

(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
4. Februar 2016 (04.02.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/016331 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 51/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/067426
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2015 (29.07.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102014110971.6 1. August 2014 (01.08.2014) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **ROSENBERGER, Johannes**; Roter-Brach-
Weg 21, 93049 Regensburg (DE). **RIEDEL, Daniel**;
Hans-Huber-Str. 4, 93049 Hans-Huber-Str. 4 (DE).
RIEGEL, Nina; Waldweg 16, 93105 Tegernheim (DE).
SCHARNER, Silke; Richard-Wagner-Str. 6, 93055
Regensburg (DE). **FLEISSNER, Arne**; Alte Nürnberger
Str. 48, 93059 Regensburg (DE). **WEHLUS, Thomas**; Auf
den Höhen 13, 93138 Lappersdorf (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, 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, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

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

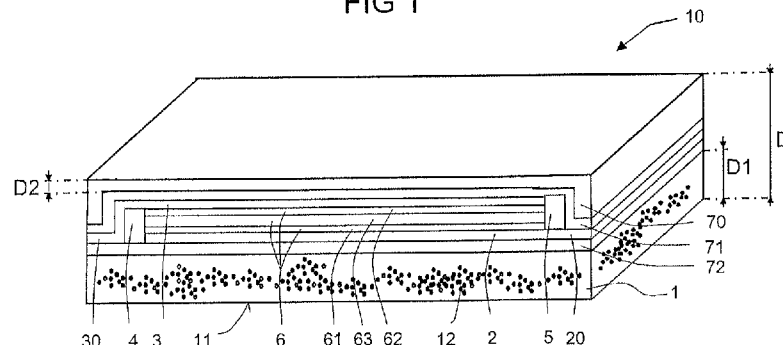
Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

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

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

FIG 1



(57) Abstract: An optoelectronic component is specified, comprising a functional layer stack (6) having an organic active layer (63) and a coupling-out layer (1) embodied in a mechanically stable fashion, wherein the organic active layer (63) emits electromagnetic radiation during the operation of the component, the functional layer stack (6) is arranged on the coupling-out layer (1), the coupling-out layer (1) has internal scattering elements (12), and the coupling-out layer (1) has a refractive index (n1) that is at least 80% of a refractive index (n2) of the layer stack (6). Furthermore, a method for producing such a component is specified, wherein the functional layer stack (6) is applied to a sacrificial substrate (9) and the sacrificial substrate is removed from the layer stack (6) in a subsequent method step.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein optoelektronisches Bauelement angegeben, das einen funktionellen Schichtenstapel (6) mit einer organischen aktiven Schicht (63) und eine mechanisch stabil ausgebildete

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/016331 A1



Auskoppelschicht (1) aufweist, wobei die organische aktive Schicht (63) im Betrieb des Bauelements elektromagnetische Strahlung emittiert, der funktionelle Schichtenstapel (6) auf der Auskoppelschicht (1) angeordnet ist, die Auskoppelschicht (1) innere Streuelemente (12) aufweist, und die Auskoppelschicht (1) einen Brechungsindex (n_1) aufweist, der mindestens 80 % eines Brechungsindex (n_2) des Schichtenstapels (6) ist. Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements angegeben, bei dem der funktionelle Schichtenstapel (6) auf ein Opfersubstrat (9) aufgebracht wird und das Opfersubstrat in einem nachfolgenden Verfahrensschritt von dem Schichtenstapel (6) entfernt wird.

Beschreibung

Optoelektronisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements

5

Die vorliegende Anmeldung betrifft ein optoelektronisches Bauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements.

- 10 Eine organische lichtemittierende Diode (OLED) kann einen auf einem Glasträger angeordneten funktionellen Schichtenstapel aufweisen, wobei von dem Schichtenstapel emittiertes Licht durch den Glasträger hindurchtritt, bevor es aus der OLED ausgekoppelt wird. Auf den Glasträger können externe
- 15 Streuschichten, insbesondere Mikrolinsen, zur Erhöhung des Strahlungsauskopplungsgrads aufgebracht werden. Die Prozessierung von OLEDs auf Glasträgern mit externen Streuschichten oder Mikrolinsen erweist sich jedoch als aufwändig. Außerdem verringern die Absorptionsverluste
- 20 innerhalb der vergleichsweise dicken Glasträgern die Effizienz der organischen lichtemittierenden Dioden.

Eine Aufgabe ist es, ein vereinfacht herzustellendes optoelektronisches Bauelement mit einem hohen

- 25 Strahlungsauskopplungsgrad anzugeben. Als eine weitere Aufgabe wird ein zuverlässiges, vereinfachtes und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements angegeben.

- 30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform eines Bauelements weist dieses einen funktionellen Schichtenstapel auf. Der funktionelle Schichtenstapel enthält insbesondere eine Mehrzahl von organischen Schichten. Der funktionelle

Schichtenstapel weist zum Beispiel eine organische aktive Schicht auf, die im Betrieb des Bauelements elektromagnetische Strahlung, beispielsweise UV-Strahlung, sichtbares Licht oder Infrarotstrahlung, emittiert. Außerdem
5 weist der funktionelle Schichtenstapel beispielsweise eine als Lochtransportschicht ausgeführte organische Schicht und eine als Elektronentransportschicht ausgebildete organische Schicht auf. Insbesondere ist die aktive organische Schicht in vertikaler Richtung zwischen der Lochtransportschicht und
10 der Elektronentransportschicht angeordnet. Unter einer vertikalen Richtung wird eine Richtung verstanden, die senkrecht zu einer Haupterstreckungsebene der organischen aktiven Schicht gerichtet ist. Insbesondere ist das Bauelement eine OLED.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses eine mechanisch stabile Auskoppelschicht auf. Der funktionelle Schichtenstapel ist auf der Auskoppelschicht angeordnet. Unter einer mechanisch stabilen Auskoppelschicht
20 wird eine Schicht verstanden, die insbesondere freitragend ausgebildet ist. Das heißt, die mechanisch stabile Auskoppelschicht kann auf sich selbst stützen und ist gegenüber der Eigenschwerkraft stabil.

25 Beispielsweise ist die Auskoppelschicht durch geeignete Materialauswahl und entsprechende Dickengestaltung derart mechanisch stabil ausgebildet, dass die Auskoppelschicht zumindest den funktionellen Schichtenstapel tragen kann, ohne dabei aufgrund der Eigenschwerkraft mechanisch verformt zu
30 werden. Des Weiteren kann die Auskoppelschicht als ein Trägerkörper des Bauelements ausgebildet sein. Letzteres bedeutet, dass die Auskoppelschicht insbesondere dem gesamten

optoelektronischen Bauelement eine ausreichende mechanische Stabilität verleiht.

5 Gemäß zumindest einer Ausgestaltung des Bauelements weist die Auskoppelschicht auf einer dem Schichtenstapel abgewandten Seite eine Strahlungsaustrittsfläche des Bauelements auf. Insbesondere ist die Auskoppelschicht für die im Betrieb des Bauelements erzeugte elektromagnetische Strahlung durchlässig ausgebildet. Die Auskoppelschicht kann klarsichtig,
10 transparent oder milchig trüb ausgebildet sein.

Gemäß zumindest einer Ausgestaltung des Bauelements weist die Auskoppelschicht innere Streuelemente auf. Unter inneren Streuelementen der Auskoppelschicht werden insbesondere
15 Streuzentren im Inneren der Auskoppelschicht verstanden. Beispielsweise sind die inneren Streuelemente von einem Material der Auskoppelschicht allseitig vollständig umgeben. Die im Betrieb des Bauelements von der organischen aktiven Schicht emittierte Strahlung wird an den Streuelementen der
20 Auskoppelschicht gestreut, bevor es an der Strahlungsaustrittsfläche aus dem Bauelement ausgekoppelt wird, wodurch der Strahlungsauskopplungsgrad des Bauelements verbessert wird.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die Auskoppelschicht einen Brechungsindex auf, der mindestens 80 % eines Brechungsindexes des Schichtenstapels ist. Unter einem Brechungsindex einer Schicht wird insbesondere der Brechungsindex des die Schicht bildenden Materials
30 verstanden. Weist die Schicht beispielsweise mehrere Teilschichten und/oder mehrere Materialien auf, wird unter einem Brechungsindex der Schicht insbesondere der durchschnittliche Brechungsindex dieser Schicht verstanden.

Der Brechungsindex wird dabei bei einer Strahlungswellenlänge bestimmt, die von der im Betrieb des Bauelements erzeugten elektromagnetischen Strahlung umfasst ist. Zum Beispiel
5 werden die Brechungsindices bei einer Wellenlänge von 500 nm bestimmt. Insbesondere ist es möglich, dass die genannte Beziehung der Brechungsindices von Auskoppelschicht und Schichtenstapel für den gesamten Wellenlängenbereich der im Betrieb vom Bauelement erzeugten elektromagnetischen
10 Strahlung erfüllt ist.

Beträgt der Brechungsindex der Auskoppelschicht mindestens 80 % des Brechungsindexes des Schichtenstapels, können Strahlungsverluste aufgrund von Totalreflexionen beim
15 Übergang der emittierten Strahlung von dem Schichtenstapel zur Auskoppelschicht weitgehend unterdrückt werden, sodass die Auskopplung der emittierten Strahlung aus dem Bauelement besonders effizient ausgestaltet ist.

20 In mindestens einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements weist dieses einen funktionellen Schichtenstapel mit einer organischen aktiven Schicht und eine mechanisch stabil ausgebildete Auskoppelschicht auf, wobei der funktionelle Schichtenstapel auf der Auskoppelschicht
25 angeordnet ist. Die organische aktive Schicht emittiert im Betrieb des Bauelements elektromagnetische Strahlung. Die Auskoppelschicht weist innere Streuelemente auf. Die Auskoppelschicht und der Schichtenstapel weisen jeweils einen Brechungsindex auf, wobei der Brechungsindex der
30 Auskoppelschicht mindestens 80 % des Brechungsindexes des Schichtenstapels ist.

Materialbedingt weist der funktionelle Schichtenstapel oft einen hohen Brechungsindex auf, etwa um 1,7. Ist der Brechungsindex der Auskoppelschicht zumindest annähernd gleich oder höher als der Brechungsindex des

5 Schichtenstapels, können Lichtverluste aufgrund von Totalreflexionen beim Strahlungsübergang von dem Schichtenstapel zur Auskoppelschicht stark reduziert werden. Die Effizienz der Strahlungsauskopplung kann durch Streuungseffekte an den inneren Streuelementen innerhalb der
10 Auskoppelschicht zusätzlich erhöht werden. Des Weiteren können auf externe Streuschichten oder Mikrolinsen, die auf dem Trägerkörper beziehungsweise auf der Auskoppelschicht des Bauelements aufgebracht sind, verzichtet werden, wodurch die Herstellung eines solchen optoelektronischen Bauelements
15 insgesamt vereinfacht wird. Durch die Ausbildung der Streuelemente innerhalb der Auskoppelschicht kann ein vereinfachtes, kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines solchen optoelektronischen Bauelements angewendet werden, bei dem die Auskoppelschicht auch im Fall als
20 Trägerkörper des Bauelements besonders dünn ausgestaltet werden kann, wodurch Lichtverluste aufgrund von Absorption in der Auskoppelschicht beziehungsweise in dem Trägerkörper des Bauelements vermindert werden.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist der Brechungsindex der Auskoppelschicht mindestens 1,6, insbesondere mindestens 1,7 oder mindestens 2. Beispielsweise ist die Auskoppelschicht aus einem Material gebildet, das einen Brechungsindex insbesondere zwischen 1,6 und 4
30 beispielsweise zwischen 1,6 und 3 oder zwischen 2 und 3 aufweist. Beispielsweise weist die Auskoppelschicht im Vergleich zum Glas einen größeren Brechungsindex auf.

Insbesondere ist der Brechungsindex der Auskoppelschicht größer als der Brechungsindex des Schichtenstapels.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsvariante des Bauelements ist
- 5 das Bauelement frei von einer Zwischenschicht, die in vertikaler Richtung zwischen dem Schichtenstapel und der Auskoppelschicht angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht einen Brechungsindex aufweist, der kleiner als der Brechungsindex des funktionellen Schichtenstapels,
- 10 insbesondere kleiner als 80 % des Brechungsindexes des funktionellen Schichtenstapels ist. Eine derartige Ausgestaltung des Bauelements begünstigt einen verlustarmen Strahlungsübergang von dem funktionellen Schichtenstapel zur Auskoppelschicht. Alternativ kann das Bauelement eine
- 15 zwischen dem Schichtenstapel und der Auskoppelschicht angeordnete Zwischenschicht aufweisen, wobei ein Brechungsindex der Zwischenschicht dem Brechungsindex des Schichtenstapels angepasst ist. Insbesondere unterscheidet sich der Brechungsindex der Zwischenschicht höchstens um 20 %
- 20 %, beispielsweise höchstens um 10 %, etwa höchstens um 5 % vom dem Brechungsindex des Schichtenstapels. Zum Beispiel weist die Zwischenschicht ein Metalloxid oder mehrere Metalloxide auf, etwa Al_2O_3 , ZrO_2 oder TiO_2 .
- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist dieses auf einer dem Schichtenstapel abgewandten Seite der Auskoppelschicht frei von einer als ein Trägerkörper des Bauelements ausgebildeten Schicht. Insbesondere weist das Bauelement zwischen dem funktionellen Schichtenstapel und der
- 30 Strahlungsaustrittsfläche lediglich eine als Trägerkörper des Bauelements ausgebildete Schicht auf, welche die Auskoppelschicht mit den inneren Streuelementen ist.

Insbesondere ist das Bauelement frei von einer Grenzschicht zwischen der Auskoppelschicht und einer Glasschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist die Auskoppelschicht eine vertikale Dicke auf, die zwischen einschließlich 10 μm und einschließlich 300 μm , insbesondere zwischen einschließlich 20 μm und einschließlich 200 μm , beispielsweise zwischen einschließlich 20 μm und einschließlich 100 μm , ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist die Auskoppelschicht biegsam ausgebildet. Zum Beispiel weist die Auskoppelschicht ein flexibles, insbesondere ein elastisch nachgiebiges Material auf. Beispielsweise weist die Auskoppelschicht im Vergleich zum Glas einen geringeren Elastizitätsmodul auf. Zum Beispiel beträgt der Elastizitätsmodul der Auskoppelschicht bei Normbedingungen weniger als 70 kN/mm^2 , zum Beispiel weniger als 50 kN/mm^2 , insbesondere kleiner als 40 kN/mm^2 . Ein optoelektronisches Bauelement mit einer flexiblen Auskoppelschicht lässt sich besonders vereinfacht auf unebene beispielsweise krumme Oberfläche montiert werden. Insbesondere ist die Auskoppelschicht frei vom Glas oder frei von einem glashaltigen Material.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements sind die inneren Streuelemente in einem hochbrechenden Material der Auskoppelschicht eingebettet. Unter einem hochbrechenden Material wird ein Material verstanden, das insbesondere einen Brechungsindex von mindestens 1,6, beispielsweise 1,7 oder höher, etwa 2 oder höher aufweist. Die inneren Streuelemente sind insbesondere Streupartikel beispielsweise aus Titanoxid oder Siliziumoxid.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist ein Konversionsmaterial, insbesondere in Form von Leuchtstoffpartikeln, in dem hochbrechenden Material der Auskoppelschicht eingebettet. Das Konversionsmaterial absorbiert die von der aktiven Schicht erzeugte Strahlung mit einer ersten Wellenlänge und wandelt diese in eine Strahlung mit einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen zweiten Wellenlänge um. Insbesondere sind die erste und die zweite Wellenlänge jeweils eine Peak-Wellenlänge oder eine dominante Wellenlänge der entsprechenden Strahlung. Beispielsweise unterscheiden sich die Streuelemente von dem Konversionsmaterial beziehungsweise von den Leuchtstoffpartikeln dadurch, dass die Streuelemente optisch inaktiv sind. Das heißt, die Streuelemente absorbieren keine oder nur kaum Strahlung mit einer ersten Wellenlänge und wandeln diese nicht oder nur kaum in eine Strahlung mit einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen zweiten Wellenlänge um.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist die Auskoppelschicht mehrschichtig ausgebildet. Insbesondere weist die mehrschichtige Auskoppelschicht eine Streuschicht mit den inneren Streuelementen auf. Des Weiteren kann die Auskoppelschicht eine Teilschicht aufweisen, die sich an die Streuschicht angrenzt, wobei die Teilschicht frei von den inneren Streuelementen ist. Insbesondere weist die Teilschicht eine größere Dicke auf als die Streuschicht auf. Die Streuschicht und die Teilschicht können ein gleiches hochbrechendes Material aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, dass die Streuschicht und die Teilschicht verschiedene hochbrechende Materialien aufweisen. Die

Auskoppelschicht kann auch eine Mehrzahl von Streuschichten und/oder Teilschichten aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist
5 dieses eine zwischen der Auskoppelschicht und dem Schichtenstapel angeordnete Barriereschicht auf. Die Barriereschicht kann den funktionellen Schichtenstapel vor Umwelteinflüssen wie Luftfeuchtigkeit oder Schadgase schützen. Außerdem kann die Barriereschicht als eine
10 Planarisierungsschicht für die darauf angeordneten Schichten dienen. Zwar kann die Barriereschicht abhängig von der Ausgestaltung der Auskoppelschicht optional sein, erhöht die Barriereschicht bei deren Anwesenheit den Schutz des Schichtenstapels und vereinfacht außerdem die Herstellung des
15 auf die Barriereschicht aufzubringenden Schichtenstapels.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses eine Verkapselungsschicht auf. Insbesondere ist der funktionelle Schichtenstapel in Draufsicht auf die
20 Auskoppelschicht von der Verkapselungsschicht vollständig bedeckt. Beispielsweise bedeckt die Verkapselungsschicht den Schichtenstapel in lateraler Richtung vollständig.

Unter einer lateralen Richtung wird eine Richtung verstanden,
25 die im Rahmen der Herstellungstoleranz parallel zu der Haupterstreckungsebene der organischen aktiven Schicht gerichtet ist. Die vertikale Richtung und die laterale Richtung sind somit senkrecht zueinander. Unter einer Verkapselungsschicht wird insbesondere eine Schicht oder eine
30 Mehrzahl von Schichten verstanden, die den Schichtenstapel des Bauelements zumindest teilweise oder vollständig verkapselt und diesen vor Umwelteinflüssen wie Luftfeuchtigkeit oder Schadgase schützt. Insbesondere ist die

Verkapselungsschicht derart ausgebildet, dass keine oder kaum Luftfeuchtigkeit sowie keine oder kaum Stoffe in gasförmigem Zustand durch die Verkapselungsschicht hindurchtreten können.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist dieses eine Schutzschicht auf. Die Verkapselungsschicht ist insbesondere zwischen dem Schichtenstapel und der Schutzschicht angeordnet. Die Verkapselungsschicht kann so von der Schutzschicht vor äußeren mechanischen Einwirkungen
10 geschützt werden. Insbesondere ist der funktionelle Schichtenstapel bis auf Stellen für elektrische Anschlüsse von der Barrierschicht und der Verkapselungsschicht vollständig verkapselt. Die Schutzschicht kann flexibel, beispielsweise biegsam ausgebildet sein. Beispielsweise weist
15 die Schutzschicht im Vergleich zum Glas einen geringeren Elastizitätsmodul auf. Zum Beispiel beträgt der Elastizitätsmodul der Schutzschicht bei Normbedingungen weniger als 70 kN/mm^2 , zum Beispiel weniger als 50 kN/mm^2 , insbesondere kleiner als 40 kN/mm^2 . Insbesondere ist die
20 Schutzschicht eine Polymerschicht.

- In mindestens einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements, das eine Auskoppelschicht mit inneren Streuelementen und einen
25 funktionellen Schichtenstapel mit einer organischen, im Betrieb des Bauelements elektromagnetische Strahlung emittierenden Schicht aufweist, wird zunächst ein Opfersubstrat bereitgestellt. Die Auskoppelschicht wird auf das Opfersubstrat aufgebracht, wobei die Auskoppelschicht
30 mechanisch stabil ausgebildet wird. Der funktionelle Schichtenstapel wird auf die Auskoppelschicht aufgebracht, wobei die Auskoppelschicht einen Brechungsindex aufweist, der mindestens 80 % eines Brechungsindexes des funktionellen

Schichtenstapels ist. Nachfolgend wird das Opfersubstrat von dem Bauelement entfernt.

Bei solch einem Verfahren dient das Opfersubstrat als ein
5 Träger des gesamten elektromagnetischen Bauelements lediglich während dessen Herstellung. Da bei der Herstellung des Bauelements mechanische Belastungen hauptsächlich von dem Opfersubstrat getragen werden, kann die Auskoppelschicht besonders dünn ausgestaltet werden. Außerdem ist ein solches
10 Verfahren besonders geeignet für die Herstellung eines flexiblen organischen Bauelements, bei dem insbesondere die Auskoppelschicht flexibel ausgebildet wird. Für das Opfersubstrat steht grundsätzlich eine große Auswahl von Materialien zur Verfügung, insbesondere auch Kunststoffe oder
15 Metalle, die bei der Herstellung des Bauelements im Vergleich zum Glas ein geringeres Bruchrisiko aufweisen, wodurch das Yield-Risiko beispielsweise aufgrund von möglichen Glasbrüchen entfällt. Des Weiteren kann das Opfersubstrat wieder verwendet werden, wodurch die Herstellungskosten von
20 solchen Bauelementen vermindert werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Auskoppelschicht auf dem Opfersubstrat derart ausgebildet, dass deren Dicke zwischen einschließlich 10 μm und
25 einschließlich 300 μm , insbesondere zwischen einschließlich 20 μm und einschließlich 200 μm , beispielsweise zwischen einschließlich 20 μm und einschließlich 100 μm ist. Ein durch ein solches Verfahren hergestelltes Bauelement weist im Vergleich zu herkömmlichen OLEDs eine geringere vertikale
30 Höhe zwischen dem funktionellen Schichtenstapel und der Strahlungsaustrittsfläche auf, wodurch Absorptionsverluste vermindert werden und ein höherer Anteil der erzeugten Strahlung ausgekoppelt wird. Auch kann dadurch die

Gesamtdicke des Bauelements verringert werden. Beispielsweise kann durch dieses Verfahren ein organisches optoelektronisches Bauelement mit einer Gesamtdicke zwischen einschließlich 40 μm und einschließlich 400 μm , zum Beispiel
5 zwischen einschließlich 40 μm und einschließlich 200 μm hergestellt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Auskoppelschicht mittels eines nasschemischen Verfahrens auf
10 das Opfersubstrat aufgebracht. Beispielsweise wird die Auskoppelschicht als eine Multilagenbeschichtung ausgebildet. Die Auskoppelschicht kann dabei eine Mehrzahl von Schichten aufweisen, die schichtenweise auf das Opfersubstrat aufgebracht werden. Insbesondere weist die Mehrzahl der
15 Schichten der Auskoppelschicht ein gleiches hochbrechendes Material auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Auskoppelschicht aus einem hochbrechenden Material
20 ausgebildet. Die Streuelemente, insbesondere in Form von Streupartikeln, können in das hochbrechende Material vor dem Aufbringen auf das Opfersubstrat eingebettet werden. Es ist auch möglich, dass zur Ausbildung der Auskoppelschicht zunächst das hochbrechende Material auf das Opfersubstrat
25 aufgebracht wird und die Streuelemente auf das hochbrechende Material aufgebracht, beispielsweise berieselt werden, bevor eine weitere Schicht aus dem hochbrechenden Material auf die Streuelemente aufgebracht wird. Eine zuletzt aufgebrachte Schicht der Auskoppelschicht kann als eine
30 Planarisierungsschicht ausgebildet werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden zur Ausbildung der Auskoppelschicht eine Streuschicht und

zumindest eine Teilschicht aus einem hochbrechenden Material schichtenweise auf das Substrat aufgebracht. Die Streuschicht weist dabei eine Mehrzahl von Streuelementen, insbesondere Streupartikeln, auf. Insbesondere ist die Teilschicht frei
5 von den Streuelementen. Die Teilschicht und die Streuschicht können so ausgebildet werden, dass die Teilschicht beispielsweise eine größere Dicke aufweist als die Streuschicht.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Opfersubstrat in Form einer Folie bereitgestellt. Beispielsweise weist das Opfersubstrat ein Metall etwa Aluminium oder einen Kunststoff etwa Polyethylenterephthalat (PET) auf. Die Auskoppelschicht wird insbesondere direkt auf
15 das Opfersubstrat aufgebracht. Beispielsweise weist das Opfersubstrat im Vergleich zum Glas einen geringeren Elastizitätsmodul auf. Bei der Fertigstellung des Bauelements kann das Opfersubstrat von der Auskoppelschicht mittels eines mechanischen Verfahrens entfernt werden, beispielsweise von
20 der Auskoppelschicht abgeschält oder abgezogen werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird vor dem Aufbringen des funktionellen Schichtenstapels eine Opferschicht direkt auf das Opfersubstrat aufgebracht. Die
25 Auskoppelschicht wird anschließend derart auf das Opfersubstrat aufgebracht, dass die Opferschicht zwischen der Auskoppelschicht und dem Opfersubstrat angeordnet ist.

Das Opfersubstrat kann dabei ein Metall, einen Kunststoff
30 oder ein glashaltiges Material aufweisen. Insbesondere kann das Opfersubstrat ein Glaskörper sein. Beispielsweise ist die Opferschicht eine lösliche Lack- oder Polymerschicht. Insbesondere kann die Opferschicht temporäre Klebstoffe oder

pyrolytische Lacke aufweisen. Das Entfernen des Opfersubstrats von dem Bauelement wird insbesondere durch die Entfernung der Opferschicht durchgeführt.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein Konversionsmaterial, insbesondere in Form von Leuchtstoffpartikeln, in die Auskoppelschicht eingeführt. Die Leuchtstoffpartikel können dabei analog zu den Streuelementen in die Auskoppelschicht eingeführt werden.

10

Das in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Verfahren ist besonders geeignet für die Herstellung eines vorstehend beschriebenen Bauelements. In Zusammenhang mit dem Bauelement beschriebene Merkmale können daher auch für das Verfahren
15 herangezogen werden und umgekehrt.

Weitere Vorteile, bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen des optoelektronischen Bauelements sowie des Verfahrens ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung
20 mit den Figuren 1 bis 3D erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels für ein optoelektronisches Bauelement,
25

Figur 2A ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein optoelektronisches Bauelement in schematischer Schnittansicht,
30

Figur 2B eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels für ein optoelektronisches Bauelement, und

Figuren 3A bis 3D schematische Schnittansichten verschiedener
Verfahrensstadien eines Ausführungsbeispiels zur
Herstellung eines optoelektronischen Bauelements.

5

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in
den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren
sind jeweils schematische Darstellungen und daher nicht
unbedingt maßstabsgetreu. Vielmehr können vergleichsweise
10 kleine Elemente und insbesondere Schichtdicken zur
Verdeutlichung übertrieben groß dargestellt sein.

Ein erstes Ausführungsbeispiel für ein optoelektronisches
Bauelement 10 ist in Figur 1 schematisch dargestellt.

15

Das optoelektronische Bauelement 10 weist eine
Auskoppelschicht 1, einen auf der Auskoppelschicht 1
angeordneten funktionellen Schichtenstapel 6 und eine
Verkapselungsschicht 71 auf. In vertikaler Richtung ist der
20 Schichtenstapel 6 zwischen der Auskoppelschicht 1 und der
Verkapselungsschicht 71 angeordnet. In lateraler Richtung ist
der Schichtenstapel 6 zwischen einer ersten
Isolierungsstruktur 4 und einer zweiten Isolierungsstruktur 5
beschränkt. In Draufsicht auf die Auskoppelschicht 1
25 überdeckt die Verkapselungsschicht 71 den Schichtenstapel 6,
die erste Isolierungsstruktur 4 und die zweite
Isolierungsstruktur 5 vollständig.

Der funktionelle Schichtenstapel 6 weist eine organische
30 aktive Schicht 63 auf. Die aktive Schicht 63 emittiert im
Betrieb des Bauelements eine elektromagnetische Strahlung,
beispielsweise im ultravioletten, sichtbaren oder infraroten
Spektralbereich. Der Schichtenstapel 6 enthält außerdem eine

erste Ladungstransportschicht 61 und eine zweite Ladungstransportschicht 62, wobei die organische aktive Schicht 63 zwischen der ersten Ladungstransportschicht 61 und der zweiten Ladungstransportschicht 62 angeordnet ist.

5 Insbesondere weisen die erste und die zweite Ladungstransportschicht jeweils zumindest ein organisches Material auf. Beispielsweise sind die erste und die zweite Ladungstransportschicht als eine Elektronentransportschicht beziehungsweise als eine Lochtransportschicht ausgebildet
10 oder umgekehrt. Diese Ladungstransportschichten dienen der Injektion der Löcher und der Elektronen in die organische aktive Schicht 63. Der Schichtenstapel 6 weist einen Brechungsindex n_2 auf, der insbesondere größer als 1,6, etwa 1,7 oder höher, beispielsweise 2 oder höher sein kann.

15 Die Auskoppelschicht 1 ist strahlungsdurchlässig ausgebildet und weist auf einer dem Schichtenstapel 6 abgewandten Seite eine Strahlungsaustrittsfläche 11 des Bauelements 10 auf. Das heißt, die im Betrieb des Bauelements 10 erzeugte Strahlung
20 verlässt das Bauelement insbesondere an der Strahlungsaustrittsfläche 11. Die Strahlungsaustrittsfläche 11 ist frei von einer Strukturierung oder einer Streuschicht.

Die Auskoppelschicht 1 weist innere Streuelemente 12 auf. Die
25 Streuelemente 11 sind im Inneren der Auskoppelschicht 1. Insbesondere weist die Auskoppelschicht 1 ein hochbrechendes Material auf, in das die Streuelemente 12 eingebettet sind. Die Streuelemente 12 sind im Inneren der Auskoppelschicht 1 unregelmäßig verteilt. Es ist auch möglich, dass die
30 Streuelemente 11 in der gesamten Auskoppelschicht 1 gleichmäßig verteilt sind.

Die Auskoppelschicht weist einen Brechungsindex n_1 auf, der insbesondere mindestens 80 % des Brechungsindex n_2 des Schichtenstapels 6 ist. Beispielsweise ist der Brechungsindex n_1 der Auskoppelschicht mindestens 1,6. Beispielsweise weist die Auskoppelschicht im Vergleich zum Glas einen größeren Brechungsindex auf. Bevorzugt ist der Brechungsindex n_1 der Auskoppelschicht 1 größer als der Brechungsindex n_2 des Schichtenstapels 6. Die im Betrieb des Bauelements emittierte Strahlung aus der organischen aktiven Schicht 63 kann somit verlustarm in die Auskoppelschicht 1 eingekoppelt werden. Die in die Auskoppelschicht 1 eingekoppelte Strahlung wird an den Streuelementen 12 gestreut, bevor sie das Bauelement 10 an der Strahlungsaustrittsfläche 11 verlässt, wodurch die Auskoppelleffizienz des Bauelements 10 verbessert wird.

Die Auskoppelschicht 1 ist mechanisch stabil ausgebildet. Die Auskoppelschicht 1 ist insbesondere als ein Trägerkörper des Bauelements ausgebildet. Letzteres bedeutet, dass die Auskoppelschicht derart ausgebildet ist, dass das Bauelement aufgrund der Auskoppelschicht nicht durch seine Eigenschwerkraft verformt wird und mechanisch stabil ist.

Die Auskoppelschicht 1 weist eine vertikale Dicke D_1 auf, die beispielsweise zwischen 10 μm und 300 μm ist, insbesondere zwischen 20 μm und 200 μm , etwa zwischen 20 μm und 100 μm . Das Bauelement 10 ist auf einer dem Schichtenstapel 6 abgewandten Seite der Auskoppelschicht 1 frei von einem weiteren Trägerkörper des Bauelements. Die Strahlungsaustrittsfläche 11 ist eine Oberfläche der Auskoppelschicht 1 und begrenzt das Bauelement 10 in vertikaler Richtung. Es ist jedoch auch denkbar, dass eine strahlungsdurchlässige Schutzschicht direkt auf der Strahlungsaustrittsfläche 11 angeordnet ist.

Das Bauelement 10 weist eine erste Elektrode 2 und eine zweite Elektrode 3 zur elektrischen Kontaktierung des funktionellen Schichtenstapels 6 auf. Der Schichtenstapel 6 ist in vertikaler Richtung zwischen der ersten Elektrode 2 und der zweiten Elektrode 3 angeordnet. Die erste Elektrode 2 ist strahlungsdurchlässig und zwischen der Auskoppelschicht 1 und dem Schichtenstapel 6 angeordnet. Beispielsweise weist die erste Elektrode 2 eine Transmission für die von der organischen aktiven Schicht 63 erzeugte Strahlung von mindestens 70 %, bevorzugt mindestens 80 %, besonders bevorzugt mindestens 90 %, auf. Die erste Elektrode kann transparente leitende Materialien enthalten, beispielsweise transparente leitfähige Oxide. Alternativ kann die erste Elektrode 2 eine transparente Schicht mit darauf angeordnete Leiterbahnen, etwa Silber-Nano-Leiterbahnen, aufweisen. Es ist auch denkbar, dass solche Leiterbahnen der ersten Elektrode 2 direkt auf der Auskoppelschicht 1 angeordnet sind, sodass die Leiterbahnen der ersten Elektrode 2 sowohl mit der Auskoppelschicht 1 als auch mit dem Schichtenstapel 6 in direktem physischen Kontakt sind.

Die zweite Elektrode 3 ist beispielsweise für die im Betrieb des Bauelements 10 emittierte Strahlung reflektierend ausgebildet. Beispielsweise reflektiert die zweite Elektrode 3 mindestens 70 %, bevorzugt mindestens 90 % der auf die zweite Elektrode 3 auftreffenden Strahlung in Richtung der Auskoppelschicht 1.

Die erste Elektrode 2 weist eine erste Kontaktbahn 20 auf, die in der lateralen Richtung seitlich des Schichtenstapels 6 angeordnet ist. Die zweite Elektrode 3 weist eine zweite Kontaktbahn 30 auf, die ebenfalls seitlich des

Schichtenstapels 6 angeordnet ist. Über die erste Kontaktbahn 20 und die zweite Kontaktbahn 30 kann das optoelektronische Bauelement 10 mit einer externen Stromquelle elektrisch kontaktiert werden.

5

In der Figur 1 ist eine Barrierschicht 72 zwischen der Auskoppelschicht 1 und dem Schichtenstapel 6 angeordnet. Der Schichtenstapel 6 ist von der Verkapselungsschicht 71 und von der Barrierschicht 72 in allen Richtungen vollständig
10 umgeben, insbesondere hermetisch abgeschlossen. Die Verkapselungsschicht 71 und die Barrierschicht 72 schützen den Schichtenstapel 6 somit vor äußeren Umwelteinflüssen. Es ist auch denkbar, dass der Schichtenstapel 6 bereits von der Verkapselungsschicht 71 und von der Auskoppelschicht 1 vor
15 äußeren Umwelteinflüssen ausreichend geschützt ist und das Bauelement 10 frei von einer solchen Barrierschicht 72 ist.

Das Bauelement 10 weist außerdem eine Schutzschicht 70 auf. Die Schutzschicht 70 ist insbesondere als eine
20 Kratzschutzschicht ausgebildet. In Draufsicht auf die Auskoppelschicht bedeckt die Schutzschicht 70 die Verkapselungsschicht 71 vollständig, sodass die vergleichsweise empfindliche Verkapselungsschicht 71 vor äußeren mechanischen Einwirkungen geschützt ist. Die
25 Schutzschicht 70 kann als ein Trägerkörper des Bauelements 10 ausgebildet sein. In so einem Fall kann die Auskoppelschicht 1 besonders dünn ausgestaltet werden.

Beispielsweise ist die Schutzschicht 70 flexibel,
30 insbesondere biegsam, ausgebildet. Zum Beispiel ist die Schutzschicht 70 eine Polymerschicht. Die Schutzschicht 70 weist eine vertikale Dicke D2 auf, die beispielsweise zwischen 20 µm und 200 µm, insbesondere zwischen 20 µm und

100 μm ist. Die Schutzschicht 70 begrenzt das Bauelement 10 in vertikaler Richtung.

Das Bauelement 10 weist eine vertikale Gesamtdicke D auf. Die
5 Gesamtdicke D ist beispielsweise zwischen 40 μm und 400 μm . Insbesondere kann die Gesamtdicke D zwischen 40 μm und 300 μm , beispielsweise zwischen 40 μm und 200 μm sein.

Figur 2A zeigt eine schematische Schnittansicht eines
10 Ausführungsbeispiels für ein optoelektronisches Bauelement.

Dieses Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem
Ausführungsbeispiel für ein optoelektronisches Bauelement in
Figur 1. Im Unterschied hierzu weist die Auskoppelschicht 1
15 neben den Streuelementen 12 auch ein Konversionsmaterial 15 auf, das insbesondere in Form von Leuchtstoffpartikeln ist. Die Streuelemente 12 und das Konversionsmaterial 15 können in demselben hochbrechenden Material der Auskoppelschicht eingebettet sein. Aufgrund der Übersichtlichkeit wird im
20 Unterschied zu Figur 1 lediglich ein Teilbereich zwischen der ersten Isolierungsstruktur 4 und der zweiten Isolierungsstruktur 5 dargestellt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein optoelektronisches
25 Bauelement 10 ist in Figur 2B in Schnittansicht schematisch dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 2A dargestellten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied hierzu weist die Auskoppelschicht 1 eine Streuschicht 13 mit den inneren
30 Streuelementen 12 auf. Des Weiteren weist die Auskoppelschicht 1 zwei Teilschichten 14 auf. Die Streuschicht 13 ist in vertikaler Richtung zwischen den Teilschichten 14 angeordnet. Zumindest eine der Teilschichten

14 weist eine vertikale Dicke auf, die größer als eine vertikale Dicke der Streuschicht 13 ist. Die Teilschichten 14 der Auskoppelschicht 1 sind frei von den inneren Streuelementen 12. Die Auskoppelschicht 1 kann ein Konversionsmaterial aufweisen. Insbesondere enthält eine zwischen dem Schichtenstapel 6 und der Streuschicht 13 angeordnete Teilschicht 14 das Konversionsmaterial, beispielsweise in Form von Leuchtstoffpartikeln.

Die Streuelemente 12 sind beispielsweise in einem hochbrechenden Material der Streuschicht 13 eingebettet. Insbesondere weisen die Streuschicht 13 und die Teilschichten 14 das gleiche hochbrechende Material auf. Insbesondere weist das hochbrechende Material einen Brechungsindex auf, der mindestens 1,6, insbesondere mindestens 1,7, etwa mindestens 2,0 ist. Genauso wie bei den Ausführungsbeispielen in den Figuren 1 und 2A kann die in der Figur 2B beschriebene Auskoppelschicht 1 durchgängig in der gesamten vertikalen Höhe ein gleiches hochbrechendes Material aufweisen. Es ist auch denkbar, dass die Streuschicht 13 als eine vorgefertigte Streuschicht ausgebildet ist, die in dem hochbrechenden Material der Auskoppelschicht 1 eingebettet ist.

In den Figuren 3A bis 3D sind verschiedene Verfahrensstadien eines Ausführungsbeispiels zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements schematisch dargestellt.

In Figur 3A wird ein Opfersubstrat 9 bereitgestellt. Das Opfersubstrat 9 kann ein Glaskörper sein. Alternativ kann das Opfersubstrat 9 aus Materialien ausgebildet sein, die im Vergleich zum Glas einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder ein geringeres Bruchrisiko aufweisen. Beispielsweise

ist das Opfersubstrat 9 aus einem Kunststoff, etwa PET, oder aus einem Metall, etwa Aluminium, ausgebildet.

Auf das Opfersubstrat 9 wird eine Opferschicht 8 aufgebracht, 5 beispielsweise mittels eines Beschichtungsverfahrens. Die Opferschicht 8 ist insbesondere eine lösliche Lackschicht oder eine lösliche Polymerschicht. Des Weiteren kann die Opferschicht temporäre Klebstoffe oder pyrolytische Lacke aufweisen. Insbesondere ist die Opferschicht durch Zuführung 10 einer chemischen Lösung auflösbar.

Eine Auskoppelschicht 1 mit inneren Streuelementen 12 wird auf das Opfersubstrat 9 aufgebracht. Die Opferschicht 8 ist zwischen der Auskoppelschicht 1 und dem Opfersubstrat 9 15 angeordnet. Beispielsweise wird die Auskoppelschicht mittels eines Beschichtungsverfahrens, etwa eines nasschemischen Verfahrens, auf das Opfersubstrat aufgebracht. Die Auskoppelschicht 1 wird derart ausgebildet, dass diese mechanisch stabil ist und insbesondere als ein Trägerkörper 20 für einen darauf aufzubringenden funktionellen Schichtenstapel 6 oder für das herzustellende optoelektronische Bauelements 10 dienen kann. Insbesondere ist eine vertikale Dicke der Auskoppelschicht 1 zwischen 10 μm und 300 μm , beispielsweise zwischen 20 μm und 200 μm , etwa 25 zwischen 20 μm und 100 μm . Die Auskoppelschicht 1 wird insbesondere aus einem hochbrechenden Material ausgebildet, das einen Brechungsindex aufweist, der mindestens 1,6 ist. Die inneren Streuelemente 12 werden dabei in das hochbrechende Material eingebettet. Die Streuelemente 12 30 und/oder das Konversionsmaterial 15 können gleichmäßig oder ungleichmäßig in einem Teil der Auskoppelschicht 1 oder in der gesamten Auskoppelschicht 1 verteilt sein.

Zur Ausbildung der Auskoppelschicht 1 können zumindest eine Teilschicht 14 aus dem hochbrechenden Material und eine Streuschicht 13 schichtenweise auf das Opfersubstrat 9 aufgebracht werden. Die Streuschicht 13 enthält dabei die Streuelemente 12, wobei die zumindest eine Teilschicht 14 frei von den Streuelementen 12 sein kann. Beispielsweise werden die Streuelemente 12 insbesondere in Form von Streupartikeln auf die zumindest eine Teilschicht 14 aufgebracht. Anschließend kann eine weitere Teilschicht 14 aus dem hochbrechenden Material auf die zumindest eine Teilschicht 14 und die Streuelemente 12 aufgebracht werden. Eine dem Opfersubstrat 9 abgewandte Seite angeordnete Teilschicht 14 der Auskoppelschicht 1 kann dabei als eine Planarisierungsschicht ausgebildet werden.

Alternativ wird die Auskoppelschicht 1 mehrschichtig ausgebildet, wobei eine Streuschicht 13 mit den Streuelementen 12 zwischen zwei Teilschichten 14 der Auskoppelschicht 1 ausgebildet wird.

Gemäß der Figur 3B wird eine Barrierschicht 72 direkt auf die Auskoppelschicht 1 aufgebracht. Grundsätzlich kann die Ausbildung einer solchen Barrierschicht 72 jedoch optional sein. Nachfolgend werden eine erste Elektrode 2, ein funktioneller Schichtenstapel 6 mit einer ersten Ladungstransportschicht 61, einer organischen aktiven Schicht 63, und einer zweiten Ladungstransportschicht 62, sowie eine zweite Elektrode 3 und eine Verkapselungsschicht 71 nacheinander auf die Auskoppelschicht 1 aufgebracht, etwa mittels eines Beschichtungsverfahrens. Anschließend wird eine Schutzschicht 70 auf die Verkapselungsschicht 71 aufgebracht.

In der Figur 3C wird das Opfersubstrat 9 von dem optoelektronischen Bauelement 10 abgelöst. Das Entfernen des Opfersubstrats 9 wird insbesondere an der Opferschicht 8 durchgeführt, wodurch das abgelöste Opfersubstrat 9 bei der Herstellung weiterer optoelektronischer Bauelemente wiederverwendet werden kann.

Gemäß Figur 3D wird das Opfersubstrat 9 von dem optoelektronischen Bauelement 10 entfernt. Das in der Figur 3D beschriebene Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in den Figuren 3A bis 3C beschriebenen Ausführungsbeispiel des Verfahrens. Im Unterschied hierzu wird keine Opferschicht 8 bei der Herstellung des optoelektronischen Bauelements verwendet. Das Opfersubstrat 9 wird insbesondere in Form einer Folie bereitgestellt. Die Auskoppelschicht 1 wird direkt auf das Opfersubstrat 9 aufgebracht. Das in Form einer Folie ausgebildete Opfersubstrat 9 wird von der ausgehärteten Auskoppelschicht 1 beispielsweise mechanisch entfernt. Insbesondere kann das Opfersubstrat 9 von der Auskoppelschicht 1 abgezogen oder abgeschält werden.

Mit der Verwendung eines Opfersubstrats kann somit ein hoch effizientes organisches Bauelement mit einer besonders dünnen, hochbrechenden und streuenden Auskoppelschicht vereinfacht und kostengünstig hergestellt werden.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2014 110 971.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Die

Erfindung umfasst vielmehr jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit
5 in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (10) aufweisend einen funktionellen Schichtenstapel (6) mit einer organischen aktiven Schicht (63) und eine mechanisch stabil ausgebildete Auskoppelschicht (1), wobei
- die organische aktive Schicht (63) im Betrieb des Bauelements elektromagnetische Strahlung emittiert,
 - der funktionelle Schichtenstapel (6) auf der Auskoppelschicht (1) angeordnet ist,
 - die Auskoppelschicht (1) innere Streuelemente (12) aufweist, und
 - die Auskoppelschicht (1) einen Brechungsindex (n_1) aufweist, der mindestens 80 % eines Brechungsindex (n_2) des Schichtenstapels (6) ist.
2. Bauelement nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem der Brechungsindex (n_1) der Auskoppelschicht (1) größer als der Brechungsindex (n_2) des Schichtenstapels (6) ist, wobei der Brechungsindex (n_1) der Auskoppelschicht (1) mindestens 1,6 ist.
3. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Auskoppelschicht (1) eine Dicke (D_1) zwischen einschließlich 20 μm und einschließlich 200 μm aufweist.
4. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das auf einer dem Schichtenstapel (6) abgewandten Seite der Auskoppelschicht (1) frei von einem Trägerkörper des Bauelements ist.
5. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Auskoppelschicht (1) biegsam ausgebildet ist.

6. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die inneren Streuelemente (12) in einem Material der Auskoppelschicht (1) eingebettet sind.

5

7. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Auskoppelschicht (1) mehrschichtig ausgebildet ist und eine Streuschicht (13) mit den inneren Streuelementen (12) aufweist.

10

8. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Barrierschicht (72) zwischen der Auskoppelschicht (1) und dem Schichtenstapel (6) angeordnet ist.

15

9. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das eine Schutzschicht (70) und eine zwischen dem Schichtenstapel (6) und der Schutzschicht (70) angeordnete Verkapselungsschicht (71) aufweist, wobei der Schichtenstapel (6) von der Verkapselungsschicht (71) vollständig bedeckt ist.

20

10. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (10), das eine Auskoppelschicht (1) mit inneren Streuelementen (12) und einen funktionellen Schichtenstapel (6) mit einer organischen, im Betrieb des Bauelements elektromagnetische Strahlung emittierenden Schicht (63) aufweist, mit folgenden Schritten:

25

a) Bereitstellen eines Opfersubstrats (9);

30

b) Aufbringen der Auskoppelschicht (1) auf das Opfersubstrat (9), wobei die Auskoppelschicht (1) mechanisch stabil ausgebildet wird;

c) Aufbringen des funktionellen Schichtenstapels (6) auf die Auskoppelschicht (1), wobei die Auskoppelschicht (1) einen Brechungsindex (n_1) aufweist, der mindestens 80 % eines Brechungsindex (n_2) des Schichtenstapels (6)

5 ist; und

d) Entfernen des Opfersubstrats (9) von dem Bauelement (10).

11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
10 bei dem die Auskoppelschicht(1) mittels eines nasschemischen Verfahrens auf das Opfersubstrat (9) aufgebracht wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11,
bei dem die Auskoppelschicht(1) aus einem Material mit einem
15 Brechungsindex von mindestens 1,6 ausgebildet wird und Streuelemente (12) in das Material eingebettet werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
bei dem zur Ausbildung der Auskoppelschicht (1) zumindest
20 eine Teilschicht (14) aus einem Material mit einem Brechungsindex von mindestens 1,6 und eine Streuschicht (13) schichtenweise auf das Opfersubstrat (9) aufgebracht werden, wobei die Streuschicht (13) die Streuelemente (12) aufweist und die zumindest eine Teilschicht (14) frei von den
25 Streuelementen (12) ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
bei dem vor dem Aufbringen des funktionellen Schichtenstapels (6) eine Opferschicht (8) direkt auf das Opfersubstrat (9)
30 aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
bei dem das Opfersubstrat (9) in Form einer Folie
bereitgestellt wird und die Auskoppelschicht (1) direkt auf
5 das Opfersubstrat (9) aufgebracht wird.

$\frac{1}{4}$

FIG 1

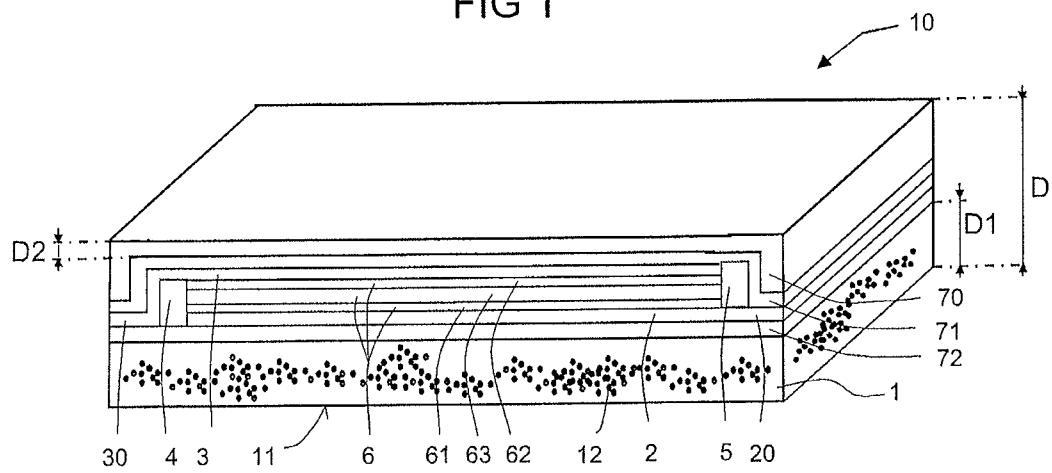
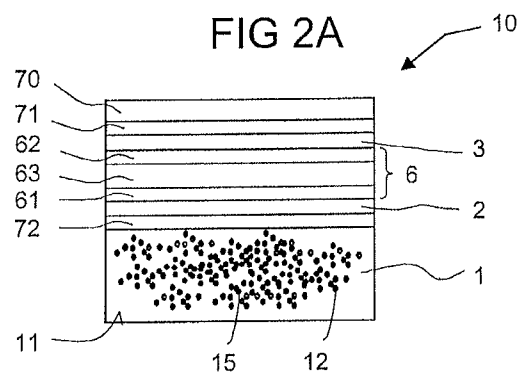


FIG 2A



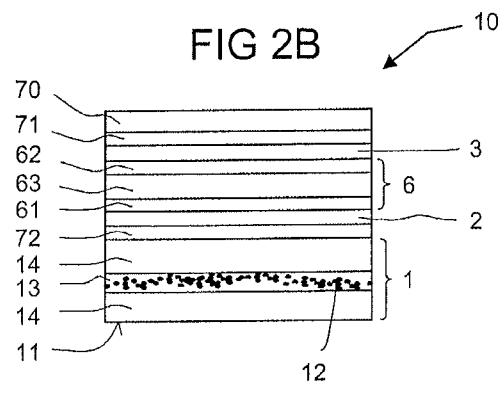


FIG 3A

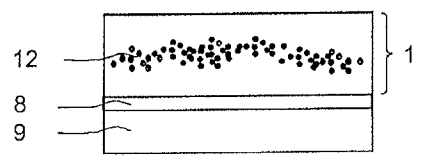


FIG 3B

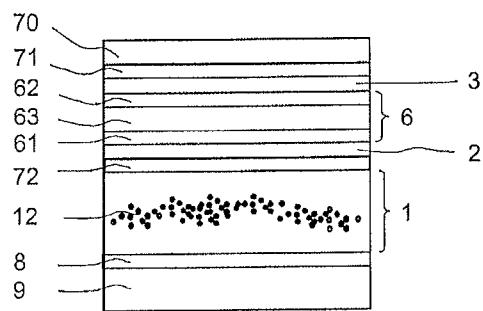


FIG 3C

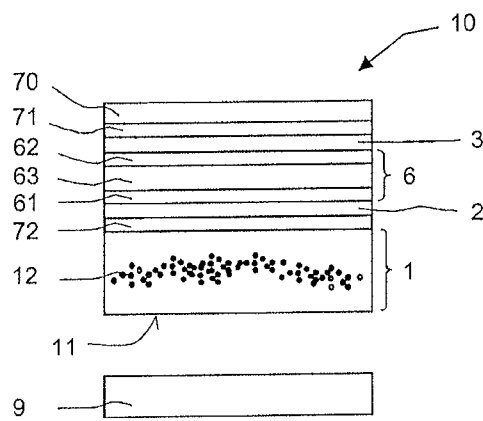
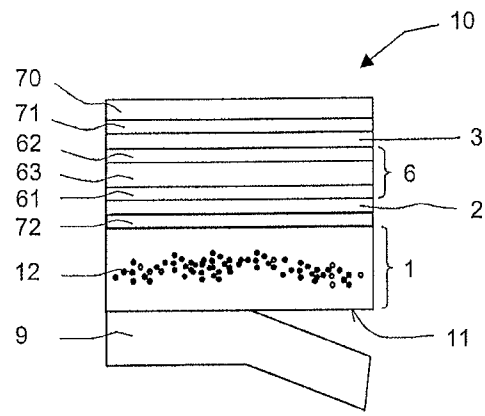


FIG 3D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/067426

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52 H01L51/00
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	KR 2014 0070492 A (LG CHEMICAL LTD [KR]) 10 June 2014 (2014-06-10) abstract -& EP 2 927 984 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR]) 7 October 2015 (2015-10-07) paragraphs [0008] - [0014], [0030] - [0041], [0048] - [0052], [0067] - [0080], [0084] - [0088]; figure 5; example 1 -----	1-13,15
X	WO 2008/139370 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; LIFKA HERBERT [NL]; MEULENKAMP ER) 20 November 2008 (2008-11-20) page 6, line 26 - page 7, line 21; figures 1d,4 page 9, line 15 - page 10, line 15 ----- -/--	1,4-6, 8-12,14



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

30 October 2015

Date of mailing of the international search report

10/11/2015

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

International application No

PCT/EP2015/067426

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 548 856 A2 (NITTO DENKO CORP [JP]) 29 June 2005 (2005-06-29) paragraphs [0070] - [0095], [0128] - [0146], [0214] - [0217]; figure 14 -----	1-6,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/067426

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 20140070492 A	10-06-2014	CN 104823298 A EP 2927984 A1 KR 20140070492 A TW 201436332 A US 2015303389 A1	05-08-2015 07-10-2015 10-06-2014 16-09-2014 22-10-2015
EP 2927984 A1	07-10-2015	CN 104823298 A EP 2927984 A1 KR 20140070492 A TW 201436332 A US 2015303389 A1	05-08-2015 07-10-2015 10-06-2014 16-09-2014 22-10-2015
WO 2008139370 A1	20-11-2008	TW 200913335 A WO 2008139370 A1	16-03-2009 20-11-2008
EP 1548856 A2	29-06-2005	CN 1638585 A EP 1548856 A2 KR 20050066970 A US 2005142379 A1	13-07-2005 29-06-2005 30-06-2005 30-06-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L51/52 H01L51/00
 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	KR 2014 0070492 A (LG CHEMICAL LTD [KR]) 10. Juni 2014 (2014-06-10) Zusammenfassung -& EP 2 927 984 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) Absätze [0008] - [0014], [0030] - [0041], [0048] - [0052], [0067] - [0080], [0084] - [0088]; Abbildung 5; Beispiel 1 -----	1-13,15
X	WO 2008/139370 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; LIFKA HERBERT [NL]; MEULENKAMP ER) 20. November 2008 (2008-11-20) Seite 6, Zeile 26 - Seite 7, Zeile 21; Abbildungen 1d,4 Seite 9, Zeile 15 - Seite 10, Zeile 15 ----- -/-	1,4-6, 8-12,14



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

30. Oktober 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/11/2015

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 548 856 A2 (NITTO DENKO CORP [JP]) 29. Juni 2005 (2005-06-29) Absätze [0070] - [0095], [0128] - [0146], [0214] - [0217]; Abbildung 14 -----	1-6,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/067426

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 20140070492 A	10-06-2014	CN 104823298 A	05-08-2015
		EP 2927984 A1	07-10-2015
		KR 20140070492 A	10-06-2014
		TW 201436332 A	16-09-2014
		US 2015303389 A1	22-10-2015

EP 2927984 A1	07-10-2015	CN 104823298 A	05-08-2015
		EP 2927984 A1	07-10-2015
		KR 20140070492 A	10-06-2014
		TW 201436332 A	16-09-2014
		US 2015303389 A1	22-10-2015

WO 2008139370 A1	20-11-2008	TW 200913335 A	16-03-2009
		WO 2008139370 A1	20-11-2008

EP 1548856 A2	29-06-2005	CN 1638585 A	13-07-2005
		EP 1548856 A2	29-06-2005
		KR 20050066970 A	30-06-2005
		US 2005142379 A1	30-06-2005
