

(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. September 2017 (28.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/162584 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 51/52* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056551
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. März 2017 (20.03.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 105 205.1 21. März 2016 (21.03.2016) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **RAUSCH, Andreas**; Regerstr. 8 a, 93053
Regensburg (DE). **PENTLEHNER, Dominik**; Wahlenstr.
5, 93047 Regensburg (DE).
- (74) Anwalt: - **EPHING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

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

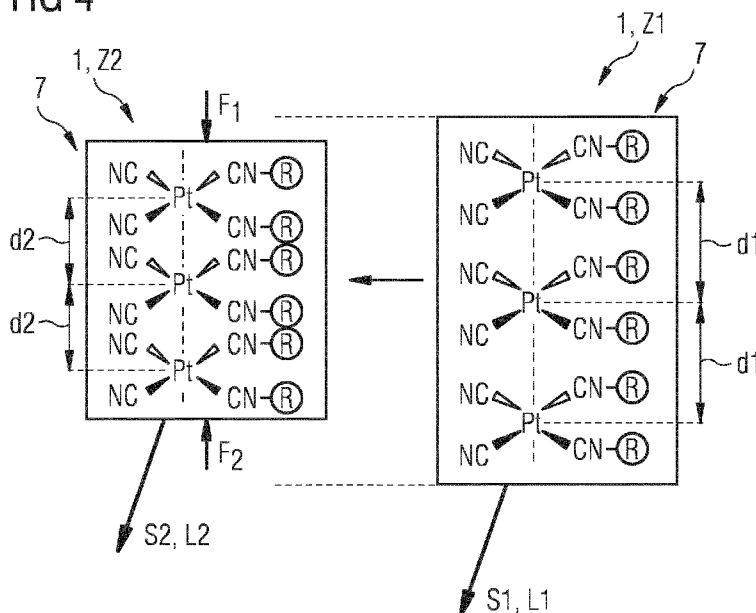
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

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

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

FIG 4



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic component (1) comprising a substrate (3), a first electrode layer (5), an active layer sequence (7), a second electrode layer (9), and a protective layer (11) which are arranged on a surface (4) of the substrate (3) in a stack direction (V). The optoelectronic component (1) has a first operating state (Z1) and a second operating state (Z2). At least one dimension (d2) of the optoelectronic component (1) in the second operating state (Z2) differs from the corresponding dimension (d1) in the first operating state (Z1). The optoelectronic component (1) is designed to emit an electromagnetic radiation (S1) with a first emission wavelength (L1) in the first operating state (Z1) and an electromagnetic radiation (S2) with a second emission wavelength (L2) in the second operating state (Z2), said second emission wavelength differing from the first emission wavelength (L1) in a specified manner.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Ein optoelektronisches Bauelement (1) umfasst ein Substrat (3), eine erste Elektrodenschicht (5), eine aktive Schichtenfolge (7), eine zweite Elektrodenschicht (9) und eine Schutzschicht (11), die in Stapelrichtung (V) auf einer Oberfläche (4) des Substrats (3) angeordnet sind. Das optoelektronische Bauelement (1) weist einen ersten Betriebszustand (Z1) und einen zweiten Betriebszustand (Z2) auf, wobei sich mindestens eine Abmessung (d2) des optoelektronischen Bauelements (1) in dem zweiten Betriebszustand (Z2) von der entsprechenden Abmessung (d1) in dem ersten Betriebszustand (Z1) unterscheidet. Das optoelektronische Bauelement (1) ist dazu ausgebildet, in dem ersten Betriebszustand (Z1) eine elektromagnetische Strahlung (S1) mit einer ersten Emissionswellenlänge (L1) und in dem zweiten Betriebszustand (Z2) eine elektromagnetische Strahlung (S2) mit einer zweiten Emissionswellenlänge (L2) zu emittieren, die sich von der ersten Emissionswellenlänge (L1) in vorgegebener Weise unterscheidet.

Beschreibung

Optoelektronisches Bauelement und Verfahren zum Betreiben
eines optoelektronischen Bauelements

5

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen
Patentanmeldung 10 2006 105 205.1, deren Offenbarungsgehalt
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

- 10 Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement
sowie ein korrespondierendes Verfahren zum Betreiben eines
optoelektronischen Bauelements, die dazu geeignet sind, auf
einfache und kostengünstige Weise verschiedene
Emissionsfarben des optoelektronischen Bauelements zu
15 ermöglichen.

- Gemäß einem ersten Aspekt umfasst ein optoelektronisches
Bauelement einen ersten Betriebszustand und einen zweiten
Betriebszustand, wobei sich mindestens eine Abmessung des
20 optoelektronischen Bauelements in dem zweiten Betriebszustand
von der entsprechenden Abmessung in dem ersten
Betriebszustand unterscheidet. Das optoelektronische
Bauelement ist dazu ausgebildet, in dem ersten
Betriebszustand eine elektromagnetische Strahlung mit einer
25 ersten Emissionswellenlänge und in dem zweiten
Betriebszustand eine elektromagnetische Strahlung mit einer
zweiten Emissionswellenlänge zu emittieren, die sich von der
ersten Emissionswellenlänge in vorgegebener Weise
unterscheidet.

30

Auf diese Weise ist ein optoelektronisches Bauelement
realisierbar, welches einen unkomplizierten Aufbau aufweist
und kostengünstig herstellbar ist und eine farbveränderliche

Emission der austretenden elektromagnetischen Strahlung ermöglicht. Das optoelektronische Bauelement weist zumindest zwei vorgegebene Betriebszustände auf, zwischen denen die Emissionswellenlänge der jeweiligen elektromagnetischen Strahlung kontinuierlich oder diskret durchstimmbar ist. Eine solche kontrollierte Farbänderung der Ausgangsstrahlung ist mittels einfacher mechanischer Verformung des optoelektronischen Bauelements oder zumindest der lichtemittierenden Schicht realisierbar, sodass sich die mindestens eine Abmessung des optoelektronischen Bauelements in verschiedenen Betriebszuständen vorgegeben unterscheidet.

In Bezug auf den ersten oder zweiten Betriebszustand wird in der weiteren Beschreibung die jeweilige elektromagnetische Strahlung gegebenenfalls auch als erste oder zweite elektromagnetische Strahlung des optoelektronischen Bauelements bezeichnet. Bei der Emissionswellenlänge der elektromagnetischen Strahlung kann es sich insbesondere um eine charakteristische Wellenlänge, wie etwa einer Dominantwellenlänge oder einer Peakwellenlänge, der von dem optoelektronischen Bauelement emittierten Strahlung handeln.

Das optoelektronische Bauelement erstreckt sich in einer vertikalen Richtung zwischen einer ersten und zweiten Hauptebene, wobei die vertikale Richtung quer oder senkrecht zu der ersten und/oder zweiten Hauptebene verlaufen kann. Die vertikale Richtung kann auch als Stapelrichtung bezeichnet werden, in der die jeweiligen Schichten des optoelektronischen Bauelements aufeinander angeordnet sind.

30

Bei den Hauptebenen kann es sich beispielsweise um eine Deckfläche und eine Bodenfläche des optoelektronischen Bauelements handeln. Bei der Bodenfläche und/oder der

Deckfläche kann es sich um eine Strahlungsdurchtrittsfläche des optoelektronischen Bauelements handeln. Das optoelektronische Bauelement ist im Wesentlichen in lateraler Richtung zumindest stellenweise parallel zu den Hauptebenen flächig ausgedehnt und weist in der vertikalen Richtung eine Dicke auf, die klein ist gegenüber einer maximalen Erstreckung des optoelektronischen Bauelements in lateraler Richtung. Bei dem optoelektronischen Bauelement kann es sich beispielsweise um eine Leuchtdiode, insbesondere um eine organische Leuchtdiode (OLED), handeln.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist das optoelektronische Bauelement ein Substrat auf. Das Substrat ist als eine Trägerschicht dazu geeignet, einen Schichtstapel zu tragen, der auf einer Oberfläche des Substrats angeordnet ist. Das Substrat weist eine zu dieser Oberfläche gegenüberliegende Oberfläche auf, welche beispielsweise die Bodenfläche des optoelektronischen Bauelements ausbildet.

Das Substrat ist zum Beispiel als eine mechanisch tragende Struktur des optoelektronischen Bauelements ausgebildet und als ein Glassubstrat, das ein Glas enthält oder aus diesem besteht, oder als ein Polymersubstrat, das einen Kunststoff wie ein Polymer enthält oder aus diesem besteht, realisiert. Das Substrat kann insbesondere milchig transparent oder klarsichtig transparent ausgebildet sein. Ferner kann das Substrat flexibel und in vorgegebener Weise mechanisch reversibel verformbar oder rigide ausgebildet sein. Insbesondere kann das Substrat eine Metallfolie, eine Kunststofffolie und/oder ein Dünnglas enthalten oder aus einer dieser Folien bestehen, zum Beispiel Polyimid-Folien.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist das optoelektronische Bauelement in Stapelrichtung auf der Oberfläche des Substrats eine erste Elektrodenschicht auf. Die erste Elektrodenschicht kann als elektrisch

5 leitfähige Schicht aus einem Metall und/oder einem Oxid gebildet sein oder daraus bestehen. Die erste Elektrodenschicht ist dann hinsichtlich ihres Materials dazu ausgebildet, in einem Betrieb eine vorgegebene elektrische Leitfähigkeit zu realisieren. Die erste Elektrodenschicht

10 kann beispielsweise mittels eines physikalischen Gasphasenabscheidungsprozesses (Physical Vapor Deposition, PVD) auf das Substrat aufgebracht werden. Die erste Elektrodenschicht bedeckt nach diesem Schritt zumindest einen Teil der Oberfläche des Substrats, die der Bodenfläche des

15 optoelektronischen Bauelements abgewandt ist.

Die erste Elektrodenschicht ist beispielsweise transparent ausgebildet. Insbesondere kann die erste Elektrodenschicht ein transparentes, leitfähiges Oxid (Transparent Conductive

20 Oxide) aufweisen. Transparente, leitfähige Oxide sind in der Regel Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder Indiumzinnoxid (ITO). Bei dem optoelektronischen Bauelement kann es sich dann beispielsweise um eine sogenannte „Bottom-Emitter-OLED“ oder

25 eine transparente OLED handeln. Alternativ oder ergänzend umfasst die erste Elektrodenschicht beispielsweise Nanodrahtstrukturen. Beispielsweise weist die erste Elektrodenschicht in diesem Zusammenhang Graphen auf.

30 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist das optoelektronische Bauelement eine aktive Schichtenfolge zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung auf, die auf der ersten Elektrodenschicht

aufgebracht ist. Ein Aufbringen der aktiven Schichtenfolge kann beispielsweise mittels sogenannten Inlineverdampfern in einem physikalischen Gasphasenabscheidungsprozess (PVD-Verfahren) erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann das
5 Aufbringen der aktiven Schichtenfolge auch mittels Druckverfahren erfolgen. Die aktive Schichtenfolge bedeckt insbesondere eine Oberfläche der ersten Elektrodenschicht, die der Bodenfläche des Substrats abgewandt ist.

10 Die Schichtenfolge ist dazu ausgebildet, in einem Betrieb des optoelektronischen Bauelements elektromagnetische Strahlung zu erzeugen, insbesondere in einem oder mehreren aktiven Bereichen. Dabei kann die aktive Schichtenfolge insbesondere farbiges Licht mit einer vorgegebenen Wellenlänge oder
15 innerhalb eines vorgegebenen Wellenlängenbereichs erzeugen. Die Schichtenfolge umfasst beispielsweise organisch funktionelle Schichten. Bei dem optoelektronischen Bauelement kann es sich dann insbesondere um eine organische Leuchtdiode handeln.

20

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist das optoelektronische Bauelement eine zweite Elektrodenschicht auf, die auf der aktiven Schichtenfolge aufgebracht ist. Insbesondere ist die zweite

25 Elektrodenschicht derart aufgebracht, dass die zweite Elektrodenschicht kontaktfrei zu der ersten Elektrodenschicht angeordnet ist. Die zweite Elektrodenschicht kann als elektrisch leitfähige Schicht aus elektrisch leitfähigem Material gebildet sein oder daraus bestehen. Die zweite
30 Elektrodenschicht kann ferner transparent ausgebildet sein. Die zweite Elektrodenschicht kann beispielsweise analog zu der ersten Elektrodenschicht mittels eines physikalischen Gasphasenabscheidungsprozesses auf die aktive Schichtenfolge

aufgebracht sein. Die zweite Elektrodenschicht bedeckt insbesondere eine Oberfläche der aktiven Schichtenfolge, die der Bodenfläche des Substrats und des optoelektronischen Bauelements abgewandt ist.

5 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist Bezogen auf die Stapelrichtung des optoelektronischen Bauelements eine Schutzschicht auf der zweiten Elektrodenschicht angeordnet. Eine solche Schutzschicht kann als Partikelfangschicht ausgebildet sein, um die darunter
10 angeordneten Schichten vor eintreffenden Partikeln zu schützen. Die Schutzschicht kann ein- oder mehrschichtig ausgebildet sein. Sie ist vorteilhaft hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften so ausgebildet, dass auftreffende Partikel die Schutzschicht nicht durchdringen und nicht in
15 den Bereich der darunterliegenden Schichten gelangen können. Die Schutzschicht bedeckt insbesondere eine Oberfläche der zweiten Elektrodenschicht, die der Bodenfläche des Substrats abgewandt ist.

20 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt umfasst das optoelektronische Bauelement ein Substrat und eine erste Elektrodenschicht, die in einer Stapelrichtung auf einer Oberfläche des Substrats angeordnet ist. Das optoelektronische Bauelement umfasst weiter eine aktive
25 Schichtenfolge zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge, die in Stapelrichtung auf der ersten Elektrodenschicht angeordnet ist. Das optoelektronische Bauelement umfasst weiter eine zweite Elektrodenschicht, die in Stapelrichtung auf der
30 Schichtenfolge angeordnet ist. Außerdem umfasst das optoelektronische Bauelement eine Schutzschicht, die in Stapelrichtung auf der zweiten Elektrodenschicht angeordnet ist.

Das optoelektronische Bauelement weist einen ersten Betriebszustand und einen zweiten Betriebszustand auf, wobei sich mindestens eine Abmessung des optoelektronischen Bauelements in dem zweiten Betriebszustand von der entsprechenden Abmessung in dem ersten Betriebszustand unterscheidet. Das optoelektronische Bauelement ist dazu ausgebildet, in dem ersten Betriebszustand eine elektromagnetische Strahlung mit einer ersten Emissionswellenlänge und in dem zweiten Betriebszustand eine elektromagnetische Strahlung mit einer zweiten Emissionswellenlänge zu emittieren, die sich von der ersten Emissionswellenlänge in vorgegebener Weise unterscheidet.

Mittels eines solchen optoelektronischen Bauelements können auf einfache und unkomplizierte Weise die spektralen Eigenschaften der emittierenden elektromagnetischen Strahlung gezielt beeinflusst werden, um eine gewünschte Farbänderung des emittierenden Lichts zu ermöglichen. Dabei ist es eine Erkenntnis im Rahmen der Erfindung, dass die Emissionsfarbe des optoelektronischen Bauelements beziehungsweise die Emissionswellenlänge der emittierenden elektromagnetischen Strahlung abhängig von der mindestens einen Abmessung des optoelektronischen Bauelements ist. Dieser Effekt kann dazu genutzt werden, um auf einfache Weise einen gewünschten Farbwechsel der elektromagnetischen Strahlung zu erzielen, indem das optoelektronische Bauelement mittels kontrollierter mechanischer Krafteinwirkung von dem ersten in den zweiten Betriebszustand versetzt wird. Dabei repräsentiert die mindestens eine Abmessung zum Beispiel eine geometrische Ausdehnung in lateraler oder vertikaler Richtung innerhalb der aktiven Schichtenfolge. Eine vorgegebene Krafteinwirkung verursacht eine kontrollierte und mechanische Verformung des

optoelektronischen Bauelements, die insbesondere reversibel ist, sodass ein bidirektionales Ändern des Betriebszustandes möglich ist.

- 5 Die mindestens eine Abmessung, die mittels mechanischer Krafteinwirkung gezielt beeinflusst wird, kann als mikroskopische Abmessung oder auch als makroskopische Abmessung realisiert sein. Eine mikroskopische Abmessung ist zum Beispiel als intermolekularer Abstand wechselwirkender
- 10 Emitterzentren innerhalb der aktiven Schichtenfolge realisiert, welcher die Farbemission der elektromagnetischen Ausgangsstrahlung entscheidend beeinflussen kann. Darüber hinaus korreliert die Änderung einer mikroskopischen Abmessung infolge einer nennenswerten mechanischen
- 15 Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement mit einer Änderung einer makroskopischen Abmessung des Bauelements , welche zum Beispiel eine äußere, geometrische Abmessung repräsentiert und daher einfacher ersichtlich beziehungsweise messbar ist. Dabei ist eine Änderung der
- 20 mindestens einen Abmessung stets derart, dass eine detektierbare beziehungsweise wahrnehmbare Änderung der Emissionswellenlänge zwischen dem ersten und dem zweiten Betriebszustand des optoelektronischen Bauelements kontrolliert ausgebildet wird.

25

- Das beschriebene optoelektronische Bauelement ermöglicht somit eine farbliche Durchstimmbarkeit der austretenden elektromagnetischen Strahlung, ohne einen aufwändigen Aufbau mit speziellen Architekturen vorhandener Schichten zu
- 30 benötigen. Außerdem kann auf eine komplizierte elektronische Ansteuerung einzelner Komponenten oder Schichten des optoelektronischen Bauelements verzichtet werden, welche

beispielsweise bei einer Farbmischung mit einer rot, einer grün und einer blau emittierenden Schicht erforderlich ist.

Der erste Betriebszustand des optoelektronischen Bauelements repräsentiert beispielsweise einen Grundzustand des optoelektronischen Bauelements, in dem keine wesentliche Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement ausgeübt wird. Der zweite Betriebszustand repräsentiert dann zum Beispiel einen Zustand des optoelektronischen Bauelements, in dem an einer oder mehreren Positionen eine mechanische Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement vorhanden ist, sodass sich die zweite Emissionswellenlänge der zweiten elektromagnetischen Strahlung in vorgegebener Weise von der ersten Emissionswellenlänge der elektromagnetischen Strahlung des Grundzustands unterscheidet. Dabei ist die vorgegebene Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement groß genug, um eine erkennbare Änderung der Emissionswellenlänge zu bewirken, ohne die Funktionsfähigkeit des optoelektronischen Bauelements zu gefährden.

Alternativ ist der erste Betriebszustand ein Zustand des optoelektronischen Bauelements, in dem ebenfalls eine gewisse mechanische Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement vorhanden ist, sodass der zweite Betriebszustand einen Zustand realisiert, in dem eine davon abweichende mechanische Krafteinwirkung ausgeübt wird und sich die mindestens eine Abmessung und die erste und zweite Emissionswellenlänge in vorgegebener Weise unterscheiden. Gegebenenfalls ist ein solcher Betrieb des optoelektronischen Bauelements nutzbringend, um ausgehend von einer Grundstrahlung eine gewünschte erste elektromagnetische

Strahlung und davon abweichend eine zweite elektromagnetische Strahlung auszubilden.

- Das optoelektronische Bauelement realisiert somit eine
- 5 aufwandsarme Möglichkeit zur Durchstimmbarkeit der Emissionswellenlänge der ausgehenden elektromagnetischen Strahlung. Somit kann auf einen Einsatz zusätzlicher transparenten und nichttransparenter Komponenten sowie eine Nutzung von schaltbaren spektralen Filtern oder Spiegeln
- 10 verzichtet werden, um eine Farbänderung der Emissionswellenlänge der elektromagnetischen Strahlung herbeizuführen. Das beschriebene optoelektronische Bauelement ist daher zeitsparend und kostengünstig herstellbar und ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten.
- 15 Beispielsweise kann ein solches farbveränderliches optoelektronisches Bauteil als Signalanzeige zur Beleuchtung von Objekten verwendet werden, um einen gewünschten optischen Effekt zu erzielen.
- 20 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist zumindest die aktive Schichtenfolge mechanisch reversibel verformbar. Darüber hinaus können auch weitere Schichten, wie das Substrat, die beiden Elektroden-schichten und/oder die Schutzschicht, mechanisch reversibel verformbar sein.
- 25 Vorteilhafterweise ist das optoelektronische Bauelement als Ganzes mechanisch reversibel verformbar und realisiert zum Beispiel eine flexible, farblich durchstimbare OLED. Allerdings können die weiteren Schichten auch rigide und nur in geringem Maße flexibel ausgestaltet sein.
- 30 In einer Ausgestaltung des optoelektronischen Bauelements können zum Beispiel einzelne Schichten ein vorgegebenes Material oder eine vorgegebene Struktur aufweisen, sodass sie relativ rigide ausgebildet sind und mechanische

Krafteinwirkung ohne wesentliche Verformung an weitere Schichten weitergeben. Beispielsweise ist lediglich die lichtemittierende aktive Schichtenfolge in einem vorgegebenen Bereich flexibel und mechanisch reversibel verformbar

5 ausgebildet, sodass mittels vertikalen Drucks das optoelektronische Bauelement komprimiert wird und in dem zweiten Betriebszustand Licht mit der zweiten Emissionswellenlänge im roten Spektralbereich aussendet, während es in dem ersten ungestauchten Betriebszustand Licht
10 mit der ersten Emissionswellenlänge im grünen Spektralbereich emittiert.

Das beschriebene optoelektronische Bauelement realisiert somit eine Kombination von Dehnbarkeit und Farbwechsel

15 aufgrund von mechanischer Verformung, sodass keine zusätzlichen Materialien oder Strukturen zur Änderung der Emissionsfarbe nötig sind und eine reversible Änderung der Emissionsfarbe kostengünstig und auf einfache Weise realisiert werden kann.

20

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass das optoelektronische Bauelement so ausgebildet ist, dass die mittels Krafteinwirkung verursachte mechanische Verformung und Änderung der Emissionswellenlänge reversibel sind und
25 einen bestimmungsgemäßen Betrieb des optoelektronischen Bauelements realisieren. Eine solche, kontrolliert eingeführte mechanische Verformung wirkt sich nicht wesentlich auf die Lebensdauer des optoelektronischen Bauelements aus.

30 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist die aktive Schichtenfolge vertikal dehn- und/oder komprimierbar. Auf diese Weise ist mechanische Verformung des optoelektronischen Bauelements möglich, die beispielsweise in

Stapelrichtung erfolgt, indem ein vertikaler Druck oder Zug auf das optoelektronische Bauelement ausgeübt wird. Dabei kann die vorgegebene Krafteinwirkung von einer oder von beiden Seiten des optoelektronischen Bauelements durchgeführt werden.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist zumindest die aktive Schichtenfolge lateral dehnbar und/oder komprimierbar. Alternativ oder zusätzlich zu der zuvor beschriebenen vertikalen Krafteinwirkung kann eine kontrollierte mechanische Verformung auch in lateraler Richtung durchgeführt werden.

Eine solche mechanische Krafteinwirkung erfolgt zum Beispiel in der wesentlichen Erstreckungsebene des optoelektronischen Bauelements und kann analog zu der zuvor beschriebenen Ausführungsform mittels ein-, zwei- oder mehrseitig ausgeübten Drucks oder Zugs auf das optoelektronische Bauelement bewirkt werden.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist die mindestens eine Abmessung des optoelektronischen Bauelements in dem zweiten Betriebszustand infolge einer mechanischen Verformung von der entsprechenden Abmessung des optoelektronischen Bauelements im ersten Betriebszustand unterschiedlich. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass sich der erste und zweite Betriebszustand des optoelektronischen Bauelements zumindest hinsichtlich der mindestens einen Abmessung unterscheiden, die sich auf die Emission und die elektromagnetische Strahlung auswirkt. Infolge einer vorgegebenen mechanischen Verformung wird die mindestens eine Abmessung gezielt beeinflusst und das optoelektronische Bauelement vorgegeben gedehnt oder

gestaucht und somit ein gewünschter Farbwechsel der Emissionswellenlänge induziert.

Eine mechanische Verformung des optoelektronischen Bauelements wird insbesondere derart kontrolliert herbeigeführt, dass im Vergleich des ersten und zweiten Betriebszustands ein gewisser Unterschied der mindestens einen Abmessung und dadurch ein erkennbarer Farbwechsel zwischen der ersten und zweiten Emissionswellenlänge ausgebildet wird. Zufällige Schwankungen der Emissionswellenlänge oder anderweitige Einflüsse, die zu einer unwesentlichen Änderung der Emissionswellenlänge der Ausgangsstrahlung des optoelektronischen Bauelements führen, sind nicht als kontrolliert eingebrachte Farbänderung mittels vorgegebener mechanischer Verformung anzusehen.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist die aktive Schichtenfolge mindestens eine organische funktionelle Schicht auf. Das beschriebene optoelektronische Bauelement ermöglicht somit eine einfache und kostengünstige Realisierung einer farbveränderlichen OLED.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist die aktive Schichtenfolge ein Emitttermaterial auf, wobei die mindestens eine Abmessung ein intermolekularer Abstand zwischen den Molekülen des Emitttermaterials ist, und ein Zusammenhang zwischen Emissionswellenlänge und dem intermolekularen Abstand besteht. Insbesondere solche Emitttermaterialien sind für das beschriebene optoelektronische Bauelement geeignet.

Die Emitttermaterialien sind beispielsweise in der dehn- und/oder komprimierbaren aktiven Schichtenfolge eingebracht

und ermöglichen eine zuverlässige Anpassung der Emissionswellenlänge durch kontrollierte mechanische Krafteinwirkung. Aufgrund einer solchen mechanischen Verformung wird der Abstand zwischen den Emittern verändert, 5 womit eine gezielte Änderung der Emissionsfarbe einhergeht. In diesem Zusammenhang ist das optoelektronische Bauelement so ausgebildet, dass die vorgenommene mechanische Verformung und farbliche Änderung der Emissionswellenlänge reversibel sind, sodass nach Aufheben der mechanischen Krafteinwirkung 10 der Ausgangszustand, welcher zum Beispiel durch den ersten Betriebszustand repräsentiert ist, wieder hergestellt wird.

Als Emittermaterialien sind insbesondere Materialien geeignet, deren Emissionseigenschaften nicht durch isolierte 15 monomere Moleküle, sondern durch intermolekulare Wechselwirkungen bestimmt sind. Ein Beispiel für solche Emittermaterialien sind quadratisch planare Platin(II) - Komplexe, die in Bezug auf ihre Orbitalstruktur als d10-Verbindungen axiale Wechselwirkungen durch Überlapp 20 unbesetzter dz²-Orbitale eingehen können.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist das Emittermaterial in der aktiven Schichtenfolge in eine Matrix eingebettet. Ein solcher Aufbau des optoelektronischen 25 Bauelements kann relativ einfach mittels mechanischer Krafteinwirkung beeinflusst werden und ermöglicht eine zuverlässige und homogene Emission sowie einen gewünschten Farbwechsel der elektromagnetischen Strahlung. Beispielsweise ist ein vorgegebenes Emittermaterial in einer dehnbaren 30 Polymermatrix in der aktiven Schichtenfolge angeordnet.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist die aktive Schichtenfolge Platinkomplexe (Pt(II)-

Komplexe) mit einem vorgegebenen Substituenten, insbesondere Platinisonitrilkomplexe $(\text{Pt}(\text{CN})_2(\text{CNR})_2)$ und/oder Tetracyanoplatinate $([\text{Pt}(\text{CN})_4]^{2-})$ auf. Der vorgegebene Substituent ist ein organischer Rest der jeweiligen

5 Molekülverbindung und in den angegebenen Summenformeln mit „R“ abgekürzt. Diese Emittermaterialien oder Substanzklassen eignen sich aufgrund ihrer Orbitalstruktur besonders für einen Einsatz in dem optoelektronischen Bauelement und ermöglichen auf einfache und kostengünstige Weise ein

10 zuverlässige Farbbänderung mittels mechanischer Verformung.

Die Emission der angegebenen Emittermaterialien steht im Zusammenhang mit Platin-Platin-Wechselwirkungen, sodass letztendlich die Farbe oder Wellenlänge der Emission und der

15 elektromagnetischen Strahlung des optoelektronischen Bauelements von dem Abstand der Metallzentren abhängt. Eine Vergrößerung des Abstands, beispielsweise mittels vertikaler und/oder lateraler Dehnung, führt zu einer Rotverschiebung der Emissionswellenlänge. Entsprechend führt eine Relaxation

20 oder eine Verkleinerung des Abstands zwischen den wechselwirkenden Emitterzentren, zum Beispiel mittels vertikaler und/oder lateraler Stauchung, zu einer Blauverschiebung der elektromagnetischen Strahlung. Die Emittermaterialien können sowohl dotiert in einer

25 Polymermatrix vorliegen als auch kovalent an diese gebunden sein.

Eine elektromagnetische Grundstrahlung oder Ausgangsstrahlung des optoelektronischen Bauelements in einem Grundzustand, in

30 dem keine mechanische Verformung ausgebildet ist, wird im Wesentlichen durch die Größe und Struktur des organischen Restes beziehungsweise des Substituenten bestimmt. Der Substituent definiert die mindestens eine Abmessung des

optoelektronischen Bauelements als intermolekularer Abstand zwischen den wechselwirkenden Molekülen des Emitttermaterials und bestimmt somit die Grundwellenlänge des optoelektronischen Bauelements. Auf diese Weise kann durch
5 entsprechende Wahl des Substituenten eine Basis-Emissionsfarbe des optoelektronischen Bauelements vorgegeben werden. Darüber hinaus wirkt sich auch eine Konzentration der eingebetteten Emitter auf die Emissionwellenlänge der elektromagnetischen Ausgangsstrahlung aus.

10

Gemäß einem zweiten Aspekt umfasst ein Verfahren zum Betreiben eines optoelektronischen Bauelements ein Steuern einer Emissionswellenlänge einer elektromagnetischen Strahlung eines optoelektronischen Bauelements mittels
15 mechanischer Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement. Ausgehend von einem ersten Betriebszustand des optoelektronischen Bauelements, in dem es dazu ausgebildet ist, eine elektromagnetische Strahlung mit einer ersten Emissionswellenlänge zu emittieren, wird mittels mechanischer
20 Verformung ein zweiter Betriebszustand des optoelektronischen Bauelements ausgebildet, in dem es dazu ausgebildet ist, eine elektromagnetische Strahlung mit einer zweiten Emissionswellenlänge zu emittieren, die sich von der ersten Emissionswellenlänge in vorgegebener Weise unterscheidet.

25

Mittels des beschriebenen Verfahrens ist insbesondere ein Betreiben des zuvor beschriebenen optoelektronischen Bauelements möglich, sodass sämtliche für das optoelektronische Bauelement offenbarten Eigenschaften und Merkmale auch für das Verfahren zum Betreiben des
30 optoelektronischen Bauelements offenbart sind und umgekehrt.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt wird die Emissionswellenlänge des optoelektronischen

Bauelements in einem Betrieb mittels lateraler und/oder vertikaler Dehnung und/oder Stauchung zumindest der aktiven Schichtenfolge in Bezug auf eine Stapelrichtung gesteuert.

- 5 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt wird die Emissionswellenlänge des optoelektronischen Bauelements mittels mechanischer Krafteinwirkung derart gesteuert, dass die erste Emissionswellenlänge für das menschliche Auge unterscheidbar von der zweiten
- 10 Emissionswellenlänge ist. Diese Weiterbildung des Verfahrens realisiert ein Ansteuern des optoelektronischen Bauelements, sodass ein Farbwechsel der emittierenden elektromagnetischen Strahlung für das menschliche Auge sichtbar ist.
- 15 Beispielsweise wird die Grundstrahlung oder die erste elektromagnetische Strahlung in dem ersten Betriebszustand des optoelektronischen Bauelements im roten Spektralbereich emittiert. Daraufhin wird mittels vertikaler und/oder lateraler Krafteinwirkung eine vorgegebene mechanische
- 20 Verformung der aktiven Schichtenfolge erzeugt, sodass das optoelektronische Bauelement in dem zweiten Betriebszustand die zweite elektromagnetische Strahlung beispielsweise im grünen Spektralbereich emittiert. Folglich ist ein für das menschliche Auge ein Unterschied zwischen der ersten und
- 25 zweiten Emissionswellenlänge erkennbar. Eine solche signifikante Änderung der Emissionswellenlänge kann unter anderem nutzbringend sein, um auf eine Signalanzeige hinzuweisen und diese zuverlässig erkenntlich zu machen. Allerdings muss sich ein solcher Unterschied nicht
- 30 zwangsläufig über ein oder mehrere hundert Nanometer der Emissionswellenlänge erstrecken.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt repräsentieren die erste elektromagnetische Strahlung und die zweite elektromagnetische Strahlung jeweils eine elektromagnetische Strahlung im optisch sichtbaren Bereich von einschließlich 400 nm bis einschließlich 800 nm.

Das optoelektronische Bauelement ist insbesondere dazu ausgestaltet, eine für den Menschen sichtbare Farbveränderung zu realisieren, um beispielsweise eine zuverlässige Signalanzeige zu ermöglichen, welche innerhalb des optisch sichtbaren Bereichs kontinuierlich durchstimmbar ist. Zum Beispiel ist das optoelektronische Bauelement abhängig von einem gewählten Substituenten derart ausgestaltet, dass es in einem Grundzustand und/oder ersten Ausgangszustand Licht im blauen Spektralbereich bei 450 nm emittiert. Mittels äußerer Krafteinwirkung kann das optoelektronische Bauelement derart mechanisch verformt werden, dass die Emissionswellenlänge der elektromagnetischen Strahlung kontinuierlich durchgestimmt wird und beispielsweise ein zweiter Betriebszustand im grünen oder roten Spektralbereich bei 550 nm oder 700 nm eingestellt wird. Um eine solche Durchstimmbarkeit zu realisieren, ist das beschriebene optoelektronische Bauelement derart ausgebildet, dass insbesondere die lichtemittierende Schichtenfolge eine vorgegebene Geometrie und Elastizität beziehungsweise Flexibilität aufweist, sodass ein zuverlässiges und reversibles Ändern der Emissionswellenlänge infolge mechanischer Verformungen über den gesamten optisch sichtbaren Bereich möglich ist.

Der mittels des beschriebenen optoelektronischen Bauelements durchstimmbare Wellenlängenbereich kann sich insbesondere von einschließlich 400 nm bis einschließlich 800 nm erstrecken. Dabei sind Grenzen eines reversibel durchstimmbaren

Wellenlängenbereichs unter anderem abhängig von einer Konzentration verwendeter Emitter, der Molekülstruktur innerhalb aktiven Schichtenfolge, welche insbesondere durch jeweilige organische Substituenten bestimmt sind, und der
5 Struktur beziehungsweise Anordnung der Emitter zum Beispiel in einer Matrix. Darüber hinaus ist der mögliche Wellenlängenbereich auch durch die zulässige mechanische Krafteinwirkung begrenzt, welche eine zuverlässige und reversible Verformung des optoelektronischen Bauelements und
10 Änderung der Emissionswellenlänge erlaubt.

Weitere Merkmale, Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren. Es
15 zeigen:

- Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines schematischen Aufbaus eines optoelektronischen Bauelements,
- 20 Figur 2 ein schematischer Aufbau einer aktiven Schichtenfolge des optoelektronischen Bauelements,
- Figur 3 ein grafischer Zusammenhang zwischen Emissionswellenlänge des optoelektronischen Bauelements und intermolekularen Molekülabstand für
25 verschiedene Materialkombinationen,
- Figur 4 ein Ausführungsbeispiel eines ersten und eines zweiten Betriebszustands des optoelektronischen Bauelements,
30

Figur 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines ersten und eines zweiten Betriebszustands des optoelektronischen Bauelements.

5 Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente
10 und insbesondere Schichtdicken zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Anhand der nachfolgenden Figuren 1 bis 4, wird ein
15 optoelektronisches Bauelements 1 beschrieben, welches einen unkomplizierten Aufbau aufweist und kostengünstig herstellbar ist und eine kontrollierte farbveränderliche Emission einer austretenden elektromagnetischen Strahlung ermöglicht. Dabei weist das optoelektronische Bauelement 1 zumindest zwei
20 vorgegebene Betriebszustände Z1 und Z2 auf, zwischen denen die Emissionswellenlänge L1, L2 der jeweiligen elektromagnetischen Strahlung S1, S2 kontinuierlich oder diskret durchstimmbar ist. Eine solche kontrollierte Farbänderung der elektromagnetischen Strahlung S ist mittels
25 einfacher mechanischer Verformung des optoelektronischen Bauelements 1 realisierbar, sodass sich mindestens eine Abmessung d des optoelektronischen Bauelements 1 in verschiedenen Betriebszuständen vorgegeben unterscheidet.

30 Figur 1 zeigt in einer schematischen Seitenansicht ein optoelektronisches Bauelement 1, welches ein Substrat 3 mit einer tragenden Oberfläche 4 aufweist. Bezogen auf eine Stapelrichtung V ist auf der Oberfläche 4 eine erste

Elektrodenschicht 5, eine aktive Schichtenfolge 7 zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge L und eine zweite Elektrodenschicht 9 angeordnet. Darüber hinaus ist eine Schutzschicht 11 auf der zweiten Elektrodenschicht 9 angeordnet, die insbesondere als Verkapselung dazu ausgebildet ist, die darunter liegenden Schichten 5, 7 und 9 vor Fremdpartikeln zu schützen. Das Substrat 3 ist somit als Trägerschicht dazu geeignet, einen Schichtstapel zu tragen.

10

Das optoelektronische Bauelement 1 erstreckt sich in einer vertikalen Richtung zwischen einer ersten und zweiten Hauptebene, wobei die vertikale Richtung quer oder senkrecht zu der ersten und/oder zweiten Hauptebene verläuft und im Wesentlichen der Stapelrichtung V entspricht, in der die jeweiligen Schichten des optoelektronischen Bauelements 1 aufeinander angeordnet sind. Bei den Hauptebenen kann es sich beispielsweise um eine Deckfläche und eine Bodenfläche des optoelektronischen Bauelements 1 handeln. Bei der Bodenfläche und/oder der Deckfläche kann es sich um eine Strahlungsdurchtrittsfläche des optoelektronischen Bauelements 1 handeln. Bei dem optoelektronischen Bauelement 1 kann es sich beispielsweise um eine Leuchtdiode, insbesondere um eine organische Leuchtdiode (OLED) handeln.

25

Bei dem Substrat 3 handelt es sich beispielsweise um ein Glas- oder Polymersubstrat. Ferner kann das Substrat 3 flexibel ausgebildet sein und eine Metallfolie, eine Kunststofffolie und/oder ein Dünnglas enthalten oder aus einer dieser Folien bestehen (zum Beispiel Polyimid-Folien).

30

Die Elektrodenschichten 5 und 9 weisen beispielsweise ein leitfähiges Oxid, Metall oder Metalloxid auf, wie zum

Beispiel Aluminium, Silber oder Indiumzinnoxid. Die Elektrodenschichten 5 und 9 können auch Legierungen, wie zum Beispiel eine AgMg-Legierung aufweisen. Die Elektrodenschichten 5 und 9 bilden dabei Kathode und Anode zur elektrischen Kontaktierung des optoelektronischen Bauelements 1.

Die erste Elektrodenschicht 5 ist insbesondere transparent ausgebildet. Beispielfhaft ist die erste Elektrodenschicht 5 in diesem Zusammenhang aus Indiumzinnoxid (ITO) ausgebildet. In anderen Ausführungsbeispielen handelt es sich bei der ersten Elektrodenschicht 5 beispielsweise um dünne Metallschichten, metallische Netzstrukturen oder Graphen.

Das optoelektronische Bauelement 1 umfasst beispielsweise ferner elektrische Kontaktzuführungen, die transparent oder intransparent ausgebildet sein können. Beispielsweise weisen die elektrischen Kontaktzuführungen und/oder die zweite Elektrodenschicht 9 eines der folgenden Materialien auf oder besteht daraus: Molybdän/Aluminium (Mo/Al), Molybdän (Mo), Chrom/Aluminium/Chrom (Cr/Al/Cr), Silber/Magnesium (Ag/Mg), Aluminium (Al).

Die aktive Schichtenfolge 7 umfasst zum Beispiel organisches Halbleitermaterial, welches insbesondere als organische funktionelle Schichten zur Emission von elektromagnetischer Strahlung und zur Zuleitung von Ladungsträgern ausgebildet ist. Bei dem optoelektronischen Bauelement 1 handelt es sich insbesondere um einen organischen Leuchtdiodenchip mit einem zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung vorgesehenen aktiven Bereich (in den Figuren zur vereinfachten Darstellung nicht explizit gezeigt). Die Schichtenfolge 7 ist mechanisch reversibel verformbar ausgestaltet, sodass die Schichtenfolge

7 mittels Krafteinwirkung, beispielsweise mittels vertikalen und/oder lateralen Drucks oder Zugs, dehn- und komprimierbar ist und in Abhängigkeit dessen die Emissionswellenlänge L des optoelektronischen Bauelements 1 beeinflussbar ist.

- 5 Das optoelektronische Bauelement 1 kann ferner Isolatorschichten, beispielsweise aus Polyimid umfassen, die zwischen den beiden Elektrodenschichten 5 und 9 angeordnet sind. In anderen Ausführungsbeispielen kann auf die Isolatorschichten verzichtet werden, beispielsweise bei
10 entsprechenden Maskenprozessen, sodass gewährleistet ist, dass die erste und zweite Elektrodenschicht 5 und 9 kontaktfrei zueinander angeordnet sind.

- Figur 2 zeigt in einer schematischen Ansicht ein
15 Ausführungsbeispiel der aktiven Schichtenfolge 7, welche ein Emittermaterial umfasst, das in Abhängigkeit intermolekularer Wechselwirkungen elektromagnetische Strahlung mit einer vorgegebenen Emissionswellenlänge L emittiert. Der dargestellte Aufbau illustriert im Wesentlichen das
20 Grundprinzip der Emission gestapelter Platin(Pt)-Verbindungen, die insbesondere als Emittermaterialien für das beschriebene optoelektronische Bauelement 1 geeignet sind. Der in Figur 2 dargestellte schematische Aufbau der Schichtenfolge 7 repräsentiert zum Beispiel einen
25 Grundzustand des optoelektronischen Bauelements 1, in dem keine Krafteinwirkung auf vorhanden ist, und das optoelektronische Bauelement 1 in einem Betrieb eine elektromagnetische Grundstrahlung S mit einer Emissionswellenlänge L_0 emittiert.

30

Die Emissionsfarbe beziehungsweise die Emissionswellenlänge L_0 wird im Wesentlichen durch den intermolekularen Abstand der wechselwirkenden Pt-Zentren bestimmt, welcher der zuvor

beschriebenen mindestens einen Abmessung d entspricht. Dieser intermolekulare Abstand d ist wiederum von der Struktur und Größe eines Substituenten R abhängig, welcher einen organischen Substituenten des Emittermoleküls repräsentiert und zum Beispiel mittels Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen mit den Pt-Zentren gekoppelt ist. Auf diese Weise kann die Emissionswellenlänge L_0 der elektromagnetischen Grundstrahlung mittels Wahl des Substituenten R vorgegeben werden (s. Figur 3). Dabei gilt in der Regel je größer oder sperriger der Substituent R ist, desto größer der intermolekulare Abstand d benachbarter Pt-Zentren zueinander. Mittels Dehnung oder Stauchung kann der intermolekulare Abstand d zwischen den wechselwirkenden Pt-Zentren kontrolliert verändert und dadurch die Emissionswellenlänge L des optoelektronischen Bauelements 1 variiert werden.

Das Emittermaterial ist zum Beispiel als quadratisch planarer Pt(II)-Komplex ausgebildet, welcher wegen seiner Orbitalstruktur eine abstandsabhängige Emission ermöglicht. Aufgrund von Hybridisierung der z -Orbitale (entlang der gestrichelten Linie) bilden die Pt-Zentren eine lineare Orbitalkette, die die Emissionsfarbe der elektromagnetischen Strahlung S bestimmt. Darüber hinaus sind auch weitere Emittermaterialien, wie Pt-Isonitril-Komplexe $(\text{Pt}(\text{CN})_2(\text{CNR})_2)$ oder Tetracyanoplatinate $([\text{Pt}(\text{CN})_4]^{2-})$, für eine Ausgestaltung es farbveränderlichen optoelektronischen Bauelements 1 möglich. Als Alternative zu Platin können auch andere Elemente, wie beispielsweise Palladium, vorgesehen werden, die eine abstandsabhängige Emission von elektromagnetischer Strahlung ermöglichen.

Figur 3 illustriert einen grafischen Zusammenhang zwischen der Emissionswellenlänge L verschiedener Emitttermaterialien und Substituenten R ($\text{Pt}(\text{CN})_2(\text{CNR})_2$ -Verbindungen) in Abhängigkeit des intermolekularen Abstands d wechselwirkender Pt-Zentren gemäß der Druckschrift DE 20061030860 A1, deren Offenbarungsgehalt hiermit in die vorliegende Beschreibung aufgenommen wird.

Beispiel B1 repräsentiert ein Emitttermaterial mit einem Pt-Pt-Abstand d von etwa 3,558 Ångström, welches in einem zugehörigen Grundzustand eine elektromagnetische Grundstrahlung S mit einer Emissionswellenlänge L_0 im blauen Spektralbereich bei etwa 460 nm ermöglicht. Beispiel B2 repräsentiert ein Emitttermolekül gemäß der Summenformel

$\text{Pt}(\text{CN})(\text{CH}_3\text{NC})_2$ mit einer Emissionswellenlänge L_0 von etwa 485 nm bei einem intermolekularen Abstand d von etwa 3,475 Ångström. Beispiel B3 gibt ein Emitttermolekül der Zusammensetzung $\text{Pt}(\text{CN})_2(\text{n-ButylNC})_2$ mit einem Pt-Pt-Abstand d von etwa 3,4005 Ångström an, welcher eine elektromagnetische Grundstrahlung S mit einer Emissionswellenlänge L_0 von ungefähr 510 nm im grünen Spektralbereich ermöglicht.

Beispiel B4 repräsentiert ein Emitttermolekül gemäß der Summenformel $\text{Pt}(\text{CN})_2(\alpha\text{-methylbenzylNC})_2$ mit einem intermolekularen Pt-Abstand d von etwa 3,3915 Ångström und einer Emissionswellenlänge L_0 von 530 nm. Beispiel B5 illustriert einen Grundzustand eines Emitttermoleküls $\text{Pt}(\text{CN})_2(\text{t-ButylNC})_2$ mit einem Pt-Pt-Abstand d von ungefähr 3,342 Ångström und einer Emissionswellenlänge L_0 von etwa 545 nm. Beispiel B6 repräsentiert ein Emitttermolekül gemäß der Summenformel $\text{Pt}(\text{CN})_2(\text{t-PropylNC})_2$ mit einem intermolekularen Pt-Abstand d von etwa 3,27 Ångström und einer Emissionswellenlänge L_0 von knapp 600 nm.

Dem dargestellten Verlauf ist im Wesentlichen eine lineare Abhängigkeit der Emissionswellenlänge L beziehungsweise Emissionswellenlänge L L_0 des Grundzustandes des Emitttermaterials von dem invers, kubischen Abstand d^{-3} zu entnehmen. Durch entsprechende Wahl eines Emitttermaterials kann somit die elektromagnetische Strahlung S mit einer gewünschten Emissionswellenlänge L_0 in einem Grundzustand des optoelektronischen Bauelements 1 vorgegeben werden, von dem ausgehend die Emissionswellenlänge L mittels mechanischer Verformung vergrößert und verkleinert werden kann.

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Bauelements 1 in einem ersten Betriebszustand Z_1 und einem zweiten Betriebszustand Z_2 . Der erste Betriebszustand Z_1 repräsentiert zum Beispiel den Grundzustand des optoelektronischen Bauelements 1, in dem keine vorgegebene Kraft auf das optoelektronische Bauelement 1 ausgewirkt wird. Dahingegen repräsentiert der zweite Betriebszustand Z_2 einen Zustand des optoelektronischen Bauelements 1, in dem an einer oder mehreren Positionen eine Krafteinwirkung auf das optoelektronische Bauelement 1 vorhanden ist, sodass sich zumindest die aktive Schichtenfolge 7 mechanisch verformt und eine Änderung der Emissionswellenlänge L bewirkt wird.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird lateral oder vertikal von zwei gegenüberliegenden Seiten eine jeweilige Kraft F_1 und F_2 auf die Schichtenfolge 7 ausgeübt, welche diese komprimiert und den intermolekularen Abstand d zwischen den Emitttermolekülen verringert. In dem ersten Betriebszustand Z_1 ist das optoelektronische Bauelement 1 dazu befähigt, eine elektromagnetische Strahlung S_1 mit einer ersten Emissionswellenlänge L_1 zu emittieren. Dabei ist der Pt-Pt-Abstand entlang der wesentlichen

Wechselwirkungsrichtung (gestrichelte Linie) mit d_1 angegeben. Dieser intermolekulare Abstand d_1 in dem ersten Betriebszustand Z1 ist größer ausgebildet als der entsprechende Abstand d_2 in dem gestauchten zweiten

5 Betriebszustand Z2 des optoelektronischen Bauelements 1. Auf diese einfache Weise kann mittels kontrolliertem Druck und Stauchung des optoelektronischen Bauelements 1 die Emissionsfarbe der austretenden elektromagnetischen Strahlung vorgegeben geändert werden.

10

Figur 5 illustriert ein zu der in Figur 4 inverses Ausführungsbeispiel, in dem der erste Betriebszustand Z1 des optoelektronischen Bauelements 1 einen Zustand präsentiert, in dem der intermolekulare Abstand d_1 kleiner ausgestaltet

15

ist als der entsprechende Abstand d_2 in dem zweiten Betriebszustand Z2. Mittels mechanischen Zugs kann die aktive Schichtenfolge 7 vorgegeben gedehnt und verformt werden, sodass eine gewünschte Änderung der Emissionsfarbe realisiert wird. Auch in diesem Ausführungsbeispiel ist eine zweitseitig angreifende Krafteinwirkung F_1 und F_2 dargestellt, welche betragsmäßig gleich oder verschieden groß ausgebildet sein kann. Ebenso ist eine ein- oder mehrseitige, laterale und/oder vertikale Krafteinwirkung möglich, um eine

20

gewünschte Dehnung und/oder Stauchung des optoelektronischen Bauelements 1 oder zumindest der aktiven Schichtenfolge 7 zu erzielen. Gegebenenfalls ist es nutzbringend, das

25

optoelektronische Bauelement 1 in entlang einer Richtung zu dehnen und entlang einer anderen Richtung zu komprimieren, um eine gewünschte Änderung der Emissionswellenlänge L_1 in dem ersten Betriebszustand Z1 hin zur Emissionswellenlänge L_2 in dem zweiten Betriebszustand Z2 zu realisieren.

30

Insbesondere sind eine oder mehrere Schichten 3, 5, 9, und/oder 11 oder das optoelektronische Bauelement 1 als Ganzes mechanisch reversibel verformbar und ermöglichen auf einfache und kostengünstige Weise eine reversible Änderung
5 der Emissionswellenlänge L.

Das optoelektronische Bauelement 1 ist beispielsweise als dehn- und komprimierbare OLED ausgestaltet weist ein flexibles Plastiksubstrat 3 auf, das durch nasschemische
10 Verfahren mit dehnbaren Polymerschichten beschichtet ist. Auch die Elektroden- und Schutz- beziehungsweise Verkapselungsschichten können mechanisch verformbar ausgestaltet sein.

15 Mittels des beschriebenen optoelektronischen Bauelements 1 ist auf einfache und zuverlässige Weise eine farbliche Durchstimmbarkeit der elektromagnetischen Strahlung S realisierbar, ohne einen aufwändigen Aufbau mit speziellen Architekturen vorhandener Schichten oder eine komplizierte
20 elektronische Ansteuerung einzelner Komponenten zu benötigen. Das optoelektronische Bauelement 1 ist daher zeitsparend und kostengünstig herstellbar und ermöglicht zum Beispiel eine Signalanzeige oder Beleuchtung von Objekten mit farblich veränderbaren optischen Effekten.

25

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in
30 den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

	1	optoelektronisches Bauelement
	3	Substrat
5	5	erste Elektrodenschicht
	7	Schichtenfolge
	9	zweite Elektrodenschicht
	10	Dünnschichtverkapselung
	11	Schutzschicht
10		
	B(i)	Beispiele für eine Materialzusammensetzung
	d	Abstand wechselwirkender Molekülzentren
	d1	Abstand wechselwirkender Molekülzentren in einem ersten Betriebszustand
15	d2	Abstand wechselwirkender Molekülzentren in einem zweiten Betriebszustand
	L	Emissionswellenlänge der elektromagnetischen Strahlung des optoelektronischen Bauelements
	L0	Emissionswellenlänge der elektromagnetischen
20		Grundstrahlung des optoelektronischen Bauelements ohne Krafteinwirkung
	L1	Emissionswellenlänge der (ersten) elektromagnetischen Strahlung des optoelektronischen Bauelements in einem ersten Zustand
25	L2	Emissionswellenlänge der (zweiten) elektromagnetischen Strahlung des optoelektronischen Bauelements in einem zweiten Zustand
	R	Substituent / organischer Rest
	S	elektromagnetische Grundstrahlung ohne Krafteinwirkung
30	S1	(erste) elektromagnetische Strahlung in dem ersten Betriebszustand
	S2	(zweite) elektromagnetische Strahlung in dem zweiten Betriebszustand

- V Stapelrichtung
- Z1 erster Betriebszustand des optoelektronischen
Bauelements
- Z2 zweiter Betriebszustand des optoelektronischen
5 Bauelements

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (1) umfassend:

- ein Substrat (3);

- eine erste Elektrodenschicht (5), die in einer Stapelrichtung (V) auf einer Oberfläche (4) des Substrats (3) angeordnet ist;

- eine aktive Schichtenfolge (7) zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung mit einer

Emissionswellenlänge (L), die in Stapelrichtung (V) auf der ersten Elektrodenschicht (5) angeordnet ist;

- eine zweite Elektrodenschicht (9), die in Stapelrichtung (V) auf der Schichtenfolge (7) angeordnet ist; und

- eine Schutzschicht (11), die in Stapelrichtung (V) auf der zweiten Elektrodenschicht (9) angeordnet ist, wobei das optoelektronische Bauelement (1) einen ersten

Betriebszustand (Z1) und einen zweiten Betriebszustand (Z2) aufweist, wobei sich mindestens eine Abmessung (d2)

des optoelektronischen Bauelements (1) in dem zweiten Betriebszustand (Z2) von der entsprechenden Abmessung (d1) in dem ersten Betriebszustand (Z1) unterscheidet,

und wobei das optoelektronische Bauelement (1) dazu ausgebildet ist, in dem ersten Betriebszustand (Z1)

elektromagnetische Strahlung (S1) mit einer ersten Emissionswellenlänge (L1) und in dem zweiten

Betriebszustand (Z2) elektromagnetische Strahlung (S2) mit einer zweiten Emissionswellenlänge (L2) zu

emittieren, die sich von der ersten Emissionswellenlänge (L1) in vorgegebener Weise unterscheidet.

2. Optoelektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 1,

bei dem zumindest die aktive Schichtenfolge (7)
mechanisch reversibel verformbar ist.

3. Optoelektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 2,
5 bei dem zumindest die aktive Schichtenfolge (7) vertikal
dehnbar und/oder komprimierbar ist.

4. Optoelektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 2 oder
3,
10 bei dem zumindest die aktive Schichtenfolge (7) lateral
dehnbar und/oder komprimierbar ist.

5. Optoelektronisches Bauelement (1) nach einem der
Ansprüche 1 bis 4,
15 bei dem die mindestens eine Abmessung (d2) des
optoelektronischen Bauelements (1) in dem zweiten
Betriebszustand (Z2) sich infolge einer mechanischen
Verformung von der entsprechenden Abmessung (d1) des
optoelektronischen Bauelements (1) in dem ersten
20 Betriebszustand (Z1) unterscheidet.

6. Optoelektronisches Bauelement (1) nach einem der
Ansprüche 1 bis 5,
bei dem die aktive Schichtenfolge (7) mindestens eine
25 organische funktionelle Schicht aufweist.

7. Optoelektronisches Bauelement (1) nach einem der
Ansprüche 1 bis 6,
bei dem die aktive Schichtenfolge (7) ein
30 Emittermaterial aufweist, wobei die mindestens eine
Abmessung (d) ein intermolekularer Abstand zwischen
Molekülen des Emittermaterials ist, und die

Emissionswellenlänge (L) von dem intermolekularen Abstand abhängt.

8. Optoelektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 7,
5 bei dem das Emittiermaterial in der aktiven Schichtenfolge (7) in einer Matrix eingebettet ist.
9. Optoelektronisches Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
10 bei dem die aktive Schichtenfolge (7) Platin-Komplexe mit einem vorgegebenen Substituenten (R), insbesondere Platin-Isonitril-Komplexe und/oder Tetracyanoplatinate, aufweist.
- 15 10. Verfahren zum Betreiben eines optoelektronischen Bauelements (1), umfassend:
- Steuern einer Emissionswellenlänge (L) einer elektromagnetischen Strahlung eines optoelektronischen Bauelements (1) mittels mechanischer Krafteinwirkung auf
20 das optoelektronische Bauelement (1) ausgehend von einem ersten Betriebszustand (Z1) des optoelektronischen Bauelements (1), in dem es dazu ausgebildet ist, elektromagnetische Strahlung (S1) mit einer ersten Emissionswellenlänge (L1) zu emittieren, zu einem
25 zweiten Betriebszustand (Z2) des optoelektronischen Bauelements (1), in dem es dazu ausgebildet ist, elektromagnetische Strahlung (S2) mit einer zweiten Emissionswellenlänge (L2) zu emittieren, die sich von der ersten Emissionswellenlänge (L1) in vorgegebener
30 Weise unterscheidet.
11. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei die Emissionswellenlänge (L) des optoelektronischen Bauelements (1) in Bezug auf eine Stapelrichtung (V) mittels lateraler und/oder vertikaler Dehnung oder Stauchung der aktiven Schichtenfolge (7) gesteuert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Emissionswellenlänge (L) des optoelektronischen Bauelements (1) mittels mechanischer Krafteinwirkung derart gesteuert wird, dass die erste Emissionswellenlänge (L1) für das menschliche Auge unterscheidbar von der zweiten Emissionswellenlänge (L2) ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die elektromagnetische Strahlung (S1) des ersten Betriebszustands (Z1) und die elektromagnetische Strahlung (S2) des zweiten Betriebszustands (Z2) jeweils elektromagnetische Strahlung im optisch sichtbaren Bereich von einschließlich 400 nm bis einschließlich 800 nm repräsentieren.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das optoelektronische Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

1/3

FIG 1

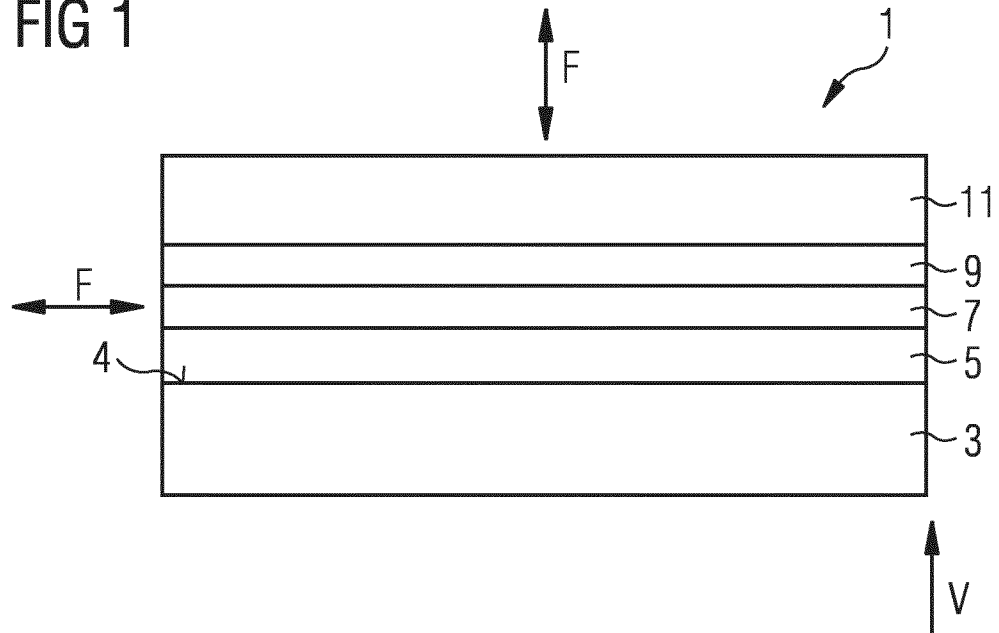


FIG 2

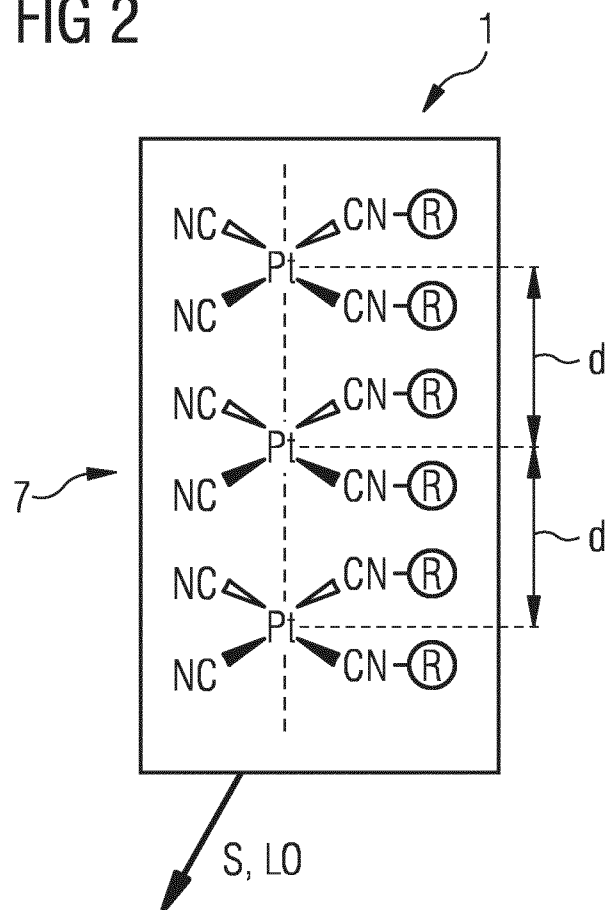


FIG 3

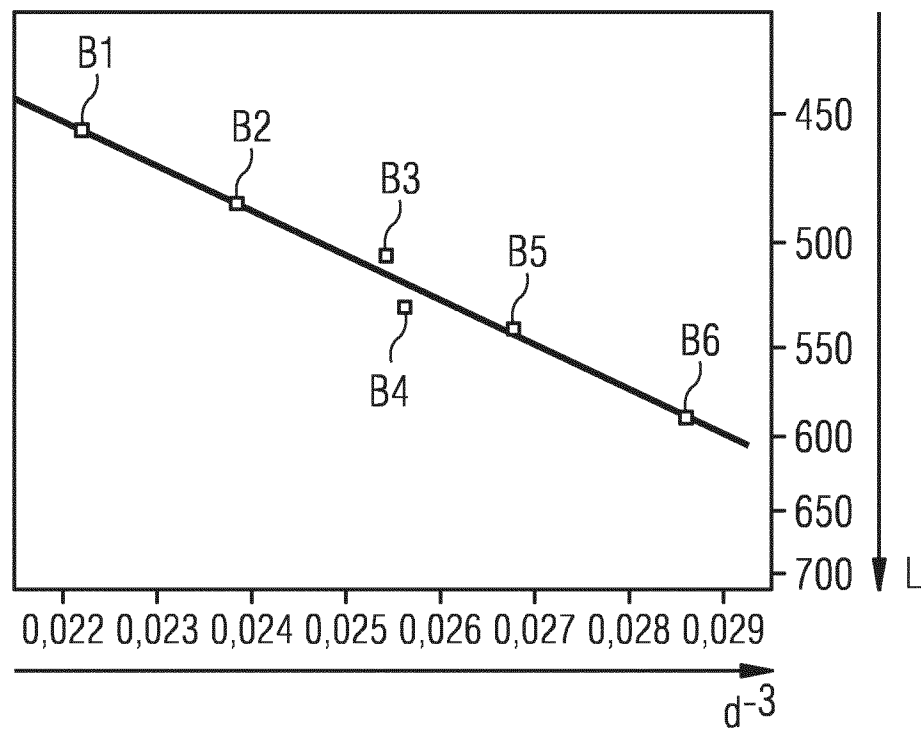


FIG 4

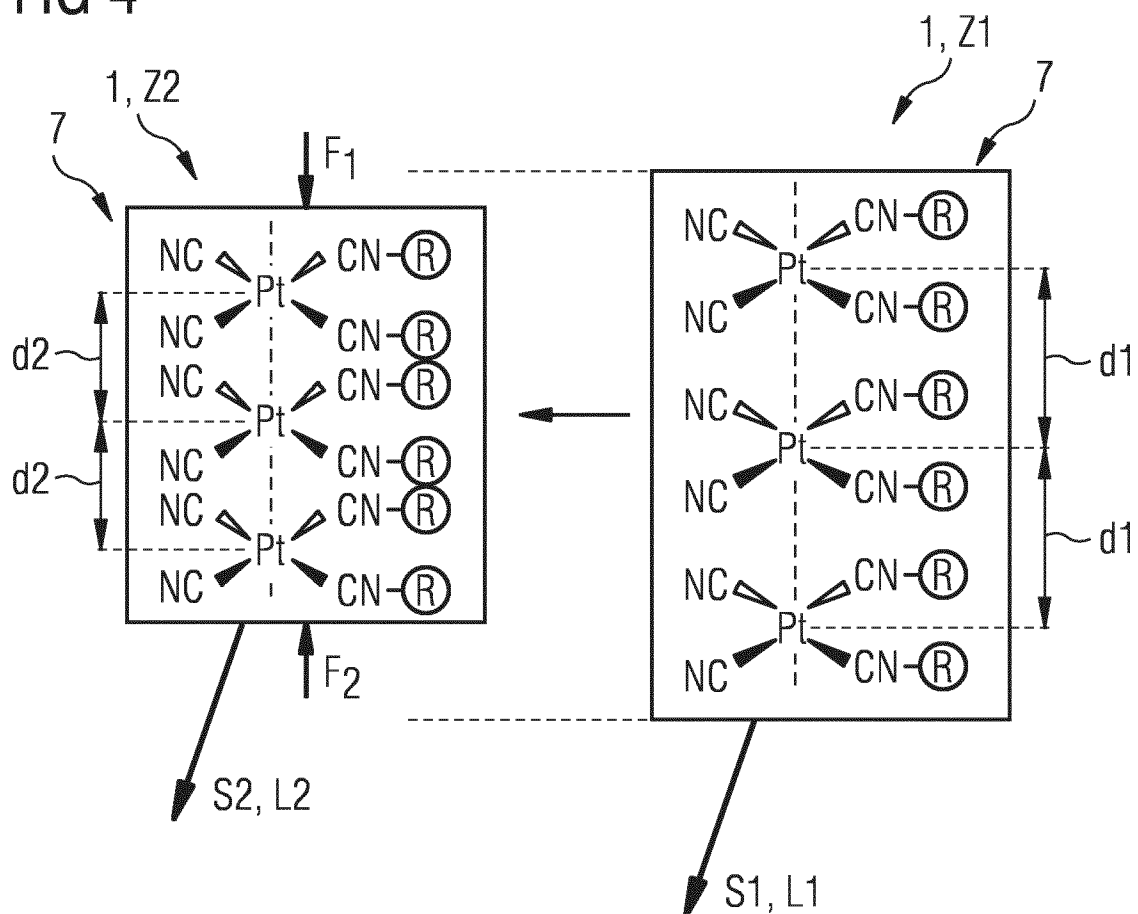
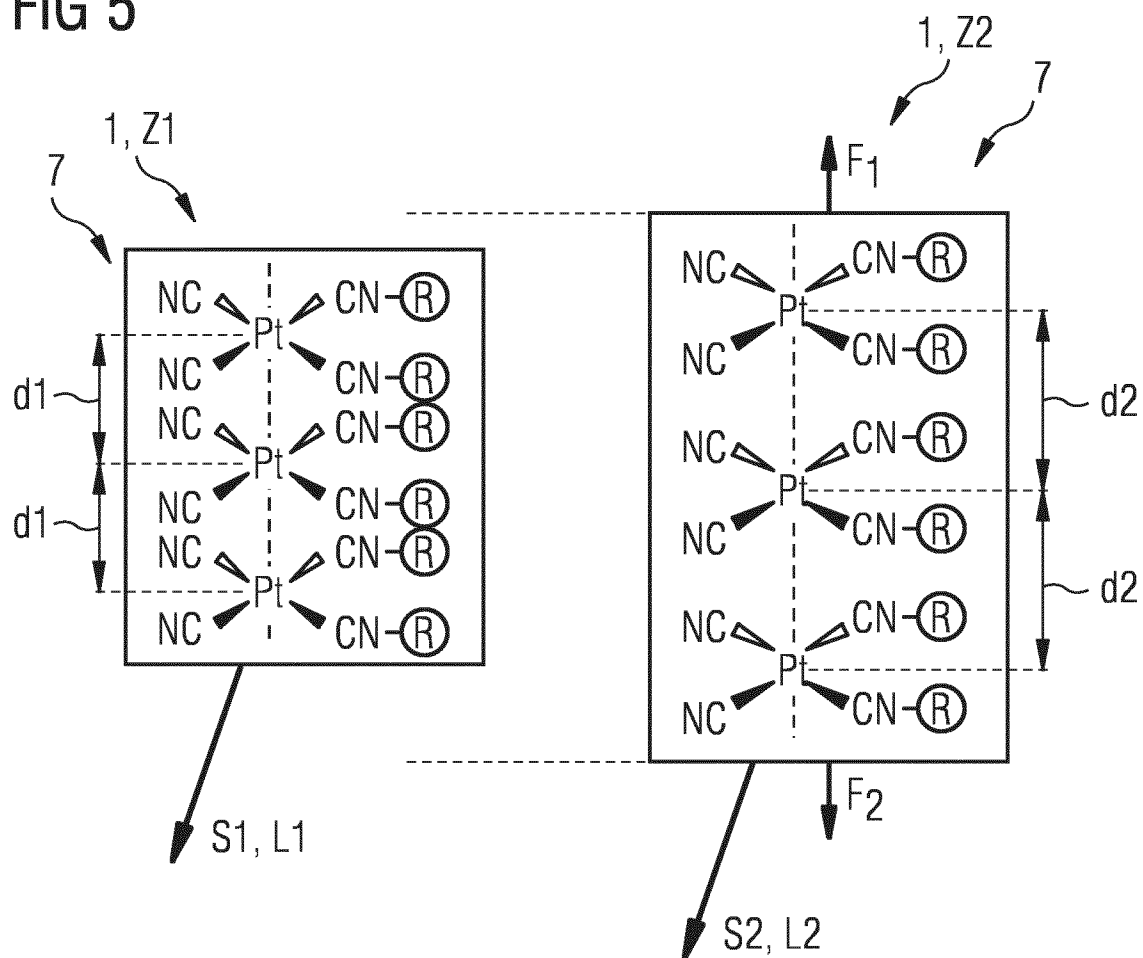


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056551

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

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

B. FIELDS SEARCHED

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

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 091 197 A (SUN DECAI [US] ET AL) 18 July 2000 (2000-07-18) column 3, line 15 - column 4, line 63; figures 3-6	1,5,6
X	US 2010/141120 A1 (YERSIN HARTMUT [DE] ET AL) 10 June 2010 (2010-06-10) cited in the application paragraphs [0012] - [0019], [0031] - [0050]; figures 1,4	1-9
X	WO 2014/171592 A1 (DAEGU GYEONGBUK INST SCIENCE [KR]) 23 October 2014 (2014-10-23)	10-13
A	paragraphs [0024] - [0046]; figures 1,2,6	14
A	EP 2 873 711 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]; UNIVERSITÉ DE STRASBOURG [FR]) 20 May 2015 (2015-05-20) paragraphs [0066] - [0097]	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 2017

Date of mailing of the international search report

20/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Bakos, Tamás

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056551

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6091197	A	18-07-2000	NONE
US 2010141120	A1	10-06-2010	DE 102006030860 A1 10-01-2008 EP 2044168 A1 08-04-2009 JP 6013698 B2 25-10-2016 JP 2009542023 A 26-11-2009 TW 200838975 A 01-10-2008 US 2010141120 A1 10-06-2010 WO 2008003464 A1 10-01-2008
WO 2014171592	A1	23-10-2014	KR 20140125116 A 28-10-2014 WO 2014171592 A1 23-10-2014
EP 2873711	A1	20-05-2015	NONE

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 091 197 A (SUN DECAI [US] ET AL) 18. Juli 2000 (2000-07-18) Spalte 3, Zeile 15 - Spalte 4, Zeile 63; Abbildungen 3-6	1,5,6
X	US 2010/141120 A1 (YERSIN HARTMUT [DE] ET AL) 10. Juni 2010 (2010-06-10) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0012] - [0019], [0031] - [0050]; Abbildungen 1,4	1-9
X	WO 2014/171592 A1 (DAEGU GYEONGBUK INST SCIENCE [KR]) 23. Oktober 2014 (2014-10-23)	10-13
A	Absätze [0024] - [0046]; Abbildungen 1,2,6 ----- -/-	14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/06/2017

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Bakos, Tamás

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 873 711 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]; UNIVERSITÉ DE STRASBOURG [FR]) 20. Mai 2015 (2015-05-20) Absätze [0066] - [0097] -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056551

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6091197	A	18-07-2000	KEINE
US 2010141120	A1	10-06-2010	DE 102006030860 A1 10-01-2008 EP 2044168 A1 08-04-2009 JP 6013698 B2 25-10-2016 JP 2009542023 A 26-11-2009 TW 200838975 A 01-10-2008 US 2010141120 A1 10-06-2010 WO 2008003464 A1 10-01-2008
WO 2014171592	A1	23-10-2014	KR 20140125116 A 28-10-2014 WO 2014171592 A1 23-10-2014
EP 2873711	A1	20-05-2015	KEINE