

(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
28. Januar 2016 (28.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/012369 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/066420

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juli 2015 (17.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 110 311.4 22. Juli 2014 (22.07.2014) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **RIEDEL, Daniel**; Hans-Huber-Straße 4, 93049
Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **VIERING, JENTSCHURA & PARTNER**;
Grillparzerstr. 14, 81675 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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:

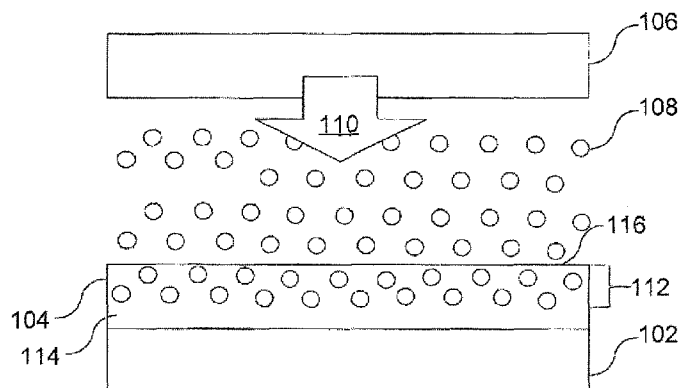
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

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

(54) Bezeichnung : ORGANISCH OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES
ORGANISCH OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENTES

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method (200) for producing an organic optoelectronic component (300), said method being provided in various exemplary embodiments. The method (200) involves forming (202) a layer (104) using a matrix material on or over a substrate (102), said layer (104) having a surface; applying (204) particles (108) to the surface of the layer (104); and shaping (206) the layer (104) during and/or after the application of the particles (108) in such a way that at least some of the particles (108) are surrounded by the matrix material.

(57) Zusammenfassung: In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein Verfahren (200) zum Herstellen eines organisch optoelektronischen Bauelements (300) bereitgestellt. Das Verfahren (200) weist ein Ausbilden (202) einer Schicht (104) mit einem Matrixmaterial auf oder über einem Substrat (102) auf, wobei die Schicht (104) eine Oberfläche aufweist; ein Aufbringen (204) von Partikeln (108) auf die Oberfläche der Schicht (104); und ein Verformen (206) der Schicht (104) während und/oder nach dem Aufbringen der Partikel (108) derart, dass wenigstens ein Teil der Partikel (108) von dem Matrixmaterial umgeben wird.

Beschreibung**Organisch optoelektronisches Bauelement und Verfahren zum Herstellen eines organisch optoelektronisches Bauelementes**

5

Die Erfindung betrifft ein organisch optoelektronisches Bauelement und Verfahren zum Herstellen eines organisch optoelektronisches Bauelementes.

- 10 Optoelektronische Bauelemente auf organischer Basis, beispielsweise organische Leuchtdioden (organic light emitting diode - OLED), finden zunehmend verbreitete Anwendung in der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise als Flächenlichtquelle. Ein organisches optoelektronisches
- 15 Bauelement, beispielsweise eine OLED, weist auf einem Träger eine Anode und eine Kathode mit einem organisch funktionellen Schichtensystem dazwischen auf. Das organisch funktionelle Schichtensystem weist eine oder mehrere Emitterschicht/en auf, in der/denen elektromagnetische Strahlung erzeugt wird.
- 20 Ein Stromfluss zwischen den Elektroden führt zum Erzeugen elektromagnetischer Strahlung in dem organisch funktionellen Schichtensystem. Die elektromagnetische Strahlung kann mittels Totalreflektion innerhalb des Bauelementes normalerweise nur zu ~ 20 % ohne technische Hilfsmittel aus der OLED
- 25 ausgekoppelt werden. Die interne Totalreflektion in der OLED wird mittels Verwendens von Streuschichten reduziert, beispielsweise mit einer Streuschicht zwischen der ersten Elektrode und dem Träger. Dadurch wird ein höherer Anteil der erzeugten elektromagnetischen Strahlung, beispielsweise
- 30 Licht, ausgekoppelt.

In einer herkömmlichen polymeren Streuschicht wird eine organische Matrix verwendet, in der Streuzentren mit anderem Brechungsindex als die organische Matrix eingebettet sind.

35

In einem weiteren herkömmlichen Verfahren werden homogen in einer Polymerschicht verteilte nanoskalige Partikel

verwendet, um den Brechungsindex der Polymerschicht zu erhöhen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zum Herstellen
5 eines organisch optoelektronischen Bauelementes und ein
organisch optoelektronisches Bauelement bereitzustellen, das
eine Auskoppelschicht bzw. Einkoppelschicht mit einer
verbesserten Kopplungswirkung ausbildet bzw. aufweist.

10 Die Aufgabe wird gemäß einem Aspekt der Erfindung gelöst
durch ein Verfahren zum Herstellen eines organischen
optoelektronischen Bauelementes. Das Verfahren weist ein
Ausbilden einer Schicht mit einem Matrixmaterial auf oder
über einem Substrat auf, wobei die Schicht eine Oberfläche
15 aufweist. Weiterhin weist das Verfahren ein Aufbringen von
Partikeln auf die Oberfläche der Schicht auf. Während
und/oder nach dem Aufbringen der Partikel wird die Schicht
verformt derart, dass wenigstens ein Teil der Partikel von
dem Matrixmaterial umgeben wird.

20 In verschiedenen Weiterbildungen wird auf eine
elektromagnetische Strahlung bezuggenommen, beispielsweise
bezüglich optischer Eigenschaften der Partikel und des
Matrixmaterials der Schicht. Als elektromagnetische Strahlung
25 ist wenigstens ein Wellenlängenbereich der
elektromagnetischen Strahlung zu verstehen, die auf die
Schicht einfällt, beispielsweise von der Schicht
transmittiert oder reflektiert wird.

30 In herkömmlichen organischen optoelektronischen Bauelementen
mit organischen bzw. polymeren Schichten, beispielsweise
Streuschichten; bzw. Schichtsystemen kann der Brechungsindex
einer Schicht nicht als Gradient ausgeführt werden. Das
Verformen des Matrixmaterials während und/oder nach dem
35 Aufbringen der Partikel auf die Schicht ermöglicht es, dass
in der Schicht ein Gradient an Partikeln realisiert werden
kann. Dies ermöglicht es einen Brechungsindexgradienten in
der Schicht auszubilden. Dadurch kann das Lichtmanagement in

einer organischen Leuchtdiode verbessert werden. Mittels einer Streuschicht mit einem Brechungsindexgradienten können Fresnel-Reflexe reduziert werden. Dadurch kann mehr Licht aus der organischen Leuchtdiode austreten und die
5 Lichtauskopplung erhöht werden.

Gemäß einer Weiterbildung wird das organisch optoelektronische Bauelement als eine Flächenlichtquelle, beispielsweise eine organische Leuchtdiode; eine Solarzelle
10 und/oder ein Fotodetektor ausgebildet.

In einer Weiterbildung sind die Partikel derart ausgebildet, dass sie einen Brechungsindex aufweisen, der unterschiedlich zu dem Brechungsindex des Matrixmaterials ist, beispielsweise
15 indem die Partikel derart ausgebildet sind, dass sie einen Brechungsindexunterschied von größer als 0,05 aufweisen. Dies ermöglicht, dass mittels der Partikel der lokale und/oder über die Schichtdicke gemittelte Brechungsindex der Schicht eingestellt werden kann.

20

Gemäß einer Weiterbildung sind die Partikel derart ausgebildet, dass sie in der Schicht streuend für sichtbares Licht sind. Mit anderen Worten: Die Schicht wird als eine Streuschicht ausgebildet, beispielsweise als eine interne
25 Auskoppelschicht, beispielsweise für sichtbares Licht, das von dem optoelektronischen Bauelement aufgenommen oder emittiert wird. Beim internen Auskoppeln wird elektromagnetische Strahlung, beispielsweise sichtbares Licht, aus einem optoelektronischen Bauelement ausgekoppelt,
30 das in einem optisch aktiven Bereich des optoelektronischen Bauelementes und/oder der Schicht geführt und/oder erzeugt wird. Dies ermöglicht, dass mittels der Schicht der Anteil an elektromagnetischer Strahlung wenigstens eines Wellenlängenbereiches eingestellt werden kann, der von dem
35 optoelektronischen Bauelement emittierbar oder absorbierbar ist.

Gemäß einer Weiterbildung sind die Partikel derart ausgebildet, dass sie in der Schicht nicht-streuend für sichtbares Licht sind, beispielsweise indem die Partikel als Nanopartikel ausgebildet sind. Mit anderen Worten: Die Schicht wird als eine Auskoppel- oder Einkoppelschicht ausgebildet, beispielsweise als eine interne Auskoppelschicht, beispielsweise als eine Antireflexschicht. Dies ermöglicht es die Transmission der auf die Schicht einfallenden oder in der Schicht geführten elektromagnetischen Strahlung durch die Schicht einzustellen. Beispielsweise kann mittels der Dicke der Schicht, dem Gradienten der Anzahlldichte der Partikel in der Schicht und dem Brechungsindexunterschied der Partikel zum Matrixmaterial die Transmission für einen Wellenlängenbereich eingestellt werden, beispielsweise erhöht werden.

Gemäß einer weiteren Weiterbildung weist das Verformen ein Eindiffundieren eines Lösungsmittels für das Matrixmaterial in die Schicht auf. Dies ermöglicht es mittels der Eigenschaften und Menge des Lösungsmittels bezüglich des Matrixmaterials, beispielsweise dem Löslichkeitsprodukt des Matrixmaterials in dem Lösungsmittel und/oder dem Dampfdruck des Lösungsmittels, die Tiefe der Verformung des Matrixmaterials bzw. der Schicht einzustellen. Dies ermöglicht ein Einstellen der Eindiffusion der Partikel in die Schicht, beispielsweise des Verlaufs des Gradienten der Anzahlldichte der Partikel bezüglich der Oberfläche.

Die Partikel sind beim Aufbringen auf die Schicht in dem Lösungsmittel gelöst. Alternativ oder zusätzlich wird das Lösungsmittel nach dem Aufbringen der Partikel auf die Schicht auf der Oberfläche aufgebracht. Mit anderen Worten: die Partikel können lösungsmittelfrei auf die Oberfläche aufgebracht werden, beispielsweise aufgeschüttet werden, und anschließend mit dem Lösungsmittel überzogen werden. Dies ermöglicht ein einfaches Einstellen der Lösungsmittelmenge auf der Oberfläche, da beispielsweise Lösungsmittel nicht bereits beim Aufsprühen verdunstet oder die

Partikelkonzentration der Lösung beim Filtrieren der Lösung undefiniert wird. Alternativ ermöglicht das gleichzeitige Aufbringen von Partikeln und Lösungsmittel ein Vereinfachen des Prozesses. Beispielsweise wird dadurch der separate
5 Prozessschritt des Aufbringens des Lösungsmittels eingespart. Alternativ oder zusätzlich wird die Handhabung und das Aufbringen der Partikel auf die Oberfläche vereinfacht. Beispielsweise wird bei in einem Lösungsmittel gelösten Nanopartikeln ein Agglomerieren der Nanopartikel verhindert
10 oder reduziert. Zusätzlich kann die Anzahl an Agglomeraten bei einer Lösung mittels Filtration reduziert werden, wenn die Partikel in einem Lösungsmittel gelöst sind.

Alternativ oder zusätzlich ist das Verformen ein thermisches
15 Erweichen oder Schmelzen des Matrixmaterials der Schicht. Dies ermöglicht ein lösungsmittelfreies Ausbilden der Schicht mit eingebetteten Partikeln. Dadurch kann beispielsweise verhindert werden, dass ein Lösungsmittel weitere Schichten oder Strukturen des optoelektronischen Bauelementes
20 beschädigt. Zusätzlich kann dadurch ein Lösungsmittelrestgehalt in der Schicht reduziert oder verhindert werden. Alternativ kann ein thermisches Erweichen auch als eine thermisch unterstütztes Verformen mit einem Lösungsmittel sein, beispielsweise indem das Lösungsmittel
25 erwärmt ist oder in einer erwärmten/abgekühlten Umgebung auf die Oberfläche der Schicht aufgebracht wird.

Gemäß einer Weiterbildung wird die Schicht mittels einer Temperaturänderung des Substrats und/oder der Oberfläche der
30 Schicht verformt, beispielsweise einem Erwärmen, beispielsweise mittels einer Laser-, einer Blitzlicht- oder einer Plasmabestrahlung. Dies ermöglicht es Bereiche in der Schicht bzw. dem Matrixmaterial auszubilden, in denen die Partikel eine unterschiedliche Diffusionslänge aufweisen.
35 Dadurch kann der Gradient der Anzahlldichte der Partikel lösungsmittelfrei oder thermisch unterstützt lokal auf einfache Weise und präzise eingestellt werden.

Die Partikel, die auf die Schicht aufgebracht werden, sind Partikel einer ersten Art. In einer weiteren Weiterbildung weist die Schicht vor dem Aufbringen der Partikel der ersten Art eingebettet in dem Matrixmaterial Partikel einer zweiten Art auf. Mit anderen Worten: die Schicht wird derart ausgebildet, dass die Schicht vor dem Aufbringen der Partikel, in dem Matrixmaterial verteilt bereits Partikel aufweist. Dies ermöglicht es mittels der aufgebrachten Partikel eine bereits optisch funktionale Schicht mit einer weiteren optischen Funktion auszustatten.

Gemäß einer Weiterbildung wird die Schicht derart verformt, dass wenigstens ein Teil der Partikel der ersten Art zwischen den Partikeln der zweiten Art verteilt oder angeordnet von dem Matrixmaterial umgeben wird. Dies ermöglicht es die Packungsdichte an Partikeln in der Schicht zu erhöhen. Dadurch kann an der Oberfläche der Schicht beispielsweise die Kohäsion, die optischen Eigenschaft, beispielsweise der Brechungsindex oder der Streuquerschnitt; die chemische Beständigkeit, beispielsweise die chemische Reaktivität; und/oder die physikalische Beständigkeit, beispielsweise die Bruchfestigkeit oder Elastizität; der Schicht eingestellt werden. Die Schicht kann dadurch an der Oberfläche einstellbar andere optische, elektrische, mechanische und/oder chemische Eigenschaften aufweisen als in der Mitte der Schicht oder an der Grenzfläche zum Substrat. Dies ermöglicht es die Eigenschaften der Schicht auf die Umgebung einzustellen, beispielsweise bezüglich einer auf der Oberfläche der Schicht ausgebildeten Schicht oder Struktur.

Gemäß einer Weiterbildung weisen die Partikel der zweiten Art und die Partikel der ersten Art gleiche Eigenschaften auf, sind beispielsweise identisch. Dies ermöglicht es auf einfache Weise einen Gradienten in der Anzahlldichte an Partikeln in einer Schicht mit bereits homogen verteilten Partikeln auszubilden.

Zusätzlich oder alternativ unterscheiden sich die Partikel der zweiten Art in wenigsten einer Eigenschaft von den Partikeln der ersten Art, beispielsweise im Material und/oder mittleren Durchmesser. Dies ermöglicht es auf einfache Weise
5 einen optischen Brechungsindexgradienten in einer optisch funktionalen Schicht auszubilden, beispielsweise in einer Streuschicht oder einer Antireflexschicht.

Gemäß einer Weiterbildung wird die Schicht derart verformt,
10 dass ein Gradient in der Anzahldichte der Partikel in der Schicht bezüglich der Anzahldichte der Partikel an der Oberfläche der Schicht ausgebildet wird. Beispielsweise sind die Partikel derart bezüglich des Matrixmaterials ausgebildet, dass dadurch ein Brechungsindexgradient in der
15 Schicht ausgebildet wird.

Weiterhin kann das Matrixmaterial einen Brechungsindex aufweisen, der ähnlich oder gleich zu dem Brechungsindex des Substrats ist. Dies ermöglicht es die Reflektion an der
20 Grenzfläche zum Substrat zu reduzieren.

Weiterhin weist das Verfahren ferner ein Verfestigen oder Aushärten der Schicht auf, nachdem wenigstens ein Teil der aufgebrachten Partikel von dem Matrixmaterial umgeben ist.
25 Eine organisch funktionelle Schichtenstruktur wird auf oder über der Schicht ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich wird die Schicht auf oder über einer organisch funktionellen Schichtenstruktur ausgebildet oder verteilt oder angeordnet. Die organisch funktionelle Schichtenstruktur wird mit einer
30 fotolumineszierenden und/oder einer elektrolumineszierenden Schicht ausgebildet, und die Schicht im Strahlengang der fotolumineszierenden und/oder der elektrolumineszierenden Schicht verteilt oder angeordnet.

35 Die Aufgabe wird gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung gelöst durch ein organisch optoelektronisches Bauelement mit einer polymeren Schicht. Die Schicht weist eine Grenzfläche, ein polymeres Matrixmaterial, und Partikel auf, wobei die

Partikel in dem polymeren Matrixmaterial eingebettet sind. Die Schicht weist einen Gradienten in der Anzahldichte an Partikeln (auch bezeichnet als Partikelgradient) bezüglich der Grenzfläche auf. Der Partikelgradient ermöglicht einen
5 Übergang zu der an der Grenzfläche körperlich angrenzenden Schicht oder Struktur mit einstellbaren chemischen, optischen, elektrischen und/oder mechanischen Eigenschaften, beispielsweise einen stetigen Übergang.

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

Es zeigen:

15 Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Schichtenstruktur im Verfahren zum Herstellen eines organisch optoelektronischen Bauelementes eines Ausführungsbeispiels;

20 Figur 2 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Herstellen des organisch optoelektronischen Bauelementes;

Figur 3 eine schematische Schnittdarstellung eines
25 Ausführungsbeispiels einer eines organisch optoelektronischen Bauelementes; und

Figur 4A-C eine schematische Darstellung eines organisch optoelektronischen Bauelementes.

30

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

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

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

Ein organisch optoelektronisches Bauelement kann ein, zwei
25 oder mehr optoelektronische Bauelemente aufweisen. Optional kann eine optoelektronische Baugruppe auch ein, zwei oder mehr elektronische Bauelemente aufweisen. Ein elektronisches Bauelement kann beispielsweise ein aktives und/oder ein passives Bauelement aufweisen. Ein aktives elektronisches
30 Bauelement kann beispielsweise eine Rechen-, Steuer- und/oder Regeleinheit und/oder einen Transistor aufweisen. Ein passives elektronisches Bauelement kann beispielsweise einen Kondensator, einen Widerstand, eine Diode oder eine Spule aufweisen.

35 Ein optoelektronisches Bauelement kann ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Bauelement oder ein elektromagnetische Strahlung absorbierendes Bauelement sein.

Ein elektromagnetische Strahlung absorbierendes Bauelement kann beispielsweise eine Solarzelle oder ein Fotodetektor sein. Ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Bauelement kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen ein
5 elektromagnetische Strahlung emittierendes Halbleiter-Bauelement sein und/oder als eine elektromagnetische Strahlung emittierende Diode, als eine organische elektromagnetische Strahlung emittierende Diode, als ein elektromagnetische Strahlung emittierender Transistor oder
10 als ein organischer elektromagnetische Strahlung emittierender Transistor ausgebildet sein. Die Strahlung kann beispielsweise Licht im sichtbaren Bereich, UV-Licht und/oder Infrarot-Licht sein. In diesem Zusammenhang kann das elektromagnetische Strahlung emittierende Bauelement
15 beispielsweise als Licht emittierende Diode (light emitting diode, LED) als organische Licht emittierende Diode (organic light emitting diode, OLED), als Licht emittierender Transistor oder als organischer Licht emittierender Transistor ausgebildet sein. Das Licht emittierende
20 Bauelement kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen Teil einer integrierten Schaltung sein. Weiterhin kann eine Mehrzahl von Licht emittierenden Bauelementen vorgesehen sein, beispielsweise untergebracht in einem gemeinsamen Gehäuse.

25 Ein organisch optoelektronisches Bauelement weist ein organisches funktionelles Schichtensystem auf, welches synonym auch als organische funktionelle Schichtenstruktur bezeichnet wird. Die organische funktionelle
30 Schichtenstruktur weist einen organischen Stoff oder ein organisches Stoffgemisch auf oder daraus gebildet sein, der/das beispielsweise zum Emittieren einer elektromagnetischen Strahlung aus einem bereitgestellten elektrischen Strom eingerichtet ist. Eine organische
35 Leuchtdiode ist als ein sogenannter Top-Emitter und/oder ein sogenannter Bottom-Emitter ausgebildet. Bei einem Bottom-Emitter wird elektromagnetische Strahlung aus dem elektrisch aktiven Bereich durch den Träger emittiert. Bei einem Top-

Emitter wird elektromagnetische Strahlung aus der Oberseite des elektrisch aktiven Bereiches emittiert und nicht durch den Träger.

5 Unter dem Begriff „transluzent“ bzw. „transluzente Schicht“ wird verstanden, dass eine Schicht für elektromagnetische Strahlung durchlässig ist, beispielsweise für das von dem optoelektronische Bauelement absorbierte oder erzeugte Licht, beispielsweise einer oder mehrerer Wellenlängenbereiche,
10 beispielsweise für Licht in einem Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts (beispielsweise zumindest in einem Teilbereich des Wellenlängenbereichs von 380 nm bis 780 nm). Beispielsweise ist unter dem Begriff „transluzente Schicht“ in verschiedenen Ausführungsbeispielen zu verstehen, dass im
15 Wesentlichen, beispielsweise mehr als 60 %, die gesamte in eine Struktur (beispielsweise eine Schicht) eingekoppelte Lichtmenge auch aus der Struktur (beispielsweise Schicht) ausgekoppelt wird, wobei ein Teil des Licht hierbei gestreut wird.

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

30 **Fig.1** zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer Schichtenstruktur im Verfahren zum Herstellen eines organisch optoelektronischen Bauelementes eines Ausführungsbeispiels.

Auf einem Substrat 102 wird eine Schicht 104 ausgebildet.
35 Mittels eines Beschichters 106 werden Partikel 108 in Richtung (in **Fig.1** veranschaulicht mittels des Pfeils 110) der Oberfläche 116 der Schicht 104 auf der Oberfläche 116 der Schicht 104 aufgebracht. Während und/oder nach dem Aufbringen

der Partikel 108 wird die Schicht 104 in einen verformbaren Zustand gebracht derart, dass wenigstens ein Teil der Partikel 108 in die Schicht 104 einsinken oder eindiffundieren, und von dem Material der Schicht 104 wenigstens teilweise umgeben wird, wie in **Fig.1** als Bereich 112 veranschaulicht ist und in den nachfolgenden Figuren noch ausführlicher beschrieben wird.

Mit anderen Worten: ein organisch optoelektronisches Bauelement 300, beispielsweise veranschaulicht in **Fig.3**, weist eine Schicht 104 auf, beispielsweise eine polymere Schicht 104. Die Schicht 104 weist eine Grenzfläche (in **Fig.1** noch als Oberfläche 116 dargestellt), ein Matrixmaterial 114, beispielsweise ein polymeres Matrixmaterial 114, und Partikel 108 auf. Die Partikel 108 sind in dem Matrixmaterial 114 eingebettet. Die Schicht 104 weist einen Gradienten 112 in der Anzahl dichte an Partikeln 108 (auch bezeichnet als Partikelgradient) bezüglich der Grenzfläche auf.

Die Schicht 104 mit Partikeln 108 wird in dem optoelektronischen Bauelement beispielsweise als eine Kopplungsschicht für die elektromagnetische Strahlung ausgebildet, die von dem organisch optoelektronischen Bauelement emittiert oder absorbiert wird, beispielsweise als eine Streuschicht oder eine Antireflexschicht.

In einem veranschaulichenden Ausführungsbeispiel wird eine polymere Schicht 104, beispielsweise eine Streuschicht in einer organischen Leuchtdiode (siehe auch **Fig.4**), nach deren Abscheidung auf einem Substrat 102 durch einen zweiten Prozessschritt weiterbehandelt. In diesem zweiten Prozessschritt werden in Lösungsmittel dispergierte nanoskalige Partikel 108, beispielsweise mit einem Durchmesser kleiner als 50 nm, beispielsweise in einem Bereich zwischen ungefähr 5 nm und 20 nm, auf die polymere Schicht 104 aufgebracht. Mittels des Lösungsmittels wird die polymere Schicht 102 partiell wieder angelöst, so dass die Nanopartikel 108 in die Schicht 104 einsinken/eindiffundieren

können. Trocknet das Lösungsmittel, sind die Nanopartikel 108 in der polymeren Schicht 104 eingebettet. Die Partikel 108 sollen einen hohen Brechungsindex aufweisen, beispielsweise aus einem Titandioxid oder Zirkondioxid gebildet sein. Solche Nanopartikel in Lösungsmittel sind bereits kommerziell verfügbar. Dadurch kann ein Gradient des effektiven Brechungsindex in der polymeren Schicht 104 mit eingebetteten Partikeln 108 erreicht werden. Prozessparameter die zum Einstellen des Gradienten angepasst werden können sind beispielsweise die Temperatur der Schicht 104, die Temperatur der Dispersion beim Aufbringen, der Art des Lösungsmittels, der Konzentration der Partikel 108 in der Dispersion; und der Menge an Dispersion, die auf die Oberfläche 116 aufgebracht wird.

In einer Weiterbildung ist das Substrat 102 als ein Flachglas ausgebildet oder weist ein solches auf, beispielsweise in Form eines Trägers, einer Abdeckung, eines Fensters, einer Scheibe oder eines planaren Lichtwellenleiters; beispielsweise als Träger 302 und/oder Abdeckung 324 einer organischen Leuchtdiode (siehe auch **Fig.3**), einer Solarzelle oder als Lichtwellenleiter eine Hintergrundbeleuchtung einer Display-Anzeige. Das Substrat 102 weist eine oder mehrere Schicht/en oder Strukturen des organisch optoelektronischen Bauelements 300 auf, wie es ausführlicher in **Fig.3** veranschaulicht ist. Das Substrat 102 ist anschaulich ein bereits ausgebildeter Teil oder Bereich des optoelektronischen Bauelementes, das fertig ausgebildet beispielsweise in **Fig.3** schematisch veranschaulicht ist; auf dessen Oberfläche die Schicht 104 ausgebildet wird. Eine Schicht 104 ist auf oder über dem Träger 302 und/oder der Abdeckung 324 ausgebildet. Beispielsweise ist die Schicht 104 als eine der in **Fig.3** veranschaulichten Schichten oder Strukturen ausgebildet.

In einer Weiterbildung der Schicht 104 ist die Schicht 104 wenigstens transluzent im sichtbaren Wellenlängenbereich

einer elektromagnetischen Strahlung ausgebildet,
beispielsweise transparent, beispielsweise gefärbt.

In einer Weiterbildung der Schicht 104 weist die Oberfläche
5 116 eine mittlere Rauheit (root mean square roughness - RMS)
auf, die kleiner ist als ungefähr 10 nm, beispielsweise in
einem Bereich von ungefähr 0,1 nm bis ungefähr 8 nm;
beispielsweise nach dem Einbetten der Partikel 108 in der
Schicht 104.

10

In einer Weiterbildung der Schicht 104 weist die Oberfläche
116 freiliegend einen Teil der Partikel 108 und des
Matrixmaterials 114 auf. Dadurch kann der Brechungsindex
und/oder die Rauheit der Schicht dicht an der Oberfläche 116
15 eingestellt werden.

Die Schicht 104 mit Partikeln 108 weist eine Dicke in einem
Bereich von ungefähr 100 nm bis ungefähr 100 µm auf,
beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 1 µm bis
20 ungefähr 10 µm, beispielsweise ungefähr 2,5 µm.

Das Matrixmaterial 114 ist ein metallisches Glas oder ein
nichtmetallisches Glas. Ein nichtmetallisches Glas ist
beispielsweise ein Glas aus einem organischen Stoff oder ist
25 ein anorganisch nichtmetallisches Glas. Ein organisches Glas
weist beispielsweise einen Thermoplast auf, beispielsweise
Polyphthalamid (PPA); oder ein noch nicht-vernetztes Elastomer
oder Duroplast, das heißt ein Elastomer- oder Duroplast-
Monomere, beispielsweise eine Acrylsäure oder eine
30 Kieselsäure. Ein anorganisch nichtmetallisches Glas ist
beispielsweise ein nicht-oxidisches Glas, beispielsweise ein
Halegonidglas oder Chalkogenidglas; oder ein oxidisches Glas.
Ein oxidisches Glas ist beispielsweise ein phosphatisches
Glas, ein silikatisches Glas oder ein Boratglas,
35 beispielsweise ein Alkaliboratglas. Ein silikatisches Glas
ist beispielsweise ein Alumosilikatglas, ein Bleisilikatglas,
ein Alkalisilikatglas, ein Alkali-Erdalkalisilikatglas oder

ein Borosilikatglas sein; beispielsweise ein Kalknatronsilikatglas.

Das Matrixmaterial 114 kann derart ausgewählt sein, dass es
5 einen Brechungsindex aufweist, der ähnlich oder gleich zu dem Brechungsindex des Substrats 102 ist, beispielsweise dem Brechungsindex des Substrates 102 an der Grenzfläche zur Schicht 104.

10 Die Schicht 104 mit eingebetteten Partikeln 108 kann strukturiert ausgebildet werden, beispielsweise topographisch, beispielsweise lateral und/oder vertikal; beispielsweise mittels einer unterschiedlichen stofflichen Zusammensetzung und Verteilung der Partikel 108 in der
15 Schicht 104, beispielsweise lateral und/oder vertikal, beispielsweise mit einer unterschiedlichen lokalen Konzentration der Partikel 108. Die strukturierte Grenzfläche kann beispielsweise mittels Aufrauens der Oberfläche 116 oder Ausbilden eines Musters an der Oberfläche 116 der Schicht
20 ausgebildet werden, beispielsweise indem die Oberfläche 116 der Schicht mit eingebetteten Partikeln 108 von Partikeln 108 als Mikrolinsen gebildet wird. In einer Weiterbildung wird die Schicht 104 mit eingebetteten Partikeln 108 als ein Gitter ausgebildet, wobei das Gitter eine strukturierte
25 Schicht 104 mit Bereichen mit höherem oder niedrigerem Brechungsindex aufweist, wobei diese Bereich von Partikeln 108 gebildet sind.

Die Partikel 108, 406 (siehe Fig.4) sind derart eingerichtet,
30 dass sie in der Schicht wenigstens teilweise umgeben von dem Matrixmaterial 114 elektromagnetische Strahlung streuen, UV-Strahlung absorbieren, die Wellenlänge von elektromagnetischer Strahlung konvertieren, die Schicht 104 einfärben und/oder schädliche Stoffe binden, beispielsweise
35 als ein sogenannter Getter-Stoff für Sauerstoff, Wasserdampf oder Feuchtigkeit.

Mit anderen Worten: die Partikel 108 können derart ausgebildet sein, dass sie in der Schicht 104 streuend für sichtbares Licht sind. Alternativ sind die Partikel 108 derart ausgebildet, dass sie in der Schicht 104 nicht-
5 streuend für sichtbares Licht sind. Beispielsweise sind die nichtstreuenden Partikel 108 als Nanopartikel und die streuenden Partikel 108 als Mikropartikel ausgebildet. Die Schicht 104 kann somit als eine Auskoppel- oder Einkoppelschicht ausgebildet sein, beispielsweise als eine
10 interne Auskoppelschicht.

Partikel, die beispielsweise elektromagnetische Strahlung streuen können und keine UV-Strahlung absorbieren, weisen beispielsweise Al_2O_3 , SiO_2 , Y_2O_3 oder ZrO_2 auf oder sind
15 daraus gebildet. Partikel, die beispielsweise elektromagnetische Strahlung streuen und die Wellenlänge elektromagnetischer Strahlung konvertieren, sind beispielsweise als Glaspartikel mit einem Leuchtstoff eingerichtet.

20

Zum Aufbringen, Verteilen bzw. Einbringen der Partikel 108 in die Schicht 104 bzw. das Matrixmaterial 114, können mehrere Beschichter (Coater) mit verschiedenen Arten an Partikeln, beispielsweise Partikelgrößen oder Partikeln
25 unterschiedlicher Materialien vorgesehen sein, die die Partikel 108 auf bzw. in das Matrixmaterial 114 einbringen und/oder verteilen – wie unten noch ausführlicher beschrieben wird. Mit anderen Worten: für die Partikel 108 können Partikel mit gleichen oder unterschiedlichen Materialien, mit
30 gleichen oder unterschiedlichen optischen, elektrischen, chemischen und/oder mechanischen Eigenschaften und/oder mit unterschiedlicher mittlerer Größe verwendet werden. Diese können in unterschiedlichen Verformungsgraden des Matrixmaterials 114, beispielsweise unterschiedlicher
35 Temperatur oder unterschiedlichem Lösungsmittel oder Lösungsmittelgehalt in der Schicht 104, auf die Schicht 104 aufgebracht werden und in dieses einsinken bzw. in diesem

versinken. Der Beschichter ist temperaturbeständig bezüglich der Temperatur des Matrixmaterials 114 und/oder des Lösungsmittels ausgebildet. Beispielsweise ist der Beschichter in einem Abstand über dem erwärmten oder bestrahlten Substrat 102 verteilt oder angeordnet, und/oder ist thermisch isoliert ausgebildet. Ein Beschichter ist beispielsweise in Form eines Dispensers, beispielsweise einer Spritzvorrichtung, einer Sprühvorrichtung, einer Verdampfungsvorrichtung, einer Schleudervorrichtung, einer Tauchbeschichtungsvorrichtung, einer Druckvorrichtung, einer Rüttel- oder Schüttelvorrichtung oder ähnlichem ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich weist der Beschichter eine Art Mahlwerk, eine Rüttel-, Schüttel- oder Vibrationsvorrichtung und/oder einen Zerstäuber auf. Der Beschichter kann derart ausgebildet sein, dass die Partikel mittels der Schwerkraft und/oder einem Trägergas auf oder über der Oberfläche 116 der Schicht 104 verteilt werden. Alternativ oder zusätzlich können die Partikel 108 mittels eines elektrischen Feldes auf die Oberfläche 116 der Schicht 104 aufgebracht werden; beispielsweise in einem elektrischen Feld, für den Fall, dass die Partikel 108 elektrisch geladen oder polarisierbar sind; beispielsweise mittels eines Kathodenzerstäubens (Sputtern). In verschiedenen Weiterbildungen können zwei oder mehr Beschichter vorgesehen sein, und beispielsweise ein, zwei, drei oder mehr Arten an Partikeln in dem Matrixmaterial 114 verteilt bzw. verteilt oder angeordnet werden.

Fig.2 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Herstellen des organisch optoelektronischen Bauelementes, das beispielsweise weitgehend dem oben veranschaulichten Ausführungsbeispiel entsprechen kann. Das organisch optoelektronische Bauelement wird als eine Flächenlichtquelle, beispielsweise eine organische Leuchtdiode; eine Solarzelle und/oder ein Fotodetektor ausgebildet.

Das Verfahren weist ein Ausbilden 202 einer Schicht 104 auf oder über einem Substrat 104 auf. Die Schicht 104 ist eine

Schicht oder Struktur des organisch optoelektronischen Bauelementes 300, wie es in **Fig.3** und **Fig.4** noch ausführlicher beschrieben wird. Die Schicht 104 wird mit einem Matrixmaterial 114 ausgebildet und weist eine
5 Oberfläche 116 auf.

Auf die Oberfläche 116 der Schicht 104 erfolgt ein Aufbringen 204 von Partikeln 108.

10 Anschließend oder währenddessen, das heißt während und/oder nach dem Aufbringen der Partikel 108, wird die Schicht 104 in einen verformbaren Zustand gebracht und verformt, sodass die Partikel auf der Oberfläche 116 wenigstens teilweise in die Schicht 104 eindringen, einsinken und/oder von dem
15 Matrixmaterial 114 umgeben werden. Wenigstens ein Teil der aufgebrachten Partikel 108 wird von dem Matrixmaterial 114 umformt bzw. umgeben.

Das in einen verformbaren Zustand bringen und Verformen 208 der Schicht 104 erfolgt mittels eines Einbringens eines Lösungsmittels in das Matrixmaterial 114 und/oder einem Erwärmen des Matrixmaterials 114. Die Partikel sind beim Aufbringen 204 auf die Schicht in dem Lösungsmittel gelöst. Alternativ oder zusätzlich wird das Lösungsmittel nach dem
25 Aufbringen 204 der Partikel auf die Schicht 104 auf der Oberfläche 116 aufgebracht. Alternativ oder zusätzlich ist das Verformen ein thermisches Erweichen oder Schmelzen des Matrixmaterials 114 der Schicht. Die Schicht 104 wird dazu mittels einer Temperaturänderung des Substrats 102 und/oder
30 der Oberfläche 116 der Schicht verformt, beispielsweise einem Erwärmen, beispielsweise mittels einer Laser-, einer Blitzlicht- oder einer Plasmabestrahlung.

Die Partikel 108, die auf die Schicht 104 aufgebracht werden,
35 sind Partikel einer ersten Art. In einer Weiterbildung weist die Schicht 104 vor dem Aufbringen 204 der Partikel 108 der ersten Art eingebettet in dem Matrixmaterial 114 Partikel 406 einer zweiten Art auf, beispielsweise in Fig.4

veranschaulicht. Mit anderen Worten: die Schicht 104 wird derart ausgebildet, dass die Schicht 104 vor dem Aufbringen 204 der Partikel 108 auf die Oberfläche 116 bereits Partikel 406 verteilt in dem Matrixmaterial 114 aufweist. Die Schicht 5 104 wird derart verformt, dass wenigstens ein Teil der Partikel 108 der ersten Art zwischen den Partikeln 406 der zweiten Art verteilt oder angeordnet von dem Matrixmaterial 114 umgeben wird. Die Partikel 406 der zweiten Art und die Partikel 108 der ersten Art weisen gleiche Eigenschaften auf, 10 sind beispielsweise identisch. Alternativ oder zusätzlich unterscheiden sich die Partikel 406 der zweiten Art in wenigstens einer Eigenschaft von den Partikeln 108 der ersten Art, beispielsweise im Material und/oder dem mittleren Durchmesser der Partikel.

15 Das Verformen 206 des Matrixmaterials 114 während und/oder nach dem Aufbringen 204 der Partikel 108 auf die Schicht 104 ermöglicht es, dass in der Schicht ein Partikelgradient realisiert werden kann. Dies ermöglicht es einen 20 Brechungsindexgradienten in der Schicht 104 auszubilden. Beispielsweise indem die Lösungsmittelmenge und/oder Temperaturänderung derart eingestellt wird, dass die aufgebrachten Partikel 108 sich nicht homogen in der Schicht 104 verteilen können, beispielsweise in dem 25 Schichtquerschnitt. Mit anderen Worten: Die Schicht 104 wird derart verformt, dass ein Gradient in der Anzahldichte der Partikel 108 in der Schicht 104 bezüglich der Anzahldichte der Partikel 108 an der Oberfläche 116 der Schicht 104 ausgebildet wird. Beispielsweise sind die Partikel 108 derart 30 bezüglich des Matrixmaterials 114 ausgebildet, dass dadurch ein Brechungsindexgradient in der Schicht 104 ausgebildet wird.

Gemäß einer Weiterbildung weist das Verfahren ferner ein 35 Verfestigen der Schicht auf, nachdem wenigstens ein Teil der aufgebrachten Partikel 108 von dem Matrixmaterial 114 umgeben ist. Eine organisch funktionelle Schichtenstruktur 312, wie ausführlicher in Fig.3 beschrieben wird, wird auf oder über

der Schicht 104 ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich wird die Schicht 104 auf oder über einer organisch funktionellen Schichtenstruktur 312 ausgebildet oder verteilt oder angeordnet. Die organisch funktionelle Schichtenstruktur wird
5 mit einer fotolumineszierenden und/oder einer elektrolumineszierenden Schicht ausgebildet, und die Schicht 104 im Strahlengang der fotolumineszierenden und/oder der elektrolumineszierenden Schicht verteilt oder angeordnet.

10 Aufgebrachte Partikel 108, die nicht wenigstens teilweise von dem Matrixmaterial 114 umgeben werden, können vor oder nach dem Verfestigen der verformten Schicht 104 von der Schicht 104 entfernt werden, beispielsweise abgespült werden, beispielsweise mittels eines orthogonalen Lösungsmittels oder
15 einem inerten Gas.

Alternativ können die Partikel 108, die nicht von dem Matrixmaterial 114 wenigstens teilweise umgeben werden, auf der Oberfläche 116 verbleiben. Diese Partikel 108 können
20 beispielsweise in anschließenden Prozessschritten von einem weiteren Matrixmaterial 114 umgeben werden. Dies ermöglicht beispielsweise einen stetigen optischen Übergang von elektrisch unterschiedlichen Schichten, beispielsweise Schichten unterschiedlicher Leitfähigkeit.

25 **Fig.3** veranschaulicht eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines organisch optoelektronischen Bauelementes 300. Die nachfolgend beschriebenen Strukturen und Schichten können Teil des Substrats 102 für die
30 nachfolgend auf dem Substrat 102 ausgebildete Schicht 104 wirken bzw. bereitstehen. Mit anderen Worten: Wenigstens ein Teil des organisch optoelektronischen Bauelements 300 entspricht weitgehend dem in **Fig.1** gezeigten Substrat 102.

35 Das organisch optoelektronische Bauelement 300 weist ein hermetisch dichtes Substrat 330, einen aktiven Bereich 306 und eine Verkapselungsstruktur 328 auf.

Das hermetisch dichte Substrat 330 weist einen Träger 302 und eine Barrierschicht 304 auf. Das hermetisch dichte Substrat 330 trägt den elektrisch aktiven Bereich 306 und schützt diesen vor einem Eindringen eines für den elektrisch aktiven Bereich 306 schädlichen Stoffs, beispielsweise Sauerstoff und/oder Wasserdampf.

Der elektrisch aktive Bereich 306 weist eine erste Elektrode 310, eine organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 und eine zweiten Elektrode 314 auf. Der aktive Bereich 306 ist ein elektrisch aktiver Bereich 306 und/oder ein optisch aktiver Bereich 306. Der aktive Bereich ist beispielsweise der Bereich des organisch optoelektronischen Bauelements 110, in dem elektrischer Strom zum Betrieb des organisch optoelektronischen Bauelements 110 fließt und/oder in dem elektromagnetische Strahlung erzeugt und/oder absorbiert wird.

Die Verkapselungsstruktur 328 kann eine zweite Barrieredünnschicht 308, eine Verbindungsschicht 322 und eine Abdeckung 324 aufweisen. Die Verkapselungsstruktur 328 umgibt die elektrisch aktiven Bereich 306 und schützt diesen vor einem Eindringen eines für den elektrisch aktiven Bereich 306 schädlichen Stoffs, beispielsweise Sauerstoff und/oder Wasserdampf.

Der Träger 302 weist Glas, Quarz, und/oder ein Halbleitermaterial auf oder daraus gebildet. Alternativ oder zusätzlich weist der Träger eine Kunststofffolie oder ein Laminat mit einer oder mit mehreren Kunststofffolien auf oder ist daraus gebildet sein. Der Kunststoff ist ein oder mehrere Polyolefine (beispielsweise Polyethylen (PE) mit hoher oder niedriger Dichte oder Polypropylen (PP)), Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polyester und/oder Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polyethersulfon (PES) und/oder Polyethylennaphthalat (PEN). Alternativ oder zusätzlich weist der Träger 302 ein Metall auf oder ist daraus gebildet,

beispielsweise Kupfer, Silber, Gold, Platin, Eisen,
beispielsweise eine Metallverbindung, beispielsweise Stahl.

Der Träger 302 kann als Wellenleiter für die
5 elektromagnetische Strahlung ausgebildet sein, beispielsweise
transparent oder transluzent sein hinsichtlich der
emittierten elektromagnetischen Strahlung.

Die Barrierschicht 304 ist auf oder über dem Träger 302
10 verteilt oder angeordnet auf der Seite des aktiven Bereichs
306 und/oder der dem aktiven Bereich 306 abgewandten Seite.

Die Barrierschicht 304 weist eines der nachfolgenden
Materialien auf oder ist daraus gebildet: Aluminiumoxid,
15 Zinkoxid, Zirkoniumoxid, Titanoxid, Hafniumoxid, Tantaloxid,
Lanthanumoxid, Siliziumoxid, Siliziumnitrid,
Siliziumoxinitrid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Aluminium-
dotiertes Zinkoxid, Poly(p-phenylenterephthalamid), Nylon 66,
sowie Mischungen und Legierungen derselben.

20 Die Barrierschicht 304 wird mittels eines der folgenden
Verfahren ausgebildet: ein Atomlagenabscheideverfahrens
(Atomic Layer Deposition (ALD)), beispielsweise eines
plasmaunterstützten Atomlagenabscheideverfahrens (Plasma
25 Enhanced Atomic Layer Deposition (PEALD)) oder ein
plasmaloses Atomlageabscheideverfahren (Plasma-less Atomic
Layer Deposition (PLALD)); ein chemisches
Gasphasenabscheideverfahren (Chemical Vapor Deposition
(CVD)), beispielsweise ein plasmaunterstütztes
30 Gasphasenabscheideverfahren (Plasma Enhanced Chemical Vapor
Deposition (PECVD)) oder ein plasmaloses
Gasphasenabscheideverfahren (Plasma-less Chemical Vapor
Deposition (PLCVD)); oder alternativ mittels anderer
geeigneter Abscheideverfahren.

35 Die Barrierschicht 304 weist eine Schichtdicke von ungefähr
0,1 nm (eine Atomlage) bis ungefähr 1000 nm auf,
beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 10 nm bis

ungefähr 100 nm gemäß einer Ausgestaltung, beispielsweise
ungefähr 40 nm gemäß einer Ausgestaltung.

Die Barrierschicht 304 ist optional, wenn der Träger 302
5 bereits hermetisch dicht ist, beispielsweise ein Glas, ein
Metall oder ein Metalloxid aufweist oder daraus gebildet ist.

Die erste Elektrode 310 ist als Anode oder als Kathode
ausgebildet. Die erste Elektrode 310 ist auf oder über dem
10 Träger 302 und/oder der Barrierschicht ausgebildet.

Die erste Elektrode 310 weist eines der folgenden elektrisch
leitfähigen Material auf oder ist daraus gebildet: ein
Metall; ein leitfähiges transparentes Oxid (transparent
15 conductive oxide, TCO); ein Netzwerk aus metallischen
Nanodrähten und -teilchen, beispielsweise aus Ag, die
beispielsweise mit leitfähigen Polymeren kombiniert sind;
ein Netzwerk aus Kohlenstoff-Nanoröhren, die
beispielsweise mit leitfähigen Polymeren kombiniert sind;
20 Graphen-Teilchen und -Schichten; ein Netzwerk aus
halbleitenden Nanodrähten; ein elektrisch leitfähiges
Polymer; ein Übergangsmetalloxid; und/oder deren
Komposite. Die erste Elektrode 310 aus einem Metall oder ein
Metall aufweisend weist eines der folgenden Materialien
25 aufweisen oder daraus gebildet sein: Ag, Pt, Au, Mg, Al, Ba,
In, Ca, Sm oder Li, sowie Verbindungen, Kombinationen oder
Legierungen dieser Materialien, beispielsweise Mo/Al/Mo;
Cr/Al/Cr; Ag/Mg, Al. Alternativ oder zusätzlich weist die
erste Elektrode 310 ein transparentes leitfähiges Oxid eines
30 der folgenden Materialien auf: beispielsweise Metalloxide:
beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid,
Indiumoxid, oder Indium-Zinn-Oxid (ITO). Neben binären
Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO, SnO₂,
oder In₂O₃ gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen,
35 beispielsweise AlZnO, Zn₂SnO₄, CdSnO₃, ZnSnO₃, MgIn₂O₄,
GaInO₃, Zn₂In₂O₅ oder In₄Sn₃O₁₂ oder Mischungen
unterschiedlicher transparenter leitfähiger Oxide zu der

Gruppe der TCOs und können für die erste Elektrode 310 eingesetzt werden. Weiterhin entsprechen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung und können ferner p-dotiert oder n-dotiert sein, bzw. lochleitend (p-TCO) oder elektronenleitend (n-TCO) sein.

Die erste Elektrode 310 weist eine Schicht oder einen Schichtenstapel mehrerer Schichten desselben Materials oder unterschiedlicher Materialien auf. In einer Weiterbildung ist die erste Elektrode 310 gebildet von einem Schichtenstapel einer Kombination einer Schicht eines Metalls auf einer Schicht eines TCOs, oder umgekehrt. Ein Beispiel ist eine Silberschicht, die auf einer Indium-Zinn-Oxid-Schicht (ITO) aufgebracht ist (Ag auf ITO) oder ITO-Ag-ITO Multischichten.

Die erste Elektrode weist eine Schichtdicke auf in einem Bereich von 10 nm bis 500 nm, beispielsweise von kleiner 25 nm bis 250 nm, beispielsweise von 50 nm bis 100 nm.

Die erste Elektrode 310 ist mit einem ersten elektrischen Anschluss verbunden, an den ein erstes elektrisches Potential anlegbar ist. Das erste elektrische Potential wird von einer Bauelement-externen Energiequelle bereitgestellt, beispielsweise einer Stromquelle oder einer Spannungsquelle. Alternativ wird das erste elektrische Potential an einen elektrisch leitfähigen Träger 302 angelegt und der ersten Elektrode 310 durch den Träger 302 mittelbar elektrisch zugeführt. Das erste elektrische Potential ist beispielsweise das Massepotential oder ein anderes vorgegebenes Bezugspotential.

Die organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 ist auf oder über der ersten Elektrode 310 ausgebildet und elektrisch zwischen der ersten Elektrode 310 und der zweiten Elektrode 314 verteilt oder angeordnet.

Die organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 kann ein, zwei oder mehr funktionelle Schichtenstruktur-Einheiten und

eine, zwei oder mehr Zwischenschichtstruktur(en) zwischen den Schichtenstruktur-Einheiten aufweisen. Die organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 kann beispielsweise eine erste organisch funktionelle Schichtenstruktur-Einheit 316,
5 eine Zwischenschichtstruktur 318 und eine zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur-Einheit 320 aufweisen.

Die organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 weist eine oder mehrere organisch funktionelle Schichtenstrukturen auf,
10 beispielsweise 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, oder sogar mehr, beispielsweise 15 oder mehr, beispielsweise 70, die jeweils gleich oder unterschiedlich ausgebildet sind.

Die organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 weist eine
15 Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Emitterschicht, eine Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht aufweisen. Die Schichten der organisch funktionellen Schichtenstruktur 312 sind zwischen den Elektroden 310, 314 derart verteilt oder angeordnet, dass
20 im Betrieb elektrische Ladungsträger von der ersten Elektrode 310 durch die organisch funktionelle Schichtenstruktur-Einheit 312 hindurch in die zweite Elektrode 314 fließen können, und umgekehrt; beispielsweise in der nachfolgend beschriebenen Reihenfolge.

25 In der organisch funktionellen Schichtenstruktur-Einheit 312 ist eine oder mehrere der genannten Schichten vorgesehen, wobei gleiche Schichten einen körperlichen Kontakt aufweisen können, nur elektrisch miteinander verbunden sein können oder
30 sogar elektrisch voneinander isoliert ausgebildet sein können, beispielsweise nebeneinander ausgebildet sein können. Einzelne Schichten der genannten Schichten können optional sein.

35 Die Lochinjektionsschicht weist eines oder mehrere der folgenden Materialien auf oder ist daraus gebildet: HAT-CN, Cu(I)pFBz, MoO_x, WO_x, VO_x, ReO_x, F4-TCNQ, NDP-2, NDP-9,

Bi(III)pFBz, F16CuPc; NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis-biphenyl-4-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N-bis-naphthalen-2-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis-naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl]-9H-fluor; N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-tetra(N, N-di-tolyl)amino-spiro-bifluoren; und/oder N, N,N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidin.

Die Lochinjektionsschicht weist eine Schichtdicke auf in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 1000 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 30 nm bis ungefähr 300 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 50 nm bis ungefähr 200 nm.

30

Die Lochtransportschicht weist eines oder mehrere der folgenden Materialien auf oder ist daraus gebildet sein: NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-

- dimethyl-fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis-biphenyl-4-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N-bis-naphthalen-2-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis-naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl]-9H-fluor;
- 10 N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-
- 15 tetra(N, N-di-tolyl)amino-spiro-bifluoren; und N, N,N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidin, ein tertiäres Amin, ein Carbazolderivat, ein leitendes Polyanilin und/oder Polyethylenedioxythiophen.
- 20 Die Lochtransportschicht weist eine Schichtdicke auf in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.
- 25 Eine Emitterschicht weist organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine, nicht-polymere Moleküle („small molecules“) oder eine Kombination dieser Materialien auf oder ist daraus gebildet. Die Emitterschicht weist einen elektrolumineszierenden oder
- 30 fotolumineszierenden Stoff auf, beispielsweise einen fluoreszierenden oder phosphoreszierenden Farbstoff. Das organisch optoelektronische Bauelement 300 weist in einer Emitterschicht eines oder mehrere der folgenden Materialien auf oder ist daraus gebildet sein: organische oder
- 35 organometallische Verbindungen, wie Derivate von Polyfluoren, Polythiophen und Polyphenylen (beispielsweise 2- oder 2,5-substituiertes Poly-p-phenylenvinyl) sowie Metallkomplexe, beispielsweise Iridium-Komplexe wie blau phosphoreszierendes

FIrPic (Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)-iridium III), grün phosphoreszierendes Ir(ppy)₃ (Tris(2-phenylpyridin)iridium III), rot phosphoreszierendes Ru (dtb-bpy)₃*2(PF₆) (Tris[4,4'-di-tert-butyl-(2,2')-bipyridin]ruthenium(III)komplex) sowie blau fluoreszierendes DPAVBi (4,4-Bis[4-(di-p-tolylamino)styryl]biphenyl), grün fluoreszierendes TTPA (9,10-Bis[N,N-di-(p-tolyl)-amino]anthracen) und rot fluoreszierendes DCM2 (4-Dicyanomethylen)-2-methyl-6-julolidyl-9-enyl-4H-pyran) als nichtpolymere Emitter. Solche nichtpolymeren Emitter sind beispielsweise mittels thermischen Verdampfens abscheidbar. Ferner können Polymeremitter eingesetzt werden, welche beispielsweise mittels eines nasschemischen Verfahrens abscheidbar sind, wie beispielsweise einem Aufschleuderverfahren (auch bezeichnet als Spin Coating). Die Emitttermaterialien können in geeigneter Weise in einem Matrixmaterial eingebettet sein, beispielsweise einer technischen Keramik oder einem Polymer, beispielsweise einem Epoxid; oder einem Silikon.

Die Emitterschicht weist einfarbig oder verschiedenfarbig (zum Beispiel blau und gelb oder blau, grün und rot) emittierende Emitttermaterialien auf. Alternativ weist die Emitterschicht mehrere Teilschichten auf, die Licht unterschiedlicher Farbe emittieren. Mittels eines Mischens der verschiedenen Farben weist die Emission von Licht mit einem weißen Farbeindruck resultieren. Alternativ ist auch vorgesehen, im Strahlengang der durch diese Schichten erzeugten Primäremission einen Leuchtstoff

(Konvertermaterial) anzuordnen, der die Primärstrahlung zumindest teilweise absorbiert und eine Sekundärstrahlung anderer Wellenlänge emittiert, so dass sich aus einer (noch nicht weißen) Primärstrahlung durch die Kombination von primärer Strahlung und sekundärer Strahlung ein weißer Farbeindruck ergibt.

Die Emitterschicht weist eine Schichtdicke auf in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

5

Die Elektronentransportschicht weist eines oder mehrere der folgenden Materialien auf oder ist daraus gebildet: NET-18; 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenylyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole, 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolato-lithium, 4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenylyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]-9,9-dimethylfluorene; 1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-f][1,10]phenanthrolin; Phenyl-dipyrenylphosphine oxide; Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; Perylentetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; und Stoffen basierend auf Silolen mit einer Silacyclopentadieneinheit.

30

Die Elektronentransportschicht weist eine Schichtdicke auf in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

35

Die Elektroneninjektionsschicht weist eines oder mehrere der folgenden Materialien auf oder ist daraus gebildet: NDN-26,

- MgAg, Cs₂CO₃, Cs₃PO₄, Na, Ca, K, Mg, Cs, Li, LiF; 2,2',2'' - (1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole, 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolato-lithium, 4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]-9,9-dimethylfluorene; 1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-f][1,10]phenanthroline; Phenyl-dipyrenylphosphine oxide;
- Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; Perylentetracarbonsäuredianhydrid bzw. dessen Imide; und Stoffen basierend auf Silolen mit einer Silacyclopentadieneinheit.
- Die Elektroneninjektionsschicht weist eine Schichtdicke auf in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 200 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 20 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise ungefähr 30 nm.
- Bei einer organisch funktionellen Schichtenstruktur 312 mit zwei oder mehr organisch funktionellen Schichtenstruktur, weist die zweite organisch funktionelle Schichtenstruktur-Einheit über oder neben der ersten funktionellen Schichtenstruktur-Einheiten ausgebildet sein. Elektrisch zwischen den organisch funktionellen Schichtenstruktur-Einheiten, ist eine Zwischenschichtstruktur ausgebildet.

Die Zwischenschichtstruktur ist als eine Zwischenelektrode ausgebildet, beispielsweise gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Elektrode 310. Eine Zwischenelektrode weist mit einer externen Spannungsquelle elektrisch verbunden sein. Die externe Spannungsquelle stellt an der Zwischenelektrode ein drittes elektrisches Potential bereit. Alternativ weist die Zwischenelektrode jedoch keinen externen elektrischen Anschluss auf, indem die Zwischenelektrode ein schwebendes elektrisches Potential aufweist.

Alternativ ist die Zwischenschichtstruktur als eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur (charge generation layer CGL) ausgebildet. Eine Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur weist eine oder mehrere elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht(en) und eine oder mehrere lochleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht(en) auf. Die elektronenleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht(en) und die lochleitende Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht(en) können jeweils aus einem intrinsisch leitenden Stoff oder einem Dotierstoff in einer Matrix gebildet sein. Die Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur sollte hinsichtlich der Energieniveaus der elektronenleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht(en) und der lochleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht(en) derart ausgebildet sein, dass an der Grenzfläche einer elektronenleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht mit einer lochleitenden Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schicht ein Trennung von Elektron und Loch erfolgen weist. Die Ladungsträgerpaar-Erzeugung-Schichtenstruktur weist ferner zwischen benachbarten Schichten eine Diffusionsbarriere auf.

Das organisch optoelektronische Bauelement 300 weist optional weitere organische funktionalen Schichten auf, beispielsweise verteilt oder angeordnet auf oder über der einen oder mehreren Emitterschichten oder auf oder über der oder den Elektronentransportschicht(en). Die weiteren organischen funktionalen Schichten können beispielsweise die Schicht 104 sein, die als interne oder extern Einkoppel-

/Auskoppelstruktur ausgebildet ist, die die Funktionalität und damit die Effizienz des organisch optoelektronischen Bauelements 300 weiter verbessern.

5 Die zweite Elektrode 314 ist gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Elektrode 310 ausgebildet, wobei die erste Elektrode 310 und die zweite Elektrode 314 gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein können. Die zweite Elektrode 314 ist als Anode, also als löcherinjizierende Elektrode
10 ausgebildet oder als Kathode, also als eine elektroneninjizierende Elektrode.

Die zweite Elektrode 314 weist einen zweiten elektrischen Anschluss auf, an den ein zweites elektrisches Potential
15 anlegbar ist. Das zweite elektrische Potential wird von der gleichen oder einer anderen Energiequelle bereitgestellt wie das erste elektrische Potential und/oder das optionale dritte elektrische Potential. Das zweite elektrische Potential ist unterschiedlich zu dem ersten elektrischen Potential und/oder
20 dem optional dritten elektrischen Potential. Das zweite elektrische Potential weist beispielsweise einen Wert auf derart, dass die Differenz zu dem ersten elektrischen Potential einen Wert in einem Bereich von ungefähr 1,5 V bis ungefähr 20 V aufweist, beispielsweise einen Wert in einem
25 Bereich von ungefähr 2,5 V bis ungefähr 15 V, beispielsweise einen Wert in einem Bereich von ungefähr 3 V bis ungefähr 12 V.

Die Verkapselungsstruktur 328 ist hermetisch dicht bezüglich
30 einer Diffusion von Wasser und/oder Sauerstoff durch die Verkapselungsstruktur 328 in den optisch aktiven Bereich 306 ausgebildet. In einer Weiterbildung weist die Verkapselungsstruktur 328 die Schicht 104 auf bzw. wird mit der Schicht 104 ausgebildet.

35 Die Barrieredünnschicht 308 ist gemäß einer der Ausgestaltungen der oben beschriebenen Barriereschicht 304 ausgebildet.

Ferner ist darauf hinzuweisen, dass Ausführungsbeispielen auch ganz auf eine Barrieredünnschicht 308 verzichtet sein kann. In solch einer Ausgestaltung weist die Verkapselungsstruktur 328 eine weitere Barriere auf, wodurch
5 eine Barrieredünnschicht 308 optional wird, beispielsweise die Abdeckung 324, beispielsweise eine Kavitätsglasverkapselung oder metallische Verkapselung.

Ferner sind zusätzlich noch eine oder mehrere Ein-
10 /Auskoppelschichten in dem organisch optoelektronischen Bauelementes 300 ausgebildet, beispielsweise eine externe Auskoppelfolie auf oder über dem Träger 302 (nicht dargestellt) oder eine interne Auskoppelschicht (nicht dargestellt) im Schichtenquerschnitt des organisch
15 optoelektronischen Bauelementes 300. Die Ein-/Auskoppelschicht weist eine Matrix und darin verteilt Streuzentren bezüglich der elektromagnetischen Strahlung auf, wobei der mittlere Brechungsindex der Ein-/Auskoppelschicht größer oder kleiner ist als der mittlere Brechungsindex der
20 Schicht, aus der die elektromagnetische Strahlung bereitgestellt wird. Ferner können zusätzlich eine oder mehrere Entspiegelungsschichten (beispielsweise kombiniert mit der zweiten Barrieredünnschicht 308) in dem organisch optoelektronischen Bauelement 300 vorgesehen sein.

25 Die Verkapselungsstruktur weist ferner eine Abdeckung 324 und/oder eine Verbindungsschicht 322 auf. In einer Weiterbildung ist die Abdeckung 324 mittels der Verbindungsschicht 322 mit dem aktiven Bereich 306, dem
30 Substrat 330 und/oder der Barrieredünnschicht 308 verbunden. Die Verbindungsschicht 322 ist optional, beispielsweise falls die Abdeckung 324 direkt auf der zweiten Barrieredünnschicht 308 ausgebildet wird, beispielsweise eine Abdeckung 324 aus Glas, die mittels Plasmaspritzens ausgebildet wird.

35 Die Verbindungsschicht 322 ist aus einem Klebstoff oder einem Lack gebildet. In einer Weiterbildung weist eine Verbindungsschicht 322 aus einem transparenten Material

Partikel auf, die elektromagnetische Strahlung streuen, beispielsweise lichtstreuende Partikel. Dadurch wirkt die Verbindungsschicht 322 als Streuschicht, was zu einer Verbesserung des Farbwinkelverzugs und der Auskoppelleffizienz führt. Als lichtstreuende Partikel können dielektrische Streupartikel vorgesehen sein, beispielsweise aus einem Metalloxid, beispielsweise Siliziumoxid (SiO_2), Zinkoxid (ZnO), Zirkoniumoxid (ZrO_2), Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Indium-Zink-Oxid (IZO), Galliumoxid (Ga_2O_3) Aluminiumoxid, oder Titanoxid. Auch andere Partikel können geeignet sein, sofern sie einen Brechungsindex haben, der von dem effektiven Brechungsindex der Matrix der Verbindungsschicht 322 verschieden ist, beispielsweise Luftblasen, Acrylat, oder Glashohlkugeln. Ferner können beispielsweise metallische Nanopartikel, Metalle wie Gold, Silber, Eisen-Nanopartikel, oder dergleichen als lichtstreuende Partikel vorgesehen sein.

Die Verbindungsschicht 322 weist eine Schichtdicke von größer als 1 μm auf, beispielsweise eine Schichtdicke von mehreren μm .

In einer Weiterbildung ist zwischen der zweiten Elektrode 314 und der Verbindungsschicht 322 noch eine elektrisch isolierende Schicht (nicht dargestellt) ausgebildet, beispielsweise SiN , beispielsweise mit einer Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 300 nm bis ungefähr 1,5 μm , beispielsweise mit einer Schichtdicke in einem Bereich von ungefähr 500 nm bis ungefähr 1 μm , um elektrisch instabile Materialien zu schützen, beispielsweise während eines nasschemischen Prozesses.

Ferner kann das organisch optoelektronische Bauelement 300 eine sogenannte Getter-Schicht oder Getter-Struktur auf, beispielsweise eine lateral strukturierte Getter-Schicht, (nicht dargestellt). Die Getter-Schicht weist ein Material auf oder ist daraus gebildet sein, dass Stoffe, die schädlich für den elektrisch aktiven Bereich sind, absorbiert und

bindet, beispielsweise Wasserdampf und/oder Sauerstoff. Eine
Getter-Schicht weist beispielsweise ein Zeolith-Derivat auf
oder ist daraus gebildet sein. Die Getter-Schicht weist eine
Schichtdicke von größer als ungefähr 1 μm auf, beispielsweise
5 eine Schichtdicke von mehreren μm .

Auf oder über der Verbindungsschicht 322 ist die
Abdeckung 324 ausgebildet oder verteilt oder angeordnet. Die
Abdeckung 324 wird mittels der Verbindungsschicht 322 mit dem
10 elektrisch aktiven Bereich 306 verbunden und schützt diesen
vor schädlichen Stoffen. Die Abdeckung 324 ist beispielsweise
eine Glasabdeckung 324, eine Metallfolienabdeckung 324 oder
eine abgedichtete Kunststofffolien-Abdeckung 324. Die
Glasabdeckung 324 ist beispielsweise mittels einer Fritten-
15 Verbindung (engl. glass frit bonding/glass soldering/seal
glass bonding) mittels eines herkömmlichen Glaslotes in den
geometrischen Randbereichen des organisch optoelektronischen
Bauelementes 300 verbunden.

20 In einer Weiterbildung ist eine Flächenlichtquelle als eine
organische Leuchtdiode ausgebildet. Bei einer organisch
optoelektronischen Baugruppe mit zwei oder mehreren
Flächenlichtquellen sind organische Leuchtdioden, die als
Flächenlichtquellen ausgebildet sind, auch als OLED-Segmente
25 bezeichnet, beispielsweise als Pixel oder Sub-Pixel.

Fig.4A-C zeigt eine schematische Darstellung eines organisch
optoelektronischen Bauelementes, das beispielsweise
weitgehend dem oben gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht.

30

Mittels eines Beschichters 106, beispielsweise in Form einer
Dispensiereinheit, wird eine Lösung mit Partikeln 108 (auch
bezeichnet als Partikel 108 der ersten Art) auf die
Oberfläche 116 der Schicht 104 auf dem Substrat 102
35 abgeschieden, veranschaulicht in **Fig.4A**. Die Lösung weist ein
Lösungsmittel für das Matrixmaterial 114 der Schicht 104 auf,
so dass das Matrixmaterial 114 der Schicht von dem
Lösungsmittel angelöst wird. Dadurch diffundiert wenigstens

ein Teil der Partikel 108 der Lösung in die Schicht 104 ein, veranschaulicht in **Fig.4B**. In der Schicht 104 können vor dem Abscheiden der Partikel 108 (**Fig.4A**) bereits Partikel 406 einer zweiten Art vorgesehen bzw. verteilt oder angeordnet
5 sein. Die Partikel 406 der zweiten Art können gleich oder unterschiedlich zu den aufgebracht und eindiffundierten Partikeln 108 der ersten Art sein. Beispielsweise können die Partikel 108 der ersten Art in die Zwischenräume zwischen den Partikeln 406 der zweiten Art eindiffundieren. Dadurch kann
10 mittels des Lösungsmittels und Lösungsmittelgradientens der Schicht ein Gradient in der Anzahlldichte an Partikeln (auch bezeichnet als Partikelgradient) in der Schicht realisiert werden, beispielsweise veranschaulicht in **Fig.4C** mit dem Bezugszeichen 404.

15 Die Schicht 104 weist eine körperliche Grenzfläche mit dem Substrat 102 auf, wobei die Grenzfläche der Oberfläche 116 in einem Abstand gegenüberliegt. Die Grenzfläche weist Partikel 406 der zweiten Art auf und ist frei von Partikeln 108 der
20 ersten Art. Dadurch wird beispielsweise eine Schicht 104 ausgebildet, deren Oberfläche 116 und Grenzfläche unterschiedliche optische Eigenschaften aufweisen, beispielsweise unterschiedliche Reflektivitäten in Abhängigkeit von der Einfallseite auf die Schicht 104.
25 Alternativ ist die Grenzfläche frei von Partikeln der ersten Art und der zweiten Art.

Bei einer Schicht 104, die als eine Streuschicht ausgebildet wird, ist eine ideale Gradientenschicht 402 an der
30 Grenzfläche derart ausgebildet, dass deren intrinsischer Brechungsindex dem Material des Trägers 302 bei einem Bottom-Emitter oder der Abdeckung 324 bei einem Top-Emitter entspricht, beispielsweise dem Brechungsindex von Glas. Die kann mittels geeigneter Polymere für das Matrixmaterial 114
35 der Schicht 104 erreicht werden kann, beispielsweise einem Epoxid oder Acrylat. Mittels des Einbringens der Partikel 108 in die Schicht 104 hat der Brechungsindexgradient 402 auf Substratseite einen dem Substrat 102 entsprechenden

Brechungsindex, beispielsweise ungefähr 1,5. An der Oberfläche 116 der Schicht 104, auf der beispielsweise weitergehend die organisch funktionelle Schichtenstruktur 312 bzw. eine transparente Elektrode 310, 314, beispielsweise
5 ITO, prozessiert wird, weist die Schicht 104 mittels der Partikel 108 einen Brechungsindex 404 von ungefähr 1,8 auf.

Die Partikel 108 der ersten Art weisen einen mittleren Durchmesser d₅₀ in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis
10 ungefähr 50 µm auf, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 250 nm bis ungefähr 350 nm. Beispielsweise können Partikel 108 der ersten Art, die als Leuchtstoff-Partikel ausgebildet sind, einen mittleren Durchmesser in einem Bereich von ungefähr 20 µm bis ungefähr 30 µm auf. Hingegen
15 können Partikel 108 der ersten Art, die als Streuzentren für sichtbares Licht ausgebildet sind, einen mittleren Durchmesser in einem Bereich von ungefähr 230 nm bis ungefähr 350 nm aufweisen.

20 In einer Weiterbildung der Schicht 104 weisen die Partikel 406 der zweiten Art einen mittleren Durchmesser in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 1 µm auf, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 700 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr
25 10 nm bis ungefähr 500 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 350 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 250 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 100 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr
30 10 nm bis ungefähr 30 nm.

In einer Weiterbildung der Schicht 104 weisen die Partikel 406 der zweiten Art bezüglich der Partikel 108 der ersten Art ein gleiches Material und/oder einen gleichen mittleren
35 Durchmesser auf. Die Partikel 406 der zweiten Art können sich jedoch in wenigstens einer optisch, elektrisch, mechanisch und/oder chemisch funktionalen Eigenschaft von den Partikeln 108 der ersten Art unterscheiden, beispielsweise im

Wellenlängenbereich der optischen funktionalen Eigenschaft und/oder der Intensität der optischen funktionalen Eigenschaft.

5 In einer Weiterbildung wird die Schicht 104 derart ausgebildet, dass die Partikel 406 der zweiten Art als eine Diffusionsbarriere für die Partikel 108 der ersten Art beim Verformen 206 des Matrixmaterials 114 wirken. Die Diffusionsbarrierewirkung kann beispielsweise eingestellt
10 werden mittels des Verhältnisses des mittleren Durchmessers der Partikel 108 der ersten Art zu dem mittleren Durchmesser der Partikel 406 der zweiten Art, der Anzahldichte der Partikel 406 der zweiten Art in der Schicht 104 und/oder dem Volumenanteil der Partikel 406 der zweiten Art in der Schicht
15 104.

In einer Weiterbildung der Schicht 104 weisen die Partikel 108 der ersten Art und/oder die Partikel 406 der zweiten Art jeweils einen Brechungsindex in einem Bereich von ungefähr
20 1,5 bis ungefähr 4,0 auf oder sind derart ausgebildet, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 1,7 bis ungefähr 3,9; beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 2,3 bis ungefähr 3,1; beispielsweise porös. In einer Weiterbildung ist der Betragsunterschied des Brechungsindex der Partikel
25 406 der zweiten Art zum Brechungsindex der Partikel 108 der ersten Art bezüglich wenigstens einer Wellenlänge einer elektromagnetischen Strahlung größer als 0,05; beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 0,05 bis ungefähr 2,5; beispielsweise in einem Bereich von 0,05 bis 1. Die Partikel
30 406, 108 weisen dabei jeweils einen Brechungsindexunterschied zu dem Matrixmaterial 114 von wenigstens ungefähr 0,05 auf; beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 0,05 bis ungefähr 2,5. Mittels der unterschiedlichen Brechungsindizes wird beispielsweise ein Gradient des Brechungsindex von der
35 Oberfläche 116 in der Schicht 104 ausgebildet.

In verschiedenen Ausgestaltungen können die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art amorph oder kristallin und/oder Nanopartikel sein.

5 In einer Weiterbildung der Schicht 104 weist das Verhältnis des mittleren Durchmessers der Partikel 406 der zweiten Art zu dem mittleren Durchmesser der Partikel 108 der ersten Art in einem Bereich von ungefähr $2 \cdot 10^{-4}$ bis ungefähr 1 sein, oder umgekehrt. Beispielsweise weisen die Partikel 406 der
10 zweiten Art einen kleineren mittleren Durchmesser auf als die Partikel 108 der ersten Art, wodurch die Rauheit der Oberfläche 116 der Schicht 104 mit eingebetteten Partikeln 108 der ersten Art reduziert werden kann. Alternativ oder zusätzlich ist das Verhältnis des mittleren Durchmessers der
15 Partikel 406 der zweiten Art zu dem mittleren Durchmesser der Partikel 108 der ersten Art derart eingerichtet, dass die Packungsdichte an Partikeln der ersten Art und/oder zweiten Art in dem Matrixmaterial 114 in einem Bereich von 50 % bis 100 % ist.

20

In einer Weiterbildung der Schicht 104 sind die Partikel 108 der ersten Art derart ausgebildet, dass sie den Hohl- bzw. Zwischenraum zwischen den Partikeln 406 der zweiten Art auffüllen, beispielsweise bei einer Art Kugelpackung der
25 Partikel 406 der zweiten Art. Dadurch kann beispielsweise die Dichte an Partikeln in der Schicht 104 in der Nähe der Oberfläche 116 erhöht werden. Dadurch kann beispielsweise die Rauheit der Oberfläche 116 reduziert werden, indem das Matrixmaterial 114 weniger Hohlraumvolumen zwischen den
30 Partikeln 406 der zweiten Art aufzufüllen hat, und somit mittels des Matrixmaterials 114 eine glattere Oberfläche 116 der Schicht ausgebildet werden kann.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen können die Partikel
35 der ersten Art und/oder der zweiten Art einen Farbstoff aufweisen oder sein. Als Farbstoff wird eine chemische Verbindung oder ein Pigment verstanden, der andere Stoffe

oder Stoffgemische färben, d.h. das äußere Erscheinungsbild der Schicht 104 verändert. Als organische Farbstoffe können für die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art Farbstoffe der folgenden Stoffklassen und Derivate von

5 Farbstoffen verwendet werden: Acridin, Acridon, Anthrachino, Anthracen, Cyanin, Dansyl, Squaryllium, Spiropyrane, Boron-dipyrromethane (BODIPY), Perylene, Pyrene, Naphtalene, Flavine, Pyrrole, Porphrine und deren Metallkomplexe, Diarylmethan, Triarylmethan, Nitro, Nitroso, Phthalocyanin

10 und deren Metallkomplexe, Quinone, Azo, Indophenol, Oxazine, Oxazone, Thiazine, Thiazole, Xanthene, Fluorene, Flurone, Pyronine, Rhodamine, Coumarine, Metallocene. Alternativ oder zusätzlich können die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art einen der folgenden anorganischen Stoffe auf oder

15 daraus gebildet sein aus der Gruppe der anorganischen Farbstoffklassen, anorganischen Farbstoff-Derivate oder anorganischen Farbstoffpigmente: Übergangsmetalle, Seltenerdmetall-Oxide, Sulfide, Cyanide, Eisenoxide, Zirkonsilikate, Bismutvanadat, Chromoxide. Alternativ oder

20 zusätzlich können die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art Nanopartikel aufweisen oder daraus gebildet sein, beispielsweise Kohlenstoff, beispielsweise Ruß; Gold, Silber, Platin.

25 In verschiedenen Ausführungsbeispielen können die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art einen Leuchtstoff aufweisen oder daraus gebildet sein. Leuchtstoffe sind Stoffe, die zu einem Konvertieren der Wellenlänge einer elektromagnetischen Strahlung geeignet sind. Mit anderen

30 Worten: ein Leuchtstoff wandelt verlustbehaftet elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge in elektromagnetische Strahlung anderer Wellenlänge um, beispielsweise längerer Wellenlänge (Stokes-Verschiebung) oder kürzerer Wellenlänge (Anti-Stokes-Verschiebung),

35 beispielsweise mittels Phosphoreszenz oder Fluoreszenz. Das Bilden von elektromagnetischer Strahlung einer zweiten Wellenlänge aus elektromagnetischer Strahlung einer ersten Wellenlänge wird Wellenlängenkonversion genannt.

Wellenlängenkonversion wird in verschiedenen Ausführungsbeispielen optoelektronischer Bauelemente für die Farbumwandlung verwendet, beispielsweise zur Vereinfachung der Erzeugung von weißem Licht. Dabei wird beispielsweise ein
5 blaues Licht in ein gelbes Licht konvertiert. Die Farbmischung aus blauen Licht und gelben Licht weist ein weißes Licht bilden. Ein Leuchtstoff weist beispielsweise zur Wellenlängenkonversion einer elektromagnetischen Strahlung im Strahlengang der elektromagnetischen Strahlung verteilt oder
10 angeordnet sein. Der Leuchtstoff weist dazu im körperlichen Kontakt mit der Strahlungsquelle, beispielsweise einem optoelektronischen Bauelement stehen, d.h. sich eine gemeinsame Grenzfläche teilen, oder als Fernphosphor (remote phosphor) eingerichtet sein. Die Partikel der ersten Art
15 und/oder der zweiten Art können einen der folgenden Stoffe aufweisen oder daraus gebildet sein: Granate, Nitride, Silikate, Oxide, Phosphate, Borate, Oxynitride, Sulfide, Selenide, Aluminate, Wolframate, und Halide von Aluminium, Silizium, Magnesium, Calcium, Barium, Strontium, Zink,
20 Cadmium, Mangan, Indium, Wolfram und anderen Übergangsmetallen, oder Seltenerdmetallen wie Yttrium, Gadolinium oder Lanthan, die mit einem Aktivator, wie zum Beispiel Kupfer, Silber, Aluminium, Mangan, Zink, Zinn, Blei, Cer, Terbium, Titan, Antimon oder Europium dotiert sind.
25 Beispielsweise kann ein Leuchtstoff ein oxidischer oder (oxi-)nitridischer Leuchtstoff sein, beispielsweise ein Granat, Orthosilikat, Nitrido(alumo)silikat, Nitrid oder Nitridoorthosilikat, oder ein Halogenid oder Halophosphat. Konkrete Beispiele für geeignete Leuchtstoffe sind
30 Strontiumchloroapatit:Eu ((Sr, Ca)₅(PO₄)₃Cl:Eu; SCAP), Yttrium-Aluminium-Granat:Ce (YAG:Ce) oder CaAlSiN₃:Eu. Ferner können im Leuchtstoff bzw. Leuchtstoffgemisch beispielsweise Partikel mit lichtstreuenden Eigenschaften und/oder Hilfsstoffe enthalten sein. Beispiele für
35 Hilfsstoffe schließen Tenside und organische Lösungsmittel ein. Beispiele für Licht streuende Partikel sind Gold-, Silber- und Metalloxidpartikel.

Die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art können einen Stoff aufweisen oder daraus gebildet sein, der die Transmission von ultravioletter (UV) und/oder infraroter (IR) elektromagnetischer Strahlung reduziert. Die geringere UV- bzw. IR-Transmission weist beispielsweise mittels einer höheren Absorption und/oder Reflektion und/oder Streuung von UV- bzw. IR-Strahlung realisiert sein. Die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art können einen der folgenden Stoffe, ein Stoffgemisch oder eine stöchiometrische Verbindung aufweisen oder daraus gebildet sein: TiO_2 , CeO_2 , Bi_2O_3 , ZnO , ZrO_2 , SnO_2 , einen Leuchtstoff, UV- bzw. IR-absorbierende Glaspartikel und/oder geeignete UV- bzw. IR-absorbierende metallische Nanopartikel, wobei der Leuchtstoff, die Glaspartikel und/oder die Nanopartikel eine Absorption von elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich bzw. IR-Bereich auf. Die Partikel der ersten Art und der zweiten Art weisen keine oder eine nur geringe Löslichkeit in dem verformbaren Matrixmaterial 114 und/oder dem Lösungsmittel auf und/oder reagieren mit diesem nicht oder nur schlecht. Beispielsweise weist das Material der Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art ein Material auf oder ist daraus gebildet, das einen Schmelzpunkt aufweist, der höher ist als die Erweichungstemperatur des Matrixmaterials 114.

In verschiedenen Ausgestaltungen können die nicht-streuende Hochindexpartikel zu keiner bzw. nur zu einer geringen Streuung im sichtbaren Wellenlängenbereich einer elektromagnetischer Strahlung führen, beispielsweise Nanopartikel, die eine Korngröße kleiner ungefähr 50 nm auf, beispielsweise aus TiO_2 , CeO_2 , ZnO oder Bi_2O_3 .

Die Partikel der ersten und/oder zweiten Art weisen eine gewölbte Oberfläche 116 auf, beispielsweise ähnlich oder gleich einer optischen Linse. Zusätzlich oder alternativ können die Partikel eine der folgenden geometrische Formen und/oder einen Teil einer der folgenden geometrischen Formen

aufweisen oder derart ausgebildet sein: sphärisch, asphärisch
beispielsweise prismatisch, ellipsoid, hohl, kompakt,
plättchen oder stäbchenförmig. Alternativ sind die Partikel
der ersten Art und/oder zweiten Art in Form von Nanopartikeln
5 als Agglomerate von Atomen und/oder Molekülen ausgebildet.

Weiterhin können die Partikel 108 der ersten Art und/oder die
Partikel 406 der zweiten Art ein Material aufweisen oder
daraus gebildet sein derart, dass sie in dem Matrixmaterial
10 114 eine elektrochrome, elektrotrope, thermochrome und/oder
fotochrome Eigenschaft aufweisen. Mittels einer oder mehrerer
dieser Eigenschaften der Partikel der ersten Art und/oder der
zweiten Art weist die Schicht 104 ein Verändern der Farbe,
der Opakheit, der Transluzenz, der Transmission, der
15 Absorption, und/oder der Reflektivität für eine oder mehrere
Wellenlängen, Wellenlängenbereich und/oder Polarisationen auf
die Schicht 104 einfallende elektromagnetische Strahlung auf.
Die Partikel mit der elektrochromen, elektrotropen,
thermochromen und/oder fotochromen Eigenschaft sollten jedoch
20 derart ausgebildet sein, dass diese Partikel bei der
Temperatur, bei der sie in des Matrixmaterials 114 verteilt
werden, im Wesentlichen ihre Form beibehalten und/oder in der
Schicht 104 noch als Partikel vorhanden sind, das heißt in
dem Matrixmaterial 114 als Partikel beständig sind. Eine
25 elektrochrome Eigenschaft ist beispielsweise bei Partikeln
der ersten Art und/oder der zweiten Art vorhanden, die
beispielsweise ein Übergangsmetalloxid, beispielsweise
Wolframoxid (WO_3) aufweisen oder daraus gebildet sind. Bei
Partikeln mit einer thermochromen Eigenschaft wird die
30 Schicht 104 bei einem Ändern der Temperatur der Schicht 104
beispielsweise selbsttönend. Beispielsweise kann sich die
Reflektivität und/oder Transparenz in Abhängigkeit von der
Temperatur ändern. Eine thermochrome Eigenschaft weist
beispielsweise bei Partikeln der ersten Art und/oder der
35 zweiten Art vorhanden sein, die beispielsweise Zinkoxid,
Indium(III)oxid, Blei(II)oxid, Nickelsulfat, Titandioxid,
beispielsweise als Rutil; Chrom(III)oxid:Aluminium(III)oxid,

und/oder eine Mineralform, Mischung oder Legierung mit thermochromen Eigenschaften von einem der in der Beschreibung genannten Materialien der Partikel auf oder daraus gebildet sind.

5

In einer Weiterbildung sind der thermische Ausdehnungskoeffizient der Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art und der thermische Ausdehnungskoeffizient des Matrixmaterials 114 aneinander angepasst, beispielsweise durch eine geeignete Materialauswahl, beispielsweise innerhalb eines Bereiches von ungefähr 50 %, beispielsweise innerhalb eines Bereiches von ungefähr 40 %, beispielsweise innerhalb eines Bereiches von ungefähr 30 %, beispielsweise innerhalb eines Bereiches von ungefähr 20 %, beispielsweise innerhalb eines Bereiches von ungefähr 10 %, beispielsweise ungefähr gleich bezüglich des thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Matrixmaterials 114. Beispielsweise können die Partikel der ersten und/oder zweiten Art ein Glas sein, das heißt amorph ausgebildet sein.

20

In einer Weiterbildung der Schicht 104 können die Partikel der ersten Art und/oder der zweiten Art in der Schicht 104 im Wesentlichen homogen verteilt sein. Die im Wesentlichen homogene Verteilung bezieht sich dabei auf den Teil der Schicht 104 bis auf die Oberfläche 116 der Schicht 104. Beispielsweise indem die Partikel 406 der zweiten Art identisch zu den Partikeln 108 der ersten Art sind.

In einer Weiterbildung der Schicht 104 können die Partikel 108 der ersten Art und/oder der zweiten Art in der Schicht 104 im Wesentlichen an der Oberfläche 116 verteilt sein. Dadurch kann beispielsweise eine Schicht 104 mit hoher mechanischer Bruchrate ausgebildet werden.

35 In einer Weiterbildung werden die Partikel der ersten und/oder zweiten Art in der Schicht 104 als eine Lage mit einer Dicke von ungefähr 0,1 µm bis ungefähr 100 µm ausgebildet. In einer Weiterbildung können die Partikel der

ersten und/oder zweiten Art der Schicht 104 in mehreren Lagen übereinander in dem Matrixmaterial 114 verteilt oder angeordnet bzw. ausgebildet werden, wobei die einzelnen Lagen unterschiedlich ausgebildet sein können.

5

Die Erfindung ist nicht auf die angegebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

Beispielsweise kann das Verfahren ein Aufbringen von weiteren Partikeln vor, während und/oder nachdem die Schicht in einen verformbaren Zustand gebracht wurde. Mit anderen Worten: Die Schicht 104 weist in dem Matrixmaterial 114 wenigstens eine weitere Art Partikel auf, wobei die weitere Art Partikel sich in wenigstens einer optisch, elektrisch, chemisch und/oder mechanisch funktionalen Eigenschaft von den Partikeln 108 der ersten Art und der zweiten Art unterscheidet, beispielsweise einen andern Brechungsindex aufweist, oder ein Leuchtstoff ist.

In einer Weiterbildung wird die Schicht 104 mit einer oder mehreren Lagen an Partikeln der ersten Art und/oder der zweiten Art ausgebildet. In den Lagen können die Partikel beispielsweise in unterschiedlichen Volumenkonzentrationen in dem Matrixmaterial 114 verteilt oder angeordnet sein.

25

Patentansprüche

1. Verfahren (200) zum Herstellen eines organisch
optoelektronischen Bauelementes (300), das Verfahren
5 (200) aufweisend:
 - Ausbilden (202) einer Schicht (104) mit einem
Matrixmaterial (114) auf oder über einem Substrat
(102), wobei die Schicht (104) eine Oberfläche (116)
aufweist;
 - 10 • Aufbringen (204) von Partikeln (108) auf die
Oberfläche (116) der Schicht (104); und
 - Verformen (206) der Schicht (104) während und/oder
nach dem Aufbringen (204) der Partikel (108) derart,
dass wenigstens ein Teil der Partikel (108) von dem
15 Matrixmaterial (114) umgeben wird.
2. Verfahren (200) gemäß Anspruch 1,
wobei das organisch optoelektronische Bauelement (300)
als eine Flächenlichtquelle, vorzugsweise eine
20 organische Leuchtdiode; eine Solarzelle und/oder ein
Fotodetektor ausgebildet wird.
3. Verfahren (200) gemäß Anspruch 1 oder 2,
wobei die Partikel (108) derart ausgebildet sind, dass
25 sie einen Brechungsindex aufweisen, der unterschiedlich
zu dem Brechungsindex des Matrixmaterials (114) ist.
4. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Partikel (108) derart ausgebildet sind, dass
30 sie in der Schicht (104) streuend für sichtbares Licht
sind.
5. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Partikel (108) derart ausgebildet sind, dass
35 sie in der Schicht (104) nicht-streuend für sichtbares
Licht sind, vorzugsweise als Nanopartikel.
6. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5,

wobei das Verformen (206) ein Eindiffundieren eines Lösungsmittels für das Matrixmaterial (114) in die Schicht (104) aufweist.

- 5 7. Verfahren (200) gemäß Anspruch 6,
wobei die Partikel (108) beim Aufbringen (204) auf die
Schicht (104) in dem Lösungsmittel gelöst sind; und/oder
das Lösungsmittel nach dem Aufbringen (204) der Partikel
10 (108) auf die Schicht (104) auf der Oberfläche (116)
aufgebracht wird.
8. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei das Verformen (206) ein thermisches Erweichen oder
Schmelzen des Matrixmaterials (114) der Schicht (104)
15 aufweist.
9. Verfahren (200) gemäß Anspruch 8,
wobei die Schicht (104) mittels einer Temperaturänderung
des Substrats (102) und/oder der Oberfläche (116) der
20 Schicht (104) verformt wird, vorzugsweise einem
Erwärmen, vorzugsweise mittels einer Laser-, einer
Blitzlicht- oder einer Plasmabestrahlung.
10. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9,
25 wobei die Partikel (108), die auf die Schicht (104)
aufgebracht werden, Partikel (108) einer ersten Art
sind, und die Schicht (104) vor dem Aufbringen der
Partikel (108) der ersten Art eingebettet in dem
Matrixmaterial (114) Partikel (406) einer zweiten Art
30 aufweist.
11. Verfahren (200) gemäß Anspruch 10,
wobei die Schicht (104) derart verformt wird, dass
wenigstens ein Teil der Partikel (108) der ersten Art
35 zwischen den Partikeln (406) der zweiten Art verteilt
oder angeordnet von dem Matrixmaterial (114) umgeben
wird.

12. Verfahren (200) gemäß Anspruch 10 oder 11,
wobei die Partikel (406) der zweiten Art und die
Partikel (108) der ersten Art gleiche Eigenschaften
aufweisen, vorzugsweise identisch sind; und/oder
5 wobei die Partikel (406) der zweiten Art sich in
wenigsten einer Eigenschaft von den Partikeln (108) der
ersten Art unterscheiden, vorzugsweise im Material
und/oder Durchmesser.
- 10 13. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei die Schicht (104) derart verformt wird, dass ein
Gradient (404) in der Anzahlldichte der Partikel (108) in
der Schicht (104) bezüglich der Anzahlldichte der
Partikel (108) an der Oberfläche (116) der Schicht (104)
15 ausgebildet wird.
14. Verfahren (200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13,
ferner aufweisend:
ein Verfestigen der Schicht (104) nachdem wenigstens ein
20 Teil der aufgebrachtten Partikel (108) von dem
Matrixmaterial (114) umgeben ist; und
ein Ausbilden einer organisch funktionellen
Schichtenstruktur (312) auf oder über der Schicht (104);
und/oder
25 ein Aufbringen der Schicht (104) auf oder über einer
organisch funktionellen Schichtenstruktur (312);
wobei die organisch funktionelle Schichtenstruktur (312)
mit einer fotolumineszierenden und/oder einer
elektrolumineszierenden Schicht ausgebildet wird, und
30 die Schicht (104) im Strahlengang der
fotolumineszierenden und/oder der
elektrolumineszierenden Schicht verteilt oder angeordnet
wird.
- 35 15. Organisch optoelektronisches Bauelement mit einer
polymeren Schicht, die Schicht aufweisend:
eine Grenzfläche,
ein polymeres Matrixmaterial (114), und

Partikel, wobei die Partikel in dem polymeren Matrixmaterial (114) eingebettet sind; und wobei die Schicht einen Gradienten in der Anzahlldichte an Partikeln bezüglich der Grenzfläche aufweist.

FIG 1

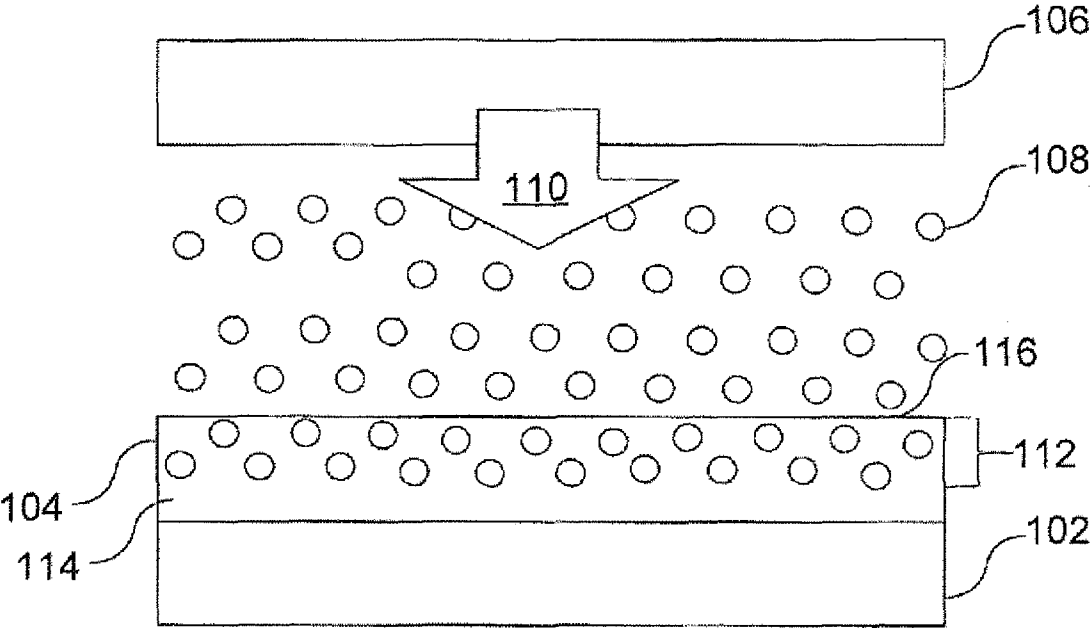


FIG 2

2/4

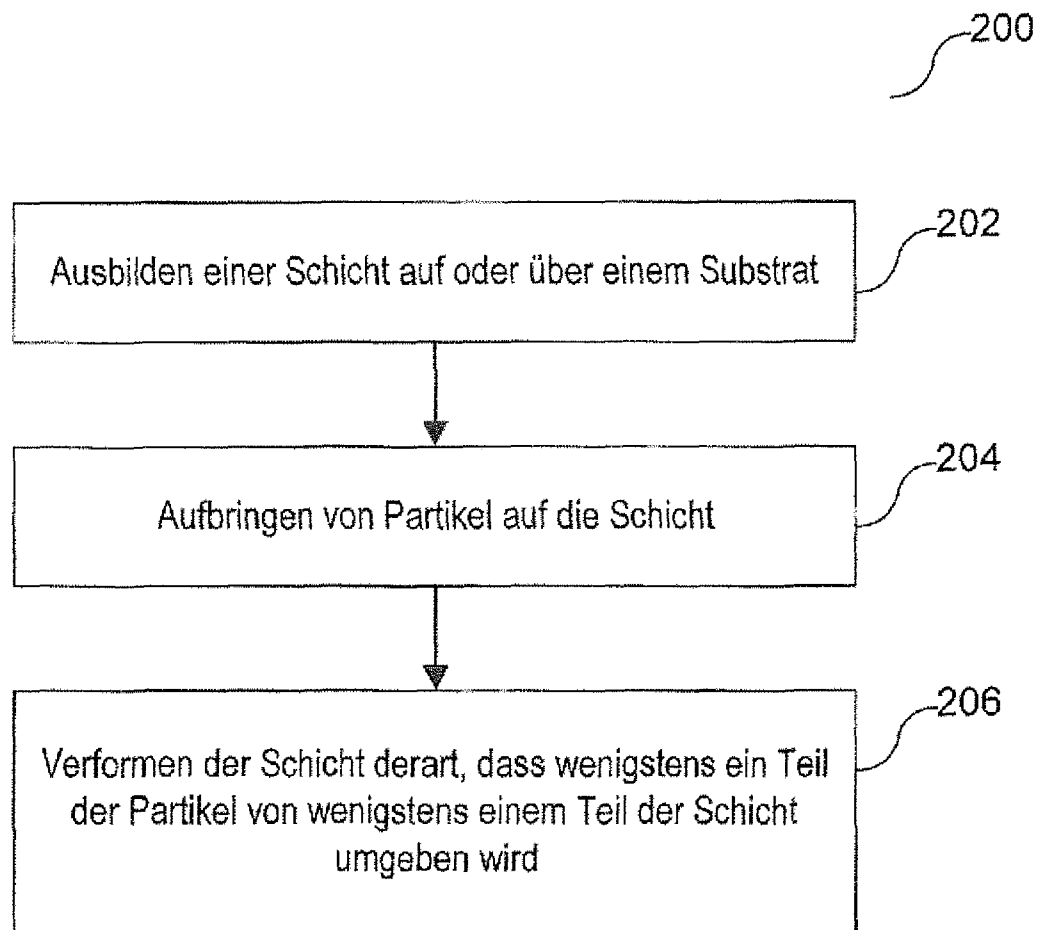
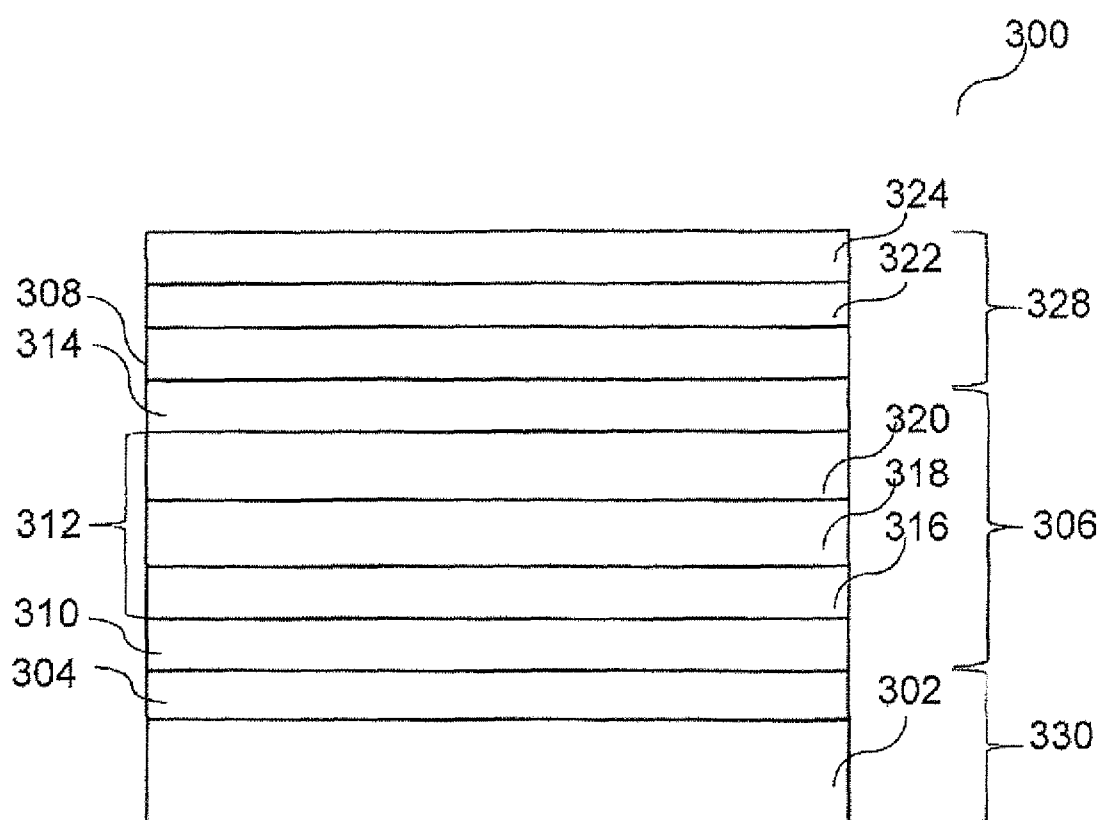


FIG 3

3/4



4/4

FIG 4A

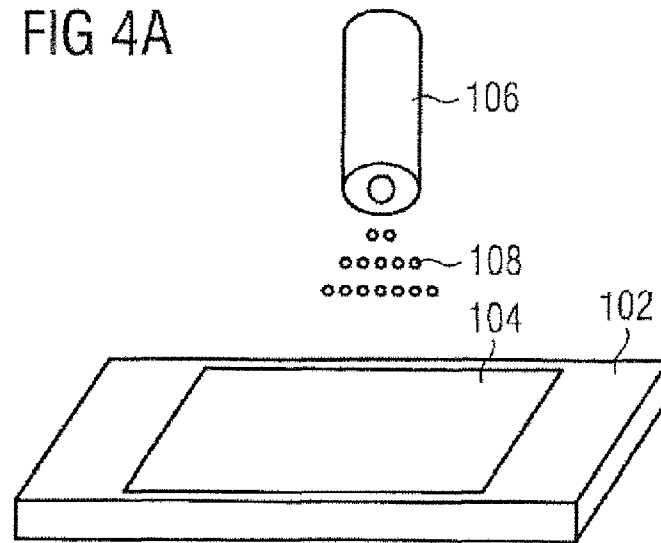


FIG 4B

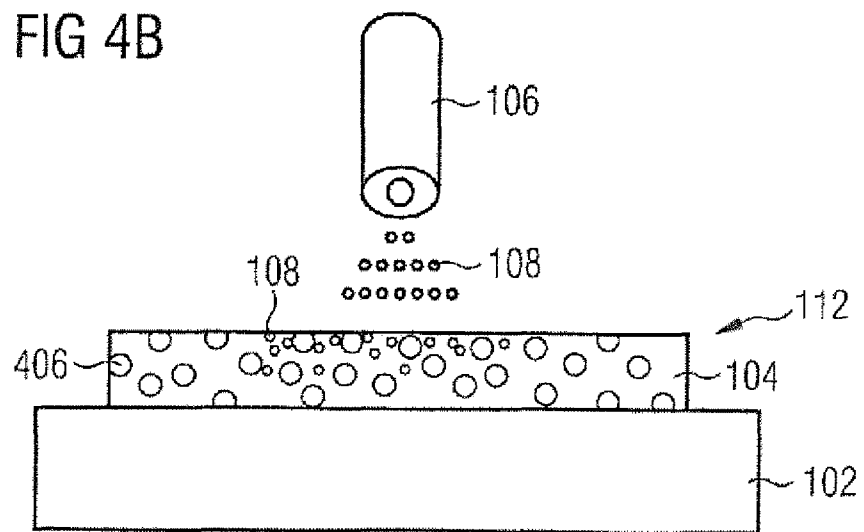
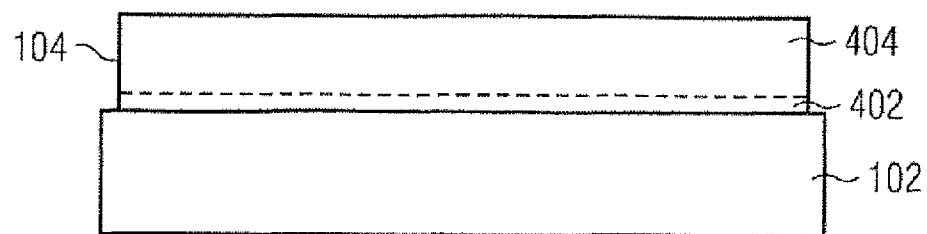


FIG 4C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066420

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

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L 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	EP 2 151 878 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 10 February 2010 (2010-02-10)	1-12,14
Y	paragraphs [0036] - [0051], [0059] - [0063]; figures 3,7-10 -----	13
X	DE 10 2011 086168 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 16 May 2013 (2013-05-16)	1-4, 10-12,14
	paragraphs [0038] - [0042], [0068], [0069], [0083]; figures 1b,5 -----	
X	CN 103 682 160 A (BEIJING VISIONOX TECHNOLOGY CO) 26 March 2014 (2014-03-26)	15
Y	Teil "Summary of the Invention"; figure 4 -----	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

9 November 2015

Date of mailing of the international search report

23/11/2015

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

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/066420

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2151878	A1	10-02-2010	CN 101630720 A 20-01-2010
		EP 2151878 A1	10-02-2010
		JP 5117422 B2	16-01-2013
		JP 2010045011 A	25-02-2010
		US 2010012961 A1	21-01-2010

DE 102011086168	A1	16-05-2013	CN 103931010 A 16-07-2014
		DE 102011086168 A1	16-05-2013
		US 2014264316 A1	18-09-2014
		WO 2013068520 A1	16-05-2013

CN 103682160	A	26-03-2014	NONE

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L 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	EP 2 151 878 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 10. Februar 2010 (2010-02-10)	1-12, 14
Y	Absätze [0036] - [0051], [0059] - [0063]; Abbildungen 3, 7-10	13
X	DE 10 2011 086168 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16)	1-4, 10-12, 14
	Absätze [0038] - [0042], [0068], [0069], [0083]; Abbildungen 1b, 5	
X	CN 103 682 160 A (BEIJING VISIONOX TECHNOLOGY CO) 26. März 2014 (2014-03-26)	15
Y	Teil "Summary of the Invention"; Abbildung 4	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 er-
scheinen 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

9. November 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/11/2015

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/066420

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2151878	A1	10-02-2010	CN 101630720 A 20-01-2010
			EP 2151878 A1 10-02-2010
			JP 5117422 B2 16-01-2013
			JP 2010045011 A 25-02-2010
			US 2010012961 A1 21-01-2010

DE 102011086168	A1	16-05-2013	CN 103931010 A 16-07-2014
			DE 102011086168 A1 16-05-2013
			US 2014264316 A1 18-09-2014
			WO 2013068520 A1 16-05-2013

CN 103682160	A	26-03-2014	KEINE
