



(10) **DE 10 2007 006 346 B4** 2017.10.12

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 006 346.8**
 (22) Anmeldetag: **08.02.2007**
 (43) Offenlegungstag: **13.09.2007**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **12.10.2017**

(51) Int Cl.: **H01L 51/50 (2006.01)**
H01L 25/075 (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).

(30) Unionspriorität:
11/356,389 15.02.2006 US

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

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

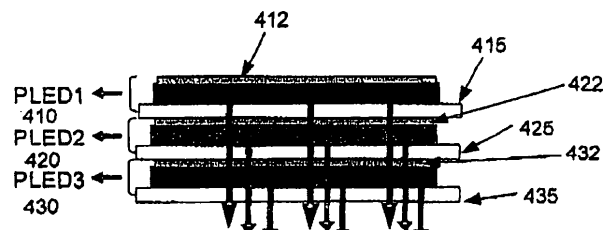
(72) Erfinder:
Choong, Vi-En, Carlsbad, Calif., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

FR	27 58 431	A1
US	2003/00 38 592	A1
US	57 39 552	A
US	59 65 907	A
EP	11 22 984	A2
WO	03/0 61 027	A1
WO	01/ 44 866	A1

(54) Bezeichnung: **Weißer Doppellemissions-PLED für Beleuchtung**

(57) Hauptanspruch: Lichtquelle (200), umfassend:
 ein gemeinsames Substrat (215);
 eine erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (210) auf einer ersten Seite des gemeinsamen Substrats (215); und
 eine zweite Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (220) auf einer zweiten Seite des gemeinsamen Substrats (215), die gegenüber der ersten Seite des gemeinsamen Substrats (215) liegt, wobei die erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (210) Licht mit einem Spektrum A emittiert und die zweite Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (220) Licht mit einem Spektrum B emittiert,
 wobei die erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (210) eine erste strukturierte Katode (212) aufweist, die Bereiche (212A) aus Katodenmaterial, die Licht reflektieren, und Bereiche (212B) ohne Katodenmaterial, die Licht durchlassen, aufweist, und
 wobei die Bereiche (212B) ohne Katodenmaterial einen transparenten Abstandshalter aufweisen, der Glas, Quarz oder SiO₂ aufweist.



 400

Beschreibung

[0001] Eine typische Struktur von Polymer-Lichtemissionsdioden (PLEDs) besteht aus einer Loch-Injektionselektrode (Anode), einer Schicht aus einem Licht emittierenden Polymer (LEP) und einer Elektronen-Injektionselektrode (Katode). Gewöhnlich besteht die Anodenschicht aus einer dünnen transparenten, leitenden Schicht etwa aus Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Schicht aus einem leitenden Polymer wie etwa Poly-(3,4-Ethylendioxythiophen), das mit Poly-(Styrol-Sulfonat) (PEDOT:PSS) dotiert ist. Der Zweck der PEDOT:PSS-Schicht besteht darin, die Lochinjektion in das LEP durch Erhöhen der Austrittsarbeit der Injektionsschicht und durch Schaffen eines besseren physikalischen Kontakts zwischen dem LEP und der Injektionsschicht zu verbessern. Die Polymerschichten werden typischerweise mittels eines Aufschleuderverfahrens aufgetragen („spin coating“), obwohl auch weiterentwickelte Druckverfahren Anwendung finden können. Die Katodenschicht ist typischerweise eine Schicht aus einem Metall mit niedriger Austrittsarbeit wie etwa Ba oder Ca, die Elektronen in die LEP-Schicht, die mit einer Schicht aus einem weiteren Metall wie etwa Al bedeckt ist, effizient injizieren kann.

[0002] Das Dokument WO 2003/061 027 A1 beschreibt einen Aufbau für organische Lichtemissionseinrichtungen mit mehrfachem Substrat.

[0003] In dem Dokument WO 01/44 866 A1 ist ein verbesserter Aufbau eines organischen LED Bauelements mithilfe von transparenten Abstandshaltern gezeigt.

[0004] Die Farbe der Lichtemission einer solchen Vorrichtungsstruktur ist durch die Emissionseigenschaften der LEP-Schicht vorgegeben. Beispielsweise emittieren Licht emittierende Polymere wie etwa PPV und MEH-PPV im grünen und im orangen Bereich, was dem Bandabstand der jeweiligen Polymere entspricht. Eine Emission mit einem breiten Spektrum wie etwa eine weiße Emission kann durch Mischen eines im blauen emittierenden LEP mit Polymeren (oder mit Materialien aus kleinen Molekülen, „small molecules“), die in grünen und roten Bereichen des Spektrums emittieren, ermöglicht werden. In diesem Fall wird durch direkten Ladungsträgererfang („direct carrier trapping“) und/oder durch Energietransfer vom blauen Wirtsmaterial auf die roten und grünen Dotierstoffe die Emission zwischen blauen, grünen und roten Chromophoren umverteilt, was eine weiße Emission zur Folge hat. Ein ähnlicher Ansatz besteht darin, ein Copolymer zu synthetisieren, das alle drei Typen von Chromophoren in einer einzigen Polymerkette enthält, wodurch eine mögliche Phasentrennung verhindert wird, die in einem Gemisch auftreten könnte.

[0005] Um die PLEDs zu optimieren, müssen sowohl die Vorrichtungsstruktur als auch die Materialzusammenstellung optimiert werden, um einen guten Wirkungsgrad und eine gute Zuverlässigkeit zu erhalten. Dies ist für PLEDs, die in einer einzigen Farbe emittieren, verhältnismäßig einfacher als für Breitspektrum-LEDs, und zwar aus den folgenden Gründen: (1) Da nur eine sehr kleine Konzentration von emittierenden Dotierstoffen erforderlich ist, um die Emissionsfarbe zu ändern, ist es erforderlich, die Toleranzen der Konzentrationen dieser Dotierstoffe in dem Wirts-LEP sehr gering zu halten, um eine ausreichende Reproduzierbarkeit zu erhalten. (2) Zusätzlich zur Beeinflussung der Farbe können eine Änderung der Konzentrationen der emittierenden Dotierstoffe oder eine Änderung des Dotierstoffs unerwünschte Änderungen der Eigenschaften des Ladungstransports (z. B. Einfang von Ladungsträgern) des Wirts-LEP zur Folge haben, was die Vorrichtungseffizienz nachteilig beeinflussen kann. (3) Die Stabilität dieser emittierenden Chromophore im Wirtsmaterial in Gegenwart der jeweils anderen Chromophore während der Lebensdauer der betriebenen Vorrichtung ist weiterhin in **Fig. 1** dargestellt. Das Optimum für einen Emissionsstoff entspricht gewöhnlich nicht dem Optimum der anderen Emissionsstoffe, wie die in **Fig. 1** gezeigte Degradation zeigt. Eine Alternative zu den obigen Ausführungen besteht darin, die LEP-Schicht durch Tintenstrahldruck zu erzeugen, was jedoch den Nachteil komplizierter Verarbeitungsprobleme hat. Daher besteht ein großer Bedarf an einem Verfahren, um in einem breiten Spektrum emittierende PLEDs zu erhalten, die die oben genannten Probleme nicht aufweisen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0006] **Fig. 1** zeigt die Lebensdauer- und Emissionsdegradation.

[0007] **Fig. 2A** zeigt eine Schnittdarstellung einer ersten Ausführungsform einer Doppelmittelschicht-Lichtquelle **200** gemäß wenigstens einer Ausführungsform der Erfindung.

[0008] **Fig. 2B** ist eine Draufsicht der in der Lichtquelle **200** verwendeten Katoden.

[0009] **Fig. 3** zeigt ein Schweizerkäse-Muster für Katoden in einer Doppelmittelschicht-LED.

[0010] **Fig. 4** zeigt eine alternative Ausführungsform der Erfindung in einer Seitenansicht von drei gestapelten PLEDs mit unabhängigen Substraten.

Genaue Beschreibung

[0011] Es wird wenigstens eine gestapelte organische oder Polymeraufweisende Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (PLED-Vorrichtung) einer Licht-

quelle offenbart. Wenigstens eine der PLEDs enthält eine strukturierte Katode, die Bereiche hat, die Licht transmittieren. Die strukturierten Katoden ermöglichen eine Lichtemission von den PLEDs in der Weise, dass sie miteinander kombinieren. Die Lichtquelle kann oben und/oder unten emittieren („top/bottom emitter“).

[0012] In verschiedenen Ausführungsformen wird eine Doppelstruktur-LED offenbart, wobei jede LED in einer anderen Farbe (einem anderen Spektrum) emittiert. Ein Beispiel einer solchen Struktur ist in **Fig. 2A** gezeigt. Auf den beiden Seiten des Substrats sind zwei LEDs hergestellt, die in unterschiedlichen Farben (unterschiedlichen Spektren) emittieren, deren Kombination eine weiße Emission ergibt. Jede LED kann unabhängig optimiert sein, um einen maximalen Wirkungsgrad und eine maximale Zuverlässigkeit zu erhalten. Auch die relative Emissionsintensität kann während des Betriebs eingestellt werden, um die Farbe bei Bedarf beizubehalten. Typischerweise würde die Katode transparent sein, damit die Emission sichtbar ist. Dieser Lösungsweg wäre möglich, wenn eine transparente Katode verfügbar wäre, die auch für den LED-Wirkungsgrad gut wäre, was derzeit aber nicht der Fall ist. Dies wird entweder durch die Verwendung eines transparenten Abstandshalters, wie etwa SiO_2 , zum Strukturieren der Katode, oder durch die Verwendung eines Lasers zum Strukturieren der Katode erreicht, um die Emission jeder LED zu transmittieren. Beide Verfahren waren möglich, der Vorteil der Laserstrukturierung ist jedoch die Entfernung von Beschichtungseigenschaften wie etwa einer Aufhäufung („pile-up“), die eine inhomogene Emission hervorrufen kann. Obwohl in dem Diagramm von **Fig. 2B** ein Streifenmuster gezeigt ist, liegt es im Umfang der Erfindung, andere Muster wie etwa ein Schweizer-Käse-Muster oder ein Maschenmuster (**Fig. 3**) zu verwenden, um den Lichtaustritt zu maximieren. In weiteren Ausführungsformen werden die LEDs auf zwei getrennten Substraten aufgebaut, woraufhin die beiden Substrate miteinander verschmolzen werden. In einer weiteren Ausführungsform ist nur eine der Katoden strukturiert. Die andere dient als ein Spiegel, um die gesamte Emission in eine Richtung zu lenken. Eine weitere Ausführungsform bestünde darin, zwei oder mehr vollständige LEDs, die auf getrennten Substraten aufgebaut sind, physikalisch zu stapeln, wie in **Fig. 4** exemplarisch für drei gestapelte LEDs gezeigt ist.

[0013] **Fig. 2A** zeigt eine Schnittdarstellung einer ersten Ausführungsform einer Doppelemissions-Lichtquelle **200** gemäß wenigstens einer Ausführungsform der Erfindung. Der Ausdruck „auf“, wie er in der Beschreibung und in den Ansprüchen verwendet wird, umfasst den Sachverhalt, dass Objekte (z. B. Schichten und Vorrichtungen) in physikalischem Kontakt stehen, und den Sachverhalt, dass Objekte durch eine oder mehrere dazwischen befindliche

Schichten getrennt sind. Obwohl sich die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung auf LED-Vorrichtungen beziehen, kann jede beliebige LED-Vorrichtung (organische Lichtemissionsdioden-Vorrichtung) oder jede beliebige Lichtquelle ohne weiteres nach Wunsch als Ersatz dienen.

[0014] In **Fig. 2A** ist eine erste LED (Polymer-Lichtemissionsdiode), LED1 **210**, auf einer Seite eines gemeinsamen Substrats **215** gefertigt oder angeordnet. Eine zweite LED, LED2 **220**, ist auf der gegenüberliegenden Seite des gemeinsamen Substrats **215** gefertigt oder angeordnet. Somit wird dasselbe gemeinsame Substrat **215** verwendet, um beide LEDs **210** und **220** zu fertigen. Die LED1 **210** hat eine erste Katode **212**, während die LED2 **220** eine weitere zweite Katode **222** hat. Die Doppelemissions-Lichtquelle **200** umfasst die LED1 **210** und die LED2 **220**, die auf dem gemeinsamen Substrat **215** angeordnet sind. Alternativ kann das gemeinsame Substrat **215** das Ergebnis zweier einzelner Substrate sein, die zu einem einzigen Substrat zusammengeschmolzen wurden.

[0015] Um Licht zu ermöglichen, aus der Doppelemissions-Lichtquelle **200** auszutreten, sind die erste Katode **212** und die zweite Katode **222** so strukturiert, dass sie Bereiche enthalten, die transparent sind (wo Katodenmaterial nicht vorhanden ist), und Bereiche enthalten, die reflektierend sind (wo Katodenmaterial vorhanden ist). Diese Strukturierung kann abwechselnd oder teilweise überlappend sein, derart, dass ein transmittierender Bereich in der ersten Katode **212** einem reflektierenden Bereich in der zweiten Katode **222** entspricht oder mit diesem überlappt. Eine beispielhafte Strukturierung der ersten Katode **212** und der zweiten Katode **222** ist in **Fig. 2B** gezeigt. Das gemeinsame Substrat **215** wäre in einigen Ausführungsformen transparent.

[0016] Die erste Katode **212** ist in **Fig. 2B** in einer Draufsicht gezeigt, in der die abgedunkelten Bereiche **212A** Katodenmaterial darstellen und die freien Bereiche **212B** ein Fehlen von Katodenmaterial darstellen, wobei solche freien Bereiche insbesondere Licht durchlassen. Es wird außerdem angenommen, dass das Katodenmaterial, das die abgedunkelten Bereiche **212A** enthalten, Licht reflektiert. Ebenso ist die zweite Katode **222** in **Fig. 2B** in einer Draufsicht gezeigt, in der die abgedunkelten Bereiche **222A** Katodenmaterial darstellen, während die freien Bereiche **222B** ein Fehlen von Katodenmaterial darstellen, wobei diese leeren Bereiche insbesondere Licht transmittieren. Es wird außerdem angenommen, dass das Katodenmaterial, das die abgedunkelten Bereiche **222A** enthalten, Licht reflektiert. Weiterhin wird angenommen, dass die LED1 **210** eine aktive Emission von Licht mit einem Spektrum A aufweist und dass die LED2 **220** eine aktive Emission von Licht mit einem Spektrum B aufweist. In einer weiteren Ausführungs-

rungsform unterscheiden sich die Spektren A und B hinsichtlich der emittierten Farbe.

[0017] Wenn beide PLEDs **210** und **220** gleichzeitig Licht aussenden, geschieht Folgendes: In den abgedunkelten Bereichen **212A** reflektiert die erste Katode **212** die Emission A der PLED1 **210** aus dem gemeinsamen Substrat **215** und zur PLED2 **220** hin. In den abgedunkelten Bereichen **222A** reflektiert die zweite Katode **222** die Emission B der PLED2 **220** aus dem gemeinsamen Substrat **215** und zur PLED1 **210** hin. In den leeren Bereichen **212B** wird die reflektierte Emission B der PLED2 **220** durchgelassen, wobei hier eine Überlappung in der vertikalen Ebene zwischen den leeren Bereichen **212B** und den abgedunkelten Bereichen **222A** vorliegt. In den leeren Bereichen **222B** wird die reflektierte Emission A der PLED1 **210** durchgelassen, wobei hier eine Überlappung in der vertikalen Ebene zwischen den leeren Bereichen **222B** und den abgedunkelten Bereichen **212A** vorhanden ist.

[0018] Falls die reflektierte Emission A gleich A' ist und die reflektierte Emission B gleich B' ist, werden die folgenden Spektren emittiert. Aus den freien Bereichen **212B** ist das von der Lichtquelle **200** emittierte Spektrum die Emission B' (d. h. die Emission B, die von der zweiten Katode **222** reflektiert wird) und die Emission A (d. h. die tatsächliche Emission von der PLED1 **210**). Von den freien Bereichen **222B** ist das von der Lichtquelle **200** emittierte Spektrum die Emission A (die Emission A, die von der ersten Katode **212** reflektiert wird) und die Emission B (die tatsächliche Emission von der PLED2 **220**). In den meisten Fällen hat die Emission A' wahrscheinlich das gleiche Spektrum wie A und hat die Emission B' wahrscheinlich das gleiche Spektrum wie die Emission B. Auf Grund der optischen Wege durch die Vorrichtung **200**, die die reflektierten Emissionen A' und B' durchqueren, könnte jedoch eine gewisse spektrale Verschiebung oder Intensitätsänderung oder beides in der einen und/oder der anderen der reflektierten Emissionen A' und B' auftreten. Außerdem könnte eine A'-Emission vorhanden sein, die durch die Katode **212B** zurückreflektiert wird und die Vorrichtung dort verlässt, wo A und B' auftreten. Die Anzahl und die Kombination reflektierter Emissionen sollen hier nicht als erschöpfend angegeben verstanden werden, da einem Fachmann bekannt ist, dass viele Reflexionen und Transmissionen möglich sind.

[0019] Fig. 3 zeigt ein Schweizerkäse-Muster für Kationen in einer Doppemissions-LED. In dem Muster von Fig. 3 sind die freien Bereiche durch ein Fehlen von Katodenmaterial gegeben, während die abgedunkelten Bereiche Bereiche sind, in denen Katodenmaterial kreisförmig oder in kleinen Einheiten fehlt, die jedoch von Katodenmaterial umgeben sind. Ein solches Muster kann durch Ablation, korrosive Ablagerung oder durch Stanzen von Löchern in einer

Katodenschicht erzielt werden. Es sind viele alternative Katodenmuster möglich, die von der Entwurfswahl und von den Herstellungsbedingungen abhängen.

[0020] Fig. 4 veranschaulicht in einer Seitenansicht eine alternative Ausführungsform der Erfindung, die drei gestapelte PLEDs mit unabhängigen Substraten enthält. Eine PLED1 **410** weist eine Katode **412** und ein Substrat **405** auf. über der PLED1 **410** ist eine PLED2 **420** mit einer Katode **422** und einem Substrat **425** angeordnet. über der PLED2 **420** ist eine PLED3 **430** mit einer Katode **432** und einem Substrat **435** angeordnet. Es wird angenommen, dass, für sich genommen, die PLED1 **410** ein Emissionsspektrum D aufweist, die PLED2 **420** ein Emissionsspektrum E aufweist und die PLED3 **430** ein Emissionsspektrum F aufweist. In wenigstens einer Ausführungsform der Erfindung enthält die Katode **412** keine freien Bereiche, sondern nur reflektierende Bereiche, so dass das gesamte darauf auftreffende Licht zurückreflektiert wird. Die Katode **422** kann so strukturiert sein, dass sie Bereiche aus Katodenmaterial, die Licht reflektieren, und Bereiche ohne Katodenmaterial ("frei"), die Licht durchlassen, enthält. Alternativ kann die Katode **422** vollständig transparent sein, falls ein geeignetes transparentes Katodenmaterial gefunden werden kann. Die Katode **432** kann so strukturiert sein, dass sie Bereiche aus Katodenmaterial, die Licht reflektieren, und Bereiche ohne Katodenmaterial ("frei"), die Licht durchlassen, enthält. Alternativ kann die Katode **432** vollständig transparent sein, falls ein geeignetes transparentes Katodenmaterial gefunden werden kann. In wenigstens einer Ausführungsform sind die Substrate **415**, **425** und **435** vollkommen transparent.

[0021] Die Lichtquelle **400** umfasst die Kombination aus der PLED1 **410**, der PLED2 **420** und der PLED3 **430**. Die gesamte Lichtemission der Lichtquelle **400** wird durch das Substrat **435** der PLED3 **430** abgestrahlt. Die gesamte Lichtemission der Lichtquelle **400** ist eine Kombination der Emissionen, die durch die PLED1 **410**, die PLED2 **420** und die PLED3 **430** erzeugt werden.

[0022] Diese Kombination von Emissionen umfasst die oben genannten Spektren D, E und F sowie Reflexionen dieser Spektren, die auf verschiedenen Wegen die Vorrichtung **400** durchqueren. Die spezifischen reflektierten Emissionen, die erzeugt werden, hängen von den Strukturierungsmustern der Kationen **422** und **432** sowie von Änderungen auf Grund des Wegs, auf dem sie sich bewegen, ab. Ein Fachmann auf dem Gebiet kann die Muster der Kationen **422** und **432** optimieren, um die gewünschte Emission zu erzeugen.

[0023] Zusätzlich kann jede der PLEDs **410**, **420** und **430** individuell optimiert und entworfen werden und kann verschiedene Materialien und verschiedene Ar-

ten von Schichten enthalten. Ferner kann jede von ihnen in einer oder in mehreren unterschiedlichen Farben emittieren. Beispielsweise kann die PLED1 **410** in Rot emittieren, kann die PLED2 **420** in Grün emittieren und kann die PLED3 **430** in Blau emittieren, so dass sich die gesamte abgestrahlte Emission der Lichtquelle **400** einem weißen Emissionsspektrum annähert.

Geeignete PLEDs:

[0024] Die PLEDs, die für die Verwendung in verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung geeignet sind, umfassen organische Lichtemissionsdioden-Vorrichtungen einschließlich jener, die Polymere, Materialien mit kleinen Molekülen („small molecules“), Monomere oder anorganische Materialien verwenden. Es besteht keine Begrenzung oder Einschränkung hinsichtlich des Typs/der Art/der Struktur der Vorrichtungen, die als PLEDs verwendet werden, wobei sich der Ausdruck „PLEDs“, wie er hier verwendet wird, in weitem Sinn auf jegliche Klasse von lichtemittierenden Vorrichtungen, sowohl auf Polymerbasis als auch auf anderer Basis, bezieht.

Geeignete Substrate:

[0025] Das Substrat oder die Substrate können aus einem Material bestehen, das die Schichten der PLEDs stützen kann und transparent oder semitransparent für die Wellenlänge des Lichts ist, das in der Vorrichtung erzeugt wird. Das Substrat kann transparent oder lichtundurchlässig sein (z. B. wird das lichtundurchlässige (opake) Substrat in nach oben emittierenden Vorrichtungen („top-emitting devices“) verwendet). Durch Modifizieren oder Filtern der Wellenlänge des Lichts, das das Substrat durchqueren kann, kann die Farbe des von der Vorrichtung emittierten Lichts geändert werden. Bevorzugte Substratmaterialien sind Glas, Quarz, Silicium und Kunststoff und vorzugsweise dünnes, biegsames Glas. Die bevorzugte Dicke des Substrats hängt von dem verwendeten Material und von der Anwendung der Vorrichtung ab. Das Substrat kann in Form einer Platte oder einer ununterbrochenen dünnen Schicht vorliegen. Die ununterbrochene dünne Schicht wird beispielsweise in Rolle-zu-Rolle- („roll-to-roll“-)Fertigungsprozessen verwendet, die insbesondere für Kunststoff-, Metall- und metallisierte Kunststofffolien geeignet sind.

Geeignete Katoden:

[0026] Die Katode der PLEDs ist eine leitende Schicht, die als eine Elektronen-Injektionsschicht dient und typischerweise ein Material mit einer niedrigen Austrittsarbeit enthält. Die Katode kann zwar viele verschiedene Materialien enthalten, bevorzugte Materialien enthalten jedoch Aluminium, Silber, Magnesium, Calcium, Barium oder Kombinationen hier-

von. Stärker bevorzugt weist die Katode Aluminium, Aluminiumlegierungen oder Kombinationen aus Magnesium und Silber auf. Die Katode enthält vorzugsweise Licht reflektierende oder teilweise Licht reflektierende Materialien.

[0027] Wie oben erwähnt, können die in einigen der Ausführungsformen der Erfindung verwendeten Katenoden so strukturiert sein, dass sie „freie“ Bereiche enthalten, die transparent sind. Die freien Bereiche können durch Ablation einer dünnen Katodenschicht und mittels Maske und Ablagern von Katodenmaterial um die Maske gefertigt werden, um ein Muster zu erzeugen, oder durch Trennen von Streifen oder Bereichen aus Katodenmaterial mittels transparenten Abstandshaltern, die beispielsweise Kunststoff, Glas, Quarz, SiO₂ oder ein durchscheinendes Material enthalten.

Patentansprüche

1. Lichtquelle (**200**), umfassend:
 - ein gemeinsames Substrat (**215**);
 - eine erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**210**) auf einer ersten Seite des gemeinsamen Substrats (**215**); und
 - eine zweite Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**220**) auf einer zweiten Seite des gemeinsamen Substrats (**215**), die gegenüber der ersten Seite des gemeinsamen Substrats (**215**) liegt, wobei die erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**210**) Licht mit einem Spektrum A emittiert und die zweite Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**220**) Licht mit einem Spektrum B emittiert, wobei die erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**210**) eine erste strukturierte Katode (**212**) aufweist, die Bereiche (**212A**) aus Katodenmaterial, die Licht reflektieren, und Bereiche (**212B**) ohne Katodenmaterial, die Licht durchlassen, aufweist, und wobei die Bereiche (**212B**) ohne Katodenmaterial einen transparenten Abstandshalter aufweisen, der Glas, Quarz oder SiO₂ aufweist.
2. Lichtquelle (**200**) nach Anspruch 1, wobei die zweite Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**220**) eine zweite strukturierte Katode (**222**) aufweist, die Bereiche (**222A**) aus Katodenmaterial, die Licht reflektieren, und Bereiche (**222B**) ohne Katodenmaterial, die Licht transmittieren, aufweist.
3. Lichtquelle (**200**) nach Anspruch 2, wobei
 - die Bereiche (**212B**) ohne Katodenmaterial der ersten strukturierten Katode (**212**) Licht mit Spektrum A, das in der ersten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**210**) erzeugt wird, und Licht mit Spektrum B', das in der zweiten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (**220**) erzeugt wird, emittieren,
 - die Bereiche (**222B**) ohne Katodenmaterial der zweiten strukturierten Katode (**222**) Licht mit Spektrum B, das in der zweiten Lichtemissionsdioden-

Vorrichtung erzeugt wird, und Licht mit Spektrum A', das in der zweiten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (220) erzeugt wird, emittieren, und
– das Spektrum A von dem Spektrum A' und das Spektrum B von dem Spektrum B' verschieden sind.

4. Lichtquelle (200) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (210) und die zweite Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (220) wenigstens eines der folgenden Materialien enthalten: Polymermaterialien, Monomaterialien, Materialien aus kleinen Molekülen und anorganische Materialien.

5. Lichtquelle (200) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Licht reflektierenden Bereiche (212A) aus Katodenmaterial der ersten Katode (212) teilweise auf Licht durchlassende Bereiche ohne Katodenmaterial (222B) der zweiten Katode (222) ausgerichtet sind.

6. Lichtquelle (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei sich die Licht reflektierenden Bereiche (212A) aus Katodenmaterial und die Licht durchlassenden Bereiche (212B) ohne Katodenmaterial streifenförmig abwechseln.

7. Lichtquelle (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Licht reflektierenden Bereiche (212A) aus Katodenmaterial und die Licht durchlassenden Bereiche (212B) ohne Katodenmaterial ein Muster eines Schweizer Käses bilden.

8. Lichtquelle (200) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das gemeinsame Substrat (215) durch Verschmelzen zweier einzelner Substrate hergestellt ist.

9. Lichtquelle (200) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das gemeinsame Substrat (215) wenigstens eines der folgenden Materialien aufweist: Glas, Kunststoff, Quarz, Silicium oder ein Licht durchlässiges Material.

10. Lichtquelle (200) nach Anspruch 8, wobei sich das gemeinsame Substrat (215) aus dem Verschmelzen von Substraten der ersten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (210) und der zweiten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (220) miteinander ergibt.

11. Lichtquelle (200) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das gemeinsame Substrat (215) für das emittierte Licht, das in der ersten und/oder der zweiten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (210, 220) erzeugt wird, semitransparent ist.

12. Lichtquelle (200) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Spektrum A vom Spektrum B verschieden ist.

13. Lichtquelle (400), umfassend:

eine erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (410) und mehreren weitere Lichtemissionsdioden-Vorrichtungen (420, 430), die auf der ersten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (410) gestapelt sind, wobei die weiteren Lichtemissionsdioden-Vorrichtungen (420, 430) strukturierte Katoden (422, 432) aufweisen, die Bereiche aus Katodenmaterial, die Licht reflektieren, und Bereiche ohne Katodenmaterial, die Licht durchlassen, aufweisen, wobei die Bereiche ohne Katodenmaterial einen transparenten Abstandhalter aufweisen, der Glas, Quarz oder SiO₂ aufweist.

14. Lichtquelle (400) nach Anspruch 13, wobei die erste Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (410) eine nicht strukturierte Katode (412) aufweist, die sämtliches Licht reflektiert.

15. Lichtquelle (400) nach Anspruch 13 oder 14, wobei die erste und die weiteren Lichtemissionsdioden-Vorrichtungen (410, 420, 430) derart vertikal gestapelt sind, dass das Substrat (415, 425) einer Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (410, 420) an die Katode (422, 432) der nächsten Lichtemissionsdioden-Vorrichtung (420, 430) angrenzt.

16. Lichtquelle (400) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei die Lichtemissionsdioden-Vorrichtungen (410, 420, 430) wenigstens eines der folgenden Materialien enthalten: Polymermaterialien, Monomaterialien, Materialien aus kleinen Molekülen, anorganische Materialien.

17. Lichtquelle (400) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der Ausgang der Lichtquelle (400) auf Grund der kombinierten Beiträge der Emissionsspektren der Lichtemissionsdioden ein weißfarbiges Emissionsspektrum hat.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

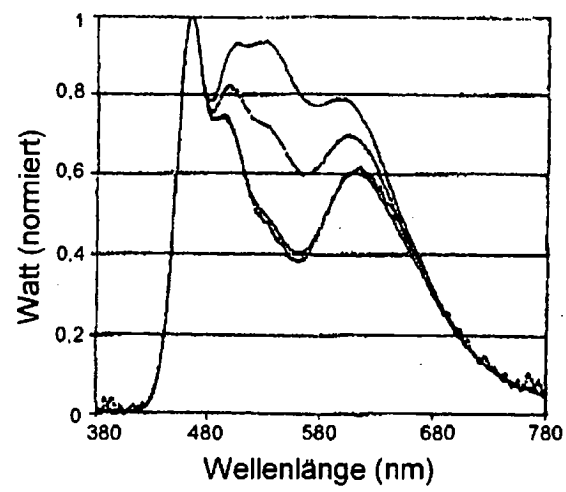


FIG. 1

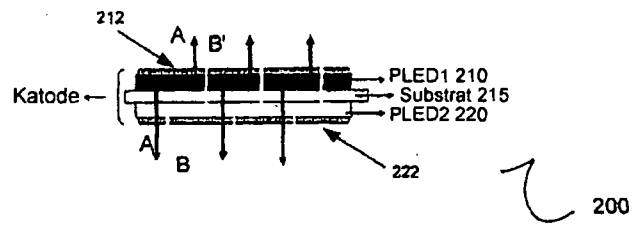


FIG. 2A

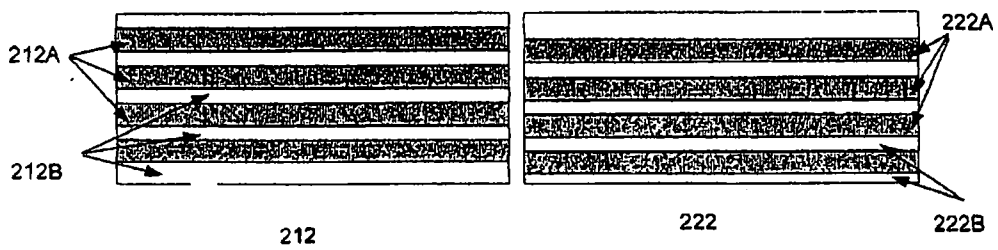


FIG. 2B

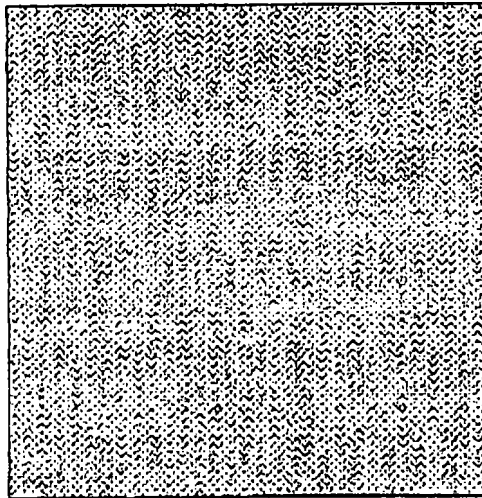


FIG. 3

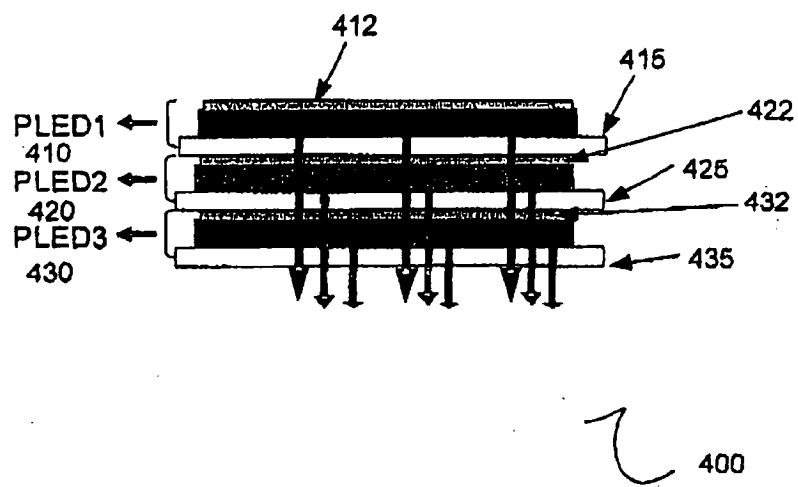


FIG. 4