



(10) **DE 10 2008 020 816 B4** 2019.10.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 020 816.7**  
(22) Anmeldetag: **25.04.2008**  
(43) Offenlegungstag: **03.09.2009**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **10.10.2019**

(51) Int Cl.: **H01L 51/52 (2006.01)**  
**H01L 51/56 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:  
**10 2008 011 867.2 29.02.2008**

(73) Patentinhaber:  
**OSRAM OLED GmbH, 93049 Regensburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Lang, Erwin, Dr., 93051 Regensburg, DE; Becker, Dirk, 93055 Regensburg, DE; Dobbertin, Thomas, Dr., 93051 Regensburg, DE; Klein, Markus, Dr., 93105 Tegernheim, DE**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,  
DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

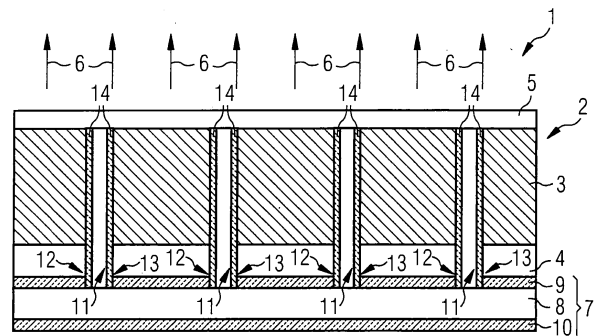
DE	10 2006 05209	A1
GB	23 81 658	A
US	2007/01 52 574	A1
EP	14 18 634	A1
EP	17 17 877	A2
EP	17 86 038	A1

(54) Bezeichnung: **Organische Leuchtdiode, flächiges, optisch aktives Element mit einer Kontaktanordnung und Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode**

(57) Hauptanspruch: Organische Leuchtdiode (1) umfassend

- einen Schichtstapel (2) aufweisend wenigstens eine organische Schicht (3) zur Emission elektromagnetischer Strahlung (6), wobei der Schichtstapel (2) eine erste Oberfläche und eine der ersten Oberfläche gegenüber liegende zweite Oberfläche aufweist,
- eine elektrisch leitfähige erste Anschlussschicht (4), die auf der ersten Oberfläche des Schichtstapels (2) angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, und
- eine elektrisch leitfähige und für eine charakteristische Wellenlänge der emittierbaren elektromagnetischen Strahlung (6) zumindest überwiegend durchlässige zweite Anschlussschicht (5), die auf der zweiten Oberfläche des Schichtstapels (2) angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, wobei
- auf der dem Schichtstapel (2) gegenüber liegenden Seite der ersten Anschlussschicht (4) eine von dieser elektrisch isolierte, leitfähige Kontaktstruktur (7) angeordnet ist,
- die erste Anschlussschicht (4) eine Mehrzahl von Aussparungen (12) aufweist,
- die zweite Anschlussschicht (5) im Bereich der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) elektrisch mit der Kontaktstruktur (7) verbunden ist,
- die Kontaktstruktur (7) wenigstens eine erste Isolationsschicht (9) und eine elektrisch leitfähige dritte Anschlussschicht (8) umfasst, wobei die dritte Anschlussschicht (8)

eine Leiterschicht ist, die flächig auf der Isolationsschicht (9) aufgetragen ist und somit elektrisch von der ersten Anschlussschicht ...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft elektronische Bauelemente mit einem flächigen optisch aktiven Bereich im Allgemeinen und organische Leuchtdioden im Besonderen. Flächig in diesem Zusammenhang bedeutet, dass sich das optisch aktive Element in einer ersten und zweiten, die erste und zweite Oberfläche aufspannenden Raumrichtung wesentlich weiter erstreckt als in der verbleibenden dritten Raumrichtung.

**[0002]** Ein Problem konventioneller Leuchtdioden stellt die gleichmäßige Zuführung einer Betriebsspannung dar. Üblicherweise wird die Betriebsspannung für einen organischen Schichtstapel an Randbereichen zweier Anschlussschichten angelegt. Während eine elektrische Zuführung über eine metallische Anschlussschicht aufgrund der guten Leitfähigkeit von Metall verhältnismäßig unkritisch ist, fällt eine an eine andersartige, insbesondere transparente, Anschlussschicht angelegte Spannung von Rand her ab. Dies liegt daran, dass solche Schichten eine gegenüber metallischen Schichten geringe Querleitfähigkeit aufweisen und somit die Versorgungsspannung nicht so gut leiten wie eine metallische Anschlussschicht. Zusammen mit der Betriebsspannung fällt insbesondere bei organischen Leuchtdioden auch die erzielbare Leuchtdichte von Rand in Richtung eines Innenbereiches einer Leuchtfläche ab.

**[0003]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine organische Leuchtdiode sowie ein flächiges, optisch aktives Element mit einer Kontaktanordnung zu beschreiben, die einen verbesserten elektrischen Anschluss eines Schichtstapels bzw. eines optisch aktiven Elements gestatten. Darüber hinaus soll eine organische Leuchtdiode beschrieben werden, die eine gleichmäßige Abstrahlung über die gesamte Fläche ermöglicht. Es soll auch ein Verfahren beschrieben werden, das zur Herstellung einer solchen Leuchtdiode geeignet ist.

**[0004]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird eine Leuchtdiode beschrieben, die einen Schichtstapel umfasst, wobei der Schichtstapel wenigstens eine organische Schicht zur Emission elektromagnetischer Strahlung und eine erste Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegende zweite Oberfläche aufweist. Die Leuchtdiode umfasst des Weiteren eine elektrisch leitfähige erste Anschlussschicht, die auf der ersten Oberfläche des Schichtstapels angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, und eine elektrisch leitfähiger und für elektromagnetische Strahlung einer charakteristischen Wellenlänge der emittierbaren elektromagnetischen Strahlung zumindest überwiegend durchlässige, zweite Anschlussschicht, die auf der zweiten Oberfläche des Schichtstapels angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist gelöst. Die Leuchtdi-

ode ist dadurch gekennzeichnet, dass auf der dem Schichtstapel gegenüberliegenden Seite der ersten Anschlussschicht eine von dieser elektrisch isolierte, leitfähige Kontaktstruktur angeordnet ist, die erste Anschlussschicht eine Mehrzahl von Aussparungen aufweist und die zweite Anschlussschicht im Bereich der Mehrzahl von Aussparungen der ersten Anschlussschicht elektrisch mit der Kontaktstruktur verbunden ist.

**[0005]** Durch Verwendung einer leitfähigen Kontaktstruktur auf der gegenüberliegenden Seite der ersten Anschlussschicht wird eine Stromzuführung durch die erste Anschlussschicht hindurch, beispielsweise von einer Seite eines Trägersubstrats her, ermöglicht. Auf diese Weise kann ein elektrisches Potential im Bereich der Mehrzahl von Aussparungen für die zweite Anschlussschicht bereitgestellt werden. Somit übernimmt die leitfähige Kontaktstruktur teilweise die Aufgabe der zweiten Anschlussschicht und bewirkt effektiv eine Verbesserung der Querleitfähigkeit.

**[0006]** Gemäß einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung umfasst die Kontaktstruktur wenigstens eine erste Isolierschicht und eine elektrisch leitfähige dritte Anschlussschicht, wobei die erste Isolierschicht in direktem physischem Kontakt mit der dem Schichtstapel abgewandten Seite der ersten Anschlussschicht steht und die dritte Anschlussschicht in direktem physischem Kontakt mit der der ersten Anschlussschicht abgewandten Seite der ersten Isolierschicht steht. Durch die Verwendung einer Kontaktstruktur mit einer ersten Isolierschicht und einer elektrisch leitfähigen, dritten Anschlussschicht kann eine kompakte Anschlussstruktur zur Zuführung einer benötigten Betriebsspannung verwirklicht werden.

**[0007]** Gemäß einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist die Isolierschicht als elektrisch isolierendes Trägersubstrat ausgestaltet und weist eine Mehrzahl von Aussparungen auf, die der Mehrzahl von Aussparungen der ersten Anschlussschicht zugeordnet ist. Durch Verwendung eines Trägersubstrates mit einer Mehrzahl von Aussparungen wird der mechanische und elektrische Aufbau der organischen Leuchtdiode weiter vereinfacht.

**[0008]** Gemäß einer alternativen Ausgestaltung weist der Schichtstapel im Bereich der Mehrzahl von Aussparungen der ersten Anschlussschicht jeweils eine Vertiefung auf, und die zweite Anschlussschicht ragt in diese Vertiefungen hinein, um die Kontaktstruktur elektrisch zu kontaktieren. Durch die Ausbildung von Aussparungen in dem Schichtstapel wird eine direkte elektrische Kontaktierung zwischen der zweiten Anschlussschicht und der Kontaktstruktur ermöglicht.

**[0009]** Gemäß einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist in dem Schichtstapel eine Mehrzahl von

Kontaktelementen angeordnet, die der Mehrzahl von Aussparungen der ersten Anschlussschicht zugeordnet ist und die zweite Anschlussschicht elektrisch mit der Kontaktstruktur verbindet. Durch die Verwendung einer Mehrzahl von Kontaktelementen in dem Schichtstapel werden elektrische Verbindungen zwischen der Kontaktstruktur und der zweiten Anschlussschicht hergestellt.

**[0010]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umgibt jedes der Mehrzahl der Kontaktelemente jeweils eine Isolationsschicht, die das jeweilige Kontaktelement elektrisch von dem Schichtstapel isoliert. Durch den Einsatz der Isolationsschichten können unbeabsichtigte elektrische Kontakte oder Ströme innerhalb des Schichtstapels vermieden werden.

**[0011]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die zweite Anschlussschicht ein dotiertes Übergangsmetalloxid, insbesondere Indium-Zinn-Oxid oder aluminiumdotiertes ZinkOxid. Durch die Verwendung eines dotierten Übergangsmetalloxids als zweite Anschlussschicht können besonders lichtdurchlässige Anschlussschichten hergestellt werden.

**[0012]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die zweite Anschlussschicht eine dünne Metallschicht mit einer Dicke zwischen 5 und 50 nm umfasst, insbesondere eine Metallschicht mit einer Dicke von weniger als 30 nm. Die Verwendung einer dünnen Metallschicht als zweite Anschlussschicht ermöglicht eine verbesserte Verteilung der Betriebsspannung an der zweiten Oberfläche des Schichtstapels.

**[0013]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die zweite Anschlussschicht zusätzlich wenigstens eine dotierte Übergangsmetalloxidschicht, wobei die dünne Metallschicht und die Übergangsmetalloxidschicht eine Verbundstruktur bilden. Durch Verwendung einer Anschlussschicht umfassend wenigstens eine dünne Metallschicht und wenigstens eine Übergangsmetalloxidschicht, kann die Querleitfähigkeit der zweiten Anschlussschicht unter Beibehaltung einer akzeptablen Transparenz im Vergleich zu einer reinen Metallschicht verbessert werden. Möglich sind beispielsweise auch Sandwichstrukturen mit einer dünnen Metallschicht, die zwischen zwei Übergangsmetalloxidschichten angeordnet ist, oder einer Übergangsmetalloxidschicht, die zwischen zwei dünnen Metallschichten angeordnet ist.

**[0014]** Die zugrunde liegende Aufgabe wird des Weiteren durch ein flächiges, optisch aktives Element mit einer Kontaktanordnung und einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüber liegen-

den parallelen zweiten Oberfläche gemäß Patentanspruch 8 gelöst.

**[0015]** Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung organischer Leuchtdioden und anderer flächiger Bauelemente mit den folgenden Schritten beschrieben:

- Bereitstellen einer flächigen, elektrisch leitfähigen ersten Anschlussschicht und einer im Bereich der ersten Anschlussschicht angeordneten, von dieser elektrisch isolierten, leitfähigen Kontaktstruktur,
- Formen einer Mehrzahl von Aussparungen in der ersten Anschlussschicht,
- flächiges Aufbringen eines Schichtstapels aufweisend wenigstens eine organische Schicht zur Emission elektromagnetischer Strahlung auf eine der Kontaktstruktur gegenüberliegenden Seite der ersten Anschlussschicht,
- flächiges Aufbringen einer elektrisch leitfähigen und für eine vorbestimmte charakteristische Wellenlänge der emittierbaren elektromagnetischen Strahlung zumindest überwiegend durchlässigen zweiten Anschlussschicht auf einer der ersten Anschlussschicht gegenüberliegenden Seite des Schichtstapels und
- Formen einer Mehrzahl von elektrischen Verbindungen zwischen der zweiten Anschlussschicht und der Kontaktstruktur durch die Mehrzahl von Aussparungen in der ersten Anschlussschicht.

**[0016]** Durch die oben genannten Verfahrensschritte wird eine elektrische Kontaktierung einer flächigen zweiten Anschlussschicht durch eine erste Anschlussschicht hindurch mittels einer Kontaktstruktur ermöglicht.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der Schichtstapel zunächst auf der gesamten Oberfläche der ersten Anschlussschicht aufgebracht und in einem nachfolgenden Schritt werden Teile des Schichtstapels, die der Mehrzahl von Aussparungen in der ersten Anschlussschicht zugeordnet sind, abgetragen. Durch das flächige Aufbringen und nachfolgende, teilweise Abtragen des Schichtstapels wird eine besonders einfache Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht ermöglicht.

**[0018]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird das Formen der Mehrzahl von Aussparungen in der ersten Anschlussschicht gemeinsam mit dem Abtragen der Teile des Schichtstapels durchgeführt. Durch das gemeinsame Formen von Aussparungen beziehungsweise Abtragen von Teilen des Schichtstapels wird die Herstellung der organischen Leuchtdiode weiter vereinfacht.

**[0019]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden die Teile des Schichtstapels durch Einwirkung elektromagnetischer Strahlung, insbesondere durch Laserablation, abgetragen. Durch das Abtragen von Teilen des Schichtstapels durch Einwirkung elektromagnetischer Strahlung kann die Herstellung ohne zusätzliche chemische oder sonstige Zwischenschritte berührungsfrei erfolgen.

**[0020]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird der Schichtstapel strukturiert aufgebracht, wobei beim Aufbringen des Schichtstapels Bereiche ausgespart werden, die der Mehrzahl von Aussparungen der ersten Anschlussschicht zugeordnet sind, so dass der Schichtstapel ebenfalls eine Mehrzahl von Aussparungen aufweist. Sofern beim Aufbringen des Schichtstapels Bereiche ausgespart werden, kann ein nachträgliches Einbringen von Aussparungen in dem Schichtstapel vermieden werden.

**[0021]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird der Schichtstapel mittels Siebdrucktechnik auf die erste Anschlussschicht aufgebracht. Die Verwendung der Siebdrucktechnik ermöglicht eine einfache Herstellung eines Schichtstapels mit Aussparungen.

**[0022]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird der Schichtstapel mittels Aufdampfen auf die erste Anschlussschicht aufgebracht, wobei die auszusparenden Bereiche mittels einer Schattenmaske abgedeckt werden. Das Aufbringen des Schichtstapels mittels Aufdampfen und einer zugehörigen Schattenmaske gestattet ein gleichmäßiges Aufbringen eines Schichtstapels mit Aussparungen.

**[0023]** Gemäß einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird eine Mehrzahl von Kontaktelementen in Bereiche des Schichtstapels eingebracht, die der Mehrzahl von Aussparungen in der ersten Anschlussschicht zugeordnet ist. Durch das Einbringen einer Mehrzahl von Kontaktelementen kann die Kontaktstruktur elektrisch mit der zweiten Anschlussschicht durch den Schichtstapel hindurch verbunden werden.

**[0024]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Leuchtdiode ein Trägersubstrat und die erste Anschlussschicht und/oder die Kontaktstruktur werden mittels Photolithographie auf dem Trägersubstrat aufgebracht. Durch das Aufbringen der ersten Anschlussschicht und/oder der Kontaktstruktur mittels Photolithographie auf einem Trägersubstrat kann die Herstellung der organischen Leuchtdiode weiter vereinfacht werden.

**[0025]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung sind in den Patentansprüchen beschrieben. Die Erfindung wird anhand von unterschiedlichen Ausführungsbeispielen

unter Verwendung von Figuren nachfolgend näher erläutert. Dabei werden in den Figuren gleiche Bezugszeichen für Elemente gleicher oder ähnlicher Funktion verwendet.

**[0026]** In den Figuren zeigen:

**Fig. 1** einen Querschnitt durch eine organische Leuchtdiode mit Kontaktelementen gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

**Fig. 2** eine erste Draufsicht auf eine organische Leuchtdiode mit einer ersten Anordnung von Kontaktelementen gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

**Fig. 3** eine zweite Draufsicht auf eine organische Leuchtdiode mit einer zweiten Anordnung von Kontaktelementen gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

**Fig. 4** einen Querschnitt durch eine organische Leuchtdiode mit einer ersten Kontaktanordnung gemäß einem nichterfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

**Fig. 5** einen Querschnitt durch eine organische Leuchtdiode mit einer zweiten Kontaktanordnung gemäß einem nichterfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

**Fig. 6** unterschiedliche Möglichkeiten einer Strukturierung verschiedenen Kontaktanordnungen gemäß unterschiedlichen Ausführungsbeispielen und

**Fig. 7** ein Ausführungsbeispiel eines Ablaufdiagramms eines Verfahrens zur Herstellung organischer Leuchtdioden und anderen flächigen Bauelementen.

**[0027]** **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt durch eine organische Leuchtdiode **1** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die organische Leuchtdiode **1** umfasst einen Schichtstapel **2**, der wenigstens eine organische Schicht **3** zur Emission elektromagnetischer Strahlung aufweist. Der Schichtstapel **2** kann noch weitere organische und anorganische Schichten beinhalten, die zur Ausbildung einer Diodenstruktur notwendig oder vorteilhaft sind. Beispiele solcher Schichten sind Schichten zum Lochtransport beziehungsweise Elektronentransport, Emitterschichten, n-dotierte Schichten, p-dotierte Schichten, Pufferschichten und Zwischenschichten, wie sie dem Fachmann bekannt sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind solche zusätzlichen Schichten in der **Fig. 1** jedoch nicht dargestellt.

**[0028]** Der Schichtstapel **2** beinhaltet einen funktionalen Bereich mit einer oder mehreren funktionalen Schichten aus organischen Materialien. Die funktionalen Schichten können dabei beispielsweise als Elektronentransportschichten, elektrolumineszierende Schichten und/oder Lochtransportschichten aus-

gebildet sein. In den funktionellen Schichten kann im aktiven Bereich durch Elektronen- und Löcherinjektion und -rekombination elektromagnetische Strahlung **6** mit einer einzelnen Wellenlänge oder einem Bereich von Wellenlängen erzeugt werden. Dabei kann bei einem Betrachter durch Emission schmal- oder breitbandiger Primärstrahlung ein einfarbiger, ein mehrfarbiger und/oder ein mischfarbiger Leuchteindruck der Primärstrahlung erweckt werden.

**[0029]** Die funktionalen Schichten können organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine, nicht-polymere Moleküle („small molecules“) oder Kombinationen daraus aufweisen. Geeignete Materialien sowie Anordnungen und Strukturierungen der Materialien für funktionale Schichten sind dem Fachmann bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt.

**[0030]** 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 im direkten mechanischen und/oder elektrischen 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 auf beziehungsweise über der anderen Schicht oder dem anderen Element angeordnet ist. Dabei können dann weitere Schichten und/oder Elemente zwischen der einen und der anderen Schicht angeordnet sein.

**[0031]** Die organische Leuchtdiode **1** gemäß **Fig. 1** umfasst des Weiteren eine erste Anschlussschicht **4**, die eine erste Elektrode zur Stromversorgung der organischen Schicht **3** bildet. Beispielsweise kann es sich bei der ersten Anschlussschicht **4** um eine Metallschicht handeln, die eine sehr gut leitfähige Kathoden- oder Anodenstruktur für die organische Leuchtdiode bereitstellt. In einer vorteilhaften Ausgestaltung reflektiert die erste Anschlussschicht **4** elektromagnetische Strahlung **6**, die im Betrieb der organischen Leuchtdiode **1** in der organischen Schicht **3** erzeugt wird. Auf diese Weise kann eine Auskoppelung elektromagnetischer Strahlung in Richtung einer Oberfläche der organischen Leuchtdiode **1** konzentriert werden. Beispielsweise ist hierzu eine Aluminiumschicht geeignet.

**[0032]** Die erste Anschlussschicht **4** kann als Kathode ausgeführt sein und somit als Elektronen-injizierendes Material dienen. Als Kathodenmaterial können sich unter anderem insbesondere Aluminium, Barium, Indium, Silber, Gold, Magnesium, Calcium oder Lithium sowie Verbindungen, Kombinationen und Legierungen davon als vorteilhaft erweisen.

**[0033]** Die erste Anschlussschicht kann in Elektrodenteilbereiche strukturiert ausgeführt sein. Beispielsweise kann die erste Anschlussschicht **4** in Form parallel nebeneinander angeordneter erster Elektrodenstreifen ausgeführt sein. Besonders bevorzugt ist die erste Anschlussschicht **4** elektrisch leitend mit einer Leiterbahn verbunden. Dabei kann die Anschlussschicht **4** beispielsweise in eine erste Leiterbahn übergehen oder getrennt von einer ersten Leiterbahn ausgeführt und elektrisch leitend mit dieser verbunden sein.

**[0034]** Die organische Leuchtdiode **1** umfasst des Weiteren eine zweite Anschlussschicht **5**. Die zweite Anschlussschicht **5** bildet eine zweite Elektrode zum Anlegen einer Betriebsspannung auf der Oberfläche des Schichtstapels **2**.

**[0035]** Die zweite Anschlussschicht **5**, die beispielsweise als Anode ausgeführt sein kann und somit als Löcher-injizierendes Material dienen kann, kann beispielsweise ein transparentes elektrisch leitendes Oxid aufweisen oder aus einem transparenten leitenden Oxid bestehen. Transparente elektrisch leitende Oxide (transparent conductive oxides, kurz „TCO“) sind transparente, leitende Materialien, in der Regel Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder besonders bevorzugt Indiumzinnoxid (ITO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO, SnO<sub>2</sub> oder In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>, CdSnO<sub>3</sub>, ZnSnO<sub>3</sub>, MgIn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, GaInO<sub>3</sub>, Zn<sub>2</sub>In<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oder In<sub>4</sub>Sn<sub>3</sub>O<sub>12</sub> oder Mischungen unterschiedlicher transparenter elektrisch leitender Oxide zu der Gruppe der TCOs. Weiterhin müssen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung entsprechen und können auch p- oder n-dotiert sein. Beispielsweise kann es sich bei der zweiten Anschlussschicht **5** um eine Schicht aus Indium-Zinn-Oxid handeln.

**[0036]** Indium-Zinn-Oxid und andere dotierte Übergangsmetalloxide sind für elektromagnetische Strahlung bestimmter Wellenlänge, insbesondere für elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich, also von 400 bis 800 nm, zumindest teilweise transparent. Auf diese Weise kann elektromagnetische Strahlung **6** durch die zweite Anschlussschicht **5** hindurch, also in der **Fig. 1** nach oben, aus der organischen Leuchtdiode **1** austreten. Die organische Leuchtdiode **1** bildet somit einen Flächenstrahler. Dadurch kann beispielsweise ein Material der ersten Anschlussschicht **4** unabhängig von seinen optischen Eigenschaften gewählt werden.

**[0037]** Die zweite Anschlussschicht **5** kann alternativ oder zusätzlich auch Metalle und/oder Metalllegierungen und/oder Schichtfolgen, beispielsweise so

genannte IMI-Schichten (ITO/Metall/ITO) aufweisen oder aus solchen aufgebaut sein, die zumindest eines der Materialien Ag, Al, Cr, Mo und Au umfassen.

**[0038]** Alternativ können die erste Anschlussschicht **4** als Anode und die zweite Anschlussschicht **5** als Kathode mit den oben aufgeführten Materialien oder Kombinationen daraus ausgebildet sein. Weiterhin können die Anschlussschichten **4** und **5** auch elektrisch leitendes oder halbleitendes organisches Material aufweisen.

**[0039]** Die organische Leuchtdiode gemäß **Fig. 1** weist eine Kontaktstruktur **7** auf, die zur Zuführung einer elektrischen Spannung zur zweiten Anschlussschicht **5** dient. Die Kontaktstruktur **7** wird im Ausführungsbeispiel durch eine dritte Anschlussschicht **8**, eine erste Isolationsschicht **9** sowie eine zweite Isolationsschicht **10** gebildet. Die erste Isolationsschicht **9** isoliert die dritte Anschlussschicht **8** elektrisch von der ersten Anschlussschicht **4**. Die zweite Isolationsschicht **10** isoliert die dritte Anschlussschicht **8** nach unten, beispielsweise gegenüber einem in der **Fig. 1** nicht dargestellten Trägersubstrat. Sofern die organische Leuchtdiode **1** auf einem nicht leitfähigen Trägersubstrat angeordnet ist, kann auf die Isolationsschicht **10** auch verzichtet werden.

**[0040]** Die dritte Anschlussschicht **8** kann beispielsweise aus denselben Materialien aufgebaut sein wie die erste Anschlussschicht **4** oder diese umfassen. Die erste und zweite Isolationsschicht **9** und **10** können beispielsweise ein Polymermaterial oder ein Oxid eines Metall- oder Halbleitermaterials enthalten oder daraus aufgebaut sein. Beispielsweise eignen sich hierfür dünne Kunststofffolien, Siliziumdioxidschichten oder bekannte Leiterplattenmaterialien.

**[0041]** Die Kontaktstruktur **7** umfasst des Weiteren eine Mehrzahl von Kontaktelementen **11**. Bei den Kontaktelementen **11** handelt es sich im in der **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel um leitfähige Stege, die in dem organischen Schichtstapel **3** eingebracht sind. Die Kontaktelemente **11** sind durch Aussparungen **12** in der ersten Anschlussschicht **4** geführt. Die erste Isolationsschicht **9** weist ebenfalls Aussparungen zum Durchführen der Kontaktelemente **11** auf. Bei den Kontaktelementen kann es sich beispielsweise um metallische Stege mit einem Durchmesser von etwa 10 µm handeln. Alternativ ist beispielsweise auch eine Verwendung gut leitender, nichtmetallischer Kontaktelemente nötig. Beispielsweise können in dem Schichtstapel **2** Kohlenstoffnanoröhrchen oder Hochtemperatur-Supraleiter ausgebildet werden.

**[0042]** Um die Kontaktelemente **11** von der sie umgebenden ersten Anschlussschicht **4** sowie dem Schichtstapel **2** zu isolieren, ist jedes der Kontaktelemente **11** mit einer dritten Isolationsschicht **14** umge-

ben. Beispielsweise kann ein zum Bilden der Kontaktelemente **11** verwendetes Metall oder Halbleitermaterial teilweise oxidiert oder mit einem zusätzlichen Isolationsmaterial beschichtet werden, um eine dritte Isolationsschicht **14** auszubilden.

**[0043]** Die in der **Fig. 1** dargestellte organische Leuchtdiode **1** erlaubt eine weitgehend gleichmäßige Versorgung des Schichtstapels **2** mit einem Betriebsstrom bzw. einer Betriebsspannung. Die erste Anschlussschicht **4** besteht hierzu vorzugsweise aus einem Metallmaterial, das eine sehr gute Leitfähigkeit besitzt. Beispielsweise kann die erste Anschlussschicht **4** aus Kupfer oder Aluminium gefertigt sein.

**[0044]** Die zweite Anschlussschicht **5** besteht aus einem weitgehend transparenten Material. Vorzugsweise besteht die zweite Anschlussschicht **5** aus einem dotierten Übergangsmetall oder einer sehr dünnen Metallschicht. Beispielsweise besitzt eine Indium-Zinn-Oxid-Schicht mit einer Dicke zwischen 20 und 150 nm in Abhängigkeit der Qualität und Reinheit des verwendeten Materials einen Transmissionsgrad von über 80% im sichtbaren Wellenlängenbereich. Eine Metallschicht mit einer Schichtdicke von 5 bis 50 nm, beispielsweise zwischen 10 und 30 nm, erreicht in Abhängigkeit der Schichtdicke und des Materials eine Transparenz von über 70% im sichtbaren Bereich. Auch Verbundstrukturen umfassend wenigstens eine dünne Metallschicht und eine Übergangsmetalloxidschicht können Verwendung finden. Zusätzlich kann auch eine Entspiegelungsschicht in die zweite Anschlussschicht **5** integriert werden, um deren Transparenz zu erhöhen.

**[0045]** Auf diese Weise ist eine sehr effiziente Auskoppelung der elektromagnetischen Strahlung **6** aus der organischen Leuchtdiode **1** über die gesamte Oberfläche gewährleistet. Derartige transparente Anschlussschichten **5** weisen jedoch nur eine verhältnismäßig geringe Querleitfähigkeit auf. Durch die mehrfache elektrische Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht **5** durch die Kontaktelemente **11** kann ein Abfall einer Betriebsspannung entlang der Oberfläche der organischen Leuchtdiode **1** dennoch auf ein Minimum begrenzt werden, so dass eine gleichmäßige Stromzuführung über die gesamte Oberfläche erzielt werden kann und der Eindruck einer gleichmäßig hell leuchtenden Fläche entsteht.

**[0046]** Eine herkömmliche Verkapselung der Leuchtdiode **1** in Form einer Dünnschichtverkapselung oder eines Deckels ist in der **Fig. 1** aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt aber nicht ausgeschlossen. Beispielsweise ist die Verwendung einer Wellenlängenkonversionsschicht in einer Verkapselungsanordnung vorteilhaft, um beispielsweise eine differenzielle Farbalterung zu vermeiden, die bei der Verwendung mehrerer verschiedener aktiver Bereiche zur Erzeugung von Mischlicht auftreten kann.

Zum anderen kann der Farbort des Leuchteindrucks des optoelektronischen Bauelements unabhängig von den elektronischen Eigenschaften der strahlungsemittierenden Schichtenfolge optimiert werden.

**[0047]** Insbesondere kann die Leuchtdiode **1** bei Verwendung einer Konversionsschicht eine Überlagerung aus der Primärstrahlung und einer Sekundärstrahlung abstrahlen. Dabei kann ein Teil der Primärstrahlung die Wellenlängenkonversionsschicht unkonvertiert durchqueren und aus einer Verkapselungsanordnung austreten. Weiterhin kann auch elektromagnetische Sekundärstrahlung aus der Verkapselungsanordnung austreten und von dieser abgestrahlt werden. Für einen externen Beobachter kann daher ein mischfarbiger Leuchteindruck durch die Überlagerung der elektromagnetischen Primärstrahlung und elektromagnetischen Sekundärstrahlung wahrgenommen werden. Der mischfarbige Leuchteindruck kann dabei von den relativen Anteilen der Primärstrahlung und Sekundärstrahlung zueinander abhängen. Die Primärstrahlung, und die Sekundärstrahlung können voneinander verschiedene Wellenlängenbereiche aufweisen. Dadurch kann eine Mischung von beispielsweise unterschiedlichen Farben der elektromagnetischen Strahlung **6** erzeugt werden, die zu einer Gesamtstrahlung mit der gewünschten, resultierenden Farbe führen.

**[0048]** Durch die optionale Verwendung dünner Anschlussschichten **4**, **5** und **7**, beispielsweise dünner Metallschichten, und, sofern vorhanden, eines flexiblen Trägersubstrats, beispielsweise einer dünnen Kunststoffolie, können auch flexible Bauelemente, insbesondere biegsame organische Leuchtdioden, hergestellt werden.

**[0049]** In den **Fig. 2** und **Fig. 3** sind zwei Draufsichten auf organische Leuchtdioden **1** mit unterschiedlich angeordneten Kontaktelementen **11** dargestellt. Gemäß einem weiteren, in der **Fig. 2** dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Mehrzahl von Kontaktelementen **11** gleichmäßig über eine Oberfläche des Schichtstapels **2** verteilt. Beispielsweise sind metallische Stege gleichen Durchmessers in hexagonal dichtester Packung in den Schichtstapel **2** eingebracht worden.

**[0050]** Gemäß einem weiteren, in der **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel wird eine alternative Anordnung der Kontaktelemente **11** verwendet. Gemäß **Fig. 3** wurde die Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht **5** mittels einer Mehrzahl von stochastisch angeordneten Kontaktelementen **11** gelöst, beispielsweise durch Diffusion leitfähiger Materialien in den Schichtstapel **2**. Sowohl die Position der einzelnen Kontaktelemente **11** als auch deren genaue Form und deren Durchmesser hängen hier von einer Zufallsverteilung ab.

**[0051]** Je nach Ausgestaltung der Kontaktelemente **11** können die Verbindungsstege einen Durchmesser von etwa 100 Nanometern bis zu einigen Mikrometern aufweisen. Dabei wird der Abstand zwischen den einzelnen Kontaktelementen **11** so bemessen, dass für einen Betrachter der organischen Leuchtdiode **1** der Eindruck einer homogenen Leuchtfläche entsteht. Je besser die Querleitfähigkeit der zweiten Anschlussschicht **5**, umso weiter kann der Abstand zwischen den einzelnen Kontaktelementen **11** werden. Typischerweise sind für die Herstellung großflächiger organischer Leuchtdioden Abstände von einigen Millimetern bis zu wenigen Zentimetern möglich und vorteilhaft.

**[0052]** Die in der **Fig. 1** dargestellten Kontaktelemente **11** können beispielsweise durch das Einbringen von zusätzlichen Stegen oder die teilweise Konversion eines Schichtstapels **2** hergestellt werden. Alternativ kann eine elektrische Verbindung zwischen der zweiten Anschlussschicht **5** und der Kontaktstruktur **7** auch durch strukturiertes Aufbringen verschiedener Schichten hergestellt werden. Dies wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** näher beschrieben.

**[0053]** **Fig. 4** zeigt eine Kontaktanordnung **15** gemäß einer nichterfindungsgemäßen Ausgestaltung. Die Kontaktanordnung **15** umfasst einen Schichtstapel **2** mit einer organischen Schicht **3**. Auf der Unterseite der organischen Schicht **3** ist eine erste Anschlussschicht **4** angeordnet. Gegenüber der ersten Anschlussschicht **4** ist eine zweite Anschlussschicht **5** auf einer Oberfläche des Schichtstapels **2** angeordnet. Die einzelnen Schichten können aus den unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** beschriebenen Materialien aufgebaut sein bzw. diese enthalten. Beispielsweise umfasst die erste Anschlussschicht **4** ein Metall und die zweite Anschlussschicht **5** Indium-Zinn-Oxid.

**[0054]** Unterhalb der ersten Anschlussschicht **4** ist eine Kontaktstruktur **7** angeordnet. Die Kontaktstruktur **7** umfasst eine Isolationsschicht **9** und eine dritte Anschlussschicht **8**, die unterhalb der Isolationsschicht **9** angeordnet ist und beispielsweise aus einem metallischen Leitermaterial besteht. In dem linken und rechten Randbereich der **Fig. 4** bilden die Schichten **8**, **9**, **4**, **3** und **5** einen Schichtstapel, wobei die organische Schicht **3** zwischen der ersten Anschlussschicht **4** und der zweiten Anschlussschicht **5** in einer Sandwichstruktur eingeschlossen ist, die beispielsweise eine organische Leuchtdiodenstruktur bildet.

**[0055]** Im mittleren Bereich der **Fig. 4** ist eine Kontaktstelle **17** dargestellt, die zur elektrischen Verbindung der zweiten Anschlussschicht **5** mit der dritten Anschlussschicht **8** dient. In diesem Bereich ist eine Vertiefung **16** vorhanden, in die die zweite Anschlussschicht **5** eindringt. Insbesondere weist so-

wohl die Isolationsschicht **9** als auch die erste Anschlussschicht **4** in diesem Bereich eine Aussparung auf, so dass diese Schichten im Bereich der Vertiefung **16** im dargestellten Querschnitt unterbrochen sind. Auch die organische Schicht **3** weist eine Aussparung auf, die die Vertiefung **16** bildet. Die zweite Anschlussschicht **5** ist flächig auf den in der in **Fig. 4** dargestellten Schichtstapel **2** aufgebracht, so dass die zweite Anschlussschicht **5** in die Vertiefung **16** eindringt und einen elektrischen Kontakt mit der dritten Anschlussschicht **8** herstellt. Beispielsweise können die Schichten **3**, **4** und **9** durch mikromechanische Bearbeitungsschritte, beispielsweise mit durch Laserablation im Bereich der Vertiefung **16** entfernt werden, bevor die zweite Anschlussschicht **5** auf die Kontaktanordnung **15** aufgetragen wird.

**[0056]** **Fig. 5** zeigt ein weiteres nichterfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Kontaktanordnung **15** für einen Schichtstapel **2**. Die Kontaktanordnung **15** umfasst eine dritte Anschlussschicht **8**, eine Isolationsschicht **9**, eine erste Anschlussschicht **4**, eine organische Schicht **3** und eine zweite Anschlussschicht **5**. Die Schichtfolge umfasst somit dieselben Schichten wie die in der **Fig. 4** dargestellte Schichtfolge und ist beispielsweise aus denselben Materialien aufgebaut.

**[0057]** Auf die Kontaktanordnung **15** gemäß **Fig. 5** weist eine Vertiefung **16** im Bereich einer Kontaktstelle **17** auf. Die zweite Anschlussschicht **5** dringt in die Vertiefung **16** ein und bildet somit einen elektrischen Kontakt mit der dritten Anschlussschicht **8**. Im Unterschied zu der in der **Fig. 4** dargestellten Kontaktanordnung ist eine in der Isolationsschicht **9** vorhandene Aussparung **13** in der **Fig. 5** kleiner ausgestaltet. Während in der Kontaktanordnung **15** gemäß der **Fig. 4** die zweite Anschlussschicht **5** außerhalb des elektrischen Kontakts mit der dritten Anschlussschicht **8** überall auf der organischen Schicht **3** aufliegt, liegt die zweite Anschlussschicht **5** gemäß **Fig. 5** links und rechts neben der Kontaktstelle auf der Isolationsschicht **9** auf. Auf diese Weise wird die elektrische Isolation zwischen der den Anschlussschichten **4** und **8** verbessert, so dass die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens eines Kurzschlusses im Bereich der Kontaktanordnung reduziert wird. Des Weiteren kann hierdurch ein gleichförmigeres elektrisches Feld innerhalb des Schichtstapels **2** erzeugt werden, so dass auch im Bereich der Kontaktstruktur **7** eine gleichmäßig leuchtende Fläche entsteht.

**[0058]** In den **Fig. 1** bis **Fig. 5** wurden die Kontaktelemente **11** beziehungsweise Kontaktstellen **17** als punktförmige, insbesondere kreisrunde, Kontakte dargestellt. Möglich sind jedoch auch andere Formen zur Bildung von Kontakten. In den weiteren Ausführungsbeispielen gemäß den **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** sind andere Möglichkeiten der Kontaktierung zwi-

schen der zweiten Anschlussschicht **5** und der Kontaktstruktur **7** dargestellt.

**[0059]** In der **Fig. 6A** sind kreuzförmige Kontaktanordnungen **15** dargestellt. Kreuzförmige Kontaktanordnungen **15** weisen unter anderem den Vorteil auf, dass ein verhältnismäßig großer Stromfluss zwischen der Anschlussschicht **8** und der zweiten Anschlussschicht **5** ermöglicht wird. **Fig. 6B** zeigt streifenförmige Kontaktanordnungen **15**. Streifenförmige Kontaktanordnungen **15** lassen sich auf besonders einfache Weise in einen Schichtstapel **2** einbringen. Beispielsweise können Schnitte in die organische Schicht **3**, die erste Anschlussschicht **4** und die erste Isolationsschicht **9** eingebracht werden. **Fig. 6c** zeigt spinnennetzartige Kontakt Kontaktanordnungen **15a** beziehungsweise wabenförmige Kontaktanordnungen **15b**. Spinnennetzartige Kontakt Kontaktanordnungen **15a** beziehungsweise wabenförmige Kontaktanordnungen **15b** erlauben eine regelmäßige und gleichförmige Versorgung der zweiten Anschlussschicht **5** mit einem elektrischen Betriebsstrom zum Betrieb einer organischen Leuchtdiode oder eines anderen optisch aktiven Elements.

**[0060]** Ein Vorteil der oben beschriebenen Anordnungen besteht darin, dass eine laterale Stromverteilung über die gesamte Leuchtfläche durch eine gut leitende Kontaktstruktur **7** beziehungsweise Anschlussschicht **8** erfolgen kann. Da diese aus einem beliebig dicken und auch nicht transparenten Material hergestellt werden kann, lassen sich mit den beschriebenen Anordnungen im Prinzip beliebig große Flächen mit einem Betriebsstrom versorgen. Beispielsweise kann eine Sandwichstruktur, bestehend aus einer ersten Anschlussschicht **4**, der ersten Isolationsschicht **9** und der dritten Anschlussschicht **8** verwendet werden. Solche Sandwichstrukturen mit zwei metallischen und einer isolierenden Schicht sind einfach herzustellen.

**[0061]** Beispielsweise können Leiterbahnen auf der Oberseite beziehungsweise Unterseite eines leitenden Materials auf lithographischem Wege hergestellt werden. Alternativ ist auch die Verwendung eines Laminats aus zwei Metallschichten und einer dazwischen liegenden Kunststoffschicht möglich.

**[0062]** **Fig. 7** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung von organischen Leuchtdioden und anderen flächigen Bauelemente mit wenigstens einem optisch aktiven Element, insbesondere anorganische Leuchtdioden, flächige Strahlungsdetektoren oder Solarzellen.

**[0063]** In einem ersten Schritt **71** wird eine erste Anschlussschicht **4** bereitgestellt. Die erste Anschlussschicht kann beispielsweise auf einem Trägersubstrat für die herzustellende Leuchtdiode bereitgestellt werden. Beispielsweise kann es sich dabei um ein ke-



ramisches Trägersubstrat handeln. Alternativ ist auch die Verwendung einer Leiterplatte oder eines sonstigen geeigneten Trägermaterials möglich. Gegebenenfalls kann auf die Verwendung eines Trägersubstrats auch verzichtet werden, insbesondere wenn die erste Anschlussschicht **4** beispielsweise aus einer metallischen Schicht oder Folie gebildet wird. Erfindungsgemäß wird eine dritte Anschlussschicht **8** bereitgestellt, die elektrisch von der ersten Anschlussschicht **4** isoliert und auf dieser flächig angeordnet ist. Beispielsweise können die erste Anschlussschicht **4** und die dritte Anschlussschicht **8** bereits auf einem Trägersubstrat angeordnet sein oder nachträglich im Laufe des Verfahrens, beispielsweise mittels Photolithographie oder Beschichtung, auf ein Trägersubstrat aufgetragen werden. Selbstverständlich ist es auch möglich, leitende Metallfolien auf ein nicht leitendes Trägersubstrat aufzukleben oder auf anderem Wege zu befestigen.

**[0064]** In einem weiteren Schritt **72** werden Aussparungen **12** in der ersten Anschlussschicht **4** sowie gegebenenfalls Aussparungen **13** in der Isolationsschicht **9** gebildet. Die Aussparungen ermöglichen es einer später aufgetragenen zweiten Anschlussschicht **5**, die erste Anschlussschicht **4** zu kontaktieren. Die Aussparungen **12** beziehungsweise **13** können durch mechanische, mikromechanische oder chemische Verfahren in der ersten Anschlussschicht **4** beziehungsweise der ersten Isolationsschicht **9** gebildet werden. Beispielsweise können Löcher in die erste Anschlussschicht **4** und/oder die erste Isolationsschicht **9** gebohrt, gefräst, geätzt oder eingebrannt werden.

**[0065]** In einem weiteren Verfahrensschritt **73** wird ein Schichtstapel mit mindestens einer organischen Schicht **3** auf die erste Anschlussschicht **4** aufgetragen. Der organische Schichtstapel **2** wird auf eine freiliegende Oberfläche der ersten Anschlussschicht **4** aufgetragen, so dass ein erster elektrischer Kontakt zwischen der ersten Anschlussschicht **4** und dem Schichtstapel **2** hergestellt wird.

**[0066]** Grundsätzlich kann der Schichtstapel **2** zunächst im gesamten Bereich der ersten Anschlussschicht **4** aufgetragen werden. Optional können nachträglich Kontaktelemente **11** in die organische Schicht **3** eingebracht oder Vertiefungen **16** in dem Schichtstapel **2** ausgebildet werden. Alternativ ist es auch möglich, die organische Schicht **3** nur in den Bereichen aufzutragen, die keiner Aussparung **12** beziehungsweise **13** in der ersten Anschlussschicht **4** beziehungsweise Isolationsschicht **9** zugeordnet sind.

**[0067]** Gemäß der ersten Alternative wird der Schichtstapel **2** im gesamten Bereich der ersten Anschlussschicht **4** aufgetragen, zum Beispiel aufgesputtert. Nachfolgend werden die Teile des Schichtstapels **2**, die den Aussparungen **12** oder **13** der

ersten Anschlussschicht **4** beziehungsweise Isolationsschicht **9** zugeordnet sind, beispielsweise mittels Laserablation entfernt. Gemäß der zweiten Alternative wird die organische Schicht **3** beispielsweise mittels Siebdrucktechnik aufgetragen, wobei die den Aussparungen **12** beziehungsweise **13** zugeordneten Bereiche durch das Siebdruckverfahren ausgespart werden. Des Weiteren ist es auch möglich, die Schichtstapel **2** mittels Vakuumdiffusionstechnik auf die erste Anschlussschicht **4** aufzudampfen, wobei mittels einer Schattenmaske die den Aussparungen **12** beziehungsweise **13** zugeordneten Bereiche ausgespart werden.

**[0068]** Gemäß einer abgewandelten Ausgestaltung wird anstelle des Schichtstapel **2** mit der organischen Schicht ein anderer, beispielsweise auch anorganischer Schichtstapel, zum Beispiel umfassend ein Halbleitermaterial, aufgetragen, epitaktisch aufgewachsen oder gemäß anderen aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren geformt. Auf diese Weise können beispielsweise auch Solarzellen, Strahlungsdetektoren zur Erkennung elektromagnetischer Strahlung oder andere elektronische Bauelemente mit einem flächigen optisch aktiven Bereich hergestellt werden.

**[0069]** In einem weiteren Schritt **74** wird die zweite Anschlussschicht **5** auf den Schichtstapel **2** aufgebracht. Beispielsweise kann eine Indium-Zinnoxid-Schicht auf die Oberfläche des Schichtstapels **2** aufgedampft oder aufgewachsen oder auf ihr abgeschieden werden. Die zweite Anschlussschicht **5** wird dabei großflächig im Bereich des gesamten Schichtstapels **2** aufgetragen.

**[0070]** In einem letzten Schritt **75** werden elektrische Verbindungen zwischen der zweiten Anschlussschicht **5** und der dritten Anschlussschicht **8** gebildet. In dem Fall, in dem in dem Schichtstapel **2** Vertiefungen **16** vorgesehen sind, wird dieser Schritt gemeinsam mit dem Schritt **74** durchgeführt. Das heißt, dass durch Aufbringen der zweiten Anschlussschicht **5** gleichzeitig auch eine elektrische Kontaktierung der dritten Anschlussschicht **8** im Bereich der Aussparungen **12** erfolgt. Alternativ ist es auch möglich durch Einbringen zusätzlicher Kontaktelemente **11** in den Schichtstapel **2** elektrische Verbindungen zwischen der zweiten Anschlussschicht **5** und der dritten Anschlussschicht **8** zu bilden. Erfindungsgemäß werden insbesondere dünne Metallstifte in den Schichtstapel **2** eingebracht. Zum Beispiel eignen sich hierzu Metallstifte aus Silber mit einem Durchmesser von weniger als 20 nm.

**[0071]** Die oben beschriebenen Schritte können auch in einer anderen als der beschriebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Beispielsweise kann die Schichtfolge in umgekehrter Reihenfolge aufgebaut werden, d. h. beginnend von einer durch die zweite

Anschlussschicht 5 gebildeten Deckelelektrode, über den Schichtstapel 2, die erste Anschlussschicht 4, die Isolationsschicht 9 und die dritte Anschlussschicht 8. Des Weiteren können mehrere der Verfahrensschritte in einem einzelnen Schritt vereinigt werden. Beispielsweise können die Aussparungen 12 und 13 in der ersten Anschlussschicht 4 und der ersten Isolationsschicht 9 gemeinsam mit den Vertiefungen 16 in dem Schichtstapel 2 hergestellt werden.

**[0072]** In den beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde die dritte Anschlussschicht 8 erfindungsgemäß als zusätzliche Metall- oder sonstige Leiterschicht beschrieben, die flächig auf einer Isolationsschicht 9 aufgetragen ist. Anstelle einer flächigen Kontaktstruktur 7 können selbstverständlich auch andere Kontaktelemente auf einer dem Schichtstapel 2 abgewandten Seite der ersten Anschlussschicht 4 angeordnet werden, die eine gleichmäßige Versorgung der zweiten Anschlussschicht 5 mit einem elektrischen Betriebsstrom gewährleisten. Beispielsweise können einzelne Kontaktelemente 11 mittels Leiterbahnen oder Kabelverbindungen an eine Stromquelle angeschlossen werden.

### Patentansprüche

#### 1. Organische Leuchtdiode (1) umfassend

- einen Schichtstapel (2) aufweisend wenigstens eine organische Schicht (3) zur Emission elektromagnetischer Strahlung (6), wobei der Schichtstapel (2) eine erste Oberfläche und eine der ersten Oberfläche gegenüber liegende zweite Oberfläche aufweist,
- eine elektrisch leitfähige erste Anschlussschicht (4), die auf der ersten Oberfläche des Schichtstapels (2) angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, und
- eine elektrisch leitfähige und für eine charakteristische Wellenlänge der emittierbaren elektromagnetischen Strahlung (6) zumindest überwiegend durchlässige zweite Anschlussschicht (5), die auf der zweiten Oberfläche des Schichtstapels (2) angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, wobei
- auf der dem Schichtstapel (2) gegenüber liegenden Seite der ersten Anschlussschicht (4) eine von dieser elektrisch isolierte, leitfähige Kontaktstruktur (7) angeordnet ist,
- die erste Anschlussschicht (4) eine Mehrzahl von Aussparungen (12) aufweist,
- die zweite Anschlussschicht (5) im Bereich der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) elektrisch mit der Kontaktstruktur (7) verbunden ist,
- die Kontaktstruktur (7) wenigstens eine erste Isolationsschicht (9) und eine elektrisch leitfähige dritte Anschlussschicht (8) umfasst, wobei die dritte Anschlussschicht (8) eine Leiterschicht ist, die flächig auf der Isolationsschicht (9) aufgetragen ist und somit elektrisch von der ersten Anschlussschicht (4) isoliert und auf dieser flächig angeordnet ist,

- die erste Isolationsschicht (9) in direktem physischen Kontakt mit der dem Schichtstapel (2) abgewandten Seite der ersten Anschlussschicht (4) steht und die dritte Anschlussschicht (8) in direktem physischen Kontakt mit der der ersten Anschlussschicht (4) abgewandten Seite der ersten Isolationsschicht (9) steht,
- die erste Isolationsschicht (9) als elektrisch isolierendes Trägersubstrat ausgestaltet ist und eine Mehrzahl von Aussparungen (13) aufweist, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet ist,
- in dem Schichtstapel (2) eine Mehrzahl von Kontaktelementen (11) angeordnet ist, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet ist und die zweite Anschlussschicht (5) elektrisch mit der Kontaktstruktur (7) verbindet,
- die Kontaktelemente (11) zur gleichmäßigen Versorgung der zweiten Anschlussschicht (5) mit einem elektrischen Betriebsstrom eingerichtet sind,
- durch die mehrfache elektrische Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht (5) durch die Kontaktelemente (11) eine gleichmäßige Stromzuführung über die gesamte Oberfläche der organischen Leuchtdiode erzielbar ist, und
- die zweite Anschlussschicht (5) und die dritte Anschlussschicht (8) durch die Kontaktelemente (11) elektrisch verbunden sind, wobei die Kontaktelemente (11) durch in dem Schichtstapel (2) eingebrachte Metallstifte ausgebildet sind.

2. Organische Leuchtdiode (1) nach Anspruch 1, wobei jeweils eine Isolationsschicht (14) jeweils eines der Mehrzahl der Kontaktelemente (11) umgibt, die das jeweilige Kontaktelement (11) elektrisch von dem Schichtstapel (2) isoliert.

3. Organische Leuchtdiode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die zweite Anschlussschicht (5) ein transparentes elektrisch leitendes Oxid aufweist oder aus einem transparenten leitenden Oxid besteht, wobei im Betrieb der Leuchtdiode die emittierte elektromagnetische Strahlung (6) durch die zweite Anschlussschicht (5) hindurch aus der Leuchtdiode austritt.

4. Organische Leuchtdiode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zweite Anschlussschicht (5) ein dotiertes Übergangsmetalloxid umfasst.

5. Organische Leuchtdiode (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die zweite Anschlussschicht (5) wenigstens eine dünne Metallschicht mit einer Dicke zwischen 5 und 50 nm umfasst.

6. Organische Leuchtdiode (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Dicke der Metallschicht weniger als 30 nm ist.

7. Organische Leuchtdiode (1) nach Anspruch 5 oder 6, wobei die zweite Anschlussschicht (5) zusätzlich wenigstens eine dotierte Übergangsmetall-oxidschicht umfasst, wobei die dünne Metallschicht und die Übergangsmetallschicht eine Verbundstruktur bilden.

8. Flächiges, optisch aktives Element mit einer Kontaktanordnung (15) mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden parallelen zweiten Oberfläche, aufweisend:

- eine elektrisch leitfähige erste Anschlussschicht (4), die auf der ersten Oberfläche des optisch aktiven Elements angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, und
- eine elektrisch leitfähige und für elektromagnetische Strahlung (6) einer vorbestimmten charakteristischen Wellenlänge zumindest überwiegend durchlässige zweite Anschlussschicht (5), die auf der zweiten Oberfläche des optisch aktiven Elementes angeordnet und mit diesem elektrisch verbunden ist, wobei
  - auf der dem optisch aktiven Element gegenüber liegenden Seite der ersten Anschlussschicht (4) eine von dieser elektrisch isolierte, leitfähige Kontaktstruktur (7) angeordnet ist,
  - die erste Anschlussschicht (4) eine Mehrzahl von Aussparungen (12) aufweist,
  - die zweite Anschlussschicht (5) im Bereich der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) elektrisch mit der Kontaktstruktur (7) verbunden ist,
  - die Kontaktstruktur (7) wenigstens eine erste Isolationsschicht (9) und eine elektrisch leitfähige dritte Anschlussschicht (8) umfasst, wobei die dritte Anschlussschicht (8) eine Leiterschicht ist, die flächig auf der Isolationsschicht (9) aufgetragen ist und somit elektrisch von der ersten Anschlussschicht (4) isoliert und auf dieser flächig angeordnet ist,
  - die erste Isolationsschicht (9) in direktem physischen Kontakt mit der dem Schichtstapel (2) abgewandten Seite der ersten Anschlussschicht (4) steht und die dritte Anschlussschicht (8) in direktem physischen Kontakt mit der der ersten Anschlussschicht (4) abgewandten Seite der ersten Isolationsschicht (9) steht,
  - die erste Isolationsschicht (9) als elektrisch isolierendes Trägersubstrat ausgestaltet ist und eine Mehrzahl von Aussparungen (13) aufweist, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet ist,
  - das optisch aktive Element einen Schichtstapel (2) aufweist, in dem eine Mehrzahl von Kontaktelementen (11) angeordnet ist, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet ist und die zweite Anschlussschicht (5) elektrisch mit der Kontaktstruktur (7) verbindet,
  - die Kontaktelemente (11) zur gleichmäßigen Versorgung der zweiten Anschlussschicht (5) mit einem elektrischen Betriebsstrom eingerichtet sind,

- durch die mehrfache elektrische Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht (5) durch die Kontaktelemente (11) eine gleichmäßige Stromzuführung über die gesamte Oberfläche des optisch aktiven Elements erzielbar ist, und

- die zweite Anschlussschicht (5) und die dritte Anschlussschicht (8) durch die Kontaktelemente (11) elektrisch verbunden sind, wobei die Kontaktelemente (11) durch in dem Schichtstapel (2) eingebrachte Metallstifte ausgebildet sind.

9. Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode (1), umfassend:

- Bereitstellen einer flächigen, elektrisch leitfähigen ersten Anschlussschicht (4) und einer im Bereich der ersten Anschlussschicht (4) angeordneten, von dieser elektrisch isolierten, leitfähigen Kontaktstruktur (7),
- Formen einer Mehrzahl von Aussparungen (12) in der ersten Anschlussschicht (4),
- flächiges Aufbringen eines Schichtstapels (2) aufweisend wenigstens eine organische Schicht (3) zur Emission elektromagnetischer Strahlung (6) auf einer der Kontaktstruktur (7) gegenüber liegenden Seite der ersten Anschlussschicht (4),
- flächiges Aufbringen einer elektrisch leitfähigen und für eine vorbestimmte charakteristische Wellenlänge der emittierbaren elektromagnetischen Strahlung (6) zumindest überwiegend durchlässigen zweiten Anschlussschicht (5), auf einer der ersten Anschlussschicht (4) gegenüber liegenden Seite des Schichtstapels (2), und
- Formen einer Mehrzahl von elektrischen Verbindungen zwischen der zweiten Anschlussschicht (5) und der Kontaktstruktur (7) durch die Mehrzahl von Aussparungen (12) in der ersten Anschlussschicht (4), wobei
  - die Kontaktstruktur (7) wenigstens eine erste Isolationsschicht (9) und eine elektrisch leitfähige dritte Anschlussschicht (8) umfasst, wobei die dritte Anschlussschicht (8) eine Leiterschicht ist, die flächig auf der Isolationsschicht (9) aufgetragen ist und somit elektrisch von der ersten Anschlussschicht (4) isoliert und auf dieser flächig angeordnet ist,
  - die erste Isolationsschicht (9) in direktem physischen Kontakt mit der dem Schichtstapel (2) abgewandten Seite der ersten Anschlussschicht (4) steht und die dritte Anschlussschicht (8) in direktem physischen Kontakt mit der der ersten Anschlussschicht (4) abgewandten Seite der ersten Isolationsschicht (9) steht,
  - die erste Isolationsschicht (9) als elektrisch isolierendes Trägersubstrat ausgestaltet ist und eine Mehrzahl von Aussparungen (13) aufweist, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet ist,
  - in dem Schichtstapel (2) eine Mehrzahl von Kontaktelementen (11) angeordnet ist, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4)

zugeordnet ist und die zweite Anschlussschicht (5) elektrisch mit der Kontaktstruktur (7) verbindet,

- die Kontaktelemente (11) zur gleichmäßigen Versorgung der zweiten Anschlussschicht (5) mit einem elektrischen Betriebsstrom eingerichtet sind,
- durch die mehrfache elektrische Kontaktierung der zweiten Anschlussschicht (5) durch die Kontaktelemente (11) eine gleichmäßige Stromzuführung über die gesamte Oberfläche der organischen Leuchtdiode erzielbar ist, und
- die zweite Anschlussschicht (5) und die dritte Anschlussschicht (8) durch die Kontaktelemente (11) elektrisch verbunden sind, wobei zur Ausbildung der Kontaktelemente (11) Metallstifte in den Schichtenstapel eingebracht werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schichtstapel (2) zunächst auf der gesamten Oberfläche der ersten Anschlussschicht (4) aufgebracht wird und in einem nachfolgenden Schritt Teile des Schichtstapels (2), die der Mehrzahl von Aussparungen (12) in der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet sind, abgetragen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Formen der Mehrzahl von Aussparungen (12) in der ersten Anschlussschicht (4) gemeinsam mit dem Abtragen der Teile des Schichtstapels (2) durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teile des Schichtstapels (2) durch Einwirkung elektromagnetischer Strahlung abgetragen werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schichtstapel (2) strukturiert aufgebracht wird, wobei beim Aufbringen des Schichtstapels (2) Bereiche ausgespart werden, die der Mehrzahl von Aussparungen (12) der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet sind, so dass der Schichtstapel (2) ebenfalls eine Mehrzahl von Aussparungen aufweist.

14. Herstellungsverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schichtstapel (2) mittels Siebdrucktechnik auf die erste Anschlussschicht (4) aufgebracht wird.

15. Herstellungsverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schichtstapel (2) mittels Aufdampfen auf die erste Anschlussschicht (4) aufgebracht wird, wobei die auszusparenden Bereiche mittels einer Schattenmaske abgedeckt werden.

16. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mehrzahl von Kontaktelementen (11) in Bereiche des Schichtstapels (2) eingebracht wird, die der Mehr-

zahl von Aussparungen (12) in der ersten Anschlussschicht (4) zugeordnet ist.

17. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die organische Leuchtdiode (1) ein Trägersubstrat umfasst, und die erste Anschlussschicht (4) und/oder die Kontaktstruktur (7) mittels Photolithographie auf dem Trägersubstrat aufgebracht werden.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

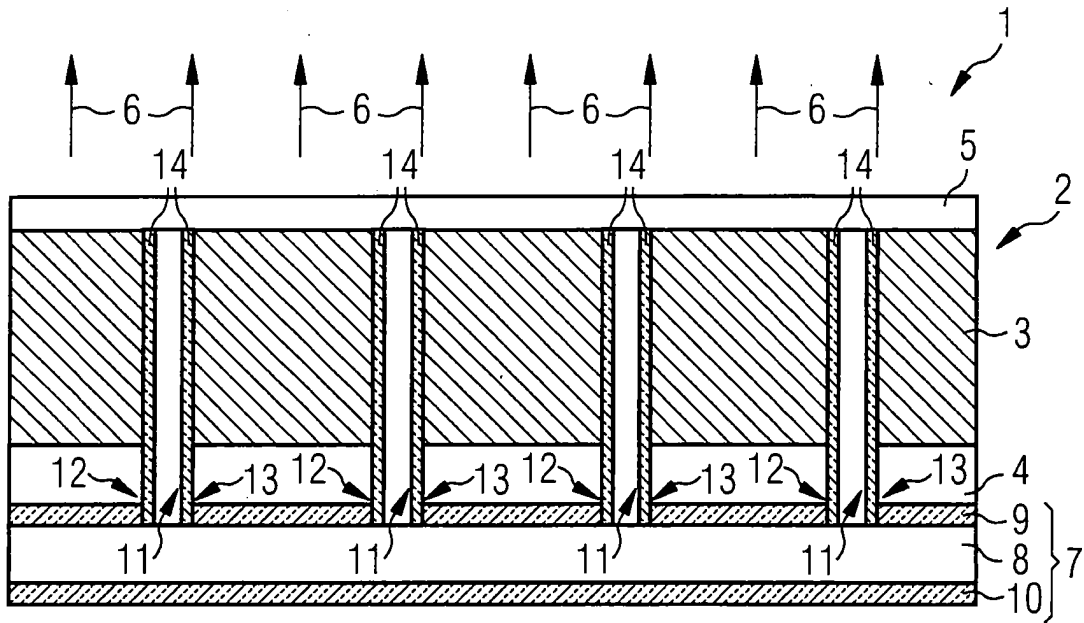


FIG 2

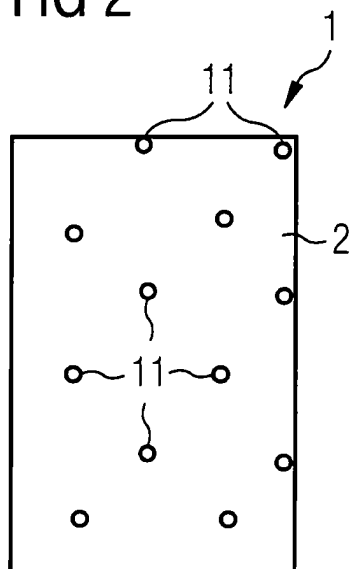


FIG 3

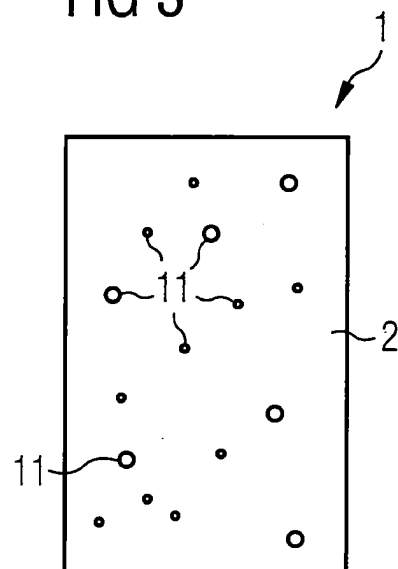


FIG 4

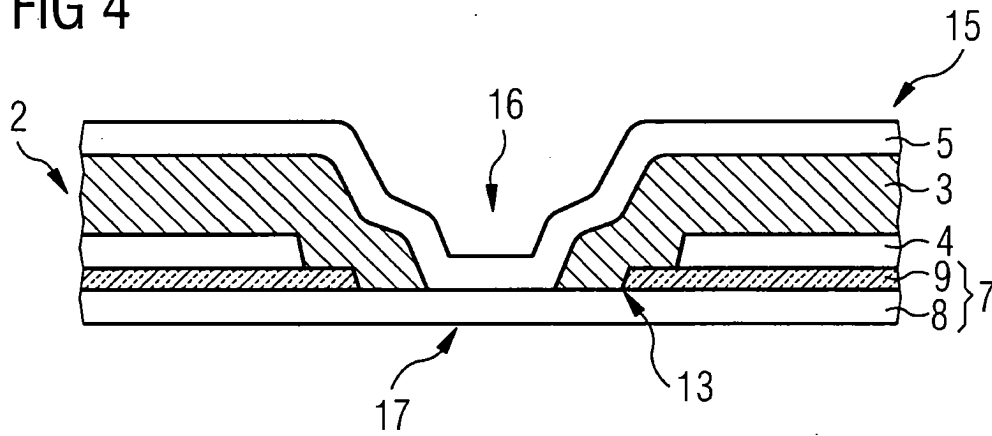


FIG 5

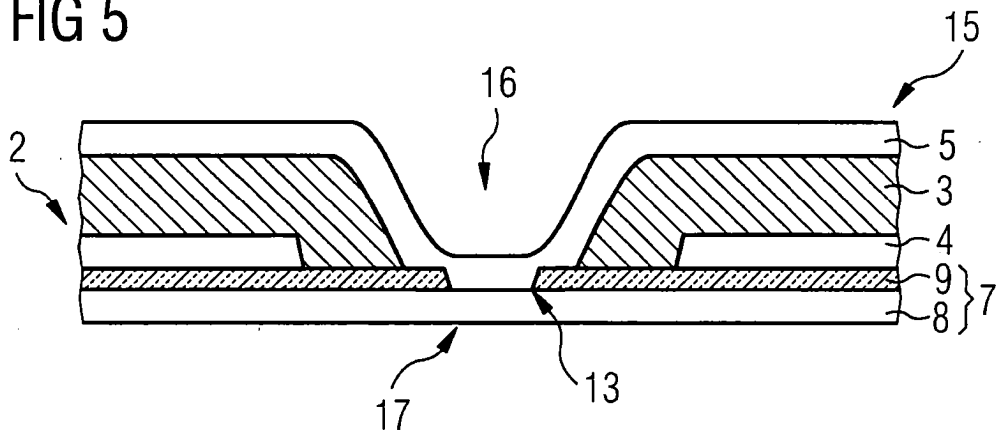


FIG 6A

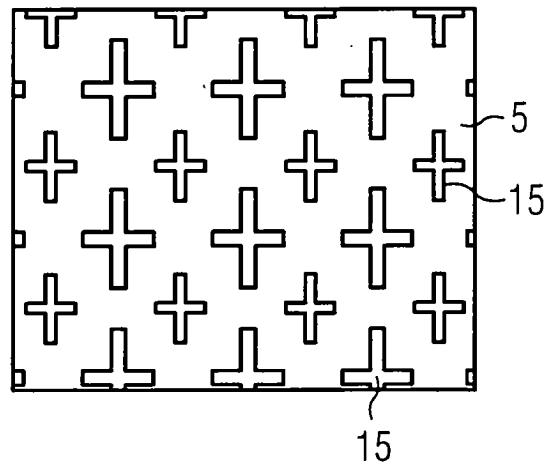


FIG 6B

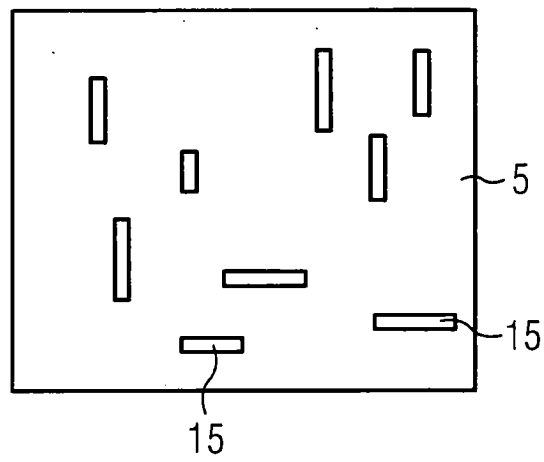


FIG 6C

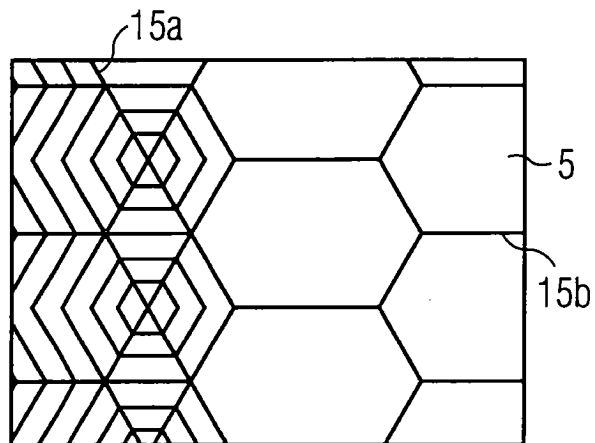


FIG 7

