

(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

20. September 2012 (20.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/123196 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/052209

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Februar 2012 (09.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102011005612.2 16. März 2011 (16.03.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstraße 4, 93055 Regensburg  
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHWAMB, Philipp**  
[DE/DE]; Sedanstraße 23, 93055 Regensburg (DE). **SETZ,  
Daniel Steffen** [DE/DE]; Bischof-Konrad-Strasse 7, 93051  
Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **PAUL, Benjamin**; OSRAM GmbH, Postfach 22  
16 34, 80506 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
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, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

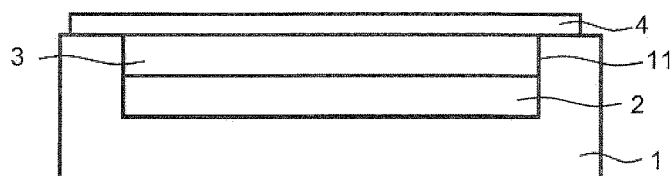
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

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

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

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

FIG. 3A



(57) Abstract: The invention states an organic optoelectronic component having a substrate (1) on which an intermediate layer (2) and, above the latter, an optoelectronic layer stack (3) having at least one organic optoelectronic layer are arranged, wherein the intermediate layer (2) and the optoelectronic layer stack (3) are encapsulated by the substrate (1) and an encapsulation layer (4) arranged above the optoelectronic layer stack (3). Methods for producing an optoelectronic component are also stated.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein organisches optoelektronisches Bauelement mit einem Substrat (1) angegeben, auf dem eine Zwischenschicht (2) und darüber ein optoelektronischer Schichtenstapel (3) mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht angeordnet sind, wobei die Zwischenschicht (2) und der optoelektronische Schichtenstapel (3) vom Substrat (1) und einer über dem optoelektronischen Schichtenstapel (3) angeordneten Verkapselungsschicht (4) verkapselt sind. Weiterhin werden Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements angegeben.



WO 2012/123196 A1

## Beschreibung

Organisches optoelektronisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements

5

Es werden ein organisches optoelektronisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements angegeben.

- 10 Organische optoelektronische Bauelemente, die beispielsweise als Licht emittierende organische Dioden (OLED) ausgebildet sein können, weisen typischerweise ein Substrat auf, auf dem funktionelle Schichten aufgebracht sind. Die funktionellen Schichten können gebildet werden durch eine oder mehrere
- 15 organische funktionelle Schichten sowie Elektrodenschichten. Die Materialien dieser Schichten sind dabei zumindest teilweise empfindlich gegenüber Feuchtigkeit und/oder oxidierenden Substanzen wie etwa Sauerstoff, sodass über diesen Schichten üblicherweise eine Abdeckung als
- 20 Verkapselung angeordnet ist, die die Schichten zusammen mit dem Substrat gegenüber der Umgebung verkapseln und so gegenüber schädigenden Substanzen abschirmen können.

- Zumindest einigen Ausführungsformen liegt die Aufgabe
- 25 zugrunde, ein organisches optoelektronisches Bauelement anzugeben, das eine Verkapselung aufweist.
- Weitere Aufgaben von bestimmten Ausführungsformen sind, Verfahren zur Herstellung von organischen optoelektronischen Bauelementen mit einer Verkapselung anzugeben.

30

Diese Aufgaben werden durch einen Gegenstand und Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Gegenstands sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet

und gehen weiterhin aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen hervor.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist ein organisches optoelektronisches Bauelement ein Substrat auf, auf dem ein  
5 optoelektronischer Schichtenstapel mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht angeordnet ist.

Das organische optoelektronische Bauelement kann als Licht  
10 emittierendes organisches optoelektronisches Bauelement ausgeführt sein und als zumindest eine organische optoelektronische Schicht eine Licht emittierende organische optoelektronische Schicht aufweisen. Das organische optoelektronische Bauelement kann insbesondere als  
15 organische, Licht emittierende Diode (OLED) ausgeführt sein. Alternativ oder zusätzlich kann das organische optoelektronische Bauelement auch als Licht empfangendes optoelektronisches Bauelement ausgeführt sein und zumindest eine organische optoelektronische Schicht aufweisen, die  
20 Licht absorbieren und in elektrische Ladung umwandeln kann.

Gemäß zumindest einer weiteren Ausführungsform weist der optoelektronische Schichtenstapel eine erste Elektrode auf, die auf einer dem Substrat zugewandten Seite des  
25 Schichtenstapels angeordnet ist. Über der ersten Elektrode kann die zumindest eine organische optoelektronische Schicht angeordnet sein. Weiterhin können über der ersten Elektrode weitere organische funktionelle Schichten aufgebracht sein. Die zumindest eine organische optoelektronische Schicht  
30 und/oder die weiteren organischen funktionellen Schichten können dabei beispielsweise jeweils als eine oder mehrere Lochinjektionsschichten, Lochtransportschichten, Elektronenblockierschichten, elektrolumineszierende Schichten, Lochblockierschichten, Elektronentransport-

schichten und/oder Elektroneninjectionsschichten oder als Schichtstapel mit einer oder mehreren dieser Schichten ausgeführt sein. Über der zumindest einen organischen optoelektronischen Schicht oder über der zumindest einen organischen optoelektronischen Schicht und den weiteren organischen funktionellen Schichten kann eine zweite Elektrode angeordnet sein, die auf einer dem Substrat abgewandten Seite des Schichtenstapels angeordnet ist.

- 10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Substrat Glas, Quarz, Kunststoff und/oder Metall auf oder ist daraus gebildet. Ist das organische optoelektronische Bauelement als Licht emittierendes Bauelement ausgebildet, das durch das Substrat Licht abstrahlt, oder als Licht empfangendes Bauelement, das durch das Substrat Licht empfängt, so kann das Substrat bevorzugt transparent ausgeführt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat aus einer Glasfolie, einer Glasschicht, einer Metallfolie, einer Metallschicht, einer Kunststofffolie, einer Kunststoffschicht oder einer Kombination daraus gebildet. Derartige Materialien können den Vorteil aufweisen, dass sie leicht verarbeitbar sowie kostengünstig herstellbar sind.

- 25 Zumindest eine der Elektroden kann transparent ausgeführt sein. Beispielsweise kann die erste Elektrode, beispielsweise auch in Kombination mit dem Substrat, transparent ausgeführt sein. Alternativ oder zusätzlich kann auch die zweite Elektrode transparent ausgeführt sein. Als Materialien für eine transparente Elektrode eignen sich insbesondere transparente leitende Oxide (transparent conductive oxides, kurz "TCO"), die durch transparente, elektrisch leitende Materialien gebildet werden, beispielsweise Metalloxide wie etwa Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid

oder Indium-Zinn-Oxid (ITO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen wie beispielsweise  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SnO}_2$  oder  $\text{In}_2\text{O}_3$  gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen wie etwa  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$ ,  $\text{CdSnO}_3$ ,  $\text{ZnSnO}_3$ ,  $\text{MgIn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{GaInO}_3$ ,  $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$  oder  
5  $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$  oder Mischungen unterschiedlicher transparenter leitender Oxide zur Gruppe der TCOs. Weiterhin entsprechen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung und können auch p- oder n-dotiert sein. Eine Elektrode, die ein TCO umfasst oder aus einem TCO besteht,  
10 kann insbesondere als Anode ausgebildet sein. Weiterhin können die erste und/oder die zweite Elektrode ein Metall, etwa Aluminium, Barium, Indium, Silber, Gold, Magnesium, Calcium oder Lithium sowie Verbindungen, Kombinationen oder Legierungen daraus aufweisen. Derartige Materialien können  
15 vorteilhaft zur Bildung einer als Kathode ausgeführten Elektrode sein. Weiterhin ist es auch möglich, dass die erste und/oder zweite Elektrode aus einer Kombination oder einem Schichtenstapel eines oder mehrerer Metalle und/oder eines oder mehrerer TCOs gebildet ist.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die organische optoelektronische Schicht und/oder die organischen funktionellen Schichten organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine, nicht-  
25 polymere Moleküle ("small molecules") oder Kombinationen daraus aufweisen. Beispielsweise kann der optoelektronische Schichtenstapel zwischen der ersten und der zweiten Elektrode eine Lochtransportschicht aufweisen, um eine effektive Löcherinjektion in die als elektrolumineszierende Schicht  
30 ausgebildete organische optoelektronische Schicht zu ermöglichen. Als Materialien für eine Lochtransportschicht können sich beispielsweise tertiäre Amine, Carbazolderivate, leitendes Polyanilin oder Polyethylenedioxythiophen als vorteilhaft erweisen. Die organische optoelektronische

Schicht kann ein elektrolumineszierendes Material, das eine Strahlungsemission aufgrund von Fluoreszenz oder Phosphoreszenz aufweist, umfassen, beispielsweise Polyfluoren, Polythiophen oder Polyphenylen oder Derivate, Verbindungen, Mischungen oder Copolymere davon. Der optoelektronische Schichtenstapel kann weitere Schichten bzw. Materialien aufweisen. Alternative und weitere Materialien, Schichten und Schichtkombinationen sind dem Fachmann bekannt und werden hier nicht weiter ausgeführt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das organische optoelektronische Bauelement auf dem Substrat eine Zwischenschicht auf, auf der der optoelektronische Schichtenstapel angeordnet ist. Mit anderen Worten kann zwischen dem Substrat und dem optoelektronischen Schichtenstapel eine Zwischenschicht angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Zwischenschicht als Planarisierungsschicht ausgebildet. Eine als Planarisierungsschicht ausgebildete Zwischenschicht kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn das verwendete Substrat eine derart raue Oberfläche aufweist, dass über dieser eine zusätzliche Planarisierungsschicht aufgebracht werden muss, bevor die funktionellen Schichten des Bauelements abgeschieden werden können, um ein dauerhaft funktionsfähiges Bauelement zu erhalten. Die Zwischenschicht kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass sie Oberflächenunebenheiten und -rauheiten des Substrats ausgleichen und planarisieren kann, die ein direktes Aufbringen des optoelektronischen Schichtenstapels auf das Substrat erschweren oder verhindern würden. Die Oberflächenstruktur in Form von Oberflächenunebenheiten und/oder -Rauheiten kann beispielsweise durch das Substratmaterial selbst gegeben sein, herstellungsbedingt

sein oder, insbesondere bei kostengünstigen Substraten, aufgrund verringerter Qualitätsanforderungen vorhanden sein. Beispielsweise können Metallfolien oder günstige Glassubstrate eine Oberflächenstruktur aufweisen, die ein  
5 direktes Aufbringen des optoelektronischen Schichtenstapels in ausreichender Qualität verhindern. Es kann aber auch möglich sein, dass das Substrat gezielt mit einer Oberflächenstruktur, beispielsweise Lichtauskoppelhilfen in Form einer gezielten Rauheit oder in Form von gezielt  
10 erzeugten Strukturen zur erleichterten optischen Ein- oder Auskopplung von Licht durch das Substrat, versehen ist. Im letzteren Fall können die Oberflächenunebenheiten beispielsweise eine regelmäßige Struktur in Form von prismenförmigen und/oder linsenförmigen Erhebungen und/oder  
15 Vertiefungen aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Zwischenschicht zusätzlich oder alternativ auch als optische Auskoppelschicht ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Zwischenschicht  
20 dazu einen Brechungsindex aufweisen, der eine Einkopplung von im optoelektronischen Schichtenstapel erzeugtem Licht in das Substrat erleichtert. Dabei kann besonders bevorzugt der Brechungsindex der Zwischenschicht größer oder gleich dem Brechungsindex der zumindest einen organischen  
25 optoelektronischen Schicht und/oder des optoelektronischen Schichtenstapels sein. Beispielsweise kann der Brechungsindex der Zwischenschicht größer oder gleich 1,5 oder auch größer oder gleich 1,8 sein.

30 Weiterhin kann die Zwischenschicht Licht streuende Elemente, insbesondere Streupartikel und/oder Poren und/oder eine Oberflächenstruktur aufweisen. Beispielsweise können die Streupartikel beispielsweise ein Metalloxid, etwa Titanoxid oder Aluminiumoxid, und/oder Glaspartikel aufweisen oder

daraus sein. Die Licht streuenden Elemente können bevorzugt eine Größe, also insbesondere Abmessungen wie etwa einen Durchmesser, von kleiner oder gleich  $10\ \mu\text{m}$  und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich  $3\ \mu\text{m}$  und weiterhin von  
5 größer oder gleich  $500\ \text{nm}$  aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Zwischenschicht zusätzlich oder alternativ auch als Wellenlängenkonversionsschicht ausgebildet sein, die einen  
10 oder mehrere Wellenlängenkonversionsstoffe in einem Matrixmaterial aufweist. Der oder die Wellenlängenkonversionsstoffe können insbesondere geeignet sein, das vom optoelektronischen Schichtenstapel erzeugte Licht in einem ersten Wellenlängenbereich in Licht mit einem  
15 oder mehreren zweiten, vom ersten Wellenlängenbereichen verschiedenen Wellenlängenbereichen zu konvertieren, um so eine mischfarbige Lichtabstrahlung des organischen optoelektronischen Bauelements zu ermöglichen.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Zwischenschicht auch mehrere der vorgenannten Funktionalitäten aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Zwischenschicht ein Kunststoffmaterial, beispielsweise ein Silikon, ein  
25 Epoxid, ein Acrylat und/oder ein Imid oder eine Kombination, ein Copolymer oder eine Verbindung daraus, aufweisen oder daraus sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die  
30 Zwischenschicht keine elektronische und keine optoelektronische Funktionalität auf. Das kann insbesondere bedeuten, dass die Zwischenschicht elektrisch isolierend ausgebildet ist und lediglich eine planarisierende Funktion und/oder eine optische Funktionalität wie oben beschrieben



aufweist. Weiterhin kann die Zwischenschicht durchlässig gegenüber Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff sein. Mit anderen Worten kann die Zwischenschicht ein Material aufweisen oder daraus sein, das nicht hermetisch dicht gegenüber

5 Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff ist. Dies kann den Vorteil aufweisen, dass das Material der Zwischenschicht nur hinsichtlich seiner planarisierenden und/oder optischen Eigenschaften ausgewählt werden muss, während nicht auch noch darauf geachtet werden muss, dass die Zwischenschicht  
10 hermetisch dicht ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der optoelektronische Schichtenstapel unmittelbar auf der Zwischenschicht angeordnet. Das kann insbesondere bedeuten,  
15 dass der optoelektronische Schichtenstapel direkt und ohne weitere dazwischen liegende Schicht auf der Zwischenschicht angeordnet ist. Insbesondere kann dabei die oben genannte erste Elektrode direkt und unmittelbar auf der Zwischenschicht angeordnet sein.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Zwischenschicht direkt und unmittelbar auf dem Substrat angeordnet, ohne dass eine weitere Schicht zwischen der Zwischenschicht und dem Substrat aufgebracht ist. Insbesondere kann es möglich sein,  
25 dass beispielsweise keine Verkapselungsschicht zwischen der Zwischenschicht und dem Substrat und/oder zwischen der Zwischenschicht und dem optoelektronischen Schichtenstapel angeordnet ist, wodurch sich eine einfache Prozessierbarkeit durch die Anordnung der Zwischenschicht unmittelbar zwischen  
30 dem Substrat und dem optoelektronischen Schichtenstapel ergeben kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das organische optoelektronische Bauelement eine Verkapselungsschicht auf.

Die Verkapselungsschicht kann insbesondere über der Zwischenschicht und dem optoelektronischen Schichtenstapel angeordnet sein und zusammen mit dem Substrat die Zwischenschicht und den optoelektronischen Schichtenstapel  
5 verkapseln.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform können das Substrat und die Verkapselungsschicht einen abgeschlossenen Raum bilden, in dem der Schichtenstapel und die Zwischenschicht angeordnet  
10 sind. Weiterhin kann das Substrat einen um den optoelektronischen Schichtenstapel und die Zwischenschicht umlaufenden Bereich aufweisen, der frei von der Zwischenschicht ist und in dem die Verkapselungsschicht an das Substrat angrenzend angeordnet ist. Dies kann  
15 insbesondere bedeuten, dass die Verkapselungsschicht in diesem Bereich unmittelbar und in direktem Kontakt an das Substrat angrenzt, sodass das organische optoelektronische Bauelement nach außen zur Umgebung hin nur Oberflächen des Substrats und der Verkapselungsschicht aufweist.

20

Besonders bevorzugt kann das Substrat gemäß einer weiteren Ausführungsform dicht gegenüber Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff sein und insbesondere hermetisch dicht ausgebildet sein, sodass der optoelektronische Schichtenstapel  
25 substratseitig vor dem Eindringen von Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff geschützt ist. Mit "hermetisch dicht" werden hier und im Folgenden Schichten und Anordnungen bezeichnet, die eine Durchlässigkeit für schädigende Substanzen, beispielsweise eine Durchlässigkeit für Wasserdampf ("water  
30 vapor transmission rate", WVTR) und/oder eine Durchlässigkeit für Sauerstoff ("oxygen diffusion rate", ODR), geringer ist als die entsprechende Durchlässigkeit der Zwischenschicht. Das kann beispielsweise auch bedeuten, dass die Durchlässigkeit derart gering ist, dass durch den Eintrag von

Wasserdampf auf die Lebensdauer des Bauelements gerechnet das Risiko eines Ausfalls und/oder einer Schädigung des Bauelements vermindert oder ganz verhindert werden kann. Beispielsweise kann dazu die WVTR weniger als  $10^{-5}$  g/m<sup>2</sup>/Tag, 5 bevorzugt weniger als  $10^{-6}$  g/m<sup>2</sup>/Tag und besonders bevorzugt 0 sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform bilden das Substrat und die Verkapselungsschicht eine hermetisch dichte Verkapselung 10 für den optoelektronischen Schichtenstapel und die Zwischenschicht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Verkapselungsschicht als Dünnschichtverkapselung ausgebildet, 15 die eine oder mehrere durch ein Aufwachsverfahren abgeschiedene Schichten aufweist. Das Aufwachsverfahren kann dabei eine Atomlagenabscheidung („atomic layer deposition“, ALD), eine chemische Gasphasenabscheidung („chemical vapor deposition“, CVD), beispielsweise eine plasmaunterstützte 20 chemische Gasphasenabscheidung („plasma enhanced chemical vapor deposition“, PECVD), oder eine Kombination daraus sein. Insbesondere kann ein ALD-Verfahren geeignet sein, eine oder mehrere dünne, hermetisch dichte Schichten abzuscheiden, sodass die Verkapselungsschicht hermetisch dicht gegenüber 25 Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff ist. Die Verkapselungsschicht kann eine oder mehrere Schichten aufweisen mit einem oder mehreren Materialien, die ausgewählt aus einem Oxid, einem Nitrid oder einem Oxinitrid sind. Bevorzugt kann das Material ein Oxid, Nitrid oder Oxinitrid 30 mit Aluminium, Titan, Zirkon und/oder Hafnium aufweisen oder sein, beispielsweise Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Titanoxid (TiO<sub>2</sub>), Zirkonoxid (ZrO<sub>2</sub>), Hafniumoxid (HfO<sub>2</sub>) oder eine Kombination daraus.

Dadurch, dass die Verkapselungsschicht und das Substrat sowohl die Zwischenschicht als auch den optoelektronischen Schichtenstapel verkapseln und damit hermetisch dicht gegenüber der Umgebung abschließen, ist es nicht  
5 erforderlich, zwischen der Zwischenschicht und dem organischen Schichtenstapel eine zusätzliche Verkapselungsschicht anzuordnen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird bei einem Verfahren  
10 zur Herstellung eines organischen optoelektronischen Bauelements ein Substrat bereitgestellt, auf dem großflächig eine Zwischenschicht aufgebracht wird. Auf der Zwischenschicht wird in einem weiteren Verfahrensschritt ein  
15 optoelektronischer Schichtenstapel mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht aufgebracht. In einem weiteren Verfahrensschritt kann ein Teil der Zwischenschicht, der in einem um den optoelektronischen Schichtenstapel umlaufenden Bereich angeordnet ist, entfernt werden. In einem weiteren Verfahrensschritt wird über dem optoelektronischen  
20 Schichtenstapel und der Zwischenschicht eine Verkapselungsschicht aufgebracht, die den optoelektronischen Schichtenstapel und die Zwischenschicht zusammen mit dem Substrat verkapselt.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Entfernen des Teils der Zwischenschicht vor dem Aufbringen des optoelektronischen Schichtenstapels durchgeführt werden. Hierzu kann ein Verfahren angewendet werden, das ausgewählt sein kann aus Laserablation und Ätzen.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann in einem Verfahren zur Herstellung eines organischen optoelektronischen Bauelements ein Substrat bereitgestellt werden, in dem eine Vertiefung ausgebildet ist oder wird. Weiterhin kann in einem

weiteren Verfahrensschritt in der Vertiefung eine Zwischenschicht aufgebracht werden und auf der Zwischenschicht ein optoelektronischer Schichtenstapel mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht  
5 angeordnet werden. Dabei kann es möglich sein, dass die Zwischenschicht oder die Zwischenschicht und der optoelektronische Schichtenstapel gänzlich in der Vertiefung angeordnet sind. Mit anderen Worten kann der optoelektronische Schichtenstapel eine der Zwischenschicht  
10 abgewandte Oberfläche aufweisen, die zusammen mit der der Zwischenschicht abgewandten Oberfläche des Substrats eine ebene Fläche bildet oder die tiefer als die der Zwischenschicht abgewandte Oberfläche des Substrats angeordnet ist. In einem weiteren Verfahrensschritt kann über  
15 dem optoelektronischen Schichtenstapel und der Zwischenschicht eine Verkapselungsschicht aufgebracht werden, die zusammen mit dem Substrat den optoelektronischen Schichtenstapel und die Zwischenschicht verkapselt. Dabei kann die Verkapselungsschicht die Vertiefung überdecken.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann auf dem optoelektronischen Schichtenstapel eine weitere Zwischenschicht aufgebracht werden. Insbesondere kann die weitere Zwischenschicht den optoelektronischen  
25 Schichtenstapel planarisieren, so dass Unebenheiten des optoelektronischen Schichtenstapels, beispielsweise gebildet durch eine Schichtstruktur und/oder Kontakte und/oder Kontaktstrukturen des optoelektronischen Schichtenstapels, ausgeglichen werden können und eine plane Oberfläche für die  
30 Verkapselungsschicht bereitgestellt werden kann.

Die weitere Zwischenschicht kann eines oder mehrere Merkmale der für die zwischen dem optoelektronischen Schichtenstapel und dem Substrat angeordnete Zwischenschicht aufweisen.

Weiterhin kann die weitere Zwischenschicht insbesondere ein Material aufweisen, auf dem die Verkapselungsschicht gut haftet und, im Falle einer mittels ALD oder auch PECVD aufgetragenen Verkapselungsschicht, gut aufwachsen kann.

- 5 Weiterhin kann die weitere Zwischenschicht aufgedampft werden und dabei beispielsweise ein organisches oder anorganisches Material aufweisen. Die weitere Zwischenschicht kann weiterhin auch durch eine Schicht des optoelektronischen Schichtenstapels gebildet sein.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Substrat eine Vertiefung auf, in der die Zwischenschicht, der optoelektronische Schichtenstapel und die weitere Zwischenschicht angeordnet sind und eine Höhe aufweisen, die  
15 der Tiefe der Vertiefung entspricht. Dadurch können der die Vertiefung umgebenden Rand des Substrats und die weitere Zwischenschicht eine ebene Oberfläche aufweisen, die zum Aufbringen der Verkapselungsschicht keine Stufen oder Kanten aufweist.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Vertiefung im Substrat mittels Ätzen und/oder Stempeln und/oder Heißprägen erzeugt werden.

- 25 Die in Verbindung mit dem optoelektronischen Bauelement genannten Merkmale und Ausführungsformen gelten gleichermaßen für die hier beschriebenen Verfahren und umgekehrt.

- Bei dem hier beschriebenen organischen optoelektronischen  
30 Bauelement kann durch eine Kombination eines hermetisch dichten Substrats und einer hermetisch dichten Verkapselungsschicht eine die Zwischenschicht und den optoelektronischen Schichtenstapel gänzlich umschließende und verkapselnde Schicht gebildet werden, wobei Grenzflächen

zwischen der Zwischenschicht und der Umgebung vermieden werden, so dass eine substratseitige Verkapselung zwischen der Zwischenschicht und dem optoelektronischen Schichtenstapel und/oder zwischen der Zwischenschicht und dem Substrat vermieden werden kann.

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

Es zeigen:

Figuren 1A und 1B schematische Darstellungen von organischen Licht emittierenden Dioden aus dem Stand der Technik, Figur 2 eine schematische Darstellung eines organischen optoelektronischen Bauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel, Figuren 3A und 3B schematische Darstellungen von organischen optoelektronischen Bauelementen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen und Figuren 4A und 4B schematische Darstellungen eines organischen optoelektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich 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 dick oder groß dimensioniert dargestellt sein.

In Figur 1A ist eine aus dem Stand der Technik bekannte organische Licht emittierende Diode gezeigt, die organische funktionelle Schichten 93 auf einem Substrat 91 aufweist.

5 Zwischen den organischen funktionellen Schichten 93 und dem Substrat 91 ist eine Planarisierungsschicht 92 angeordnet, die erforderlich ist, um Unebenheiten und Rauheiten des Substrats auszugleichen, bevor die organischen funktionellen Schichten 93 aufgebracht werden können.

10

Zur Abdeckung der Oberflächenstrukturen aufgebrachte Materialien für eine übliche Planarisierungsschicht 92 sind typischerweise nicht hermetisch dicht und bilden daher keine ausreichende Verkapselungsfunktion für die funktionalen

15 Schichten 93. Daher bildet die Planarisierungsschicht 92 einen für die Funktionsfähigkeit kritischen Wasser- und/oder Luft-Zugang. Über den organischen funktionellen Schichten 93 ist zwar eine Verkapselung 94 aufgebracht, jedoch besteht bei dem in Figur 1A gezeigten bekannten Bauelement die Gefahr, dass durch die Planarisierungsschicht 92 entlang der mittels der gestrichelten Pfeile angedeuteten Permeationspfade 99 Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff zu den organischen funktionellen Schichten 93 diffundieren kann und diese schädigen kann.

25

In Figur 1B ist eine bekannte organische Licht emittierende Diode gezeigt, das zusätzlich zwischen der Planarisierungsschicht 92 und den organischen funktionellen Schichten 93 eine Verkapselungsschicht 95 aufweist, die zusammen mit der Verkapselung 94 die organischen funktionellen Schichten 93 umschließt und damit die in Figur 1A angedeuteten Permeationspfade 99 abdichtet. Die Herstellung eines solchen Bauelements ist jedoch mit einem erhöhten Herstellungs- und Kostenaufwand verbunden, da zum

30



einen die Planarisierungsschicht 92 geeignet sein muss, dass eine zusätzliche Verkapselungsschicht 95 auf dieser aufgebracht wird, und da durch die zusätzliche Verkapselungsschicht 95 ein erhöhter Material- und  
5 Zeitaufwand erforderlich ist. Würde zur Vermeidung dieses erhöhten Aufwands die Planarisierungsschicht 92 weggelassen werden, so würde das Risiko einer Effizienz- und/oder Lebensdauerverminderung sowie einer Reduzierung der Produktionsausbeute für die Licht emittierende Diode  
10 bestehen.

In Figur 2 ist ein organisches optoelektronisches Bauelement gemäß einem Ausführungsbeispiel gezeigt, das ein Substrat 1 aufweist. Das Substrat 1 wird durch eine Metallfolie oder ein  
15 Glassubstrat gebildet, das entweder materialbedingt oder auch herstellungsbedingt eine derart hohe Rauheit aufweisen kann, dass das direkte Aufbringen eines optoelektronischen Schichtenstapels mit ausreichender Qualität nicht möglich ist. Zusätzlich kann das Substrat 1 auch auf einer oder  
20 mehreren Oberflächen, insbesondere auf der Oberfläche, die dem optoelektronischen Schichtenstapel 3 zugewandt ist, gezielt mit einer Oberflächenstruktur versehen sein, die beispielsweise als Lichtauskoppelstruktur dient.

25 Das Substrat 1 ist dabei hermetisch dicht gegenüber Feuchtigkeit und Luft, insbesondere Sauerstoff, sowie weiteren möglicherweise schädigenden Substanzen.

Auf dem Substrat 1 ist eine Zwischenschicht 2 aufgebracht,  
30 die im gezeigten Ausführungsbeispiel als Planarisierungsschicht dient. Auf der Zwischenschicht 2 ist ein optoelektronischer Schichtenstapel 3 mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht angeordnet.

Zur Herstellung der Zwischenschicht 2, die im gezeigten Ausführungsbeispiele ein Kunststoffmaterial, beispielsweise ein Silikon, ein Epoxid oder ein anderes im allgemeinen Teil genanntes Material aufweist oder daraus ist, wird diese  
5 großflächig direkt auf dem Substrat 1 aufgebracht und anschließend in einem die Zwischenschicht 2 und den darüber aufgetragenen optoelektronischen Schichtenstapel 3 umgebenden Bereich 10 wieder abgetragen. Das Abtragen kann beispielsweise durch Laserablation, Ätzen oder weitere  
10 Strukturierungsverfahren erfolgen.

Die Strukturierung der Zwischenschicht 2 erfolgt dabei bevorzugt vor dem Aufbringen des optoelektronischen Schichtenstapels 3. Es ist auch möglich, dass der  
15 optoelektronische Schichtenstapel 3 direkt nach dem großflächigen Aufbringen der Zwischenschicht 2 auf diese aufgebracht wird und die Zwischenschicht 2 erst anschließend strukturiert wird.

Alternativ oder zusätzlich zur Ausführung der Zwischenschicht 2 als Planarisierungsschicht kann diese beispielsweise auch als optische Auskoppelschicht und/oder als Wellenlängenkonversionsschicht wie oben im allgemeinen Teil beschrieben ausgeführt sein.

Der optoelektronische Schichtenstapel 3 weist im gezeigten Ausführungsbeispiel eine erste Elektrode direkt auf der Zwischenschicht 2, darüber die zumindest eine organische optoelektronische Schicht sowie weitere organische  
30 funktionelle Schichten und über diesen eine zweite Elektrode auf. Die einzelnen Schichten des optoelektronischen Schichtenstapels 3 sind der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt. Beispielsweise kann der optoelektronische Schichtenstapel 3 als zumindest eine organische

optoelektronische Schicht eine elektrolumineszierende Schicht aufweisen, sodass das in Figur 2 gezeigte organische optoelektronische Bauelement als organische Licht emittierende Diode ausgeführt sein kann. Die Schichten des  
5 optoelektronischen Schichtenstapels 3 können weitere und alternative Merkmale wie oben im allgemeinen Teil beschrieben aufweisen.

Über dem optoelektronischen Schichtenstapel 3 ist eine  
10 Verkapselungsschicht 4 aufgebracht, die den optoelektronischen Schichtenstapel 3 und die Zwischenschicht 2 verkapselt. Dazu erstreckt sich die Verkapselungsschicht 4 über den optoelektronischen Schichtenstapel 3 und die Zwischenschicht 2 von einer dem Substrat 1 abgewandten Seite  
15 des optoelektronischen Schichtenstapels 3 bis zum Bereich 10 des Substrats 1. Im Bereich 10 grenzt die Verkapselungsschicht 4 direkt an das Substrat 1 an, sodass die Verkapselungsschicht 4 und das Substrat 1 einen abgeschlossenen Raum bilden, in dem der Schichtenstapel 3 und  
20 die Zwischenschicht 2 angeordnet sind. Die Verkapselungsschicht 4 und das Substrat 1 sind hermetisch dicht und weisen jeweils eine Durchlässigkeit für schädigende Substanzen, insbesondere für Wasserdampf (WVTR) und für Sauerstoff (ODR) auf, die derart gering ist, dass durch den  
25 verbleibenden Eintrag der schädigenden Substanzen auf die Lebensdauer des Bauelements gerechnet das Risiko eines Ausfalls und/oder einer Schädigung reduziert oder ganz verhindert werden kann.

30 Zur elektrischen Kontaktierung des optoelektronischen Schichtenstapels 3 sind Leiterbahnen vorgesehen (nicht gezeigt), die von außerhalb des Bereichs 10 durch diesen zwischen der Verkapselungsschicht 4 und dem Substrat 1 zum optoelektronischen Schichtenstapel 3 geführt werden.

Die Verkapselungsschicht 4 wird im gezeigten Ausführungsbeispiel mittels eines Atomlagenabscheideverfahrens aufgebracht und weist eine oder  
5 bevorzugt mehrere Schichten auf, die Aluminiumoxid, Titanoxid, Zirkoniumoxid, Hafniumoxid oder ein weiteres im allgemeinen Teil genanntes Material oder Kombinationen daraus aufweisen.

10 Dadurch, dass die Verkapselungsschicht 4 mit dem Substrat 1 auch die Zwischenschicht 2 einschließt, kann eine hermetisch dichte Verkapselung des Schichtenstapels 3 gewährleistet werden, ohne dass es erforderlich ist, dass die  
Zwischenschicht 2 selbst hermetisch dicht ist oder dass eine  
15 zusätzliche Verkapselungsschicht wie im Stand der Technik bekannt vorgesehen werden muss. Insbesondere weist das organische optoelektronische Bauelement der Figur 2 keine Grenzfläche zwischen der Zwischenschicht 2 und der Umgebung des Bauelements auf, sodass über die Zwischenschicht 2 kein  
20 direkter Permeationspfad für schädigende Substanzen aus der Umgebung zum optoelektronischen Schichtenstapel 3 vorhanden ist.

In Figur 3A ist ein organisches optoelektronisches Bauelement  
25 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, das ein Substrat 1 aufweist, das aus einer Metallfolie oder aus Glas ist und das eine Vertiefung 11 aufweist.

Die Vertiefung 11 kann in dem Substrat 1 besonders bevorzugt  
30 großtechnisch einfach herstellbar sein, beispielsweise im Falle eines Glassubstrats kann dieses geätzt oder beim Herstellungsprozess gestempelt werden, während ein Metallsubstrat beispielsweise geprägt werden kann. Weiterhin kann das Substrat 1 auch eine Kunststofffolie aufweisen, in

der die Vertiefung beim Extrudieren der Kunststofffolie ausgebildet werden kann. Die Tiefe der Vertiefung 11 liegt dabei in einem Bereich von wenigen 100 Nanometern, beispielsweise 500 Nanometer, bis hin zu einigen 10  $\mu\text{m}$ .

5 Insbesondere kann die Tiefe der Vertiefung 11 von der Dicke der anschließend aufgetragenen Schichten abhängig sein, sodass diese nicht über den Rand der Vertiefung 11 hinausragen.

10 In der Vertiefung 11 sind die Zwischenschicht 2 und der optoelektronische Schichtenstapel 3 aufgetragen, die beispielsweise wie in Verbindung mit dem vorherigen Ausführungsbeispiel oder wie im allgemeinen Teil beschrieben ausgeführt sein können. Wie im dargestellten

15 Ausführungsbeispiel gezeigt, können die Zwischenschicht 2 und der optoelektronische Schichtenstapel 3 eine Gesamthöhe aufweisen, die der Tiefe der Vertiefung 11 entspricht, sodass der optoelektronische Schichtenstapel 3 nicht über die Vertiefung 11 hinausragt, sondern mit dem die Vertiefung 11

20 umgebenden Bereich des Substrats 1 eine im Wesentlichen plane Oberfläche ergibt. Alternativ dazu kann die Gesamthöhe der Zwischenschicht 2 und des optoelektronischen Schichtenstapels 3 kleiner als die Tiefe der Vertiefung 11 sein. Es kann auch möglich sein, dass der optoelektronische Schichtenstapel 3

25 über die Vertiefung 11 hinausragt, während die Zwischenschicht 2 gänzlich in der Vertiefung 11 angeordnet ist.

Über dem optoelektronischen Schichtenstapel 3 wird eine

30 Verkapselungsschicht 4 aufgetragen, die beispielsweise wie im Fall des vorangegangenen Ausführungsbeispiels als Dünnschichtverkapselung in Form von einer oder mehreren mittels Atomlagenabscheidung aufgetragenen Schichten ausgebildet ist. Dabei wird die Verkapselungsschicht 4 derart ausgeführt, dass

sie direkt auf dem Substratrand aufliegt, der die Vertiefung 11 umgibt, sodass durch die Verkapselungsschicht 4 und das Substrat 1 ein abgeschlossener Raum gebildet werden, in dem der optoelektronische Schichtenstapel 3 und die  
5 Zwischenschicht 2 hermetisch dicht verkapselt sind.

Die Ausbildung der Vertiefung 11 im Substrat 1 kann den Vorteil haben, dass keine Seitenflächen der Zwischenschicht 2 und des optoelektronischen Schichtenstapels 3 durch die  
10 Verkapselungsschicht 4 abgedeckt werden müssen, sodass zwischen dem hermetisch dichten Substrat 1 und der Zwischenschicht 2 beziehungsweise dem Schichtenstapel 3 keine geometrisch bedingt erschwert verkapselbare Kante entsteht. Vielmehr kann die Verkapselungsschicht 4 auf einer planen  
15 oder wenigstens nahezu planen Oberfläche gebildet durch den die Vertiefung 11 umgebenden Rand des Substrats 1 und den optoelektronischen Schichtenstapel 3 aufgebracht werden.

In Figur 3B ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein  
20 organisches optoelektronisches Bauelement gezeigt, bei dem im Vergleich zum vorherigen Ausführungsbeispiel die Höhe der Zwischenschicht 2 und des optoelektronischen Schichtenstapels 3 kleiner als die Tiefe der Vertiefung 11 im Substrat 1 ist. Die Oberseite des optoelektronischen Schichtenstapels 3,  
25 beispielsweise zumindest teilweise gebildet durch eine Elektrodenschicht über der zumindest einen organischen optoelektronischen Schicht, liegt somit unterhalb des die Vertiefung 11 umgebenden Rand des Substrats 1.

30 Auf dem optoelektronischen Schichtenstapel 3 ist eine weitere Zwischenschicht 8 aufgebracht, die den optoelektronischen Schichtenstapel 3 planarisiert und Unebenheiten des optoelektronischen Schichtenstapels 3, beispielsweise Schicht- oder Kontaktstrukturen einer zuoberst angeordneten

Elektrodenschicht des optoelektronischen Schichtenstapels 3, ausgleicht. Die Höhe der Zwischenschicht 2, des optoelektronischen Schichtenstapels 3 und der weiteren Zwischenschicht 8 entspricht dabei zumindest im Wesentlichen der Tiefe der Vertiefung 11, so dass keine oder nur eine geringe Stufe zwischen dem die Vertiefung 11 umgebenden Rand des Substrats 1 und der weiteren Zwischenschicht 8 ausgebildet ist. Dadurch bildet die weitere Zwischenschicht 8 mit dem die Vertiefung 11 umgebenden Rand des Substrats 1 eine ebene oder zumindest eine im Wesentlichen ebene Fläche, auf der die Verkapselungsschicht 4 einfach aufgebracht werden kann. Insbesondere wird dadurch eine Oberfläche bereitgestellt, die lediglich zwei Materialien, also das Material des Substrats und das Material der weiteren Zwischenschicht 8, aufweist, wodurch die Haftung und/oder Aufwachsbarkeit der Verkapselungsschicht 4 auf dieser Oberfläche im Vergleich zur Haftung und/oder die Aufwachsbarkeit der Verkapselungsschicht 4 direkt auf dem optoelektronischen Schichtenstapel 3 verbessert werden kann.

Das organische optoelektronische Bauelement gemäß Figur 3B kann weitere Merkmale wie in Verbindung mit den vorherigen Ausführungsbeispielen und wie im allgemeinen Teil beschrieben aufweisen.

In den Figuren 4A und 4B ist ein organisches optoelektronisches Bauelement gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, das eine Weiterbildung des Ausführungsbeispiels aus Figur 3A darstellt. Dabei ist in Figur 4A eine Aufsicht auf das Bauelement von der Seite der Verkapselungsschicht 4 her gezeigt, während in Figur 4B eine schematische Schnittdarstellung gezeigt ist.

Soweit nicht anders beschrieben, weist das Bauelement gemäß der Figuren 4A und 4B die mit dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel beschriebenen Merkmale auf.

5 In Figur 4A ist die Vertiefung 11 des Substrats 1 mittels der gestrichelten Linie angedeutet, in der die Zwischenschicht 2 und darüber der optoelektronische Schichtenstapel 3 abgeschieden sind. In Figur 4A ist eine erste Elektrode 31 gezeigt, die direkt auf der Zwischenschicht 2 angeordnet ist,  
10 sowie eine zweite Elektrode 32, zwischen denen die zumindest eine organische optoelektronische Schicht des Schichtenstapels 3 angeordnet ist. Der Übersichtlichkeit halber sind in Figur 4A jedoch nur die Elektroden 31 und 32 gezeigt, während in Figur 4B lediglich der Schichtenstapel 3  
15 als Ganzes gezeigt ist.

Zur Kontaktierung der Elektroden 31 und 32 weist das Bauelement Kontaktelemente 5 auf, die ebenfalls in der Vertiefung angeordnet sind und die beispielsweise aus einem  
20 Metall sind.

Auf der Verkapselungsschicht 4 sind Kontaktbahnen 7 ausgebildet, die beispielsweise Metall und/oder einen elektrisch leitenden Klebstoff aufweisen, und die mittels  
25 Durchstoßungen 6, in denen das Kontaktbahnmaterial oder das Kontaktelementmaterial angeordnet sein kann, durch die Verkapselungsschicht 4 in elektrischen Kontakt zu den Kontaktelementen 5 stehen. Der Übersichtlichkeit halber sind die Kontaktbahnen 7 in Figur 4A nicht gezeigt. Die  
30 Durchstoßungen 6 können, wie in Figur 4B rein beispielhaft gezeigt, punktförmig oder linienförmig strukturiert sein. Die Kontaktbahnen 7 beziehungsweise die Durchstoßungen 6 sind dabei derart ausgebildet, dass die Dichtigkeit der Verkapselungsschicht 4 erhalten bleibt und/oder diese



hermetisch dicht sind, sodass an diesen kein kritischer Kanal zum Eindringen von schädigenden Substanzen wie Feuchtigkeit oder Luft in den vom Substrat 1 und der Verkapselungsschicht 4 umschlossenen Raum gebildet wird.

5

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

## Patentansprüche

1. Organisches optoelektronisches Bauelement mit einem Substrat (1), auf dem eine Zwischenschicht (2) und  
5 darüber ein optoelektronischer Schichtenstapel (3) mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht angeordnet sind, wobei die Zwischenschicht (2) und der optoelektronische Schichtenstapel (3) vom Substrat (1) und einer über dem optoelektronischen Schichtenstapel  
10 (3) angeordneten Verkapselungsschicht (4) verkapselt sind,  
wobei die Zwischenschicht (2) als optische Auskoppelschicht ausgebildet ist.
- 15 2. Bauelement nach Anspruch 1, wobei die Zwischenschicht (2) keine elektronische und keine optoelektronische Funktionalität aufweist und durchlässig gegenüber Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff ist.
- 20 3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Zwischenschicht (2) zusätzlich als Planarisierungsschicht ausgebildet ist.
- 25 4. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der optoelektronische Schichtenstapel (3) unmittelbar auf der Zwischenschicht (2) angeordnet ist.
5. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,  
30 wobei die Zwischenschicht (2) unmittelbar auf dem Substrat (1) angeordnet ist.
6. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,

- wobei das Substrat (1) einen um den optoelektronischen Schichtenstapel (3) und die Zwischenschicht (2) umlaufenden Bereich (10) aufweist, der frei von der Zwischenschicht (2) ist und in dem die
- 5 Verkapselungsschicht (4) an das Substrat (1) angrenzend angeordnet ist.
7. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Substrat (1) eine Vertiefung (11) aufweist, in
- 10 der die Zwischenschicht (2) oder die Zwischenschicht (2) und der optoelektronische Schichtenstapel (3) angeordnet sind.
8. Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,
- 15 wobei die Verkapselungsschicht (4) als Dünnschichtverkapselung ausgebildet ist, die eine oder mehrere durch ein Aufwachsverfahren abgeschiedene Schichten aufweist.
- 20 9. Verfahren zur Herstellung eines organischen optoelektronischen Bauelements, bei dem ein Substrat (1) mit einer Vertiefung (11) ausgebildet wird,
- bei dem in der Vertiefung (11) eine Zwischenschicht (2)
- 25 aufgebracht wird, wobei die Zwischenschicht (2) als optische Auskoppelschicht ausgebildet ist, bei dem auf der Zwischenschicht (2) ein optoelektronischer Schichtenstapel (3) mit zumindest einer organischen optoelektronischen Schicht aufgebracht
- 30 wird und bei dem über dem optoelektronischen Schichtenstapel (3) eine Verkapselungsschicht (4) aufgebracht wird, die zusammen mit dem Substrat (1) den optoelektronischen

Schichtenstapel (3) und die Zwischenschicht (2) verkapselt.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

5 bei dem die Vertiefung (11) im Substrat (1) mittels Ätzen und/oder Stempeln und/oder Heißprägen erzeugt wird.

11. Verfahren zur Herstellung eines organischen

10 optoelektronischen Bauelements,

bei dem auf einem Substrat (1) großflächig eine Zwischenschicht (2) aufgebracht wird,

bei dem auf der Zwischenschicht (2) ein

15 optoelektronischer Schichtenstapel (3) mit zumindest

einer organischen optoelektronischen Schicht aufgebracht wird,

bei dem ein Teil der Zwischenschicht (2) in einem um den optoelektronischen Schichtenstapel (3) umlaufenden Bereich (10) entfernt wird und

20 bei dem über dem optoelektronischen Schichtenstapel (3) eine Verkapselungsschicht (4) aufgebracht wird, die zusammen mit dem Substrat (1) den optoelektronischen Schichtenstapel (3) und die Zwischenschicht (2) verkapselt.

25

12. Verfahren nach Anspruch 11,

bei dem die Entfernung des Teils der Zwischenschicht (2) vor dem Aufbringen des optoelektronischen Schichtenstapels (3) durchgeführt wird.

30

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

bei dem die Entfernung des Teils der Zwischenschicht (2) mittels Laserablation oder Ätzen erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,  
bei dem zum Aufbringen der Verkapselungsschicht (4)  
zumindest eine oder mehrere Schichten mittels eines  
Abscheideverfahrens aufgebracht werden.

5

15. Verfahren nach Anspruch 14,  
bei dem die zumindest eine oder mehreren Schichten  
mittels Atomlagenabscheidung aufgebracht werden.

FIG. 1A

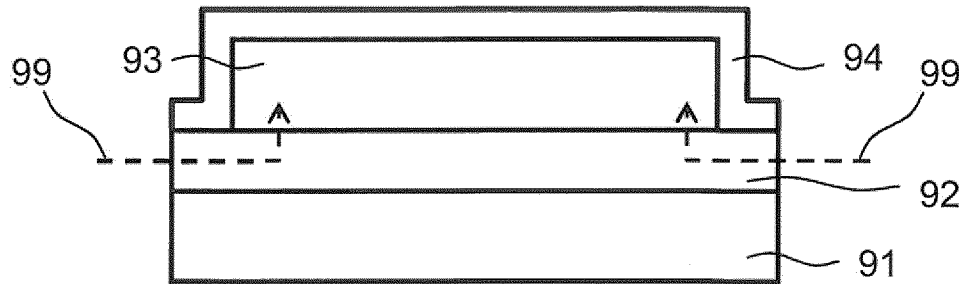


FIG. 1B

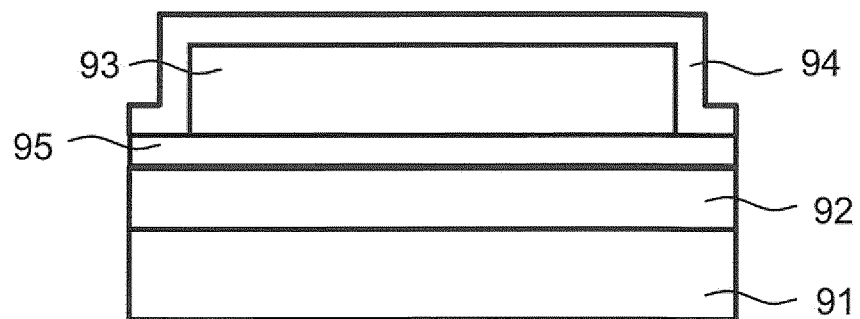


FIG. 2

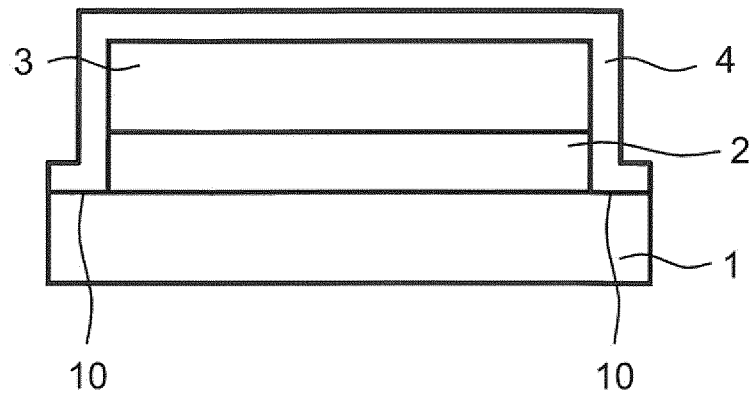


FIG. 3A



FIG. 3B

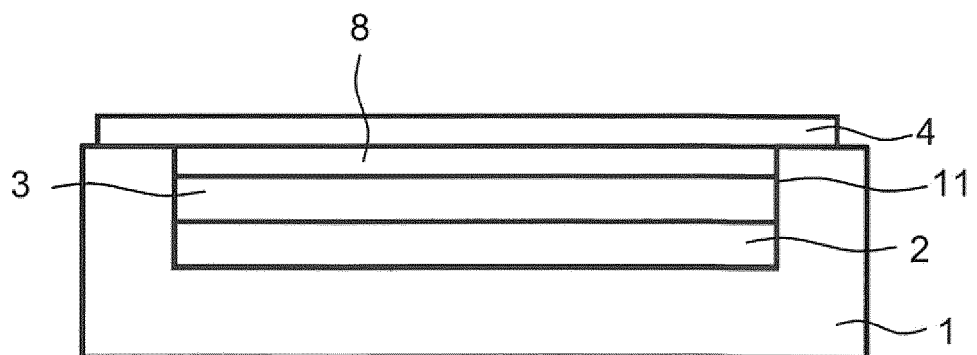


FIG. 4A

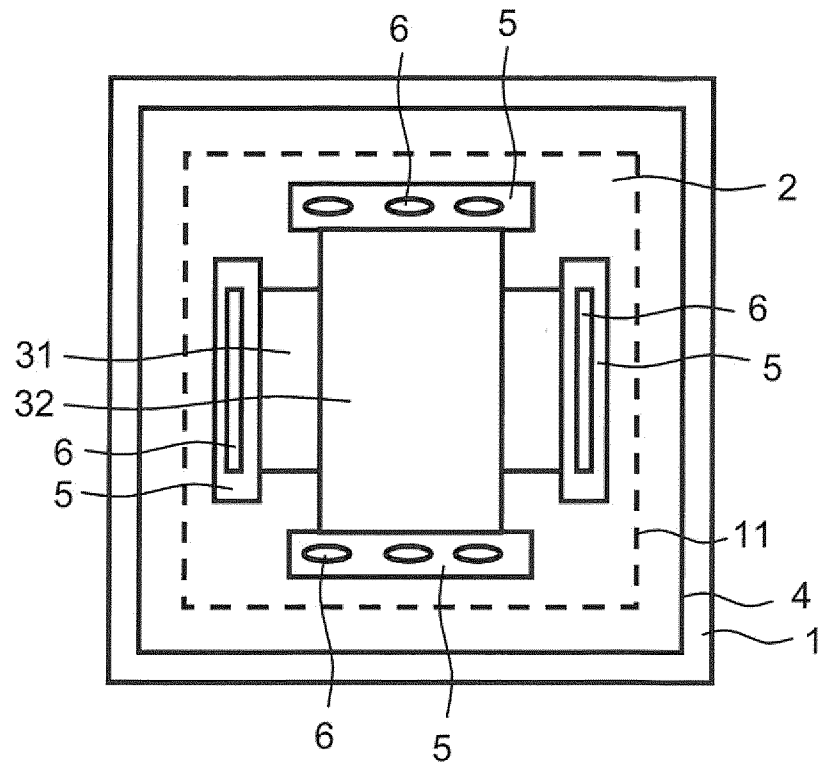
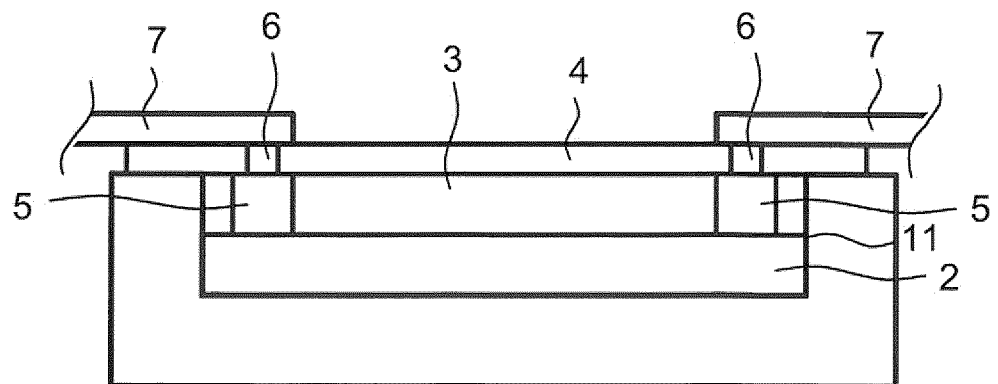


FIG. 4B





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/052209

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L51/00 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

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 2007/167103 A1 (SAKAI TOSHIO [JP] ET AL) 19 July 2007 (2007-07-19)<br>paragraphs [0272], [0273]; figures 7,8<br>-----                                                       | 1-6,11,<br>12         |
| X         | JP 8 083688 A (IDEMITSU KOSAN CO) 26 March 1996 (1996-03-26)<br>paragraphs [0052], [0057], [0076], [0080]; figures 4,11,17,18<br>-----                                         | 1-5,8                 |
| X         | WO 2010/052174 A1 (ZEISS CARL AG [DE]; WESTPHAL PETER [DE]; BUBLITZ DANIEL [DE]; KNOBLICH) 14 May 2010 (2010-05-14)<br>page 8, line 32 - page 10, line 8; figures 1,3<br>----- | 1,2,4,5,<br>7,9,10    |
| X         | US 2004/247949 A1 (AKEDO KUNIO [JP] ET AL) 9 December 2004 (2004-12-09)<br>paragraphs [0165], [0174]; figure 2b<br>-----<br>-/-                                                | 1,2,4-6,<br>8,11-15   |



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 July 2012

Date of mailing of the international search report

16/07/2012

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

Pusch, Catharina

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/052209

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                     |                       |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                  | Relevant to claim No. |
| X                                                    | EP 1 431 656 A2 (GEN ELECTRIC [US])<br>23 June 2004 (2004-06-23)<br>paragraphs [0020], [0030]; figures 1,3<br>----- | 1,2,5-10              |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/052209

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 2007167103 A1                          | 19-07-2007          | CN 1365595 A               | 21-08-2002          |
|                                           |                     | EP 1199909 A1              | 24-04-2002          |
|                                           |                     | JP 4608172 B2              | 05-01-2011          |
|                                           |                     | TW I230561 B               | 01-04-2005          |
|                                           |                     | US 2002038997 A1           | 04-04-2002          |
|                                           |                     | US 2004192154 A1           | 30-09-2004          |
|                                           |                     | US 2007167103 A1           | 19-07-2007          |
|                                           |                     | WO 0172091 A1              | 27-09-2001          |
| JP 8083688 A                              | 26-03-1996          | JP 2931211 B2              | 09-08-1999          |
|                                           |                     | JP 8083688 A               | 26-03-1996          |
| WO 2010052174 A1                          | 14-05-2010          | DE 102008055714 A1         | 10-06-2010          |
|                                           |                     | WO 2010052174 A1           | 14-05-2010          |
| US 2004247949 A1                          | 09-12-2004          | AU 2003254851 A1           | 25-02-2004          |
|                                           |                     | CN 1675058 A               | 28-09-2005          |
|                                           |                     | US 2004247949 A1           | 09-12-2004          |
|                                           |                     | WO 2004014644 A1           | 19-02-2004          |
| EP 1431656 A2                             | 23-06-2004          | AT 441065 T                | 15-09-2009          |
|                                           |                     | CN 1508890 A               | 30-06-2004          |
|                                           |                     | EP 1431656 A2              | 23-06-2004          |
|                                           |                     | JP 4370142 B2              | 25-11-2009          |
|                                           |                     | JP 2004200148 A            | 15-07-2004          |
|                                           |                     | US 2004119402 A1           | 24-06-2004          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/052209

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. H01L51/00 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

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 2007/167103 A1 (SAKAI TOSHIO [JP] ET AL) 19. Juli 2007 (2007-07-19)<br>Absätze [0272], [0273]; Abbildungen 7,8<br>-----                                                                 | 1-6,11,<br>12       |
| X          | JP 8 083688 A (IDEMITSU KOSAN CO) 26. März 1996 (1996-03-26)<br>Absätze [0052], [0057], [0076], [0080];<br>Abbildungen 4,11,17,18<br>-----                                                 | 1-5,8               |
| X          | WO 2010/052174 A1 (ZEISS CARL AG [DE]; WESTPHAL PETER [DE]; BUBLITZ DANIEL [DE]; KNOBLICH) 14. Mai 2010 (2010-05-14)<br>Seite 8, Zeile 32 - Seite 10, Zeile 8;<br>Abbildungen 1,3<br>----- | 1,2,4,5,<br>7,9,10  |
| X          | US 2004/247949 A1 (AKEDO KUNIO [JP] ET AL) 9. Dezember 2004 (2004-12-09)<br>Absätze [0165], [0174]; Abbildung 2b<br>-----<br>-/-                                                           | 1,2,4-6,<br>8,11-15 |

☒ 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

4. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2012

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

Pusch, Catharina

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                       |                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                    | Betr. Anspruch Nr. |
| X                                                     | EP 1 431 656 A2 (GEN ELECTRIC [US])<br>23. Juni 2004 (2004-06-23)<br>Absätze [0020], [0030]; Abbildungen 1,3<br>----- | 1,2,5-10           |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/052209

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung |    | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |            | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| US 2007167103                                      | A1 | 19-07-2007                    | CN | 1365595 A                         | 21-08-2002 |                               |
|                                                    |    |                               | EP | 1199909 A1                        | 24-04-2002 |                               |
|                                                    |    |                               | JP | 4608172 B2                        | 05-01-2011 |                               |
|                                                    |    |                               | TW | 1230561 B                         | 01-04-2005 |                               |
|                                                    |    |                               | US | 2002038997 A1                     | 04-04-2002 |                               |
|                                                    |    |                               | US | 2004192154 A1                     | 30-09-2004 |                               |
|                                                    |    |                               | US | 2007167103 A1                     | 19-07-2007 |                               |
|                                                    |    |                               | WO | 0172091 A1                        | 27-09-2001 |                               |
| -----                                              |    |                               |    |                                   |            |                               |
| JP 8083688                                         | A  | 26-03-1996                    | JP | 2931211 B2                        | 09-08-1999 |                               |
|                                                    |    |                               | JP | 8083688 A                         | 26-03-1996 |                               |
| -----                                              |    |                               |    |                                   |            |                               |
| WO 2010052174                                      | A1 | 14-05-2010                    | DE | 102008055714 A1                   | 10-06-2010 |                               |
|                                                    |    |                               | WO | 2010052174 A1                     | 14-05-2010 |                               |
| -----                                              |    |                               |    |                                   |            |                               |
| US 2004247949                                      | A1 | 09-12-2004                    | AU | 2003254851 A1                     | 25-02-2004 |                               |
|                                                    |    |                               | CN | 1675058 A                         | 28-09-2005 |                               |
|                                                    |    |                               | US | 2004247949 A1                     | 09-12-2004 |                               |
|                                                    |    |                               | WO | 2004014644 A1                     | 19-02-2004 |                               |
| -----                                              |    |                               |    |                                   |            |                               |
| EP 1431656                                         | A2 | 23-06-2004                    | AT | 441065 T                          | 15-09-2009 |                               |
|                                                    |    |                               | CN | 1508890 A                         | 30-06-2004 |                               |
|                                                    |    |                               | EP | 1431656 A2                        | 23-06-2004 |                               |
|                                                    |    |                               | JP | 4370142 B2                        | 25-11-2009 |                               |
|                                                    |    |                               | JP | 2004200148 A                      | 15-07-2004 |                               |
|                                                    |    |                               | US | 2004119402 A1                     | 24-06-2004 |                               |
| -----                                              |    |                               |    |                                   |            |                               |