



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 55 933 A1** 2004.06.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 55 933.3**

(22) Anmeldetag: **29.11.2002**

(43) Offenlegungstag: **17.06.2004**

(51) Int Cl.7: **H01L 51/00**

G09F 9/33, G02F 1/061

(71) Anmelder:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93049
Regensburg, DE**

(72) Erfinder:

**Jakowetz, Wolf, Dr., 85591 Vaterstetten, DE;
Oberschmid, Raimund, Dr., 93161 Sinzing, DE;
Kuhn, Gerhard, Dr., 93096 Köfering, DE**

(74) Vertreter:

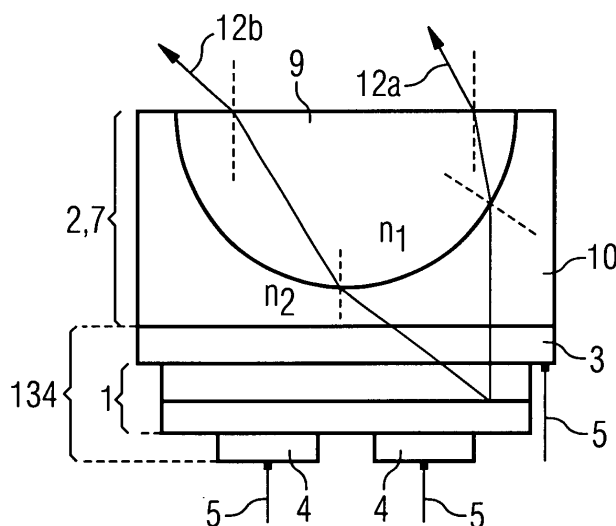
**Epping Hermann Fischer,
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Organische Leuchtdiode**

(57) Zusammenfassung: Zur Verbesserung der Lichtausbeute und Verminderung der Belastung einer OLED bzw. OLED-Displayanzeige ist eine dreidimensionale Struktur (7) in einem Trägersubstrat (2) der OLED bzw. OLED-Displayanzeige integriert oder auf dem Trägersubstrat (2) fixiert. Beispielsweise ist die dreidimensionale Struktur durch eine Halbkugel (9) mit Brechungsindex n_1 und eine Deckschicht (10) ausgebildet, die die gekrümmte Oberfläche der Halbkugel (9) formschlüssig umgibt und einen Brechungsindex n_2 aufweist. Vorzugsweise ist $n_1 > n_2$. Das Trägersubstrat (2) ist auf einer (3) der zwei Elektroden (3, 4) angeordnet. Zwischen den Elektroden (3, 4) ist ein strahlungserzeugender organischer Schichtstapel (1) angeordnet. Die Elektroden (3, 4) sind mit Anschlüssen (5) elektrisch verbunden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine organische Leuchtdiode mit zumindest einem strahlungserzeugenden organischen Schichtstapel, zwei mit elektrischen Anschlüssen verbundenen Elektroden, zwischen denen der organische Schichtstapel angeordnet ist, und einem Trägersubstrat, auf dem eine der Elektroden angeordnet ist, und eine durch organische Leuchtdioden gebildete Display Anzeige.

Stand der Technik

[0002] Eine solche organische Leuchtdiode ist beispielsweise aus der US 5,834,893 bekannt. Dort ist eine OLED (Organic Light Emitting Diode) beschrieben, die in einer mit einem Reflektor beschichteten Ausnehmung eines Substrates angeordnet ist. Die reflektierende Seitenfläche der Ausnehmung leitet die von OLED erzeugte Strahlung in eine Richtung, die weitgehend senkrecht zur Substratebene liegt, aus der OLED.

[0003] Nachteilig an diesen herkömmlichen organischen Leuchtdioden ist, dass die leuchtende Fläche (F_e) einer OLED deutlich kleiner ist als die gesamte OLED-Fläche (F_g). Dieses Verhältnis von leuchtender Fläche (F_e) zu gesamter Fläche (F_g), nämlich $A = F_e/F_g$, wird durch den Füllfaktor A bestimmt. Idealerweise wird ein Füllfaktor von annähernd eins angestrebt.

[0004] Auch bei aus OLEDs aufgebauten Display-Anzeigen tritt das Problem des kleinen Füllfaktors auf, indem die leuchtende Fläche eines Pixels deutlich kleiner ist als die gesamte Pixelfläche. Dieses Problem verdeutlicht sich bei Active-Matrix-Displays. Dort wird im Vergleich zu Passive-Matrix-Displays zusätzliche Pixelfläche für die Ansteuerschaltung benötigt und bedeckt. Ein Active-Matrix-Display weist daher einen entsprechend niedrigeren Füllfaktor auf.

[0005] OLEDs finden zunehmend Anwendung als Anzeigeelemente und Displays. Häufig werden die Elektroden eines Passive-OLED-Displays in Form mehrerer parallel angeordneter Streifen ausgebildet, wobei die streifenförmige Kathode senkrecht relativ zur streifenförmigen Anode angeordnet ist. Die organische strahlungserzeugende Schichtenfolge ist zwischen der Kathode und Anode angeordnet. Jede Kreuzung der Anoden- und Kathodenstreifen bildet ein Pixel und funktioniert wie eine einzelne OLED. Durch die streifenförmigen Elektroden entstehen Lücken im Display, in denen die aktive organische Schichtenfolge nicht zwischen zwei Elektroden geklemmt ist und daher nicht leuchtet. Bei Active-Matrix-Displays sind diese Lücken größer bzw. häufiger als bei Passive-Matrix-Displays, da jedes Pixel mindestens zwei Transistoren zur Steuerung benötigt. Dadurch wird potentielle Anzeigefläche durch die Ansteuerung für jedes Pixel nicht leuchtend bedeckt.

[0006] Um die nicht leuchtenden Flächen eines Dis-

plays bei einer vorbestimmten Leuchtdichte des Displays zu kompensieren, wird üblicherweise die Leuchtintensität der Pixel um einen Faktor $1/A$ erhöht. Diese höhere Leuchtintensität führt zu stärkerer Belastung des einzelnen Pixels. Dadurch wird die Degradation der OLED beschleunigt bzw. das Degradationsproblem verschärft.

Aufgabenstellung

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine organische Leuchtdiode bzw. eine Display-Anzeige anzugeben, die bei einer bestimmten Leuchtdichte der OLED bzw. der Display-Anzeige eine geringere Belastung der OLED bzw. des Pixels der Display-Anzeige erzeugt als dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine organische Leuchtdiode in den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. eine Display-Anzeige mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen organischen Leuchtdiode bzw. der Display-Anzeige sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0009] Die Erfindung trägt zu einer Verbesserung der Lichtausbeute der OLED bei, die ein geringeres Bedürfnis nach einer höheren Leuchtintensität und daher eine geringere Belastung der OLED bzw. Display-Anzeige zur Folge hat. Eine geringere Belastung der OLED bzw. Anzeige-Pixel trägt zur längeren Lebensdauer der OLED bzw. der Display-Anzeige bei.

[0010] Die Erfindung gibt eine organische Leuchtdiode bzw. Display-Anzeige an, deren Trägersubstrat eine dreidimensionale Struktur aufweist bzw. bei der auf der von den Elektroden abgewandten Trägersubstrat-Oberfläche eine dreidimensionale Struktur angeordnet ist, die zur Brechung und/oder Beugung der vom organischen Schichtstapel erzeugten Strahlung vorgesehen ist.

[0011] Eine dreidimensionale Struktur in diesem Sinne umfaßt eine Struktur,

- die eine dreidimensionale Oberfläche aufweist,
- die dreidimensionale Änderungen in den Eigenschaften des Materials bzw. der Materialmischung, insbesondere in dem Brechungsindex, aufweist,
- die eine dreidimensionale Außenform bzw. Kontur aufweist,
- die aus einer anisotropen Mischung von Materialien, die eine dreidimensionale Änderung in der Zusammensetzung aufweist, besteht.

[0012] Eine dreidimensionale Struktur ist aber nicht auf diese Möglichkeiten beschränkt. Andere dreidimensionale Strukturen können auch vorgesehen werden.

[0013] Demgemäß kann eine organische Leuchtdiode der eingangs genannten Art vorteilhafterweise auf der von der Elektroden abgewandten Trägersub-

strat-Oberfläche eine dreidimensionale Struktur aufweisen, die als Halbkugel oder als kleinere Kugelkappe ausgebildet ist. Diese Halbkugel bzw. Kugelkappe ist vorzugsweise auf den organischen Schichtstapel zentriert und weist eine ebene Oberfläche auf, die vorzugsweise zum organischen Schichtstapel hin gewandt ist. So wird durch die dreidimensionale Struktur eine gekrümmte Strahlungsausstrittsfläche gebildet.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform weist das Trägersubstrat einer organischen Leuchtdiode der eingangs genannten Art im Innern eine Struktur auf, die wie bereits beschrieben als Halbkugel oder Kugelkappe ausgebildet ist.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die dreidimensionale Struktur als eine zylinderförmige Gradientenlinse ausgebildet, deren Brechungsindex zylindersymmetrisch vom Zentrum nach außen abnimmt und die so angeordnet ist, dass ihre Längsachse im wesentlichen senkrecht zum organischen Schichtstapel liegt und auf den organischen Schichtstapel zentriert ist.

[0016] Vorteilhafterweise wird vorgesehen, dass die dreidimensionale Struktur durch eine Halbkugel oder Kugelkappe und eine Deckschicht gebildet ist, wobei die Halbkugel bzw. Kugelkappe einen Brechungsindex n_1 und die Deckschicht davon abweichend einen Brechungsindex n_2 aufweisen. Vorzugsweise ist n_1 größer als n_2 . Die gekrümmte Oberfläche der Halbkugel bzw. Kugelkappe ist vorteilhafterweise durch die Deckschicht vollständig bedeckt. Die ebene Basis der Halbkugel bzw. kleineren Kugelkappe kann zum organischen Schichtstapel hin gewandt oder vom organischen Schichtstapel abgewandt angeordnet sein.

[0017] Die oben beschriebenen dreidimensionalen Strukturen können im Trägersubstrat der organischen Leuchtdiode ausgebildet werden oder auf der von der Elektroden abgewandten Trägersubstrat-Oberfläche angeordnet sein.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung bilden eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen organischen Leuchtdioden eine Display-Anzeige. Die organischen Leuchtdioden können so nebeneinander angeordnet sein, dass die dreidimensionalen Strukturen eine kontinuierliche Oberfläche auf der vom organischen Schichtstapel abgewandten Seite bilden. Die Display-Anzeige kann als Active- oder Passive-Matrix-Display ausgebildet sein.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist eine erfindungsgemäße Leuchtdiode bzw. Display-Anzeige zusätzlich eine reflektierende Schicht an der vom Trägersubstrat abgewandten Seite des organischen Schichtstapels auf. Diese reflektierende Schicht kann so strukturiert sein, dass eine gekrümmte reflektierende Oberfläche gebildet ist, die vom organischen Schichtstapel her gesehen konkav ist und die relativ zur Leuchtdiode bzw. zum Pixel der Display-Anzeige zentriert ist.

[0020] Weitere Merkmale, Vorteile und Gesetzmäßigkeiten ergeben sich aus den nachfolgend in Verbindung mit den Fig. 1 bis 11 erläuterten 8 Ausführungsbeispielen.

[0021] Es zeigen:

[0022] **Fig. 1** eine schematische Schnittansicht einer organischen Leuchtdiode der eingangs genannten Art, die dem Stand der Technik entspricht,

[0023] **Fig. 2** eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen organischen Leuchtdiode,

[0024] **Fig. 3** eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen organischen Leuchtdiode,

[0025] **Fig. 4** eine schematische Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen organischen Leuchtdiode,

[0026] **Fig. 5a** und **5b** jeweils eine schematische Schnittansicht und eine perspektivische Ansicht einer OLED-Display-Anzeige gemäß dem Stand der Technik,

[0027] **Fig. 6** eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Display-Anzeige,

[0028] **Fig. 7** eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Display-Anzeige,

[0029] **Fig. 8** eine schematische Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Display-Anzeige,

[0030] **Fig. 9** eine schematische Schnittansicht eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Display-Anzeige,

[0031] **Fig. 10** eine schematische Schnittansicht eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Display-Anzeige,

[0032] **Fig. 11** eine schematische Schnittansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Display-Anzeige.

[0033] In **Fig. 1** wird eine organische Leuchtdiode gemäß dem Stand der Technik dargestellt. Hier ist ein organischer strahlungserzeugender Schichtstapel **1** zwischen zwei Elektroden **3,4** angeordnet. Eine der Elektroden **3** ist üblicherweise transparent. Ruf der transparenten Elektrode **3** ist ein Trägersubstrat **2** angeordnet. Die zweite Elektrode **4** ist hier mit zwei Kontakten dargestellt. Die Elektroden **3, 4** sind durch Anschlüsse **5** elektrisch angeschlossen.

[0034] Da ein Brechungsindexgang zwischen dem Material des Trägersubstrats **2** und dem Umgebungsmedium entsteht, kann es an der Grenzfläche dieser Medien, nämlich an der Lichtaustrittsfläche, zur Totalreflexion kommen. Demnach wird eine Strahlung **13**, die mit einem Winkel größer als der für Totalreflexion kritische Winkel die Lichtaustrittsfläche trifft, nicht ausgekoppelt, sondern total reflektiert. Dagegen wird eine Strahlung **12a, 12b**, die die Lichtaustrittsfläche mit einem Winkel kleiner als der kritische

Winkel für Totalreflexion trifft, ausgekoppelt. Total reflektierte Strahlung **13** trägt zu Lichtverlusten der Leuchtdiode bei und damit zu einer niedrigeren Lichtausbeute der Leuchtdiode.

[0035] Das in **Fig. 2** dargestellte erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel kann die Wahrscheinlichkeit, dass Strahlung an der Lichtaustrittsfläche der organischen Leuchtdiode total reflektiert wird, verringern. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von der in **Fig. 1** dargestellten Leuchtdiode dadurch, dass eine dreidimensionale Struktur **7** auf dem Trägersubstrat **2** angeordnet ist.

[0036] Beispielsweise besteht das Trägersubstrat **2** aus einem Kunststoff wie Epoxidharz, Glas, Lumineszenzkonverterstoff und/oder einer Mischung dieser Materialien. Die Elektrode **3** besteht vorzugsweise aus einem Material, das transparent für die vom organischen Schichtstapel **1** erzeugten Strahlung, z. B. Indium-ZinnOxid (das sogenannte ITO). Für die Elektrode **5** kann ein Metall verwendet werden, da diese Elektrode nicht transparent sein muss. Der organische Schichtstapel **1** kann aus konjugierten Polymeren, kleineren organischen Molekülen oder einer Mischung dieser bestehen. Die dreidimensionale Struktur besteht vorzugsweise aus einem Material wie Kunststoff und/oder Glas, das einen Brechungsindex zwischen dem Brechungsindex des organischen Schichtstapels **1** und dem des Umgebungsmedium aufweist. Diese Materialienangaben gelten auch für die nachfolgenden Ausführungsbeispiele, soweit nichts gegenteiliges angegeben ist.

[0037] In **Fig. 2** ist beispielsweise die dreidimensionale Struktur **7** so auf dem Trägersubstrat **2** angeordnet, dass die gekrümmte Fläche einer Halbkugel oder kleineren Kugelkappe **8** vom Trägersubstrat **2** abgewandt ist und eine ebene Basis der Struktur **7** in Kontakt mit dem Trägersubstrat **2** kommt. So wird eine gekrümmte Lichtaustrittsfläche gebildet. Durch die Krümmung der Lichtaustrittsfläche kann es wahrscheinlicher werden, dass Strahlung mit einem Winkel relativ zur Senkrechten kleiner als der kritische Winkel für Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche trifft. Dies bedeutet, dass Strahlungen, die sonst bei ebener Lichtaustrittsfläche total reflektiert sind, hier die Lichtaustrittsfläche mit einem kleineren Winkel relativ zur Senkrechten treffen können.

[0038] Diese Wirkung kann auch erreicht werden, indem das Trägersubstrat **2** selbst eine entsprechend halbkugel- oder kugelkappenförmige Struktur **7** bzw. Raumform aufweist. Dies kann beispielsweise durch Spritzen oder Gießen in einer entsprechenden Form erzeugt werden.

[0039] Die in **Fig. 2** dargestellte Struktur **7** kann beispielsweise durch Gießen oder Spritzen in eine entsprechende Gieß- oder Spritzform erzeugt werden. Diese Struktur **7** kann anschließend durch Kleben auf dem Trägersubstrat **2** befestigt werden oder mittels des Aushärtvorganges an das Trägersubstrat **2** gebondet werden.

[0040] Das Trägersubstrat **2** der in **Fig. 3** dargestell-

ten organischen Leuchtdiode weist eine dreidimensionale Struktur **7** auf, die zugleich als Trägersubstrat **2** oder zumindest als Teilschicht des Trägersubstrats dient. Diese dreidimensionale Struktur **7** wird vorzugsweise als eine Halbkugel **9**, die einen Brechungsindex n_1 aufweist, und eine Deckschicht **10**, die einen Brechungsindex n_2 aufweist, ausgebildet. Vorzugsweise ist der Brechungsindex n_1 größer als der Brechungsindex n_2 .

[0041] Die Halbkugel **9** weist eine ebene Basis auf, die beispielsweise vom organischen Schichtstapel **1** abgewandt angeordnet ist. Die Deckschicht **10** umgibt die gekrümmte Fläche der Halbkugel **9** vorzugsweise formschlüssig und weist eine ebene, von der Halbkugel **9** abgewandte Fläche auf, auf der beispielsweise die Elektrode **3** angeordnet ist. Eine als Halbkugel **9** und Deckschicht **10** ausgebildete Struktur **7**, bei der die ebene Basis der Halbkugel **9** zum organischen Schichtstapel **1** hingewandt ist, kann auch vorgesehen sein. Statt einer Halbkugel **9** kann die dreidimensionale Struktur **7** auch als eine kleinere Kugelkappe ausgebildet werden.

[0042] Vorteilhafterweise wird Lichtstrahl **12b**, der aus dem organischen Schichtstapel **1** mit einem großen Winkel relativ zur Senkrechten austritt, so gebeugt bzw. gebrochen, dass er mit einem kleineren Winkel relativ zur Senkrechten die Lichtaustrittsfläche trifft. Solche Strahlen werden sonst bei einer ebenen gleichmäßigen Lichtaustrittsfläche, wie in **Fig. 1** dargestellt, total reflektiert. Diese Wirkung kann auf die unterschiedlichen Brechungsindizes n_1 und n_2 zurückgeführt werden.

[0043] Die in **Fig. 3** dargestellte Struktur **7** kann durch entsprechendes Eindiffundieren eines Stoffes, der den Brechungsindex eines Materials steigert, in einem planen Trägersubstrat **2** erzeugt werden. Beispielsweise kann Germanium als Diffundierstoff verwendet werden. Die Halbkugel **9** besteht dann in diesem Beispiel aus einer Mischung des Materials des Trägersubstrats **2** (z.B. Glas) und des diffundierten Germaniums. Die Bereiche des Trägersubstrats **2**, die nicht mit Germanium diffundiert sind, stellen die Deckschicht **10** dar.

[0044] Die in **Fig. 3** dargestellte Halbkugel **9** kann dadurch erzeugt werden, dass eine mit einem oder mehreren Löchern versehene Maskenschicht auf der vom organischen Schichtstapel **1** abgewandte Oberfläche des Trägersubstrats **2** aufgebracht und Germanium in den Löchern der Maskenschicht aufgebracht wird. Die Maskenschicht besteht beispielsweise aus SiN. Die Anzahl der Löcher in der SiN-Maskenschicht entspricht der Anzahl von herzustellen den Halbkugeln **9**. Da die SiN-Maskenschicht sich nur schwer mit Germanium diffundieren lässt, diffundiert Germanium hauptsächlich durch die Löcher in das Trägersubstrat **2** hinein. Bei entsprechender Dosierung des Germaniums in einem Loch kann eine Halbkugel **9** von diffundiertem Germanium erzeugt werden. Wenn z.B. eine höhere Konzentration von Germanium in der Mitte des Loches aufgebracht

wird, diffundiert das Germanium an dieser Stelle tiefer in das Trägersubstrat hinein.

[0045] Ein solches Dotierungsprofil von Germanium kann beispielsweise durch Abtropfen von flüssigem Germanium oder germaniumhaltiger Flüssigkeit in die Löcher der SiN-Maskenschicht auf dem Trägersubstrat **2** erzeugt werden. Durch die Oberflächenspannung dieser am Trägersubstrat **2** liegenden Tropfen sammelt sich eine höhere Konzentration Germaniums in der Mitte des Tropfens und nach hinreichendem Diffundieren bildet jeder Tropfen eine Halbkugel **9** von diffundiertem Germanium im Trägersubstrat **2**. Die SiN-Maskenschicht dient hier hauptsächlich als Schutz vor unbeabsichtigtem Abtropfen, nämlich so dass nur Tropfen in den Löchern der SiN-Maskenschicht in das Trägersubstrat **2** diffundieren.

[0046] Es ist auch vorgesehen, dass die Halbkugel **9** ohne den Einsatz einer SiN-Maskenschicht erzeugt werden kann. Beispielsweise kann Germanium tropfenweise auf der Trägersubstratoberfläche an den Stellen aufgebracht werden, an denen eine Halbkugel **9** erzeugt werden soll.

[0047] Die in **Fig. 3** dargestellte Struktur **7** kann auch unabhängig von der organischen Leuchtdiode parallel oder zeitlich getrennt hergestellt und dann später auf der Leuchtdiode fixiert werden. Beispielsweise kann eine Halbkugel **9** in einer Deckschicht **10** durch einen der oben beschriebenen Diffusions-Vorgänge erzeugt werden. Diese Deckschicht **10** samt Halbkugel **9** kann dann auf das Trägersubstrat **2** der Leuchtdiode geklebt oder gebondet werden. Anders als in der in **Fig. 3** dargestellten Leuchtdiode sind in einer so erzeugten Leuchtdiode das Trägersubstrat **2** und die Deckschicht **10** zwei getrennte Gegenstände.

[0048] Weiterhin kann die in **Fig. 3** dargestellte organische Leuchtdiode so ausgebildet werden, dass die ebene Basis der Halbkugel **9** zum organischen Schichtstapel hingewandt angeordnet ist. Die Lichtaustrittsfläche wird folglich durch eine Deckschicht **10** gebildet, wobei die Halbkugel **9** zwischen der Lichtaustrittsfläche und der Elektrode **3** angeordnet ist.

[0049] In **Fig. 4** wird eine erfindungsgemäße Leuchtdiode dargestellt, deren zylinderförmige dreidimensionale Struktur **7** einen sich ändernden Brechungsindex aufweist, der zylindersymmetrisch vom Zentrum nach außen abnimmt. Beispielsweise besteht diese dreidimensionale Struktur **7** aus einer Gradientenlinse, die senkrecht zu ihrer Längsachse abgeschnitten ist und beispielsweise auf dem Trägersubstrat **2** aufgeklebt ist, so dass ihre Längsachse senkrecht zum organischen Schichtstapel angeordnet ist. Eine solche Struktur **7** kann auch direkt auf der Elektrode **3** angeordnet werden, ohne dass ein Trägersubstrat **2** im Endprodukt bleibt. In einem solchen Fall kann vorübergehend ein Hilfssubstrat verwendet und dann wieder entfernt werden.

[0050] In **Fig. 5a** und **5b** wird eine OLED-Displayan-

zeige gemäß dem Stand der Technik dargestellt. In **Fig. 5b** sind die als Streifen ausgebildeten Elektroden **3, 4** zu erkennen, wobei die Elektrodenstreifen **3** senkrecht zu den Elektrodenstreifen **4** angeordnet sind. Eine Schutzschicht **6** ist auf der von der organischen Schicht **1** abgewandten Seite der Elektrode **4** angeordnet. In **Fig. 5a** wird ein Strahl **13** an der ebenen Lichtaustrittsfläche der Displayanzeige total reflektiert, weil er die Lichtaustrittsfläche mit einem Winkel (relativ zur Senkrechten) trifft, der größer ist als der kritische Winkel für Totalreflexion. Dagegen treten die Strahlen **12, 12a** aus dem organischen Schichtstapel **1** mit einem hinreichend kleineren Winkel relativ zur Senkrechten aus, dass sie nicht total reflektiert werden. Strahlung wie der Strahl **13** stellt einen erheblichen Verlust der Displayanzeige dar.

[0051] In **Fig. 6** ist eine erfindungsgemäße Displayanzeige dargestellt, die die Lichtauskopplung gegenüber dem Stand der Technik verbessert. Diese Displayanzeige funktioniert wie mehrere nebeneinander angeordnete Leuchtdioden der in **Fig. 2** dargestellten Art. Die halbkugelförmige Lichtaustrittsfläche der Displayanzeige kann beispielsweise durch Pressen, Spritzen, Gießen erzeugt werden. Der organische Schichtstapel **1**, und die Elektroden **3, 4** werden durch das Bezugszeichen **134** dargestellt. Jedes als **134** bezeichnete Diodenelement in **Fig. 6** und den nachfolgenden Figuren stellt ein Pixel der Anzeige dar. Ein Pixel ist beispielsweise durch eine Überkreuzung von parallelen Anodenstreifen und zueinander parallelen, aber senkrecht zu den Anodenstreifen angeordneten Kathodenstreifen gebildet. Aus den bei **Fig. 2** genannten Gründen wird die Lichtauskopplung der Strahlung hier durch die halbkugelförmige Lichtaustrittsfläche verbessert.

[0052] In **Fig. 7** ist eine OLED-Anzeige mit einer dreidimensionalen Struktur **7** dargestellt. Diese OLED-Anzeige entsteht beispielsweise aus mehreren der in **Fig. 2** dargestellten OLEDs. Somit gelten die oben beschriebenen Vorteile der in **Fig. 2** dargestellten einzelnen Leuchtdiode auch für die OLED-Anzeige. Wie die Leuchtdiode in **Fig. 2** weist die dreidimensionale Struktur **7** eine halbkugelförmige Oberfläche auf. Hier wird die dreidimensionale Struktur **7** beispielsweise separat hergestellt und anschließend auf dem Trägersubstrat **2** beispielsweise mittels Kleben oder eines Aushärtensvorgangs fixiert. Zur weiteren Verringerung der Verluste der Displayanzeige wird vorzugsweise eine reflektierende Schicht **11** auf der vom Trägersubstrat **2** abgewandten Seite der Diodenelemente **134** aufgebracht. Vorzugsweise weist die dreidimensionale Struktur **7** einen Brechungsindex auf, der zwischen dem Brechungsindex des Trägersubstrats **2** und dem des Umgebungsmediums liegt.

[0053] In **Fig. 8** ist die in **Fig. 7** dargestellte Displayanzeige mit einer strukturierten reflektierenden Schicht **11** dargestellt. Diese reflektierende Schicht **11** ist so strukturiert, dass jedem Pixel bzw. Diodenelement **134** eine vom Diodenelement **134** aus gese-

hen konkave reflektierende Fläche zugeordnet ist. Vorzugsweise sind diese gekrümmten konkaven reflektierenden Flächen so angeordnet, dass der Brennpunkt der auf diese gebildeten konkaven Spiegel etwa beim organischen Schichtstapel liegt.

[0054] In **Fig. 9** wird eine erfindungsgemäße Displayanzeige dargestellt, bei der die Lichtauskopplung analog der in **Fig. 4** dargestellten Leuchtdiode verbessert wird. Hier wird beispielsweise die dreidimensionale Struktur **7** aus gebündelt angeordneten Glasfasern ausgebildet. Diese dreidimensionale Struktur **7** kann dadurch erzeugt werden, dass ein Bündel von Glasfasern hinreichend geschmolzen werden, dass die einzelnen Fasern zusammenkleben und dann senkrecht zu ihrer Längsachse abgeschnitten werden. Die Struktur **7** kann dann auf der Displayanzeigefläche so aufgebracht werden, dass die Längsachse senkrecht zu den Diodenelementen **134** angeordnet ist. Die in Zusammenhang mit **Fig. 4** beschriebenen Vorteile der OLED gelten auch hier.

[0055] **Fig. 10** zeigt eine erfindungsgemäße Displayanzeige, bei der die dreidimensionale Struktur **7** durch mehrere Halbkugeln **9** und eine Deckschicht **10** analog zu der in **Fig. 3** dargestellten Leuchtdiode gebildet ist. Die in Zusammenhang mit **Fig. 3** ausgeführte Beschreibung der Leuchtdiode sowie des Herstellungsprozess gilt analog für diese Displayanzeige. Zur Erzeugung der Halbkugeln **9** sind dann entsprechend mehr Löcher in der Maskenschicht und/oder entsprechend mehr Tropfen mit Diffundierstoff nötig.

[0056] Die in **Fig. 11** dargestellte Displayanzeige unterscheidet sich von der in **Fig. 10** dargestellten Displayanzeige, indem die Halbkugeln **9** umgekehrt angeordnet sind. Hier ist die ebene Basis der Halbkugel **9** zum Diodenelement **134** hingewandt und die Lichtaustrittsfläche ist folglich ausschließlich durch die Deckschicht **10** gebildet.

Patentansprüche

1. Organische Leuchtdiode mit zumindest einem strahlungserzeugenden organischen Schichtstapel (**1**), zwei mit elektrischen Anschlüssen (**5**) verbundenen Elektroden (**3**, **4**), zwischen denen der organische Schichtstapel (**1**) angeordnet ist, und einem Trägersubstrat (**2**), auf dem eine der Elektroden (**3**) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass im oder auf dem Trägersubstrat (**2**) eine dreidimensionale Struktur (**7**) vorgesehen ist, die zur Brechung und/oder Beugung der vom organischen Schichtstapel (**1**) erzeugten Strahlung dienen kann.

2. Organische Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei dem auf der von der Elektrode (**3**) abgewandten Trägersubstrat-Oberfläche eine dreidimensionale Struktur (**7**) angeordnet ist, die zur Brechung und/oder Beugung der vom organischen Schichtstapel (**1**) erzeugten Strahlung vorgesehen ist.

3. Organische Leuchtdiode nach dem Anspruch 1 oder 2, bei dem die dreidimensionale Struktur (**7**) als Halbkugel oder als eine kleinere Kugelkappe (**8**) ausgebildet ist, die eine ebene Oberfläche aufweist, und die auf den organischen Schichtstapel (**1**) zentriert ist, wobei die ebene Oberfläche der dreidimensionalen Struktur (**7**) zum organischen Schichtstapel (**1**) hin gewandt ist.

4. Organische Leuchtdiode nach Anspruch 3, bei dem die dreidimensionale Struktur (**7**) an der ebenen Oberfläche einen Durchmesser aufweist, der größer ist als die Breite des organischen Schichtstapels (**1**).

5. Organische Leuchtdiode nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die dreidimensionale Struktur (**7**) als eine zylinderförmige Gradientenlinse ausgebildet ist, deren Brechungsindex zylindersymmetrisch vom Zentrum nach außen abnimmt und die so angeordnet ist, dass ihre Längsachse im wesentlichen senkrecht zum organischen Schichtstapel (**1**) liegt und auf den organischen Schichtstapel (**1**) zentriert ist.

6. Organische Leuchtdiode nach dem Anspruch 5, bei dem die dreidimensionale Struktur (**7**) aus einem Abschnitt einer lichtleitenden Glasfaser besteht.

7. Organische Leuchtdiode nach dem Anspruch 1 oder 2, bei dem die dreidimensionale Struktur (**7**) eine Halbkugel oder eine kleinere Kugelkappe (**9**) umfaßt, die ein Material mit einem Brechungsindex n_1 aufweist, und bei dem eine Deckschicht (**10**) vorgesehen ist, die die gekrümmte Oberfläche der Halbkugel oder der Kugelkappe (**9**) vollständig bedeckt und einen Brechungsindex n_2 aufweist, wobei $n_1 > n_2$.

8. Organische Leuchtdiode nach Anspruch 7, bei dem die Halbkugel oder die kleinere Kugelkappe (**9**) eine ebene Basis aufweist und so angeordnet ist, dass die Basis zum organischen Schichtstapel (**1**) hin gewandt ist.

9. Organische Leuchtdiode nach Anspruch 7, bei dem die Halbkugel oder die kleinere Kugelkappe (**9**) eine ebene Basis aufweist und so angeordnet ist, dass die Basis vom organischen Schichtstapel (**1**) abgewandt ist.

10. Organische Leuchtdiode nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die vom organischen Schichtstapel (**1**) abgewandte Oberfläche der dreidimensionalen Struktur (**7**) plan und weitgehend parallel zum organischen Schichtstapel (**1**) angeordnet ist.

11. Organische Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem das Material des Trägersubstrats (**2**) und das Material der zwischen dem Trägersubstrat (**2**) und dem organischen Schichtstapel

(1) angeordneten Elektrode (3) für die vom organischen Schichtstapel (1) erzeugte Strahlung durchlässig ist.

12. Organische Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem an der vom Trägersubstrat (2) abgewandten Seite des organischen Schichtstapels (1) eine reflektierende Schicht (11) angeordnet ist, wobei zumindest eine Elektrode (4) zwischen dem organischen Schichtstapel und der reflektierenden Schicht angeordnet ist.

13. Organische Leuchtdiode nach dem Anspruch 12, bei dem die reflektierende Schicht (11) so strukturiert ist, dass eine gekrümmte reflektierende Oberfläche gebildet ist, die vom organischen Schichtstapel (1) her gesehen konkav ist und die auf den organischen Schichtstapel (1) zentriert ist.

14. Organische Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die dreidimensionale Struktur (7) Glas, Kunststoff oder eine Mischung dieser Materialien umfaßt.

15. Organische Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem das Trägersubstrat (2) und/oder die dreidimensionale Struktur (7) jeweils aus einem Material oder einer Materialmischung besteht, dessen/deren Brechungsindex zwischen dem Brechungsindex des organischen Schichtstapels (1) und dem des Umgebungsmediums liegt.

16. Display-Anzeige gebildet durch mehrere organische Leuchtdioden nach einem der vorherigen Ansprüche.

17. Display-Anzeige nach Anspruch 16, bei der die organischen Leuchtdioden nebeneinander angeordnet sind, so dass die dreidimensionalen Strukturen (7) eine kontinuierliche Oberfläche auf der vom organischen Schichtstapel (1) abgewandten Seite bilden.

18. Display-Anzeige nach Anspruch 16 oder 17, bei der jede organische Leuchtdiode einzeln angesteuert ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG 1 Stand der Technik

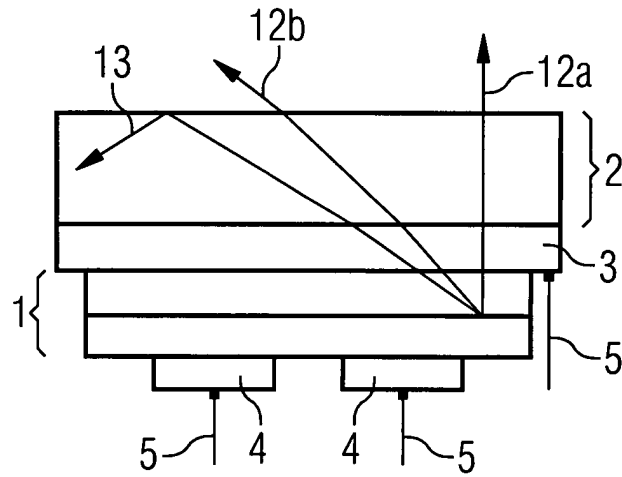


FIG 2

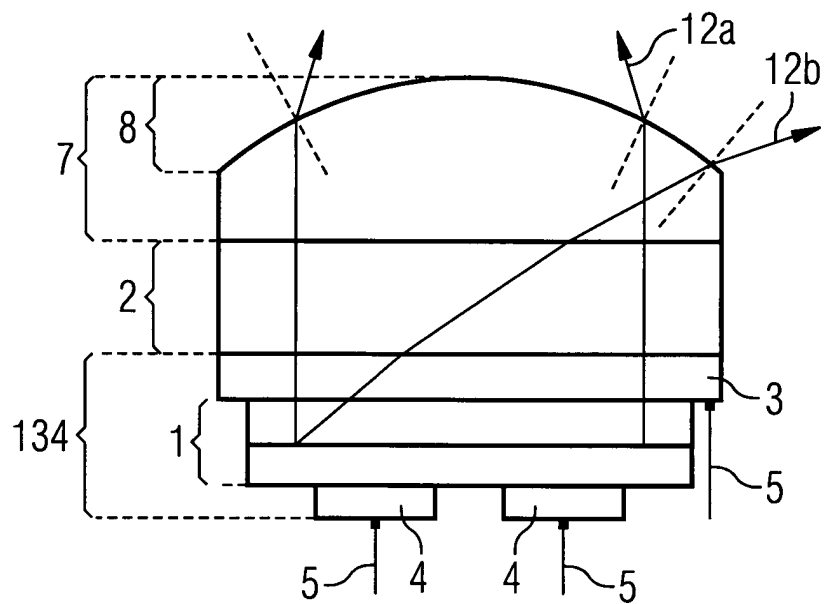


FIG 3

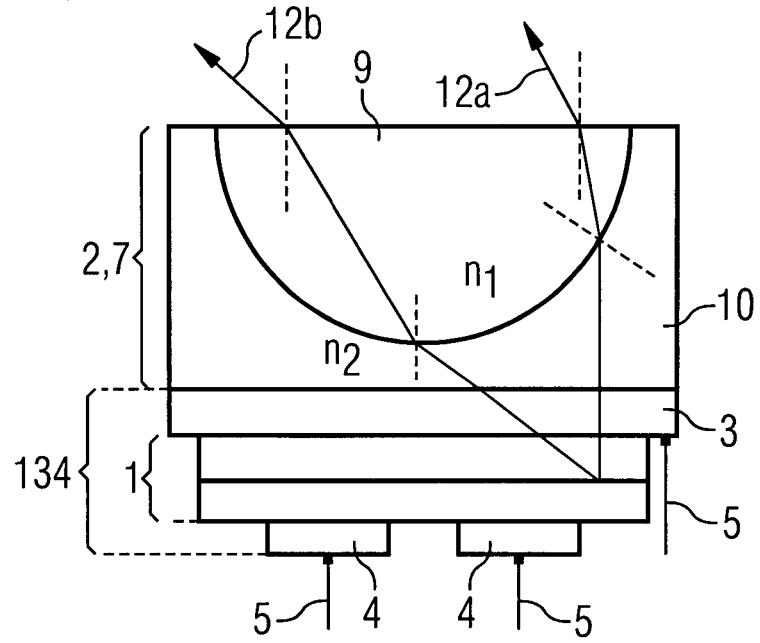


FIG 4

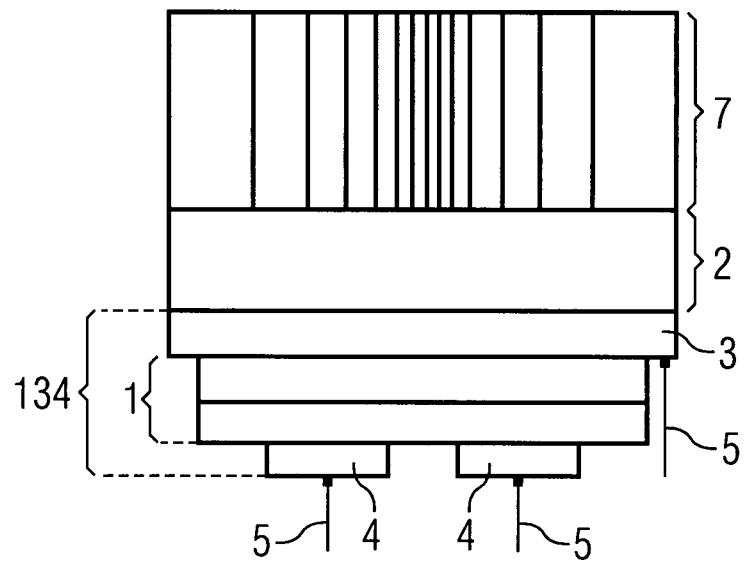


FIG 5A Stand der Technik

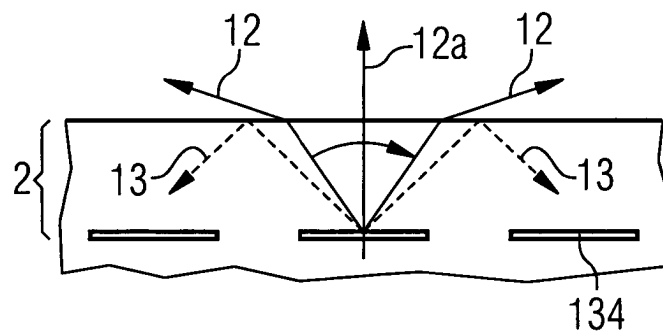


FIG 5B Stand der Technik

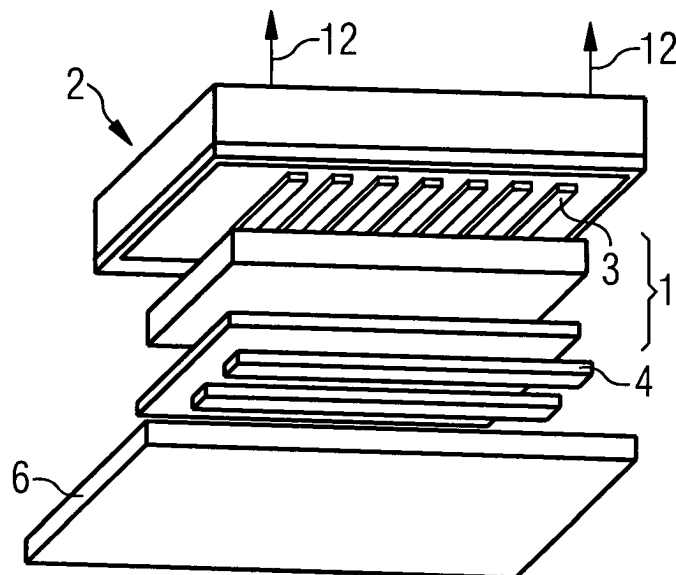


FIG 6

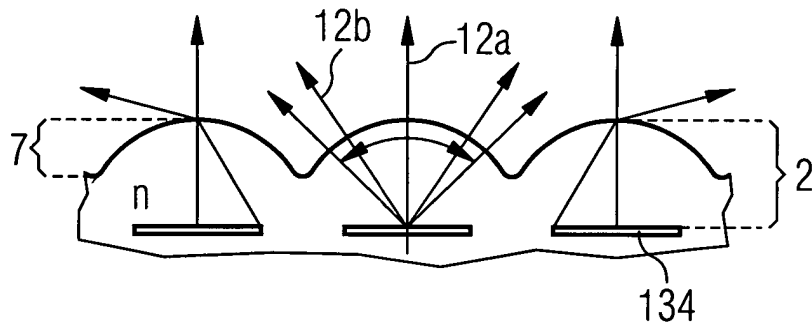


FIG 7

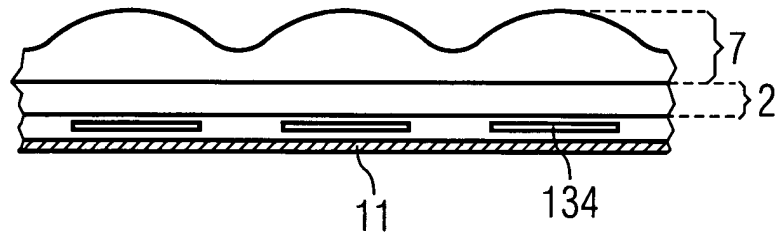


FIG 8

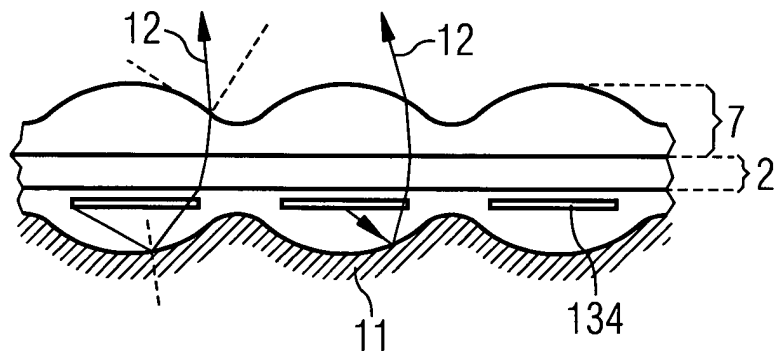


FIG 9

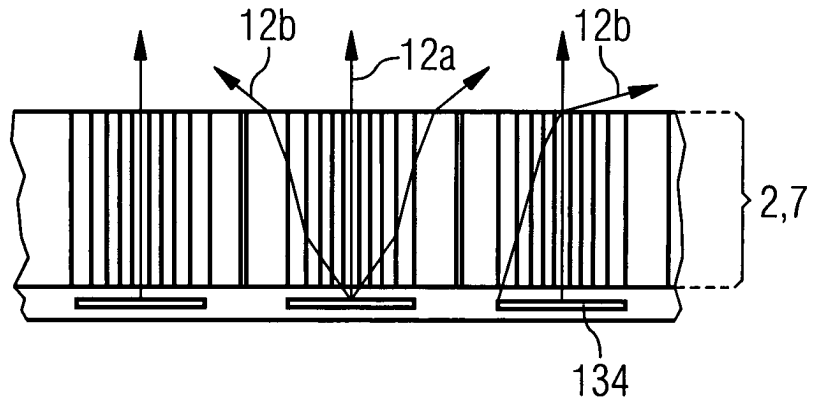


FIG 10

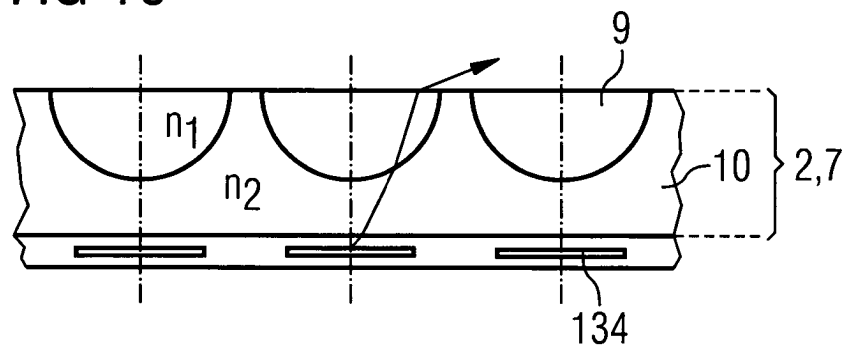


FIG 11

