



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2008 049 056 A1 2010.04.08**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 049 056.3**

(22) Anmeldetag: **26.09.2008**

(43) Offenlegungstag: **08.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 51/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

(72) Erfinder:

**Amelung, Jörg, Dipl.-Phys., 01099 Dresden, DE;  
Kirchhof, Christian, Dipl.-Ing., 01471 Radeburg,  
DE; Hesse, Jan, Dipl.-Ing., 01187 Dresden, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 2002/1 30 615 A1**

**DE 103 28 140 A1**

**DE 10 2006 059168 A1**

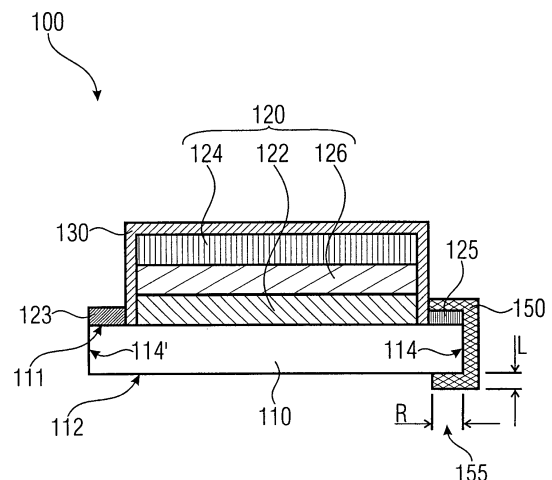
**DE 10 2007 061473 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Organisches photoelektrisches Bauelement und ein Verfahren zum Herstellen eines organischen photoelektrischen Bauelements**

(57) Zusammenfassung: Ein organisches photoelektrisches Bauelement (100) weist ein Substrat (110), eine Grundelektrode (122), eine Deckelektrode (124), eine organische Schichtanordnung (126) und eine Kontaktschicht (150) auf. Das Substrat (110) weist eine erste Oberfläche (111) und eine zweite Oberfläche (112), die durch eine Seitenwand (114) verbunden sind, auf. Die Grundelektrode (122) ist auf der ersten Oberfläche (111) des Substrats (110) ausgebildet und die organische Schichtanordnung (126) ist zwischen der Deckelektrode (124) und der Grundelektrode (122) angeordnet. Die Kontaktschicht (150) kontaktiert die Grundelektrode (122) oder die Deckelektrode (124) elektrisch und ist entlang der Seitenwand (114) zumindest bis zur zweiten Oberfläche (112) ausgebildet, um einen Kontaktbereich (155) an der zweiten Hauptoberfläche (112) bereitzustellen.



## Beschreibung

**[0001]** Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf ein organisches photoelektrisches Bauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines organischen photoelektrischen Bauelements. Weitere Ausführungsbeispiele beziehen sich auf organische Leuchtdioden und Solarzellen sowie die Herstellung von großflächigen Funktionsflächen.

**[0002]** Auf der Basis organischer Leuchtdioden (OLED; OLED = organic light emitting diodes) können neuartige Flächenlichtelemente verwirklicht werden. Als flächiger Leuchtkörper (Lichtelement) mit gegenüber einer herkömmlichen Licht emittierenden Diode (LED) moderater Leuchtdichte ist die OLED ideal geeignet für die Herstellung flächiger diffuser Leuchtquellen. Diesen Lichtquellen wird eine ähnliche Entwicklung vorhergesagt, wie der der OLED-basierenden Displays (Anzeigen). Ferner wird es möglich werden, OLEDs aufgrund ihrer Dünnschichttechnologie als flexible Leuchtkörper zu realisieren, die ganz neue Anwendungen in der Beleuchtung von Räumen gestatten.

**[0003]** Die OLED ist ein stromgetriebenes Bauelement, so dass die Lichtausbeute bzw. die Leuchtstärke proportional zu dem durchfließenden Strom ist. Ein wichtiger Punkt bei der Herstellung großflächiger Leuchtelemente ist deshalb eine homogene Stromdichteverteilung auf großen Flächen sicherzustellen. Andernfalls würde bei inhomogener Stromdichteverteilung das großflächige Leuchtelement nicht homogen strahlen. Da zumindest ein transparenter Kontakt bei der OLED vorhanden ist und der transparente Kontakt in der Regel eine geringe Leitfähigkeit aufweist, ist die Homogenität durch diesen transparenten Kontakt im Allgemeinen limitiert. Normalerweise wird für den transparenten Kontakt ein transparent leitfähiges Oxid (TCO) oder eine durchsichtige Metallschichten verwendet. Die TCO weist häufig nur eine geringe Leitfähigkeit auf und die Leitfähigkeit der Metallschicht ist infolge ihrer dünnen Ausgestaltung ebenfalls nur gering, da die Metallschicht möglichst transparent sein soll und somit möglichst dünn ist. Dies führt andererseits zu der besagten Einschränkung hinsichtlich der Leitfähigkeit. Die geringe Leitfähigkeit dieser Schichten führt gleichzeitig zu einer Limitierung der maximal möglichen Leuchtflächengröße.

**[0004]** Solarzellen auf Basis organischer Materialien sind im Aufbau der OLED fast gleich. Aufgrund der verwendeten organischen Materialien ermöglichen diese Strukturen aber eine Umwandlung optischer Strahlung in elektrischen Strom. Dieser Strom wird ebenfalls über Kontakte abgeleitet, wobei wiederum der transparente elektrische Kontakt, den die einfallende Strahlung passiert, die maximal nutzbare Bauelementgröße limitiert bzw. vermindert.

**[0005]** Die Ausbeute bei der Herstellung solcher Elemente (OLED oder Solarzellen basierend auf organischen Materialien) vermindert sich quadratisch mit der Fläche des Bauelements. Aus diesem Grunde werden große Flächen durch eine Unterteilung in kleinere Elemente hergestellt. Zwischen diesen Elementen ermöglichen elektrische Verbindungen die Ansteuerung der einzelnen Elemente. Sowohl bei organischen Leuchtdiodenflächen als auch bei organischen Solarzellen ist ein hoher Füllgrad, der durch das Verhältnis zwischen aktiver Fläche zu Gesamtfläche gegeben ist, ein sehr wichtiges Kriterium für die Einsatzfähigkeit. Die erforderlichen seitlichen Kontakte verringern hierbei die aktive Fläche erheblich – insbesondere wegen der Unterteilung in kleinere Elemente, so dass die Seitenkontakte prozentual mehr Platz einnehmen. Weiterhin ist für beide Anwendungen eine Serienschaltung der Bauelemente ein wichtiges Mittel, um den Gesamtstrom zu minimieren oder andersherum für einen gegebenen Gesamtstrom die Fläche zu maximieren.

**[0006]** Um größere Abmaße der kleineren Elemente zu erreichen, werden beispielsweise Metallverstärkungen in Form von Netzen (Metallgrids) in die transparente Schicht eingebracht. Diese Metallgrids, die auch Busbars genannt werden, verringern den effektiven Schichtwiderstand entsprechend ihrer Belegungsdichte und ermöglichen somit die Realisierung größerer Diodenflächen.

**[0007]** Aufgrund der Nichttransparenz dieser Metallgrids oder Metallgitter verringert sich jedoch die effektive Bauelementfläche. Aus diesem Grunde sind Metallgrids bis ca. 25% der ITO-Fläche überhaupt sinnvoll einsetzbar. Eine sinnvolle Verbesserung wäre die Erhöhung der Gridmetalldicke, was aber aufgrund der Strukturierungsmöglichkeiten und der Schichtdicken der organischen Schichten nicht sinnvoll ist.

**[0008]** Die Rand- oder Außenkontakte können beispielsweise über Federkontakte oder ähnlichen elektrischen Kontakten mit einer Verteilerplatte verbunden werden. Da über diese Kontakte der Gesamtstrom für die Anode und Kathode (Grundelektrode und Topelektrode) zugeführt bzw. abgeleitet wird, ist der Kontakt zumindestens zweigeteilt. Um bei dieser Konfiguration eine homogene Lichtverteilung zu erreichen, wird eine seitliche breite Kontaktierungsleitung verwendet, was die aktive Leuchtfläche verringert.

**[0009]** Durch eine Verwendung einer Serienschaltung der Dioden oder Solarzellen kann eine Verringerung des Gesamtstroms und somit eine Vergrößerung der Leuchtfläche erreicht werden. In US 7,307,278, US 7,034,470 und US 6,693,296 werden Möglichkeiten einer solchen Verschaltung offenbart, wobei jedoch die offenbarte Verschaltung auf einem

gemeinsamen Substrat realisiert ist. Eine derartige monolithische Verschaltung erhöht jedoch den Herstellungsaufwand der Elemente. In US 7,276,724 und US 7,122,398 werden weitere Möglichkeiten einer Verschaltung von ganzen Elementen dargestellt. Auch hier werden Modifikationen bei der Prozessführung der Elemente durchgeführt, die zu einer Erhöhung des Herstellungsaufwandes führen. In US 7,122,398 wird ferner zur Kontaktierung ein flexibles Metallband oder Metallgitter verwendet und die Kontaktierung erfolgt unterhalb der Verkapselung, was bei der Herstellung der Dioden/Solarzellen schwierig zu realisieren ist, da die Diode vor Sauerstoff und Wasser geschützt werden muss. Eine weitere konventionelle Realisierungsform beinhaltet auch die Kontaktierung der Vorderseite eines Elements zur Rückseite eines nächsten Elements. Hierzu wird aber ein Rückseitenkontakt benötigt.

**[0010]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein organisches photoelektrisches Bauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines organischen photoelektrischen Bauelements zu schaffen, welches eine einfache Serienschaltung von Elementen in einer Kombination mit einer Verringerung der nicht aktiven Fläche (und somit einem maximaler Füllfaktor) ermöglicht.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch ein organisches photoelektrisches Bauelement nach Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung nach Anspruch 16 gelöst.

**[0012]** Der Kerngedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass bei einem organischen photoelektrischen Bauelement, das ein Substrat, eine Grundlektrode, eine organische Schichtanordnung und eine Deckelektrode aufweist, eine der Elektroden (Grundlektrode oder Deckelektrode) durch eine leitende Verbindung auf die Rückseite des Substrats geführt wird. Die leitende Verbindung kann beispielsweise eine Kontaktschicht sein, die entlang einer Seitenwand des Substrats ausgebildet ist, so dass ein Kontaktbereich auf der den Elektroden gegenüberliegenden Seite des Substrats gebildet wird. Die Grundlektrode kann beispielsweise auf einer ersten Oberfläche und der Kontaktbereich auf einer zweiten Oberfläche des Substrats ausgebildet sein.

**[0013]** Bei weiteren Ausführungsbeispielen können beide Elektroden (Rund- und Deckelektroden) durch jeweils eine Kontaktschicht kontaktiert werden, so dass zwei Verbindungen zu zwei Kontaktbereichen auf der zweiten Oberfläche hergestellt werden.

**[0014]** Organische photo-elektrische Bauelemente umfassen beispielsweise eine OLED oder eine OLED-Struktur als auch eine organische Solarzelle. Ein Standardaufbau einer OLED oder Solarzelle

weist als Grundlektrode beispielsweise eine transparente ITO-Schicht (ITO = Indium-Zinn-Oxid) auf. Auf die transparente ITO-Schicht wird dann beispielsweise eine organische Schicht oder einer organische Schichtanordnung, die teilweise bis zu sieben Sublagen mit komplementär dotierte Schichten aufweisen kann, aufgebracht. Abschließend wird eine metallische Kathode (Deckelektrode) ausgebildet. Da die ITO-Schicht nur am Rand des Leuchtelements kontaktiert wird, führt bei großflächigen Leucht- oder Solarelementen wie gesagt der hochohmige Widerstand der ITO-Schicht zu einer Inhomogenität der Stromeinspeisung. Durch diese Vorgehensweise wird die maximale Größe einer gleichmäßig leuchtenden OLED auf ca.  $50 \times 50 \text{ mm}^2$  limitiert.

**[0015]** Eine Variante dieses Aufbaus besteht darin, dass bei Nutzung eines nicht transparenten Substrats eine transparente Deckelektrode (dünnes Metall oder beispielsweise ITO) genutzt werden kann, um eine Auskopplung oder Einkopplung des Lichtes über die Topelektrode zu erreichen. Bei einer anderen Variante ist das Substrat beispielsweise als Glas ausgebildet und die Grundlektrode als transparente Elektrodenschicht, die beispielsweise das ITO aufweist.

**[0016]** Ausführungsbeispiele umfassen ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung eines organischen photoelektrischen Bauelements, wobei zunächst das Substrat bereitgestellt wird, auf welches die Grundlektrode, die Deckelektrode und die organische Schichtanordnung derart angeordnet werden, dass die organische Schichtanordnung zwischen der Grundlektrode und der Deckelektrode ausgebildet ist. Ferner kann optional eine Schutzschicht ausgebildet werden, die beispielsweise eine Verkapselung darstellt, so dass insbesondere die organische Schichtanordnung von einer Umgebung beispielsweise vollständig geschützt ist. Die Kontakte der Grund- und Deckelektrode sind dabei außerhalb der Schutzschicht angeordnet, wobei Durchkontaktierungen durch die Schutzschicht eine elektrische Verbindung zu der Deck- und Grundlektrode herstellen.

**[0017]** Das Substrat ist beispielsweise derart strukturiert, dass der Kontakt der Grundlektrode und weitere Kontakt der Deckelektrode an einem seitlichen Rand der ersten Oberfläche des Substrats ausgebildet sind, so dass die Kontaktschicht über den seitlichen Rand des Substrats eine elektrische Verbindung von dem Kontakt der Grundlektrode oder dem weiteren Kontakt der Deckelektrode zu der gegenüberliegenden Seite des Substrats (zweite Oberfläche) herstellt.

**[0018]** Optional kann die Kontaktschicht sich zumindest teilweise entlang der gegenüberliegenden Seitenfläche (zweiten Oberfläche) des Substrats erstrecken oder diese zumindest um einen bestimmten Betrag überragen.

**[0019]** Das organische photoelektrische Bauelement kann beispielsweise eine organische Licht emittierende Diode oder eine organische Solarzelle bilden, wobei das Bauelement in einer Draufsicht auf den Schichtstapel beispielsweise viereckförmig oder sechseckförmig oder achteckförmig ausgebildet sein kann, so dass durch ein mosaikförmiges Zusammenfügen mehrerer Bauelemente ein großflächiges Leuchtmodul entsteht.

**[0020]** Ausführungsbeispiele umfassen ebenfalls ein Leuchtmodul, welches eine Vielzahl von organischen photoelektrischen Bauelementen aufweist, die derart aneinandergeordnet sind, dass sich eine homogene Leuchtfläche ergibt. Bei der Anordnung der Vielzahl der organischen photoelektrischen Bauelemente können diese beispielsweise in Reihe oder auch parallel geschaltet werden, so dass die Stromzuführung oder die Stromdichteverteilung homogen über die Leuchtfläche gestaltet werden kann.

**[0021]** Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden die organischen photoelektrischen Bauelemente senkrecht zur lateralen Ausdehnung versetzt zueinander angeordnet, so dass sich zumindest die seitlichen Kontaktbereiche teilweise überlappen. Damit wird abwechselnd ein Kontaktbereich auf der zweiten Substratoberfläche mit einem Kontaktbereich auf der ersten Substratoberfläche verbunden und es ergibt sich eine serielle Verschaltung von organischen photoelektrischen Bauelementen.

**[0022]** Bei Ausführungsbeispielen werden somit Dioden mit einem organischen Schichtsystem strukturiert und auf einem Substrat angeordnet, wobei die Dioden mittels einer Verkapselung (Schutzschicht) vor Umwelteinflüssen geschützt werden. Die Kontakte für die Anode und für die Kathode sind an zwei Seiten (Ränder) des Bauelements oder Panels angeordnet. Durch einen flexiblen Metallkontakt, der beispielsweise ein Metallband aufweisen kann, wird einer der Kontakte (z. B. die Kathode bei einem Element) auf die Rückseite des Panels geführt. Die Verschaltung der Elemente (z. B. drei Elemente) erfolgt senkrecht zur lateralen Ausdehnung versetzt durch die Kontaktierung der Kathode aus dem ersten Element mit der Anode des zweiten Elements. In der Folge wird die Kathode des zweiten Elements versetzt mit der Anode des dritten Elements verbunden. Durch das versetzte Verbinden der Elemente wird die sichtbare Kontaktierungsfläche auf bis zu 50% verringert. Gleichzeitig bleibt die Dicke des Gesamtpanels auf das Doppelte der Elementdicke limitiert, was in der Praxis akzeptabel ist.

**[0023]** Damit wird bei Ausführungsbeispielen die notwendige Randfläche der Elemente durch eine geschickte Verschaltungstechnik minimiert, was sowohl die Herstellung großflächiger Leuchtflächen mit hohem Füllgrad als auch die Serienschaltung der

Elemente ermöglicht. Die integrierte Reihenkontaktierung ermöglicht somit sowohl großformatige OLED-Leuchtelemente als auch großformatige organische Solarzellen, die sich flexibel erweitern lassen. Ferner ermöglichen Ausführungsbeispiele eine Erhöhung der aktiven Bauelementfläche in Kombination mit der Serienschaltung der Elemente.

**[0024]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0025]** [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht durch ein organisches photoelektrisches Bauelement gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung;

**[0026]** [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) Draufsichten auf organische photoelektrische Bauelemente, wie sie in der [Fig. 1](#) gezeigt sind;

**[0027]** [Fig. 3](#) eine integrierte Reihenkontaktierung von drei organischen photoelektrischen Bauelementen; und

**[0028]** [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) Draufsichten auf zwei flächenförmig angeordnete Module mit einer Vielzahl von organischen photoelektrischen Bauelementen.

**[0029]** Bevor im Folgenden die vorliegende Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert wird, wird darauf hingewiesen, dass gleiche Elemente in den Figuren mit den gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen versehen sind und dass eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente weggelassen wird.

**[0030]** [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsansicht durch ein organisches photoelektrisches Bauelement mit einer flächigen oder lateralen Ausdehnung, wobei die Querschnittsansicht senkrecht zur lateralen Ausdehnung gezeigt ist. Das organische photoelektrische Bauelement **100** weist ein Substrat **110**, das eine erste Oberfläche **111** und eine zweite Oberfläche **112**, die durch eine Seitenwand **114** verbunden sind, auf. Auf der ersten Oberfläche **111** ist eine Grundlektrode **122** ausgebildet und auf der Grundlektrode **122** ist eine organische Schichtanordnung **126** und daran anschließend eine Deckelektrode **124** ausgebildet, so dass die organische Schichtanordnung **126** zwischen der Deckelektrode **124** und der Grundlektrode **122** angeordnet ist und diese Schichten einen Schichtstapel **120** bilden. Dieser Schichtstapel definiert gleichzeitig den optisch aktiven Bereich.

**[0031]** Der Schichtstapel **120** wird durch eine Schutzschicht **130** geschützt, so dass die Schutzschicht **130** den Schichtstapel **120** sowohl von der dem Substrat **110** gegenüberliegenden Seite als auch auf beiden Seiten schützt. Somit kann beispielsweise ein Inneres der Schutzschicht **130** und des

Substrats **110** von der Umgebung geschützt ist. Die Schutzschicht kann hierbei z. B. durch einen Glasdeckel oder ein Dünnschichtsystem, wie z. B. aus Nitrid/Oxid oder polymeren Schichten, realisiert werden.

**[0032]** Ferner weist das organische photoelektrische Bauelement **100** einen Grundelektrodenkontakt **123** und einen Deckelektrodenkontakt **125** auf, wobei der Grundelektrodenkontakt **123** mit der Grundelektrode **122** elektrisch verbunden ist und der Deckelektrodenkontakt **125** mit der Deckelektrode **124** elektrisch verbunden ist (wobei diese Kontaktierungen eine Durchkontaktierung durch die Schutzschicht **130** umfassen). Das Substrat **110** wird seitlich durch die Seitenwand **114** und eine dazu gegenüberliegende Seitenwand **114'** seitlich begrenzt, wobei der Deckelektrodenkontakt **125** in einem Randbereich zu der Seitenwand **114** ausgebildet ist und der Grundelektrodenkontakt **123** in einem Randbereich der gegenüberliegenden Seitenwand **114'** ausgebildet ist.

**[0033]** Das organische photoelektrische Bauelement **100**, wie es in der [Fig. 1](#) gezeigt ist, weist ferner eine Kontaktschicht **150** auf, die den Deckelektrodenkontakt **125** auf der ersten Oberfläche **111** kontaktiert und entlang der Seitenwand **114** ausgebildet ist, so dass ein Kontaktbereich **155** auf der zweiten Oberfläche **112** des Substrats **110** bereitgestellt ist. Die Kontaktschicht **150** überragt beispielsweise die zweite Oberfläche **112** mit einem Überhang L. Bei weiteren Ausführungsbeispielen ist die Kontaktschicht **150** derart ausgebildet, dass sie sich über einem Bereich R entlang der zweiten Oberfläche **112** erstreckt, so dass der Kontaktbereich **155** eine größere Fläche aufweist und somit eine sicherere Kontaktierung ermöglicht.

**[0034]** Optional kann ferner eine weitere Kontaktschicht ausgebildet sein, die den Grundelektrodenkontakt **123** auf der gegenüberliegenden Seite **114'** kontaktiert und ebenfalls eine elektrische Verbindung von der ersten Oberfläche **111** des Substrats zu der zweiten Oberfläche **112** des Substrats **110** herstellt, so dass ebenfalls der Grundelektrodenkontakt **123** über die zweite Oberfläche **112** des Substrats **110** kontaktierbar wird. Alternativ kann auch lediglich der Grundelektrodenkontakt **123** mit einer Kontaktschicht **150** kontaktiert werden. Bei weiteren Ausführungsbeispielen ist ferner der Grundelektrodenkontakt **123** und der Deckelektrodenkontakt **125** seitlich bündig mit dem Substrat **110** ausgebildet, so dass das Substrat **110** die laterale Ausdehnung des organischen photoelektrischen Bauelements **100** definiert.

**[0035]** [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#) zeigen Draufsichten auf zwei verschiedene laterale Formen für das organische photoelektrische Bauelement **100**, wobei in der [Fig. 2a](#) die Schnittebene 1-1' eingezeichnet ist, bezüglich derer die Querschnittsansicht der [Fig. 1](#) gezeigt ist.

**[0036]** [Fig. 2a](#) zeigt dabei beispielsweise eine vier-eckige (laterale) Form für das Bauelement **100**, wobei die Draufsicht von der der zweiten Oberfläche **112** gegenüberliegenden Seite aus dargestellt ist. Somit ist als oberste Schicht die Schutzschicht **130** sichtbar, die zwischen einer ersten Kontaktschicht **150a** und einer zweiten Kontaktschicht **150b** angeordnet ist, wobei die erste Kontaktschicht **150a** entlang der Seitenwand **114** und die zweite Kontaktschicht **150b** entlang der gegenüberliegenden Seitenwand **114'** ausgebildet ist.

**[0037]** Die [Fig. 2b](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine laterale Form des organischen photoelektrischen Bauelements **100**, welches sechseckförmig ausgestaltet ist. An der Seitenwand **114** ist die erste Kontaktschicht **150a** und an der gegenüberliegenden Seitenwand **114'** ist die zweite Kontaktschicht **150b** ausgebildet. Die erste Kontaktschicht **150a** kann beispielsweise mit dem Deckelektrodenkontakt **125** und die zweite Kontaktschicht **150b** mit dem Grundelektrodenkontakt **123** verbunden sein. In dieser Draufsicht ist wiederum die Schutzschicht **130** als oberste Schicht des Schichtstapels **120** zu sehen. Die sechseckförmige Ausgestaltung des organischen photoelektrischen Bauelements **100** kann beispielsweise derart regelmäßig gewählt werden, dass durch ein mosaikförmiges Anordnen (siehe [Fig. 4b](#)) verschiedener solcher Bauelemente eine Leuchtfläche entsteht.

**[0038]** Die Ausgestaltung der Kontaktschicht **150** kann bei weiteren Ausführungsbeispielen anders gewählt sein, so dass sie entweder sich über die gesamte Seitenwand **114** oder die gegenüberliegende Seitenwand **114'** erstrecken oder aber auch nur auf Teilbereiche oder mehrere Teilbereiche erstrecken. Es ist ebenfalls möglich, dass die Kontaktschicht **150** als ein Metallgitter ausgebildet ist, welches sich von der ersten Oberfläche **111** des Substrats **110** zu der zweiten Oberfläche **112** des Substrats **110** erstreckt.

**[0039]** Die [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht von einem Modul, welches drei organische photoelektrische Bauelemente aufweist, die in Reihe geschaltet sind. Dabei ist ein erstes organisches photoelektrisches Bauelement **100a** mit einer ersten Kontaktschicht **150a** versehen, welches beispielsweise eine Kontaktierung zur Grundelektrode **122** herstellt. Ferner ist ein zweites organisches photoelektrisches Bauelement **100b** gemäß Ausführungsbeispielen mit einer zweiten Kontaktschicht **150b** versehen, welches beispielsweise eine Kontaktierung zur Deckelektrode **124** herstellt.

**[0040]** Bei dem in der [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel weist das erste organische photoelektrische Bauelement **110a** ein erstes Substrat **110a**, einen ersten Schichtstapel **120a** und eine erste Schutzschicht **130a** auf. Analog weist das zweite organische

photoelektrische Bauelement **100b** ein zweites Substrat **110b**, einen zweiten Schichtstapel **120b** und eine zweite Schutzschicht **130b** auf. Gemäß Ausführungsbeispielen weist das erste und zweite photoelektrische Bauelement **100a**, **100b** jeweils eine Kontaktschicht **150a**, **150b** auf. Das weitere photoelektrische Bauelement **200** weist ebenfalls ein Substrat **210**, einen Schichtstapel **220** und eine Schutzschicht **230** auf – allerdings keine Kontaktschicht **150**.

[0041] Das erste und zweite organische photoelektrische Bauelement **100a**, **100b** sind bei dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel beidseitig des weiteren organischen photoelektrischen Bauelements **200** angeordnet, wobei das weitere organische photoelektrische Bauelement **200** keine Kontaktschicht **150** aufweist. Das weitere photoelektrische Bauelement **200** ist derart zwischen dem ersten und zweiten organischen photoelektrischen Bauelement **100a**, **100b** angeordnet ist, dass der Deckelektrodenkontakt **225** des weiteren organischen photoelektrischen Bauelements **200** die erste Kontaktschicht **150a** des ersten organischen photoelektrischen Bauelements **100a** kontaktiert.

[0042] Ferner kontaktiert der Grundelektrodenkontakt **223** des weiteren organischen photoelektrischen Bauelements **200** die zweite Kontaktschicht **150b** des zweiten organischen photoelektrischen Bauelements **100b**. Die dadurch entstandene Reihenschaltung zwischen dem ersten organischen photoelektrischen Bauelement **100a**, dem weiteren organischen photoelektrischen Bauelement **200** und dem zweiten organischen photoelektrischen Bauelements **100b** kann mittels dem Deckelektrodenkontakt **125a** des ersten organischen photoelektrischen Bauelements einerseits kontaktiert werden. Andererseits kann eine Kontaktierung an dem Grundelektrodenkontakt **123b** des zweiten organischen photoelektrischen Bauelements **100b** erfolgen.

[0043] Optional kann die in der [Fig. 3](#) gezeigte Reihenanzordnung von drei organischen photoelektrischen Bauelementen fortgesetzt werden. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass das erste organische photoelektrische Bauelement **100a** eine weitere Kontaktschicht **150** aufweist, die den Deckelektrodenkontakt **125a** kontaktiert und einen Kontaktbereich auf der dem Deckelektrodenkontakt **125a** gegenüberliegenden Seite des Substrats **110a** bereitstellt. Dadurch ist es möglich, analog zu dem weiteren organischen photoelektrischen Bauelement **200** ein zusätzliches organisches photoelektrisches Bauelement von oben einzusetzen, welches wiederum die weitere Kontaktschicht **150b** kontaktiert. In analoger Weise kann die Reihenschaltung auch entlang des zweiten organischen photoelektrischen Bauelements **100b** fortgesetzt werden, so dass auch hier das zweite organische photoelektrische Bauelement **100b** eine weitere Kontaktschicht **150** aufweist, die

den Grundelektrodenkontakt **123b** kontaktiert und einen Kontaktbereich auf der dem Grundelektrodenkontakt **123b** gegenüberliegenden Seite des Substrats **110b** bereitstellt.

[0044] Somit ergibt sich eine Reihenschaltung von einer Vielzahl von photoelektrischen Bauelementen, die abwechselnd oben und unten angeordnet sind. Diese wechselseitige Anordnung erfolgt senkrecht zur lateralen Ausdehnung oder parallel zu einer Flächennormalen der optisch aktiven Bereiche wie sie in der [Fig. 2](#) dargestellt sind. Bei der erfindungsgemäßen Verschaltung, wie sie beispielsweise in der [Fig. 3](#) zu sehen ist, lässt sich damit der Randkontaktbereich minimieren, so dass sich der optisch aktive Bereich bis auf die Randbereiche **31** und **32** über die gesamte Längsausdehnung erstreckt. Die Randbereiche **31** und **32** bilden Überlappungsbereiche, entlang derer sich die Bauelemente überlappen. Im Vergleich zu einer Reihenschaltung, bei dem das photoelektrische Bauelement **200** neben dem ersten und zweiten organischen photoelektrischen Bauelement **100a**, **100b** angeordnet werden würde, sind die Randbereiche **31** und **32** nur halb so groß ausgebildet. Das stellt einen wesentlichen Vorteil von Ausführungsbeispielen dar, da dadurch die optische aktive Zone deutlich vergrößert werden kann und die Randzone aufgrund der halbierten Größe optisch kaum sichtbar ist (die Homogenität wird dadurch deutlich erhöht).

[0045] Bei weiteren Ausführungsbeispielen ist es ebenfalls möglich, dass sämtliche organische photoelektrische Bauelemente **100** jeweils eine Kontaktschicht **150** aufweisen und in einer stufenförmigen Anordnung übereinander angeordnet werden, so dass ein unten liegendes organisches photoelektrisches Bauelement **100** das darüberliegende organische photoelektrische Bauelement einerseits von unten kontaktiert und das darüberliegende organische photoelektrische Bauelement seinerseits das folgende Bauelement ebenfalls von unten kontaktiert. Durch die so erhaltene treppen- oder stufenförmige Ausgestaltung ist es möglich, eine Hauptabstrahlrichtung durch ein Kippen oder Neigen der treppenförmigen Ausgestaltung so zu wählen, dass sie nicht senkrecht nach oben, sondern zu einer Seite gekippt ist.

[0046] Die [Fig. 4a](#), [Fig. 4b](#) zeigen wiederum Draufsichten auf die integrierte Reihenkontaktierung, wie sie in der [Fig. 3](#) als Querschnittsansicht gezeigt ist. Die [Fig. 4a](#) zeigt wiederum ein Ausführungsbeispiel, bei dem die organischen photoelektrischen Bauelemente **100**, **200** eine viereckige Form (in lateraler Richtung) aufweisen, währenddessen das in der [Fig. 4b](#) gezeigte Ausführungsbeispiel eine sechseckige Form der organischen photoelektrischen Bauelemente **100**, **200** zeigt.

[0047] In der [Fig. 4a](#) sind insgesamt acht organi-



sche photoelektrische Bauelemente gezeigt, die sich in zwei Reihen anordnen und seriell miteinander verschaltet sind. In einer ersten Reihe ist zunächst ein erstes organisches photoelektrisches Bauelement **100a** und ein zweites organisches photoelektrisches Bauelement **100b** gezeigt, zwischen denen ein erstes weitere organisches photoelektrisches Bauelement **200a** angeordnet ist und beidseitig die organischen Bauelemente **100a**, **100b** kontaktiert, wobei der Überlappungsbereich B1 (siehe [Fig. 3](#)) ebenfalls eingezeichnet ist. Ferner ist in der ersten Reihe ein zweites weitere photoelektrisches Bauelement **200b** gezeigt, welches das zweite organische photoelektrische Bauelement **100b** seitlich kontaktiert. In einer zweiten Reihe ist eine analoge Verschaltung von Bauelementen **100**, **200** gezeigt, so dass ein drittes und viertes organisches photoelektrisches Bauelement **100c**, **100d** beidseitig einem dritten weiteren photoelektrischen Bauelement **200c** angeordnet sind. Ein viertes weiteres photoelektrisches Bauelement **200d** kontaktiert das vierte organische photoelektrische Bauelement **100d**.

[0048] Die erste und zweite Reihe der photoelektrischen Bauelemente **100**, **200** sind in einem Abstand D zueinander angeordnet, wobei der Abstand D beispielsweise derart gewählt werden kann, dass er einerseits möglichst klein ist und andererseits jedoch die elektrische Isolierung der elektrischen Kontakte sicherstellt. Damit kann beispielsweise erreicht werden, dass optisch der Abstand D nicht sichtbar ist, so dass eine homogen strahlende Leuchtfläche entsteht. Dazu kann es ferner sinnvoll sein, dass die Kontaktschichten **150**, wie sie in der [Fig. 2a](#) gezeigt sind, sich nicht bis zu einem Eckbereich erstrecken, und somit keine elektrische Kontaktierung zwischen photoelektrischen Bauelementen in der ersten und zweiten Reihe möglich ist.

[0049] Die [Fig. 4b](#) zeigt eine weitere Draufsicht auf eine Reihenkontaktierung, wie sie in der [Fig. 3](#) gezeigt ist, wobei bei dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 4b](#) eine sechseckförmige Ausgestaltung der organischen photoelektrischen Bauelemente **100**, **200** gezeigt ist (siehe auch [Fig. 2b](#)). Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind lediglich zwei Reihen gezeigt, wobei in einer ersten Reihe ein erstes und zweites photoelektrisches Bauelement **100a**, **100b** gezeigt sind, die beidseitig von einem ersten weiteren photoelektrischen Bauelement **200a** angeordnet sind, so dass sich die Randbereiche in einem ersten Überlappungsbereich B1 und einem zweiten Überlappungsbereich B2 überlappen.

[0050] In einer zweiten Reihe, die sich ebenfalls in einem Abstand D zu der ersten Reihe befindet, sind weitere organische photoelektrische Bauelemente **100**, **200** gezeigt, die beispielsweise ein drittes und viertes organisches photoelektrisches Bauelement **100c**, **100d** aufweisen, die ihrerseits wiederum beid-

seitig einem zweiten weiteren photoelektrischen Bauelement **200b** angeordnet sind. Ähnlich wie in der [Fig. 4a](#) sind in der zweiten Reihe der [Fig. 4b](#) ebenfalls ein drittes weiteres organisches photoelektrisches Bauelement **200c** gezeigt, welches das vierte organische photoelektrische Bauelement **100d** seitlich kontaktiert.

[0051] Ferner zeigt die [Fig. 4b](#) eine mögliche Querschnittslinie 3-3', entlang welcher beispielsweise die Querschnittsansicht der [Fig. 3](#) gezeigt ist.

[0052] Somit umfassen Ausführungsbeispiele ebenfalls Module von organischen photoelektrischen Bauelementen **100**, **200**, die in Serie oder parallel an eine Treiberelektronik angeschlossen sind. Beispielsweise ist in der ersten Reihe der [Fig. 4a](#) eine Serienschaltung gezeigt. Eine parallele Schaltung ist beispielsweise zwischen den Bauelementen der ersten Reihe und den Bauelementen der zweiten Reihe in der [Fig. 4a](#) (oder der [Fig. 4b](#)) möglich. Die Treiberelektronik ist in den Figuren nicht gezeigt und kann beispielsweise auf der dem Substrat abgewandten Seite des Schichtstapels **120** angeordnet sein. Die Module, so wie sie beispielsweise ausschnittsweise in der [Fig. 4a](#) und der [Fig. 4b](#) gezeigt sind, können sowohl horizontal als auch vertikal fortgesetzt werden, so dass sich dadurch großflächige und homogen ausgestrahlte Leuchtflächen ergeben.

[0053] Zusammenfassend umfassen somit Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung eine organische Leuchtdiode oder eine organische Solarzelle sowie deren Herstellung, wobei das organische photoelektrische Bauelement ein Substrat **110**, eine Grundlektrode **122**, eine organische Schichtanordnung **126** und eine Deckelektrode **124** sowie eine Verkapselung **130** aufweisen, die ferner dadurch gekennzeichnet sind, dass eine der Elektroden durch eine leitende Verbindung **150** auf die Rückseite des Substrats **112** geführt wird und mit dem Vorderseitenkontakt einer Elektrode eines anderen Elements (in dem Bereich B) verbunden wird. Hierbei werden die Elemente in einer Dimension versetzt angeordnet (vertikale Richtung in der [Fig. 3](#)) und als Serie verschaltet. Ferner umfassen Ausführungsbeispiele organische photoelektrische Bauelemente, wobei die leitende Verbindung auf der Rückseite mittels eines Metallbands oder Metallgitters ausgeführt oder durchgeführt wird. Schließlich können die Bauelemente **100**, **200** ebenfalls durch eine Reihenanordnung mehrerer Elemente **100**, **200** ein Modul erzeugen, wie es beispielsweise in der [Fig. 4a](#), [Fig. 4b](#) gezeigt ist.

[0054] Bei Ausführungsbeispielen können die Schichten die folgenden Dimensionierungen beispielhaft aufweisen. Als Substrat dient beispielsweise Glas mit einer Schichtdicke in einem beispielhaften Bereich zwischen 0,5 mm und 2 mm. Die organi-

sche Schichtanordnung weist beispielsweise bis zu sieben Sublagen auf und kann eine Schichtdicke in einem beispielhaften Bereich zwischen 50 nm und 500 nm oder von ca. 100 nm bis 200 nm umfassen. Die Deckelektrode als metallische Kathode weist häufig Aluminium in einer Schichtdicke in einem beispielhaften Bereich von 50 nm und 1000 nm oder von ca. 100 nm bis 500 nm auf. Die ITO-Schicht kann beispielsweise einem Flächenwiderstand von ca. 10 bis 100 Ohm/Quadratfläche aufweisen. Außerdem weist die organische Schichtanordnung komplementär dotierte organische Schichten, die einen pn-Übergang bilden, auf. Der Überhang L kann beispielsweise in einem Bereich zwischen 0,5  $\mu\text{m}$  und 1 mm liegen.



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 7307278 [0009]
- US 7034470 [0009]
- US 6693296 [0009]
- US 7276724 [0009]
- US 7122398 [0009, 0009]

## Patentansprüche

1. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) mit:

einem Substrat (110), das eine erste Oberfläche (111) und eine zweite Oberfläche (112), die durch eine Seitenwand (114) verbunden sind, aufweist; einer Grundelektrode (122), die auf der ersten Oberfläche (111) des Substrats (110) ausgebildet ist; einer Deckelektrode (124); einer organischen Schichtanordnung (126), die zwischen der Deckelektrode (124) und der Grundelektrode (122) angeordnet ist; und einer Kontaktschicht (150), die die Grundelektrode (122) oder die Deckelektrode (124) elektrisch kontaktiert und entlang der Seitenwand (114) zumindest bis zur zweiten Oberfläche (112) ausgebildet ist, um einen Kontaktbereich (155) an der zweiten Hauptoberfläche (112) bereitzustellen.

2. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach Anspruch 1, das ferner eine Schutzschicht (130) aufweist, so dass ein Schichtstapel (120) mit der Grundelektrode (122), der Deckelektrode (124) und der organischen Schichtanordnung (126) in einem Inneren der Schutzschicht (130) und des Substrats (110) von der Umgebung geschützt ist.

3. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach Anspruch 2, das ferner einen Grundelektrodenkontakt (123) und einen Deckelektrodenkontakt (125) aufweist, wobei der Grundelektrodenkontakt (123) außerhalb der Schutzschicht (130) angeordnet ist und eine elektrische Verbindung mit der Grundelektrode (122) innerhalb der Schutzschicht (130) aufweist und der Deckelektrodenkontakt (125) außerhalb der Schutzschicht (130) angeordnet ist und ebenfalls eine elektrische Verbindung zu der Deckelektrode (124) innerhalb der Schutzschicht (130) aufweist.

4. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kontaktschicht (150) einen Überhang (L) über die zweite Oberfläche (112) bildet.

5. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kontaktschicht (150) ausgebildet ist, um sich in einer Region (R) entlang der zweiten Oberfläche (112) des Substrats (110) zu erstrecken.

6. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kontaktschicht (150) eine erste Kontaktschicht ist, die den Deckelektrodenkontakt (125) kontaktiert, und bei dem das organische photoelektrische Bauelement (100) ferner eine zweite Kontaktschicht (150b) aufweist, wobei die zweite Kontaktschicht (150b) den

Grundelektrodenkontakt (123) kontaktiert, wobei sich die erste Kontaktschicht (150a) entlang der Seitenwand (114) zur zweiten Oberfläche (112) des Substrats (110) erstreckt und die zweite Kontaktschicht (150b) sich entlang einer gegenüberliegenden Seitenwand (114') des Substrats (110) zur zweiten Oberfläche (112) des Substrats (110) erstreckt.

7. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das eine viereckförmige oder sechseckförmige flächige Ausgestaltung entlang der lateralen Richtungen des Substrats (110) aufweist.

8. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Schichtstapel (120) ausgebildet ist, um eine Solarzelle oder eine organische Licht emittierende Diode zu bilden.

9. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Substrat (110) Glas aufweist.

10. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Grundelektrode (122) ein transparentes Material aufweist.

11. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kontaktschicht (150) ein Metall aufweist.

12. Organisches photoelektrisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die organische Schichtanordnung (126) komplementär dotierte Schichten aufweist.

13. Leuchtmodul mit: einer Vielzahl von organischen photoelektrischen Bauelementen (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Leuchtmodul eine Leuchtfläche bildet und die Leuchtfläche durch mosaikförmig angeordnete organische photoelektrische Bauelementen (100) gebildet ist.

14. Leuchtmodul nach Anspruch 13, das ferner weiteres organisches photoelektrisches Bauelement (200), das zwischen einem ersten und einem zweiten organischen photoelektrischen Bauelement (100a, 100b) elektrisch in Reihe geschaltet sind, aufweist und durch die Kontaktschichten (150) des ersten und zweiten organischen photoelektrischen Bauelements (100a, 100b) kontaktiert ist, wobei das weitere organische photoelektrische Bauelement (200) das erste und das zweite organische photoelektrische Bauelement (100a, 100b) in einem ersten und zweiten Überlappungsbereich (B1, B2) überlappt.

15. Leuchtmodul nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, bei dem die Vielzahl der organischen photoelektrischen Bauelemente (**100**) stufenförmig in Reihe geschaltet sind.

16. Verfahren zur Herstellung eines organischen photoelektrischen Bauelements mit folgenden Schritten:

Bereitstellen eines Substrats (**110**), das eine erste und zweite Oberfläche (**111**, **112**), die durch eine Seitenwand (**114**) verbunden sind, aufweist;

Bilden einer Grundelektrode (**122**) auf der ersten Oberfläche (**111**) des Substrats (**110**);

Bilden einer organischen Schichtanordnung (**126**) auf Grundelektrode (**122**);

Bilden einer Deckelektrode (**124**) auf die organische Schichtanordnung (**126**); und

Bilden einer Kontaktschicht (**150**), die die Grundelektrode (**122**) oder die Deckelektrode (**124**) elektrisch kontaktiert und entlang der Seitenwand (**114**) ausgebildet wird und sich zumindest bis zur zweiten Oberfläche (**112**) erstreckt, um einen Kontaktbereich (**155**) an der zweiten Oberfläche (**112**) bereitzustellen.

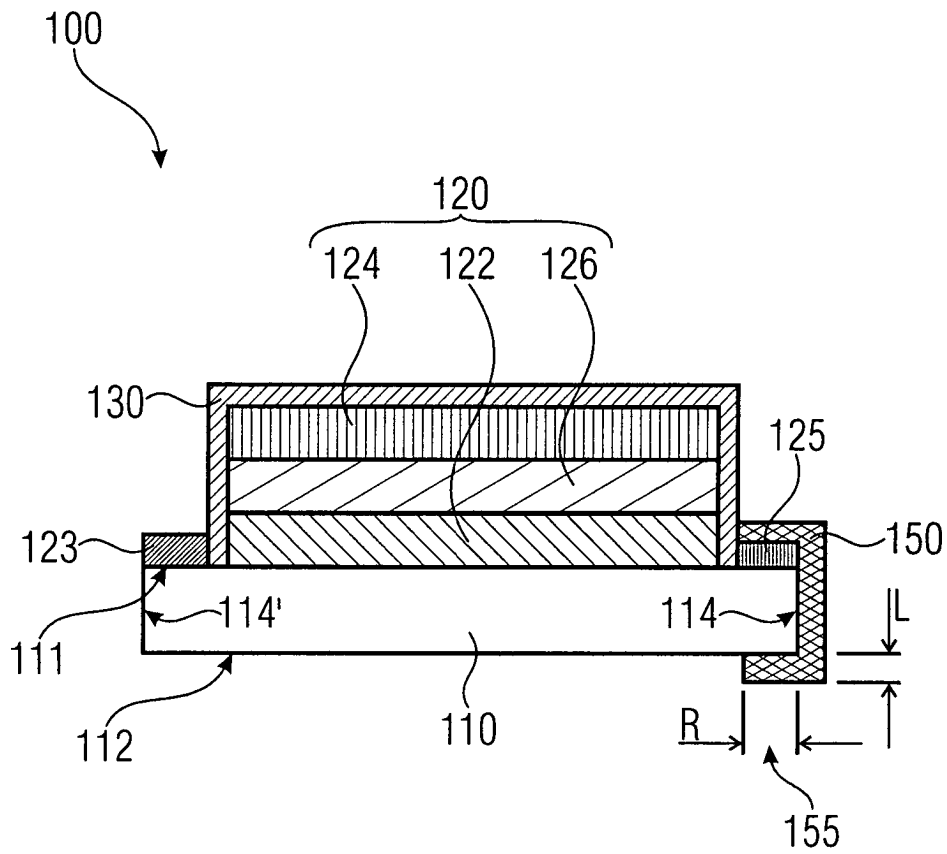
17. Verfahren nach Anspruch 16, das ein Bilden einer Schutzschicht (**130**) umfasst, wobei die Schutzschicht (**130**) die organische Schichtanordnung (**126**) seitlich schützt.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem außerhalb der Schutzschicht (**130**) eine Grundelektrodenkontakt (**123**) und ein Deckelektrodenkontakt (**125**) seitlich bündig mit gegenüberliegenden Seitenwänden (**114**, **114'**) des Substrats (**110**) ausgebildet werden, wobei der der Grundelektrodenkontakt (**123**) eine elektrische Verbindung mit der Grundelektrode (**122**) und der Deckelektrodenkontakt (**125**) eine elektrische Verbindung mit der Deckelektrode (**124**) aufweist.

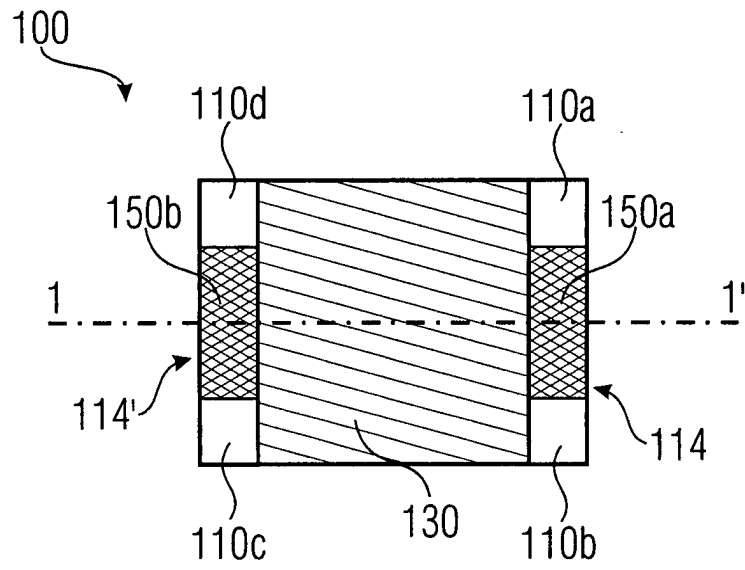
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, bei dem das Bilden der Kontaktschicht (**150**) derart ausgeführt wird, dass sich die Kontaktschicht (**150**) in einer Region (R) entlang der zweiten Oberfläche (**112**) des Substrats (**110**) erstreckt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

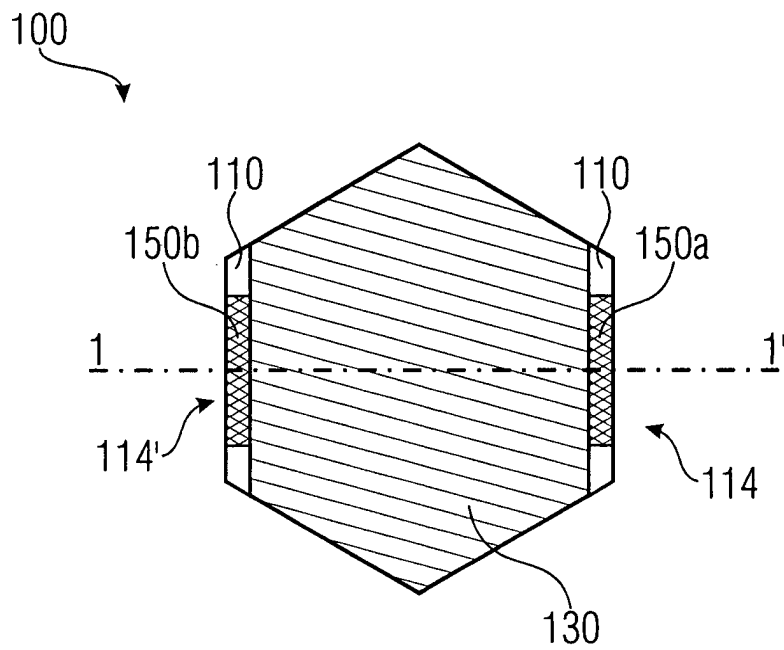
Anhängende Zeichnungen



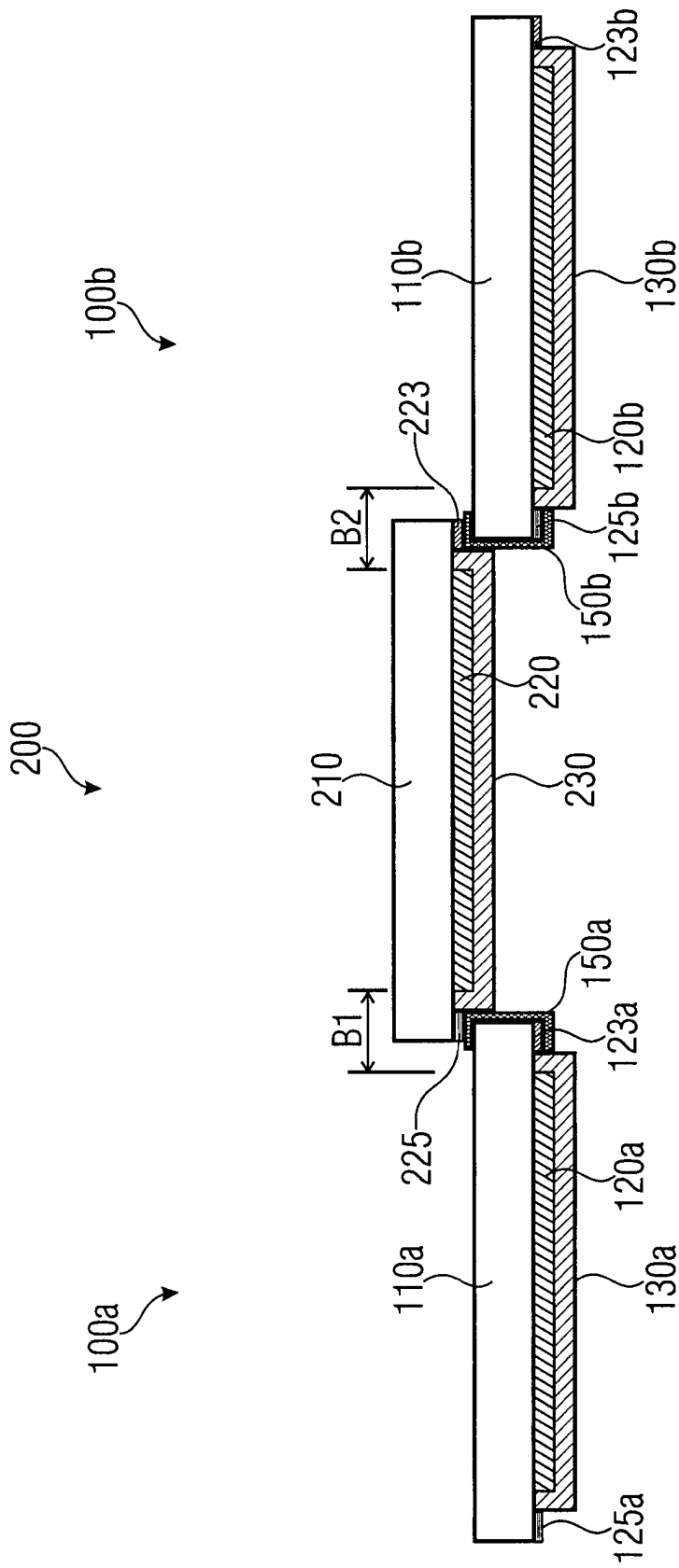
FIGUR 1



FIGUR 2A

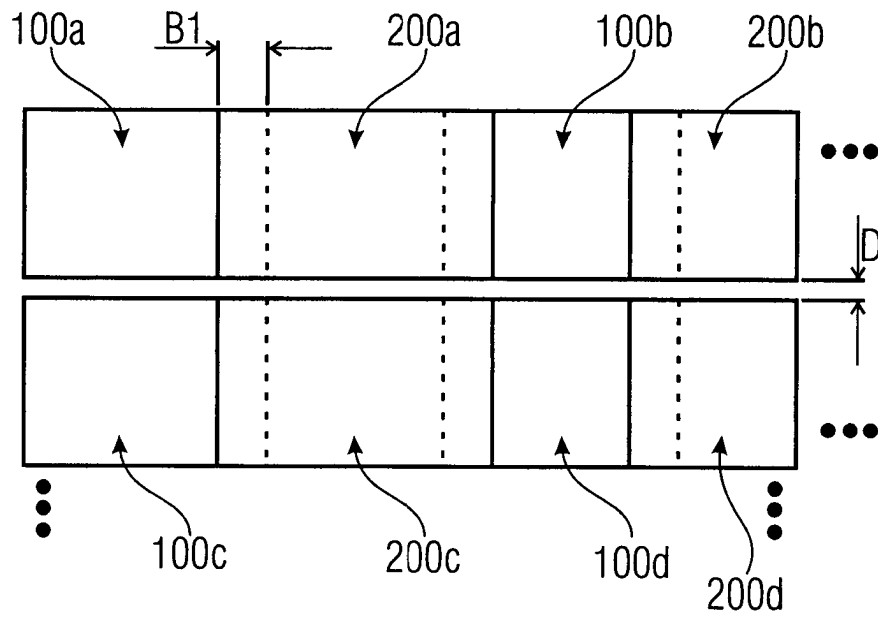


FIGUR 2B

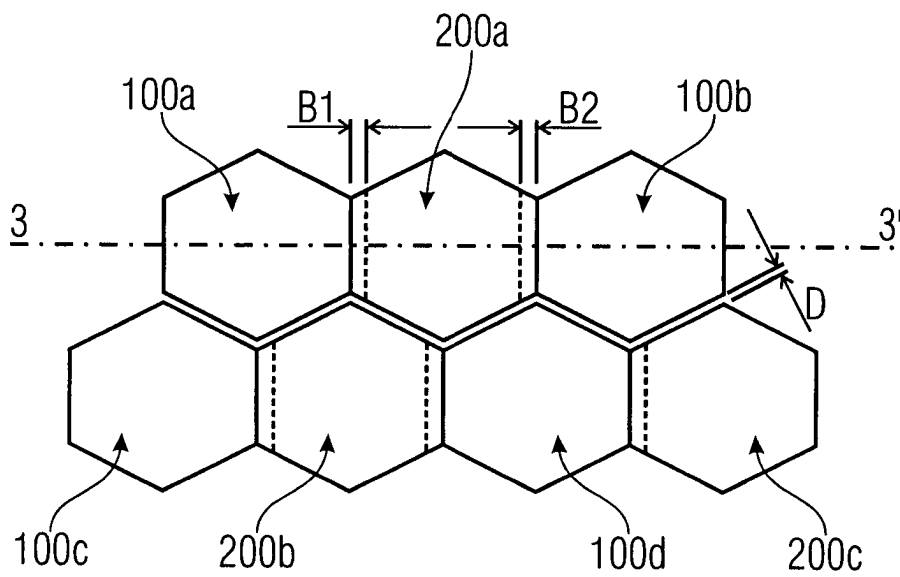


FIGUR 3





FIGUR 4A



FIGUR 4B