicht unterschiedliche Emittermaterialien. Beispielsweise kann die lichtemittierende Schicht Emittermaterialien umfassen, die eine Strahlung erzeugen, die eine unterschiedliche Peakwellenlänge aufweist. Beispielsweise kann die lichtemittierende Schicht ein Emittermaterial mit einer Peakwellenlänge im blauen Bereich des elektromagnetischen Spektrums und ein Emittermaterial mit einer Peakwellenlänge im roten Bereich des elektromagnetischen Spektrums umfassen.

Durch die Ausrichtung oder Orientierung des Emitttermaterials in einer lichtemittierenden Schicht wird die Lichtausbeute, also die nach außen an die Umgebung ausgekoppelte Strahlung, erhöht und damit die Effizienz des Bauelements gesteigert.

5 Zudem wird der Polarisationsgrad der erzeugten Strahlung erhöht. Gleichzeitig weist diese lichtemittierende Schicht eine hohe Stabilität aufgrund der gleichmäßigen Ausrichtung des Emitttermaterials und des Polymers auf.

10 Gemäß einer Ausführungsform besteht die lichtemittierende Schicht aus dem Emitttermaterial und dem Polymer.

Es wird weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements angegeben.

15 Insbesondere stellt das Verfahren das organische lichtemittierende Bauelement gemäß den oben genannten Ausführungsformen her. Dabei gelten die bisher beschriebenen Definitionen und Ausführungen für das organische lichtemittierende Bauelement auch für das Verfahren zur

20 Herstellung des organischen lichtemittierende Bauelements und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements

25 folgende Verfahrensschritte auf:

A) Bereitstellen einer Elektrode,

B) Herstellen einer lichtemittierenden Schicht auf der in Verfahrensschritt A) bereitgestellten Elektrode. Die

30 lichtemittierende Schicht umfasst ein Polymer und ein Emitttermaterial, wobei das Emitttermaterial dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Das Emitttermaterial ist in der

lichtemittierenden Schicht an das Polymer gebunden. Die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials weisen in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten

- 5 lichtemittierenden Schicht auf und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials und einer Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht ist,
- 10 C) Aufbringen einer weiteren Elektrode auf die lichtemittierende Schicht.

- Dass eine Schicht "auf" oder "über" einer anderen Schicht angeordnet, hergestellt oder aufgebracht wird, kann dabei
- 15 hier und im Folgenden bedeuten, dass die eine Schicht unmittelbar in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt auf der anderen Schicht angeordnet, hergestellt oder aufgebracht wird. Weiterhin kann es auch bedeuten, dass die eine Schicht mittelbar auf beziehungsweise über der anderen
- 20 Schicht angeordnet, hergestellt oder aufgebracht wird. Dabei können dann weitere Schichten zwischen der einen und der anderen Schicht angeordnet sein.

- In einer Ausführungsform umfasst Verfahrensschritt B)
- 25 folgende Verfahrensschritte:
- B1) Bereitstellen eines funktionalisierten Polymers umfassend lineare Polymerketten, die mit Seitengruppen substituiert sind. Die Seitengruppen umfassen Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat-, Iodid-, Bromid- oder
- 30 Chloridgruppen, bevorzugt Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl- oder Chloridgruppen,
- B2) Bereitstellen eines funktionalisierten Emitttermaterials, das mit zumindest einer funktionellen Gruppe funktionalisiert

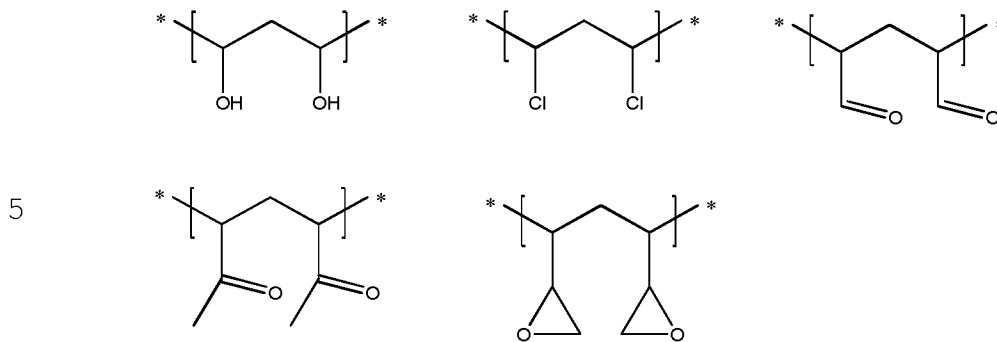
ist, die eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst,

B3) Reaktion der Seitengruppen der linearen Polymerketten des funktionalisierten Polymers mit den funktionellen Gruppen des funktionalisierten Emitttermaterials, wodurch das Emitttermaterial kovalent an das Polymer beziehungsweise die linearen Polymerketten gebunden wird. Es ist dabei möglich, dass nicht alle Seitengruppen des funktionalisierten Polymers einer solchen Reaktion unterliegen und somit in dem Polymer der lichtemittierenden Schicht verbleiben, B4) Ausrichten der linearen Polymerketten.

Verfahrensschritt B3) kann vor oder nach Verfahrensschritt B4) durchgeführt werden.

In einer Ausführungsform werden die linearen Polymerketten in Verfahrensschritt B4) durch Recken anisotrop ausgerichtet.

In einer Ausführungsform erfolgt Verfahrensschritt B4) nach Verfahrensschritt B3). Gemäß dieser Ausführungsform werden bei der Reaktion in Verfahrensschritt B3) ein oder mehrere Moleküle des Emitttermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden. In Verfahrensschritt B4) werden die in Verfahrensschritt B3) gebildeten linearen Polymerketten, an die ein oder mehrere Moleküle des Emitttermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen gebunden sind, ausgerichtet, insbesondere gereckt. Insbesondere wird in Verfahrensschritt B1) gemäß dieser Ausführungsform ein funktionalisiertes Polymer bereitgestellt, das eine Struktureinheit einer der folgenden Formeln aufweist:

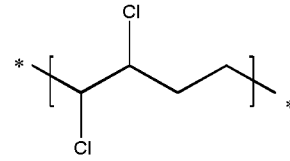
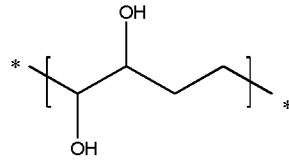
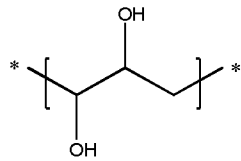


Durch das Recken werden die linearen Polymerketten anisotrop
 10 ausgerichtet. Durch die vorherige Anbindung des
 Emittermaterials an das Polymer erfolgt damit auch eine
 anisotrope Ausrichtung der Moleküle des Emittermaterials. Die
 Ausrichtung des Emittermaterials führt dazu, dass die
 Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der
 15 Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope
 Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht
 aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ der Winkel
 zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des
 strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des
 20 Emittermaterials und einer Schichtnormalen der
 lichtemittierenden Schicht.

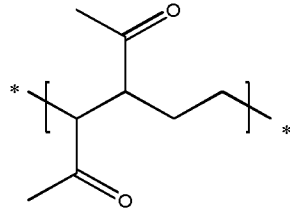
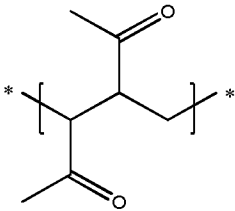
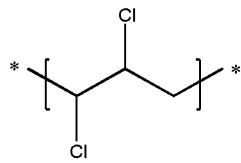
In einer Ausführungsform erfolgt Verfahrensschritt B3) nach
 Verfahrensschritt B4). Gemäß dieser Ausführungsform werden in
 25 Verfahrensschritt B4) die in Verfahrensschritt B1)
 bereitgestellten funktionalisierten linearen Polymerketten,
 ausgerichtet, insbesondere gereckt. Bei der Reaktion in
 Verfahrensschritt B3) werden die Moleküle des
 Emittermaterials jeweils über zwei funktionelle Gruppen an
 30 eine lineare Polymerkette und eine weitere lineare
 Polymerkette gebunden. Insbesondere wird in Verfahrensschritt
 B1) gemäß dieser Ausführungsform ein funktionalisiertes

Polymer bereitgestellt, das eine Struktureinheit einer der folgenden Formeln aufweist:

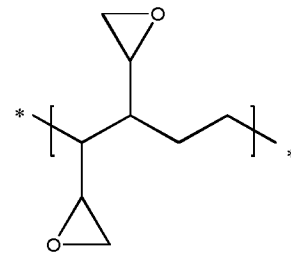
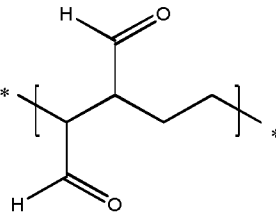
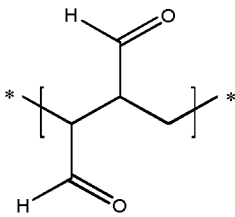
5



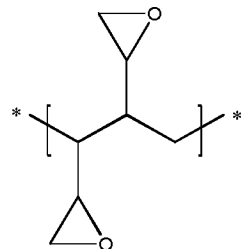
10



15



20



25 Durch die anisotrope Ausrichtung der linearen Polymerketten vor der Anbindung des Emitttermaterials, beispielsweise durch Recken, ist auch das Emitttermaterial nach dessen Anbindung an die linearen Polymerketten ausgerichtet. Dies führt dazu, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht aufweisen und es gilt $\langle \cos^2 \theta \rangle$ kleiner 1/3, wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des

30

strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des
Emittermaterials und einer Schichtnormalen der
lichtemittierenden Schicht.

- 5 In einer Ausführungsform wird in Verfahrensschritt B2) ein
quadratisch-planarer Übergangsmetallkomplex mit Pt (II) oder
Pd (II) als funktionalisiertes Emittermaterial gewählt, der
mit einer funktionellen Gruppe substituiert ist, die eine
Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe
10 umfasst. Gemäß dieser Ausführungsform erfolgt
Verfahrensschritt B4) nach Verfahrensschritt B3). Bei der
Reaktion in Verfahrensschritt B3) werden die Moleküle des
Emittermaterials jeweils über eine funktionelle Gruppe an die
linearen Polymerketten gebunden. In Verfahrensschritt B4)
15 werden die in Verfahrensschritt B3) gebildeten linearen
Polymerketten, ausgerichtet. Die Ausrichtung erfolgt durch
eine Selbstorganisation der Moleküle des
Übergangsmetallkomplexes. Durch diese Ausrichtung der
Moleküle des Emittermaterials, also des
20 Übergangsmetallkomplexes, werden auch die linearen
Polymerketten, an die das Emittermaterial gebunden ist,
ausgerichtet. Die Selbstorganisation erfolgt durch die
Wechselwirkung der dz^2 -Orbitale der Moleküle des quadratisch-
planaren Übergangsmetallkomplexes. Diese Selbstorganisation
25 des Emittermaterials führt dazu, dass die
Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der
Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope
Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht
aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ der Winkel
30 zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des
strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des
Emittermaterials und einer Schichtnormalen der
lichtemittierenden Schicht.

In einer Ausführungsform umfasst Verfahrensschritt B) folgenden Verfahrensschritt: B5) Aufbringen des in Verfahrensschritt B4) oder B3) gebildeten Materials auf die in Verfahrensschritt A) bereitgestellte Elektrode.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die lichtemittierende Schicht in Verfahrensschritt B) aus der Flüssigphase hergestellt. Als Verfahren können in Verfahrensschritt B5) Spin Coating, Siebdruck, Inkjet, Gravurdruck oder Flexodruck verwendet werden. Dabei kann während der Herstellung eine ausgerichtete beziehungsweise orientierte lichtemittierende Schicht erzeugt werden, ohne dass zusätzliche Verfahrensschritte notwendig sind. Dies führt zu Zeit- und Kostenersparnissen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Ausrichten in Verfahrensschritt B4) bei Temperaturen zwischen 20 °C und 120 °C. Solche Temperaturen sind bei der Herstellung organischer Elektronik üblich. Bei derartig hohen Temperaturen kann eine Ausrichtung von Molekülen von Emittermaterialien mit externen Feldern nicht erzielt werden. Daher wird hier erfindungsgemäß auf das Ausrichten des Emittermaterials infolge der Ausrichtung der linearen Polymerketten oder auf die Selbstorganisation der Moleküle des Emittermaterials, insbesondere von quadratisch-planaren Übergangsmetallkomplexen, zurückgegriffen.

Ferner wird eine höhere Effizienz bei gleichbleibend hoher Bauelementstabilität gewährleistet. Ferner kann Einfluss auf die Morphologie genommen werden, um die Performance des Bauelements zu verbessern. Die Einflussnahme auf die

Morphologie kann durch die Ausrichtung des Emitttermaterials und der Polymerketten erfolgen.

5 Ferner kann ein Bauelement bereitgestellt werden, das eine potentiell erhöhte Stabilität durch gleichmäßige Ausrichtung der Moleküle des Emitttermaterials in der lichtemittierenden Schicht erzeugt werden.

10 Weitere Vorteile, vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

15 Figur 1 zeigt verschiedene Anordnungsmöglichkeiten von Molekülen im Raum,

Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht von einem Ausführungsbeispiel eines organischen lichtemittierenden Bauelements,

20

Figuren 3, 4, 5 zeigen schematisch die Herstellung von ausgerichteten linearen Polymerketten und Emitttermaterialien für lichtemittierende Schichten,

25 Figuren 6, 7 und 8 zeigen schematische Darstellungen eines Ausschnittes eines organischen lichtemittierenden Bauelements gemäß verschiedenen Ausführungsformen.

30 In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne

Elemente, wie zum Beispiel Schichten, Bauteile, Bauelemente und Bereiche, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

- 5 In Figur 1 sind verschiedene Anordnungsmöglichkeiten von Molekülen im Raum dargestellt. In der oberen Abbildung sind die Moleküle isotrop verteilt, weisen also keine Vorzugsrichtung auf. In der mittleren und der unteren Abbildung sind die Moleküle entlang der z-Achse ausgerichtet.
- 10 Zusätzlich sind die Moleküle in der unteren Abbildung entlang der z-Achse orientiert.

- Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer
- 15 Ausführungsform, das ein Substrat 1, beispielsweise aus Glas, aufweist. Über dem Substrat 1 ist ein organischer Schichtenstapel S zwischen einer Anode 2 und einer Kathode 3 angeordnet. Der organische Schichtenstapel S weist eine Lochtransportierende Schicht 5 über der Anode 2 und eine
- 20 elektronentransportierende Schicht 6 über der lichtemittierenden Schicht 4 angeordnet auf.

- Die Anode 2 kann dabei aus Indiumzinnoxid und die Kathode 3 aus Aluminium oder Silber gebildet sein. Die
- 25 Lochtransportierende Schicht 5 kann beispielsweise NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin) umfassen und die elektronentransportierende Schicht 6 kann 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol umfassen.
- 30 Die lichtemittierende Schicht 4 umfasst ein Polymer und ein Emittermaterial. Das Polymer umfasst lineare Polymerketten, an die das Emittermaterial über zumindest eine funktionelle Gruppe gebunden ist. Die linearen Polymerketten und die

Moleküle des Emittermaterials sind in der lichtemittierenden Schicht anisotrop ausgerichtet. Dadurch sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe anisotrop
5 innerhalb der lichtemittierenden Schicht ausgerichtet und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner 1/3, wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials und einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht.

10

Weiterhin kann den über den Elektroden 2, 3 und dem organischen funktionellen Schichtenstapel S in den lichtemittierenden Bauelementen der Figur 2 eine Verkapselungsanordnung, bevorzugt in Form einer
15 Dünnschichtverkapselung, aufgebracht sein (nicht gezeigt), um das organische lichtemittierende Bauelement 100 und insbesondere die Schichten des organischen funktionellen Schichtenstapels S und die Elektroden 2, 3 vor schädigenden Materialien aus der Umgebung wie beispielsweise Feuchtigkeit
20 und/oder Sauerstoff und/oder anderen korrosiven Substanzen wie etwa Schwefelwasserstoff zu schützen.

25

In dem in Figur 2 gezeigten Bauelement 100 kann die Position der Anode 2 und der Kathode 3, sowie der
lochtransportierenden Schicht 5 und der
elektronentransportierenden Schicht 6 vertauscht sein.

30

In Figur 3 ist eine Reaktion eines funktionalisierten Polymers umfassend lineare Polymerketten mit einem funktionalisierten Emittermaterial E, das zweifach mit einer Säurechloridgruppe substituiert ist, dargestellt. Die linearen Polymerketten des Polyethylens mit Hydroxy-Seitengruppen sind beispielsweise durch Recken anisotrop,

insbesondere parallel zueinander, ausgerichtet, was durch die parallele Anordnung der beiden Polymerketten angedeutet ist.

Unter alkalischen Bedingungen reagieren die Hydroxy-Seitengruppen des funktionalisierten Polymers teilweise mit

den Säurechloridgruppen des funktionalisierten

Emittermaterials unter Bildung einer Estergruppe. Das

Emittermaterial ist über je eine Estergruppe mit einer linearen Polymerkette und einer weiteren Polymerkette mit dem Polymer verbunden. Mit anderen Worten sind die linearen

Polymerketten über die Moleküle des Emittermaterials

quervernetzt. Durch die Ausrichtung der linearen

Polymerketten richtet sich auch das Emittermaterial aus, so

dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine

anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden

Schicht aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ

der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des

Emittermaterials und einer Schichtnormalen der

lichtemittierenden Schicht

Es ist möglich, dass anstelle der OH-Gruppen im Produkt weitere Moleküle des Emittermaterials über Estergruppen an weitere Polymerketten gebunden sind.

Das dargestellte Reaktionsprodukt kann in der

lichtemittierenden Schicht 4 des Bauelements 100 aus Figur 2 eingebracht sein.

In Figur 4 ist gezeigt, dass Moleküle eines Emittermaterials

E über jeweils zwei funktionelle Gruppen FG an je eine

lineare Polymerkette eines Polymers gebunden ist. Zunächst

liegen die linearen Polymerketten anisotrop vor. Nach dem

Recken werden die linearen Polymerketten ausgerichtet, was durch deren parallele Anordnung dargestellt ist. Durch die Ausrichtung der linearen Polymerketten richtet sich auch das Emitttermaterial aus, so dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner 1/3, wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials und einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht

Das dargestellte Reaktionsprodukt kann in der lichtemittierenden Schicht 4 des Bauelements 100 aus Figur 2 eingebracht sein.

In Figur 5 ist gezeigt, dass Moleküle eines Emitttermaterials E über jeweils eine funktionelle Gruppe FG an je eine lineare Polymerkette eines Polymers gebunden sind. Bei dem Emitttermaterial handelt es sich um einen quadratisch-planaren Übergangsmetallkomplex mit Pt (II) als Übergangsmetallzentralatom und drei Liganden R und einem Liganden R'. Über R' und eine funktionelle Gruppe FG ist das Emitttermaterial an die linearen Polymerketten gebunden. Zunächst liegen die linearen Polymerketten anisotrop vor. Durch eine Wechselwirkung der dz^2 Orbitale der Moleküle des Übergangsmetallkomplexes organisieren sich diese selbst und richten sich aus. Dadurch werden auch die linearen Polymerketten ausgerichtet, was durch deren parallele Anordnung dargestellt ist. Durch diese Ausrichtung weisen die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht aufund

es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials und einer Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht.

5

Die Figuren 6, 7 und 8 zeigen jeweils einen Ausschnitt eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer Ausführungsform. Die Figuren zeigen jeweils eine lichtemittierende Schicht 4, die ein Emitttermaterial und ein Polymer aufweist. Die Moleküle des Emitttermaterials 10 weisen jeweils ein Übergangsdipolmoment 11 für den strahlungserzeugenden Übergang auf, der bei Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung erzeugt. Figuren 6 und 7 zeigen, dass die Übergangsdipolmomente 11 senkrecht zur Schichtnormalen N der lichtemittierenden Schicht angeordnet sind. Figur 8 zeigt, dass die Übergangsdipolmomente 11 eine Abweichung von ungefähr 10° von der senkrechten Anordnung zur Schichtnormalen N aufweist. Durch die Ausrichtung der Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs wird die erzeugte Strahlung anisotrop abgestrahlt und trifft somit vorteilhafterweise mit einem Winkel durch die weiteren Schichten, dass an den Grenzflächen der Schichten untereinander oder zur Umgebungsluft keine oder fast keine Totalreflexion der Strahlung erfolgt und damit mehr Strahlung nach außen ausgekoppelt wird. Dadurch wird die Effizienz des Bauelements und der Polarisationsgrad der erzeugten Strahlung erhöht.

20
25

Die in den Figuren 6, 7 und 8 gezeigten Ausschnitte können in einem organischen lichtemittierenden Bauelement 100, wie beispielsweise in Figur 2 beschrieben, eingebracht sein.

30

Die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Merkmale können gemäß weiterer Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden, auch wenn solche Kombinationen nicht explizit in den Figuren

5 gezeigt sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder alternative Merkmale gemäß der Beschreibung im allgemeinen Teil aufweisen.

- 10 Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal
- 15 oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

	1	Substrat
5	2	Anode
	3	Kathode
	4	lichtemittierende Schicht
	5	lochtransportierende Schicht
	6	elektronentransportierende Schicht
10	10	Molekül des Emittermaterials
	11	Übergangsdipolmoment
	100	organisches lichtemittierendes Bauelement
	N	Schichtnormale der lichtemittierenden Schicht
	S	organischer Schichtenstapel
15		

Patentansprüche

1. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100)
umfassend einen organischen Schichtenstapel (S)
5 zwischen zwei Elektroden (2,3), wobei der organische
Schichtenstapel (S) eine lichtemittierende Schicht
(4) umfasst und
die lichtemittierende Schicht (4) ein Polymer und ein
Emittermaterial umfasst, wobei
10 - das Emittermaterial dazu eingerichtet ist, im
Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische
Strahlung zu erzeugen,
- die Übergangsdipolmomente (11) des
strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des
15 Emittermaterials (10) in der Summe eine anisotrope
Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht
aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner $1/3$, wobei θ
der Winkel zwischen dem jeweiligen
Übergangsdipolmoment (11) des strahlungserzeugenden
20 Übergangs der Moleküle des Emittermaterials (10) und
einer Schichtnormalen (N) der lichtemittierenden
Schicht (4) ist und
- die Moleküle des Emittermaterials (10) an das
Polymer gebunden sind.
25
2. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach
Anspruch 1, wobei mehr als 80% aller
Übergangsdipolmomente (11) der Moleküle des
Emittermaterials (10) senkrecht zu der
30 Schichtnormalen (N) der lichtemittierenden Schicht
(4) mit einer Abweichung von maximal $\pm 45^\circ$ von dieser
senkrechten Ausrichtung angeordnet sind.

3. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Moleküle des Emittermaterials (10) über zumindest eine funktionelle Gruppe an das Polymer gebunden sind und die funktionelle Gruppe eine Ester-, Ether-, Amid-, Hydroxy- und/oder Ethergruppe umfasst.
- 5
4. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die lichtemittierende Schicht (4) aus einem funktionalisiertem Polymer und einem funktionalisiertem Emittermaterial hergestellt ist, wobei das funktionalisierte Polymer lineare Polymerketten umfasst, die mit Seitengruppen umfassend Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat, Iodid-, Bromid- oder Chloridgruppen substituiert sind und wobei das funktionalisierte Emittermaterial mit einer funktionellen Gruppe funktionalisiert ist, die eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst.
- 10
- 15
- 20
5. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Polymer lineare Polymerketten aufweist und die linearen Polymerketten anisotrop ausgerichtet sind.
- 25
- 30 6. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 5,

wobei ein oder mehrere Moleküle des Emittermaterials (10) jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden sind.

5 7. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 5,
wobei ein oder mehrere Moleküle des Emittermaterials (10) jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette und eine weitere lineare
10 Polymerkette gebunden sind.

8. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 5,
wobei das Emittermaterial ein quadratisch planarer
15 Übergangsmetallkomplex ist und ein oder mehrere Moleküle des Übergangsmetallkomplexes an eine lineare Polymerkette gebunden sind.

9. Verfahren zur Herstellung eines organischen
20 lichtemittierenden Bauelements (100) mit den Verfahrensschritten:
A) Bereitstellen einer Elektrode (2,3),
B) Herstellen einer lichtemittierenden Schicht (4) umfassend ein Polymer und ein Emittermaterial auf der
25 in Verfahrensschritt A) bereitgestellten Elektrode (2,3), wobei
- das Emittermaterial dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen und
30 - die Übergangsdipolmomente (11) des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials (10) in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der lichtemittierenden Schicht aufweisen und es gilt $\langle \cos^2\theta \rangle$ kleiner 1/3,

wobei θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment (11) des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emitttermaterials (10) und einer Schichtnormalen (N) der

lichtemittierenden Schicht (4) ist, und

- die Moleküle des Emitttermaterials (10) an das Polymer gebunden sind;

C) Aufbringen einer weiteren Elektrode (2,3) auf die lichtemittierende Schicht (4), wobei

Verfahrensschritt B) folgende Verfahrensschritte umfasst:

B1) Bereitstellen eines funktionalisierten Polymers umfassend lineare Polymerketten, die mit Seitengruppen substituiert sind und die Seitengruppen Epoxy-, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxyl-, Triflat-, Tosylat-, Iodid-, Bromid- oder Chloridgruppen umfassen;

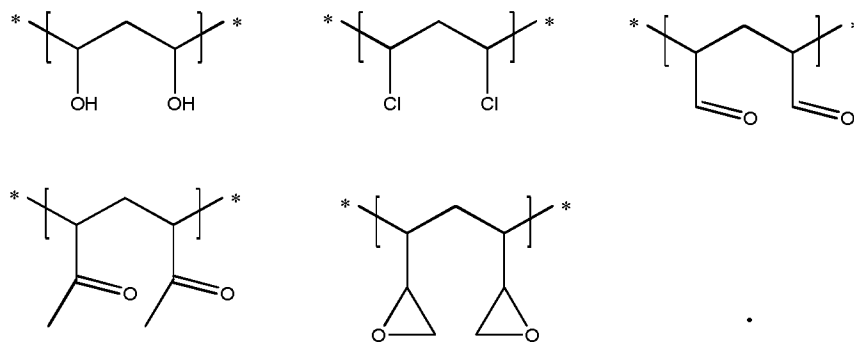
B2) Bereitstellen eines funktionalisierten Emitttermaterials, das mit zumindest einer funktionellen Gruppe funktionalisiert ist, die eine Aminogruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst;

B3) Reaktion der Seitengruppen der linearen Polymerketten des funktionalisierten Polymers mit den funktionellen Gruppen des funktionalisierten Emitttermaterials wodurch das Emitttermaterial an die linearen Polymerketten gebunden wird;

B4) Ausrichten der linearen Polymerketten.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die linearen Polymerketten in Verfahrensschritt B4) durch Recken anisotrop ausgerichtet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei
- Verfahrensschritt B4) nach Verfahrensschritt B3) erfolgt und
 - bei der Reaktion in Verfahrensschritt B3) ein oder mehrere Moleküle des Emitttermaterials (10) jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette gebunden werden und wobei
 - in Verfahrensschritt B4) die in Verfahrensschritt B3) gebildeten linearen Polymerketten, an die ein oder mehrere Moleküle des Emitttermaterials (10) jeweils über zwei funktionelle Gruppen gebunden sind, ausgerichtet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
- wobei in Verfahrensschritt B1) ein funktionalisiertes Polymer bereitgestellt wird, das eine Struktureinheit einer der folgenden Formeln aufweist:



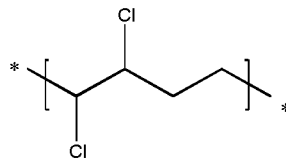
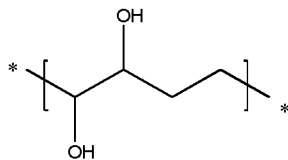
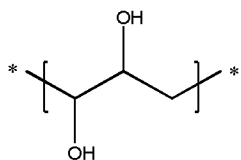
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei
- Verfahrensschritt B3) nach Verfahrensschritt B4) erfolgt und
 - in Verfahrensschritt B4) die in Verfahrensschritt B1) bereitgestellten linearen Polymerketten des funktionalisierten Polymers ausgerichtet werden und

- bei der Reaktion in Verfahrensschritt B3) die Moleküle des Emitttermaterials (10) jeweils über zwei funktionelle Gruppen an eine lineare Polymerkette und eine weitere lineare Polymerkette gebunden werden.

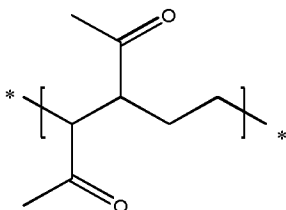
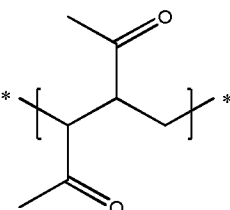
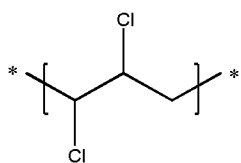
5

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei in Verfahrensschritt B1) ein funktionalisiertes Polymer bereitgestellt wird, das eine Struktureinheit einer der folgenden Formeln aufweist:

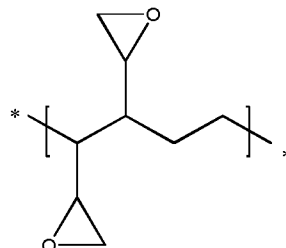
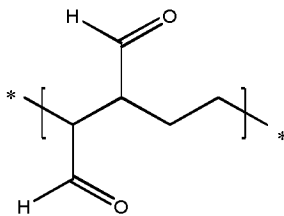
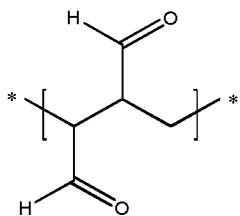
10



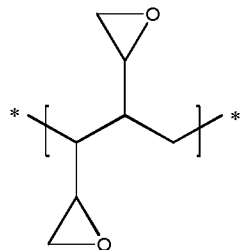
15



20



25



30

15. Verfahren nach Anspruch 9, wobei
- Verfahrensschritt B4) nach Verfahrensschritt B3) erfolgt und
 - 5 - in Verfahrensschritt B2) ein quadratisch-planarer Übergangsmetallkomplex mit Pt (II) oder Pd (II) als Übergangsmetallzentralatom als funktionalisiertes Emitttermaterial gewählt wird und der
 - 10 Übergangsmetallkomplex mit einer funktionellen Gruppe substituiert ist, die eine Amingruppe, ein Alkoholat oder eine Säurechloridgruppe umfasst,
 - bei der Reaktion in Verfahrensschritt B3) die Moleküle des Übergangsmetallkomplexes jeweils über eine funktionelle Gruppe an die linearen
 - 15 Polymerketten gebunden werden und
 - in Verfahrensschritt B4) die in Verfahrensschritt B3) gebildeten linearen Polymerketten ausgerichtet werden.
- 20 16. Verfahren nach Anspruch 15,
- wobei die Ausrichtung der linearen Polymerketten durch eine Selbstorganisation des Übergangsmetallkomplexes erfolgt.

FIG 1

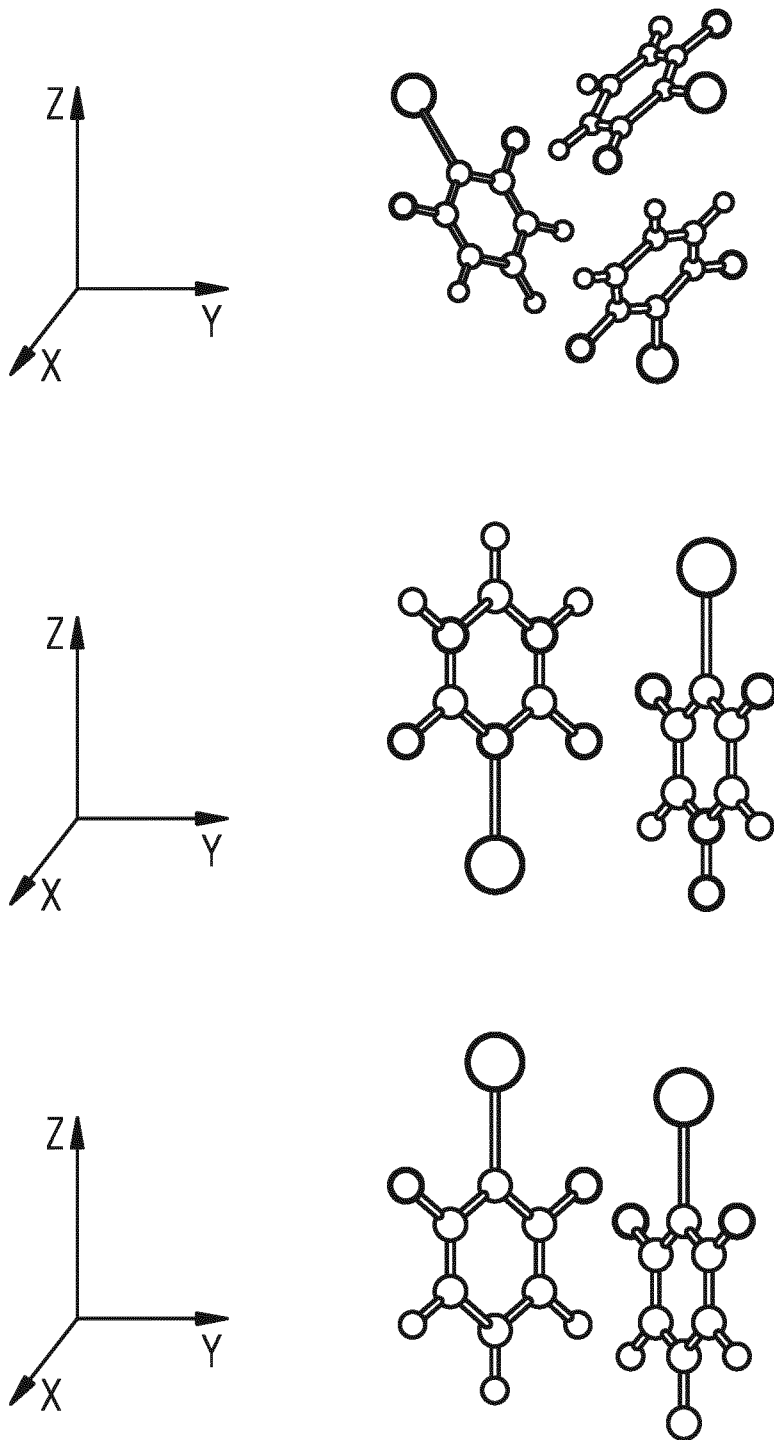


FIG 2

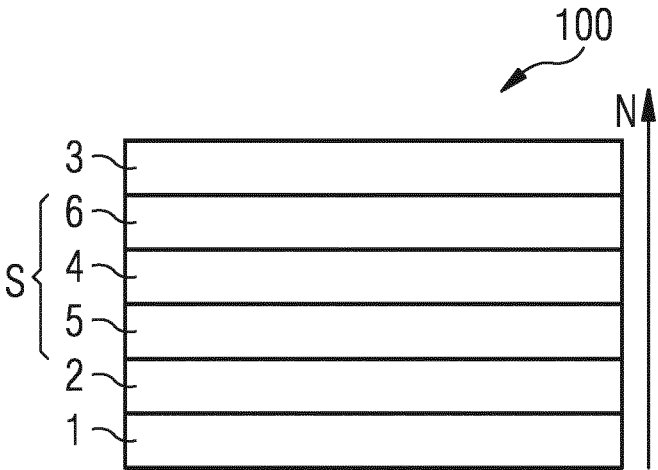


FIG 3

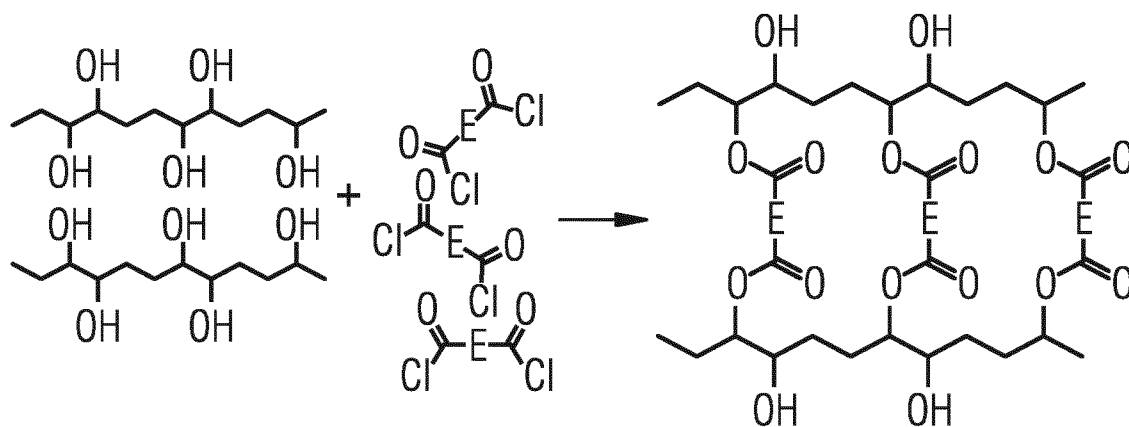


FIG 4

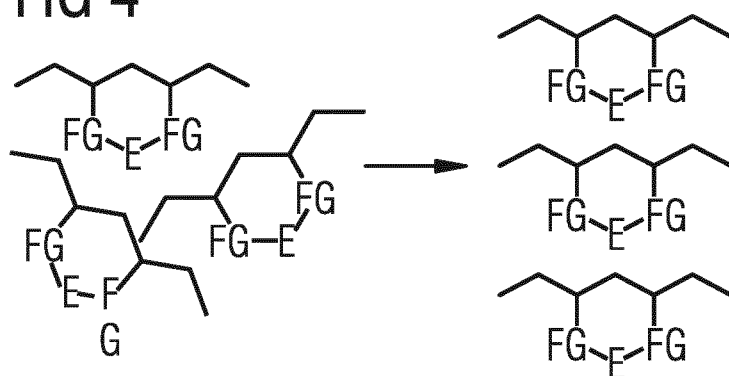


FIG 5

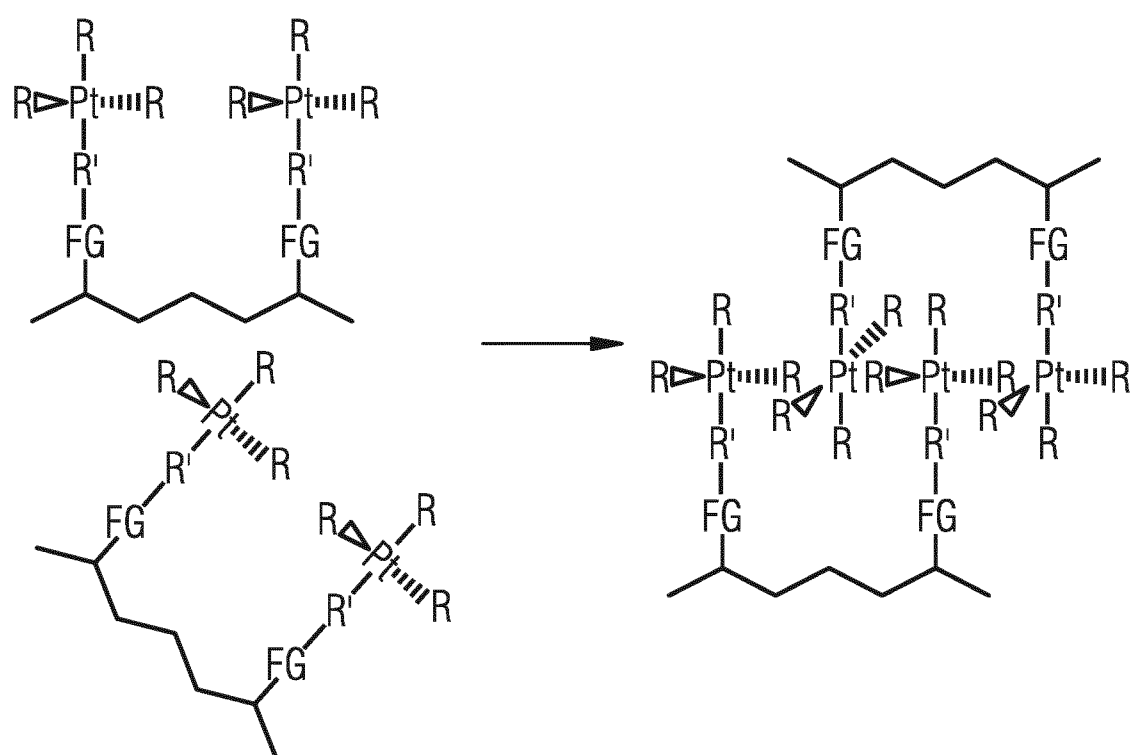


FIG 6

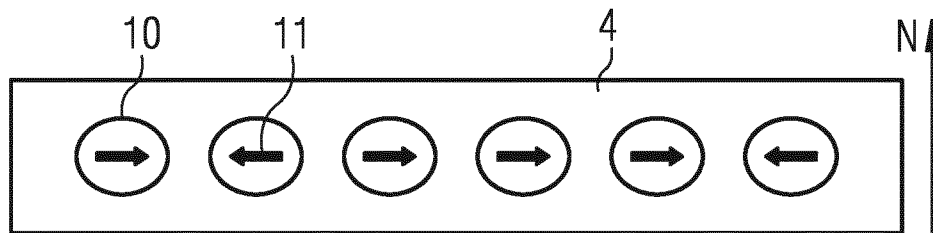


FIG 7

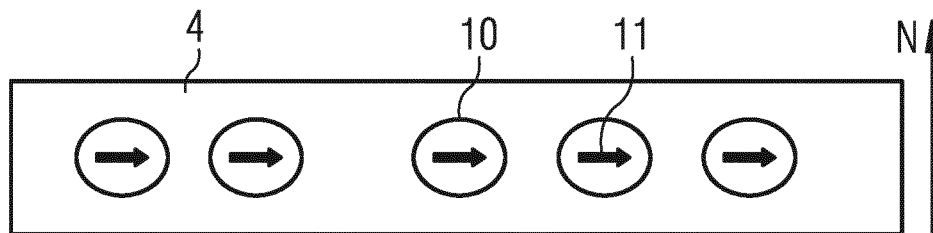
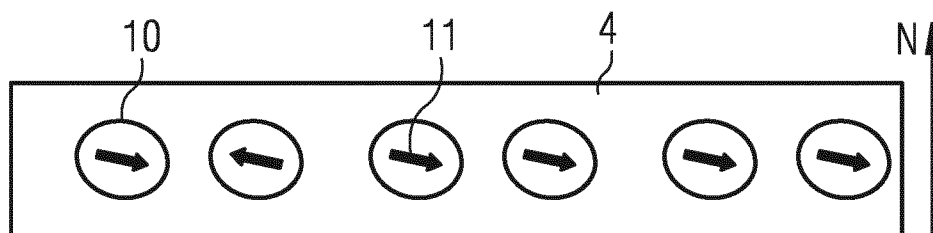


FIG 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52 H01L51/56
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C08G H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/027017 A1 (O'NEILL MARY [GB] ET AL) 6 February 2003 (2003-02-06)	1,2,5
Y	paragraph [0150]; figures 1,2 paragraph [0157] paragraph [0027] - paragraph [0032] paragraph [0050] - paragraph [0052] paragraph [0158]	3,8
Y	----- EP 1 424 350 A1 (JAPAN BROADCASTING CORP [JP]; SHOWA DENKO KK [JP]) 2 June 2004 (2004-06-02) paragraph [0083]	3,8
A	----- DE 10 2013 113533 A1 (OSRAM OLED GMBH [DE]) 11 June 2015 (2015-06-11) paragraph [0031] paragraph [0067] -----	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2017

Date of mailing of the international search report

15/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beierlein, Udo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053548

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003027017	A1	06-02-2003	NONE

EP 1424350	A1	02-06-2004	AT 529455 T 15-11-2011
		CN 1547597 A 17-11-2004	
		EP 1424350 A1 02-06-2004	
		EP 2154165 A1 17-02-2010	
		EP 2159237 A1 03-03-2010	
		ES 2373843 T3 09-02-2012	
		JP 4574936 B2 04-11-2010	
		JP 2003342325 A 03-12-2003	
		KR 20040039313 A 10-05-2004	
		WO 03018653 A1 06-03-2003	

DE 102013113533 A1	11-06-2015	DE 102013113533 A1	11-06-2015
		WO 2015082552 A1	11-06-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L51/52 H01L51/56
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C08G H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/027017 A1 (O'NEILL MARY [GB] ET AL) 6. Februar 2003 (2003-02-06)	1,2,5
Y	Absatz [0150]; Abbildungen 1,2 Absatz [0157] Absatz [0027] - Absatz [0032] Absatz [0050] - Absatz [0052] Absatz [0158]	3,8
Y	----- EP 1 424 350 A1 (JAPAN BROADCASTING CORP [JP]; SHOWA DENKO KK [JP]) 2. Juni 2004 (2004-06-02) Absatz [0083]	3,8
A	----- DE 10 2013 113533 A1 (OSRAM OLED GMBH [DE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) Absatz [0031] Absatz [0067] -----	1-16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beierlein, Udo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053548

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003027017 A1	06-02-2003	KEINE	

EP 1424350 A1	02-06-2004	AT 529455 T	15-11-2011
		CN 1547597 A	17-11-2004
		EP 1424350 A1	02-06-2004
		EP 2154165 A1	17-02-2010
		EP 2159237 A1	03-03-2010
		ES 2373843 T3	09-02-2012
		JP 4574936 B2	04-11-2010
		JP 2003342325 A	03-12-2003
		KR 20040039313 A	10-05-2004
		WO 03018653 A1	06-03-2003

DE 102013113533 A1	11-06-2015	DE 102013113533 A1	11-06-2015
		WO 2015082552 A1	11-06-2015
