(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
16. März 2017 (16.03.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/041966 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01) *G01N 31/22* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/068567

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. August 2016 (03.08.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 217 055.1
7. September 2015 (07.09.2015) DE

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

(72) Erfinder: **POPP, Michael**; Auenstraße 109, 85354 Freising (DE). **REGAU, Kilian**; Ostengasse 34, 93047 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **ENGEHARDT, Martin**; OSRAM GmbH, Intellectual Property, Postfach 22 13 17, 80503 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.

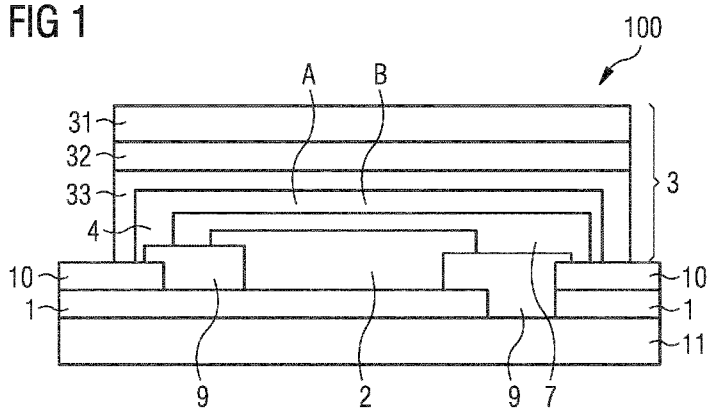
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: OPTOELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR DETECTING A DEFECT IN AN OPTOELECTRONIC COMPONENT

(54) **Bezeichnung** : OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR DETEKTION EINER FEHLSTELLE IN EINEM OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENT

FIG 1



(57) **Abstract**: The invention relates to an optoelectronic component (100), comprising an organic functional layer stack (2), which is arranged between two electrodes (1, 7), an encapsulating element (3), which is arranged over the second electrode (7) and when used according to the function thereof forms a seal against environmental influences (U) for at least the organic functional layer stack (2) and an indicator element (4), wherein the indicator element (4) is arranged between the second electrode (7) and the encapsulating element (3), wherein the indicator element (4) has at least two components (A, B) which are capable of forming an indicator component (AB), wherein when the encapsulating element (3) is used according to the function thereof the formation of the indicator component (AB) is at least kinetically inhibited, wherein in the event of a defect (5) in the encapsulating element (3) environmental influences (U) are in contact with the indicator element (4) so that a start reaction (6) occurs by releasing a first energy (dH1) and the first energy (dH1) activates the formation of the indicator component (AB).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/041966 A1

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)*

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement (100) aufweisend einen organischen funktionellen Schichtenstapel (2), der zwischen zwei Elektroden (1, 7) angeordnet ist, ein Verkapselungselement (3), das über der zweiten Elektrode (7) angeordnet ist und in seiner funktionsbestimmten Anwendung eine Versiegelung gegenüber Umwelteinflüssen (U) für zumindest den organischen funktionellen Schichtenstapel (2) und einem Indikatorelement (4) bildet, wobei das Indikatorelement (4) zwischen der zweiten Elektrode (7) und dem Verkapselungselement (3) angeordnet ist, wobei das Indikatorelement (4) zumindest zwei Komponenten (A, B) aufweist, die zur Bildung einer Indikatorkomponente (AB) befähigt sind, wobei im Fall der funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements (3) die Bildung der Indikatorkomponente (AB) zumindest kinetisch gehemmt ist, wobei im Fall einer Fehlstelle (5) in dem Verkapselungselement (3) Umwelteinflüsse (U) mit dem Indikatorelement (4) in Kontakt sind, so dass eine Startreaktion (6) unter Freisetzung einer ersten Energie (dH1) erfolgt und die erste Energie (dH1) die Bildung der Indikatorkomponente (AB) aktiviert.

Beschreibung

Optoelektronisches Bauelement und Verfahren zur Detektion einer Fehlstelle in einem optoelektronischen Bauelement

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Detektion einer Fehlstelle in einem optoelektronischen Bauelement.

Bei optoelektronischen Bauelementen, insbesondere bei organischen lichtemittierenden Dioden (OLED), erscheinen lokale Fehlstellen in einem Verkapselungselement in Form von dunklen Flecken, den sogenannten Dark Spots. Diese Dark Spots sind visuell störend, können partiell aber aufgrund ihrer Größe elektrisch nicht detektiert werden.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein optoelektronisches Bauelement bereitzustellen, das Fehlstellen leicht anzeigt. Insbesondere ist es eine Aufgabe, die Fehlstellen visuell und/oder elektrisch leicht zu detektieren. Ferner ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Detektion von Fehlstellen in einem optoelektronischen Bauelement bereitzustellen, das schnell und/oder effizient ist.

Diese Aufgaben werden durch ein optoelektronisches Bauelement gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Ferner werden diese Aufgaben durch ein Verfahren zur Detektion einer Fehlstelle in einem optoelektronischen Bauelement gemäß dem unabhängigen Anspruch 17 gelöst.

In zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement einen organischen funktionellen Schichtenstapel auf. Der organische funktionelle Schichtenstapel ist zwischen einer ersten und einer zweiten Elektrode angeordnet. Das optoelektronische Bauelement weist ein Verkapselungselement auf. Das Verkapselungselement ist über der zweiten Elektrode angeordnet. In seiner funktionsbestimmten Anwendung bildet das Verkapselungselement eine Versiegelung gegenüber Umwelteinflüssen für zumindest den organischen funktionellen Schichtenstapel und einem Indikatorelement. Das Indikatorelement ist zwischen der zweiten Elektrode und dem Verkapselungselement angeordnet. Das Indikatorelement weist zumindest eine erste Komponente A und eine zweite Komponente B auf oder besteht aus diesen. Die erste Komponente A und die zweite Komponente B sind zur Bildung einer Indikatorkomponente AB befähigt. Im Fall einer funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements ist die Bildung der Indikatorkomponente zumindest kinetisch gehemmt. Im Fall zumindest einer Fehlstelle in dem Verkapselungselement sind Umwelteinflüsse mit dem Indikatorelement in Kontakt, sodass eine Startreaktion unter Freisetzung einer ersten Energie erfolgt. Die erste Energie der Startreaktion aktiviert die Bildung der Indikatorkomponente.

Alternativ oder zusätzlich kann die Indikatorkomponente auf einem Substrat, insbesondere zwischen dem Substrat und der ersten Elektrode angeordnet sein.

Dass eine Schicht oder ein Element "auf" oder "über" einer anderen Schicht oder einem anderen Element angeordnet oder aufgebracht ist, kann dabei hier und im Folgenden bedeuten, dass die eine Schicht oder das eine Element unmittelbar in

direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt auf der anderen Schicht oder dem anderen Element angeordnet ist. Weiterhin kann es auch bedeuten, dass die eine Schicht oder das eine Element mittelbar über einer anderen Schicht oder einem anderen Element angeordnet ist. Dabei können dann weitere Schichten oder weitere Elemente zwischen der einen und der anderen Schicht oder zwischen dem einen und dem anderen Element angeordnet sein.

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

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das optoelektronische Bauelement ein organisches lichtemittierendes Bauelement. Insbesondere ist das optoelektronische Bauelement eine organische lichtemittierende Diode (OLED). Insbesondere ist das Bauelement betriebsfähig, ist also zur Emission von Strahlung befähigt und eingerichtet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement einen organischen funktionellen Schichtenstapel auf. Insbesondere weist der organische funktionelle Schichtenstapel organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine nichtpolymere Moleküle ("small molecules") oder Kombinationen

daraus auf. Der organische funktionelle Schichtenstapel kann zumindest eine organische lichtemittierende Schicht aufweisen. Zusätzlich zu der einen organischen lichtemittierenden Schicht kann der organische funktionelle Schichtenstapel zumindest eine funktionelle Schicht aufweisen, die als Lochtransportschicht ausgeführt ist, um eine effektive Löcherinjektion in zumindest einer der lichtemittierenden Schichten zu ermöglichen. Als Materialien für eine Lochtransportschicht können sich beispielsweise tertiäre Amine, Carbazolderivate, mit Kampfersulfonsäure dotiertes Polyanilin oder mit Polystyrolsulfonsäure dotiertes Polyethylendioxytiophen als vorteilhaft erweisen. Der organische funktionelle Schichtenstapel kann weiterhin zumindest eine funktionelle Schicht aufweisen, die als Elektronentransportschicht ausgebildet ist. Allgemein kann der organische funktionelle Schichtenstapel zusätzlich zu der zumindest einen organischen lichtemittierenden Schicht weitere Schichten aufweisen, die ausgewählt sind aus Löcherinjektionsschichten, Lochtransportschichten, Elektroneninjektionsschichten, Elektronentransportschichten, Lochblockierschichten und Elektronenblockierschichten.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement zumindest zwei Elektroden auf. Insbesondere ist zwischen den zwei Elektroden der organische funktionelle Schichtenstapel angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist zumindest einer der Elektroden transparent ausgebildet. Mit "transparent" wird hier und im Folgenden eine Schicht bezeichnet, die durchlässig für sichtbares Licht ist. Dabei kann die zumindest transparente Schicht klar durchscheinend oder zumindest teilweise lichtstreuend und/oder teilweise

lichtabsorbierend sein, sodass die transparente Schicht beispielsweise auch diffus oder milchig durchscheinend sein kann. Besonders bevorzugt ist eine hier als transparent bezeichnete Schicht möglichst lichtdurchlässig, sodass insbesondere die Absorption von im Betrieb des Bauelements erzeugten Lichts oder Strahlung so gering wie möglich ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind beide Elektroden transparent ausgebildet. Dann kann das in dem organischen funktionellen Schichtenstapel erzeugte Licht in beide Richtungen, also durch beide Elektroden hindurch, abgestrahlt werden. Wenn das optoelektronische Bauelement ein Substrat aufweist, bedeutet dies, dass Licht sowohl durch das Substrat hindurch, das dann ebenfalls transparent ausgebildet ist, als auch in die vom Substrat abgewandte Richtung abgestrahlt werden kann. Weiterhin können in diesem Fall alle Schichten des optoelektronischen Bauelements transparent ausgebildet sein, sodass das optoelektronische Bauelement eine transparente OLED bildet. Darüber hinaus kann es auch möglich sein, dass eine der beiden Elektroden, zwischen denen der funktionelle Schichtenstapel angeordnet ist, nicht transparent und vorzugsweise reflektierend ausgebildet ist, sodass das in dem organischen funktionellen Schichtenstapel erzeugte Licht nur in eine Richtung durch die transparente Elektrode abgestrahlt werden kann. Ist die auf dem Substrat angeordnete Elektrode transparent und ist auch das Substrat transparent ausgebildet, so spricht man auch von einem sogenannten Bottom-Emitter, während man im Fall, dass die dem Substrat abgewandt angeordnete Elektrode transparent ausgebildet ist, von einem sogenannten Top-Emitter spricht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine Elektrode transparent und die weitere Elektrode reflektierend

ausgeformt, sodass die in dem optoelektronischen Bauelement erzeugte Strahlung in Richtung der transparenten Elektrode ausgekoppelt ist.

Als Material für eine transparente Elektrode kann beispielsweise ein transparentes leitendes Oxid verwendet werden. Transparente leitende Oxide (transparent conductive oxides, kurz "TCO") sind in der Regel Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Kadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder Indiumzinnoxid (ITO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO, SnO_2 oder In_2O_3 gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn_2SnO_4, $CdSnO_3$, $ZnSnO_3$, $MgIn_2O_4$, $GaInO_3$, $Zn_2In_2O_5$ oder $In_4Sn_3O_{12}$ oder Mischungen unterschiedlicher transparenter leitender Oxide zu der Gruppe der TCOs. Dabei entsprechen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung und können weiterhin p- oder n-dotiert sein. Insbesondere ist das transparente Material Indiumzinnoxid (ITO).

Weiterhin kann eine transparente Elektrode auch eine Metallschicht mit einem Metall oder einer Legierung aufweisen, beispielsweise mit einem oder mit mehreren der folgenden Materialien: Silber, Platin, Gold, Magnesium oder eine Legierung aus Silber und Magnesium. Darüber hinaus sind auch andere Metalle möglich. Die Metallschicht weist dabei eine derart geringe Dicke auf, dass sie zumindest teilweise durchlässig für das von dem organischen funktionellen Schichtenstapel erzeugten Lichts ist, beispielsweise eine Dicke von kleiner oder gleich 50 nm.

Als Material für eine reflektierende Elektrode kann beispielsweise ein Metall verwendet werden, das ausgewählt

sein kann aus Aluminium, Barium, Indium, Silber, Gold, Magnesium, Kalzium und Lithium sowie Verbindungen, Kombinationen und Legierungen daraus. Insbesondere kann eine reflektierende Elektrode Silber, Aluminium oder Legierungen mit diesen aufweisen, beispielsweise Ag:Mg, Ag:Ca, Mg:Al.

Insbesondere können die Elektroden nanostrukturierte Elektroden, beispielsweise Elektroden mit Nanodrahtstrukturen wie Silbernanodrähte, oder aus Graphen sein.

Insbesondere kann die erste Elektrode als Anode ausgebildet sein, dann ist die zweite Elektrode als Kathode ausgebildet. Alternativ kann die erste Elektrode als Kathode ausgebildet sein, dann ist die zweite Elektrode als Anode ausgebildet.

Die Elektroden können auch in Kombination von zumindest einer oder mehreren TCO-Schichten und zumindest eine oder mehrere Metallschichten aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement ein Substrat auf. Insbesondere ist eine der zwei Elektroden, insbesondere die erste Elektrode, auf dem Substrat angeordnet. Das Substrat kann beispielsweise eines oder mehrere Materialien in Form einer Schicht, einer Platte, einer Folie oder eines Laminats aufweisen, die ausgewählt sind aus Glas, Quarz, Kunststoff, Metall, Silizium und Wafer. Insbesondere weist das Substrat Glas auf oder besteht daraus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das optoelektronische Bauelement dazu eingerichtet, zumindest Strahlung aus dem sichtbaren Wellenbereich zu emittieren. Insbesondere weist die Strahlung eine Wellenlänge oder ein

Wellenlängenmaximum auf, das einen Wert zwischen einschließlich 400 nm bis einschließlich 800 nm, beispielsweise 420 nm bis 680 nm, aufweist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement ein Verkapselungselement auf. Insbesondere ist das Verkapselungselement über der zweiten Elektrode angeordnet. Insbesondere bildet das Verkapselungselement in seiner funktionsbestimmten Anwendung eine Versiegelung gegenüber Umwelteinflüssen für zumindest den organischen funktionellen Schichtenstapel und das Indikatorelement. Mit anderen Worten ist das Verkapselungselement eine hermetische Abdichtung gegenüber Umwelteinflüssen, beispielsweise gegenüber Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff und/oder anderen korrosiven Substanzen, wie etwa Schwefelwasserstoff. Insbesondere schützt das Verkapselungselement den zumindest einen organischen funktionellen Schichtenstapel, das Indikatorelement und die Elektroden vor der Umgebung, so dass eine Degradation und/oder Korrosion vermieden ist.

Das Verkapselungselement ist bevorzugt in Form einer Dünnschichtverkapselung ausgeformt. Das Verkapselungselement kann ein oder mehrere dünne Schichten aufweisen, die beispielsweise mittels eines Atomlagenabscheideverfahrens aufgebracht sind und die beispielsweise eines oder mehrere der Materialien Aluminiumoxid, Zinkoxid, Zirkoniumoxid, Titanoxid, Hafniumoxid, Lanthanoxid und Tantaloxid aufweisen. Das Verkapselungselement kann weiterhin beispielsweise auf einer Dünnschichtverkapselung einen mechanischen Schutz in Form einer Kunststoffschicht und/oder einer auflaminierten Glasschicht und/oder auflaminierten Metallschicht aufweisen, wodurch beispielsweise ein Kratzschutz erreicht werden kann.

Alternativ kann statt einer Dünnfilmbeschichtung (TFR) eine Cavity-Verkapselung aus $SiNCO_X$ und/oder ATO verwendet werden. Insbesondere bedeutet $SiNCO_X$ eine Mischung aus SiN, SiO_X und SiC in beliebiger Zusammensetzung und Reihenfolge. ATO bedeutet AlO_X und TiO_X in beliebiger Dicke und Reihenfolge.

Alternativ kann das Verkapselungselement beispielsweise in Form eines aufgeklebten Glasdeckels ausgeformt sein. Insbesondere ist der Glasdeckel oder das Glas mittels eines Klebers oder einer Kleberschicht auf einer Dünnfilmverkapselung angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verkapselungselement eine Schichtdicke von 20 nm bis 5 µm, beispielsweise 20 nm bis 30 nm auf. Speziell für $SiNCO_X$ bis 10 µm weist insbesondere das Verkapselungselement eine Schichtdicke von 0,5 µm bis 5 µm, beispielsweise 1 µm bis 3 µm, auf. Speziell für ATO weist insbesondere das Verkapselungselement eine Schichtdicke von 40 nm bis 60 nm, beispielsweise 50 nm, auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist zwischen der zweiten Elektrode und dem Verkapselungselement ein Indikatorelement angeordnet. Insbesondere ist das Indikatorelement in direktem elektrischem und/oder mechanischem Kontakt zur zweiten Elektrode und dem Verkapselungselement angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Indikatorelement als Schichtsystem ausgeformt. Insbesondere weist das Indikatorelement eine Schicht zumindest aus einer ersten Komponente A und eine Schicht aus einer zweiten Komponente B auf oder besteht daraus. Die Schicht zumindest

aus der ersten Komponente A kann aus der ersten Komponente bestehen oder weitere Materialien, beispielsweise ein Matrixmaterial, umfassen. Die Schicht zumindest aus der zweiten Komponente B kann aus der zweiten Komponente bestehen oder weitere Materialien, beispielswiese ein Matrixmaterial, umfassen. Die Schicht aus der ersten Komponente A und die Schicht aus der zweiten Komponente B sind insbesondere in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt zueinander angeordnet.

Die Schichtdicke der Schicht zumindest aus der ersten Komponente und die Schichtdicke der Schicht zumindest aus der zweiten Komponente können jeweils 5 nm bis 10 nm sein.

Alternativ kann das Indikatorelement zumindest eine Schicht aufweisen, in dem die erste und die zweite Komponente vermischt sind. Mit anderen Worten weist das Indikatorelement die erste und die zweite Komponente als Gemisch auf. Die Mischung kann homogen oder inhomogen sein. Die Mischung kann neben der ersten und der zweiten Komponente weitere Materialien, beispielsweise ein Matrixmaterial, aufweisen. Insbesondere sind die erste und/oder die zweite Komponente in dem Matrixmaterial eingebettet oder enthalten. Insbesondere ist das Matrixmaterial ein Oxid eines Übergangsmetalls, ein Harz und/oder ein Polymer, insbesondere ein synthetisches Polymer, wie beispielsweise Polyurethan. Insbesondere kann das Matrixmaterial die Funktion eines Bindemittels erfüllen, also die erste und/oder zweite Komponente binden und/oder als Moderatoren wirken.

Das Matrixmaterial kann chemisch inert sein, also nicht mit der ersten und/oder zweiten Komponente reagieren.

Beispielsweise ist das Matrixmaterial aus Aluminiumoxidnanopartikel geformt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die erste und/oder zweite Komponente in dem Indikatorelement als Festkörper und/oder Paste ausgeformt. Das Indikatorelement kann zwischen einer Kontaktschicht und einer der Abdichtung dienenden Schicht, insbesondere dem Verkapselungselement, lateral strukturiert aufgebracht sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste und/oder zweite Komponente in dem Indikatorelement zu einem Anteil von einschließlich 5 wt% bis einschließlich 95wt%, insbesondere zwischen 40 wt% bis 80 wt%, beispielsweise 50 wt%, enthalten. Der restliche Anteil in dem Indikatorelement können Füllstoffe sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bedeckt das Indikatorelement die Strahlungshauptfläche des organischen funktionellen Schichtenstapels. Insbesondere bedeckt das Indikatorelement die Strahlungshauptfläche und die Strahlungsseitenflächen des organischen funktionellen Schichtenstapels formschlüssig.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bedeckt das Indikatorelement sowohl die Seitenflächen als auch die Oberfläche der zweiten Elektrode direkt und formschlüssig.

Das Indikatorelement ist insbesondere dazu eingerichtet, eine Fehlstelle in dem Verkapselungselement visuell und/oder elektrisch identifizierbar zu machen. Die erste Komponente und/oder die zweite Komponente weist im Vergleich zur Indikatorkomponente einen unterschiedlichen visuellen

Eindruck für einen äußeren Betrachter und/oder eine unterschiedliche Strom-Spannungskennlinie auf. Damit entsteht im Fall einer Fehlstelle, insbesondere einer lokalen Fehlstelle, in dem Verkapselungselement aus der ersten und der zweiten Komponente die Indikatorkomponente, die identifizierbar ist. Damit ist die Fehlstelle in einem Verkapselungselement leicht detektierbar.

Die erste Komponente und die zweite Komponente sind zur Bildung einer Indikatorkomponente befähigt. Im Fall einer funktionsbestimmten Anwendung, also wenn die Versiegelung des Verkapselungselements gegenüber Umwelteinflüssen intakt ist, ist die Bildung der Indikatorkomponente zumindest kinetisch gehemmt. Damit ist insbesondere gemeint, dass die Reaktion der ersten und zweiten Komponente zur Indikatorkomponente möglich ist, aber nicht schnell genug stattfindet.

Alternativ oder zusätzlich kann die Bildung der Indikatorkomponente im Fall einer funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements thermodynamisch gehemmt sein. Damit ist hier und im Folgenden gemeint, dass die Reaktion schnell abläuft, aber das Gleichgewicht insbesondere auf den Seiten der Ausgangsstoffe, also auf der Seite der ersten und zweiten Komponente, liegt.

Insbesondere sind die erste Komponente und die zweite Komponente verschiedene Materialien.

Mit anderen Worten wird hier also eine Mischung oder eine Schichtenfolge aus der ersten und zweiten Komponente bereitgestellt, die ohne Umwelteinflüsse eine solch hohe Aktivierungsenergie aufweist, dass eine Eigenreaktion zwischen den beiden Komponenten unter Betriebsbedingungen,

insbesondere unter der in dem Bauelement herrschenden Temperatur, nicht oder extrem langsam stattfindet. Damit bleibt das Bauelement unverändert.

Im Fall zumindest einer Fehlstelle in dem Verkapselungselement kommt das Indikatorelement in Kontakt, insbesondere in direktem mechanischem Kontakt, mit den Umwelteinflüssen, beispielsweise mit Luft und/oder Wasser. Dadurch wird eine Startreaktion in Gang gesetzt, die eine erste Energie freigesetzt. Insbesondere wird die erste Energie der Startreaktion zur Aktivierung der Bildung der Indikatorkomponente genutzt. Mit anderen Worten liefert die Startreaktion eine erste Energie, insbesondere eine erste freie Reaktionsenthalpie, die größer ist als die Aktivierungsenergie der Reaktion zwischen der ersten und zweiten Komponente. Damit kann eine weiterführende Reaktion erfolgen, bei der die Indikatorkomponente AB gebildet ist.

Insbesondere dringen beim Auftreten von Fehlstellen die Umwelteinflüsse, wie Luft und Wasser, zum Indikatorelement und verursachen eine schnelle chemische Reaktion. Insbesondere kann der Prozess ein mehrstufiger Prozess sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der organische funktionelle Schichtenstapel eine Strahlungshauptfläche auf. Insbesondere ist der organische funktionelle Schichtenstapel zur Emission von Strahlung über diese Strahlungshauptfläche eingerichtet. Insbesondere bedeckt das Indikatorelement den organischen funktionellen Schichtenstapel vollständig. Im Fall zumindest einer lokalen Fehlstelle in einem Verkapselungselement sind Umwelteinflüsse mit dem Indikatorelement zumindest lokal in Kontakt. Damit erfolgt zumindest lokal eine Startreaktion, die eine Freisetzung der

ersten Energie bewirkt. Die erste Energie erzeugt eine weiterführende Reaktion unter Bildung der Indikatorkomponente AB. Die Indikatorkomponente ist der Strahlungshauptfläche ganzflächig nachgeordnet. Zumindest die lokalen Fehlstellen des Verkapselungselements sind durch Bildung der Indikatorkomponente AB elektrisch detektierbar und damit das defekte Bauelement identifizierbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt die Startreaktion durch Reaktion der ersten und/oder zweiten Komponente oder durch Reaktion zumindest einer von der ersten und zweiten Komponente verschiedenen dritten Komponente mit Umwelteinflüssen, wie Luft und Wasser.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Startreaktion eine Katalyse, die die Bildung der Indikatorkomponente aktiviert oder erzeugt. Zusätzlich kann nach Aktivierung der Bildung der Indikatorkomponente durch die Katalyse die Bildung der Indikatorkomponente ohne Startreaktion erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Katalyse eine Protonenkatalyse und der Katalysator Wasser. Insbesondere kann bei der Protonenkatalyse Wasser der Initiator oder Katalysator sein, der die Aktivierungsenergie der Reaktion zwischen der ersten und der zweiten Komponente reduziert. Damit wird im Fall eines Defektes des Verkapselungselements die kinetische Hemmung der Reaktion der ersten und zweiten Komponente zur Indikatorkomponente überwunden. Es entsteht die Indikatorkomponente.

Alternativ kann die Startreaktion eine Oxidationsreaktion und/oder Reduktionsreaktion und/oder Redoxreaktion sein. Insbesondere ist die Startreaktion eine Oxidation und/oder

Reduktion zumindest einer der ersten und zweiten Komponente A, B mit Umwelteinflüssen U unter Bildung einer ersten Energie dH1 und eines Nebenproduktes AU oder BU, wobei die erste Energie dH1 die Bildung der Indikatorkomponente AB aktiviert. Es gilt:

$A + U \rightarrow AU + dH1$ oder $B + U \rightarrow BU + dH1$

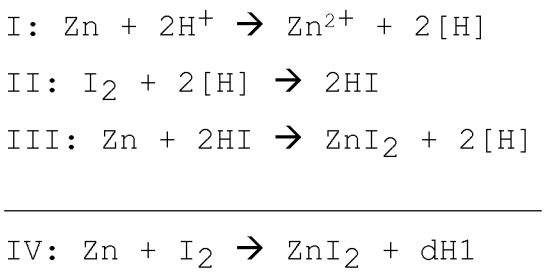
$A + B + dH1 \rightarrow AB$

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt nach erfolgter Startreaktion die Bildung der Indikatorkomponente aus der ersten Komponente und der zweiten Komponente unabhängig von der Anwesenheit von Umwelteinflüssen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die erste Energie größer als die benötigte Aktivierungsenergie ist. Die Startreaktion kann nur zur Initiierung dienen und liefert den ersten Energiebetrag, der die weiterbildende Reaktion zur Bildung der Indikatorkomponenten aktiviert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform läuft die Reaktion zur Bildung der Indikatorkomponente beschleunigt ab. Damit findet ein beschleunigtes Wachstum an den Fehlstellen in der Verkapselung statt, die durch die Bildung der Indikatorkomponente detektierbar ist. Insbesondere können die Fehlstellen mittels einer Stromspannungskennlinie elektrisch detektierbar oder visuell sichtbar sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Komponente Zink und die zweite Komponente Jod. Insbesondere liegen die erste Komponente und die zweite Komponente als Gemisch vor.

Mit anderen Worten liegt hier ein Indikatorelement vor, dass die erste Komponente Zink und die zweite Komponente Jod aufweist. Zink und Iod liegen bei einer funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements nebeneinander vor. Die Reaktion ist kinetisch gehemmt, was man daran erkennt, dass die trockene Mischung stabil ist. Kommt diese Mischung aus Zink und Jod nun in Kontakt mit Umwelteinflüssen, wie Wasser, erfolgt eine Redoxreaktion gemäß den Gleichungen:



I: $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2[H]$

II: $I_2 + 2[H] \rightarrow 2HI$

III: $Zn + 2HI \rightarrow ZnI_2 + 2[H]$

IV: $Zn + I_2 \rightarrow ZnI_2 + dH1$

Wasser enthält einige Protonen, die zunächst mit dem unedlen Zink reagieren (Reaktion I). Es bildet sich Wasserstoff in "statu nascendi" (Symbol [H]). Darunter versteht man Wasserstoffatome oder Wasserstoffradikale, die gleich nach ihrer Entstehung mit Jod (Reaktion II) reagieren. Dabei bildet sich Jodwasserstoff, dessen Protonen mit Zink reagieren (Reaktion III). Es entsteht Zinkjodid.

Hierbei handelt es sich um eine Protonenkatalyse, bei der die Aktivierungsenergie herabgesetzt ist. In der Summe verläuft die Reaktion IV, bei der die erste Energie dH1 gebildet wird.

Diese erste Energie kann zur Aktivierung der Bildung der Indikatorkomponente AB genutzt werden. Insbesondere ist die erste Energie eine exotherme Reaktionsenthalpie.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste und die zweite Komponente unabhängig voneinander aus einer Gruppe

ausgewählt, die Mg, Ca, Al, Ti, Zr, Fe, B, Si, FeOx, MgOx, CuOx, WOx, MoOx, MnOx, CuOx, BiOx, ZnOx, SnOx, Nitrate, Chlorate, Perchlorate, Peroxide, Dinitramine, Chromate, Permanganate, Ammoniumnitrat, Ammoniumperchlorat, Ammoniumdinitramid, Natriumpercarbonat, 2,2,6,6-Tetramethylpiperidinyloxyl und N-Methylmorpholin-N-Oxid, MgH2, ZrH2, LiAlH, Kalziumsilizid, Arsensulfid, Antinomsulfid, Bismutsulfid und stickstoffenthaltende Verbindungen umfasst. Eine stickstoffenthaltende Verbindung ist insbesondere Hexamin.

Der Index x der jeweiligen Verbindungen kann insbesondere die Verbindung in den möglichen vorkommenden Oxidationsstufen bezeichnen. Beispielsweise bezeichnet CuOx, das Kupfer(I)-oxid (Cu_2O) und/oder das Kupfer(II)-oxid (CuO). Alternativ kann x = 1 sein, beispielsweise wenn Magnesiumoxid MgO gemeint ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die erste Komponente und die zweite Komponente ein unterschiedliches Redoxpotential auf. Insbesondere wird als erste und zweite Komponente eine Mischung aus Metallen, wie beispielsweise Magnesium, Kalzium, Aluminium, Titan, und Metalloxiden, wie beispielsweise Eisenoxid, Magnesiumoxid und/oder Kupferoxid, gemäß der elektrochemischen Spannungsreihe ausgewählt.

Die Standardpotentiale werden auf die Standardwasserstoffelektrode bezogen. Je positiver das Potential ist, desto edler ist das Metall. Metalle mit negativem Potential bezeichnet man als unedel. Mit anderen Worten liegt vor der Reaktion das edlere Metall beispielsweise als Oxid vor. Bei der Redoxreaktion wird das unedlere Metall oxidiert, das edlere Metall reduziert.

Beispielsweise kann die Startreaktion eine Oxidation des unedleren Metalls mit Luftsauerstoff sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann als erste und/oder zweite Komponente ein Oxidationsmittel eingesetzt werden. Das Oxidationsmittel kann organisch oder anorganisch sein. Insbesondere ist das Oxidationsmittel aus einer Gruppe ausgewählt, die Nitrate, Chlorate, Perchlorate, Peroxide, Dinitramine, Chromate, Permanganate von Alkali und/oder Erdalkalimetallen, WOx, MoOx, MnOx, CuOx, FeOx, BiOx, ZnOx, SnOx, Ammoniumnitrat, Ammoniumperchlorat, Ammoniumdinitramid, Natriumpercarbonat, 2,2,6,6-Tetramethylpiperidinyloxyl und N-Methylmorpholin-N-Oxid umfasst. Insbesondere kann 2,2,6,6-Tetramethylpiperidinyloxyl auch als Oxidationskatalysator eingesetzt werden. Insbesondere kann als erste und/oder zweite und/oder dritte Komponente Magnesium und/oder Aluminium oder eine Legierung daraus verwendet werden.

Alternativ oder zusätzlich können für die Startreaktion Materialien verwendet werden, die aus einer Gruppe ausgewählt sind, die Titan, Zirkonium, Eisen, Bor, Silizium, Magnesiumhydrid, Zirkoniumhydrid, Lithiumaluminiumhydrid, Kalziumsilizid, Arsenidsulfid, Antimonsulfid, Bismutsulfid, stickstoffreiche Verbindungen, wie beispielsweise Hexamin, Metallorganika, Graphit und Kohlenstoff umfasst.

Die Erfinder haben erkannt, dass durch die Verwendung eines Indikatorelements in einem optoelektronischen Bauelement, das zur Bildung der Indikatorkomponente befähigt ist, kleine und/oder lokale Fehlstellen in einem Verkapselungselement leicht detektiert werden können. Die Indikatorkomponente bildet sich insbesondere in dem gesamten Indikatorelement, so

dass diese schnell und leicht detektierbar ist. Die beschleunigte Herstellung der Indikatorkomponente führt zur schnellen Detektion von Fehlstellen in dem Verkapselungselement bereits während der Herstellung des Bauelements, sodass die defekten Bauteile oder Bauelemente bereits während der Herstellung ausselektiert werden können. Insbesondere ist auch die Beschränkung auf einzelne Bereiche durch eine laterale Strukturierung der Materialmischung möglich. Insbesondere sind damit prinzipiell dunkle Signaturen erzeugbar.

Insbesondere ist das Indikatorelement über die gesamte Strahlungshauptfläche des organischen funktionellen Schichtenstapels angeordnet, sodass im Falle einer Fehlstelle des Verkapselungselements sich die Bildung der Indikatorkomponente über die gesamte Leuchtfläche erstreckt. Alternativ sind mehr als 80 % der Leuchtfläche von der Indikatorkomponenten, beispielsweise 95 % der Leuchtfläche, bedeckt. Damit kann ein defektes Bauelement leicht identifiziert werden.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements. Vorzugsweise wird das optoelektronische Bauelement hergestellt. Dabei gelten die gleichen Definitionen und Ausführungen wie vorstehend für das optoelektronische Bauelement auch für das Verfahren und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren die Verfahrensschritte:

A) Bereitstellen eines Substrats,

B) Aufbringen einer ersten Elektrode auf das Substrat,

C) Aufbringen zumindest eines organischen funktionellen Schichtenstapels auf die erste Elektrode,

D) Aufbringen einer zweiten Elektrode auf den organischen funktionellen Schichtenstapel,

E) Aufbringen eines Indikatorelements auf die zweite Elektrode, und

F) Aufbringen eines Verkapselungselements auf das Indikatorelement.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird das Indikatorelement durch Aufdampfen einer ersten Komponente und/oder einer zweiten Komponente erzeugt. Alternativ kann das Indikatorelement aufgedruckt werden. Insbesondere kann die erste und die zweite Komponente in dem Indikatorelement ein beliebiges Mischungsverhältnis, beispielsweise ein Verhältnis 1:1, aufweisen. Insbesondere wird das Indikatorelement unter inerter Atmosphäre, beispielsweise in einer Glovebox unter Stickstoff, hergestellt.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Detektion von Fehlstellen in einem optoelektronischen Bauelement. Vorzugsweise werden Fehlstellen in dem vorstehend beschriebenen optoelektronischen Bauelement detektiert. Dabei gelten die gleichen Definitionen und Ausführungen wie vorstehend für das optoelektronische Bauelement oder für das Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements genannt, auch für das Verfahren zur Detektion von

zumindest einer Fehlstelle in einem optoelektronischen Bauelement und umgekehrt.

Insbesondere wird bei dem Verfahren eine lokale Fehlstelle detektiert. Insbesondere erfolgt die Detektion durch eine Startreaktion und eine weiterführende Reaktion zur Bildung der Indikatorkomponente.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren zur Detektion einer Fehlstelle in einem optoelektronischen Bauelement die Schritte auf:

A) Bereitstellen eines optoelektronischen Bauelements, insbesondere eines optoelektronischen Bauelements wie vorstehend beschrieben, und

B) optische und/oder elektrische Detektion der Fehlstelle, insbesondere der lokalen Fehlstelle, durch Bildung der Indikatorkomponente.

Mit anderen Worten kann eine sonst nicht detektierbare lokale Fehlstelle in einem Verkapselungselement durch Bildung der Indikatorkomponente leicht detektiert werden, da sich insbesondere die Indikatorkomponente ganzflächig in dem Indikatorelement nach dem Dominoprinzip bildet.

Weitere Vorteile, vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

die Figuren 1 und 2 jeweils eine schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements gemäß einer Ausführungsform,

die Figuren 3A bis 3C jeweils eine schematische Seitenansicht eines Indikatorelements gemäß einer Ausführungsform, und

die Figuren 4A bis 4C und 5A bis 5C jeweils die energetischen Verhältnisse in dem Indikatorelement gemäß einer Ausführungsform.

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

Die Figur 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements gemäß einer Ausführungsform. Das optoelektronische Bauelement 100 ist hier insbesondere eine organische lichtemittierende Leuchtdiode (OLED). Das optoelektronische Bauelement 100 weist ein Substrat 11 auf. Das Substrat 11 kann beispielsweise aus Glas sein. Dem Substrat 11 kann eine erste Elektrode 1 nachgeordnet sein. Insbesondere ist die erste Elektrode 1 transparent ausgeführt und weist ITO auf. Die erste Elektrode 1 kann weiterhin dünne Metallschichten, metallische Netzstrukturen oder Graphen umfassen oder daraus bestehen.

Insbesondere ist das Bauelement 100 gemäß der Figur 1 als Bottom-Emitter ausgeformt, emittiert also Strahlung über die erste Elektrode 1 und das Substrat 11. Der ersten Elektrode 1 ist eine elektrische Kontaktzuführung 10 nachgeordnet.

Die elektrische Kontaktzuführung 10 kann transparent oder intransparent sein. Beispielsweise kann die elektrische Kontaktzuführung 10 ein Metall oder eine Legierung aufweisen. Insbesondere weist die elektrische Kontaktzuführung 10 eine Legierung aus Molybdän und Aluminium oder Silber und Magnesium oder Chrom und Aluminium auf. Die elektrische Kontaktzuführung 10 kann auch als Schichtstruktur ausgeformt sein. Beispielsweise kann die elektrische Kontaktzuführung 10 ein Schichtsystem aus Molybdän/Aluminium/Molybdän oder Chrom/Aluminium/Chrom oder Silber/Magnesium oder Aluminium aufweisen oder daraus bestehen.

Der ersten Elektrode 1 ist ein organischer funktioneller Schichtenstapel 2 nachgeordnet. Dem organischen funktionellen Schichtenstapel 2 ist eine zweite Elektrode 7 nachgeordnet. Die zweite Elektrode 7 kann reflektierend, beispielsweise aus Aluminium, ausgeformt sein. Die erste und die zweite Elektrode 1, 7 können durch Isolatorschichten 9 elektrisch isoliert sein. Beispielsweise ist die Isolatorschicht 9 aus Polyimid geformt. Die Isolatorschicht 9 kann auch fehlen (hier nicht gezeigt). Über der zweiten Elektrode 7 ist ein Verkapselungselement 3 angeordnet. Das Verkapselungselement 3 bildet in seiner funktionsbestimmten Anwendung eine Versiegelung gegenüber Umwelteinflüssen U für zumindest den organischen funktionellen Schichtenstapel 2 und einem Indikatorelement 4. Das Indikatorelement 4 ist zwischen der zweiten Elektrode 7 und dem Verkapselungselement 3 angeordnet.

Das Verkapselungselement 3 weist insbesondere eine Dünnfilmbeschichtung (TFE, 33) auf. Alternativ kann die Dünnfilmbeschichtung eine Cavity-Verkapselung sein. Beispielsweise kann die Dünnfilmbeschichtung aus $SiNCO_X$ und ATO sein. Das Verkapselungselement 3 kann ferner eine Glasschicht oder ein Glassubstrat 34 aufweisen. Das Glassubstrat 34 kann auf der Dünnfilmbeschichtung 33 mittels eines Klebers 32 aufgebracht sein. Der Kleber kann auch als eine Kleberschicht ausgeformt sein.

Das Indikatorelement 4 weist zumindest eine erste Komponente A und eine zweite Komponente B auf. Insbesondere unterscheiden sich die erste Komponente A und die zweite Komponente B voneinander. Die erste Komponente A und die zweite Komponente B können in einem Matrixmaterial 8 eindispergiert sein (hier nicht gezeigt). Alternativ können die beiden Komponenten A und B jeweils als Schicht ausgeformt sein und direkt aufeinander angeordnet sein. Die beiden Komponenten A und B sind zur Bildung einer Indikatorkomponente AB befähigt, sind also reaktive Komponenten. Im Fall der funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements 3, also wenn das Verkapselungselement eine hermetische Versiegelung gegenüber Umwelteinflüssen U bildet, ist die Bildung der Indikatorkomponente AB aus den beiden Komponenten A und B kinetisch gehemmt. Mit anderen Worten weist die Komponentenmischung oder die Komponentenschichtenfolge aus erster und zweiter Komponente A, B eine solch hohe Aktivierungsenergie auf, dass eine Eigenreaktion unter Betriebsbedingung, hier insbesondere der Temperatur, nicht oder extrem langsam stattfindet. Beispielsweise kann die Reaktion eine gehemmte Redoxreaktion sein. Es liegen somit bei einem funktionsfähigen

Verkapselungselement 3 die beiden Komponenten A und B in dem Indikatorelement 4 vor.

Die Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements 100 gemäß einer Ausführungsform. Das optoelektronische Bauelement 100 der Figur 2 unterscheidet sich von dem optoelektronischen Bauelement 100 der Figur 1 dadurch, dass das Verkapselungselement 2 zumindest eine lokale Fehlstelle 5 aufweist. Insbesondere ist die Fehlstelle 5 in der Dünnfilmbeschichtung 33 angeordnet. Zusätzlich kann sich die Fehlstelle 5 über den Kleber 32 und das Glassubstrat 34 erstrecken. Damit können Umwelteinflüsse U, insbesondere Luft, Wasser und/oder saure Gase, zum Indikatorelement 4 gelangen und mit der ersten Komponente A und/oder der zweiten Komponente B und/oder einer dritten Komponente C reagieren und eine Startreaktion 6 induzieren. Durch die Startreaktion 6 wird eine erste Energie dH1 freigesetzt. Insbesondere ist die erste Energie dH1 eine exotherme Reaktionsenthalpie. Die Startreaktion 6 produziert also so viel Energie, dass die kinetische Hemmung zur Bildung der Indikatorkomponente AB, also die Aktivierungsenergie, überwunden werden kann. Es folgt die Bildung der Indikatorkomponente AB aus der ersten Komponente A und der zweiten Komponente B. Insbesondere unterscheiden sich erste und zweite Komponente A, B optisch und/oder elektrisch von der Indikatorkomponente AB.

Die Bildung der Indikatorkomponenten AB kann unabhängig von der Anwesenheit der Umwelteinflüsse U sein. Es ist also keine weitere Startreaktion nötig, wenn die erste Energie dH1 größer als die benötigte Aktivierungsenergie zwischen den Reaktionspartnern der ersten Komponente A und der zweiten Komponente B ist. Damit weist das Indikatorelement 4 des

Bauelements 100 der Figur 2 im Vergleich zu dem Bauelement 100 der Figur 1 die Indikatorkomponente AB auf, währenddessen das Indikatorelement 4 der Figur 1 die erste und die zweite Komponente A, B aufweist.

Die Figuren 3A bis 3C zeigen jeweils eine schematische Seitenansicht eines Indikatorelements 4 gemäß einer Ausführungsform. Die Indikatorelemente 4 der Figuren 3A und 3B können jeweils Bestandteil eines optoelektronischen Bauelements gemäß der Figur 1 sein. Das Indikatorelement 4 der Figur 3C kann Bestandteil eines optoelektronischen Bauelements gemäß der Figuren 2 sein.

Die Figur 3A zeigt das Indikatorelement 4, welches ein Schichtsystem aufweist. Das Indikatorelement 4 umfasst zumindest eine Schicht aus der ersten Komponente A und eine Schicht aus der zweiten Komponente B. Alternativ können die erste Komponente A in der ersten Schicht und die zweite Komponente B in der zweiten Schicht jeweils in einem Matrixmaterial 8 eindispergiert sein (hier nicht gezeigt). Insbesondere sind die erste Komponente A und die zweite Komponente B in direktem Kontakt zueinander angeordnet, so dass diese zu einer Reaktion und zur Bildung der Indikatorkomponente AB befähigt sind.

Die Figur 3B zeigt die schematische Seitenansicht eines Indikatorelements 4, bei dem die erste Komponente A und die zweite Komponente B in einem Matrixmaterial 8 eindispergiert sind. Das Matrixmaterial ist insbesondere nicht reaktiv, beispielsweise ein unreaktives Füllmaterial aus Aluminiumoxid oder Harz.

Die Figur 3C unterscheidet sich von den Indikatorelementen 4 der Figuren 3A und 3B dadurch, dass das Indikatorelement 4 der Figur 3C die Indikatorkomponente AB aufweist. Das Indikatorelement 4 ist Bestandteil eines optoelektronischen Bauelements 100, das eine Fehlstelle, insbesondere eine lokale Fehlstelle, in dem Verkapselungselement 3 aufweist. Insbesondere ist die Indikatorkomponente AB innerhalb des gesamten Indikatorelements 4 angeordnet. Insbesondere ist das Indikatorelement 4 über den gesamten organischen funktionellen Schichtenstapel 2 angeordnet.

Die Figuren 4A bis 4C zeigen jeweils ein Energieprofil einer möglichen chemischen Reaktion in dem Indikatorelement 4. Es ist jeweils die Energie E in Abhängigkeit von der Reaktionskoordinate RK dargestellt.

Die Figur 4A zeigt das Energieprofil der Ausgangsstoffe, also der ersten und zweiten Komponente A, B. Damit die erste Komponente A und die zweite Komponente B überhaupt miteinander reagieren können, müssen sie erst "angeregt" werden. Man muss also jedem Teilchen eine bestimmte Energiemenge, die Aktivierungsenergie E_a, zuführen. Dadurch wird es in einen instabilen Übergangszustand (hier durch das Kurvenmaximum gezeigt) versetzt, von dem aus die Reaktion zum Reaktionsprodukt, der Indikatorkomponente AB, weiterläuft. Die Figur 4A zeigt das Energieprofil für eine exotherme Reaktion. Alternativ könnte die Reaktion auch endotherm sein.

Die Energiedifferenz zwischen den Edukten und Produkten ist die Reaktionsenthalpie dH oder dH1. Bevor diese frei wird, muss erst die Aktivierungsenergie E_a zugeführt werden. Ausgehend vom Übergangszustand wird dann die Summe der Energien aus dH1 + E_a abgegeben.

In dem Diagramm sieht man, dass für die Rückreaktion als Aktivierungsenergie ein höherer Betrag nötig ist, da der Übergangszustand um dH1 weiter von den Produkten entfernt ist. Die Reaktionskoordinate RK symbolisiert in diesem Diagramm den Reaktionsverlauf von den Edukten zu den Produkten.

Die Figur 4A zeigt, dass eine hohe Aktivierungsenergie E_a vorliegt. Damit wird im Fall einer funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements eine Reaktion A + B → AB bei Betriebsbedingungen kinetisch gehemmt. Es gilt: dH1 > E_a.

Weist das Verkapselungselement zumindest eine Fehlstelle auf, beispielsweise in der Dünnfilmbeschichtung 33, können Umwelteinflüsse U zu dem Indikatorelement 4 eindringen. Insbesondere stehen Umwelteinflüsse U, wie beispielsweise Wasser, mit dem Indikatorelement in direktem Kontakt. Dadurch kann eine Startreaktion 6 induziert werden (Figur 4B). Die Startreaktion 6 kann beispielsweise eine Katalyse sein. Insbesondere ist die Startreaktion 6 eine Protonenkatalyse, wobei der Katalysator Wasser ist.

Der Katalysator reduziert die Aktivierungsenergie E_a, so dass sich aus der ersten und zweiten Komponente A, B bei Betriebsbedingungen die Indikatorkomponente AB bildet. Der Katalysator beeinflusst dabei die Lage des chemischen Gleichgewichtes nicht. Das Gleichgewicht wird nur durch den Katalysator schneller erreicht. Es wird eine erste Energie dH1, wie in Figur 4B gezeigt, frei. Die erste Energie dH1 reicht aus, um eine weiterführende Reaktion A + B → AB, wie in Figur 4C gezeigt, zu aktivieren. Die erste Energie dH1 der Startreaktion ist größer als die Aktivierungsenergie E_a, so

dass die Reaktion beschleunigt wird. Insbesondere kann die Reaktion der Figur 4C ohne Startkatalysator weitergeführt werden. Damit findet eine Reaktion statt, die visuell und/oder elektrisch detektierbar ist. Es können Fehlstellen in dem Verkapselungselement 3 detektiert und damit defekte Bauelemente 100 identifiziert werden und gegebenenfalls aussortiert werden.

Die Figuren 5A bis 5C zeigen jeweils ein Energieprofil einer chemischen Reaktion in einem Indikatorelement 4. Es ist die Energie E in Abhängigkeit von der Reaktionskoordinate RK dargestellt. Die Figur 5A zeigt das Energieprofil der ersten Komponente A und der zweiten Komponente B im Falle, wenn das Verkapselungselement 3 eine funktionsbestimmte Anwendung aufweist. Damit ist die Reaktion der ersten Komponente A und der zweiten Komponente B zur Indikatorkomponente AB zumindest kinetisch gehemmt, da die Aktivierungsenergie E_a so groß ist, dass keine Reaktion bei Betriebsbedingungen, beispielsweise bei der vorhandenen Temperatur, im Bauelement 100 stattfindet.

Weist nun das Bauelement 100 beispielsweise in dem Verkapselungselement 3 eine Fehlstelle 5 auf, können Umwelteinflüsse U in das Verkapselungselement 3 und zum Indikatorelement 4 eindringen. Es kann zumindest eine Komponente, beispielsweise die erste Komponente A, mit den Umwelteinflüssen U reagieren, wobei sich eine Verbindung AU bildet und eine erste Energie dH1 frei wird. Beispielsweise kann die erste Komponente A Zink sein und die zweite Komponente B Jod. Die erste Komponente A Zink kann mit dem Luftsauerstoff zu Zinkoxid (AU) oxidiert werden, wobei eine erste Energie dH1 entsteht. Die Reaktion Zink und Sauerstoff ist die Startreaktion 6 und weist eine Aktivierungsenergie

E_{a1} auf (Figur 5B). Alternativ könnte die Startreaktion auch eine Reduktion oder Redoxreaktion sein.

Die erste Energie dH1, die insbesondere eine exotherme Reaktionsenthalpie ist, kann nun dazu genutzt werden, um eine weiterführende Reaktion, insbesondere die Reaktion von der ersten Komponente A und der zweiten Komponente B, zur Indikatorkomponenten AB auszulösen (Figur 5C). Mit anderen Worten ist die freigesetzte Energie dH1 und dH größer als die Aktivierungsenergie E_a, so dass die Reaktion der Figur 5C beschleunigt stattfindet. Insbesondere kann die Reaktion der Figur 5C ohne Startreaktion weitergeführt werden. Es bildet sich somit in dem Indikatorelement 4 die Indikatorkomponente AB, die insbesondere eine unterschiedliche Farbe im Vergleich zu den einzelnen Komponenten A, B aufweist und damit leicht detektierbar ist. Damit können die Fehlstellen 5 des Versiegelungselements 3 leicht selektiert und somit das defekte Bauelement 100 aussortiert werden. Das Aussortieren kann insbesondere schon während der Herstellung erfolgen.

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

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

den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (100) aufweisend
- einen organischen funktionellen Schichtenstapel (2), der zwischen einer ersten und einer zweiten Elektrode (1, 7) angeordnet ist,
- ein Verkapselungselement (3), das über der zweiten Elektrode (7) angeordnet ist und in seiner funktionsbestimmten Anwendung eine Versiegelung gegenüber Umwelteinflüssen (U) für zumindest den organischen funktionellen Schichtenstapel (2) und einem Indikatorelement (4) bildet,
- wobei das Indikatorelement (4) zwischen der zweiten Elektrode (7) und dem Verkapselungselement (3) angeordnet ist,
wobei das Indikatorelement (4) zumindest eine erste Komponente (A) und eine zweite Komponente (B) aufweist, die zur Bildung einer Indikatorkomponente (AB) befähigt sind,
wobei im Fall der funktionsbestimmten Anwendung des Verkapselungselements (3) die Bildung der Indikatorkomponente (AB) zumindest kinetisch gehemmt ist,
wobei im Fall zumindest einer Fehlstelle (5) in dem Verkapselungselement (3) Umwelteinflüsse (U) mit dem Indikatorelement (4) in Kontakt sind, so dass eine Startreaktion (6) unter Freisetzung einer ersten Energie (dH1) erfolgt, wobei die erste Energie (dH1) der Startreaktion die Bildung der Indikatorkomponente (AB) aktiviert.

2. Optoelektronisches Bauelement (100) nach Anspruch 1,
wobei die erste Komponente (A) und/oder die zweite Komponente (B) verglichen zur Indikatorkomponente (AB) einen unterschiedlichen visuellen Eindruck für einen äußeren

Betrachter und/oder eine unterschiedliche Strom-Spannungskennlinie aufweisen, so dass im Fall einer Fehlstelle (5) in dem Verkapselungselement (3) die Indikatorkomponente (AB) identifizierbar ist.

3. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der organische funktionelle Schichtenstapel(2) eine Strahlungshauptfläche (31) aufweist, die zur Emission von Strahlung eingerichtet ist und von dem Indikatorelement (4) vollständig bedeckt ist, wobei im Fall zumindest einer lokalen Fehlstelle (5) in dem Verkapselungselement (3) Umwelteinflüsse (U) mit dem Indikatorelement (4) zumindest lokal in Kontakt sind und die Startreaktion (6) unter Freisetzung der ersten Energie (dH1) erfolgt, wobei die erste Energie (dH1) die Bildung der Indikatorkomponenten (AB) in dem gesamten Indikatorelement (4) erzeugt, so dass der Strahlungshauptfläche (31) die Indikatorkomponente (AB) ganzflächig nachgeordnet ist.

4. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Startreaktion (6) durch Reaktion der ersten und/oder zweiten Komponente (A, B) oder durch Reaktion zumindest einer von der ersten und zweiten Komponente (A, B) verschiedenen dritten Komponente (C) mit den Umwelteinflüssen (U) erfolgt.

5. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Startreaktion (6) eine Katalyse ist, die die Bildung der Indikatorkomponente (AB) aktiviert, wobei nach Aktivierung der Bildung der Indikatorkomponente (AB) durch

die Katalyse, die Bildung der Indikatorkomponente (AB) ohne Startreaktion (6) erfolgt.

6. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Katalyse eine Protonenkatalyse ist und der Katalysator Wasser ist.

7. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Startreaktion (6) eine Oxidationsreaktion und/oder Reduktionsreaktion zumindest der ersten und/oder zweiten Komponente (A, B) mit den Umwelteinflüssen (U) unter Bildung der ersten Energie (dH1) ist, wobei die erste Energie (dH1) die Bildung der Indikatorkomponente (AB) aktiviert.

8. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei nach erfolgter Startreaktion (6) die erste Komponente (A) und die zweite Komponente (B) die Indikatorkomponente (AB) unabhängig von der Anwesenheit von Umwelteinflüssen (U) bildet.

9. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Bildung der Indikatorkomponente (AB) eine beschleunigte Reaktion ist.

10. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste Komponente (A) Zink und die zweite Komponente (B) Jod ist.

11. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste Komponente (A) und die zweite Komponente (B) ein unterschiedliches Redoxpotential aufweisen.

12. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste und zweite Komponente (A, B) unabhängig voneinander aus einer Gruppe ausgewählt sind, die Mg, Ca, Al, Ti, Zr, Fe, B, Si, FeOx, MgOx, CuOx, WOx, MoOx, MnOx, CuOx, BiOx, ZnOx, SnOx, Nitrate, Chlorate, Perchlorate, Peroxide, Dinitramine, Chromate, Permanganate, Ammoniumnitrat, Ammoniumperchlorat, Ammoniumdinitrimid, Natriumpercarbonat, 2,2,6,6-Tetramethylpiperidinyloxyl und N-Methylmorpholin-N-Oxid, MgH_2, ZrH_2, LiAlH, Kalziumsilizid, Arsensulfid, Antinomsulfid, Bismutsulfid und stickstoffenthaltende Verbindungen umfasst.

13. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Indikatorelement (4) ein Schichtsystem ist, das zumindest eine Schicht aus der ersten Komponente (A) und eine Schicht aus der zweiten Komponente (B) umfasst, wobei die Schichten aus der ersten und der zweiten Komponente (A, B) in direktem Kontakt zueinander angeordnet sind.

14. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Indikatorelement (4) die erste und die zweite Komponente (A, B) als Gemisch aufweist.

15. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die erste und/oder zweite Komponente (A, B) in einem Matrixmaterial (8) enthalten sind, wobei das Matrixmaterial (8) ein Oxid eines Übergangsmetalls, ein Harz und/oder ein Polymer ist.

16. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste und/oder zweite Komponente (A, B) einen Anteil in dem Indikatorelement (4) von 1 ng bis 1 mg aufweist.

17. Verfahren zur Detektion einer Fehlstelle (5) in einem optoelektronischen Bauelement (100) mit den Schritten:
A) Bereitstellen eines optoelektronischen Bauelements (100) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 15, und
B) optische und/oder elektrische Detektion der Fehlstelle (5) durch Bildung der Indikatorkomponente (AB).

FIG 1

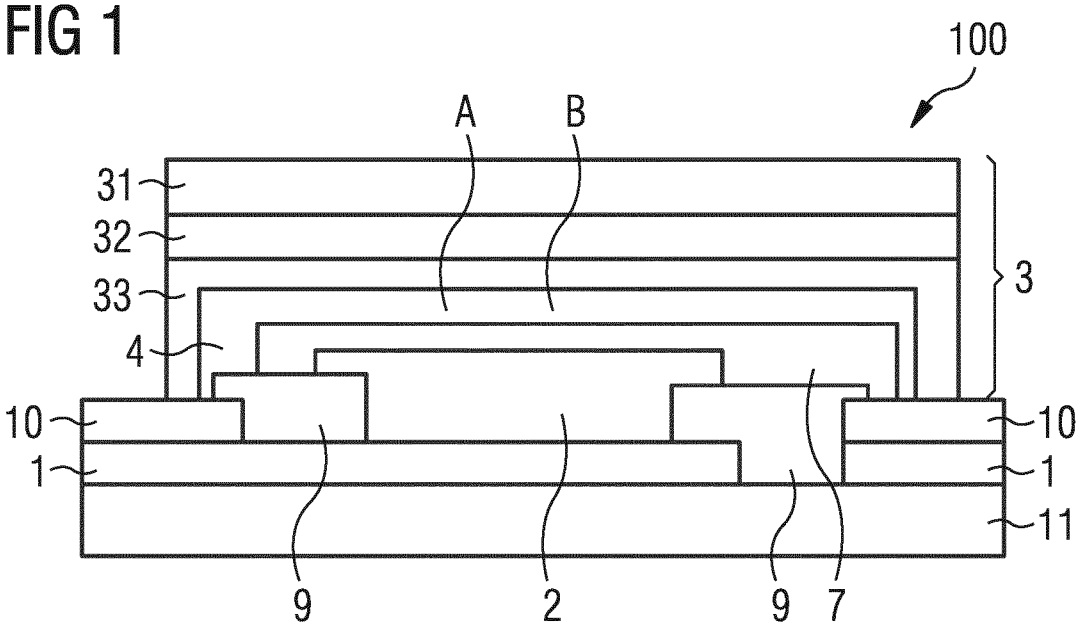

100
A
B
31
32
33
4
3
10
1
10
1
11
9
2
9
7

FIG 2

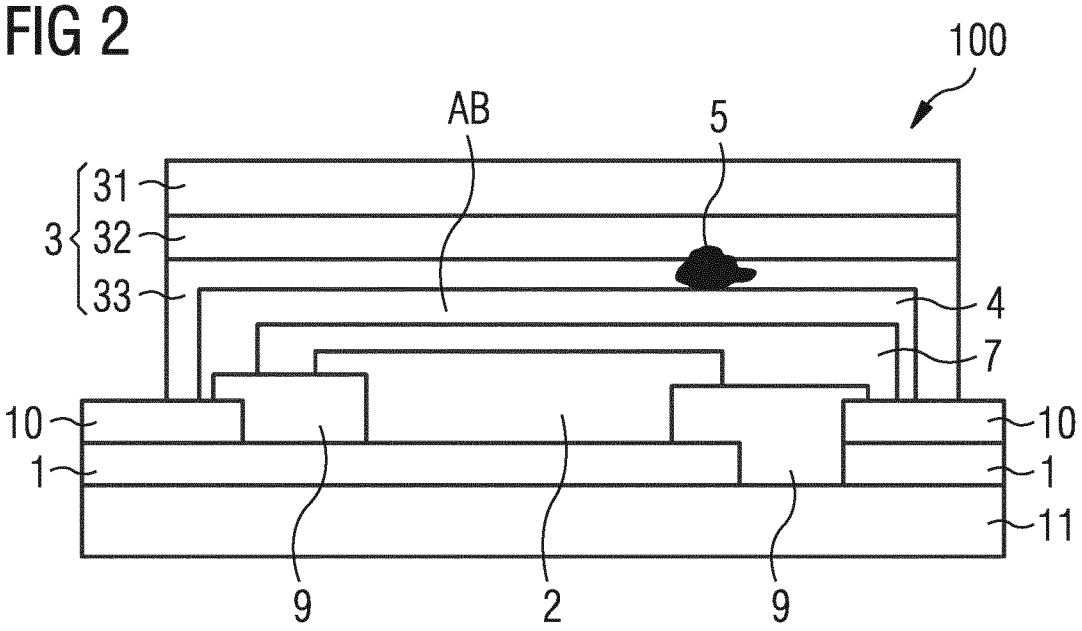

100
AB
5
3
31
32
33
4
7
10
1
10
1
11
9
2
9

FIG 3A

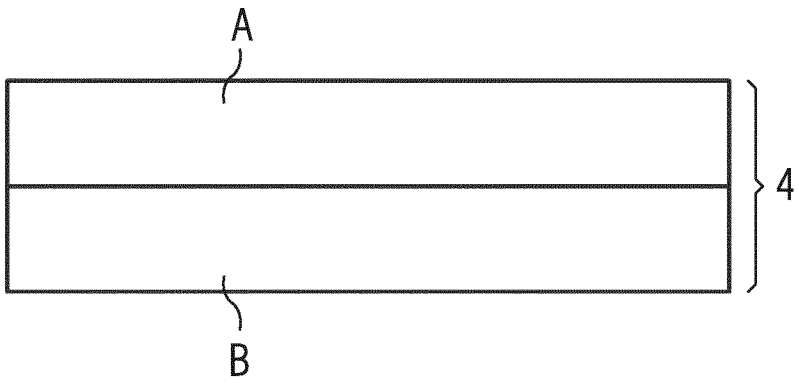


FIG 3B

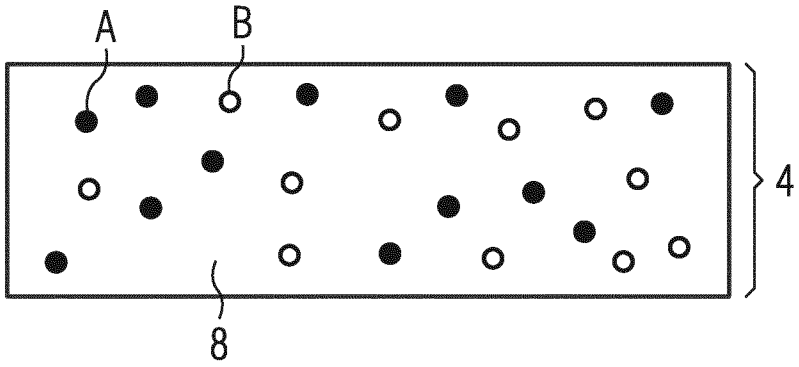


FIG 3C

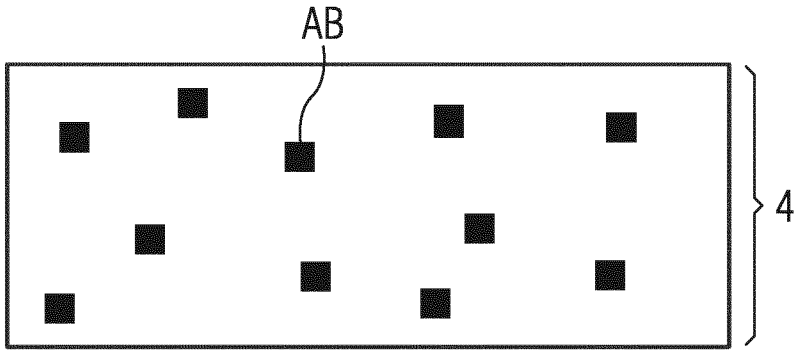


FIG 4A

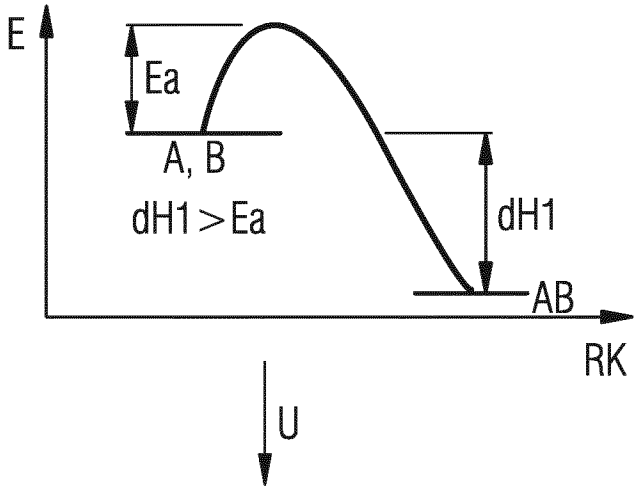


FIG 4B

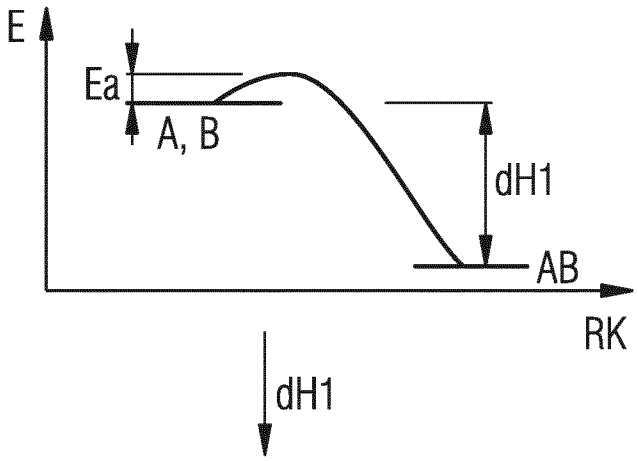


FIG 4C

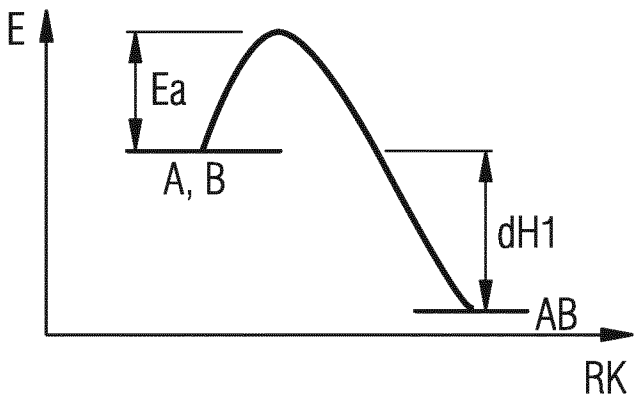


FIG 5A

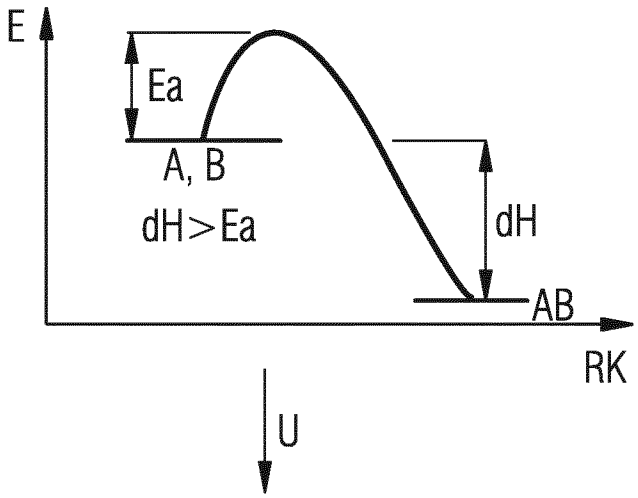


FIG 5B

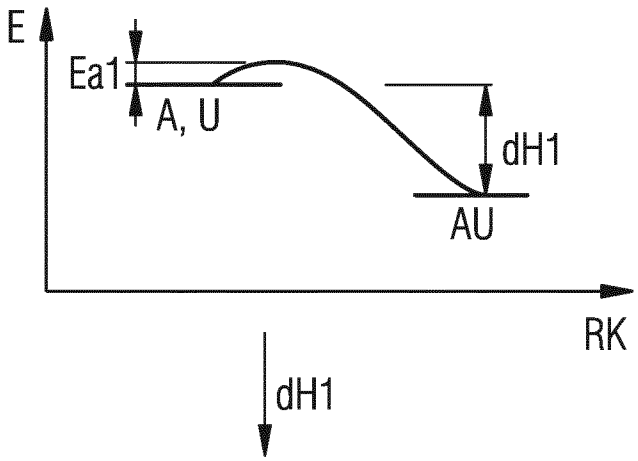
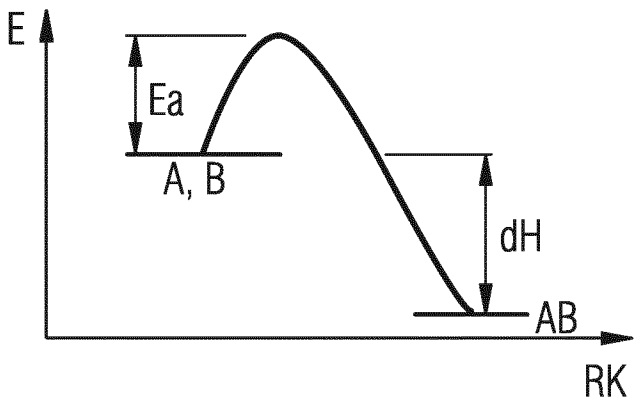


FIG 5C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/068567

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52 G01N31/22
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 G01N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/289202 A1 (YAKIMOV AHARON [US] ET AL) 26 November 2009 (2009-11-26) paragraphs [0006], [0013], [0017]; figures 1,2	1,2,15, 17
X	US 2014/374712 A1 (PAK SANG-JIN [KR]) 25 December 2014 (2014-12-25) paragraph [0044] - paragraph [0047]; figure 2 paragraph [0053] - paragraph [0057]	1,17
E	WO 2016/150929 A1 (OSRAM OLED GMBH [DE]) 29 September 2016 (2016-09-29) page 22, line 15 - page 23, line 14; figure 1 page 27, line 1 - line 17 page 30, line 27 - line 32; figure 8D page 20, line 21 - page 21, line 6	1-9,14, 17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
24 October 2016	03/11/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Pusch, Catharina

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/068567

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009289202 A1	26-11-2009	NONE	
US 2014374712 A1	25-12-2014	CN 104241546 A	24-12-2014
		KR 20150000227 A	02-01-2015
		TW 201507236 A	16-02-2015
		US 2014374712 A1	25-12-2014
WO 2016150929 A1	29-09-2016	DE 102015205503 A1	29-09-2016
		WO 2016150929 A1	29-09-2016

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/068567

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L51/52 G01N31/22
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L G01N

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2009/289202 A1 (YAKIMOV AHARON [US] ET AL) 26. November 2009 (2009-11-26) Absätze [0006], [0013], [0017]; Abbildungen 1,2	1,2,15, 17
X	US 2014/374712 A1 (PAK SANG-JIN [KR]) 25. Dezember 2014 (2014-12-25) Absatz [0044] - Absatz [0047]; Abbildung 2 Absatz [0053] - Absatz [0057]	1,17
E	WO 2016/150929 A1 (OSRAM OLED GMBH [DE]) 29. September 2016 (2016-09-29) Seite 22, Zeile 15 - Seite 23, Zeile 14; Abbildung 1 Seite 27, Zeile 1 - Zeile 17 Seite 30, Zeile 27 - Zeile 32; Abbildung 8D Seite 20, Zeile 21 - Seite 21, Zeile 6	1-9,14, 17

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Oktober 2016	03/11/2016

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/068567

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009289202 A1	26-11-2009	KEINE	
US 2014374712 A1	25-12-2014	CN 104241546 A	24-12-2014
		KR 20150000227 A	02-01-2015
		TW 201507236 A	16-02-2015
		US 2014374712 A1	25-12-2014
WO 2016150929 A1	29-09-2016	DE 102015205503 A1	29-09-2016
		WO 2016150929 A1	29-09-2016