(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)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/140873 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053663

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Februar 2017 (17.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 102 964.5
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). **RIEDEL, Daniel**; Hans-Huber-Str. 4, 93049 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).

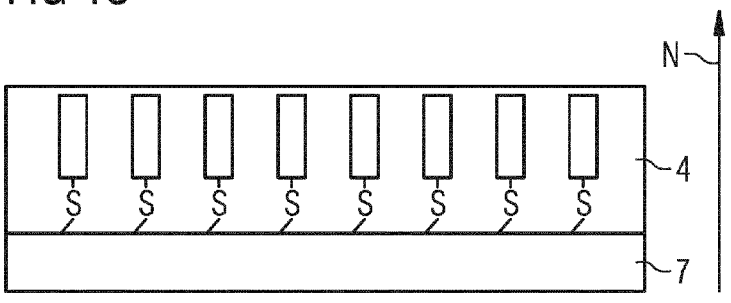
Veröffentlicht:

— *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 LICHTEMITTIERENDES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ORGANISCHEN LICHTEMITTIERENDEN BAUELEMENTS

FIG 13



(57) Abstract: The invention relates to an organic light-emitting component comprising an organic stack of layers between two electrodes. The organic stack of layers comprises a first light-emitting layer and the first light-emitting layer comprises an emitter material designed to produce electromagnetic radiation during the operation of the component. Taken together, the transition dipole moments of the radiation-producing transition of the molecules of the emitter material have an anisotropic orientation inside the first light-emitting layer, $\langle \cos^2\theta \rangle$ of less than 1/3, where θ is the angle between the respective transition dipole moment of the radiation-producing transition of the molecules of the emitter material and a layer normal of the first light-emitting layer.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein organisches lichtemittierendes Bauelement umfassend einen organischen Schichtenstapel zwischen zwei Elektroden angeben. Der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/140873 A1

der organische Schichtenstapel umfasst eine erste lichtemittierende Schicht und die erste lichtemittierende Schicht umfasst ein Emittermaterial umfasst, das dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Übergangsdipolmomente des Strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials weisen in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 Emittermaterials und einer Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht ist.

Beschreibung

Organisches lichtemittierendes Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2016 102 964.5, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bei organischen lichtemittierenden Bauelementen, wie 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, 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 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 wird also nur etwa ein Viertel der erzeugten Strahlung an die Umgebung ausgekoppelt, während der Rest durch Wellenleitungseffekte verlorengeht. 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 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.

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

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

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

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial dazu 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

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 Quanteneffizienz von etwa 35 % erzielt werden.

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

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

Das Übergangsdipolmoment hat eine feste Richtung im Koordinatensystem des Emittermaterials (Molekülkoordinatensystem). Dies bedeutet insbesondere, dass durch Ausrichten des Emittermaterials in der ersten lichtemittierenden Schicht, also im Raum auch sein Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs ausgerichtet wird.

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 photochemistry, third edition (IUPAC Recommendations 2006)) auf Seite 434, DOI: 10.1351/goldbook.T06460. Der

Offenbarungsgehalt der Dokumente wird durch Rückbezug aufgenommen.

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

In zumindest einer Ausführungsform sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet. Die Schichtnormale der ersten lichtemittierenden Schicht bezeichnet hier und im Folgenden eine Vorzugsrichtung, die senkrecht zur ersten lichtemittierenden Schicht angeordnet ist.

Dass die Übergangsdipolmomente der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 sind also mindestens 50%, 60%, 70%, 80%, 90% oder 95% und höchstens 100% aller Moleküle des Emittermaterials senkrecht zu einer Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

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

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.

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 ersten lichtemittierenden Schicht angeordnet ist. Der Orientierungsfaktor K_Θ ist über alle Moleküle des Emittermaterials gemittelt. Insbesondere ist $<\cos^2\Theta>$ 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 +/- 45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

Durch diese anisotrope und insbesondere senkrecht zu einer Schichtnormalen der ersten 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 Strahlungsaustrittsfläche auf die Strahlungsaustrittsfläche. 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 Polarisation der Strahlung kann 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.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen alle Moleküle des Emittermaterials ein Übergangsdipolmoment auf, das eine senkrechte Ausrichtung zur Schichtnormalen der lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° 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 Moleküle des Emittermaterials ein Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs auf, das senkrecht zur Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet ist.

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

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der organisch funktionelle Schichtstapel neben der ersten 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.

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 erzeugter elektromagnetischer 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 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 das in der ersten 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 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 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 Aluminiumzinkoxid (AZO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen wie beispielsweise ZnO, SnO_2 oder In_2O_3 gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen wie beispielsweise Zn_2SnO_4, $CdSnO_3$, $ZnSnO_3$, $MgIn_2O_4$, $GaInO_3$, $Zn_2In_2O_5$ oder $In_4Sn_3O_{12}$ oder Mischungen unterschiedlicher transparenter leitender Oxide zu der Gruppe der TCO. Weiterhin entsprechen die TCOs nicht 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 ersten 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 Emittermaterials 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.

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 eines Laminats aufweisen, die ausgewählt sind aus Glas, Quarz, Kunststoff, Metall, Siliziumwafer. Insbesondere weist das Substrat Glas auf oder besteht daraus.

In einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement eine zweite lichtemittierende Schicht auf. Die erste und die zweite lichtemittierende Schicht können vertikal gestapelt sein. Damit kann durch die Verwendung mehrerer vertikal gestapelter lichtemittierender Schichten eine höhere Effizienz erreicht werden. Die übereinander gestapelten 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 Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge eine elektronentransportierende Schicht, eine Zwischenschicht und eine lochtransportierende Schicht.

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 wird.

In der zweiten oder jeder weiteren lichtemittierenden Schicht können übliche organische Emittermaterialien eingesetzt werden. Beispielsweise fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Emittermaterial, wie Perylen oder Tris[2-(p-tolyl)pyridin]iridium(III). Insbesondere kann das Emittermaterial in der zweiten oder jeder weiteren lichtemittierenden Schicht isotrop verteilt sein, das bedeutet, dass die Moleküle des Emittermaterials ohne eine bestimmte Vorzugsrichtung in der zweiten lichtemittierenden Schicht angeordnet sein können.

In einer Ausführungsform umfasst der organische Schichtenstapel eine Metallschicht. Die Metallschicht weist eine Oberfläche auf. Die Oberfläche der Metallschicht kann an die erste lichtemittierende Schicht angrenzen. Insbesondere ist die Metallschicht direkt an der ersten lichtemittierenden Schicht angeordnet.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials der ersten lichtemittierenden Schicht durch kovalente Bindungen an das Metall der Metallschicht gebunden. Das Emittermaterial bildet eine selbstorganisierende Monoschicht, sogenannte Self Assembly Monolayer oder SAM. Die Moleküle des Emittermaterials sind in der ersten lichtemittierenden Schicht ausgerichtet oder orientiert, das heißt sie weisen eine Vorzugsrichtung auf. Insbesondere ist der Orientierungsfaktor K_Θ kleiner als 1/3. Bevorzugt sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe senkrecht zu

einer Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet. Mit anderen Worten sind die Übergangsdipolmomente des strahlenden Übergangs in der Summe parallel zur Strahlungsaustrittsfläche mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser parallelen Ausrichtung angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Metallschicht ein Metall auf oder besteht aus einem Metall, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Kupfer, Silber, Gold, Platin und Aluminium umfasst. Insbesondere ist die Metallschicht eine dünne Schicht, beispielsweise mit einer Schichtdicke zwischen einschließlich 0,1 und einschließlich 3 nm. Insbesondere weist die Metallschicht eine Schichtdicke zwischen einschließlich 0,1 und einschließlich 1,5 nm, beispielsweise 0,4, 0,8 nm oder 1 nm auf. Mit diesen Schichtdicken kann gewährleistet werden, dass die Metallschicht transparent ausgebildet ist und keinen merklichen Einfluss auf die elektro-optischen Kenndaten, wie die Spannung, des organischen lichtemittierenden Bauelements nimmt.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert, die Schwefel umfasst oder aus Schwefel besteht.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials mit zwei oder mehreren funktionellen Gruppen substituiert, die Schwefel umfasst oder aus Schwefel besteht. Dabei können die funktionellen Gruppen auf derselben Molekülseite oder an gegenüberliegenden Molekülseiten des Moleküls des Emittermaterials angebunden sein.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials der ersten lichtemittierenden Schicht über kovalente Bindungen des Schwefels an das Metall der Metallschicht gebunden. Insbesondere besteht zwischen dem Metall der Metallschicht und dem Schwefel der funktionellen Gruppe des Emittermaterials eine kovalente Metall-Schwefel-Bindung.

In einer Ausführungsform ist die Metallschicht aus Gold geformt, wobei eine kovalente Gold-Schwefel-Bindung die Metallschicht und die erste lichtemittierende Schicht verbindet. Damit kann die Haftung der beiden Schichten aneinander verbessert werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Emittermaterial der ersten lichtemittierenden Schicht als selbstorganisierte Monoschicht ausgeformt. Durch die hohe Affinität des Schwefels der funktionellen Gruppe des Emittermaterials zu dem Metall, insbesondere Gold, der Metallschicht organisieren sich die Moleküle des Emittermaterials selbst in der ersten lichtemittierenden Schicht. Die Moleküle lagern sich also spontan zu einer hochgeordneten Schicht zusammen. Die Metallschicht dient damit als Keimschicht für die Ausrichtung der Moleküle des Emittermaterials. Zusätzlich zur kovalenten Bindung des Emittermaterials zur Metallschicht kommt es zusätzlich in den SAMs zu einer lateralen Stabilisierung der Schicht durch nichtkovalente Wechselwirkung wie Van der Waals Wechselwirkungen oder Wasserstoffbrückenbindungen zwischen benachbarten Molekülen.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial mit zumindest einer Thiolgruppe substituiert. Insbesondere handelt es sich um eine Thiolgruppe, die nach dem Aufbringen

auf die Metallschicht die Schwefel-Metall-Bindung bildet. Insbesondere kann das Emittermaterial mehrere, beispielsweise zwei, Thiolgruppen aufweisen. Die Thiolgruppen fungieren hier als Ankergruppen, wobei der Schwefel der Thiolgruppe kovalent an die Metallschicht bindet. Insbesondere entsteht eine starke kovalente Bindung, wenn die Metallschicht eine Goldschicht ist.

Die Thiolgruppe kann gemäß einer Ausführungsform direkt an die Moleküle des Emittermaterials gebunden sein. Möglich ist aber auch, dass die Thiolgruppe über einen Spacer, bevorzugt eine Aryl- oder Alkylgruppe, wie beispielsweise eine Phenyl-, Methyl-, Ethyl- oder Propylgruppe an das Emittermaterial gebunden ist.

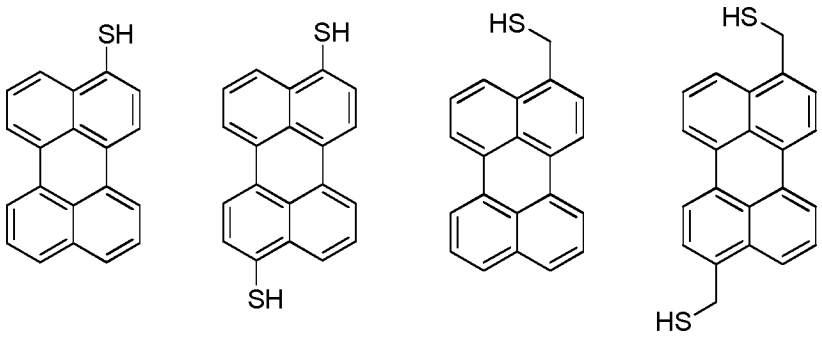
Als Materialien für das Emittermaterial können übliche organische Emittermaterialien eingesetzt werden, die mit zumindest einer Thiolgruppe substituiert sind.

Thiolgruppen lassen sich beispielsweise aus einer Reaktion zwischen Alkoholen und H_2S oder auch zwischen Halogeniden und H_2S herstellen.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial ein fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Material. Diese Materialien sind dem Fachmann bekannt. Insbesondere sind diese mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert, die Schwefel umfasst oder aus Schwefel besteht. Insbesondere handelt es sich um eine Thiolgruppe, die nach dem Aufbringen die kovalente Schwefel-Metall-Bindung bildet. 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(PF_6) (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 Material kann beispielsweise auch 1,4-Bis[2-(3-N-ethylcarbazoryl)vinyl]benzene oder Perylen eingesetzt werden, die mit zumindest einer Thiolgruppe substituiert sind. Beispielsweise weist das fluoreszierende Material eine der folgenden Strukturen auf:



Herstellen lassen sich die Verbindungen beispielsweise aus entsprechend substituierten Naphthalinen beispielsweise durch eine Umsetzung mit Aluminiumchlorid. Die jeweils zweifach substituierten Perylene stellen Beispiele dar, bei denen zwei funktionellen Gruppen auf gegenüberliegenden Molekülseiten an das Molekül des Emittermaterials angebunden sind.

Als phosphoreszierende Materialien können beispielsweise auch metall-organische Verbindungen, wie Iridiumkomplexe, beispielsweise blau phosphoreszierendes Bis(3,5-difluoro-2-

(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium(III) eingesetzt werden, die mit zumindest einer Thiolgruppe substituiert sind.

Als Emittermaterialien können auch TADF (Thermally Activated Delayed Fluorescence) Emitter eingesetzt werden, die mit zumindest einer Thiolgruppe substituiert sind. Bei den TADF Emittern kann es sich um organische oder metallorganische Verbindungen handeln. Beispielsweise kann mit zumindest einer Thiolgruppe 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 eingesetzt werden.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die erste lichtemittierende Schicht unterschiedliche Emittermaterialien. Beispielsweise kann die erste lichtemittierende Schicht Emittermaterialien umfassen, die eine Strahlung erzeugen, die eine unterschiedliche Peakwellenlänge aufweist. Beispielsweise kann die erste 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 Verwendung einer Metallschicht und eines Monoschichten erzeugenden Emittermaterials in einer ersten lichtemittierenden Schicht wird die Lichtausbeute, also die nach außen an die Umgebung ausgekoppelte Strahlung, erhöht und damit die Effizienz des Bauelements gesteigert. Gleichzeitig weist diese erste lichtemittierende Schicht eine

hohe Stabilität aufgrund ihrer hochgeordneten Strukturen als SAMs auf.

Gemäß einer Ausführungsform besteht die erste lichtemittierende Schicht aus dem Emittermaterial.

Die erste lichtemittierende Schicht kann gemäß zumindest einer Ausführungsform ein Matrixmaterial umfassen oder aus dem Matrixmaterial und dem Emittermaterial bestehen.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Matrixmaterial aus elektronentransportierenden, lochblockierenden, lochtransportierenden und/oder elektronenblockierenden Materialien ausgewählt. Damit weist die erste lichtemittierende Schicht neben den strahlungserzeugenden Eigenschaften auch elektronentransportierende, lochblockierende, lochtransportierenden und/oder elektronenblockierende Eigenschaften auf.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Matrixmaterials mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert, die Schwefel umfasst oder aus Schwefel besteht.

In einer Ausführungsform sind die Moleküle des Matrixmaterials der ersten lichtemittierenden Schicht über kovalente Bindungen des Schwefels an das Metall der Metallschicht gebunden. Insbesondere besteht zwischen dem Metall der Metallschicht und dem Schwefel der funktionellen Gruppe des Matrixmaterials eine kovalente Metall-Schwefel-Bindung. Gemäß dieser Ausführungsform sind das Emittermaterial und das Matrixmaterial der ersten lichtemittierenden Schicht als selbstorganisierte Monoschicht ausgeformt.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der organische Schichtenstapel eine zweite lichtemittierende Schicht. Zwischen der ersten lichtemittierenden Schicht und der zweiten lichtemittierenden Schicht ist eine Metallschicht angeordnet, deren Oberfläche in direktem Kontakt zu der ersten lichtemittierenden Schicht steht. Die erste lichtemittierende Schicht umfasst ein Emittermaterial und ein Matrixmaterial, deren Moleküle mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert, die Schwefel umfassen. Der Schwefel der funktionellen Gruppe der Moleküle des Emittermaterials und des Matrixmaterials ist kovalent an das Metall der Metallschicht gebunden.

Dass eine Schicht "zwischen zwei anderen Schichten angeordnet ist", kann hier und im Folgenden bedeuten, dass die eine Schicht unmittelbar in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt oder in mittelbarem Kontakt zu einem der zwei anderen Schichten und in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt oder elektrischem oder in mittelbarem Kontakt zu anderen Schichten angeordnet ist. Dabei können bei mittelbarem Kontakt dann weitere Schichten zwischen der einen und zumindest einer der zwei anderen Schichten angeordnet sein.

Gemäß einer Ausführungsform ist zwischen der Metallschicht und der zweiten lichtemittierenden Schicht eine elektronenblockierende und/oder lochtransportierende Schicht angeordnet. Die lochtransportierende Schicht kann beispielsweise p-dotiert sein und beispielsweise Bestandteil einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge sein, die zwischen der ersten und der zweiten lichtemittierenden Schicht angeordnet ist. Insbesondere umfasst die erste lichtemittierende Schicht in dieser Ausführungsform ein

Emittermaterial und ein elektronentransportierendes und/oder lochblockierendes Matrixmaterial, deren Moleküle über den Schwefel der funktionellen Gruppe kovalent an das Metall der Metallschicht gebunden sind. Die erste lichtemittierende Schicht weist in dieser Ausführungsform zu der strahlungserzeugenden Eigenschaft die Eigenschaften einer elektronentransportierenden Schicht einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge auf. Die Metallschicht kann in dieser Ausführungsform die Funktion einer Zwischenschicht einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge aufweisen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst das organische lichtemittierende Bauelement eine erste lichtemittierende Schicht und eine darüber angeordnete Metallschicht. Die Moleküle des Emittermaterials und des elektronentransportierenden und/oder lochblockierenden Matrixmaterials der ersten lichtemittierenden Schicht sind über den Schwefel der funktionellen Gruppe kovalent an das Metall der Metallschicht gebunden. Über der Metallschicht ist eine lochtransportierende Schicht und/oder eine elektronenblockierende Schicht angeordnet. Über der lochtransportierenden Schicht und/oder der elektronenblockierenden Schicht ist eine zweite lichtemittierende Schicht angeordnet.

Dass eine Schicht „auf" oder „über" einer anderen Schicht angeordnet oder aufgebracht ist, kann dabei hier und im Folgenden bedeuten, dass die eine Schicht unmittelbar in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt auf der anderen Schicht angeordnet ist. Weiterhin kann es auch bedeuten, dass die eine Schicht mittelbar auf beziehungsweise über der anderen Schicht angeordnet ist. Dabei können dann

weitere Schichten zwischen der einen und der anderen Schicht angeordnet sein.

Gemäß einer Ausführungsform ist zwischen der Metallschicht und der zweiten lichtemittierenden Schicht eine lochblockierende und/oder elektronentransportierende Schicht angeordnet. Die elektronentransportierende Schicht kann beispielsweise n-dotiert sein und beispielsweise Bestandteil einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge sein, die zwischen der ersten und der zweiten lichtemittierenden Schicht angeordnet ist. Insbesondere umfasst die erste lichtemittierende Schicht in dieser Ausführungsform ein Emittermaterial und ein lochtransportierendes und/oder elektronenblockierendes Matrixmaterial, deren Moleküle über den Schwefel der funktionellen Gruppe kovalent an das Metall der Metallschicht gebunden sind. Die erste lichtemittierende Schicht weist in dieser Ausführungsform die Eigenschaften einer lochtransportierenden Schicht einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge auf. Die Metallschicht kann in dieser Ausführungsform die Funktion einer Zwischenschicht einer Ladungsträgererzeugungsschichtenfolge aufweisen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst das organische lichtemittierende Bauelement eine erste lichtemittierende Schicht und eine darüber angeordnete Metallschicht. Die Moleküle des Emittermaterials und des lochtransportierenden und/oder elektronenblockierenden Matrixmaterials sind über den Schwefel der funktionellen Gruppe kovalent an das Metall der Metallschicht gebunden. Über der Metallschicht ist eine elektronentransportierende Schicht und/oder eine lochblockierende Schicht angeordnet. Über der elektronentransportierenden Schicht und/oder der

lochblockierenden Schicht ist eine zweite lichtemittierende Schicht angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Emittermaterial amphiphil. Mit amphiphil wird hier und im Folgenden bezeichnet, dass das Emittermaterial oder die Moleküle des Emittermaterials einen hydrophilen, also wasserliebenden, und einen hydrophoben, also wasserabweisenden oder lipophilen Bereich aufweist oder aufweisen. Dies bedeutet, dass diese Substanz sowohl in polaren also auch in unpolaren Lösungsmitteln gut löslich ist. Die Übergangsdipolmomente der Moleküle des Emittermaterials weisen in der Summe eine anisotrope Ausrichtung auf. Insbesondere ist der Orientierungsfaktor K_Θ kleiner als 1/3. Der Winkel Θ ist der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment der Moleküle des Emittermaterials und einer Schichtnormalen N, wobei die Schichtnormale N senkrecht zur ersten 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 +/- 45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet. Die Übergangsdipolmomente der Moleküle können in der Summe alternativ oder zusätzlich mit einer Abweichung von bis zu +/-45°, beispielsweise +/-40°, +/-35°, +/-30°, +/-25°, +/-20°, +/-15°, +/-10° oder +/-5° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet sein. Insbesondere weisen im Mittel alle Übergangsdipolmomente der strahlenden Übergänge der Moleküle eine senkrechte Anordnung +/-45° zu der Schichtnormalen der ersten lichtemittierenden Schicht auf.

In einer Ausführungsform umfasst der organische Schichtenstapel eine ladungstransportierende Schicht. Die ladungstransportierende Schicht kann eine elektronentransportierende Schicht oder eine lochtransportierende Schicht sein. Die lochtransportierende Schicht kann dabei p-dotiert und die elektronentransportierende Schicht n-dotiert sein.

Gemäß einer Ausführungsform weist die ladungstransportierende Schicht eine hydrophile Oberfläche auf. Bevorzugt steht die ladungstransportierende Schicht in direktem Kontakt mit der ersten lichtemittierenden Schicht. Insbesondere steht die hydrophile Oberfläche mit der ersten lichtemittierenden Schicht in direktem Kontakt.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials so ausgerichtet, dass die hydrophilen Bereiche der hydrophilen Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht zugewandt sind und die hydrophoben Bereiche von der hydrophilen Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht abgewandt sind.

Gemäß einer Ausführungsform weist die ladungstransportierende Schicht eine hydrophobe Oberfläche auf. Bevorzugt steht die ladungstransportierende Schicht in direktem Kontakt mit der ersten lichtemittierenden Schicht. Insbesondere steht die hydrophile Oberfläche mit der ersten lichtemittierenden Schicht in direktem Kontakt.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Moleküle des Emittermaterials so ausgerichtet, dass die hydrophoben Bereiche der hydrophoben Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht zugewandt sind und die

hydrophilen Bereiche von der hydrophoben Oberfläche abgewandt sind.

Mit anderen Worten wird durch die Verwendung von amphiphilen Emittermaterialien in der ersten lichtemittierenden Schicht eine Ausrichtung beziehungsweise Orientierung der Moleküle des Emittermaterials der ersten lichtemittierenden Schicht erzeugt. Das Emittermaterial bildet eine selbstorganisierende Monoschicht.

Typische hydrophile Bereiche an Molekülen des Emittermaterials können aus einer Gruppe ausgewählt sein, die Carboxylatgruppen, Hydroxylgruppen, Amingruppen, Amidgruppen, Aldehydgruppen und Sulfogruppen umfasst. Die hydrophile Oberfläche der ladungstransportierenden, also der lochtransportierenden oder elektronentransportierenden, Schicht kann ebenfalls derartige Gruppe ausweisen.

Typische hydrophobe Reste sind Alkylreste wie Methyl- oder Ethylreste oder auch aromatische Reste, wie ein Phenylrest. Die hydrophobe Oberfläche der ladungstransportierenden, also der lochtransportierenden oder elektronentransportierenden, Schicht kann ebenfalls derartige Gruppe ausweisen.

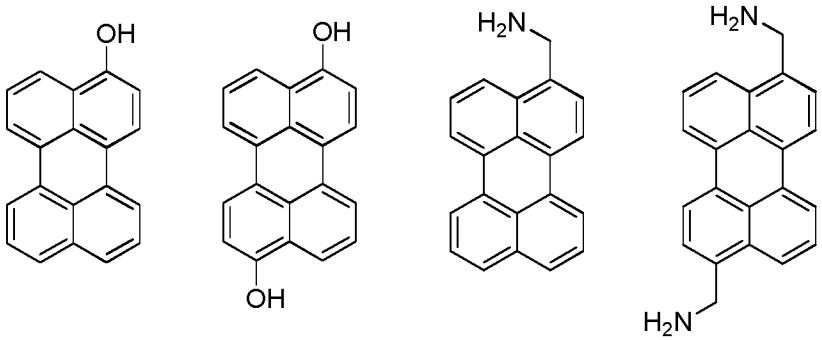
Durch die Verwendung von amphiphilen Emittermaterialien in der ersten lichtemittierenden Schicht kann eine Ausrichtung oder Orientierung des Emittermaterials in der ersten lichtemittierenden Schicht erzeugt werden. Die amphiphilen Moleküle organisieren sich selbst in der Schicht aufgrund von energetischen Effekten und ihrer Molekülstruktur. Diese Selbstorganisation des Emittermaterials führt dazu, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe in der ersten

lichtemittierenden Schicht eine anisotrope Ausrichtung aufweisen. Insbesondere ist der Orientierungsfaktor K_Θ 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 ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

In einer Ausführungsform ist das Emittermaterial ein fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Material. Diese Materialien sind dem Fachmann bekannt. Insbesondere sind diese mit einer funktionellen Gruppe substituiert, die Carboxylatgruppen, Hydroxylgruppen, Amingruppen, Amidgruppen, Aldehydgruppen und Sulfogruppen umfasst. Möglich ist auch, dass die funktionellen Gruppen über einen Spacer, bevorzugt eine Aryl- oder Alkylgruppe, wie beispielsweise eine Phenyl-, Methyl-, Ethyl- oder Propylgruppe an das Emittermaterial gebunden sind. 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 $Ru(dtb\text{-}bpy)_3*2(PF_6)$ (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 Material kann beispielsweise auch 1,4-Bis[2-(3-N-ethylcarbazoryl)vinyl]benzene oder Perylen

eingesetzt werden, die mit einer funktionellen Gruppe substituiert sind, die Carboxylatgruppen, Hydroxylgruppen, Thiolgruppen, Amingruppen, Amidgruppen, Aldehydgruppen und Sulfogruppen umfasst. Beispielsweise weist das fluoreszierende Material eine der folgenden Strukturen auf:



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

Als phosphoreszierende Materialien können beispielsweise auch metall-organische Verbindungen, wie Iridiumkomplexe, beispielsweise Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium(III), die mit einer funktionellen Gruppe substituiert sind, die Carboxylatgruppen, Hydroxylgruppen, Thiolgruppen, Amingruppen, Amidgruppen, Aldehydgruppen und Sulfogruppen umfasst.

Als Emittermaterialien können auch TADF (Thermally Activated Delayed Fluorescence) Emitter eingesetzt werden, die mit einer funktionellen Gruppe substituiert sind, die Carboxylatgruppen, Hydroxylgruppen, Thiolgruppen, Amingruppen, Amidgruppen, Aldehydgruppen und Sulfogruppen umfasst. Bei den TADF Emittern kann es sich um organische oder metallorganische Verbindungen handeln. Beispielsweise kann mit zumindest einer funktionellen Gruppe 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 eingesetzt werden.

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

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements folgende Verfahrensschritte auf:

A) Bereitstellen einer ersten Elektrode,
B) Aufbringen einer Metallschicht oder einer ladungstransportierenden Schicht auf die erste Elektrode,
C) Aufbringen einer ersten lichtemittierenden Schicht auf die in Verfahrensschritt B) erzeugte Schicht. Die erste lichtemittierende Schicht dabei weist ein Emittermaterial auf, das dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen und das sich beim und/oder nach dem Aufbringen selbstorganisierend anordnet, so dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 ersten lichtemittierenden Schicht ist,
G) Aufbringen einer zweiten Elektrode auf die erste lichtemittierende Schicht.

In einer Ausführungsform ist die ladungstransportierende Schicht aus Verfahrensschritt B) eine elektronentransportierende Schicht oder eine lochtransportierende Schicht. Die lochtransportierende Schicht kann p-dotiert und die elektronentransportierende Schicht kann n-dotiert sein.

In einer Ausführungsform wird im Verfahrensschritt B) eine Metallschicht aufgebracht und in Verfahrensschritt C) wird das Emittermaterial auf, insbesondere direkt auf, die Metallschicht aufgebracht, wobei die Moleküle des Emittermaterials jeweils mit zumindest einer Thiolgruppe substituiert sind und der Schwefel der Thiolgruppe kovalent an das Metall der Metallschicht gebunden wird. Das Emittermaterial bindet also kovalent über eine Metall-Schwefel-Bindung an die Metallschicht, insbesondere an die Oberfläche der Metallschicht.

Durch die hohe Affinität des Schwefels der zumindest einen Thiolgruppe des Emittermaterials zu dem Metall, insbesondere zu Gold, der Metallschicht organisieren sich die Moleküle des Emittermaterials selbst in der ersten lichtemittierenden Schicht und richten sich entsprechend aus. Die Moleküle lagern sich also spontan zu einer hochgeordneten Schicht zusammen und bilden eine selbstorganisierte Monoschicht.

Gemäß einer Ausführungsform wird in Verfahrensschritt B) eine ladungstransportierende Schicht mit einer hydrophoben oder hydrophilen Oberfläche aufgebracht und in Verfahrensschritt C) wird das Emittermaterial auf, insbesondere direkt auf, die hydrophobe oder hydrophile Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht aufgebracht, wobei die Moleküle des Emittermaterials jeweils einen hydrophilen und hydrophoben Bereich aufweisen und so ausgerichtet werden, dass die hydrophoben Bereiche der hydrophoben Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht zugewandt sind und die hydrophilen Bereiche von der hydrophoben Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht abgewandt sind oder dass die hydrophilen Bereiche der hydrophilen Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht zugewandt sind und die hydrophoben Bereiche von der hydrophilen Oberfläche der ladungstransportierenden Schicht abgewandt sind.

Die amphiphilen Moleküle organisieren sich selbst in der Schicht aufgrund von energetischen Effekten und ihrer Molekülstruktur und bilden so eine selbstorganisierte Monoschicht. Dadurch richten sich die Moleküle aus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die erste lichtemittierende Schicht in Schritt C) aus der Gasphase erzeugt. Dies kann mittels Vakuumverdampfung erfolgen. Dabei kann während der Herstellung eine ausgerichtete oder orientierte erste lichtemittierende Schicht erzeugt werden, ohne dass zusätzliche Verfahrensschritte notwendig sind. Dies führt zu Zeit- und Kostenersparnissen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die erste lichtemittierende Schicht in Verfahrensschritt C) aus der Flüssigphase hergestellt. Als Verfahren können Spin Coating,

Siebdruck, Inkjet, Gravurdruck oder Flexodruck verwendet werden. Dabei kann während der Herstellung eine orientierte erste lichtemittierende Schicht erzeugt werden, ohne dass zusätzliche Verfahrensschritte notwendig sind. Dies führt zu Zeit- und Kostenersparnissen.

Die Verfahren können je nach Viskosität, Lösungsmittel, Oberflächenenergie und/oder Benetzungseigenschaften des Emittermaterials ausgewählt werden.

Es können auch zusätzliche Materialien in die erste lichtemittierende Schicht eingemischt werden, um die Viskosität oder Oberflächenenergie anzupassen. Vor allem dienen dazu zusätzliche Lösungsmittel oder weitere Füllstoffe mit polaren und/oder unpolaren Gruppen und/oder anionische Tenside. Beispielsweise können Füllstoffe hinzugesetzt werden, welche funktionelle Gruppen aufweisen, die ausgewählt sind aus: Carboxylat, Sulphonat oder Sulphat.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Ausrichten des Emittermaterials im Verfahrensschritt C) 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 die Selbstorganisation der Moleküle des Emittermaterials zurückgegriffen.

Ferner wird eine höhere Effizienz bei gleichbleibend hoher Bauelementstabilität gewährleistet verglichen mit dem Stand der Technik. 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 Emittermaterials erfolgen.

Ferner kann ein Bauelement bereitgestellt werden, dass eine potentiell erhöhte Stabilität durch gleichmäßige Ausrichtung der Moleküle des Emittermaterials in der ersten lichtemittierenden Schicht erzeugt wird.

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

Figur 1 zeigt verschiedene Anordnungsmöglichkeiten von Molekülen im Raum

Figuren 2, 5, 8, 9, 10 und 11 zeigen schematische Seitenansichten von Ausführungsbeispielen eines organischen lichtemittierenden Bauelements,

Figuren 3, 4, 6, 7, 12, 13, 14, 15 und 16 zeigen schematische Darstellungen eines Ausschnittes eines organischen lichtemittierenden Bauelements gemäß verschiedenen Ausführungsformen.

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.

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. 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 Ausführungsform, das ein Substrat 1, beispielsweise aus Glas, aufweist. Über dem Substrat 1 ist organischer Schichtenstapel S zwischen einer Anode 2 und einer Kathode 3 angeordnet. Der organische Schichtenstapel S weist zwei ladungstransportierende Schichten 5, 6 auf, zwischen denen eine erste lichtemittierende Schicht 4 angeordnet ist.

Die Anode 2 kann dabei aus Indiumzinnoxid und die Kathode 3 aus Aluminium oder Silber gebildet sein. Über der Anode 2 ist eine lochtransportierende Schicht 5 angeordnet.

Die lochtransportierende Schicht 5 weist eine hydrophile oder hydrophobe Oberfläche A auf. Die hydrophile oder hydrophobe Oberfläche A ist der lichtemittierenden Schicht 4 zugewendet. Über der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist eine elektronentransportierende Schicht 6 angeordnet. Alternativ kann die elektronentransportierende Schicht 6 eine hydrophile oder hydrophobe Oberfläche A aufweisen. Weist die lochtransportierende Schicht 5 eine hydrophile Oberfläche auf, kann die elektronentransportierende Schicht 6 eine hydrophobe Oberfläche A aufweisen und umgekehrt.

Die Figuren 3 und 4 zeigen einen Ausschnitt eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß jeweils einer Ausführungsform. Zwischen den ladungstransportierenden Schichten 5, 6, einer lochtransportierenden Schicht 5 und einer elektronentransportierenden Schicht 6, ist eine erste lichtemittierende Schicht 4 angeordnet. Die erste lichtemittierende Schicht 4 weist ein Emittermaterial auf, das amphiphil ist. Amphiphil bedeutet hier, dass die Moleküle des Emittermaterials 10 einen hydrophilen Bereich 10a und einen hydrophoben Bereich 10b aufweisen.

Die lochtransportierende Schicht 5 in Figur 3 weist eine hydrophobe Oberfläche auf und die elektronentransportierende Schicht 6 kann eine hydrophile Oberfläche aufweisen. Durch die hydrophobe Oberfläche der lochtransportierende Schicht 5 richtet sich das amphiphile Emittermaterial je nach Polarität im Raum unterschiedlich aus. Dies bedeutet, dass der hydrophobe Bereich 10b sich zur hydrophoben Oberfläche der lochtransportierenden Schicht 5 orientiert und dass sich der hydrophile Bereich 10a des Emittermaterials in Richtung der elektronentransportierenden Schicht 6 orientiert. Dabei kann die Oberfläche der elektronentransportierenden Schicht 6 insbesondere hydrophil ausgebildet sein. Damit kann eine Ausrichtung beziehungsweise Orientierung des Emittermaterials in der ersten lichtemittierenden Schicht 4 erzeugt werden. Die Moleküle sind so ausgerichtet, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 N der ersten

lichtemittierenden Schicht 4 ist. Insbesondere sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

Die Figur 4 zeigt den umgekehrten Fall zur Figur 3. Die Figur 4 zeigt, dass die lochtransportierende Schicht 5 eine hydrophile Oberfläche aufweist. Die elektronentransportierende Schicht 6 kann eine hydrophobe Oberfläche aufweisen. Damit kann eine Ausrichtung beziehungsweise Orientierung entgegengesetzt im Vergleich zu Figur 3 erzeugt werden.

Die in den Figuren 3 und 4 gezeigten Ausschnitte können in einem organischen lichtemittierenden Bauelement 100, wie beispielsweise in den Figur 1 beschrieben, eingebracht sein.

Im Vergleich zu dem organischen lichtemittierenden Bauelement von Figur 2 ist in dem Ausführungsbeispiel eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 in Figur 5 über dem Substrat 1 eine Kathode 3 angeordnet. Über der Kathode 3 ist eine elektronentransportierende Schicht 6 angeordnet.

Die elektronentransportierende Schicht 6 weist eine hydrophile oder hydrophobe Oberfläche A auf. Die hydrophile oder hydrophobe Oberfläche A ist der ersten lichtemittierenden Schicht 4 zugewendet. Über der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist eine lochtransportierende Schicht 5 angeordnet. Alternativ kann die lochtransportierende Schicht 5 eine hydrophile oder hydrophobe Oberfläche A aufweisen. Weist die elektronentransportierende Schicht 6 eine hydrophile

Oberfläche auf, kann die lochtransportierende Schicht 5 eine hydrophobe Oberfläche A aufweisen und umgekehrt.

Die Figuren 6 und 7 zeigen einen Ausschnitt eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß jeweils einer Ausführungsform. Zwischen den ladungstransportierenden Schichten 5, 6, einer elektronentransportierenden Schicht 6 und einer lochtransportierenden Schicht 5, ist eine erste lichtemittierende Schicht 4 angeordnet. Die erste lichtemittierende Schicht 4 weist ein Emittermaterial mit einem hydrophilen Bereich 10a und einem hydrophoben Bereich 10b auf.

Die elektronentransportierende Schicht 6 in Figur 6 weist eine hydrophobe Oberfläche auf und die lochtransportierende Schicht 6 kann eine hydrophile Oberfläche aufweisen. Durch die hydrophobe Oberfläche der elektronentransportierenden Schicht 6 richtet sich das amphiphile Emittermaterial je nach Polarität im Raum aus. Dies bedeutet, dass der hydrophobe Bereich 10b sich zur hydrophoben Oberfläche der elektronentransportierenden Schicht 6 orientiert und dass sich der hydrophile Bereich 10b des Emittermaterials in Richtung der lochtransportierenden Schicht 5 orientiert. Dabei kann die Oberfläche der lochtransportierenden Schicht 5 insbesondere hydrophil ausgebildet sein. Damit kann eine Ausrichtung beziehungsweise Orientierung des Emittermaterials in der ersten lichtemittierenden Schicht 4 erzeugt werden. Die Moleküle sind so ausgerichtet, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 N der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist. Insbesondere sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

Die Figur 7 zeigt den umgekehrten Fall zur Figur 6. Die Figur 7 zeigt, dass die elektronentransportierende Schicht 6 eine hydrophile Oberfläche aufweist. Die lochtransportierende Schicht 5 kann eine hydrophobe Oberfläche aufweisen. Damit kann eine Ausrichtung beziehungsweise Orientierung entgegengesetzt im Vergleich zu Figur 6 erzeugt werden.

Die in den Figuren 6 und 7 gezeigten Ausschnitte können in einem organischen lichtemittierenden Bauelement 100, wie beispielsweise in der Figur 5 beschrieben, eingebracht sein.

Figur 8 zeigt eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer 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 zwei ladungstransportierende Schichten 5, 6 auf, zwischen denen eine erste lichtemittierende Schicht 4 angeordnet ist. Zwischen der ersten lichtemittierenden Schicht 4 und der lochtransportierenden Schicht 5 ist eine Metallschicht 7 vorzugsweise aus Gold angeordnet.

Figur 9 zeigt eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer

Ausführungsform. Im Vergleich zu dem organischen lichtemittierenden Bauelement aus Figur 8 ist die Metallschicht 7 zwischen der ersten lichtemittierenden Schicht 4 und der elektronentransportierenden Schicht 6 angeordnet.

In den Bauelementen der Figuren 8 und 9 ist es alternativ möglich, dass über dem Substrat 1 die Kathode 3 angeordnet ist, worauf die elektronentransportierende Schicht 6 und danach die lochtransportierende Schicht 5 angeordnet sind. Mit anderen Worten sind die Anordnung der Elektroden und die Anordnung der elektronentransportierenden Schicht und der lochtransportierenden Schicht vertauscht.

In den Bauelementen der Figuren 8 und 9 können die Anode 2 aus Indiumzinnoxid und die Kathode 3 aus Aluminium gebildet sein.

Figur 10 zeigt eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer 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. Über der Anode 2 sind eine lochinjizierende Schicht 8 und eine lochtransportierende Schicht 5 angeordnet. Über der lochtransportierenden Schicht 5 ist eine zweite lichtemittierende Schicht 4a angeordnet. Über der zweiten lichtemittierenden Schicht 4a sind zwei elektronentransportierende Schichten 6 angeordnet. Darauf folgt eine Metallschicht 7, die aus einem Metall, vorzugsweise aus Gold, gebildet ist. Über der Metallschicht ist eine erste lichtemittierende Schicht 4 angeordnet, die ein Emittermaterial umfasst, das dazu eingerichtet ist, im

Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Moleküle des Emittermaterials der ersten lichtemittierenden Schicht 4 sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden. Die Moleküle sind so ausgerichtet, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten lichtemittierenden Schicht aufweisen und es gilt $<\cos^2\Theta>$ kleiner 1/3, wobei Θ der Winkel zwischen dem jeweiligen Übergangsdipolmoment des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials und einer Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist. Insbesondere sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet. Die erste lichtemittierende Schicht 4 weist zudem ein lochtransportierendes Matrixmaterial auf. Die Moleküle des Matrixmaterials sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden. Über der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist eine elektronentransportierende Schicht 6 und über dieser eine elektroneninjizierende Schicht 9 angeordnet.

Das Bauelement gemäß Figur 10 kann als gestackte OLED bezeichnet werden. In gestackten OLEDs befindet sich zur Ladungserzeugung üblicherweise eine ladungserzeugende Schichtenfolge aus einer elektronentransportierenden Schicht, einer Zwischenschicht und einer lochtransportierenden Schicht zwischen zwei lichtemittierenden Schichten. In dem Bauelement 100 in Figur 10 entspricht dieser Aufbau der elektrontransportierenden Schicht 6 gefolgt von der

Metallschicht 7 und der ersten lichtemittierenden Schicht 4, die durch das lochtransportierende Matrixmaterial zudem lochtransportierend ausgebildet ist. Damit dient die Metallschicht 7 zum einen als Keimschicht für die Selbstorganisation der Moleküle des Emittermaterials und des Matrixmaterials und zum anderen als sogenannte Zwischenschicht einer CGL.

Figur 11 zeigt eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer Ausführungsform, das ein Substrat 1, beispielsweise aus Glas, aufweist. Über dem Substrat 1 ist organischer Schichtenstapel S zwischen Kathode 3 und einer Anode 2 ausgebildet. Über der Kathode 3 sind eine elektroneninjizierende Schicht 9 und eine elektronentransportierende Schicht 6 angeordnet. Über der elektronentransportierenden Schicht 6 ist eine zweite lichtemittierende Schicht 4a angeordnet. Über der zweiten lichtemittierenden Schicht 4a sind zwei lochtransportierende Schichten 5 angeordnet. Darauf folgt eine Metallschicht 7, die aus einem Metall, vorzugsweise aus Gold, gebildet ist. Über der Metallschicht 7 ist eine erste lichtemittierende Schicht 4 angeordnet, die ein Emittermaterial umfasst, das dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Moleküle des Emittermaterials sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden. Die Moleküle sind so ausgerichtet, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 N der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist. Insbesondere sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.. Die erste lichtemittierende Schicht 4 weist zudem ein lochtransportierendes Matrixmaterial auf. Die Moleküle des Matrixmaterials sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden. Über der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist eine lochtransportierende Schicht 5 und über dieser eine lochinjizierende Schicht 8 angeordnet.

In dem Bauelement 100 in Figur 11 entspricht die Anordnung aus der lochtransportierenden Schicht 5 gefolgt von der Metallschicht 7 und der ersten lichtemittierenden Schicht 4, die durch das elektronentransportierende Matrixmaterial zudem elektronentransportierend ausgebildet ist, dem einer GCL bestehend aus einer lochtransportierenden Schicht, einer Zwischenschicht und einer elektronentransportierenden Schicht. Damit dient die Metallschicht 7 zum einen als Keimschicht für die Selbstorganisation der Moleküle des Emittermaterials und des Matrixmaterials und zum anderen als sogenannte Zwischenschicht einer CGL.

Figuren 12 und 13 zeigen einen Ausschnitt eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß jeweils einer Ausführungsform. Die Figuren 12 und 13 zeigen eine erste lichtemittierende Schicht 4. An der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist direkt angrenzend eine Metallschicht 7 angeordnet. Die Metallschicht 7 ist insbesondere aus Gold. Die erste lichtemittierende Schicht 4 enthält ein

Emittermaterial, das dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Moleküle des Emittermaterials sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden. Die Moleküle des Emittermaterials sind so ausgerichtet, dass die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 N der ersten lichtemittierenden Schicht 4 ist. Insbesondere sind die Übergangsdipolmomente des strahlungserzeugenden Übergangs in der Summe senkrecht zu einer Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht mit einer maximalen Abweichung von +/-45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet.

Die in den Figuren 12 und 13 gezeigten Ausschnitte können in einem organischen lichtemittierenden Bauelement 100, wie beispielsweise in den Figuren 8, 9, 10 und 11 beschrieben, eingebracht sein.

Ist der in Figur 13 dargestellte Ausschnitt in einem Bauelement der Figur 10 eingebracht, kann die erste lichtemittierende Schicht 4 zusätzlich ein lochtransportierendes Matrixmaterial aufweisen. Die Moleküle des Matrixmaterials sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden.

Ist der in Figur 13 dargestellte Ausschnitt in einem Bauelement der Figur 11 eingebracht, kann die erste lichtemittierende Schicht 4 zusätzlich ein elektronentransportierendes Matrixmaterial aufweisen. Die Moleküle des Matrixmaterials sind mit Schwefel substituiert und über kovalente Schwefel-Gold-Bindungen an das Gold der Metallschicht 7 gebunden.

Weiterhin kann den über den Elektroden 2, 3 und dem organischen funktionellen Schichtenstapel S in den lichtemittierenden Bauelementen der Figuren 2, 5, 8, 9, 10 und 11 eine Verkapselungsanordnung, bevorzugt in Form einer 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 und/oder Sauerstoff und/oder anderen korrosiven Substanzen wie etwa Schwefelwasserstoff zu schützen.

Die Figuren 14, 15 und 16 zeigen jeweils einen Ausschnitt eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer Ausführungsform. Die Figuren zeigen jeweils eine erste lichtemittierende Schicht 4, die ein Emittermaterial aufweist. Die Moleküle des Emittermaterials 10 weisen jeweils ein Übergangsdipolmoment 11 für den strahlungserzeugenden Übergang auf, der bei Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung erzeugt. Figuren 14 und 15 zeigen, dass die Übergangsdipolmomente 11 senkrecht zur Schichtnormalen N der ersten lichtemittierenden Schicht angeordnet sind. Figur 16 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 in vorteilhafter Weise 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.

Die in den Figuren 14, 15 und 16 gezeigten Ausschnitte können in einem organischen lichtemittierenden Bauelement 100, wie beispielsweise in den Figuren 2, 5, 8, 9, 10 und 11 beschrieben, eingebracht sein.

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

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 oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

1	Substrat
2	Anode
3	Kathode
4	erste lichtemittierende Schicht
4a	zweite lichtemittierende Schicht
5	lochtransportierende Schicht
6	elektronentransportierende Schicht
5,6	ladungstransportierende Schicht
7	Metallschicht
8	lochinjizierende Schicht
9	elektroneninjizierende Schicht
10	Molekül des Emittermaterials
10a	hydrophiler Bereich
10b	hydrophober Bereich
11	Übergangsdipolmoment
100	organisches lichtemittierendes Bauelement
A	hydrophile oder hydrophobe Oberfläche
N	Schichtnormale der ersten lichtemittierenden Schicht
S	organischer Schichtenstapel

Patentansprüche

1. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) umfassend einen organischen Schichtenstapel (S) zwischen zwei Elektroden (2,3), wobei der organische Schichtenstapel (S) eine erste lichtemittierende Schicht (4) umfasst und
die erste lichtemittierende Schicht (4) ein Emittermaterial umfasst, das dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen und wobei die Übergangsdipolmomente (11) des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials (10) in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten lichtemittierenden Schicht (4) 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 Emittermaterials (10) und einer Schichtnormalen (N) der ersten lichtemittierenden Schicht (4) ist.

2. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 1, wobei mehr als 80% aller Übergangsdipolmomente (11) der Moleküle des Emittermaterials (10) senkrecht zu der Schichtnormalen (N) der ersten lichtemittierenden Schicht (4) mit einer Abweichung von maximal ± 45° von dieser senkrechten Ausrichtung angeordnet sind.

3. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 1 oder 2,
wobei der organische Schichtenstapel (S) eine Metallschicht (7) umfasst und die Moleküle des

Emittermaterials (10) durch kovalente Bindungen an das Metall der Metallschicht (7) gebunden sind.

4. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 3,
wobei die Moleküle des Emittermaterials (10) mit zumindest einer funktionellen Gruppe substituiert sind, die Schwefel umfasst und die Moleküle des Emittermaterials (10) über kovalente Bindungen des Schwefels an das Metall der Metallschicht (7) gebunden sind.

5. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 3 oder 4,
wobei das Metall der Metallschicht (7) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Kupfer, Silber, Gold, Aluminium, Platin und Kombinationen daraus umfasst.

6. Organisches lichtemittierendes Bauelement nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
wobei die Metallschicht (7) eine Schichtdicke zwischen einschließlich 0,1 nm und einschließlich 3 nm aufweist.

7. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
wobei der organische Schichtenstapel (S) eine zweite lichtemittierende Schicht (4a) umfasst und wobei die erste lichtemittierende Schicht (4) ein elektronen- oder lochtransportierendes Matrixmaterial umfasst und die Moleküle des Matrixmaterials durch kovalente Bindungen an das Metall der Metallschicht (7) gebunden sind.

8. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Emittermaterial amphiphil ist.

9. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 8, wobei der organische Schichtenstapel (S) eine ladungstransportierende Schicht (5,6) mit einer hydrophilen Oberfläche (A) umfasst und die Moleküle des Emittermaterials (10) hydrophile Bereiche (10a) und hydrophobe Bereiche (10b) aufweisen und wobei die Moleküle des Emittermaterials (10) so ausgerichtet sind, dass die hydrophilen Bereiche (10a) der hydrophilen Oberfläche (A) zugewandt sind und die hydrophoben Bereiche (10b) von der hydrophilen Oberfläche (A) abgewandt sind.

10. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100) nach Anspruch 8, wobei der organische Schichtenstapel (S) eine ladungstransportierende Schicht (5,6) mit einer hydrophoben Oberfläche (A) umfasst und die Moleküle des Emittermaterials (10) hydrophile Bereiche (10a) und hydrophobe Bereiche (10b) aufweisen und wobei die Moleküle des Emittermaterials (10) so ausgerichtet sind, dass die hydrophoben Bereiche (10b) der hydrophoben Oberfläche (A) zugewandt sind und die hydrophilen Bereiche (10a) von der hydrophoben Oberfläche (A) abgewandt sind.

11. Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements (100) nach den Ansprüchen 1 bis 10 mit den Verfahrensschritten:

A) Bereitstellen einer Elektrode (2,3),
B) Aufbringen einer Metallschicht (7) oder einer ladungstransportierenden Schicht (5,6) auf die Elektrode (2,3),
C) Aufbringen einer ersten lichtemittierenden Schicht (4) auf die in Verfahrensschritt B) erzeugte Schicht, wobei die lichtemittierende Schicht (4) ein Emittermaterial aufweist, das dazu eingerichtet ist, im Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen und das sich beim und/oder nach dem Aufbringen selbstorganisierend anordnet, so dass die Übergangsdipolmomente (11) des strahlungserzeugenden Übergangs der Moleküle des Emittermaterials (10) in der Summe eine anisotrope Ausrichtung innerhalb der ersten 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 Emittermaterials (10) und einer Schichtnormalen (N) der ersten lichtemittierenden Schicht (4) ist,
G) Aufbringen einer zweiten Elektrode (2, 3) auf die erste lichtemittierende Schicht (4).

12. Verfahren nach Anspruch 11,
wobei in Verfahrensschritt Schritt B) eine Metallschicht (7) aufgebracht wird und wobei in Verfahrensschritt C) das Emittermaterial auf die Metallschicht (7) aufgebracht wird und wobei die Moleküle des Emittermaterials (10) jeweils zumindest mit einer Thiolgruppe substituiert sind und der Schwefel der Thiolgruppe kovalent an das Metall der Metallschicht (7) gebunden wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei in Verfahrensschritt B) eine ladungstransportierende Schicht (5,6) mit einer hydrophoben oder hydrophilen Oberfläche (A) aufgebracht wird und wobei in Verfahrensschritt C) das Emittermaterial auf die hydrophobe oder hydrophile Oberfläche (A) der ladungstransportierenden Schicht (5,6) aufgebracht wird und wobei die Moleküle des Emittermaterials (10) hydrophile Bereiche (10a) und hydrophobe Bereiche (10b) aufweisen und die Moleküle (10) so ausgerichtet werden, dass die hydrophoben Bereiche (10b) der hydrophoben Oberfläche (A) der ladungstransportierenden Schicht (5,6) zugewandt sind und die hydrophilen Bereiche (10a) von der hydrophoben Oberfläche (A) der ladungstransportierenden Schicht (5,6) abgewandt sind oder dass die hydrophilen Bereiche (10a) der hydrophilen Oberfläche (A) der ladungstransportierenden Schicht (5,6) zugewandt sind und die hydrophoben Bereiche (10b) von der hydrophilen Oberfläche (A) der ladungstransportierenden Schicht (5,6) abgewandt sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die erste lichtemittierende Schicht (4) in Verfahrensschritt C) aus der Flüssigphase mittels Spincoating, Siebdruck, Inkjet, Gravurdruck oder Flexodruck aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die erste lichtemittierende Schicht (4) in Verfahrensschritt C) aus der Gasphase mittels Vakuumverdampfung aufgebracht wird.

FIG 1

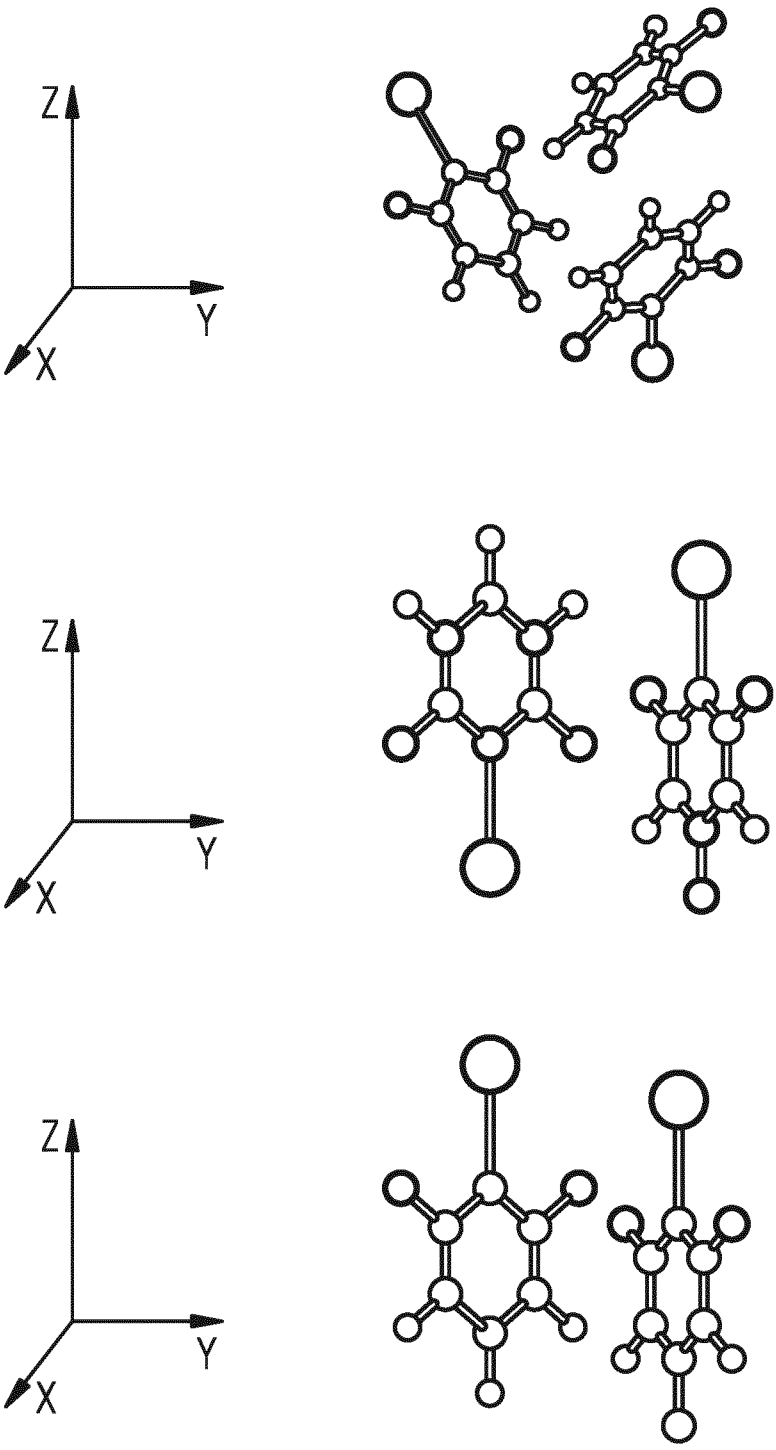


FIG 2

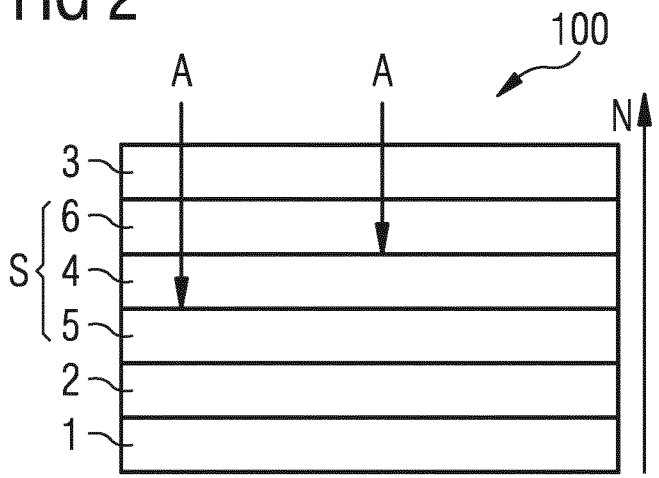


FIG 3

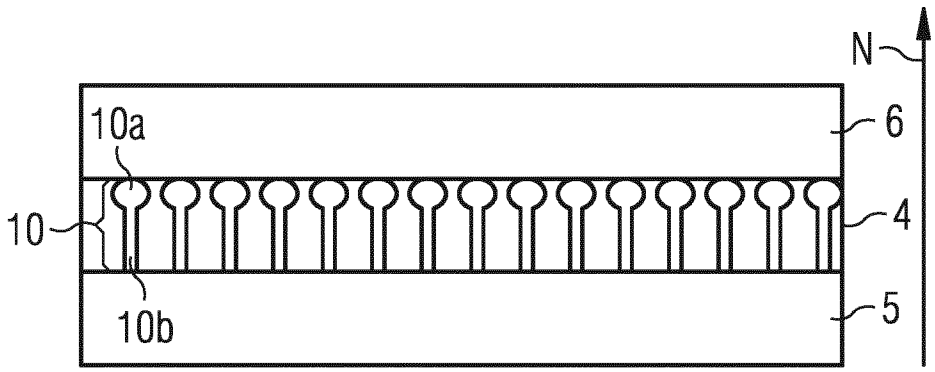


FIG 4

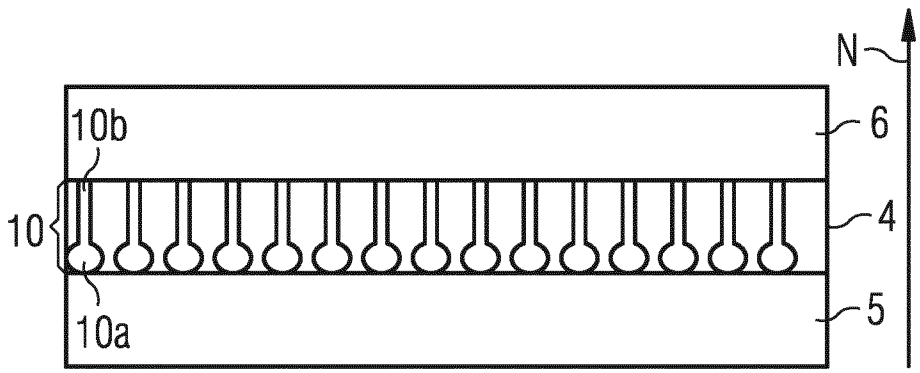


FIG 5

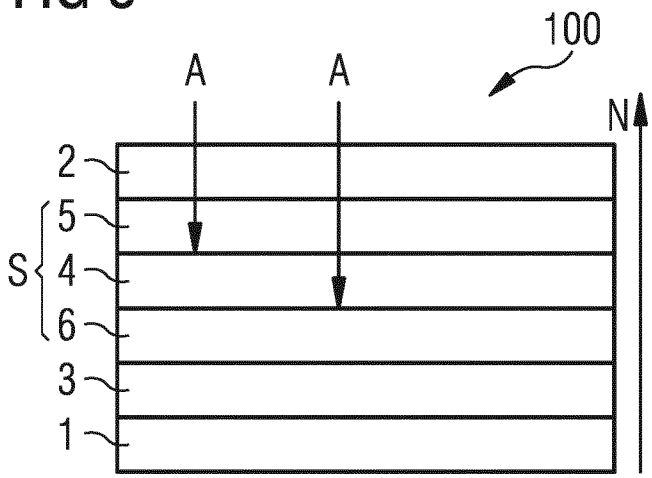


FIG 6

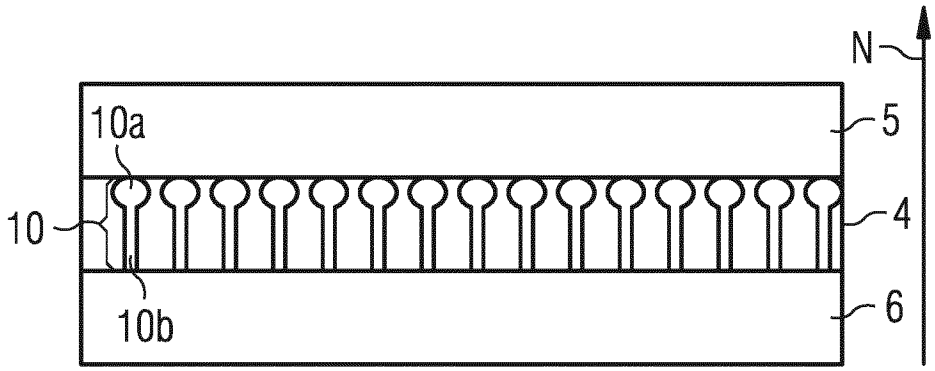


FIG 7

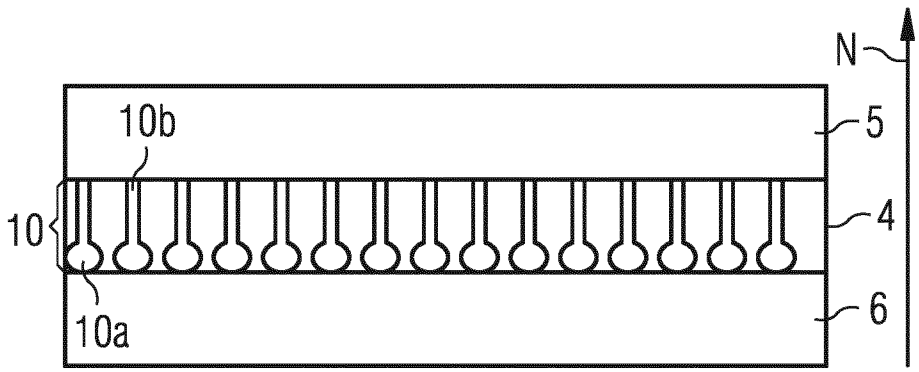


FIG 8

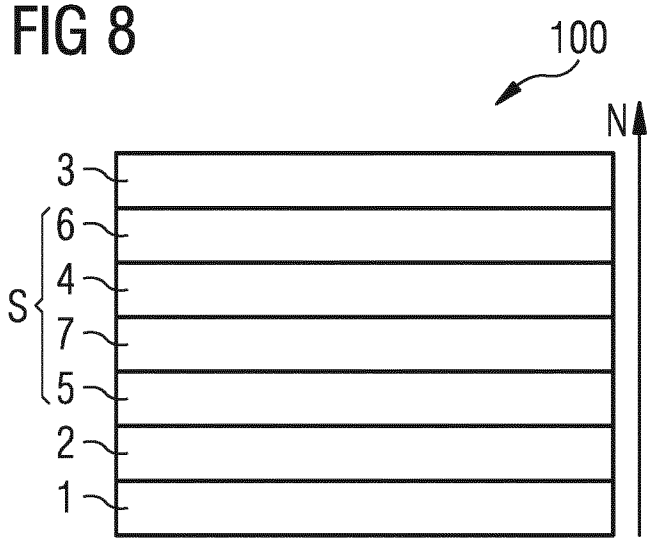


FIG 9

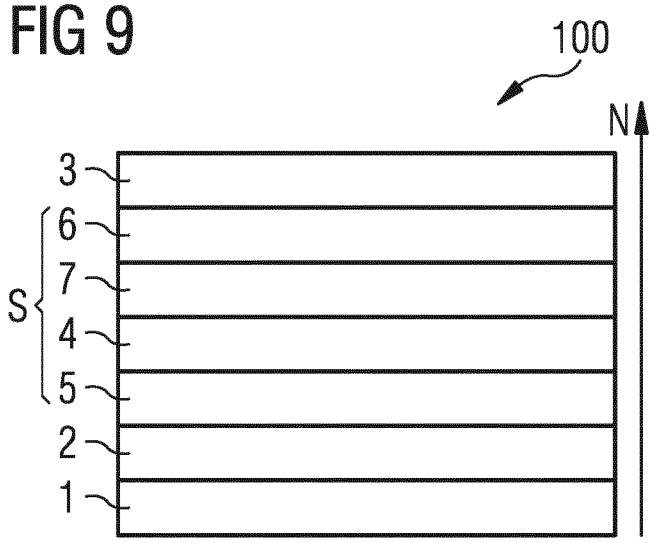


FIG 10

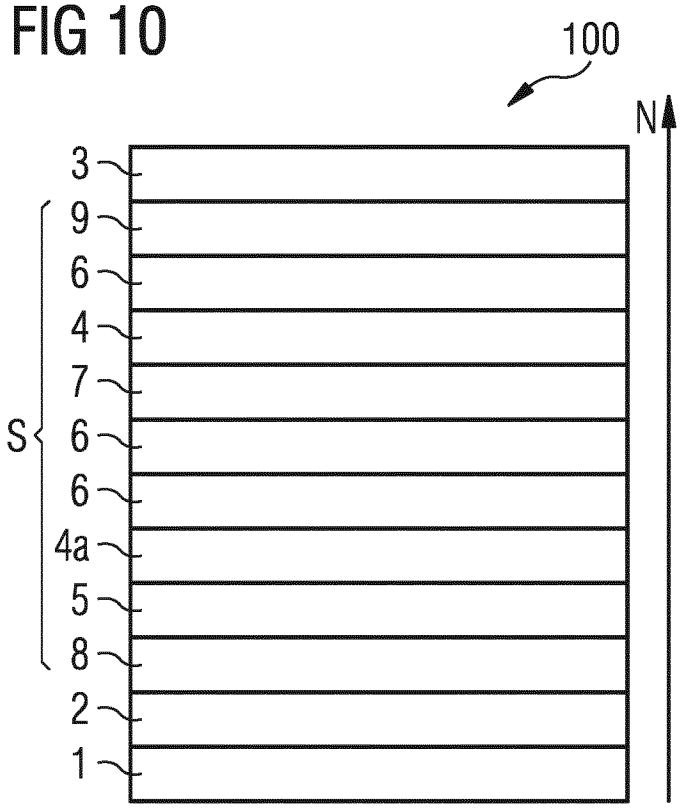


FIG 11

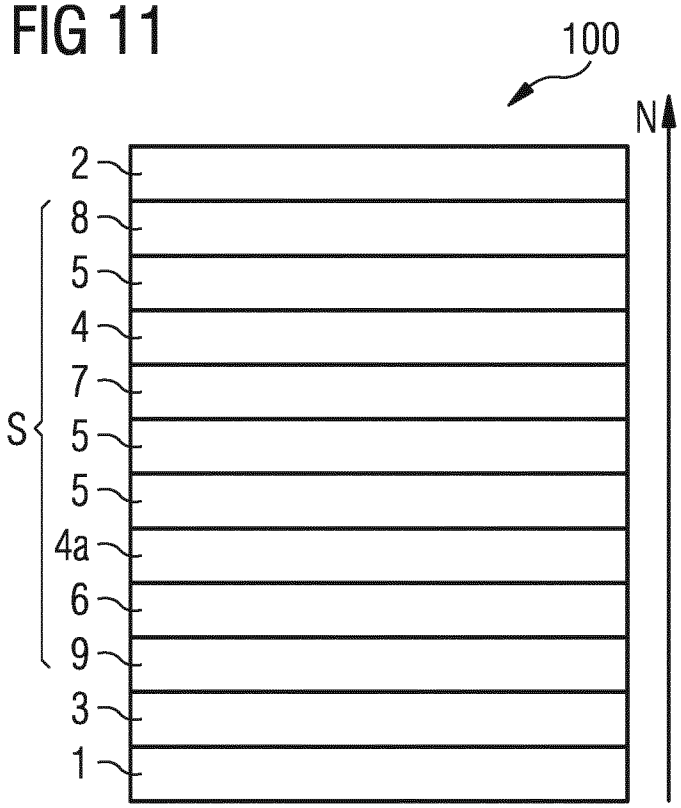


FIG 12

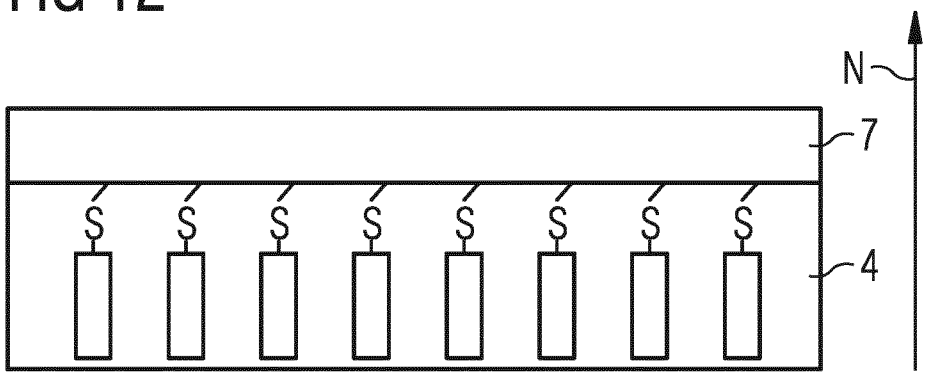


FIG 13

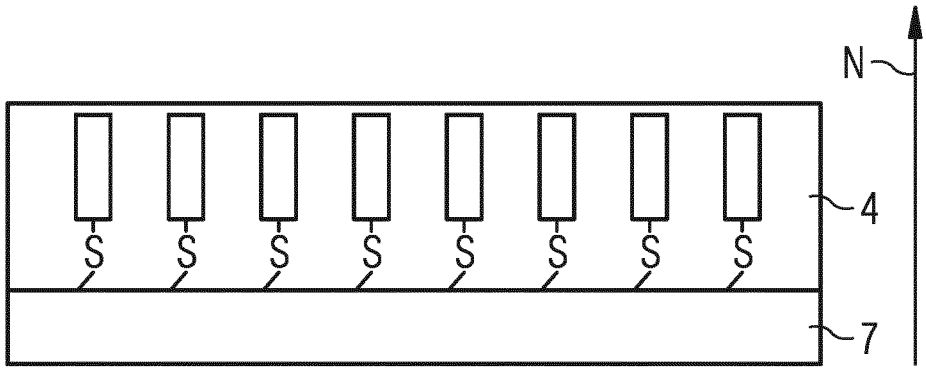


FIG 14

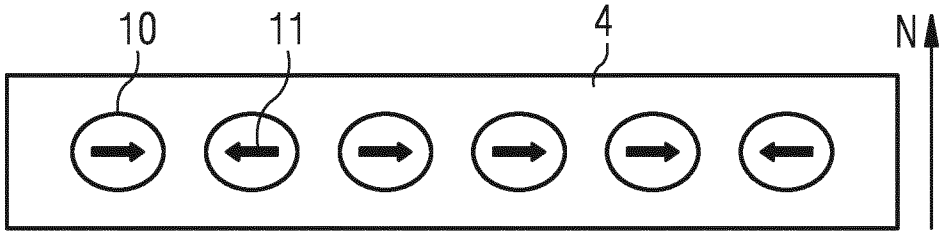


FIG 15

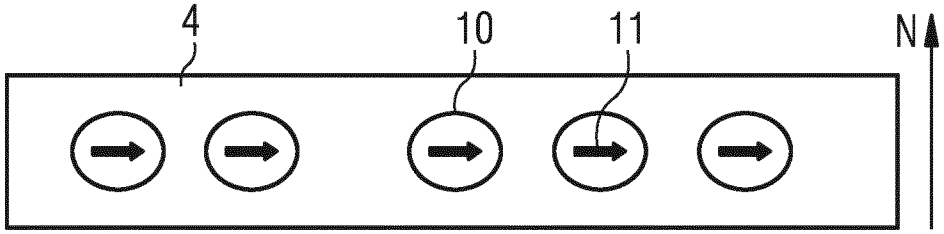
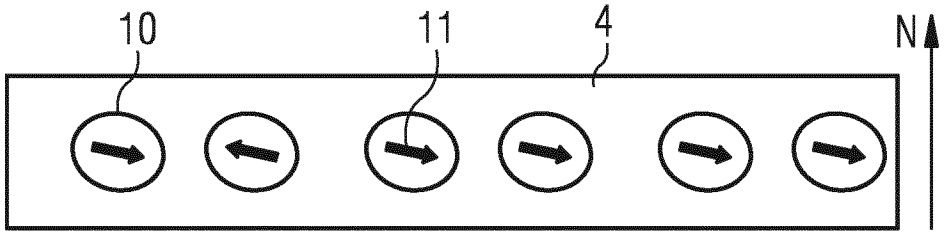


FIG 16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053663

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52
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)
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	TOSHINARI OGIWARA ET AL: "Efficiency improvement of fluorescent blue device by molecular orientation of blue dopant : Molecular orientation of blue dopant", JOURNAL OF THE SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY - SID, vol. 22, no. 1, 1 January 2014 (2014-01-01), pages 76-82, XP055372844, US ISSN: 1071-0922, DOI: 10.1002/jsid.214 paragraph [02.1] - paragraph [02.2]; figure 2 ----- -/--	1,2,11

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
16 May 2017	29/05/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Beierlein, Udo

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053663

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013 026301 A (HITACHI LTD) 4 February 2013 (2013-02-04) paragraph [0020]; figure 2 paragraph [0028] paragraph [0076] - paragraph [0078] paragraph [0069] -----	1,2,11, 14,15 8
Y	US 2004/224182 A1 (LAZAREV PAVEL I [US]) 11 November 2004 (2004-11-11) paragraph [0031] -----	8

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/053663

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2013026301 A	04-02-2013	JP 5659095 B2	28-01-2015
		JP 2013026301 A	04-02-2013
US 2004224182 A1	11-11-2004	JP 2006516814 A	06-07-2006
		US 2004224182 A1	11-11-2004
		WO 2004064112 A2	29-07-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/053663

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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	TOSHINARI OGIWARA ET AL: "Efficiency improvement of fluorescent blue device by molecular orientation of blue dopant : Molecular orientation of blue dopant", JOURNAL OF THE SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY - SID, Bd. 22, Nr. 1, 1. Januar 2014 (2014-01-01) , Seiten 76-82, XP055372844, US ISSN: 1071-0922, DOI: 10.1002/jsid.214 Absatz [02.1] - Absatz [02.2]; Abbildung 2	1,2,11
X Y	JP 2013 026301 A (HITACHI LTD) 4. Februar 2013 (2013-02-04) Absatz [0020]; Abbildung 2 Absatz [0028] Absatz [0076] - Absatz [0078] Absatz [0069]	1,2,11, 14,15 8

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
16. Mai 2017	29/05/2017

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

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2004/224182 A1 (LAZAREV PAVEL I [US]) 11. November 2004 (2004-11-11) Absatz [0031] -----	8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/053663

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2013026301 A	04-02-2013	JP 5659095 B2	28-01-2015
		JP 2013026301 A	04-02-2013
US 2004224182 A1	11-11-2004	JP 2006516814 A	06-07-2006
		US 2004224182 A1	11-11-2004
		WO 2004064112 A2	29-07-2004