

(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. August 2017 (31.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/144308 A1

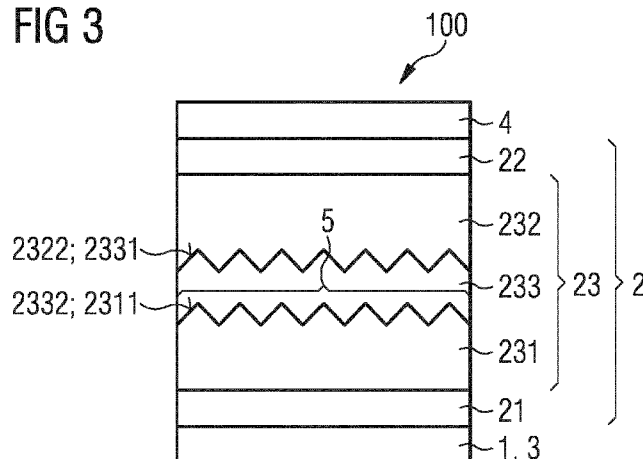
- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 51/52* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053265
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. Februar 2017 (14.02.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 103 282.4
24. Februar 2016 (24.02.2016) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **JAEGER, Arndt**; Erboweg 15, 93051
Regensburg (DE). **DIEZ, Carola**; Liskircherstr. 11, 93049
Regensburg (DE). **LANG, Erwin**; Hanns-Seidel-Weg 3,
93051 Regensburg (DE). **NIEDERMEIER, Ulrich**;
Oberwaling 61, 94339 Leiblfing (DE). **RIEGEL, Nina**;
Waldweg 16, 93105 Tegernheim (DE). **SCHMID, Günter**;
Lange Str. 13, 91334 Hemhofen (DE). **SEIDEL, Stefan**;
Scheuerkreuzweg 14, 93173 Wenzenbach (DE).
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

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

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to an organic light-emitting component (100) comprising a substrate (1), a functional layer stack (2) between two electrodes (3, 4), which is arranged on the substrate (1), wherein the functional layer stack (2) comprises at least two organic light-emitting layers (21, 22) and at least one charge carrier generating zone (23) arranged between the two organic light-emitting layers (21, 22), wherein the charge carrier generating zone (23) comprises at least one first organic layer (231) having a main surface (2311), wherein the main surface (2311) faces away from the substrate (1), wherein the first organic layer (231) is electron-conducting or hole-conducting, wherein the main surface (2311) has a topographical surface structure (5).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/144308 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein organisches lichtemittierendes Bauelement (100) umfassend ein Substrat (1), einen funktionellen Schichtenstapel (2) zwischen zwei Elektroden (3, 4), der auf dem Substrat (1) angeordnet ist, wobei der funktionelle Schichtenstapel (2) zumindest zwei organische lichtemittierende Schichten (21, 22) und zumindest eine Ladungsträgererzeugungszone (23) aufweist, die zwischen den zwei organischen lichtemittierenden Schichten (21, 22) angeordnet ist, wobei die Ladungsträgererzeugungszone (23) zumindest eine erste organische Schicht (231) mit einer Hauptoberfläche (2311) umfasst, wobei die Hauptoberfläche (2311) dem Substrat (1) abgewandt ist, wobei die erste organische Schicht (231) elektronenleitend oder lochleitend ist, wobei die Hauptoberfläche (2311) eine topographische Oberflächenstruktur (5) aufweist.

Beschreibung

Organisches lichtemittierendes Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements

5

Die Erfindung betrifft ein organisches lichtemittierendes Bauelement. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements.

- 10 Organische Leuchtdioden (OLEDs) können mit guter Effizienz und Lebensdauer mittels Leitfähigkeitsdotierung durch Verwendung eines p-i-n-Überganges analog zu herkömmlichen anorganischen LEDs hergestellt werden. Dabei werden die Ladungsträger, also Löcher oder Elektronen, aus den dotierten
- 15 Schichten, insbesondere einer p- und n-dotierten Schicht, gezielt in die intrinsische Schicht injiziert, wo sie Exzitonen bilden, die bei strahlender Rekombination zur Emission eines Photons führen. Durch Übereinanderstapeln mehrerer intrinsischer Schichten (Stacking) können in
- 20 zweifach beziehungsweise dreifach gestackten OLEDs bei praktisch gleicher Effizienz und identischer Leuchtdichte deutlich längere Lebensdauern gegenüber einfach gestapelten OLEDs erzielt werden, da bei gleichen Stromdichten die doppelte oder dreifache Leuchtdichte realisiert wird. Mit
- 25 anderen Worten wird in mehrfach gestapelten OLEDs bei gleicher Leuchtdichte die aktive Emitterschicht weniger gestresst als in ungestapelten OLEDs. Für das Stacking werden sogenannte Ladungsträgererzeugungszonen, die auch als Charge Generation Layer (CGL) bezeichnet werden können, benötigt,
- 30 die aus einem hochdotierten p-n-Übergang bestehen. Eine CGL dient hierbei als Tunnelübergang zwischen den gestapelten Emissionsschichten. Die zentrale Anforderung an die Ladungsträgererzeugungszone ist hierbei, effektiv

Ladungsträger zu generieren, ohne zu einem zusätzlichen Spannungsabfall zu führen. Organische lichtemittierende Leuchtdioden (OLEDs) weisen üblicherweise möglichst planare und glatte Hauptoberflächen oder Oberflächen, beispielsweise Substratflächen, zur Aufbringung von Elektroden und organischen Schichten auf.

Eine Aufgabe zumindest einer Ausführungsform ist es, ein organisches lichtemittierendes Bauelement bereitzustellen, das im Betrieb effizient Strahlung emittiert. Ferner ist Aufgabe der Erfindung, zumindest ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements bereitzustellen, das leicht und kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgaben werden durch ein organisches lichtemittierendes Bauelement gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Ferner werden diese Aufgaben durch ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements gemäß dem unabhängigen Anspruch 12 gelöst.

In zumindest einer Ausführungsform umfasst oder besteht das organische lichtemittierende Bauelement aus einem Substrat, einem funktionellen Schichtenstapel zwischen zwei Elektroden, der auf dem Substrat angeordnet ist. Der funktionelle Schichtenstapel weist zumindest zwei organische lichtemittierende Schichten und zumindest eine Ladungsträgererzeugungszone auf. Die Ladungsträgererzeugungszone ist zwischen den zwei organischen lichtemittierenden Schichten, insbesondere in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt, angeordnet. Die

Ladungsträgererzeugungszone umfasst zumindest eine erste organische Schicht, die insbesondere elektronenleitend oder lochleitend ist, besonders bevorzugt eine n- oder p-dotierte organische Schicht, ist. Die erste organische Schicht, das Substrat und/oder zumindest eine der Elektroden weisen jeweils eine Hauptoberfläche auf. Die Hauptoberfläche der ersten organischen Schicht, des Substrats und/oder zumindest einer der Elektroden können jeweils eine topographische Oberflächenstruktur aufweisen.

10

In zumindest einer Ausführungsform umfasst oder besteht das organische lichtemittierende Bauelement aus einem Substrat, einem funktionellen Schichtenstapel zwischen zwei Elektroden, der auf dem Substrat angeordnet ist. Der funktionelle Schichtenstapel weist zumindest zwei organische lichtemittierende Schichten und zumindest eine Ladungsträgererzeugungszone auf. Die Ladungsträgererzeugungszone ist zwischen den zwei organischen lichtemittierenden Schichten, insbesondere in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt, angeordnet. Alternativ können intrinsische Schichten zwischen der Ladungsträgererzeugungszone und den organischen lichtemittierenden Schichten angeordnet sein. Damit können Quencheffekte vermieden werden. Die

25

Ladungsträgererzeugungszone umfasst zumindest eine erste organische Schicht, die insbesondere elektronenleitend oder lochleitend ist, besonders bevorzugt eine n- oder p-dotierte organische Schicht, ist. Die erste organische Schicht weist eine Hauptoberfläche auf. Die Hauptoberfläche ist dem Substrat abgewandt. Die Hauptoberfläche weist eine topographische Oberflächenstruktur auf.

30

Es wird weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements angegeben. In zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren zur Herstellung eines organischen lichtemittierenden Bauelements
5 die Schritte auf:

A) Bereitstellen eines Substrats mit einer ersten Elektrode,

B) Aufbringen einer ersten organischen lichtemittierenden
10 Schicht auf das Substrat und die erste Elektrode,

C) Aufbringen einer ersten organischen Schicht mit einer Hauptoberfläche, die der ersten organischen lichtemittierenden Schicht abgewandt ist, wobei die erste
15 organische Schicht Teil einer Ladungsträgererzeugungszone ist und elektronen- oder lochleitend ist,

D) Ausbilden einer topographischen Oberflächenstruktur in der Hauptoberfläche,
20

E) Aufbringen einer zweiten organischen Schicht mit einer Oberfläche, wobei die zweite organische Schicht Teil einer Ladungsträgererzeugungszone ist, wobei die Oberfläche der zweiten organischen Schicht der Hauptoberfläche der ersten
25 organischen Schicht zugewandt ist, wobei zumindest die Oberfläche der zweiten organischen Schicht teilweise der topographischen Oberflächenstruktur folgt, und

F) Aufbringen einer zweiten organischen lichtemittierenden
30 Schicht, insbesondere auf die unter Schritt E) erzeugte Anordnung.

Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele,
Definitionen und Merkmale gelten, sofern nicht ausdrücklich
anders gekennzeichnet, gleichermaßen für das organische
lichtemittierende Bauelement, wie auch für das Verfahren zur
5 Herstellung des organischen lichtemittierenden Bauelements.

Dass eine Schicht oder ein Element "auf" oder "über" einer
anderen Schicht oder einem anderen Element angeordnet oder
aufgebracht ist, kann dabei hier und im Folgenden bedeuten,
10 dass die eine Schicht oder das eine Element unmittelbar in
direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt auf der
anderen Schicht oder dem anderen Element angeordnet ist.

Weiterhin kann es auch bedeuten, dass die eine Schicht oder
das eine Element mittelbar auf beziehungsweise über der
15 anderen Schicht oder dem anderen Element angeordnet ist.

Dabei können dann weitere Schichten und/oder Elemente
zwischen der einen und der anderen Schicht beziehungsweise
zwischen dem einen und dem anderen Element angeordnet sein.

20 Dass eine Schicht oder ein Element "zwischen" zwei anderen
Schichten oder Elementen angeordnet ist, kann hier und im
Folgenden bedeuten, dass die eine Schicht oder das eine
Element unmittelbar in direktem mechanischem und/oder
elektrischem Kontakt oder in mittelbarem Kontakt zur einen
25 der zwei anderen Schichten oder Elementen und in direktem
mechanischem und/oder elektrischem Kontakt oder in
mittelbarem Kontakt zur anderen der zwei anderen Schichten
oder Elementen angeordnet ist. Dabei können bei mittelbarem
Kontakt dann weitere Schichten und/oder Elemente zwischen der
30 einen und zumindest einer der zwei anderen Schichten
beziehungsweise zwischen dem einen und zumindest einem der
zwei anderen Elemente angeordnet sein.

Dass eine Hauptoberfläche, eine Fläche oder eine Oberfläche einer Schicht oder eines Elements eine topographische Oberflächenstruktur oder eine weitere topographische Oberflächenstruktur aufweist, kann hier und im Folgenden
5 bedeuten, dass die Hauptoberfläche, Fläche oder Oberfläche mit der (weiteren) topographischen Oberflächenstruktur ein mikroskopisches und/oder ein makroskopisches Höhenprofil aufweisen. Ein Höhenprofil kann sich dabei regelmäßig oder unregelmäßig in eine oder in zwei Richtungen parallel zu
10 einer Haupterstreckungsebene der Oberfläche, Fläche oder Hauptoberfläche, über die gesamte Oberfläche, Fläche oder Hauptoberfläche oder über ein oder mehrere Teilbereiche der Oberfläche, Fläche oder Hauptoberfläche erstrecken. Ein Höhenprofil kann dabei durch Erhebung und Vertiefung in der
15 Oberfläche, Fläche oder Hauptoberfläche charakterisiert sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die topographische Oberflächenstruktur topographische Höhenunterschiede von mindestens 80 nm, 70 nm, 65 nm, 60 nm,
20 55 nm, 50 nm, 10 nm oder 5 nm auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die topographische Oberflächenstruktur topographische Höhenunterschiede von größer oder gleich 100 nm und kleiner
25 oder gleich 1 mm auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die topographische Oberflächenstruktur entlang einer Haupterstreckungsebene der Oberfläche der ersten organischen
30 Schicht eine Anordnung von Strukturen mit einem mittleren Abstand von größer oder gleich 100 nm und kleiner oder gleich 100 µm auf. Haupterstreckungsebene meint hier die Ebene quer

zum Strahlengang der von dem Bauelement emittierten Strahlung.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die
5 topographische Oberflächenstruktur eine oder mehrere
Strukturen auf. Die Strukturen sind aus einer Gruppe
ausgewählt, die gebildet ist durch Aufrauungen, Linsen,
Prismen, Wellen, Gräben, Stegen, Kegelstümpfen,
sägezahnförmige Ausformungen, kegelförmige Ausformungen,
10 kugelige Ausformungen und fraktale Ausformungen.

Insbesondere können die Strukturen gemäß dem oben
beschriebenen Verfahren gezielt in die Hauptoberfläche der
ersten organischen Schicht oder des Substrats oder der
15 Elektrode eingebracht werden, sodass eine kontrolliert
strukturierte Hauptoberfläche erzeugt werden kann. Die
Strukturen können dabei konkav oder konvex ausgebildet sein.
Das kann bedeuten, dass die topographische
Oberflächenstruktur beispielsweise Linsen, Prismen oder
20 Kegelstümpfe aufweist, die als Erhebungen mit dazu vertieft
ausgebildetem Rand oder Zwischenbereichen ausgebildet sind.

Alternativ oder zusätzlich kann dazu die topographische
Oberflächenstruktur auch Linsen, Prismen oder Kegelstümpfe
25 aufweisen, die als Vertiefungen mit dazu erhabenem Rand oder
Zwischenbereichen ausgeführt sind.

Die Strukturen der topographischen Oberflächenstruktur können
regelmäßig oder unregelmäßig lateral entlang der
30 Haupterstreckungsebene der Hauptoberfläche in der
Hauptoberfläche erzeugt und in dieser eingebracht werden
beziehungsweise sein. Eine topographische Oberflächenstruktur
mit unregelmäßig angeordneten Strukturen kann auch in Form

einer Aufrauung mit kontrolliert erzeugter Rauigkeit ausgeführt sein.

Die topographischen Höhenunterschiede können auch durch eine
5 lokal über Teilbereiche der Hauptoberfläche oder global über
die gesamte Hauptoberfläche definierte sogenannte Peak-to-
Peak-Rauigkeit charakterisiert sein. Die topographischen
Höhenunterschiede können dabei beispielsweise mit
Atomkraftmikroskopie (Atomic Force Microscopy, AFM) bestimmt
10 werden.

Durch das Einbringen von topographischen
Oberflächenstrukturen in zumindest einer Hauptoberfläche kann
der sogenannte CGL-Effekt verstärkt werden im Vergleich zu
15 planaren Schichten. Damit kann der Spannungsabfall und
Effizienzverlust reduziert werden. Dabei können zwei Effekte
ausgenutzt werden. Zum einen kann die Oberfläche der
Grenzschicht zwischen der ersten organischen Schicht und der
zweiten organischen Schicht, die elektrodenleitend und/oder
20 lochleitend sind, vergrößert werden. Im Vergleich zu einer
reinen planaren Ladungsträgererzeugungszone können dadurch
mehr Ladungsträger generiert werden und die
Ladungsträgererzeugungszone kann effektiver sein, das heißt
mit weniger Spannung kann ein größerer Strom generiert
25 werden.

Zweitens kann durch die Struktur der topographischen
Oberflächenstruktur, beispielsweise eine kegelförmige,
sägezahnartige oder fraktale Strukturierung, der
30 Ladungsträgererzeugungszone oder der ersten organischen
Schicht, insbesondere der dotierten
Ladungsträgererzeugungszone, lokale Feldspitzen entstehen,
die das Tunneln der generierten Ladungsträger vereinfacht.

Die Tunnelbarriere wird dünner in Gebieten mit lokaler Feldüberhöhung, wodurch die Ladungsträger hier besonders einfach hindurchtunneln können. In der Folge wird erneut die Ladungsträgererzeugungszone effektiver, das heißt mit mehr Spannung wird ein größerer Strom generiert.

Die topographische Oberflächenstruktur kann im oben genannten Verfahrensschritt D) beispielsweise durch Prägen, Stempeln, Gravieren, Drucken, Sprühen, Ätzen, Schleifen, optisches Strukturieren oder eine Kombination aus einem oder mehreren dieser Verfahren ausgebildet werden. Insbesondere kann das optische Strukturieren das Belichten eines fotosensitiven Materials beinhalten, das lateral unterschiedlich intensiv oder unterschiedlich lange belichtet und anschließend entwickelt wird. Weiterhin kann das optische Strukturieren auch das Strukturieren mittels eines Lasers beinhalten, beispielsweise in Form von Laserablation.

Im Verfahrensschritt A) kann ein Substrat bereitgestellt werden, dessen Abmessungen und Größe an das hier herzustellende organische lichtemittierende Bauelement bereits angepasst ist. Alternativ kann ein beispielsweise als Folie ausgebildetes Substrat bereitgestellt werden, in das mittels eines Bandprozesses (auch Roll-to-Roll-Prozess genannt) im Verfahrensschritt D) die topographische Oberflächenstruktur eingebracht wird. Das Substrat kann vor oder nach dem Verfahrensschritt F) vereinzelt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgen die Schritte C) und D) gleichzeitig.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste organische Schicht der Ladungsträgererzeugungszone elektronenleitend. Dies kann beispielsweise eine n-dotierte

organische Schicht oder hochleitfähige intrinsische Schicht sein. Die Ladungsträgererzeugungszone weist insbesondere eine zweite organische Schicht auf, die eine Oberfläche aufweist. Die zweite organische Schicht kann insbesondere lochleitend, 5 bevorzugt eine p-dotierte organische Schicht, sein. Die Oberfläche der zweiten organischen Schicht ist der Hauptoberfläche der ersten organischen Schicht und/oder dem Substrat zugewandt. Dabei setzt sich die topographische Oberflächenstruktur ganz oder zumindest teilweise in der 10 Oberfläche der zweiten organischen Schicht fort.

Mit "Hauptoberfläche" einer Schicht oder eines Elements wird hier und im Folgenden die Oberfläche eines Elements oder einer Schicht verstanden, die dem Substrat abgewandt ist. Mit 15 "Oberfläche" einer Schicht oder eines Elements wird hier und im Folgenden verstanden, dass die Oberfläche des Elements oder der Schicht dem Substrat zugewandt ist.

Dass sich die topographische Oberflächenstruktur zumindest in 20 der Oberfläche der zweiten organischen Schicht oder in der Oberfläche einer anderen organischen Schicht oder in der Hauptoberfläche eines Elements oder einer Schicht fortsetzt, wird hier und im Folgenden verstanden, dass die Oberfläche der Schicht ebenfalls eine topographische Oberflächenstruktur 25 aufweist. Dies kann beispielsweise eine weitere topographische Oberflächenstruktur sein. Die weitere topographische Oberflächenstruktur der Oberfläche oder Hauptoberfläche einer Schicht kann dabei bevorzugt gleich oder ähnlich der topographischen Oberflächenstruktur der 30 Hauptoberfläche der entsprechenden Schicht ausgebildet sein. Gleich oder ähnlich kann im Zusammenhang mit zwei oder mehreren topographischen Oberflächenstrukturen insbesondere bedeuten, dass die zwei oder mehreren topographischen

Oberflächenstrukturen gleiche oder ähnliche Höhenprofile mit einander entsprechenden Erhebungen und Vertiefungen aufweisen. Beispielsweise können die zwei oder mehreren topographischen Oberflächenstrukturen in diesem Sinne jeweils lateral nebeneinander angeordnete Erhebungen und Vertiefungen in einer bestimmten charakterisierenden Abfolge aufweisen, die abgesehen beispielsweise von relativen Höhenunterschieden der Erhebungen und Vertiefungen für die zwei oder mehreren topographischen Oberflächenstrukturen gleich sind. Mit anderen Worten kann eine Oberfläche, die der topographischen Oberflächenstruktur der Hauptoberfläche zumindest teilweise folgt, eine Erhebung angeordnet über einer Erhebung der topographischen Oberflächenstruktur der Hauptoberfläche beziehungsweise eine Vertiefung angeordnet über einer Vertiefung der topographischen Oberflächenstruktur der Hauptoberfläche aufweisen. Der relative Höhenunterschied zwischen benachbarten Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche der Schicht kann dabei auch unterschiedlich zum relativen Höhenunterschied der entsprechenden Erhebungen und Vertiefungen der topographischen Oberflächenstruktur der Hauptoberfläche sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste organische Schicht lochleitend. Die Ladungsträgererzeugungszone weist insbesondere eine zweite organische Schicht mit einer Oberfläche auf. Die zweite organische Schicht ist elektronenleitend. Die Oberfläche der zweiten organischen Schicht ist der Hauptoberfläche der ersten organischen Schicht zugewandt. Insbesondere bilden die Oberfläche der zweiten organischen Schicht und die Hauptoberfläche der ersten organischen Schicht eine direkte Grenzfläche. Die topographische Oberflächenstruktur setzt

sich zumindest in der Oberfläche der zweiten organischen Schicht fort.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine

5 Zwischenschicht in der Ladungsträgererzeugungszone angeordnet. Die Zwischenschicht weist eine Hauptoberfläche auf. Die Zwischenschicht ist zwischen der ersten und der zweiten organischen Schicht angeordnet. Insbesondere weist die Zwischenschicht einen direkten mechanischen und/oder
10 elektrischen Kontakt sowohl zur ersten als auch zur zweiten organischen Schicht auf. Die Hauptoberfläche der Zwischenschicht ist der Hauptoberfläche der ersten organischen Schicht abgewandt. Die topographische Oberflächenstruktur setzt sich in der Hauptoberfläche der
15 Zwischenschicht und/oder in der Oberfläche der zweiten organischen Schicht und/oder der Hauptoberfläche der zweiten organischen Schicht fort.

Die Erfinder haben erkannt, dass durch eine effektive
20 Ladungsträgererzeugungszone, insbesondere mit einer topographischen Oberflächenstruktur, eine Reduzierung des Spannungsabfalls beim Betriebsstrom ermöglicht wird. Dieser verringerte Spannungsabfall bewirkt eine Reduzierung der OLED-Spannung im Betrieb und damit eine Effizienzsteigerung
25 des gestackten Schichtenstapels von einer lichtemittierenden Leuchtdiode, einer Solarzelle oder von Detektoren bzw. den Kontakten von organischen Feldeffekt- oder bipolaren Transistoren. Dadurch werden ohmsche Verluste und die Aufheizung eines Bauelements verringert.

30

Zudem ist das Aufbringen von topographischen Oberflächenstrukturen prozesstechnisch kompatibel mit beispielsweise einer Strukturierung der Elektroden-Organik-

Grenzfläche zur Verbesserung der Lichtauskopplung. In diesem Fall kann die Strukturierung der ersten Elektrode, beispielsweise von Indiumzinnoxid, bis in die Ladungsträgererzeugungszone erfolgen.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste organische Schicht kristallisiert. Insbesondere wird die erste organische Schicht aufgebracht und kristallisiert aus. Die topographische Oberflächenstruktur kann beispielsweise durch Kristallisation eines Materials der ersten organischen Schicht hervorgerufen werden. Beispielsweise können als Materialien, die während der Prozessierung aufräumen, 2,2',6,6'-Tetravinyl-4,4'-Bipyridyl (GBPy) oder NET-61 von Novald verwendet werden. Besonders bevorzugt sind relativ starre, symmetrische organische Moleküle, die auch schon in dünner Schicht zur Kristallisation neigen. Eine weitere Klasse sind Moleküle mit Dipolen, wobei sich bei der Kristallisation die Dipole ausrichten.

10

15

20

25

Weist die Ladungsträgererzeugungszone optional eine Zwischenschicht auf, so kann oder muss diese auch eine strukturierte Oberflächenstruktur aufweisen, sodass auch die zweite organische Schicht, die p- oder n-dotiert sein kann, eine aufgeraute Grenzfläche zur Zwischenschicht aufweist. Die zweite organische Schicht kann eine planarisierende Wirkung aufweisen, wodurch die darüber liegenden Schichten wieder planar aufwachsen. Insbesondere kann die Topologie zu mindestens 50%, bevorzugt größer 70 % oder besonders bevorzugt zu größer 85% folgen.

30

Insbesondere kann ein Material zur Erzeugung einer topographischen Oberflächenstruktur verwendet werden, das eine niedrige Glasübergangstemperatur T_g, bevorzugt zwischen

80 und 120 °C, aufweist. Bei Raumtemperaturen und im Betrieb des Bauelements sollten keine weiteren Veränderungen der Schicht erfolgen. Ist die Schicht erst mal kristallin, tritt normalerweise keine Veränderung mehr auf. Wird die Schicht während der Abscheidung beziehungsweise im Anschluss nach der Abscheidung der gesamten Schichtenfolge bis nahe an die Glasübergangstemperatur beziehungsweise darüber erwärmt, kristallisieren die Schichten aus. Insbesondere kann dies auch neben dem Temperatureinfluss durch den Dotierungsgrad gesteuert werden. Die Kristallisation ist insbesondere ausgeprägt bei stäbchenförmigen oder relativ flachen starren Molekülen, zum Beispiel bei Elektrodenleitern, wie beispielsweise BPyPyP, oder bei Lochleitern, wie beispielsweise CBP.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die erste organische Schicht MoO_x oder WO_x auf. Mit MoO_x beziehungsweise WO_x werden hier insbesondere die Oxide des Molybdäns beziehungsweise Wolframs mit möglichen Oxidationsstufen verstanden. Besonders bevorzugt ist $x = 2.5 - 3$.

MoO_x kann Molybdän(II)-oxid, MoO , Molybdän(IV)-oxid, MoO_2 , und/oder Molybdän(VI)-oxid, MoO_3 , bedeuten.

WO_x kann Wolfram(III)-oxid, W_2O_3 , Wolfram(IV)-oxid, WO_2 , und/oder Wolfram(VI)-oxid, WO_3 , bedeuten.

Mit den Oxiden des Molybdäns oder Wolframs können topographische Oberflächenstrukturen erzeugt werden, indem gezielt Nano- oder Mikrostrukturen in einzelne Schichten eingebracht werden. Dabei können Molekularstrahlen durch

Ultrajets direkt ins Vakuum eingesprüht werden. Oxidische Nanopartikel, wie beispielsweise Molybdänoxid oder Wolframoxid, besitzen selbst schon eine p-dotierende Wirkung. Insbesondere entstehen dort auch Gebiete hoher Leitfähigkeit, die zu einer Spannungsüberhöhung führen können. Derartige "kalte" Salzstrahlen können auch beispielsweise aus Cäsiumphosphat oder anderen Salzen mit hochgeladenen Anionen erzeugt werden, um eine n-Dotierung in Elektrodenleitern zu bewirken. Beispielsweise weisen die oxidischen Nanopartikel eine Partikelgröße von kleiner als 10 nm auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Substrat eine Hauptoberfläche auf. Die Hauptoberfläche des Substrats ist der Hauptoberfläche der ersten organischen Schicht abgewandt. Die Hauptoberfläche des Substrats weist eine weitere topographische Oberflächenstruktur auf. Die weitere topographische Oberflächenstruktur entspricht insbesondere der topographischen Oberflächenstruktur der Hauptoberfläche der ersten organischen Schichten. Mit "entspricht" wird hier verstanden, dass die topographischen Oberflächenstrukturen gleich oder ähnlich sein können.

In dem hier beschriebenen organischen lichtemittierenden Bauelement kann zudem durch die Anordnung der Schichtenfolge mit einer topographischen Oberflächenstruktur, beispielsweise des Substrats, oder der ersten organischen Schicht eine Wellenleitung der in der organischen Schichtenfolge erzeugten elektromagnetischen Strahlung im Vergleich zu bekannten OLEDs, insbesondere solchen mit Planarisierungsschichten, wirksam verhindert oder zumindest vermindert werden. Durch die Unterbrechung von Wellenleitereffekten in der organischen Schichtenfolge, wie sie in bekannten OLEDs mit planaren Schichten auftreten können, kann die Auskoppelleffizienz der

erzeugten elektromagnetischen Strahlung aus dem organischen lichtemittierenden Bauelement deutlich im Vergleich zu bekannten OLEDs erhöht werden. Dabei ist es gerade auch möglich, dass beispielsweise keine zusätzlichen

5 Auskopplungsstrukturen auf einer Oberfläche des Bauelements angeordnet werden müssen. Diese zusätzlichen Auskopplungsstrukturen würden wiederum auch nur das nahe einer solchen Auskopplungsstruktur geführte Licht vermehrt auskoppeln. Dabei kann es bei dem hier beschriebenen Bauelement mit Vorteil erreicht werden, dass nicht nur das Licht vermehrt ausgekoppelt werden kann, das in bekannten Bauelementen in einer Verkapselungsschicht durch Wellenleitereffekten geführt wird, sondern auch das Licht, das in bekannten Bauelementen in den organischen Schichten oder Elektroden durch Wellenleitungseffekte geführt wird. 10 Dadurch können im hier beschriebenen organischen lichtemittierenden Bauelement auf zusätzliche Prozessschritte zur Aufbringung einer zusätzlichen externen Auskoppelschicht verzichtet werden, was technologisch schwierig und aufwändig wäre, da derartige Prozessschritte mit einer mechanischen und/oder thermischen und/oder elektromagnetischen Belastung des an sich schon fertigen Bauelements und zumindest einer Bauelementoberfläche verbunden ist. 15 20

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement eine erste Elektrode auf. Insbesondere ist die erste Elektrode direkt dem Substrat nachgeordnet. Im Falle der weiteren topographischen Oberflächenstruktur des Substrats weist die Oberfläche oder Hauptoberfläche der ersten Elektrode auch eine weitere topographische Oberflächenstruktur auf, die sich von der Hauptoberfläche des Substrats fortsetzt. 30

- Weiterhin kann das organische lichtemittierende Bauelement eine zweite Elektrode aufweisen. Die zweite Elektrode kann auf der dem Substrat abgewandten Seite des funktionellen Schichtenstapels angeordnet sein. Die erste Elektrode kann
- 5 beispielsweise ein transparentes leitfähiges Oxid (TCO), beispielsweise ITO (Indiumzinnoxid) umfassen oder daraus bestehen. Die zweite Elektrode kann ein Metall umfassen oder daraus bestehen, beispielsweise Aluminium oder Kalzium.
- 10 Das organische lichtemittierende Bauelement kann ein Substrat aufweisen. Das Substrat kann Glas, Quarz, Kunststoff, Polymerfolien, Metall, Metallfolien, Siliziumwafer oder ein beliebiges anderes geeignetes Substratmaterial umfassen und starr oder flexibel ausgeführt sein. Ein Metallfolie
- 15 umfassendes oder ein Metallfolie ausgeführtes Substrat kann beispielsweise eine Aluminiumfolie, eine Kupferfolie, eine Edelstahlfolie oder eine Kombination oder einen Schichtenstapel darauf aufweisen.
- 20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das organische lichtemittierende Bauelement einen funktionellen Schichtenstapel auf. Der funktionelle Schichtenstapel kann eine organische Schichtenfolge mit einem funktionalen Bereich aufweisen oder daraus bestehen. Der funktionelle
- 25 Schichtenstapel ist zwischen den beiden Elektroden auf dem Substrat angeordnet. Die organischen Schichten können dabei beispielsweise als Elektronentransportschichten, Löcherblockierschichten, elektrodenlumineszierenden Schichten, Elektronenblockierschichten, organische
- 30 lichtemittierende Schichten und/oder Lochtransportschichten ausgebildet sein. In den organischen Schichten kann im aktiven Bereich durch Elektronen- und Löcherinjektion und Rekombination elektromagnetische Strahlung mit einer

einzelnen Wellenlänge oder einem Bereich von Wellenlängen erzeugt werden. Die organischen Schichten können organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine nichtpolymere Moleküle ("small molecules")
5 oder Kombinationen daraus aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann das organische lichtemittierende Bauelement eine Verkapselung aufweisen. Die Verkapselung kann über dem funktionellen Schichtenstapel und
10 der zweiten Elektrode angeordnet sein. Die Verkapselung kann dabei ein oder mehrere Schichten umfassen, wobei die Schichten der Verkapselung beispielsweise Planarisierungsschichten, Barrierschichten, wasser- und/oder sauerstoffabsorbierende Schichten, Verbindungsschichten oder
15 Kombinationen daraus sein können. Die Verkapselung kann beispielsweise eine Abdeckung in Form einer Kappe, insbesondere einer freitragenden Kappe, und/oder einer Schicht oder Schichtenfolge in Form einer Dünnfilmverkapselung auf oder über der organischen
20 Schichtenfolge aufweisen. Geeignete Materialien können beispielsweise Glas, Kunststoffe, Metalle, Metalloxide, Nichtmetalloxide oder Nichtmetallnitride, wie etwa SiO_x oder SiN_x , Keramiken oder Kombinationen daraus aufweisen oder sein. Die Verkapselung kann dabei beispielsweise
25 Barrierschichten und/oder Planarisierungsschichten aufweisen. Weiterhin kann die Abdeckung auch als Laminat ausgeführt sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das organische
30 lichtemittierende Bauelement als sogenannter Bottom-Emitter aufgeführt, das heißt, dass in diesem Bauelement das Substrat transparent oder zumindest teilweise transparent ist und die im aktiven Bereich erzeugte elektromagnetische Strahlung in

den organischen lichtemittierenden Schichten durch das Substrat abgestrahlt werden kann.

Alternativ kann das organische lichtemittierende Bauelement
5 als sogenannter Top-Emitter ausgeführt sein, dass also die in den organischen lichtemittierenden Schichten erzeugte elektromagnetische Strahlung durch die zweite Elektrode abgestrahlt werden kann.

10 Alternativ kann das organische lichtemittierende Bauelement auch eine Kombination aus einem Bottom- und Top-Emitter sein, dass also die in den organischen lichtemittierenden Schichten erzeugte elektromagnetische Strahlung beidseitig abgestrahlt werden kann.

15

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

20

Es zeigen:

Figur 1 eine Bandstruktur gemäß einer Ausführungsform,

25 Figuren 2A und 2B jeweils eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements gemäß eines Vergleichsbeispiels,

Figur 2C eine Stromspannungskennlinie gemäß eines
30 Vergleichsbeispiels,

Figuren 3 bis 6 jeweils eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements gemäß einer Ausführungsform.

- 5 In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche, gleichartige oder gleichwirkende Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne
10 Elemente wie zum Beispiel Schichten, Bauteile, Bauelemente und Bereiche zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt werden.

Die Figur 1 zeigt eine Bänderstruktur gemäß einer
15 Ausführungsform. Es wird die Bänderstruktur eines organischen lichtemittierenden Bauelements mit zwei organischen Schichten 1-1, 1-2 dargestellt. Beide Schichten 1-1, 1-2 sind durch eine sogenannte Ladungsträgererzeugungszone 23 zumindest räumlich voneinander separiert. Die Schicht 1-1 kann eine
20 Lochtransportschicht (HTL) sein. Die Lochtransportschicht kann eine p-Dotierung aufweisen. Der p-Dotand kann beispielsweise Cu(I)pFBz, Molybdänoxid, Wolframoxid, Vanadiumoxid, Rheniumoxid, F4-TCNQ, HAT-CN, NDP-2, NDP-9, Bi(III)(pFBz)₃ Bismuth(tris-pentafluorbenzoat) oder
25 Bi(III)(TFMBz)₃ Bismuth(tris-3,5-di-trifluoromethylbenzoat) sein.

Die Schicht 1-2 kann beispielsweise eine Elektronentransportschicht (ETL) sein. Die
30 Elektronentransportschicht ist insbesondere n-dotiert. Als n-Dotanden kommen beispielsweise Cäsiumcarbonat, Cäsiumphosphat, Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Cäsium, Lithium, NDN-1 oder NDN-26 in Frage. Durch Einbau einer

topographischen Oberflächenstruktur 5 insbesondere an der Grenzfläche zwischen einer n-dotierten und p-dotierten organischen ersten und zweiten Schicht 1-1, 1-2 kann die Grenzfläche zwischen beiden Schichten vergrößert werden. Im Vergleich beispielsweise zu planaren Ladungsträgererzeugungsschichten 23 können dadurch mehr Ladungsträger generiert werden und die Ladungsträgererzeugungszone 23 wird damit effektiver. Mit anderen Worten kann mit weniger Spannung ein größerer Strom generiert werden.

Die Figuren 2A bis 2C zeigen ein organisches lichtemittierendes Bauelement 100 gemäß eines Vergleichsbeispiels. Das Bauelement 100 der Figur 2A weist ein Substrat 1 auf. Das Substrat 1 kann insbesondere gleichzeitig die erste Elektrode 3 bilden. Als Materialien für das Substrat und die erste Elektrode 3 kommen Indiumzinnoxid und Glas in Frage. Dem Substrat 1 kann eine erste organische lichtemittierende Schicht 21 nachgeordnet sein. Die organische lichtemittierende Schicht 21 kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, Strahlung aus dem blauen Bereich zu emittieren. Insbesondere ist die erste organische lichtemittierende Schicht 21 undotiert. Der ersten organischen lichtemittierenden Schicht 21 kann eine erste organische Schicht 231, die n-dotiert sein kann, nachgeordnet sein. Der ersten organischen Schicht 231 kann eine Zwischenschicht 233 nachgeordnet sein. Die Zwischenschicht 233 kann in dem Bauelement auch fehlen. Der Zwischenschicht 233 kann eine zweite organische Schicht 232, die insbesondere p-dotiert ist, nachgeordnet sein. Die erste organische Schicht 231, die Zwischenschicht 233 und die zweite organische Schicht 232 bilden die Ladungsträgererzeugungszone 23. Der Ladungsträgererzeugungszone 23 ist eine zweite

organische lichtemittierende Schicht 22 nachgeordnet. Diese kann insbesondere dazu eingerichtet sein, Strahlung aus dem roten Wellenlängenbereich zu emittieren. Die zweite Elektrode 4, die der zweiten organischen lichtemittierenden Schicht 22 nachgeordnet sein kann, kann aus Silber sein.

Die erste organische lichtemittierende Schicht 21 kann eine Schichtdicke von 50 nm aufweisen und aus BCB sein. Die erste organische Schicht 231 kann aus 10 % Cäsiumphosphat in BCB sein und eine Schichtdicke von zirka 100 nm aufweisen. Die zweite organische Schicht kann 4 % Molybdänoxid in α -NPD mit einer Schichtdicke von zirka 100 nm aufweisen. Die undotierte zweite organische lichtemittierende Schicht 22 kann α -NPD mit einer Schichtdicke von 50 nm aufweisen.

15

Die Figur 2B zeigt ein organisches lichtemittierendes Bauelement 100 gemäß eines Vergleichsbeispiels. Das Bauelement der Figur 2B unterscheidet sich von dem Bauelement der Figur 2A dadurch, dass die erste Elektrode 3 und das Substrat 1 räumlich getrennt voneinander ausgebildet sind.

20

Die Figur 2C zeigt eine Stromspannungskennlinie des Bauelements der Figur 2B gemäß eines Vergleichsbeispiels. Es ist die Stromdichte in mA/cm^2 in Abhängigkeit von der Spannung U in V dargestellt. Der Bereich 7 stellt den Tunnelstrom dar.

25

Die Figur 3 zeigt ein organisches lichtemittierendes Bauelement 100 gemäß einer Ausführungsform. Das Bauelement 100 weist ein Substrat 1 auf. Das Substrat kann beispielsweise aus Glas geformt sein. Ferner weist das Bauelement eine erste Elektrode 3 auf, die beispielsweise aus Indiumzinnoxid geformt ist. Dem Substrat 1 ist eine erste

30

organische lichtemittierende Schicht 21, die insbesondere undotiert ist, nachgeordnet. Der ersten organischen lichtemittierenden Schicht 21 ist eine erste organische Schicht 231, die insbesondere n-dotiert ist, nachgeordnet.

5 Die erste organische Schicht 231 weist eine Hauptoberfläche 2311 auf. Die Hauptoberfläche 2311 weist eine topographische Oberflächenstruktur 5, hier in Form einer sägezahnförmigen Ausgestaltung, auf. Der ersten organischen Schicht 231 ist eine Zwischenschicht 233 nachgeordnet. Die Zwischenschicht
10 233 weist eine Oberfläche 2332 auf, die gleichzeitig die Hauptoberfläche 2311 der ersten organischen Schicht 231 bildet. Mit anderen Worten setzt sich die topographische Oberflächenstruktur 5 der Hauptoberfläche 2311 in die Zwischenschicht 233 fort. Der Zwischenschicht 233 ist eine
15 zweite organische Schicht 232, die insbesondere p-dotiert ist, nachgeordnet. Die zweite organische Schicht 232 weist eine Oberfläche 2322 auf. Die Oberfläche 2322 bildet gleichzeitig die Hauptoberfläche der Zwischenschicht 2331. Der zweiten organischen Schicht 232 ist eine zweite
20 organische lichtemittierende Schicht 22 und eine zweite Elektrode 4 nachgeordnet. Mit anderen Worten setzt sich die topographische Oberflächenstruktur der Hauptoberfläche 2311 der ersten organischen Schicht 231 über die Zwischenschicht 233 und zumindest über die Oberfläche der zweiten organischen
25 Schicht 232 fort.

Die topographische Oberflächenstruktur kann beispielsweise durch kristallisierende Materialien erzeugt werden. Damit weist die erste organische Schicht 231 eine aufgeraute
30 Grenzfläche auf. Beispielsweise kann die topographische Oberflächenstruktur durch GBPy oder NET-61 von Novaled erzeugt werden. Die Zwischenschicht 232 kann auch fehlen. Die

zweite organische Schicht 232 kann eine planarisierende Wirkung aufweisen.

Im Vergleich zu planaren Ladungsträgererzeugungszonen 23 kann
5 der CGL Effekt verstärkt werden und somit der Spannungsabfall und Effizienzverluste reduziert werden.

Die Figur 4 zeigt eine schematische Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer
10 Ausführungsform. Das Bauelement 100 der Figur 4 unterscheidet sich von dem Bauelement 100 der Figur 3 dadurch, dass das Bauelement 100 der Figur 4 eine weitere topographische Oberflächenstruktur 6 des Substrats und/oder der ersten Elektrode aufweist. Die weitere topographische
15 Oberflächenstruktur 6 setzt sich über die erste organische lichtemittierende Schicht 21, die erste organische Schicht 231, die optionale Zwischenschicht 232 in die Oberfläche 2322 der zweiten organischen Schicht 232 fort. Mit anderen Worten zieht sich die Strukturierung der ersten Elektrode und/oder
20 des Substrats, insbesondere der ITO Anode, bis in den funktionellen Schichtenstapel hinein.

Insbesondere ist die organische Schicht 231 der Figuren 3 und 4 n-dotiert. Die zweite organische Schicht 232 der Figuren 3
25 und 4 sind insbesondere p-dotiert.

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine Seitenansicht eines organischen lichtemittierenden Bauelements 100 gemäß einer Ausführungsform. Die Figur 5 unterscheidet sich von dem
30 organischen lichtemittierenden Bauelement der Figur 3 dadurch, dass die Dotierung der ersten organischen Schicht 231 und der zweiten organischen Schicht 232 vertauscht sind. Mit anderen Worten handelt es sich um eine invertierte

Ladungsträgererzeugungszone 23. Die erste organische Schicht 231 der Figur 5 ist insbesondere p-dotiert und weist insbesondere eine kristallisierte p-Schicht auf. Die zweite organische Schicht 232 ist n-dotiert und weist insbesondere eine planarisierende Wirkung auf. Die erste organische Schicht 231, die insbesondere p-dotiert ist, kristallisiert beim Aufwachsen aus und bildet eine sogenannte aufgeraute Grenzfläche, also eine topographische Oberflächenstruktur 5.

Das Bauelement 100 der Figur 6 unterscheidet sich von dem Bauelement 100 der Figur 4 dadurch, dass die erste organische Schicht 231 und die zweite organische Schicht 232 voneinander unterschiedlich dotiert sind. Die erste organische Schicht 231 der Figur 6 ist p-dotiert und die zweite organische Schicht 232 ist n-dotiert. Das Bauelement 100 der Figur 6 weist insbesondere eine ITO-Anode auf, die strukturiert ist, also eine weitere topographische Oberflächenstruktur 6 aufweist, wobei sich die Struktur bis in den funktionellen Schichtenstapel hineinzieht, also insbesondere auch bis in die Ladungsträgererzeugungszone 23.

Die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Merkmale können gemäß weiterer Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden. Auch wenn solche Kombinationen nicht explizit in den Figuren gezeigt sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder alternative Merkmale gemäß der Beschreibung im allgemeinen Teil aufweisen.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von

Merkmale, was insbesondere jede Kombinationen von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

5

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2016 103 282.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

- 100 organisches lichtemittierendes Bauelement
- 1 Substrat
- 5 2 funktioneller Schichtenstapel
- 3 erste Elektrode
- 4 zweite Elektrode
- 21 erste organische lichtemittierende Schicht
- 22 zweite organische lichtemittierende Schicht
- 10 23 Ladungsträgererzeugungszone
- 231 erste organische Schicht
- 232 zweite organische Schicht
- 2311 Hauptoberfläche der ersten organische Schicht
- 2312 Oberfläche der ersten organische Schicht
- 15 2321 Hauptoberfläche der zweiten organische Schicht
- 2322 Oberfläche der zweiten organische Schicht
- 233 Zwischenschicht
- 2331 Hauptoberfläche der Zwischenschicht
- 2332 Oberfläche der Zwischenschicht
- 20 5 topographische Oberflächenstruktur
- 6 weitere topographische Oberflächenstruktur
- 7 Tunnelstrom
- 1-1 Schicht
- 1-2 Schicht

Patentansprüche

1. Organisches lichtemittierendes Bauelement (100)

umfassend

- 5 - ein Substrat (1),
- einen funktionellen Schichtenstapel (2) zwischen zwei Elektroden (3, 4), der auf dem Substrat (1) angeordnet ist,
- wobei der funktionelle Schichtenstapel (2) zumindest zwei organische lichtemittierende Schichten (21, 22) und zumindest
10 eine Ladungsträgererzeugungszone (23) aufweist, die zwischen den zwei organischen lichtemittierenden Schichten (21, 22) angeordnet ist,
- wobei die Ladungsträgererzeugungszone (23) zumindest eine erste organische Schicht (231) mit einer Hauptoberfläche
15 (2311) umfasst, wobei die Hauptoberfläche (2311) dem Substrat (1) abgewandt ist, wobei die erste organische Schicht (231) elektronenleitend oder lochleitend ist,
- wobei die Hauptoberfläche (2311) eine topographische Oberflächenstruktur (5) aufweist.

20

2. Bauelement (100) nach Anspruch 1,
wobei die topographische Oberflächenstruktur topographische Höhenunterschiede von mindestens 80 nm aufweist, und
wobei die erste organische Schicht (231) kristallisiert ist
25 und 2,2',6,6'-Tetravinyl-4,4'-Bipyridyl oder NET-61 umfasst.

3. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die topographische Oberflächenstruktur (5)
topographische Höhenunterschiede von mindestens 80 nm
30 aufweist.

4. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,

wobei die erste organische Schicht (21) elektronenleitend ist, wobei die Ladungsträgererzeugungszone (23) eine zweite organische Schicht (232) mit einer Oberfläche (2322) aufweist, wobei die zweite organische Schicht (232) lochleitend ist, wobei die Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232) der Hauptoberfläche (2311) der ersten organischen Schicht (231) und dem Substrat (1) zugewandt ist, wobei sich die topographische Oberflächenstruktur (5) zumindest in der Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232) fortsetzt.

5. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die erste organische Schicht (231) lochleitend ist, wobei die Ladungsträgererzeugungszone (23) eine zweite organische Schicht (232) mit einer Oberfläche (2322) aufweist, wobei die zweite organische Schicht (232) elektronenleitend ist, wobei die Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232) der Hauptoberfläche (2311) der ersten organischen Schicht (231) und dem Substrat (1) zugewandt ist, wobei sich die topographische Oberflächenstruktur (5) zumindest in der Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232) fortsetzt.

6. Bauelement (100) nach Anspruch 2, 3, 4 oder 5, wobei die Ladungsträgererzeugungszone (23) eine Zwischenschicht (233) mit einer Hauptoberfläche (2331) aufweist, die zwischen der ersten und zweiten organischen Schicht (231, 232) angeordnet ist, wobei die Hauptoberfläche (2331) der Zwischenschicht (233) der Hauptoberfläche (2311) der ersten organischen Schicht (231) abgewandt ist, wobei sich die topographische Oberflächenstruktur (5) in der Hauptoberfläche (2331) der Zwischenschicht (233) und

Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232)
fortsetzt.

7. Bauelement (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
5 wobei die erste organische Schicht (231) kristallisiert ist
und 2,2',6,6'-Tetravinyl-4,4'-Bipyridyl oder NET-61 umfasst.

8. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die erste organische Schicht (231) MoOx oder WOx
10 aufweist.

9. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die topographische Oberflächenstruktur (5) eine oder
mehrere Strukturen aufweist, die ausgewählt sind aus einer
15 Gruppe, die gebildet ist durch Aufrauungen, Linsen, Prismen,
Wellen, Gräben, Stege, sägezahnförmige Ausformungen,
kegelförmige Ausformungen, fraktale Ausformungen und
Kegelstümpfe.

20 10. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die topographische Oberflächenstruktur (5)
topographische Höhenunterschiede von größer oder gleich 100
nm und kleiner oder gleich 1 mm aufweist.

25 11. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die topographische Oberflächenstruktur (5) entlang
einer Haupterstreckungsebene der Hauptoberfläche (2311) der
ersten organischen Schicht (231) eine Anordnung von
Strukturen mit einem mittleren Abstand von größer oder gleich
30 100 nm und kleiner oder gleich 100 µm aufweist.

12. Bauelement (100) nach einem der vorherigen Ansprüche,

wobei das Substrat (1) eine Hauptoberfläche (11) aufweist, die der Hauptoberfläche (2311) der ersten organischen Schicht (231) abgewandt ist, wobei die Hauptoberfläche (2311) des Substrats (1) eine weitere topographische Oberflächenstruktur (6) aufweist, die der topographischen Oberflächenstruktur (5) der Hauptoberfläche (2311) der ersten organischen Schicht (231) entspricht.

13. Verfahren zur Herstellung eines organischen

lichtemittierenden Bauelements (100) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 12 mit den Schritten:

A) Bereitstellen eines Substrats (1) und einer ersten Elektrode (3),

B) Aufbringen einer ersten organischen lichtemittierenden Schicht (21) auf das Substrat (1) und die erste Elektrode (3),

C) Aufbringen einer ersten organischen Schicht (231) mit einer Hauptoberfläche (2311), die der ersten organischen lichtemittierenden Schicht (21) abgewandt ist, wobei die erste organische Schicht (231) Teil einer Ladungsträgererzeugungszone (23) und elektronen- oder lochleitend ist,

D) Ausbilden einer topographischen Oberflächenstruktur (5) in der Hauptoberfläche (2311),

E) Aufbringen einer zweiten organischen Schicht (232) mit einer Oberfläche (2322), wobei die zweite organische Schicht (232) Teil einer Ladungsträgererzeugungszone (23) ist, wobei die Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232) der Hauptoberfläche (2311) der ersten organischen Schicht (231) zugewandt ist, wobei zumindest die Oberfläche (2322) der zweiten organischen Schicht (232) teilweise der topographischen Oberflächenstruktur (5) folgt, und

F) Aufbringen einer zweiten organischen lichtemittierenden Schicht (22).

FIG 1

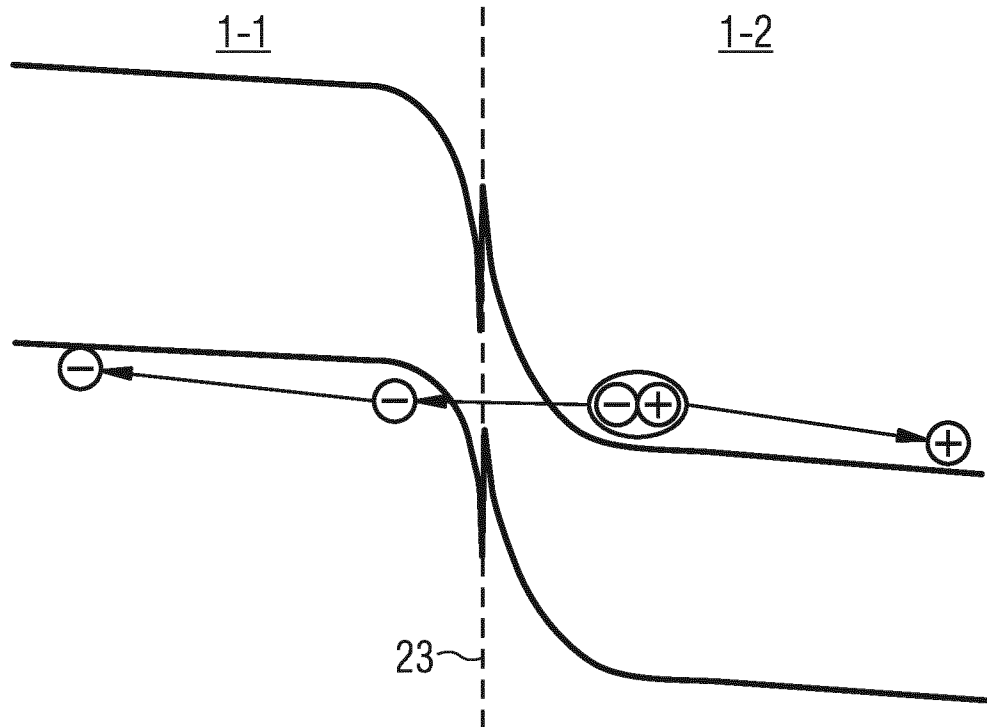


FIG 2A

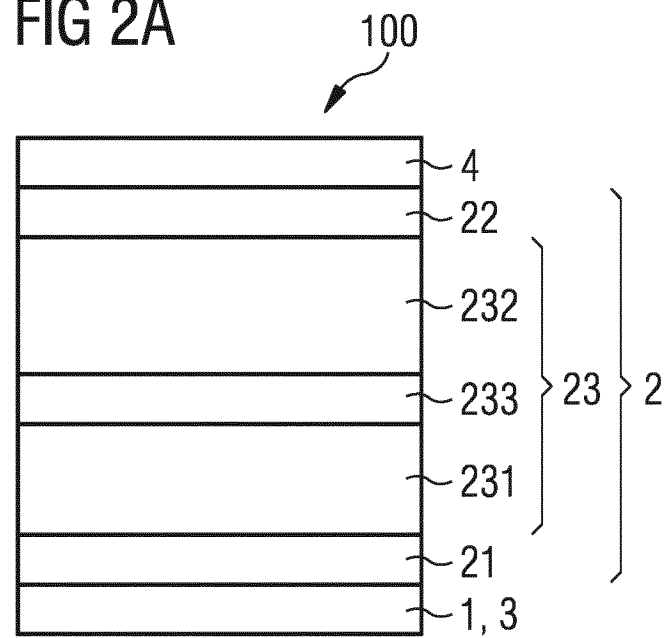


FIG 2B

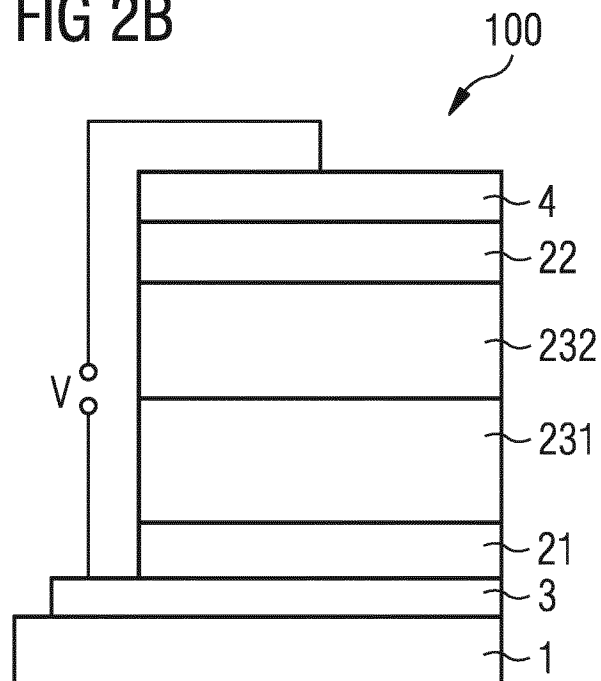


FIG 2C

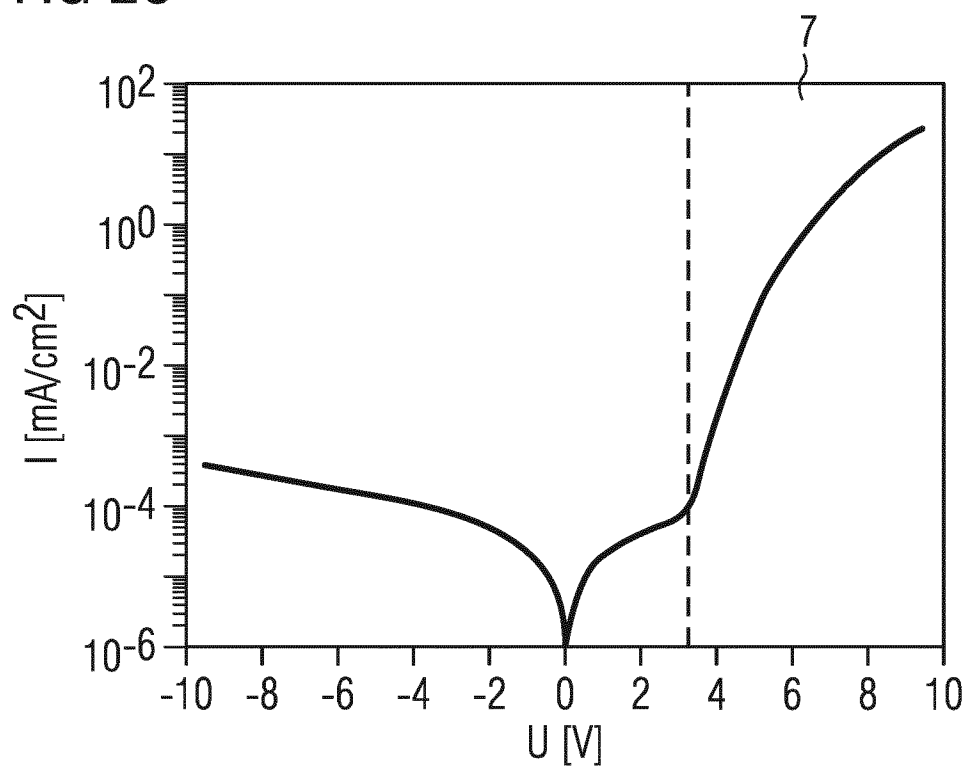


FIG 3

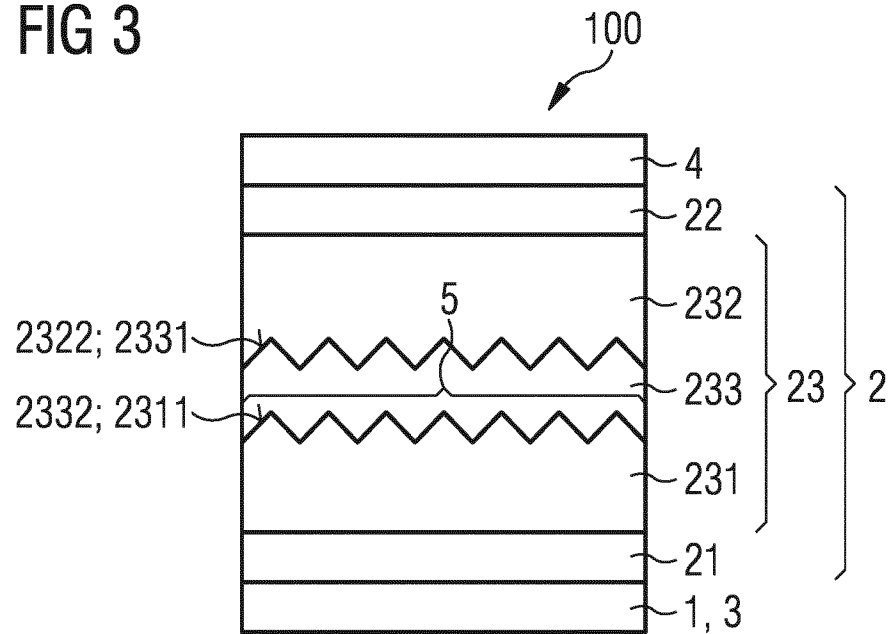


FIG 4

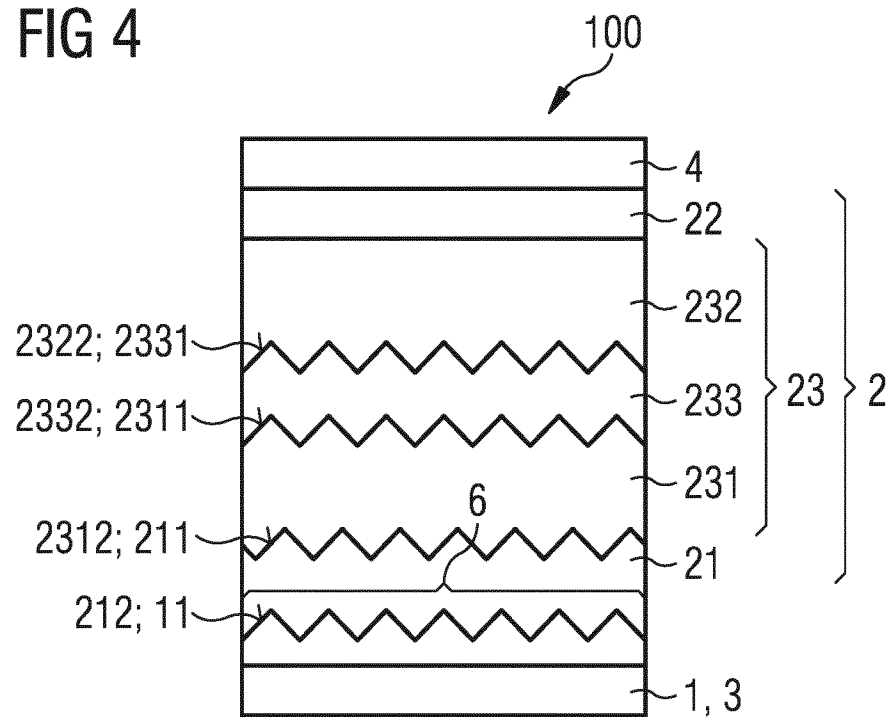


FIG 5

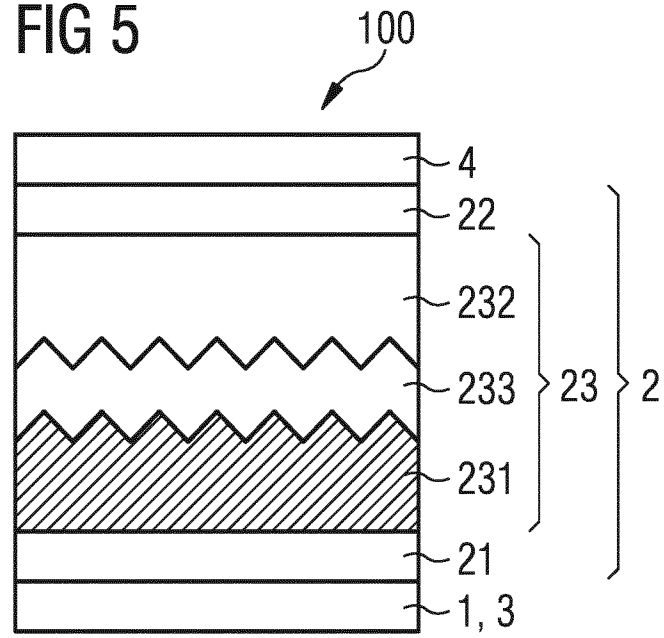
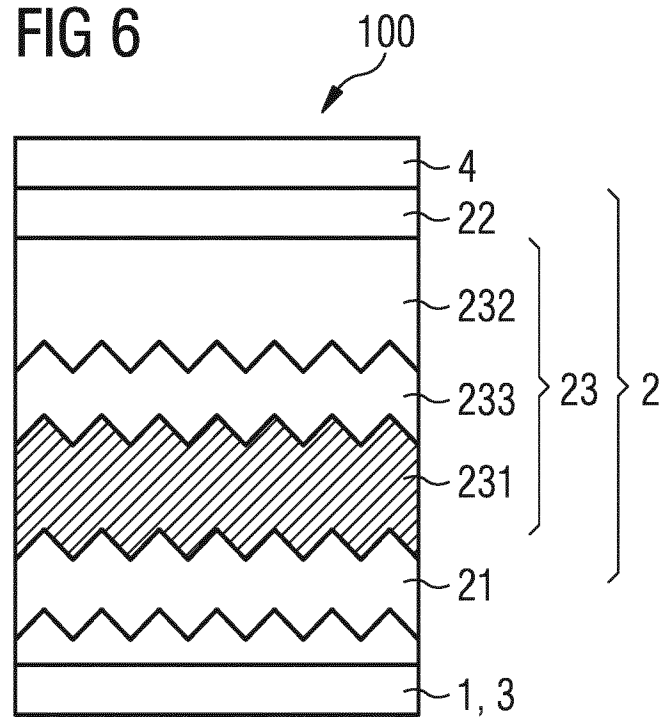


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053265

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/50 H01L51/52
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L H05B

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	JP 2015 090817 A (SHOWA DENKO KK) 11 May 2015 (2015-05-11) paragraphs [0072] - [0091]; figure 10; example 11 -----	1,3,4,6, 9,13
X	WO 2005/115062 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]; YAMAZAKI SHUNPEI [JP]; NOMURA RYOJI [JP] 1 December 2005 (2005-12-01) page 11, line 1 - page 17, line 17; figures 2a,b -----	1,9
Y	JP 2009 272059 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 19 November 2009 (2009-11-19) paragraphs [0089], [0090], [0094] - [0096]; figure 18 -----	1,3-6, 8-13
A		2,7
Y	US 2007/205411 A1 (ITAI YUICHIRO [JP]) 6 September 2007 (2007-09-06) example 1; table 1 -----	1,3-6, 8-13



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

12 April 2017

Date of mailing of the international search report

24/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Bakos, Tamás

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053265

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2015090817	A	11-05-2015	NONE	

WO 2005115062	A1	01-12-2005	JP 5005081 B2	22-08-2012
			JP 5564599 B2	30-07-2014
			JP 2011014548 A	20-01-2011
			JP 2012160471 A	23-08-2012
			JP 2013152949 A	08-08-2013
			KR 20070026582 A	08-03-2007
			KR 20110124331 A	16-11-2011
			US 2007222379 A1	27-09-2007
			US 2012061653 A1	15-03-2012
			US 2013126936 A1	23-05-2013
			WO 2005115062 A1	01-12-2005

JP 2009272059	A	19-11-2009	NONE	

US 2007205411	A1	06-09-2007	JP 4896544 B2	14-03-2012
			JP 2007242733 A	20-09-2007
			US 2007205411 A1	06-09-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L51/50 H01L51/52
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L H05B

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	JP 2015 090817 A (SHOWA DENKO KK) 11. Mai 2015 (2015-05-11) Absätze [0072] - [0091]; Abbildung 10; Beispiel 11 -----	1,3,4,6, 9,13
X	WO 2005/115062 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]; YAMAZAKI SHUNPEI [JP]; NOMURA RYOJI [JP] 1. Dezember 2005 (2005-12-01) Seite 11, Zeile 1 - Seite 17, Zeile 17; Abbildungen 2a,b -----	1,9
Y	JP 2009 272059 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 19. November 2009 (2009-11-19) -----	1,3-6, 8-13
A	Absätze [0089], [0090], [0094] - [0096]; Abbildung 18 -----	2,7
Y	US 2007/205411 A1 (ITAI YUICHIRO [JP]) 6. September 2007 (2007-09-06) Beispiel 1; Tabelle 1 -----	1,3-6, 8-13



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

12. April 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/04/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Bakos, Tamás

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053265

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2015090817	A	11-05-2015	KEINE	
WO 2005115062	A1	01-12-2005	JP 5005081 B2	22-08-2012
			JP 5564599 B2	30-07-2014
			JP 2011014548 A	20-01-2011
			JP 2012160471 A	23-08-2012
			JP 2013152949 A	08-08-2013
			KR 20070026582 A	08-03-2007
			KR 20110124331 A	16-11-2011
			US 2007222379 A1	27-09-2007
			US 2012061653 A1	15-03-2012
			US 2013126936 A1	23-05-2013
			WO 2005115062 A1	01-12-2005
JP 2009272059	A	19-11-2009	KEINE	
US 2007205411	A1	06-09-2007	JP 4896544 B2	14-03-2012
			JP 2007242733 A	20-09-2007
			US 2007205411 A1	06-09-2007