

(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
31. Dezember 2014 (31.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/206757 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 27/30* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/062287
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2014 (12.06.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 106 800.6 28. Juni 2013 (28.06.2013) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **JAEGER, Arndt**; Erboweg 15, 93051
Regensburg (DE).
- (74) Anwalt: **VIERING, JENTSCHURA & PARTNER**;
Grillparzerstr. 14, 81675 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, 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, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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).

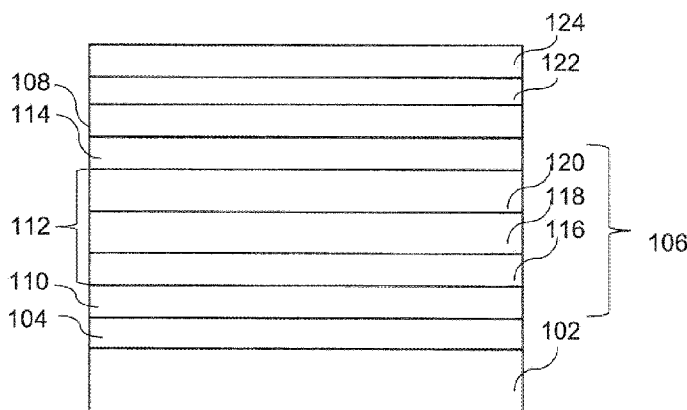
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: OPTOELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELECTRONIC COMPONENT

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

FIG 1a



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic component (100) in various embodiments, said optoelectronic component comprising: a first organic functional layer structure (116); a second organic functional layer structure (120); and a charge carrier pair-generating layer structure (118) between the first organic functional layer structure (116) and the second organic functional layer structure (120), the charge carrier pair-generating layer structure (118) comprising: a first charge carrier pair-generating layer (140); a second charge carrier pair-generating-layer (144); and an intermediate layer structure (142) between the first charge carrier pair-generating-layer (140); and the second charge carrier pair-generating-layer (144); and wherein the intermediate layer structure (142) has at least one layer with a flat-periodic, honeycomb-shaped grid structure and the intermediate layer structure (142) has a floating electric potential or is formed therefrom.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein optoelektronisches Bauelement (100) bereitgestellt, das optoelektronische Bauelement aufweisend: eine erste organisch funktionelle Schichtenstruktur (116); eine zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur (120); und eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur (118) zwischen der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur (116) und der zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur (120), wobei die Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur (118) aufweist: eine erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht (140); eine zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht (144); und eine Zwischenschicht-Struktur (142) zwischen der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht (140); und der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht (144); und wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) wenigstens eine Schicht aufweist mit einer flächig-periodischen, wabenförmigen Gitterstruktur, und wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) ein schwebendes elektrisches Potential aufweist oder daraus gebildet ist.

Beschreibung

Optoelektronisches Bauelement und Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements

5

In verschiedenen Ausführungsformen werden ein optoelektronisches Bauelement und ein Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements bereitgestellt.

10

Ein organisches optoelektronisches Bauelement, beispielsweise eine OLED, kann eine Anode und eine Kathode mit einem organisch funktionellen Schichtensystem dazwischen aufweisen. Das organisch funktionelle Schichtensystem kann eine oder
15 mehrere Emitterschicht/en aufweisen, in der/denen elektromagnetische Strahlung erzeugt wird, eine oder mehrere Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur(en) aus jeweils zwei oder mehr Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichten („charge generating layer“, CGL) zur Ladungsträgerpaarerzeugung, sowie
20 einer oder mehrerer Elektronenblockadeschichten, auch bezeichnet als Lochtransportschicht(en) („hole transport layer“ - HTL), und einer oder mehrerer Lochblockadeschichten, auch bezeichnet als Elektronentransportschicht(en) („electron transport layer“ - ETL), um den Stromfluss zu richten.

25

Eine OLED kann mit guter Effizienz und Lebensdauer mittels Leitfähigkeitsdotierung durch Verwendung eines p-i-n (p-dotiert leitfähige Schicht - intrinsisch leitfähige Schicht - n-dotiert leitfähige Schicht) Überganges analog zur
30 herkömmlichen anorganischen LED hergestellt werden. Hierbei werden die Ladungsträger aus den p-dotierten bzw. n-dotierten Schichten gezielt in die intrinsische Schicht injiziert, in der die Exzitonen, d.h. Elektron-Loch-Paare, gebildet werden. Diese können bei strahlender Rekombination zur Emission eines
35 Photons führen.

Durch Übereinanderstapeln mehrerer intrinsischer Schichten (stacking) können in zweifach oder dreifach gestapelten OLEDs

bei praktisch gleicher Effizienz und identischer Leuchtdichte deutlich längere Lebensdauern gegenüber einer OLED mit nur einer intrinsischen Schicht erzielt werden. Bei gleicher Stromdichte kann so die doppelte bis dreifache Leuchtdichte
5 realisiert werden. In mehrfach gestapelten OLEDs wird bei gleicher Leuchtdichte die aktive Emitterschicht weniger gestresst als in ungestapelten OLEDs.

Für das Übereinanderstapeln werden Ladungsträgerpaar-
10 Erzeugung-Schichten benötigt, die aus einem hochdotierten pn-Übergang bestehen. Eine CGL dient hierbei als Tunnelübergang zwischen den gestapelten Emitterschichten. Derartige CGLs können auch in organischen Tandem-Solarzellen oder
15 Fotodetektoren eingesetzt werden, bei denen zwei oder mehrere aktive undotierte Bereiche benötigt werden. Voraussetzung für den Einsatz einer CGL in einem optoelektronischen Bauteil sind ein einfacher Aufbau, d.h. möglichst wenige Schichten, die möglichst leicht herzustellen sind. Weiterhin ist ein geringer Spannungsabfall über die CGL, sowie eine möglichst
20 hohe Transmission der CGL-Schichten notwendig, d.h. möglichst geringe Absorptionsverluste im Spektralbereich, der von der OLED emittierten elektromagnetischen Strahlung.

Eine herkömmliche Ladungsträgerpaar-Erzeugung-
25 Schichtenstruktur (dargestellt in **Fig.4a**) weist eine dotierte lochleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 und eine dotierte elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410, die mittels einer Zwischenschicht-Struktur 408 (Interlayer 408) in Verbindung zueinander stehen, so dass
30 anschaulich ein pn-Übergang gebildet wird.

Die lochleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410 und die elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 sind jeweils aus einem oder mehreren organischen und/oder
35 anorganischen Stoff/en gebildet. Der jeweiligen Matrix wird herkömmlich in der Herstellung der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht ein oder mehrere organische/r oder anorganische/r Stoff/e (Dotierstoff/e) beigemischt, um die

Leitfähigkeit der Matrix zu erhöhen. In einem herkömmlichen Verfahren werden die elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 aus einer Matrix und einem n-Dotierstoff und die lochleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410 aus einer Matrix und einem p-Dotierstoff ausgebildet. Als n-Dotierstoff werden herkömmlich CsCO_3 , Cs_3PO_4 , Na, Ca, K, Mg, Cs, Li und NDN-1, NDN-26 der Firma NOVALED verwendet. Als p-Dotierstoff werden herkömmlich Cu(I)pFBz , MoO_x , WO_x , VO_x , ReO_x , F4-TCNQ, HAT-(CN)₆, Bi(III)pFBz und NDP-2, NDP-9 der Firma NOVALED verwendet. CGLs sind heute nur mit wenigen Materialien bekannt (Materialien dargestellt in **Fig.4b**).

Die p-dotierte Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410 und die n-dotierte Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 sind für einen effizienten Tunnelübergang hoch dotiert. Dadurch sind diese Schichten äußerst reaktiv, was bei einer Abreaktion der Dotierstoffe zu einem hochohmigen Übergangsbereich führen kann. In einem herkömmlichen Verfahren wird eine dünne Zwischenschicht 408 zwischen die p-dotierte Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410 und die n-dotierte Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 eingefügt um die beiden Reaktionspartner voneinander zu trennen, z.B. mit einem Material aus der Gruppe der Phthalocyanine (siehe **Fig.4b**). Dadurch kann eine CGL mit erhöhtem Tunnelstrom und guter Spannungsstabilität während der Belastung mit hohen Stromdichten und hohen Temperaturen ausgebildet werden.

Bei einer OLED mit einer oder mehreren CGLs, sollte eine CGL eine möglichst hohe Transmission im Spektralbereich des von der OLED emittierten Lichtes aufweisen, damit Absorptionsverluste des emittierten Lichtes reduziert werden. Die herkömmlich verwendeten Phthalocyanin-Derivate der Zwischenschicht 408 weisen eine relativ hohe Absorption auf, wodurch bereits eine Zwischenschicht aus einem Phthalocyanin mit einer Schichtdicke von nur wenigen Nanometern zu einem Effizienzverlust der OLED führen kann.

Weiterhin ist aus S. Bae et al., Nature Nanotechnology 5 (2010) 574-578; S.V. Morozov et al., Physical Review Letters 100 (2008) 016602; und S. Kumar et al., Nanoscale Research Letters 6 (2011) 390 ein Verfahren zum Ausbilden von großflächigen Graphen-Schichten bekannt.

Weiterhin ist aus P. Vogt et al., Physical Review Letters 108 (2012) 155501 ein Verfahren zum Ausbilden von Silicen-Schichten bekannt.

Weiterhin ist in M. Kröger et al., Physical Review B 75 (2007) 235321 ein Verfahren zum Messen von Austrittsarbeiten gezeigt.

15

In verschiedenen Ausführungsformen werden ein optoelektronisches Bauelement und ein Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelementes bereitgestellt, mit denen es möglich ist ein effizienteres und stabileres optoelektronisches Bauelement auszubilden. Indem die Zwischenschicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Struktur aus Graphen oder Silicen gebildet wird, ist es möglich eine Zwischenschicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Struktur zu realisieren, bei der der Spannungsabfall über die Zwischenschicht vernachlässigbar ist, da Graphen und Silicen eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweisen und mit einer dünnen Schichtdicke ausgebildet werden können. Die geringe Durchlässigkeit bzw. hohe Barrierewirkung von Graphen oder Silicen gegenüber Fremdstoffen ermöglicht eine gute Trennung hochreaktiver p-Dotierstoffe und n-Dotierstoffe der Schichten der Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Struktur voneinander. Eine Zwischenschicht aus Graphen oder Silicen braucht wegen der guten Barrierewirkung nur wenige Monolagen dick zu sein, wodurch die Zwischenschicht nur wenig Licht absorbiert und die Zwischenschicht somit optisch hochtransparent wird. Dadurch wird verhindert, dass die Effizienz des optoelektronischen Bauelementes durch den Einsatz einer

35

Zwischenschicht reduziert wird. Weiterhin können dadurch mehrere Lagen an Graphen und/oder Silicen übereinander gestapelt werden, beispielsweise in Form von Graphit, sodass mittels einer Zwischenschicht aus Graphen oder Silicen die
5 Barrierewirkung der Zwischenschicht eingestellt werden kann.

In verschiedenen Ausführungsformen wird ein optoelektronisches Bauelement bereitgestellt, das optoelektronische Bauelement aufweisend: eine erste organisch
10 funktionelle Schichtenstruktur; eine zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur; und eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur zwischen der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur und der zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur, wobei die Ladungsträgerpaar-
15 Erzeugung-Schichtenstruktur aufweist: eine erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht; eine zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht; und eine Zwischenschicht-Struktur zwischen der ersten
Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht; und der zweiten
20 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht; und wobei die Zwischenschicht-Struktur wenigstens eine Schicht aufweist mit einer flächig-periodischen, wabenförmigen Gitterstruktur, und wobei die Zwischenschicht-Struktur ein schwebendes elektrisches Potential aufweist oder derart ausgebildet ist.

25 In verschiedenen Ausführungsformen kann unter einer elektronenleitenden Schicht eines elektronischen Bauelementes eine Schicht verstanden werden, bei der die Beweglichkeit der Elektronen in der Schicht größer ist als die Beweglichkeit
30 der Löcher. Weiterhin kann das chemische Potential des Stoffs oder des Stoffgemisches der elektronenleitenden Schicht energetisch dichter am Leitungsband ausgebildet sein als am Valenzband und bei der mehr als die Hälfte der frei beweglichen Ladungsträger Elektronen sind.

35 In verschiedenen Ausführungsformen kann unter einer lochleitenden Schicht eines elektronischen Bauelementes eine Schicht verstanden werden, bei der die Beweglichkeit der

Löcher in der Schicht größer ist als die Beweglichkeit der Elektronen. Weiterhin kann das chemische Potential des Stoffs oder des Stoffgemisches der lochleitenden Schicht energetisch dichter am Valenzband ausgebildet sein als am Leitungsband
5 und bei der mehr als die Hälfte der frei beweglichen Ladungsträger Löcher, d.h. freie Orbitalplätze für Elektronen, sind.

In noch einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur
10 in Richtung parallel zu der Flächennormale der Zwischenschicht-Struktur elektrisch isolierend ausgebildet sein und das Valenzband der Zwischenschicht-Struktur in diese Richtung energetisch über dem Leitungsband der körperlich verbundenen ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht und
15 über dem Valenzband der körperlich verbundenen zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht sein, d.h. die Ladungsträgerleitung kann durch einen Tunnelstrom erfolgen.

Unter einer Zwischenschicht-Struktur, die ein schwebendes
20 elektrisches Potential aufweist oder derart ausgebildet ist, ist zu verstehen, dass die Zwischenschicht-Struktur keine direkte Verbindung zu einem Bauelement-externen elektrischen Anschluss aufweist, beispielsweise um die erste organisch funktionelle Schichtenstruktur und die zweite organisch
25 funktionelle Schichtenstruktur elektrisch parallel zu schalten.

Unter einer wabenförmigen Gitterstruktur kann eine wabenförmige Anordnung von Atomen und/oder Molekülen
30 verstanden werden. Als wabenförmige Anordnung ist eine wenigstens in eine Ebene projizierte ebene Anordnung zu verstehen, die beispielsweise eine dreieckige, viereckige, rhomboedrische, hexagonale, oktagonale und/oder viel-eckige Elementarzelle aufweist.

35

In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur wenigstens einen der folgenden Stoffe aufweisen oder daraus gebildet sein: Kohlenstoff, Silizium, Germanium.

In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur eine Graphen-Schicht aufweisen oder daraus gebildet sein.

- 5 In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur zwei oder mehr Teilschichten aufweisen oder daraus gebildet sein.

10 In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur eine Graphit-Schicht aufweisen oder daraus gebildet sein.

In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur eine Silicen-Schicht aufweisen oder daraus gebildet sein.

- 15 In einer Ausgestaltung kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einen Dotierstoff in einer Matrix aufweisen.

20 In einer Ausgestaltung kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einen intrinsisch leitfähigen Stoff aufweisen oder daraus gebildet sein.

In einer Ausgestaltung kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einen Dotierstoff in einer Matrix
25 aufweisen.

In einer Ausgestaltung kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einen intrinsisch leitfähigen Stoff aufweisen oder daraus gebildet sein.

30 In einer Ausgestaltung kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht elektronenleitend ausgebildet sein.

In einer Ausgestaltung kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht lochleitend ausgebildet sein.
35

In einer Ausgestaltung kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht elektronenleitend ausgebildet sein.

In einer Ausgestaltung kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht lochleitend ausgebildet sein.

- 5 In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur lateral strukturiert ausgebildet sein.

In einer Ausgestaltung kann die Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Struktur zwei oder mehr Zwischenschicht-Strukturen aufweisen,
10 wobei die zwei oder mehr Zwischenschicht-Strukturen an unterschiedlichen Stellen im Schichtenquerschnitt ausgebildet sein können, beispielsweise indem die zwei oder mehr Zwischenschicht-Strukturen für unterschiedliche Schichten als Zwischenschicht-Strukturen wirken.

15

In einer Ausgestaltung kann das optoelektronische Bauelement als eine organische Leuchtdiode eingerichtet sein.

In verschiedenen Ausführungsformen wird ein Verfahren zum
20 Herstellen eines optoelektronischen Bauelementes bereitgestellt, das Verfahren aufweisend: Bilden einer ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur; Bilden einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur über oder auf der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur; und
25 Bilden einer zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur über oder auf der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur, wobei das Bilden der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur aufweist: Bilden einer zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht;
30 Bilden einer Zwischenschicht-Struktur über oder auf der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht; wobei die Zwischenschicht-Struktur wenigstens eine Schicht aufweist mit einer flächig-periodischen, wabenförmigen Gitterstruktur, wobei die Zwischenschicht-Struktur ein schwebendes
35 elektrisches Potential aufweist; und Bilden einer ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht über oder auf der Zwischenschicht-Struktur .

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die Zwischenschicht-Struktur wenigstens einen der folgenden Stoffe aufweisen oder daraus gebildet werden: Kohlenstoff, Silizium, Germanium.

5

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die Zwischenschicht-Struktur eine Graphen-Schicht aufweisend ausgebildet werden oder daraus ausgebildet werden.

10 In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die Zwischenschicht-Struktur zwei oder mehr Teilschichten aufweisen oder derart ausgebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die
15 Zwischenschicht-Struktur eine Graphit-Schicht aufweisend ausgebildet werden oder daraus ausgebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die
20 Zwischenschicht-Struktur als eine Silicen-Schicht aufweisend ausgebildet werden oder daraus ausgebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht derart ausgebildet werden, dass die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht
25 einen Dotierstoff in einer Matrix aufweist oder daraus gebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht derart ausgebildet
30 werden, dass die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einen intrinsisch leitfähigen Stoff aufweist oder daraus gebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die zweite
35 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht derart ausgebildet werden, dass die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einen Dotierstoff in einer Matrix aufweist oder daraus gebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht derart ausgebildet werden, dass die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht
5 einen intrinsisch leitfähigen Stoff aufweist oder daraus gebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht elektronenleitend
10 ausgebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht lochleitend ausgebildet werden.
15

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht elektronenleitend ausgebildet werden.

20 In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht lochleitend ausgebildet werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die
25 Zwischenschicht-Struktur lateral strukturiert ausgebildet werden. Die Zwischenschicht-Struktur wird strukturiert auf der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht oder der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht aufgebracht. Alternativ oder zusätzlich wird die Zwischenschicht-Struktur
30 nach dem Aufbringen auf der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht oder der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht strukturiert, beispielsweise indem wenigstens ein Bereich der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht oder der zweiten Ladungsträgerpaar-
35 Erzeugung-Schicht unterhalb der Zwischenschicht-Struktur freigelegt wird.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die Zwischenschicht-Struktur derart ausgebildet werden, dass die Zwischenschicht-Struktur mehrere Teilschichten aufweist oder daraus gebildet ist. Die Teilschichten der Zwischenschicht-Struktur werden nacheinander über der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht und/oder der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht aufgebracht. Dadurch können beispielsweise Defekte in der kristallinen Ordnung einzelner Teilschichten mittels danach aufgebracht

5 Teilschichten überdeckt werden und so die Barrierewirkung verstärkt werden. Alternativ oder zusätzlich werden mehrere Teilschichten in einem Verfahren über der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht und/oder der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht aufgebracht.

10

15 In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann die Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Struktur zwei oder mehr Zwischenschicht-Strukturen aufweisend ausgebildet werden. Die zwei oder mehr Zwischenschicht-Strukturen können an unterschiedlichen Stellen im Schichtenquerschnitt ausgebildet werden, beispielsweise indem die zwei oder mehr Zwischenschicht-Strukturen für unterschiedliche Schichten als Zwischenschicht-Strukturen wirken.

20

25 In noch einer Ausgestaltung des Verfahrens kann das optoelektronische Bauelement als eine organische Leuchtdiode hergestellt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

30

Es zeigen

Figuren 1a-c schematische Querschnittansicht eines optoelektronischen Bauelements gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen;

35

Figuren 2a, b eine schematische Querschnittsansicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur eines optoelektronischen Bauelementes gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen;

5

Figuren 3a, b eine schematische Querschnittsansicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur eines optoelektronischen Bauelementes gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen; und

10

Figuren 4a, b eine schematische Querschnittsansicht einer herkömmlichen Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur eines optoelektronischen Bauelementes und eine Tabelle mit herkömmlichen Materialbeispielen.

15

In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die Teil dieser bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. In dieser Hinsicht wird Richtungsterminologie wie etwa „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“, „vorderes“, „hinteres“, usw. mit Bezug auf die Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da

20

25

Komponenten von Ausführungsformen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

30

35

Im Rahmen dieser Beschreibung werden die Begriffe "verbunden", "angeschlossen" sowie "gekoppelt" verwendet zum Beschreiben sowohl einer direkten als auch einer indirekten
5 Verbindung, eines direkten oder indirekten Anschlusses sowie einer direkten oder indirekten Kopplung. In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

- 10 Unter einem optoelektronischen Bauelement kann eine Ausführung eines elektronischen Bauelementes verstanden werden, wobei das optoelektronische Bauelement einen optisch aktiven Bereich aufweist. Der optisch aktive Bereich kann elektromagnetische Strahlung absorbieren und daraus einen
15 Fotostrom oder eine elektrische Spannung ausbilden oder mittels einer angelegten Spannung an den optisch aktiven Bereich elektromagnetische Strahlung emittieren. Ein optoelektronisches Bauelement, welches zwei flächige, optisch aktive Seiten aufweist, kann beispielsweise transparent
20 ausgebildet sein, beispielsweise als eine transparente organische Leuchtdiode. Der optisch aktive Bereich kann jedoch auch eine flächige, optisch aktive Seite und eine flächige, optisch inaktive Seite aufweisen, beispielsweise eine organische Leuchtdiode, die als Top-Emitter oder Bottom-
25 Emitter eingerichtet ist. Ein organisches (opto-)elektronisches Bauelement kann als eine organische Leuchtdiode (organic light emitting diode - OLED), eine organische Photovoltaikanlage, beispielsweise eine organische Solarzelle, ein organisches Fotometer, ein organischer
30 Feldeffekttransistor (organic field effect transistor OFET) und/oder eine organische Elektronik ausgebildet sein. Bei dem organischen Feldeffekttransistor kann es sich um einen all-OFET handeln, bei dem alle Schichten organisch sind. Ein organisch elektronisches Bauelement kann ein organisch
35 funktionelles Schichtensystem aufweisen, welches synonym auch als organisch funktionelle Schichtenstruktur bezeichnet wird. Die organisch funktionelle Schichtenstruktur kann einen organischen Stoff oder ein organisches Stoffgemisch aufweisen

oder daraus gebildet sein, der/das beispielsweise zu einem Bereitstellen einer elektromagnetischen Strahlung aus einem bereitgestellten elektrischen Strom und/oder zu einem Bereitstellen eines elektrischen Stromes aus einer
5 bereitgestellten elektromagnetischen Strahlung eingerichtet ist.

Auch wenn im Folgenden die verschiedenen Ausführungsbeispiele der Zwischenschicht-Struktur anhand einer OLED beschrieben
10 werden, so können diese Ausführungsbeispiele jedoch ohne weiteres auch auf die anderen, oben genannten elektronischen und optoelektronischen Bauelemente angewendet werden.

Unter einem organischen Stoff kann eine, ungeachtet des
15 jeweiligen Aggregatzustandes, in chemisch einheitlicher Form vorliegende, durch charakteristische physikalische und chemische Eigenschaften gekennzeichnete Verbindung des Kohlenstoffs verstanden werden.

20 Unter einem anorganischen Stoff kann eine, ungeachtet des jeweiligen Aggregatzustandes, in chemisch einheitlicher Form vorliegende, durch charakteristische physikalische und chemische Eigenschaften gekennzeichnete Verbindung ohne Kohlenstoff oder einfacher Kohlenstoffverbindung verstanden
25 werden.

Unter einem organisch-anorganischen Stoff (hybrider Stoff) kann eine, ungeachtet des jeweiligen Aggregatzustandes, in chemisch einheitlicher Form vorliegende, durch
30 charakteristische physikalische und chemische Eigenschaften gekennzeichnete Verbindung mit Verbindungssteilen die Kohlenstoff enthalten und frei von Kohlenstoff sind, verstanden werden.

35 Der Begriff „Stoff“ umfasst alle oben genannten Stoffe, beispielsweise einen organischen Stoff, einen anorganischen Stoff, und/oder einen hybriden Stoff. Der Begriff Material ist synonym zu dem Begriff Stoff verwendet.

Unter einem Stoffgemisch kann etwas verstanden werden, was Bestandteile aus zwei oder mehr verschiedenen Stoffen besteht, deren Bestandteile beispielsweise sehr fein verteilt
5 sind.

Unter Graphen wird ein organischer Stoff verstanden, der eine atomar dünne Schicht aus in der Ebene hexagonal angeordneten Kohlenstoffatomen aufweist. Diese Schicht kann auch als ein
10 riesiges zweidimensionales Fullerenmolekül; ein einzelnes unaufgerolltes Kohlenstoffnanoröhrchen oder als eine Schicht einer Lamelle des Graphit-Kristalls aufgefasst werden. Unter Graphit wird ein organischer Stoff verstanden, der wenigstens zwei Lagen Graphen aufweist. Unter Silicen wird ein
15 anorganischer Stoff verstanden, der eine atomar dünne Schicht aus hexagonal angeordneten Siliziumatomen aufweist. Die hexagonale Gitterstruktur von Kohlenstoffatomen in Graphen oder Siliziumatomen in Silicen ist dicht gepackt mit Elektronenwolken und kann somit sehr dicht sein hinsichtlich
20 einer Permeabilität von Molekülen. Aus Graphen, Graphit und Silicen können daher sehr dichte Barrierestrukturen mit geringer Dicke gebildet werden.

Unter dem Begriff „transluzent“ bzw. „transluzente Schicht“
25 wird in verschiedenen Ausführungsbeispielen verstanden, dass eine Schicht für Licht durchlässig ist, beispielsweise für das von dem lichtemittierenden Bauelement erzeugte Licht, beispielsweise in einem oder mehreren Wellenlängenbereich(en), beispielsweise für Licht in einem
30 Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts (beispielsweise zumindest in einem Teilbereich des Wellenlängenbereichs von 380 nm bis 780 nm). Beispielsweise ist unter dem Begriff „transluzente Schicht“ in verschiedenen Ausführungsbeispielen zu verstehen, dass im Wesentlichen die gesamte in eine
35 Struktur (beispielsweise eine Schicht) eingekoppelte Lichtmenge auch aus der Struktur (beispielsweise Schicht) ausgekoppelt wird, wobei ein Teil des Lichts hierbei gestreut werden kann.

Unter dem Begriff „transparent“ oder „transparente Schicht“ wird in verschiedenen Ausführungsbeispielen verstanden, dass eine Schicht für Licht durchlässig ist (beispielsweise
5 zumindest in einem Teilbereich des Wellenlängenbereichs von 380 nm bis 780 nm), wobei in eine Struktur (beispielsweise eine Schicht) eingekoppeltes Licht im Wesentlichen ohne Streuung oder Lichtkonversion auch aus der Struktur (beispielsweise Schicht) ausgekoppelt wird.

10

Für den Fall, dass beispielsweise ein lichtemittierendes monochromes oder im Emissionsspektrum begrenztes elektronisches Bauelement bereitgestellt werden soll, ist es ausreichend, dass die optisch transluzente Schichtenstruktur
15 zumindest in einem Teilbereich des Wellenlängenbereichs des gewünschten monochromen Lichts oder für das begrenzte Emissionsspektrum transluzent ist.

In verschiedenen Ausgestaltungen weist ein Klebstoff einen
20 der folgenden Stoffe auf oder ist daraus gebildet: ein Kasein, ein Glutin, eine Stärke, eine Cellulose, ein Harz, ein Tannin, ein Lignin, einen organischen Stoff mit Sauerstoff, Stickstoff, Chlor und/oder Schwefel; ein Metalloxid, ein Silikat, ein Phosphat, ein Borat. In
25 verschiedenen Ausgestaltungen kann ein Klebstoff als ein Schmelzklebstoff, beispielsweise ein Lösemittelhaltiger Nassklebstoff, ein Kontaktklebstoff, ein Dispersionsklebstoff, ein Wasserbasierter Klebstoff, ein Plastisol; ein Polymerisationsklebstoff, beispielsweise ein
30 Cyanacrylat-Klebstoff, ein Methylmethacrylat-Klebstoff, ein anaerob härtender Klebstoff, ein ungesättigter Polyester, ein Strahlenhärtender Klebstoff; ein Polykondensationsklebstoff, beispielsweise ein Phenol-Formaldehydharz-Klebstoff, ein Silikon, ein Silanvernetzender Polymerklebstoff, ein
35 Polyimidklebstoff, ein Polysulfidklebstoff; und/oder ein Polyadditionsklebstoff, beispielsweise ein Epoxidharz-Klebstoff, ein Polyurethan-Klebstoff, ein Silikon, ein Haftklebstoff; aufweisen oder daraus gebildet sein.

Unter der Austrittsarbeit kann die Arbeit verstanden werden, die aufgewendet wird um Elektronen aus einem Festkörper herauszulösen. Der Betrag der dafür aufzuwendenden Arbeit entspricht dem Betrag Energiedifferenz der Fermi-Energie des Elektrons im Festkörper zu der Energie des Elektrons im Vakuum. Die Austrittsarbeit eines Elektrons aus einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht kann beispielsweise gemessen werden, wie in M. Kröger et al., Physical Review B 75 (2007) 235321 beschrieben ist.

Fig.1a zeigt eine Querschnittansicht eines optoelektronischen Bauelements 100 gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen.

Dargestellt ist eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Bauelementes 100 aufweisend: ein Träger 102, eine Barriereschicht 104, einen elektrisch aktiven Bereich 106 mit einer ersten Elektrode 110, einer organisch funktionellen Schichtensystem 112 mit einer ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur 116, einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichten 118 und einer zweiten funktionellen Schichtenstruktur 120; und einer zweiten Elektrode 114; einer Barrieredünnschicht 108, einer Klebstoffschicht 122 und einer Abdeckung 124, wie sie im Folgenden näher beschrieben werden.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die organische Leuchtdiode (oder auch die lichtemittierenden Bauelemente 100 gemäß den oben oder noch im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen) als ein so genannter Top- oder Bottom-Emitter eingerichtet sein. Ein Top- oder Bottom-Emitter kann auch als optisch transparentes Bauelement, beispielsweise eine transparente organische Leuchtdiode, ausgebildet werden.

Der Träger 102 des optoelektronischen Bauelements 100 in Form eines lichtemittierenden Bauelements, beispielsweise in Form einer organischen Leuchtdiode 100, kann beispielsweise als ein Trägerelement für elektronische Elemente oder Schichten, beispielsweise lichtemittierende Elemente, dienen.

Beispielsweise kann der Träger 102 Glas, Quarz, und/oder ein Halbleitermaterial oder irgendein anderes geeignetes Material aufweisen oder daraus gebildet sein. Ferner kann der Träger eine Kunststofffolie oder ein Laminat mit einer oder mit
5 mehreren Kunststofffolien aufweisen oder daraus gebildet sein. Der Kunststoff kann ein oder mehrere Polyolefine (beispielsweise Polyethylen (PE) mit hoher oder niedriger Dichte oder Polypropylen (PP)) aufweisen oder daraus gebildet sein. Ferner kann der Kunststoff Polyvinylchlorid (PVC),
10 Polystyrol (PS), Polyester und/oder Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polyethersulfon (PES) und/oder Polyethylennaphthalat (PEN) aufweisen oder daraus gebildet sein. Das Substrat 102 kann eines oder mehrere der oben genannten Materialien aufweisen. Das Substrat 102 kann
15 transluzent oder sogar transparent ausgeführt sein. Der Träger 102 kann ein Metall aufweisen oder daraus gebildet sein, beispielsweise Kupfer, Silber, Gold, Platin, Eisen, beispielsweise eine Metallverbindung, beispielsweise Stahl. Ein Träger 102 aufweisend ein Metall oder eine
20 Metallverbindung kann auch als eine Metallfolie oder eine metallbeschichtete Folie ausgebildet sein.

Der Träger 102 kann transluzent oder sogar transparent ausgeführt sein.

25

Bei einem Träger 102, der ein Metall aufweist, kann das Metall beispielsweise als eine dünne transparente oder transluzente Schicht ausgebildet sein und/oder das Metall ein Teil einer Spiegelstruktur sein.

30

Der Träger 102 kann einen mechanisch rigiden Bereich und/oder einen mechanisch flexiblen Bereich aufweisen oder derart ausgebildet sein. Ein Träger 102, der einen mechanisch rigiden Bereich und einen mechanisch flexiblen Bereich
35 aufweist, kann beispielsweise strukturiert sein, beispielsweise indem der rigide Bereich und der flexible Bereich eine unterschiedliche Dicke aufweisen.

Ein mechanisch flexibler Träger 102 oder der mechanisch flexible Bereich kann beispielsweise als eine Folie ausgebildet sein, beispielsweise eine Kunststofffolie, Metallfolie oder ein dünnes Glas.

5

In einem Ausführungsbeispiel kann der Träger 102 als Wellenleiter für elektromagnetische Strahlung des optoelektronischen Bauelementes 100 ausgebildet sein.

- 10 Auf oder über dem Träger 102 kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen optional eine Barrierschicht 104 angeordnet sein, beispielsweise auf der Seite der organisch funktionellen Schichtensystem 112 und/oder auf der Seite, die der organisch funktionellen Schichtensystem 112 abgewandt
15 ist.

Die Barrierschicht 104 kann eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein:

- Aluminiumoxid, Zinkoxid, Zirkoniumoxid, Titanoxid,
20 Hafniumoxid, Tantaloxid, Lanthanumoxid, Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumoxinitrid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Aluminium-dotiertes Zinkoxid, Poly(p-phenylenterephthalamid), Nylon 66, sowie Mischungen und Legierungen derselben.

25

- In verschiedenen Ausgestaltungen kann die Barrierschicht 104 mittels eines Atomlagenabscheideverfahrens (atomic layer deposition - ALD) und/oder einem
Moleküllagenabscheideverfahrens (molecular layer deposition -
30 MLD) ausgebildet werden.

- In verschiedenen Ausgestaltungen kann die Barrierschicht 104 zwei oder mehr gleiche und/oder unterschiedliche Schichten, oder Lagen aufweisen, beispielsweise nebeneinander und/oder
35 übereinander, beispielsweise als eine Barrierschichtstruktur oder ein Barrierestapel, beispielsweise strukturiert. Ferner kann die Barrierschicht 104 in verschiedenen Ausführungsbeispielen eine Schichtdicke aufweisen in einem

Bereich von ungefähr 0,1 nm (eine Atomlage) bis ungefähr 1000 nm, beispielsweise eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 200 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 40 nm.

5

Auf oder über der Barrierschicht 104 (oder, wenn die Barrierschicht 104 nicht vorhanden ist, auf oder über dem Träger 102) ist der elektrisch aktiver Bereich des lichtemittierenden Bauelements 100 angeordnet. Der elektrisch aktive Bereich 106 ist der Bereich des lichtemittierenden Bauelements 100, in dem ein elektrischer Strom zum Betrieb des optoelektronischen Bauelements, beispielsweise des lichtemittierenden Bauelements 100, fließt. In verschiedenen Ausführungsbeispielen weist der elektrisch aktive Bereich 106 die erste Elektrode 110, die zweite Elektrode 114 und dazwischen das organisch funktionelle Schichtenstruktur 112 auf, wie es im Folgenden noch näher erläutert wird.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann auf oder über der Barrierschicht 104 (oder, wenn die Barrierschicht nicht vorhanden ist (nicht dargestellt), auf oder über dem Träger 102) die erste Elektrode 110 (beispielsweise in Form einer ersten Elektrodenschicht 110) aufgebracht sein. Die erste Elektrode 110 (im Folgenden auch als untere Elektrode 110 bezeichnet) kann aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet werden oder sein, beispielsweise aus einem Metall oder einem leitfähigen transparenten Oxid (transparent conductive oxide, TCO) oder einem Schichtenstapel mehrerer Schichten desselben Metalls oder unterschiedlicher Metalle und/oder desselben TCO oder unterschiedlicher TCOs.

Transparente leitfähige Oxide sind transparente, leitfähige Materialien, beispielsweise Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid, oder Indium-Zinn-Oxid (ITO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO, SnO₂, oder In₂O₃ gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise AlZnO, Zn₂SnO₄, CdSnO₃, ZnSnO₃, MgIn₂O₄,

GaInO₃, Zn₂In₂O₅ oder In₄Sn₃O₁₂ oder Mischungen unterschiedlicher transparenter leitfähiger Oxide zu der Gruppe der TCOs und können in verschiedenen Ausführungsbeispielen eingesetzt werden. Weiterhin

5 entsprechen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung und können ferner p-dotiert oder n-dotiert sein. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Elektrode 110 ein Metall aufweisen; beispielsweise Ag, Pt, Au, Mg, Al, Ba, In, Ca, Sm oder Li, sowie Verbindungen,

10 Kombinationen oder Legierungen dieser Materialien. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Elektrode 110 gebildet werden von einem Schichtenstapel einer Kombination einer Schicht eines Metalls auf einer Schicht eines TCOs, oder umgekehrt. Ein Beispiel ist eine

15 Silberschicht, die auf einer Indium-Zinn-Oxid-Schicht (ITO) aufgebracht ist (Ag auf ITO) oder ITO-Ag-ITO Multischichten. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Elektrode 110 eines oder mehrere der folgenden Materialien

20 vorsehen alternativ oder zusätzlich zu den oben genannten Materialien: Netzwerke aus metallischen Nanodrähten und -teilchen, beispielsweise aus Ag; Netzwerke aus Kohlenstoff-Nanoröhren; Graphen-Teilchen und -Schichten; Netzwerke aus halbleitenden Nanodrähten. Ferner kann die erste Elektrode 110 elektrisch leitfähige Polymere oder

25 Übergangsmetalloxide oder elektrisch leitfähige transparente Oxide aufweisen.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen können die erste Elektrode 110 und der Träger 102 transluzent oder transparent

30 ausgebildet sein. In dem Fall, dass die erste Elektrode 110 aus einem Metall gebildet wird, kann die erste Elektrode 110 beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 25 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 20 nm, beispielsweise eine

35 Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 18 nm. Weiterhin kann die erste Elektrode 110 beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von größer oder gleich ungefähr 10 nm,

beispielsweise eine Schichtdicke von größer oder gleich ungefähr 15 nm. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Elektrode 110 eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 25 nm, beispielsweise

5 eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 18 nm, beispielsweise eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 15 nm bis ungefähr 18 nm. Weiterhin kann für den Fall, dass die erste Elektrode 110 aus einem leitfähigen transparenten Oxid (TCO) gebildet wird, die erste

10 Elektrode 110 beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 50 nm bis ungefähr 500 nm, beispielsweise eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 75 nm bis ungefähr 250 nm, beispielsweise eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 100 nm bis

15 ungefähr 150 nm. Ferner kann für den Fall, dass die erste Elektrode 110 aus beispielsweise einem Netzwerk aus metallischen Nanodrähten, beispielsweise aus Ag, die mit leitfähigen Polymeren kombiniert sein können, einem Netzwerk aus Kohlenstoff-Nanoröhren, die mit leitfähigen

20 Polymeren kombiniert sein können, oder von Graphen-Schichten und Kompositen gebildet wird, die erste Elektrode 110 beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 500 nm, beispielsweise eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis

25 ungefähr 400 nm, beispielsweise eine Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 40 nm bis ungefähr 250 nm.

Die erste Elektrode 110 kann als Anode, also als löcherinjizierende Elektrode ausgebildet sein oder als

30 Kathode, also als eine elektroneninjizierende Elektrode.

Die erste Elektrode 110 kann einen ersten elektrischen Anschluss aufweisen, an den ein erstes elektrisches Potential (bereitgestellt von einer Energiequelle (nicht dargestellt),

35 beispielsweise einer Stromquelle oder einer Spannungsquelle) anlegbar ist. Alternativ kann das erste elektrische Potential an den Träger 102 angelegt werden oder sein und darüber dann mittelbar der ersten Elektrode 110 zugeführt werden oder

sein. Das erste elektrische Potential kann beispielsweise das Massepotential oder ein anderes vorgegebenes Bezugspotential sein.

- 5 Das organisch funktionelle Schichtenstruktur 112, auch bezeichnet als eine organische elektrolumineszente Schichtensystem 112, ist auf oder über der ersten Elektrode 110 aufgebracht. Die organisch elektrolumineszente Schichtensystem 112 kann mehrere organisch funktionelle
- 10 Schichtenstrukturen 116, 120 aufweisen. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die organische elektrolumineszente Schichtensystem 112 aber auch mehr als zwei organisch funktionelle Schichtenstrukturen aufweisen, beispielsweise 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, oder sogar mehr. In **Fig.1a** sind eine
- 15 erste organisch funktionelle Schichtenstruktur 116 und eine zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 dargestellt. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 wie eine der Ausgestaltungen der ersten organisch funktionellen
- 20 Schichtenstruktur 116 ausgebildet sein. Die erste organisch funktionelle Schichtenstruktur 116 und die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 können gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein, beispielsweise ein gleiches oder unterschiedliches Emittermaterial aufweisen. Die erste
- 25 organisch funktionelle Schichtenstruktur 116 kann auf oder über der ersten Elektrode 110 angeordnet sein. Weiterhin kann die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 über der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur 116 angeordnet sein, wobei zwischen der ersten organisch
- 30 funktionellen Schichtenstruktur 116 und der zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur 120 eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 (engl.: Charge Generation Layer, CGL) angeordnet ist. In Ausführungsbeispielen, in denen mehr als zwei organisch funktionelle
- 35 Schichtenstrukturen vorgesehen sind, kann zwischen jeweils zwei organisch funktionellen Schichtenstrukturen eine jeweilige Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur vorgesehen sein.

Wie im Folgenden noch näher erläutert wird kann jede der organisch funktionellen Schichtenstrukturen 116, 120 jeweils eine oder mehrere Emitterschichten aufweisen, beispielsweise
5 mit fluoreszierenden und/oder phosphoreszierenden Emittlern, sowie eine oder mehrere Lochleitungsschichten (auch bezeichnet als Lochtransportschicht/en).

In verschiedenen Ausführungsbeispielen können alternativ oder
10 zusätzlich eine oder mehrere Elektronenleitungsschichten (auch bezeichnet als Elektronentransportschicht/en) vorgesehen sein.

Beispiele für Emittermaterialien, die in dem
15 lichtemittierenden Bauelement 100 gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen für die Emitterschicht(en) eingesetzt werden können, schließen organische oder organometallische Verbindungen, wie Derivate von Polyfluoren, Polythiophen und Polyphenylen (z.B. 2- oder 2,5-substituiertes Poly-p-phenylenvinyl) sowie Metallkomplexe, beispielsweise
20 Iridium-Komplexe wie blau phosphoreszierendes FIrPic (Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl)-(2-carboxypyridyl)-iridium III), grün phosphoreszierendes Ir(ppy)₃ (Tris(2-phenylpyridin)iridium III), rot phosphoreszierendes Ru (dtb-bpy)₃*2(PF₆) (Tris[4,4'-di-tert-butyl-(2,2')-
25 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 rot fluoreszierendes DCM2 (4-
30 Dicyanomethylen)-2-methyl-6-julolidyl-9-enyl-4H-pyran) als nichtpolymere Emitter ein. Solche nichtpolymeren Emitter sind beispielsweise mittels thermischen Verdampfens abscheidbar. Ferner können Polymeremitter eingesetzt werden, welche insbesondere mittels eines nasschemischen Verfahrens, wie
35 beispielsweise einem Aufschleuderverfahren (auch bezeichnet als Spin Coating), abscheidbar sind. Die Emittermaterialien können in geeigneter Weise in einem Matrixmaterial

eingebettet sein. Es ist darauf hinzuweisen, dass andere geeignete Emitttermaterialien in anderen Ausführungsbeispielen ebenfalls vorgesehen sind.

5 Die Emitttermaterialien der Emitterschicht(en) des lichtemittierenden Bauelements 100 können beispielsweise so ausgewählt sein, dass das lichtemittierende Bauelement 100 Weißlicht emittiert. Die Emitterschicht(en) kann/können mehrere verschiedenfarbig (zum Beispiel blau und gelb oder
10 blau, grün und rot) emittierende Emitttermaterialien aufweisen, alternativ kann/können die Emitterschicht(en) auch aus mehreren Teilschichten aufgebaut sein, wie einer blau fluoreszierenden Emitterschicht oder blau phosphoreszierenden Emitterschicht, einer grün phosphoreszierenden Emitterschicht
15 und einer rot phosphoreszierenden Emitterschicht. Durch die Mischung der verschiedenen Farben kann die Emission von Licht mit einem weißen Farbeindruck resultieren. Alternativ kann auch vorgesehen sein, im Strahlengang der durch diese Schichten erzeugten Primäremission ein Konvertermaterial
20 anzuordnen, das die Primärstrahlung zumindest teilweise absorbiert und eine Sekundärstrahlung anderer Wellenlänge emittiert, so dass sich aus einer (noch nicht weißen) Primärstrahlung durch die Kombination von primärer Strahlung und sekundärer Strahlung ein weißer Farbeindruck ergibt.

25

Auch können die Emitttermaterialien verschiedener organischer funktioneller Schichtenstrukturen so gewählt sein oder werden, dass zwar die einzelnen Emitttermaterialien Licht unterschiedlicher Farbe (beispielsweise blau, grün oder rot
30 oder beliebige andere Farbkombinationen, beispielsweise beliebige andere Komplementär-Farbkombinationen) emittieren, dass aber beispielsweise das Gesamtlicht, das insgesamt von allen organisch funktionellen Schichtenstrukturen emittiert wird und von der OLED nach außen emittiert wird, ein Licht
35 vorgegebener Farbe, beispielsweise Weißlicht, ist.

Die organisch funktionellen Schichtenstrukturen 116, 120 können allgemein eine oder mehrere elektrolumineszente

Schichten aufweisen. Die eine oder mehreren elektrolumineszenten Schichten kann oder können organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine, nicht-polymere Moleküle („small molecules“) oder eine Kombination dieser Materialien aufweisen. Beispielsweise kann die organische elektrolumineszente Schichtensystem 112 eine oder mehrere elektrolumineszente Schichten aufweisen, die als Lochtransportschicht ausgeführt ist oder sind, so dass beispielsweise in dem Fall einer OLED eine effektive Löcherinjektion in eine elektrolumineszierende Schicht oder einen elektrolumineszierenden Bereich ermöglicht wird. Alternativ können in verschiedenen Ausführungsbeispielen die organisch funktionellen Schichtenstrukturen 116, 120, eine oder mehrere funktionelle Schichten aufweisen, die als Elektronentransportschicht ausgeführt ist oder sind, so dass beispielsweise in einer OLED eine effektive Elektroneninjektion in eine elektrolumineszierende Schicht oder einen elektrolumineszierenden Bereich ermöglicht wird. Als Material für die Lochtransportschicht können beispielsweise tertiäre Amine, Carbazolderivate, leitendes Polyanilin oder Polyethylendioxythiophen verwendet werden. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann oder können die eine oder die mehreren elektrolumineszenten Schichten als elektrolumineszierende Schicht ausgeführt sein.

Auf oder über der organischen elektrolumineszenten Schichtenstruktur 110 oder gegebenenfalls auf oder über der einen oder den mehreren weiteren organischen Funktionsschichten kann die zweite Elektrode 114 (beispielsweise in Form einer zweiten Elektrodenschicht 114) aufgebracht sein, wie oben beschrieben worden ist.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Elektrode 114 gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Elektrode 110 ausgebildet sein, wobei die erste Elektrode 110 und die zweite Elektrode 114 gleich oder unterschiedlich sein können. In verschiedenen Ausführungsbeispielen sind Metalle

besonders geeignet. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Elektrode 114 (beispielsweise für den Fall einer metallischen zweiten Elektrode 114), beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 2000 nm, beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 1000 nm, beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 500 nm, beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 200 nm, beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 100 nm, beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von kleiner oder gleich ungefähr 50 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 45 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 40 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 35 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 30 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 25 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 20 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 15 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von kleiner oder gleich ungefähr 10 nm. Die zweite Elektrode 114 kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen aus einem oder mehreren der Materialien und mit der jeweiligen Schichtdicke ausgebildet sein oder werden, wie oben im Zusammenhang mit der ersten Elektrode 110 beschrieben.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen sind die erste Elektrode 110 und die zweite Elektrode 114 beide transluzent oder transparent ausgebildet. Somit kann das in Fig.1a dargestellte lichtemittierende Bauelement 100 als Top- und Bottom-Emitter und/oder als transparentes lichtemittierendes Bauelement 100 eingerichtet sein.

Die zweite Elektrode 114 kann als Anode, also als löcherinjizierende Elektrode ausgebildet sein oder als Kathode, also als eine elektroneninjizierende Elektrode.

Die zweite Elektrode 114 kann einen zweiten elektrischen Anschluss aufweisen, an den ein zweites elektrisches Potential (welches unterschiedlich ist zu dem ersten elektrischen Potential), bereitgestellt von der

5 Energiequelle, anlegbar ist. Das zweite elektrische Potential kann beispielsweise einen Wert aufweisen derart, dass die Differenz zu dem ersten elektrischen Potential einen Wert in einem Bereich von ungefähr 1,5 V bis ungefähr 230 V aufweist, beispielsweise einen Wert in einem Bereich von ungefähr 2,5 V

10 bis ungefähr 15 V, beispielsweise einen Wert in einem Bereich von ungefähr 3 V bis ungefähr 12 V. Ein elektrisches Potential bis 230 V kann beispielsweise realisiert werden in dem mehrere organisch funktionelle Schichtenstrukturen 116, 120 übereinander gestapelt werden, beispielsweise ungefähr

15 76. Dadurch ist beispielsweise ein Betrieb des optoelektronischen Bauelementes mit Netzspannung möglich, d.h. ohne Vorschaltgerät.

Auf oder über der zweiten Elektrode 114 und damit auf oder

20 über dem elektrisch aktiven Bereich 106 kann optional noch eine Verkapselung, beispielsweise mit einer Barrierendünnschicht/Dünnschichtverkapselung 108 gebildet werden oder sein.

25 Unter einer „Barrierendünnschicht“ bzw. einem „Barriere-Dünnschicht“ 108 kann im Rahmen dieser Anmeldung beispielsweise eine Schicht oder eine Schichtenstruktur verstanden werden, die dazu geeignet ist, eine Barriere gegenüber chemischen Verunreinigungen bzw. atmosphärischen Stoffen, insbesondere

30 gegenüber Wasser (Feuchtigkeit) und Sauerstoff, zu bilden. Mit anderen Worten ist die Barrierendünnschicht 108 derart ausgebildet, dass sie von OLED-schädigenden Stoffen wie Wasser, Sauerstoff oder Lösemittel nicht oder höchstens zu sehr geringen Anteilen durchdrungen werden kann.

35

Gemäß einer Ausgestaltung kann die Barrierendünnschicht 108 als eine einzelne Schicht (anders ausgedrückt, als Einzelschicht) ausgebildet sein. Gemäß einer alternativen

Ausgestaltung kann die Barrierendünnschicht 108 eine Mehrzahl von aufeinander ausgebildeten Teilschichten aufweisen. Mit anderen Worten kann gemäß einer Ausgestaltung die Barrierendünnschicht 108 als Schichtstapel (Stack) ausgebildet sein. Die Barrierendünnschicht 108 oder eine oder mehrere Teilschichten der Barrierendünnschicht 108 können beispielsweise mittels eines geeigneten Abscheideverfahrens gebildet werden, z.B. mittels eines Moleküllagenabscheideverfahrens (Molecular Layer Deposition (MLD)), eines Atomlagenabscheideverfahrens (Atomic Layer Deposition (ALD)) gemäß einer Ausgestaltung, z.B. eines plasmaunterstützten Atomlagenabscheideverfahrens (Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition (PEALD)) oder eines plasmalosen Atomlageabscheideverfahrens (Plasma-less Atomic Layer Deposition (PLALD)), oder mittels eines chemischen Gasphasenabscheideverfahrens (Chemical Vapor Deposition (CVD)) gemäß einer anderen Ausgestaltung, z.B. eines plasmaunterstützten Gasphasenabscheideverfahrens (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD)) oder eines plasmalosen Gasphasenabscheideverfahrens (Plasma-less Chemical Vapor Deposition (PLCVD)), oder alternativ mittels anderer geeigneter Abscheideverfahren.

Durch Verwendung eines Atomlagenabscheideverfahrens (ALD) können sehr dünne Schichten abgeschieden werden. Insbesondere können Schichten abgeschieden werden, deren Schichtdicken im Atomlagenbereich liegen.

Gemäß einer Ausgestaltung können bei einer Barrierendünnschicht 108, die mehrere Teilschichten aufweist, alle Teilschichten mittels eines Atomlagenabscheideverfahrens gebildet werden. Eine Schichtenfolge, die nur ALD-Schichten aufweist, kann auch als „Nanolaminat“ bezeichnet werden.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung können bei einer Barrierendünnschicht 108, die mehrere Teilschichten aufweist, eine oder mehrere Teilschichten der Barrierendünnschicht 108 mittels eines anderen Abscheideverfahrens als einem

Atomlagenabscheideverfahren abgeschieden werden,
beispielsweise mittels eines Gasphasenabscheideverfahrens.

Die Barrierendünnschicht 108 kann gemäß einer Ausgestaltung
5 eine Schichtdicke von ungefähr 0,1 nm (eine Atomlage) bis
ungefähr 1000 nm aufweisen, beispielsweise eine Schichtdicke
von ungefähr 10 nm bis ungefähr 100 nm gemäß einer
Ausgestaltung, beispielsweise ungefähr 40 nm gemäß einer
Ausgestaltung.

10

Gemäß einer Ausgestaltung, bei der die Barrierendünnschicht
108 mehrere Teilschichten aufweist, können alle Teilschichten
dieselbe Schichtdicke aufweisen. Gemäß einer anderen
Ausgestaltung können die einzelnen Teilschichten der
15 Barrierendünnschicht 108 unterschiedliche Schichtdicken
aufweisen. Mit anderen Worten kann mindestens eine der
Teilschichten eine andere Schichtdicke aufweisen als eine
oder mehrere andere der Teilschichten.

20 Die Barrierendünnschicht 108 oder die einzelnen Teilschichten
der Barrierendünnschicht 108 können gemäß einer Ausgestaltung
als transluzente oder transparente Schicht ausgebildet sein.
Mit anderen Worten kann die Barrierendünnschicht 108 (oder
die einzelnen Teilschichten der Barrierendünnschicht 108) aus
25 einem transluzenten oder transparenten Material (oder einer
Materialkombination, die transluzent oder transparent ist)
bestehen.

Gemäß einer Ausgestaltung kann die Barrierendünnschicht 108
30 oder (im Falle eines Schichtenstapels mit einer Mehrzahl von
Teilschichten) eine oder mehrere der Teilschichten der
Barrierendünnschicht 108 eines der nachfolgenden Materialien
aufweisen oder daraus gebildet sein: Aluminiumoxid, Zinkoxid,
Zirkoniumoxid, Titanoxid, Hafniumoxid, Tantaloxid,
35 Lanthanumoxid, Siliziumoxid, Siliziumnitrid,
Siliziumoxinitrid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Aluminium-
dotiertes Zinkoxid, sowie Mischungen und Legierungen
derselben. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die

Barrierendünnschicht 108 oder (im Falle eines Schichtenstapels mit einer Mehrzahl von Teilschichten) eine oder mehrere der Teilschichten der Barrierendünnschicht 108 ein oder mehrere hochbrechende Materialien aufweisen, anders
5 ausgedrückt ein oder mehrere Materialien mit einem hohen Brechungsindex, beispielsweise mit einem Brechungsindex von mindestens 2.

Ferner ist darauf hinzuweisen, dass in verschiedenen
10 Ausführungsbeispielen auch ganz auf eine Barrierendünnschicht 108 verzichtet werden kann. In solch einer Ausgestaltung kann die optoelektronische Bauelementevorrichtung beispielsweise eine weitere Verkapselungsstruktur aufweisen, wodurch eine Barrierendünnschicht 108 optional werden kann, beispielsweise
15 eine Abdeckung, beispielsweise eine Kavitätsglasverkapselung oder metallische Verkapselung.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann in der Verkapselung auf oder über der Barrierendünnschicht 108 ein
20 Klebstoff 122 und/oder ein Schutzlack 122 vorgesehen sein, mittels dessen beispielsweise eine Abdeckung 124 (beispielsweise eine Glasabdeckung, eine Metallfolienabdeckung, eine abgedichtete Kunststofffolien-Abdeckung) auf der Barrierendünnschicht 108 befestigt ist,
25 beispielsweise aufgeklebt ist. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die optisch transluzente Schicht aus Klebstoff 122 und/oder Schutzlack 122 eine Schichtdicke von größer als 1 μm aufweisen, beispielsweise eine Schichtdicke von mehreren μm . In verschiedenen
30 Ausführungsbeispielen kann der Klebstoff einen Laminations-Klebstoff aufweisen oder ein solcher sein.

In die Schicht des Klebstoffs (auch bezeichnet als Kleberschicht) können in verschiedenen Ausführungsbeispielen
35 noch lichtstreuende Partikel eingebettet sein, die zu einer weiteren Verbesserung des Farbwinkelverzugs und der Auskoppelleffizienz führen können. In verschiedenen Ausführungsbeispielen können als lichtstreuende Partikel

beispielsweise dielektrische Streupartikel vorgesehen sein wie beispielsweise Metalloxide wie z.B. Siliziumoxid (SiO_2), Zinkoxid (ZnO), Zirkoniumoxid (ZrO_2), Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Indium-Zink-Oxid (IZO), Galliumoxid (Ga_2O_3)

- 5 Aluminiumoxid, oder Titanoxid. Auch andere Partikel können geeignet sein, sofern sie einen Brechungsindex haben, der von dem effektiven Brechungsindex der Matrix der transluzenten Schichtenstruktur verschieden ist, beispielsweise Luftblasen, Acrylat oder Glashohlkugeln. Ferner können beispielsweise
10 metallische Nanopartikel, Metalle wie Gold, Silber, Eisen-Nanopartikel, oder dergleichen als lichtstreuende Partikel vorgesehen sein.

- In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann zwischen der
15 zweiten Elektrode 114 und der Schicht aus Klebstoff 122 und/oder Schutzlack 122 noch eine elektrisch isolierende Schicht (nicht dargestellt) aufgebracht werden oder sein, beispielsweise SiN , beispielsweise mit einer Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 300 nm bis ungefähr 1,5 μm ,
20 beispielsweise mit einer Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 500 nm bis ungefähr 1 μm , um elektrisch instabile Materialien zu schützen, beispielsweise während eines nasschemischen Prozesses.

- 25 In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Klebstoff derart eingerichtet sein, dass er selbst einen Brechungsindex aufweist, der kleiner ist als der Brechungsindex der Abdeckung 124. Ein solcher Klebstoff kann beispielsweise ein niedrigbrechender Klebstoff sein wie beispielsweise ein
30 Acrylat, der einen Brechungsindex von ungefähr 1,3 aufweist. In einer Ausgestaltung kann ein Klebstoff beispielsweise ein hochbrechender Klebstoff sein der beispielsweise hochbrechende, nichtstreuende Partikel aufweist und einen mittleren Brechungsindex aufweist, der ungefähr dem mittleren
35 Brechungsindex der organisch funktionellen Schichtenstruktur entspricht, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 1,7 bis ungefähr 2,0. Weiterhin können mehrere unterschiedliche

Klebstoffe vorgesehen sein, die eine Klebstoffschichtenfolge bilden.

5 Ferner ist darauf hinzuweisen, dass in verschiedenen Ausführungsbeispielen auch ganz auf einen Klebstoff 122 verzichtet werden kann, beispielsweise in Ausgestaltungen, in denen die Abdeckung 124, beispielsweise aus Glas, mittels beispielsweise Plasmaspritzens auf die Barrierendünnschicht 108 aufgebracht wird.

10

Auf oder über dem elektrisch aktiven Bereich 106 kann eine Getter-Schicht angeordnet sein (nicht dargestellt) derart, dass die Getter-Schicht den elektrisch aktiven Bereich 106 hermetisch bezüglich schädlicher Umwelteinflüsse abdichtet, 15 beispielsweise die Diffusionsrate von Wasser und/oder Sauerstoff zu der Barrierendünnschicht 108 und/oder dem elektrisch aktiven Bereich 106 hin reduziert.

20 In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Getter-Schicht transluzent, transparent oder opak ausgebildet sein und eine Schichtdicke von größer als ungefähr 1 μm aufweisen, beispielsweise eine Schichtdicke von mehreren μm . In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Matrix der Getter-Schicht einen Laminations-Klebstoff aufweisen.

25

Ferner können in verschiedenen Ausführungsbeispielen zusätzlich eine oder mehrere Entspiegelungsschichten (beispielsweise kombiniert mit der Barrierendünnschicht 108) in dem lichtemittierenden Bauelement 100 vorgesehen sein.

30

In verschiedenen Ausführungsbeispielen können/kann die Abdeckung 124 und/oder der Klebstoff 122 einen Brechungsindex (beispielsweise bei einer Wellenlänge von 633 nm) von 1,55 aufweisen.

35

In einer Ausgestaltung kann die Abdeckung 124, beispielsweise aus Glas, beispielsweise mittels einer Fritten-Verbindung (engl. glass frit bonding/glass soldering/seal glass bonding)

mittels eines herkömmlichen Glaslotes in den geometrischen Randbereichen des organischen optoelektronischen Bauelementes 100 mit der Barrieredünnschicht 108 aufgebracht werden.

- 5 Ferner können in verschiedenen Ausführungsbeispielen zusätzlich noch eine oder mehrere Ein-/Auskoppelschichten in dem organischen, optoelektronischen Bauelement 100 ausgebildet sein, beispielsweise eine externe Auskoppelfolie auf oder über dem Träger 102 (nicht dargestellt) oder eine
- 10 interne Auskoppelschicht (nicht dargestellt) im Schichtenquerschnitt des optoelektronischen Bauelementes 100. Die Ein-/Auskoppelschicht kann eine Matrix und darin verteilt Streuzentren aufweisen, wobei der mittlere Brechungsindex der Ein-/Auskoppelschicht größer ist als der mittlere
- 15 Brechungsindex der Schicht, aus der die elektromagnetische Strahlung bereitgestellt wird.

Fig.1b zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer organisch funktionellen Schichtenstruktur gemäß verschiedenen

20 Ausführungsbeispielen.

Dargestellt ist eine organisch funktionelle Schichtensystem 112 mit einer ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur 116 und einer zweiten organisch

25 funktionellen Schichtenstruktur 120, die mittels einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 miteinander verbunden sind.

Die erste organisch funktionelle Schichtenstruktur 116 und/oder die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 können eine Lochinjektionsschicht 130a, b; eine Lochtransportschicht 132a, b; eine Emitterschicht 134a, b; eine Elektronentransportschicht 136a, b und eine Elektroneninjektionsschicht 138a, b aufweisen. In

30 verschiedenen Ausführungsbeispielen können in einer organisch funktionellen Schichtenstruktur 116, 120 eine oder mehrere der genannten Schichten vorgesehen sein, wobei gleiche artige Schichten einen körperlichen Kontakt aufweisen können, nur

35

elektrisch miteinander verbunden sein können oder sogar elektrisch voneinander isoliert ausgebildet sein können, beispielsweise nebeneinander angeordnet sein können. In verschiedenen Ausführungsbeispielen können einzelne Schichten
 5 der oben genannten Schichten optional sein.

Wie in **Fig.1b** dargestellt ist, kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen die erste organisch funktionelle Schichtenstruktur 116 eine erste Lochinjektionsschicht 130a
 10 aufweisen, die auf oder über der ersten Elektrode 110 ausgebildet ist. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Lochinjektionsschicht 130a eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein:
 HAT-(CN)₆, Cu(I)pFBz, MoO_x, WO_x, VO_x, ReO_x, F4-TCNQ, NDP-2,
 15 NDP-9 (NDP-2, NDP-9 der Firma NOVALED) Bi(III)pFBz, F16CuPc; NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis-biphenyl-4-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N-bis-naphthalen-2-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis-naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl]-9H-fluor; N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-tetra(N,N-di-tolyl)amino-spiro-bifluoren; und N, N,N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidin.

Die erste Lochinjektionsschicht 130a kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 1000 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 30 nm bis ungefähr 300 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 50 nm bis ungefähr 200 nm.

Auf oder über der ersten Lochinjektionsschicht 130a kann eine erste Lochtransportschicht 132a ausgebildet sein. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Lochtransportschicht 132a eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis-biphenyl-4-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N-bis-naphthalen-2-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis-naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl]-9H-fluor; N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)-9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-tetra(N,N-ditolyl)amino-spiro-bifluoren; und N,N',N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidin.

35

Die erste Lochtransportschicht 132a kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr

50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

Auf oder über der Lochtransportschicht 132a kann eine erste
 5 Emitterschicht 134a ausgebildet sein. Die Emitttermaterialien, die beispielsweise für die erste Emitterschicht 134a vorgesehen sein können, sind oben beschrieben.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste
 10 Emitterschicht 134a eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

15 Auf oder über der ersten Emitterschicht 134a kann eine erste Elektronentransportschicht 136a angeordnet sein, beispielsweise abgeschieden. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Elektronentransportschicht 136a eines oder mehrere der
 20 folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: NET-18 der Firma NOVALED; 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenylyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole, 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolato-lithium, 4-
 25 (Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenylyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-
 30 (biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]-9,9-dimethylfluorene; 1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-
 35 Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-f][1,10]phenanthroline; Phenyl-dipyrenylphosphine oxide;

Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide;
Perylentetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; und
Stoffe basierend auf Silolen mit einer
Silacyclopentadieneinheit.

5

Die erste Elektronentransportschicht 136a kann eine
Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis
ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr
10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

10

Auf oder über der ersten Elektronentransportschicht 136a kann
eine erste Elektroneninjektionsschicht 138a ausgebildet sein.
In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste
Elektroneninjektionsschicht 138a eines oder mehrere der
folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein:
NDN-26 der Firma NOVALED; MgAg, Cs₂CO₃, Cs₃PO₄, Na, Ca, K,
Mg, Cs, Li, LiF; 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-
1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-
1,3,4-oxadiazole, 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-
phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolato-lithium, 4-
(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-
(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 4,7-
Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenyl)-4-
phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-
quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-
(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-
phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-
bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]-9,9-dimethylfluorene;
1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene;
2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-
Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline;
Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-
2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-
f][1,10]phenanthroline; Phenyl-dipyrenylphosphine-oxide;
Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide;
Perylentetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; und

Stoffe basierend auf Silolen mit einer Silacyclopentadieneinheit.

Die erste Elektroneninjektionsschicht 138a kann eine
5 Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 200 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 20 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise ungefähr 30 nm.

Wie oben beschrieben worden ist bilden die (optionale)
10 Lochinjektionsschicht 130a, die (optionale) erste Lochtransportschicht 132a, die erste Emitterschicht 134a, die (optionale) erste Elektronentransportschicht 136a sowie die (optionale) erste Elektroneninjektionsschicht 138a die erste organisch funktionelle Schichtenstruktur 116. Auf oder über
15 der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur 116 ist eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur (CGL) 118 angeordnet, die unten noch näher beschrieben wird.

Auf oder über der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-
20 Schichtenstruktur 118 ist die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 angeordnet. Wie in Fig.1b dargestellt ist, kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 eine zweite Lochinjektionsschicht 130b aufweisen, die zwischen der
25 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 und der zweiten Lochtransportschicht 130b ausgebildet sein kann.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Lochinjektionsschicht 130b gemäß einer der Ausgestaltungen
30 der ersten Lochinjektionsschicht 130a ausgebildet sein. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Lochinjektionsschicht 130b optional sein.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite
35 organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 eine zweite Lochtransportschicht 132b aufweisen, wobei die zweite Lochtransportschicht 132b auf oder über (dargestellt) der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 angeordnet

ist. Beispielsweise kann die zweite Lochtransportschicht 132b in körperlichem Kontakt mit der Oberfläche der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 sein, anders ausgedrückt, sie können sich eine gemeinsame
5 Grenzfläche teilen. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Lochtransportschicht 132b Teil der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 sein, die im Folgenden noch näher beschrieben wird. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Lochtransportschicht
10 132b gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Lochtransportschicht 132a ausgebildet sein.

Weiterhin kann die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 eine zweite Emitterschicht 134b
15 aufweisen, die auf oder über der zweiten Lochtransportschicht 132b angeordnet sein kann. Die Emitttermaterialien der zweiten Emitterschicht können Materialien sein, wie sie oben beschrieben worden sind. Die zweite Emitterschicht 134b kann ein Emitttermaterial gemäß einer der Ausgestaltungen der
20 ersten Emitterschicht 134a aufweisen, beispielsweise das gleiche Emitttermaterial. Alternativ können die zweite Emitterschicht 134b und die erste Emitterschicht 134a unterschiedliche Emitttermaterialien aufweisen. Mit anderen Worten: In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die
25 zweite Emitterschicht 134b derart eingerichtet sein, dass sie elektromagnetische Strahlung, beispielsweise Licht, gleicher Wellenlänge(n) emittiert wie die erste Emitterschicht 134a. Alternativ kann die zweite Emitterschicht 134b derart eingerichtet sein, dass sie elektromagnetische Strahlung,
30 beispielsweise Licht, anderer Wellenlänge(n) emittiert als die erste Emitterschicht 134a. Andere geeignete Emitttermaterialien, beispielsweise anorganische Farbstoffe oder Leuchtstoffe, können selbstverständlich sowohl für die erste Emitterschicht 134a als auch für die zweite
35 Emitterschicht 134b vorgesehen sein.

Weiterhin kann die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120 eine zweite Elektronentransportschicht

136b aufweisen, die auf oder über der zweiten Emitterschicht 134b angeordnet, beispielsweise abgeschieden, sein kann. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Elektronentransportschicht 136b gemäß einer der
5 Ausgestaltungen der ersten Elektronentransportschicht 136a ausgebildet sein.

Auf oder über der zweiten Elektronentransportschicht 136b kann eine zweite Elektroneninjektionsschicht 138b ausgebildet
10 sein. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Elektroneninjektionsschicht 138b gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Elektroneninjektionsschicht 138a ausgebildet sein.

15 Wie oben beschrieben worden ist, bilden die (optionale) zweite Lochinjektionsschicht 130b, die (optionale) zweite Lochtransportschicht 132b, die zweite Emitterschicht 134b, die (optionale) zweite Elektronentransportschicht 136b, sowie die (optionale) zweite Elektroneninjektionsschicht 138b die
20 zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur 120.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann eine organisch funktionelle Schichtenstruktur 116, 120 also beispielsweise die Summe der Dicken von Lochtransportschicht(en) und
25 Emitterschicht(en) und Elektronentransportschicht(en), etc. eine Schichtdicke aufweisen von maximal ungefähr 1,5 μm , beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 1,2 μm , beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 1 μm , beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 800 nm,
30 beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 500 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 400 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 300 nm.

Eine solche organisch funktionelle Schichtenstruktur 116, 120
35 gemäß der oben beschriebenen Ausgestaltungen kann auch als eine organische Leuchtdioden-Einheit 116, 120 (OLED-Einheit 116, 120) bezeichnet werden. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann ein organisch funktionelles

Schichtensystem 112 einen Stapel von mehreren direkt übereinander angeordneten OLED-Einheiten 116, 120 aufweisen, wobei jede OLED-Einheit 116, 120 beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen kann von maximal ungefähr 1,5 μm ,
5 beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 1,2 μm ,
beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 1 μm ,
beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 800 nm,
beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 500 nm,
beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 400 nm,
10 beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 300 nm.
Das organisch funktionelle Schichtensystem 112 weist eine Schichtdicke in Abhängigkeit von der Anzahl der OLED-Einheiten 116, 120 auf, beispielsweise von maximal ungefähr 3 μm für das organisch funktionelle Schichtensystem 112 mit
15 zwei OLED-Einheiten 116, 120 (dargestellt).

Das lichtemittierende Bauelement 100 kann optional allgemein weitere organische Funktionsschichten, beispielsweise angeordnet auf oder über der einen oder mehreren
20 Emitterschichten oder auf oder über der oder den Elektronentransportschicht(en) aufweisen, die dazu dienen, die Funktionalität und damit die Effizienz des lichtemittierenden Bauelements 100 weiter zu verbessern, beispielsweise interne oder extern Einkoppel-
25 /Auskoppelstrukturen wie oben bereits beschrieben ist.

Fig.1c zeigt eine schematische Querschnittansicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen. Eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 kann eine erste
30 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 140, eine Zwischenschicht-Struktur 142 und eine zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 144 aufweisen, wie sie im Folgenden näher beschreiben werden. Die erste
35 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 kann auf oder über der ersten Elektronentransportschicht 136a oder der ersten Elektroneninjectionsschicht 138a angeordnet sein, beispielsweise mit dieser in körperlichem Kontakt sein. Die

zweite Lochinjektionsschicht 130b und/oder die zweite Lochtransportschicht 132b können/kann auf oder über der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 angeordnet sein, beispielsweise mit dieser in körperlichem Kontakt sein.

5

In einem ersten Fall kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 als elektronenleitende erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ausgebildet sein und die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 als
10 elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144. Im ersten Fall erfolgt die Trennung von Ladungsträgerpaaren an der Grenzfläche der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 mit der lochleitenden Schicht darüber, beispielsweise mit der zweiten
15 Lochinjektionsschicht 130b oder der zweiten Lochtransportschicht 132b. Mit anderen Worten: ist eine elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ausgebildet, kann eine zweite Lochinjektionsschicht 130b oder eine zweite Lochtransportschicht 132b optional sein. Das
20 Loch des in der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur 118 erzeugten Ladungsträgerpaares kann mittels der Lochinjektionsschicht 130b oder der Lochtransportschicht 132b zur zweiten Emitterschicht 134b der zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur 120 transportiert werden. Das
25 Elektron des erzeugten Ladungsträgerpaares kann mittels der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 und der ersten elektronenleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 zu der ersten Emitterschicht 134a der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur 116 transportiert
30 werden.

In einem zweiten Fall kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 als elektronenleitende erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ausgebildet sein und
35 die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 als lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144. Im zweiten Fall erfolgt die Trennung von Ladungsträgerpaaren im Übergang von der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-

Schicht 140 zu der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144, beispielsweise über die Zwischenschicht-Struktur 142.

- 5 Die Zwischenschicht-Struktur 142 weist folgenden Vorteil auf: Ähnlich anorganischen Schichten bei hohen Temperaturen in der Fertigung von Halbleiter-Bauelementen, beispielsweise bei Temperaturen größer als 200 °C, können organische Schichten während der Fertigung und im Betrieb bereits bei Temperaturen
- 10 unter 100 °C in andere Schichten diffundieren (partielle Schichtinterdiffusion), z.B. Teile der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 in die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 einer
- 15 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtstruktur 118 und umgekehrt. Bei Anlegen eines elektrischen Feldes an die Ladungsträger-Erzeugende-Schichtstruktur ist mittels der Schichtinterdiffusion ein Spannungsabfall über diese Schichtstruktur messbar. Dieser Spannungsabfall nimmt mit der Betriebsdauer zu, da die Diffusion leitfähiger organischer
- 20 Stoffe in einem elektrischen Feld gerichtet werden kann. Dies kann die Betriebsdauer organischer optoelektronischer Bauelemente begrenzen. Um die partielle Schichtinterdiffusion zu unterdrücken (das heißt anschaulich eine Barrierewirkung zu erreichen) ist zwischen die einzelnen organischen
- 25 Schichten, z.B. zwischen die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 und die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144, die Zwischenschicht-Struktur 142 eingefügt. Die Zwischenschicht-Struktur verhindert dabei die Schichtinterdiffusion, beispielsweise von Dotierstoffen,
- 30 Matrixstoffen oder intrinsisch leitfähigen Stoffen.

Weiterhin kann die Zwischenschicht-Struktur 142 eine Abreaktion der elektronenleitenden ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 mit der lochleitenden zweiten

35 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 verhindern, d.h. die Zwischenschicht-Struktur 142 bildet eine Reaktionsbarriere. Weiterhin kann die Zwischenschicht-Struktur 142 die Grenzflächenrauheit zwischen der elektronenleitenden zweiten

Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 und der elektronenleitenden ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 reduzieren, indem die Oberflächenrauheit der elektronenleitenden zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht mittels der Zwischenschicht-Struktur reduziert, kompensiert bzw. ausgeglichen wird.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die elektronenleitende erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 aus mehreren Stoffen, also beispielsweise einem Stoffgemisch, oder aus einem Abscheiden eines einzigen Stoffs gebildet werden (aus diesem Grund kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 auch als undotierte erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 bezeichnet werden).

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 500 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 3 nm bis ungefähr 100 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 90 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 20 nm bis ungefähr 80 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 30 nm bis ungefähr 70 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 40 nm bis ungefähr 60 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 50 nm. Die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 kann eine hohe Elektronenleitfähigkeit aufweisen, beispielsweise eine Elektronenleitfähigkeit in einer Größenordnung beispielsweise besser als ungefähr 10^{-7} S/m, beispielsweise besser als ungefähr 10^{-6} S/m, beispielsweise besser als ungefähr 10^{-5} S/m. Weiterhin kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 eine Austrittsarbeit mit einem Betrag von ungefähr 4,5 eV oder größer aufweisen, beispielsweise bis ungefähr 5,5 eV, beispielsweise bis ungefähr 5 eV; und eine geringe Absorption von sichtbarem Licht aufweisen. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die erste

Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 aus jedem Stoff oder Stoffgemisch gebildet sein, der diese genannten Bedingungen erfüllt.

- 5 Für den ersten Fall, das heißt die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist elektronenleitend, kann die undotierte erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140, beispielsweise einen der folgenden Stoffe aufweisen oder daraus gebildet sein: NDN-26 und/oder NDN-1 der Firma
 10 NOVALED; MgAg, Cs_2CO_3 , Cs_3PO_4 , Na, Ca, K, Mg, Cs, Li, LiF.

- Alternativ weist die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ein Stoffgemisch aus Matrix und n-Dotierstoff auf oder ist daraus gebildet. Die Matrix der ersten
 15 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 kann einen der folgenden Stoffe aufweisen oder daraus gebildet sein: NET-18 der Firma NOVALED; 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole, 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolato-lithium, 4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]-9,9-dimethylfluorene; 1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene;
 20 2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-f][1,10]phenanthroline; Phenyl-dipyrenylphosphine oxide;
 25 Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; Perylentetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; und Stoffe basierend auf Silolen mit einer

Silacyclopentadieneinheit. Der Dotierstoff der elektronenleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht weist einen der folgenden Stoffe auf oder ist daraus gebildet: NDN-26 und/oder NDN-1 der Firma NOVALED; MgAg, Cs_2CO_3 , Cs_3PO_4 ,
5 Na, Ca, K, Mg, Cs, Li, LiF.

Für den zweiten Fall, das heißt dass die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 lochleitend ist, kann die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140,
10 beispielsweise einen der folgenden Stoffe aufweisen oder daraus gebildet sein: $\text{HAT}-(\text{CN})_6$, Cu(I)pFBz , MoO_x , WO_x , VO_x , ReO_x , F4-TCNQ, NDP-2, NDP-9 der Firma NOVALED; , Bi(III)pFBz , F16CuPc .

15 In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 500 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 3 nm bis ungefähr 100 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr
20 10 nm bis ungefähr 90 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 20 nm bis ungefähr 80 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 30 nm bis ungefähr 70 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 40 nm bis ungefähr 60 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 50 nm. In
25 verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aus mehreren Stoffen, also beispielsweise einem Stoffgemisch, oder ebenfalls aus einem Abscheiden eines einzigen Stoffs gebildet werden (aus diesem Grund kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-
30 Schicht 144 auch als undotierte zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 bezeichnet werden). Die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 kann eine Transmission größer als ungefähr 90 % in einem Wellenlängenbereich von ungefähr 450 nm bis ungefähr 650 nm
35 aufweisen.

Im ersten Fall, das heißt die zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist elektronenleitend, kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 einen Stoff oder ein Stoffgemisch aufweisen mit hoher elektrischer Leitfähigkeit und einem Leitungsband (bzw. Lowest Unoccupied Molecule Orbital, LUMO), das energetisch ungefähr gleich bezüglich des Valenzbandes (bzw. Highest Occupied Molecule Orbital, HOMO) der direkt oder indirekt benachbarten Lochtransportschicht 132b und des Leitungsbandes der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ausgebildet ist. Die elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 kann eine hohe Elektronenleitfähigkeit aufweisen, beispielsweise eine Leitfähigkeit in einer Größenordnung beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10^{-7} S/m bis ungefähr 10^{-5} S/m oder besser. Weiterhin kann die elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 eine Austrittsarbeit mit einem Betrag von ungefähr 3,0 eV oder kleiner aufweisen und eine geringe Absorption von sichtbarem Licht aufweisen. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aus jedem Stoff oder Stoffgemisch gebildet sein, das diese genannten Bedingungen erfüllt. Beispielsweise kann die elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aufweisen oder daraus gebildet sein: HAT-(CN)₆, Cu(I)pFBz, MoO_x, WO_x, VO_x, ReO_x, F4-TCNQ, NDP-2 und/oder NDP-9 der Firma NOVALED, Bi(III)pFBz, F16CuPc.

Im zweiten Fall, dass heißt die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist lochleitend, kann die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 einen Stoff oder ein Stoffgemisch aufweisen mit hoher elektrischer Leitfähigkeit und einem Valenzbandes (Highest Occupied Molecule Orbital, HOMO) das energetisch ungefähr gleich bezüglich des Valenzbandes (Highest Occupied Molecule Orbital, HOMO) der direkt oder indirekt benachbarten Lochtransportschicht 132b und des Leitungsband (Lowest Unoccupied Molecule Orbital, LUMO) der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140

ausgebildet ist. Die lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 kann eine hohe Lochlochleitfähigkeit aufweisen, beispielsweise eine Leitfähigkeit in einer Größenordnung in Bereich von beispielsweise ungefähr 10^{-5} S/m bis ungefähr 10^{-3} S/m oder besser. Weiterhin kann die lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 eine Austrittsarbeit mit einem Betrag von ungefähr 4,5 eV oder größer aufweisen, beispielsweise bis ungefähr 5,5 eV, beispielsweise bis ungefähr 5 eV; und eine geringe Absorption von sichtbarem Licht aufweisen.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aus jedem Stoff oder Stoffgemisch gebildet sein, das diese genannten Bedingungen erfüllt. Beispielsweise kann die lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aufweisen oder daraus gebildet sein: 1-TNATA, NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethylfluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethylfluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenylfluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenylfluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis(biphenyl-4-yl-amino)phenyl)-9H-fluoren]; 9,9-Bis[4-(N,N-bis(naphthalen-2-yl-amino)phenyl)-9H-fluoren]; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis(naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl)-9H-fluor]; N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl-amino)-9,9-spiro-bifluoren]; 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)-9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-tetra(N,N-di-

tolyl)amino-spiro-bifluoren; und N, N,N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidin.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die lochleitende
 5 zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aus einem
 Stoffgemisch aus Matrix und p-Dotierstoff gebildet sein. Die
 Matrix der lochleitenden zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-
 Schicht 144 kann einen der folgenden Stoffe aufweisen oder
 daraus gebildet sein: 1-TNATA, NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-
 10 yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-
 2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-
 methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-
 Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB
 (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD
 15 N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-
 fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-
 bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-
 methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-
 NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-
 20 fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-
 9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis-biphenyl-4-yl-
 amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N-bis-naphthalen-2-yl-
 amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis-naphthalen-2-
 yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl]-9H-fluor; N,N'-
 25 bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-
 bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren;
 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]9,9-spiro-bifluoren;
 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-
 ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-tetra(N, N-di-
 30 tolyl)amino-spiro-bifluoren; und N, N,N',N'-tetra-naphthalen-
 2-yl-benzidin.

Der Dotierstoff der zweiten lochleitenden Ladungsträgerpaar-
 Erzeugung-Schicht 144 kann einen der folgenden Stoffe
 35 aufweisen oder daraus gebildet sein: HAT-(CN)₆, Cu(I)pFBz,
 MoO_x, WO_x, VO_x, ReO_x, F4-TCNQ, NDP-2 und/oder NDP-9 der Firma
 NOVALED, Bi(III)pFBz, F16CuPc.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die undotiert abgeschiedene lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 als einzig abgeschiedenen Stoff einen
5 der folgenden Stoffe aufweisen: HAT-(CN)₆, Cu(I)pFBz, MoO_x, WO_x, VO_x, ReO_x, F4-TCNQ, NDP-2, NDP-9, Bi(III)pFBz, F16CuPc,

Die Zwischenschicht-Struktur 142 kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr einer Monolage bis
10 ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 10 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 5 nm, beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 3 nm. In noch einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur 142 eine Schichtdicke von
15 ungefähr einer Monolage bis ungefähr 20 nm aufweisen.

Die Ladungsträgerleitung durch die Zwischenschicht-Struktur 142 kann tunnelnd erfolgen. Der Stoff oder das Stoffgemisch der Zwischenschicht-Struktur 142 kann bei einer tunnelnden
20 Ladungsträgerleitung wenigstens in Richtung des Stromflusses ein elektrischer Isolator sein. Mit anderen Worten: Das HOMO des elektrisch isolierenden Stoffes der Zwischenschicht-Struktur 142 kann höher sein als das LUMO der direkt benachbarten elektronenleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-
25 Schicht/en und höher als das HOMO der direkt benachbarten lochleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht sein. Dadurch kann ein Tunnelstrom durch die Zwischenschicht-Struktur 142 erfolgen.

30 In verschiedenen Ausgestaltungen kann die Zwischenschicht-Struktur 142 Graphen aufweisen oder daraus gebildet sein. In einer Ausgestaltung kann eine Zwischenschicht-Struktur 142 die Graphen aufweist oder daraus gebildet ist, eine geringe Absorption von Licht aufweisen, beispielsweise indem die
35 Graphen-Schicht eine Dicke in einem Bereich von ungefähr einer Monolage bis ungefähr fünf Monolagen aufweist. In einer Ausgestaltung kann eine Zwischenschicht-Struktur 142, die

Graphen aufweist oder daraus gebildet ist, eine hohe elektrische Leitfähigkeit für Löcher und Elektronen aufweisen.

- 5 In einer Ausgestaltung kann eine Zwischenschicht-Struktur 142 die Graphen oder Silicen aufweist oder daraus gebildet ist, eine sehr geringe Durchlässigkeit gegenüber Gasen, beispielsweise selbst Helium, und Flüssigkeiten aufweisen, beispielsweise indem die Zwischenschicht-Struktur 142
10 wenigstens flächig ausgebildet ist, das heißt als ein zweidimensionaler Kristall ausgebildet ist.

In noch einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur 142 einen heterogenen Schichtquerschnitt aufweisen. Der
15 heterogene Schichtquerschnitt kann Bereiche unterschiedlicher Kristallinität des Stoffs oder des Stoffgemischs aufweisen oder von diesen gebildet sein. Die unterschiedlichen heterogenen Bereiche können teilweise oder vollständige Kristallisierungen in einem amorphen Anteil des Stoffs oder
20 des Stoffgemisches der Zwischenschicht-Struktur 142 sein. Alternativ oder zusätzlich kann der heterogene Schichtquerschnitt Bereiche unterschiedlicher Kristallorientierung des Stoffs oder des Stoffgemischs aufweisen oder von diesen gebildet sein.

- 25 Die Barrierewirkung der Zwischenschicht-Struktur 142 kann durch eine wenigstens lokale Orientierung der Moleküle der Zwischenschicht-Struktur 142 erhöht werden, beispielsweise wenn die längste Kristallachse der kristallisierten Bereiche
30 parallel zu wenigstens einer Grenzfläche der durch die Zwischenschicht-Struktur 142 verbundenen ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht und zweiten elektronenleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht orientiert ist. Die längste Kristallachse des
35 kristallisierten Stoffs oder des kristallisierten Stoffgemisches der Zwischenschicht-Struktur 142 kann parallel zu der Grenzfläche der Zwischenschicht-Struktur 142 mit der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht orientiert sein.

In einer Ausgestaltung kann die längste Kristallachse des kristallisierten Stoffs oder des kristallisierten Stoffgemisches der Zwischenschicht-Struktur 142 parallel zu der Grenzfläche der Zwischenschicht-Struktur 142 mit der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht orientiert sein.

In noch einer Ausgestaltung kann der heterogene Schichtquerschnitt der Zwischenschicht-Struktur 142 zwei oder mehrere Schichten aus jeweils einem Stoff des Stoffgemisches der Zwischenschicht-Struktur 142 oder unterschiedliche physikalische Strukturen des Stoffes der Zwischenschicht-Struktur 142 aufweisen. Die physikalische Strukturunterscheidung kann mindestens einen der folgenden Parameter beinhalten: die Dichte des Stoffs oder des Stoffgemischs, die Kristallinität des Stoffs oder des Stoffgemischs, die Kristallorientierung des Stoffs oder des Stoffgemischs, und/oder die lokale Dotierungsdichte des Stoffs oder des Stoffgemischs.

In noch einer Ausgestaltung kann die gemeinsame Grenzfläche der Zwischenschicht-Struktur 142 mit der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 Planparallelität zu der gemeinsamen Grenzfläche der Zwischenschicht-Struktur 142 mit der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 aufweisen.

Die Zwischenschicht-Struktur 142 sollte die optoelektronische Effizienz des optoelektronischen Bauelementes bis maximal ungefähr 10% beeinflussen in einem Wellenlängenbereich von ungefähr 450 nm bis ungefähr 650 nm. In einer Ausgestaltung kann die Zwischenschicht-Struktur 142 im Wellenlängenbereich von ungefähr 450 nm bis ungefähr 650 nm eine Transmission größer als ungefähr 90 % aufweisen. Aus S. Bae et al., Nature Nanotechnology 5 (2010) 574-578 ist ersichtlich, dass die Transmission einer Zwischenschicht-Struktur aus Graphen mit abnehmender Schichtdicke der Graphen-Schicht zunimmt. Weiterhin ersichtlich ist, dass eine Zwischenschicht-Struktur mit einer Schichtdicke von drei Monolagen oder weniger eine

Transmission von elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich von über 90 % aufweist, wobei eine Monolage Graphen im Wellenlängenbereich elektromagnetischer Strahlung von ungefähr 550 nm sogar eine Transmission von
5 über 97 % aufweist oder daraus gebildet ist.

In noch einer Ausgestaltung kann der Schichtquerschnitt der Zwischenschicht-Struktur 142 strukturell bis zu einer Temperatur von bis zu ungefähr 120 °C stabil sein.

10

Das Ausbilden einer Zwischenschicht-Struktur aus Graphen kann erfolgen wie beispielsweise in S. Bae et al., Nature Nanotechnology 5 (2010) 574-578; S.V. Morozov et al., Physical Review Letters 100 (2008) 016602; S. Kumar et al.,
15 Nanoscale Research Letters 6 (2011) 390 gezeigt ist. Das Ausbilden einer Zwischenschicht-Struktur aus Silicen kann ausgebildet werden wie in P. Vogt et al. Physical Review Letters 108 (2012) 155501 gezeigt ist, wobei die Übertragung auf ein organisches Substrat beispielsweise gemäß dem in S.
20 Bae et al., Nature Nanotechnology 5 (2010) 574-578 gezeigten Verfahren erfolgen kann.

In einer Ausgestaltung befindet sich eine Graphen-Schicht auf einem großflächigen Polymerträger. Von diesem Polymerträger
25 wird die Graphen-Schicht auf eine der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichten 140, 144 in einem thermischen Druckverfahren übertragen. Anschließend können die weiteren Schichten des optoelektronischen Bauelementes mittels Vakuumabscheidung aufgebracht werden.

30

Fig.2a, b zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur eines optoelektronischen Bauelementes gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen.

35

Fig.2a zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur, das jedoch keinerlei einschränkenden

Charakter aufweisen soll. Zur Vereinfachung der Darstellung wurden die organisch funktionellen Schichtenstrukturen nicht dargestellt.

- 5 Als Substrat 202 ist ein hermetisch dichtes elektrisch leitfähiges Substrat 202 verwendet, beispielsweise ein Glas-Träger 102 mit einer ersten Elektrodenschicht 110 aus ITO (nicht dargestellt).
- 10 Auf dem Substrat 202 ist eine undotierte elektronenleitende Schicht 204 ausgebildet, beispielsweise als Elektroneninjektionsschicht 138a und/oder Elektronentransportschicht 136a, beispielsweise gemäß einer zu **Fig.1b** invertierten Anordnung der Schichten. Die erste
- 15 Emitterschicht 134a (nicht dargestellt) auf oder über der elektronenleitenden Schicht 204 ist gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Emitterschicht 134a der Beschreibungen der **Fig.1b** ausgebildet.
- 20 Über der elektronenleitenden Schicht 204 ist die erste elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ausgebildet. Die erste elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 weist eine Matrix auf, in der ein n-Dotierstoff verteilt ist.
- 25 Auf der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ist eine Zwischenschicht-Struktur 142 ausgebildet.
- Auf der Zwischenschicht-Struktur 142 ist eine lochleitende
- 30 zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ausgebildet. Die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 weist eine Matrix auf, in der ein p-Dotierstoff verteilt ist.
- Die zweite Emitterschicht 134b (nicht dargestellt) auf oder
- 35 über der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist gemäß einer der Ausgestaltungen der zweiten Emitterschicht 134b der Beschreibungen der **Fig.1b** ausgebildet.

Auf der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist eine undotierte lochleitende Schicht 206 ausgebildet, beispielsweise als Lochinjektionsschicht 130b und/oder Lochtransportschicht 132b (siehe **Fig.1b**).

5

Auf oder über der undotierten lochleitenden Schicht 206 ist die zweite Elektrode 114 ausgebildet, beispielsweise in Form einer Metallschicht 114 oder Metallisierung 114. Die Metallisierung 114 kann beispielsweise als eine Silber-

10 Schicht ausgebildet sein.

In einer Ausgestaltung (**Fig.2b**) zu dem Ausführungsbeispiel in **Fig.2a**, das jedoch keinerlei einschränkenden Charakter aufweisen soll, weist das optoelektronische Bauelement 100 folgende Schichten auf:

15

- undotierte elektronenleitende Schicht 204:
Net-18 mit einer Schichtdicke von ungefähr 100 nm;
- elektronenleitende erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140:
20 NDN-26 Dotierstoff in einer NET-18 Matrix mit einer Schichtdicke von ungefähr 25 nm, wobei das Stoffgemisch einen Anteil von ungefähr 8 Gew.-% an NDN-26 aufweist;
- Zwischenschicht-Struktur 142:
Graphen mit einer Schichtdicke von ungefähr einer
25 Monolage;
- lochleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144:
Bi(III)pFBz Dotierstoff in einer HTM-081 Matrix mit einer Schichtdicke von ungefähr 25 nm, wobei das
30 Stoffgemisch einen Anteil von ungefähr 2 Gew.-% an Bi(III)pFBz aufweist; und
- undotierte lochleitende Schicht 206:
HTM-081 mit einer Schichtdicke von ungefähr 100 nm.

35 **Fig.3a, b** zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur eines optoelektronischen Bauelementes gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen.

Fig.3a zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur, das jedoch keinerlei einschränkenden
5 Charakter aufweisen soll. Zur Vereinfachung der Darstellung wurden die organisch funktionellen Schichtenstrukturen nicht dargestellt.

Als Substrat 202 ist ein hermetisch dichtes elektrisch
10 leitfähiges Substrat 202 verwendet, beispielsweise ein Glas-Träger 102 mit einer ersten Elektrodenschicht 110 aus ITO (nicht dargestellt).

Auf dem Substrat 202 ist eine undotierte elektronenleitende
15 Schicht 204 ausgebildet, beispielsweise als Elektroneninjektionsschicht 138a und/oder Elektronentransportschicht 136a, beispielsweise in einer zu Fig.1b invertierten Anordnung der Schichten. Die erste Emitterschicht 134a (nicht dargestellt) auf oder über der
20 elektronenleitenden Schicht 204 ist gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Emitterschicht 134a der Beschreibungen der Fig.1b ausgebildet.

Über der elektronenleitenden Schicht 204 ist die
25 elektronenleitende erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ausgebildet. Die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ist undotiert aus einem abgeschiedenen Stoff gebildet.

30 Auf der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140 ist die Zwischenschicht-Struktur 142 ausgebildet.

Auf der Zwischenschicht-Struktur 142 ist die elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht
35 144 ausgebildet. Die zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist undotiert aus einem abgeschiedenen Stoff gebildet.

Die zweite Emitterschicht 134b (nicht dargestellt) auf oder über der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist gemäß einer der Ausgestaltungen der zweiten Emitterschicht 134b der Beschreibungen der **Fig.1b** ausgebildet sein.

5

Auf der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 ist eine undotierte lochleitende Schicht 206 ausgebildet, beispielsweise als Lochinjektionsschicht 130b und/oder Lochtransportschicht 132b (siehe **Fig.1b**).

10

Auf oder über der undotierten lochleitenden Schicht 206 ist die zweite Elektrode 114 ausgebildet, beispielsweise in Form einer Metallschicht 114 oder Metallisierung 114. Die Metallisierung 114 ist beispielsweise als eine Silber-Schicht

15

In einer Ausgestaltung (**Fig.3b**) zu dem Ausführungsbeispiel in **Fig.3a**, das jedoch keinerlei einschränkenden Charakter aufweisen soll, weist das optoelektronische Bauelement 100 folgende Schichten auf:

20

- undotierte elektronenleitende Schicht 204:
Net-18 mit einer Schichtdicke von ungefähr 100 nm;
- elektronenleitende erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140:
25 NDN-26 mit einer Schichtdicke von ungefähr 10 nm;
- Zwischenschicht-Struktur 142:
Graphen mit einer Schichtdicke von ungefähr einer Monolage;
- elektronenleitende zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 140:
30 HAT-(CN)₆ mit einer Schichtdicke von ungefähr 5 nm; und
- undotierte lochleitende Schicht 206:
HTM-508 mit einer Schichtdicke von ungefähr 100 nm.

35

In einer Ausgestaltung zu dem Ausführungsbeispiel in **Fig.3a** (nicht dargestellt), kann außerdem oder anstatt eine Zwischenschicht-Struktur 142 zwischen der zweiten

Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 144 und der undotierten lochleitenden Schicht 206 ausgebildet sein. In diesem Fall kann die undotierte lochleitende Schicht 206 als zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht bezeichnet werden und die

5 dargestellte zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht als erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht. Mit anderen Worten: in Abhängigkeit von der betrachteten Zwischenschicht-Struktur bei einer Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Struktur mit mehreren Zwischenschicht-Strukturen an unterschiedlichen

10 Positionen, kann beispielsweise eine zweite elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht hinsichtlich einer Zwischenschicht-Struktur die erste elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht einer anderen Zwischenschicht-Struktur sein. Die

15 Ladungsträgertrennung an einer Grenzfläche einer als Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht bezeichneten Schicht, die in der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Struktur ausgebildet ist, ist jedoch optional. Eine Ladungsträgertransportschicht und/oder eine Ladungsträgerinjektionsschicht kann auch als

20 Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht bezeichnet werden, wenn sie in der Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Struktur ausgebildet ist, beispielsweise indem eine Zwischenschicht-Struktur an die Ladungsträgertransportschicht und/oder eine Ladungsträgerinjektionsschicht angrenzt.

25

Fig.4a zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer herkömmlichen Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur eines optoelektronischen Bauelementes.

30 Als Substrat 402 wird herkömmlich ein hermetisch dichtes elektrisch leitfähiges Substrat 402 verwendet werden, beispielsweise ein Glas-Träger mit einer Schicht ITO.

Über dem Substrat 402 ist eine undotierte elektronenleitende

35 Schicht 404 ausgebildet. Über der elektronenleitenden Schicht 404 ist eine erste Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 ausgebildet. Auf der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 406 ist eine Zwischenschicht 408 ausgebildet. Auf der

Zwischenschicht-Struktur 408 ist eine zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410 ausgebildet sein. Auf der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht 410 ist eine undotierte lochleitende Schicht 412 ausgebildet. Über der
5 undotierten lochleitenden Schicht 412 ist eine zweite Elektrode 414 ausgebildet.

Fig.4b zeigt eine Tabelle zu herkömmlich verwendeten Materialien für die lochleitende Schicht 412, die
10 elektronenleitende Schicht 404 und die Zwischenschicht 408.

Die dargestellten Materialien der lochleitenden Schicht 412 werden herkömmlich für eine Elektronenblockadeschicht bzw. eine Lochtransportschicht verwendet.
15

Die dargestellten Materialien der elektronenleitenden Schicht 404 werden herkömmlich für eine Lochblockadeschicht bzw. eine Elektronentransportschicht verwendet.

20 In verschiedenen Ausführungsformen werden ein optoelektronisches Bauelement und ein Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelementes bereitgestellt, mit denen es möglich ist ein effizienteres und stabileres optoelektronisches Bauelement auszubilden.

25

Patentansprüche

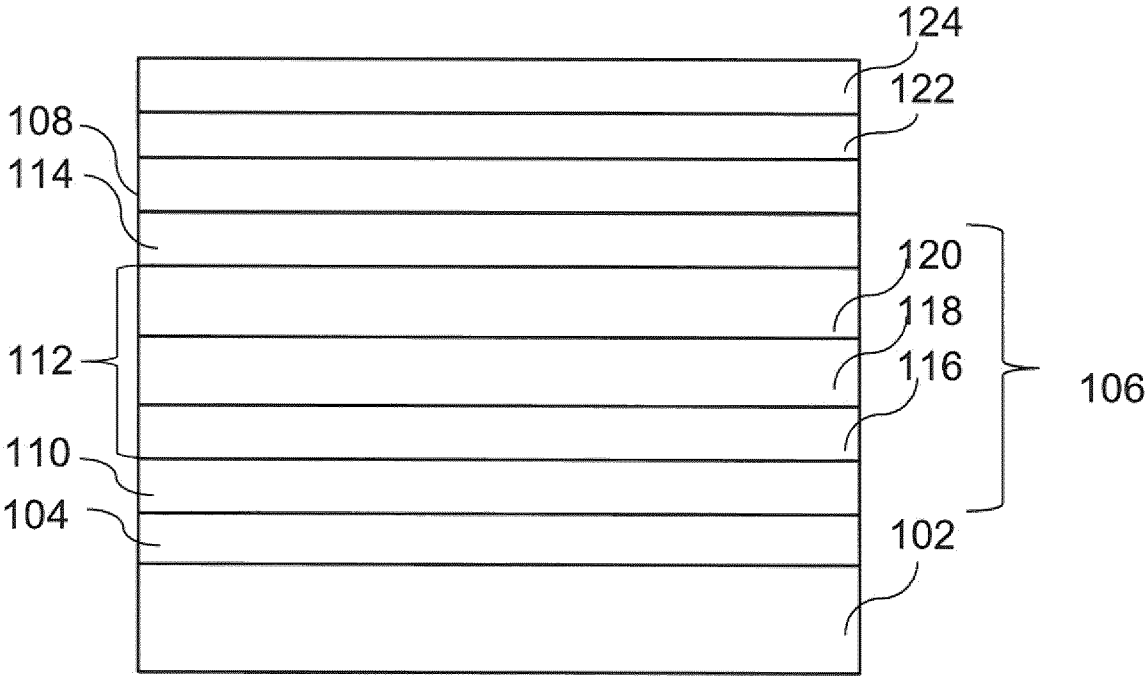
1. Optoelektronisches Bauelement (100), aufweisend:
- eine erste organisch funktionelle Schichtenstruktur (116);
 - eine zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur (120); und
 - eine Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schichtenstruktur (118) zwischen der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur (116) und der zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur (120), wobei die Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schichtenstruktur (118) aufweist:
 - eine erste Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (140);
 - eine zweite Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (144); und
 - eine Zwischenschicht-Struktur (142) zwischen der ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (140); und der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (144); und
 - wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) wenigstens eine Schicht aufweist mit einer flächig-periodischen, wabenförmigen Gitterstruktur, und
 - wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) ein schwebendes elektrisches Potential aufweist oder daraus gebildet ist.
2. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß Anspruch 1, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) wenigstens einen der folgenden Stoffe aufweist oder daraus gebildet ist: Kohlenstoff, Silizium, Germanium.
3. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) eine Graphen-Schicht aufweist oder daraus gebildet ist.

4. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,
wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) zwei oder mehr
Teilschichten aufweisend ausgebildet ist.
5. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß Anspruch 4,
wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) eine Graphit-Schicht aufweist oder daraus gebildet ist.
6. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,
wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) eine Silicen-Schicht aufweist oder daraus gebildet ist.
7. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die erste Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (140) einen Dotierstoff in einer Matrix aufweist.
8. Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelementes (100), das Verfahren aufweisend:
- Bilden einer ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur (116);
 - Bilden einer Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schichtenstruktur (118) über oder auf der ersten organisch funktionellen Schichtenstruktur (116); und
 - Bilden einer zweiten organisch funktionellen Schichtenstruktur (120) über oder auf der Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schichtenstruktur (118), wobei das Bilden der Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schichtenstruktur (118) aufweist:
 - Bilden einer zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (144);
 - Bilden einer Zwischenschicht-Struktur (142) über oder auf der zweiten Ladungsträgerpaar-Erzeugungs-Schicht (144);

- wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) wenigstens eine Schicht aufweist mit einer flächig-periodischen, wabenförmigen Gitterstruktur,
- 5 ▪ wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) ein schwebendes elektrisches Potential aufweist; und
 - o Bilden einer ersten Ladungsträgerpaar-Erzeugungsschicht (140) über oder auf der Zwischenschicht-
 - 10 Struktur (142).
- 9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) wenigstens einen der folgenden Stoffe aufweist oder daraus gebildet
- 15 wird: Kohlenstoff, Silizium, Germanium.
- 10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) eine Graphen-
- 20 Schicht aufweisend ausgebildet wird oder daraus gebildet wird.
- 11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) zwei oder mehr Teilschichten aufweisend ausgebildet wird oder daraus
- 25 gebildet wird.
- 12. Verfahren gemäß Anspruch 11, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) Graphit aufweisend ausgebildet wird oder daraus gebildet wird.
- 30
- 13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei die Zwischenschicht-Struktur (142) eine Silicen-
- 35 Schicht aufweisend ausgebildet wird oder daraus gebildet wird.

100

FIG 1a



2/5

FIG 1b

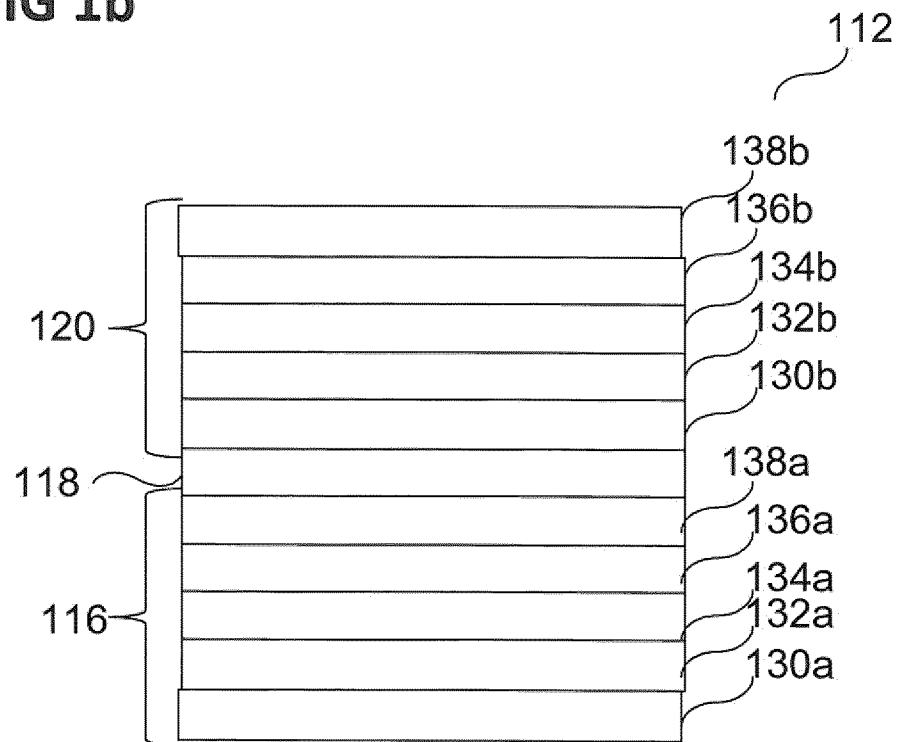
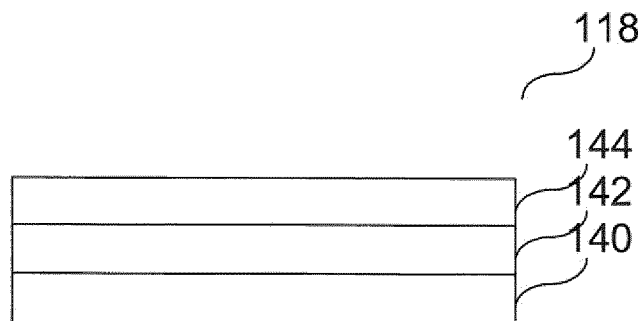


FIG 1c



3/5

FIG 2a

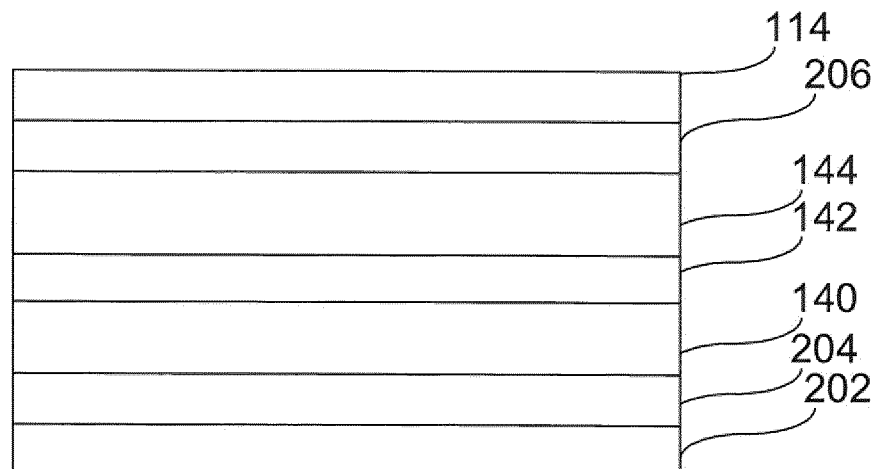


FIG 2b

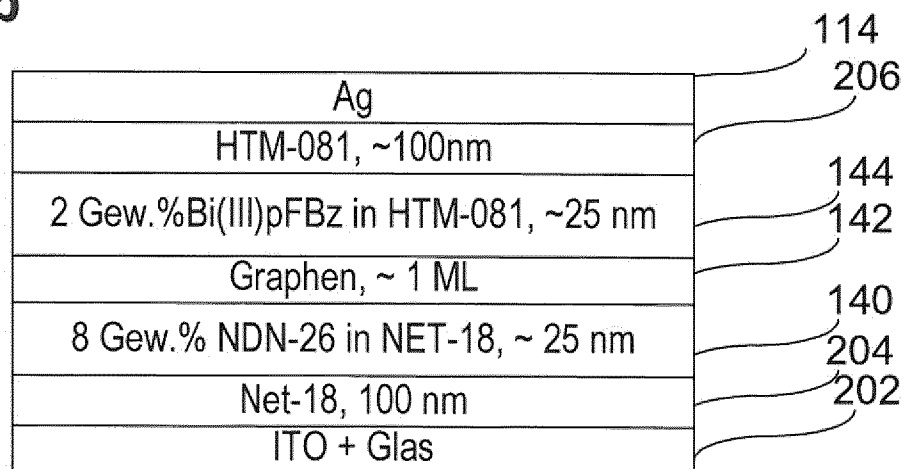


FIG 3a

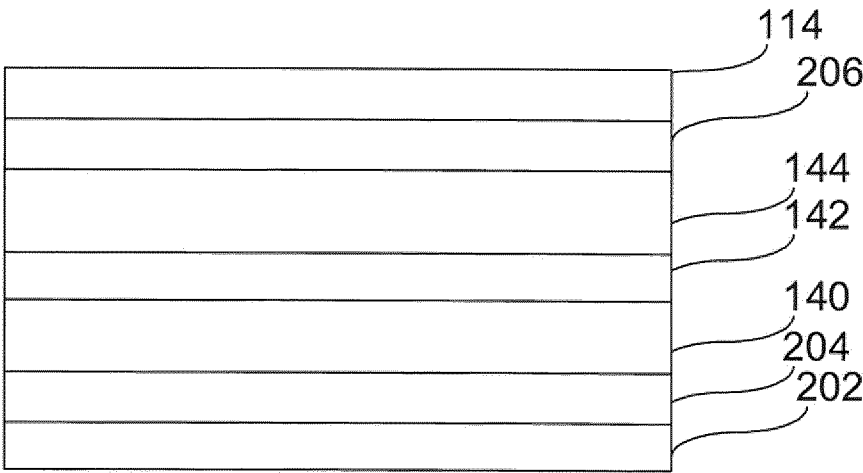


FIG 3b

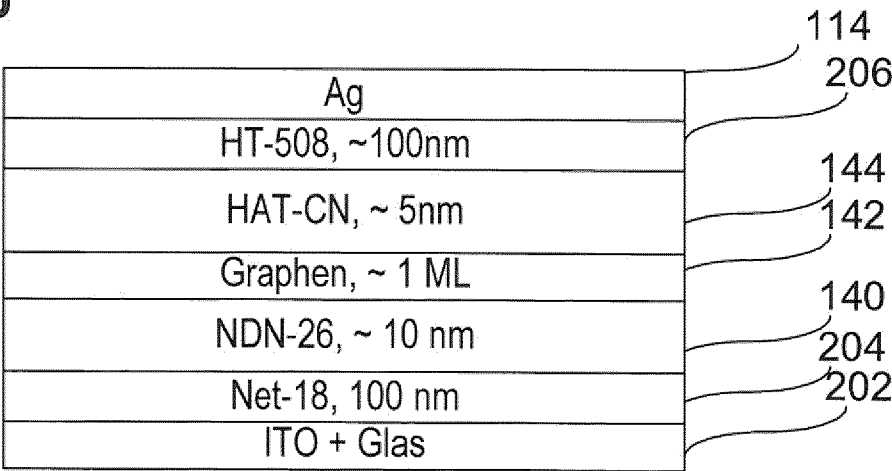


FIG 4

5/5

Stand der Technik

FIG 4a

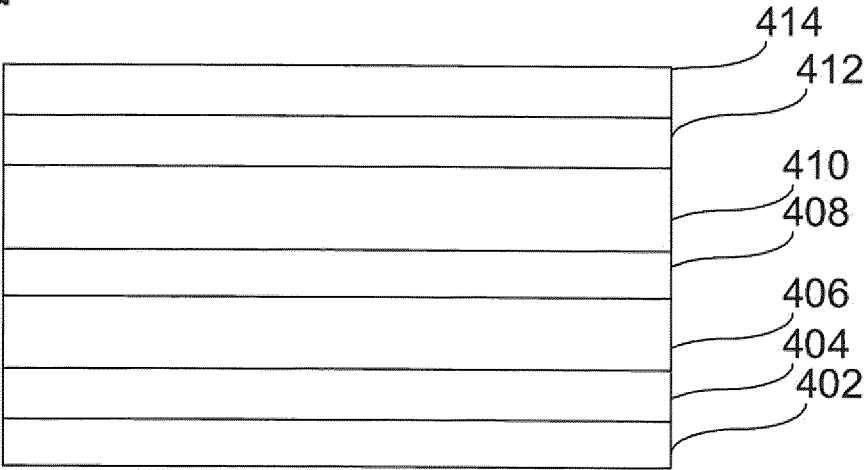


FIG 4b

412	404	408
aNPD	TMM-004	CuPC
HT-508	ETM-036	TiOPC
HTM-081	BCP	VOPC
1TNATA	LG201	H2PC
HTM-014	NET-18	CoPC
spiro-TAD		AlPC
		NiPC
		FePC
		ZnPC
		MnPC
		SnPc
		SnOPc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/062287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L51/52

ADD. H01L27/30

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, 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,P	WO 2013/190427 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]; PHILIPS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 27 December 2013 (2013-12-27) page 2, line 28 - page 3, line 21 page 5, line 29 - page 7, line 29 page 12, line 6 - line 31 figures 4,5 -----	1-5,7-12
X	US 2012/241726 A1 (KIJIMA YASUNORI [JP]) 27 September 2012 (2012-09-27)	1-5,7-12
Y	figure 1 paragraph [0054] - paragraph [0073] -----	6,13
X	US 2012/286300 A1 (KIJIMA YASUNORI [JP]) 15 November 2012 (2012-11-15)	1-5,7-12
Y	figure 5 paragraph [0080] - paragraph [0106] -----	6,13
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 October 2014

Date of mailing of the international search report

06/11/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

De Laere, Ann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/062287

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATRICK VOGT ET AL: "Silicene: Compelling Experimental Evidence for Graphenelike Two-Dimensional Silicon", PHYSICAL REVIEW LETTERS, vol. 108, no. 15, 1 April 2012 (2012-04-01), XP055148453, ISSN: 0031-9007, DOI: 10.1103/PhysRevLett.108.155501 cited in the application the whole document	6,13
A	----- JP 2009 301885 A (KANEKA CORP) 24 December 2009 (2009-12-24) abstract	1-13
A	----- WO 2013/022405 A1 (UNIV SINGAPORE [SG]; LOH KIAN PING [SG]; TONG SHI WUN [SG]; WANG YU [S]) 14 February 2013 (2013-02-14) paragraph [0008] - paragraph [0011]; figures 1,2	1-13
A	----- SHI WUN TONG ET AL: "Graphene Intermediate Layer in Tandem Organic Photovoltaic Cells", ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS, WILEY - V C H VERLAG GMBH & CO. KGAA, DE, vol. 21, no. 23, 6 December 2011 (2011-12-06), pages 4430-4435, XP001571415, ISSN: 1616-301X, DOI: 10.1002/ADFM.201101376 [retrieved on 2011-09-28] the whole document	1-13
A	----- EP 1 408 563 A2 (EASTMAN KODAK CO [US] GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC [US]) 14 April 2004 (2004-04-14) figures 1,2 paragraph [0009] paragraph [0021] - paragraph [0023] paragraph [0032]	1-13
A	----- WO 2011/146915 A1 (UNIV TEXAS [US]; SOLARNO INC [US]; ZAKHIDOV ANVAR A [US]; PAPADIMITRAT) 24 November 2011 (2011-11-24) paragraph [0006] - paragraph [0009] -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/062287

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013190427	A1	27-12-2013	NONE
US 2012241726	A1	27-09-2012	CN 102694002 A 26-09-2012 JP 2012204110 A 22-10-2012 TW 201301604 A 01-01-2013 US 2012241726 A1 27-09-2012
US 2012286300	A1	15-11-2012	JP 2012238544 A 06-12-2012 US 2012286300 A1 15-11-2012
JP 2009301885	A	24-12-2009	NONE
WO 2013022405	A1	14-02-2013	DE 112012003329 T5 30-04-2014 US 2014190550 A1 10-07-2014 WO 2013022405 A1 14-02-2013
EP 1408563	A2	14-04-2004	EP 1408563 A2 14-04-2004 JP 4570017 B2 27-10-2010 JP 2004281371 A 07-10-2004 KR 20040032765 A 17-04-2004 TW I309142 B 21-04-2009 US 6717358 B1 06-04-2004
WO 2011146915	A1	24-11-2011	US 2013240847 A1 19-09-2013 WO 2011146915 A1 24-11-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L51/52

ADD. H01L27/30

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	WO 2013/190427 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]; PHILIPS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 27. Dezember 2013 (2013-12-27) Seite 2, Zeile 28 - Seite 3, Zeile 21 Seite 5, Zeile 29 - Seite 7, Zeile 29 Seite 12, Zeile 6 - Zeile 31 Abbildungen 4,5	1-5,7-12
X	US 2012/241726 A1 (KIJIMA YASUNORI [JP]) 27. September 2012 (2012-09-27)	1-5,7-12
Y	Abbildung 1 Absatz [0054] - Absatz [0073]	6,13
X	US 2012/286300 A1 (KIJIMA YASUNORI [JP]) 15. November 2012 (2012-11-15)	1-5,7-12
Y	Abbildung 5 Absatz [0080] - Absatz [0106]	6,13
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Oktober 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

De Laere, Ann

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATRICK VOGT ET AL: "Silicene: Compelling Experimental Evidence for Graphenelike Two-Dimensional Silicon", PHYSICAL REVIEW LETTERS, Bd. 108, Nr. 15, 1. April 2012 (2012-04-01), XP055148453, ISSN: 0031-9007, DOI: 10.1103/PhysRevLett.108.155501 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	6,13
A	JP 2009 301885 A (KANEKA CORP) 24. Dezember 2009 (2009-12-24) Zusammenfassung	1-13
A	WO 2013/022405 A1 (UNIV SINGAPORE [SG]; LOH KIAN PING [SG]; TONG SHI WUN [SG]; WANG YU [S]) 14. Februar 2013 (2013-02-14) Absatz [0008] - Absatz [0011]; Abbildungen 1,2	1-13
A	SHI WUN TONG ET AL: "Graphene Intermediate Layer in Tandem Organic Photovoltaic Cells", ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS, WILEY - VCH VERLAG GMBH & CO. KGAA, DE, Bd. 21, Nr. 23, 6. Dezember 2011 (2011-12-06), Seiten 4430-4435, XP001571415, ISSN: 1616-301X, DOI: 10.1002/ADFM.201101376 [gefunden am 2011-09-28] das ganze Dokument	1-13
A	EP 1 408 563 A2 (EASTMAN KODAK CO [US] GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC [US]) 14. April 2004 (2004-04-14) Abbildungen 1,2 Absatz [0009] Absatz [0021] - Absatz [0023] Absatz [0032]	1-13
A	WO 2011/146915 A1 (UNIV TEXAS [US]; SOLARNO INC [US]; ZAKHIDOV ANVAR A [US]; PAPADIMITRAT) 24. November 2011 (2011-11-24) Absatz [0006] - Absatz [0009]	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/062287

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
WO 2013190427	A1	27-12-2013	KEINE			

US 2012241726	A1	27-09-2012	CN	102694002 A		26-09-2012
			JP	2012204110 A		22-10-2012
			TW	201301604 A		01-01-2013
			US	2012241726 A1		27-09-2012

US 2012286300	A1	15-11-2012	JP	2012238544 A		06-12-2012
			US	2012286300 A1		15-11-2012

JP 2009301885	A	24-12-2009	KEINE			

WO 2013022405	A1	14-02-2013	DE	112012003329 T5		30-04-2014
			US	2014190550 A1		10-07-2014
			WO	2013022405 A1		14-02-2013

EP 1408563	A2	14-04-2004	EP	1408563 A2		14-04-2004
			JP	4570017 B2		27-10-2010
			JP	2004281371 A		07-10-2004
			KR	20040032765 A		17-04-2004
			TW	I309142 B		21-04-2009
			US	6717358 B1		06-04-2004

WO 2011146915	A1	24-11-2011	US	2013240847 A1		19-09-2013
			WO	2011146915 A1		24-11-2011
