



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 010 719 T2 2008.12.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 701 592 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 010 719.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **06 006 127.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **14.07.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.09.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.12.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05B 33/10 (2006.01)**

**B41M 5/40 (2006.01)**

**H01L 51/50 (2006.01)**

**G03F 7/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**646093                      22.08.2003                      US**

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, TR**

(72) Erfinder:

**Wolk, Martin B., Saint Paul, MN 55133-3427, US;  
Kreilich, Leslie A., Saint Paul, MN 55133-3427, US;  
Lamansky, Sergey A., Saint Paul, MN 55133-3427,  
US; Baetzold, John P., Saint Paul, MN 55133-3427,  
US**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer elektrolumineszenten Vorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Bildung strukturierter lichtemittierender Schichten ist ein wichtiger aber schwieriger Schritt bei der Herstellung elektrolumineszenter Vorrichtungen. Beispielsweise ist typischerweise die Bildung getrennter roter, grüner und blauer strukturierter Emitterschichten bei der Herstellung elektrolumineszenter Vierfarben-Anzeigevorrichtungen erforderlich. Die Vakuumverdampfung (z. B. unter Verwendung einer Lochmaske) ist das üblichste Verfahren, um jede der strukturierten Schichten zu bilden. Aufgrund der Komplexität und der Kosten dieses Verfahrens insbesondere zur Verwendung bei einer Herstellung großformatiger Anzeigen werden in der Technik andere Verfahren zum Bilden strukturierter Schichten benötigt. Verfahren auf der Grundlage des Ablagerns von Materialien aus einer Lösung sind aufgrund ihrer erwarteten Verträglichkeit mit einer Herstellung der Vorrichtungen im großen Maßstab besonders wünschenswert.

**[0002]** Es wurden Tintenstrahldruckverfahren zum Herstellen strukturierter Emitterschichten vorgeschlagen. Es wurde ein Ablagern von zwei Farben der strukturierten Emittervorstufen durch Tintenstrahldrucken, gefolgt von Ablagern einer dritten Emitterfarbe durch Lösungsverfahren berichtet. Die Verwendung der Tintenstrahldruckverfahren zum Ablagern strukturierter Schichten ist jedoch durch Faktoren begrenzt, welche Löslichkeit, Benetzung und Gleichmäßigkeit der Materialien umfassen, welche in den Tintenstrahlmedien abgelagert werden.

**[0003]** Seong Taek Lee et al offenbaren ein neues Strukturierungsverfahren für lichtemittierende Vierfarben-Polymer-Vorrichtungen (laserinduzierte thermische Bildgebung) in SID 02 Digest, Bd. 33, Seiten 784 bis 787.

**[0004]** In US-B-6,194,119 werden ein Thermotransferelement und ein Prozess zum Ausbilden organischer elektrolumineszenter Vorrichtungen beschrieben. Der Prozess dient zum Strukturieren lösungsmittelbeschichteter Schichten und lösungsmittlempfindlicher Schichten auf dem gleichen Rezeptorsubstrat.

**[0005]** Thermotransferelemente und Prozesse zum Strukturieren organischer Materialien für elektronische Vorrichtungen auf strukturierten Substraten werden in US 2001/0000744 erörtert.

**[0006]** US 2003/0124265 offenbart ein Verfahren zum Übertragen eines Transferelements einer Donorschicht auf einen Rezeptor, welches ein Bilden einer organischen Schicht auf einem Rezeptorsubstrat und Bilden eines Transferelements auf einer Donorschicht umfasst, wobei die exponierte Oberfläche des Übertragungselements organisch ist. Entweder die Oberfläche der organischen Schicht oder die exponierte Oberfläche des Transferelements (oder beide) werden unter Verwendung einer Plasmabehandlung aufgeraut. Das Transferelement der Donorschicht wird dann selektiv thermisch auf die Oberfläche der organischen Schicht übertragen.

**[0007]** Ein Verfahren zum Erhöhen der Empfindlichkeit der laserinduzierten thermischen Bildgebung unter Verwendung bestimmter Diazo-Verbindungen wird in US-A-5,756,689 erörtert. Die Diazo-Verbindungen enthalten funktionale Gruppen benachbart zu dem Diazo-Substituenten, welche in der Lage sind, diese Verbindungen zu stabilisieren. Das Verfahren ist auf dem Gebiet der Thermotransfer-Bildgebung zur Herstellung verschiedener grafischer Kunstmedien nützlich.

**[0008]** Ein laserinduziertes thermisches Bildgebungssystem mit einem Donorelement und einem Rezeptorelement, wobei das Donorelement ein Substrat aufweist, auf welches Transfermaterial beschichtet wird, welches ein Bindemittel aufweist, welches ein hydroxylishes Harz; einen Fluorkohlenwasserstoff-Zusatzstoff; einen kationischen Infrarot-absorbierenden Farbstoff; ein latentes Dihydropyridin-Vernetzungsmittel; und ein dispergierbares Material umfasst, wird US-A-5,935,758 erörtert. Das Rezeptorelement umfasst eine texturierte Oberfläche.

**[0009]** Spezifische Thermotransferelemente zum Ausbilden mehrschichtiger Vorrichtungen werden in US-A-6,114,088 offenbart.

**[0010]** EP-A-799 713 erörtert Thermotransfer-Donorelemente, welche eine farblose sublimierbare Verbindung umfassen. Das Donorelement ist auf dem Gebiet der Thermotransfer-Bildgebung zur Herstellung verschiedener grafischer Kunstmedien nützlich.

**[0011]** In WO 98/07575 wird ein laserinduziertes Filmtransfersystem diskutiert. Es weist ein Donorelement auf, welches ein Substrat umfasst, auf welchem Transfermaterial beschichtet ist, welches ein Bindemittel aufweist, welches ein hydroxylishes Harz; einen Fluorkohlenwasserstoff-Zusatzstoff; einen kationischen Infra-

rot-absorbierenden Farbstoff; ein latentes Dihydropyridin-Vernetzungsmittel; und ein dispergierbares Material umfasst. Das Rezeptorelement umfasst eine texturierte Oberfläche.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung bereit, welches Folgendes umfasst: Bereitstellen einer unstrukturierten Schicht, welche einen ersten Emitter umfasst; und selektives thermisches Übertragen eines Abschnitts einer Transferschicht, welche einen zweiten Emitter aufweist, auf die unstrukturierte Emitterschicht, welche gegebenenfalls lösungsmittlempfindlich ist, um eine strukturierte Emitterschicht zu bilden, welche den zweiten Emitter umfasst und auf der unstrukturierten Emitterschicht angeordnet ist. Gegebenenfalls umfasst das Verfahren ferner ein selektives thermisches Übertragen eines Abschnitts einer zweiten Transferschicht, welche einen dritten Emitter umfasst, auf die unstrukturierte Emitterschicht, um eine zweite strukturierte Emitterschicht zu bilden, welche den dritten Emitter umfasst und auf der unstrukturierten Emitterschicht angeordnet ist. Vorzugsweise ist die unstrukturierte Emitterschicht eine undotierte Elektronentransportschicht, eine dotierte Elektronentransportschicht, eine undotierte Lochsperrschicht, eine dotierte Lochsperrschicht, eine undotierte Elektroneninjectionsschicht, eine dotierte Elektroneninjectionsschicht oder eine Kombination davon. Bei manchen Ausführungsformen umfasst das Verfahren ferner ein Anordnen einer Anode auf der strukturierten Emitterschicht und der unstrukturierten Emitterschicht. Eine Lochtransportschicht, eine Lochinjectionsschicht, eine Elektronensperrschicht oder eine Kombination davon können gegebenenfalls zwischen den Emitterschichten und der Anode angeordnet werden. Gegebenenfalls ist die Seite der unstrukturierten Emitterschicht gegenüber der strukturierten Emitterschicht an einer Kathode befestigt.

**[0013]** Die Emissionseigenschaften einer mehrschichtigen OLED-Vorrichtung können durch Steuern oder Einschränken der Zone verändert werden, in welcher die Rekombination der Elektronen und Löcher auftritt. Bei einer Vorrichtung mit einer einzelnen Schicht, welche zu einer effizienten fluoreszenten oder phosphoreszenten Emission in der Lage ist, tritt das optimale Leistungsvermögen der Vorrichtung auf, wenn die Rekombinationszone innerhalb der Emitterschicht lokalisiert ist. Bei einer Vorrichtung mit mehreren Emissionsschichten (z. B. einer roten, strukturierten Emitterschicht und einer blauen, unstrukturierten Emitterschicht) ist es möglich, eine Emission überwiegend aus einer einzelnen Schicht zu erhalten (z. B. aus der roten, strukturierten Emitterschicht). Es ist deshalb möglich, eine Vierfarben-OLED-Anzeige beispielsweise durch Strukturieren eines Substrats mit rot und grün emittierenden Bereichen und nachfolgendem Bereitstellen einer unstrukturierten, blauen Emitterschicht zu konstruieren. Wenn die Rekombinationszone sachgerecht gesteuert wird, zeigen die rot und grün emittierenden Bereiche keine signifikante blaue Emission. Bei Anwendungen für eine Anzeigevorrichtung ist es bevorzugt, Anzeigesubpixel bereitzustellen, welche gesättigte rote, grüne und blaue Farben emittieren. Wenn strukturierte Emitterschichten durch selektives thermisches Übertragen von Abschnitten der Emitterschichten gebildet werden, ist es deshalb möglich, eine „n“-Farbenvorrichtung (z. B. eine Dreifarbenvorrichtung) unter Verwendung von weniger als „n“ Thermotransferschritten herzustellen (z. B. mit zwei selektiven Thermotransferschritten).

**[0014]** Bei manchen Ausführungsformen ist es möglich und manchmal bevorzugt, die Emissionsmenge aus verschiedenen Schichten einer mehrschichtigen Vorrichtung durch Variieren der Betriebsspannung oder der Stromdichte zu ändern. Diese so genannte „Farbabstimmung“ kann bei OLEDs nützlich sein, welche für Beleuchtungsanwendungen verwendet werden.

#### Definitionen

**[0015]** Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „Schicht“ auf ein diskontinuierliches (z. B. eine strukturierte Schicht) oder auf ein kontinuierliches (z. B. unstrukturiertes) Material, welches auf einem anderen Material angeordnet ist.

**[0016]** Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „strukturierte Schicht“ auf eine diskontinuierliche Schicht, bei welcher das Material der strukturierten Schicht nur auf ausgewählten Abschnitten des anderen Materials angeordnet ist.

**[0017]** Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „unstrukturierte Schicht“ auf eine kontinuierliche Schicht, bei welcher das Material der unstrukturierten Schicht auf einem ganzen Abschnitt des anderen Materials angeordnet ist.

**[0018]** Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „lösungsmittlempfindliche“ Schicht auf eine Schicht, welche in der Gegenwart eines Lösungsmittels gelöst, angegriffen, getränkt und/oder für ihren vorgesehenen Zweck funktionsunfähig gemacht wird, wenn die lösungsmittlempfindliche Schicht unmittelbar mit ei-

ner Lösungsmittelbeschichteten Schicht beschichtet wird.

**[0019]** Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „Lösungsmittel“ für eine Lösungsmittelbeschichtete Schicht auf ein organisches oder ein wässriges Lösungsmittel, welches in der Lage ist, ein organisches Polymer oder Harz, welches geeignet ist, eine Schicht einer elektrolumineszenten Vorrichtung zu bilden, aufzulösen, zu dispergieren oder zu suspendieren.

**[0020]** Im Allgemeinen ist vorgesehen, dass eine Schicht, welche auf einer anderen Schicht „angeordnet“ oder auf ihr „befestigt“ ist, allgemein so interpretiert wird, dass sie gegebenenfalls eine oder mehrere zusätzliche Schichten zwischen den beiden Schichten aufweist.

**[0021]** Wie es hier verwendet wird, ist vorgesehen, dass eine Schicht „auf“ einer „lösungsmittlempfindlichen Schicht“, oder welche auf ihr „angeordnet“ ist, entweder eine Schicht, welche unmittelbar im Kontakt mit der lösungsmittlempfindlichen Schicht steht, oder eine Schicht aufweist, welche durch eine oder mehrere zusätzliche Schichten von der lösungsmittlempfindlichen Schicht unter der Maßgabe getrennt ist, dass Lösungsmittel aus der Schicht „auf“ der lösungsmittlempfindlichen Schicht, oder welches darauf „angeordnet“ ist, in der Lage ist, mit der lösungsmittlempfindlichen Schicht in Kontakt zu kommen (z. B. durch Verdampfung, Diffusion oder andere Transportverfahren des Lösungsmittels durch die zusätzlichen Schichten). Vorzugsweise steht eine Schicht „auf“ einer „lösungsmittlempfindlichen Schicht“, oder welche darauf „angeordnet“ ist, in unmittelbarem Kontakt mit der lösungsmittlempfindlichen Schicht.

**[0022]** Wie der Begriff hier verwendet wird, bedeutet „durchsichtige Elektrode“ ein leitfähiges Element, welches sichtbares Licht im Wesentlichen durchlässt.

**[0023]** Ein Element, welches sichtbares Licht im Wesentlichen durchlässt, lässt vorzugsweise mindestens 50% und besonders bevorzugt mindestens 80% des einfallenden sichtbaren Lichts, welches senkrecht auf die Oberfläche des Elements auftrifft, insbesondere bei den Wellenlängen durch, welche den Emissionsmaxima der Vorrichtung entsprechen.

**[0024]** Wie der Begriff hier verwendet wird, bedeutet „undurchsichtige Elektrode“ ein leitfähiges Element, welches sichtbares Licht im Wesentlichen absorbiert oder reflektiert. Ein Element, welches sichtbares Licht im Wesentlichen absorbiert oder reflektiert, absorbiert oder reflektiert vorzugsweise mindestens 90% des einfallenden sichtbaren Lichts, welches senkrecht auf die Oberfläche des Elements auftrifft, insbesondere bei den Wellenlängen, welche den Emissionsmaxima der Vorrichtung entsprechen.

**[0025]** Wie der Begriff hier verwendet wird, ist eine „aktiv adressierte“ Vorrichtung eine Vorrichtung, welche ein Schema zum Antreiben einer Pixel- oder Subpixelmatrix aufweist, wobei jeder Pixel oder Subpixel durch eine diskrete Schaltung adressiert wird. Im Allgemeinen ist die diskrete Schaltung dem Pixel oder Subpixel benachbart und intern in der Vorrichtung.

**[0026]** Wie der Begriff hier verwendet wird, ist eine „passiv adressierte“ Vorrichtung eine Vorrichtung, welche ein Schema zum Antreiben einer Pixel- oder Subpixelmatrix aufweist, wobei jeder Pixel oder Subpixel durch einen elektronischen Schaltkomplex adressiert wird, welcher Zeilen- und Spaltenelektroden umfasst. Im Allgemeinen ist der elektronische Schaltkomplex extern zu der Vorrichtung.

**[0027]** Wie der Begriff hier verwendet wird, ist eine „abstimmbare Beleuchtungs“-Vorrichtung ein Element, welches Licht einer variablen Farbe emittiert, welche von den Ansteuerungsbedingungen abhängt (z. B. von der Spannung, Stromdichte usw.).

**[0028]** Wie der Begriff hier verwendet wird, bedeutet eine „Vierfarbenanzeige“-Vorrichtung eine elektronische Komponente, welche eine Pixel- und Subpixelmatrix umfasst, welche in der Lage ist, ein Bild mit einer Farbskala anzuzeigen, welche zum Darstellen von Farbfotografien und -Videos geeignet ist (z. B. mit der Skala, welche von dem National Television Standards Committee NTSC definiert ist).

**[0029]** Wie der Begriff hier verwendet wird, bedeutet eine „nicht flüchtige Komponente“ eine Komponente mit einem unter den Bedingungen, welche typischerweise zur Vakuumverdampfung oder Vakuumsublimation verwendet werden, geringfügigen Dampfdruck. Typischerweise wird ein Material, welches nicht mindestens mit einer Geschwindigkeit von 0,1 Ångström/Sekunde bei einer Temperatur unter seiner Zersetzungstemperatur abgelagert werden kann, als nicht flüchtig angesehen.

**[0030]** [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) sind schematische Querschnittsansichten, welche ein beispielhaftes Verfahren zum Bauen elektrolumineszenter Vorrichtungen (nicht gemäß der Erfindung) illustrieren und eine „Bodenanoden“-Konfiguration aufweisen. Die in [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) illustrierten Verfahren werden in einer vereinfachten Weise illustriert. Die Einbeziehung einer zusätzlichen Schicht oder zusätzlicher Schichten, welche bei der Konstruktion spezifischer Vorrichtungen wünschenswert sind, ist Durchschnittsfachleuten offensichtlich. Folglich sind die Verfahren und Vorrichtungen, welche hier illustriert sind, nicht vorgesehen, allein auf die hier beschriebenen spezifischen Schichten eingeschränkt zu sein, sondern sie sollen allgemein als wunschgemäß zusätzliche Schichten umfassend interpretiert werden.

**[0031]** [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) sind schematische Querschnittsansichten, welche ein beispielhaftes Verfahren zum Bauen elektrolumineszenter Vorrichtungen gemäß der Erfindung illustrieren und eine „Deckanoden“-Konfiguration aufweisen. Die in [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) illustrierten Verfahren werden in einer vereinfachten Weise illustriert, um bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zu erläutern. Die Einbeziehung einer zusätzlichen Schicht oder zusätzlicher Schichten, welche bei der Konstruktion spezifischer Vorrichtungen wünschenswert sind, ist Durchschnittsfachleuten offensichtlich. Folglich sind die Verfahren und Vorrichtungen, welche hier illustriert sind, nicht vorgesehen, allein auf die hier beschriebenen spezifischen Schichten eingeschränkt zu sein, sondern sie sollen allgemein als wunschgemäß •zusätzliche Schichten umfassend interpretiert werden.

**[0032]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung bereit. Elektrolumineszente Vorrichtungen sind in der Technik wohlbekannt und umfassen beispielsweise organische elektrolumineszente (OEL-)Vorrichtungen. Man siehe beispielsweise Salbeck, Ber. Bunsenges. Phys. Chem., 100(10):1667 (1996); Y. Sato, „Organic LED System Considerations“ in Semiconductors and Semimetals (G. Meuller, Hrsg.), Bd. 64, Seite 209 (2000); Kido, Bulletin of Electrochemistry, 10(1):1 (1994); F. So et al., International Journal of High Speed Electronics and Systems, 8(2):247 (1997); Baldo et al., Pure Appl. Chem., 71(11):2095 (1999). Wie er hier verwendet wird, umfasst der Begriff „elektrolumineszente Vorrichtung“ vollständige und teilweise Vorrichtungen (z. B. Vorrichtungskomponenten). Ähnlich sind Verfahren zum Anfertigen elektrolumineszenter Vorrichtungen so gemeint, dass diese die Bildung oder teilweise Bildung der Vorrichtungen oder Vorrichtungskomponenten umfassen.

**[0033]** Eine Schicht oder Schichten einer elektrolumineszenten Vorrichtung können über Thermotransfer einer Schicht oder von Schichten aus einem Thermotransfer-Donorelement gebildet werden. Als ein bestimmtes Beispiel kann ein Thermotransferelement zum mindestens teilweisen Anfertigen einer OEL-Vorrichtung oder einer Matrix von Vorrichtungen und von Komponenten zur Verwendung in OEL-Anzeigen gebildet werden. Dies kann beispielsweise durch Thermotransfer einer Transfereinheit mit einer einzelnen oder mit mehreren Komponenten eines thermischen Transferelements erzielt werden. Es ist anerkannt, dass Transfers einer einzelnen Schicht und mehrerer Schichten verwendet werden können, um andere Vorrichtungen und Objekte zu bilden. Während die vorliegende Erfindung nicht so eingeschränkt ist, wird ein Verständnis der verschiedenen Gesichtspunkte der Erfindung durch eine Beschreibung der nachfolgend bereitgestellten Beispiele erzielt.

**[0034]** Materialien können durch selektiven Thermotransfer der Materialien aus einem oder mehreren Thermotransferelementen auf Substraten strukturiert werden. Ein Thermotransferelement kann durch Anwendung gerichteter Wärme auf einen ausgewählten Abschnitt des Thermotransferelements erwärmt werden. Wärme kann unter Verwendung eines Heizelements (z. B. eines ohmschen Heizelements), durch Umwandeln von Strahlung (z. B. eines Lichtstrahls) zum Erwärmen und/oder durch Anlegen eines elektrischen Stroms an eine Schicht des Thermotransferelements zum Erzeugen von Wärme erzeugt werden. Bei vielen Beispielen ist Thermotransfer unter Verwendung von Licht beispielsweise aus einer Lampe oder einem Laser aufgrund der Genauigkeit und der Präzision vorteilhaft, welche oft erzielt werden kann. Die Größe und die Form der übertragenen Struktur (z. B. eine Linie, ein Kreis, ein Quadrat oder eine andere Form) können beispielsweise durch Auswählen der Größe des Lichtstrahls, der Belichtungsstruktur des Lichtstrahls, der Kontaktdauer des gerichteten Strahls mit dem Thermotransferelement und der Materialien des Thermotransferelements gesteuert werden.

**[0035]** Ein Thermotransferelement kann eine Transferschicht aufweisen, welche verwendet werden kann, um verschiedene Elemente und Vorrichtungen oder Abschnitte davon zu bilden. Beispielhafte Materialien und Transferschichten umfassen diejenigen, welche verwendet werden können, um Elemente, Vorrichtungen und Abschnitte davon zu bilden, welche in elektronischen Anzeigen nützlich sind. Während die Beispiele, welche bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden, sich zumeist auf OEL-Vorrichtungen und -Anzeigen konzentrieren, kann ein Transfer von Materialien aus Thermotransferelementen auch verwendet werden, um mindestens teilweise elektronische Schaltkomplexe und optische und elektronische Komponenten, wie beispiels-

weise Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Gleichrichter, elektrolumineszente Lampen, Speicherelemente, Feldeffekttransistoren, Bipolartransistoren, Unijunction-Transistoren, MOS-Transistoren, Metall-Isolator-Halbleiter-Transistoren, organische Transistoren, ladungsgekoppelte Vorrichtungen, Isolator-Metall-Isolator-Stapel, organischer-Leiter-Metall-organischer-Leiter-Stapel, integrierte Schaltkreise, Fotodetektoren, Laser, Linsen, Wellenleiter, Gitter, holographische Elemente, Filter (z. B. Add-Drop-Filter, Verstärkungsabflachungsfilter, Kantentfilter und dergleichen), Spiegel, Splitter, Koppler, Kombinerer, Modulatoren, Sensoren (z. B. Abklingsensoren, Phasenmodulationssensoren, interferometrische Sensoren und dergleichen), Laserresonatoren, piezoelektrische Vorrichtungen, ferroelektrische Vorrichtungen, Dünnschichtbatterien oder eine Kombination davon; beispielsweise die Kombination aus Feldeffekttransistoren und organischen elektrolumineszenten Lampen als eine aktive Rastermatrix für eine optische Anzeige. Andere Gegenstände können durch Übertragen einer Mehrkomponenten-Transfereinheit und/oder einer einzelnen Schicht gebildet werden.

**[0036]** Thermotransfer unter Verwendung von Licht kann oft eine bessere Genauigkeit und Qualitätssteuerung für sehr kleine Vorrichtungen bereitstellen, wie beispielsweise kleine optische und elektronische Vorrichtungen, welche beispielsweise Transistoren und andere Komponenten integrierter Schaltkreise sowie Komponenten zur Verwendung in einer Anzeige umfassen, wie beispielsweise elektrolumineszente Lampen und Steuerungsschaltkreise. Ferner kann Thermotransfer unter Verwendung von Licht mindestens in manchen Fällen eine bessere Überdeckungsgenauigkeit beim Bilden mehrerer Vorrichtungen über einen Bereich hinweg bereitstellen, welcher im Vergleich zu der Größe der Vorrichtung groß ist. Beispielsweise können Komponenten einer Anzeige, welche viele Pixel aufweist, unter Verwendung dieses Verfahrens gebildet werden.

**[0037]** In manchen Fällen können mehrere Thermotransferelemente verwendet werden, um eine Vorrichtung oder ein anderes Objekt zu bilden oder um benachbarte Vorrichtungen, andere Objekte oder Abschnitte davon zu bilden. Die mehreren Thermotransferelemente können Thermotransferelemente mit Transfereinheiten aus mehreren Komponenten und Thermotransferelemente aufweisen, welche eine einzelne Schicht übertragen. Beispielsweise kann eine Vorrichtung oder ein anderes Objekt unter Verwendung eines oder mehrerer Thermotransferelemente mit Transfereinheiten aus mehreren Komponenten und/oder eines oder mehrerer Thermotransferelemente gebildet werden, welche jeweils verwendet werden können, um eine einzelne Schicht oder eine mehrschichtige Einheit zu übertragen.

**[0038]** Ein Thermotransfer einer oder mehrerer Schichten zum Bilden einer Vorrichtung oder einer Matrix von Vorrichtungen kann auch beispielsweise nützlich sein, um Nassverarbeitungsschritte von Prozessen zu reduzieren oder zu beseitigen, wie beispielsweise des fotolithografischen Strukturierens oder des Tintenstrahlstrukturierens, welche verwendet werden, um viele elektronische und optische Vorrichtungen zu bilden. Ein Thermotransfer zum Strukturieren von Schichten aus Donorelementen kann auch nützlich sein, um Schichtbeschichtungsschritte von Strukturierungsschritten zu entkoppeln, beispielsweise wo eine derartige Koppelung die Typen geschichteter Strukturen oder die Typen benachbarter Strukturen begrenzen kann, welche strukturiert werden können. Bei herkömmlichen Strukturierungsprozessen, wie beispielsweise Fotolithografie, Tintenstrahl, Siebdruck und verschiedene, auf Masken beruhende Verfahren, werden Schichten typischerweise unmittelbar auf dem Substrat beschichtet, auf welchem das Strukturieren auftritt. Das Strukturieren kann gleichzeitig mit einer Beschichtung (wie beim Tintenstrahl, Siebdruck und einigen auf Masken beruhenden Prozessen) oder einer Beschichtung nachfolgend durch Ätzen oder ein anderes Entfernungungsverfahren erfolgen. Eine Schwierigkeit bei derartigen herkömmlichen Ansätzen ist, dass die Lösungsmittel, welche verwendet werden, um Materialien zu beschichten, und/oder Ätzprozesse, welche verwendet werden, um Materialien zu strukturieren, zuvor beschichtete oder strukturierte Schichten oder Materialien beschädigen, auflösen, tränken und/oder sie funktionsunfähig machen können.

**[0039]** Bei der vorliegenden Erfindung können Materialien auf Thermotransfer-Donorelementen beschichtet werden, um die Transferschichten der Donorelemente zu bilden. Die Transferschichtmaterialien können dann über einen selektiven Thermotransfer aus dem Donor auf einen Rezeptor strukturiert werden. Eine Beschichtung auf einen Donor gefolgt von Strukturieren über ein selektives Übertragen stellt ein Entkoppeln von Schichtbeschichtungsschritten von Strukturierungsschritten dar. Ein Vorteil des Entkoppelns von Beschichtungs- und Strukturierungsschritten ist, dass Materialien auf oder neben anderen Materialien strukturiert werden können, welche unter Verwendung herkömmlicher Strukturierungsprozesse schwierig zu strukturieren sind, falls überhaupt möglich. Beispielsweise kann bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung eine lösungsmittelbeschichtete Schicht auf einem lösungsmittelempfindlichen Material strukturiert werden, welches in der Gegenwart des Lösungsmittels gelöst, angegriffen, getränkt und/oder für seinen vorgesehenen Zweck funktionsunfähig gemacht wird, wenn die lösungsmittelbeschichtete Schicht unmittelbar auf dem lösungsmittelempfindlichen Material beschichtet wird. Das Gleiche gilt für einen strukturierten Thermotransfer lösungsmittelbeschichteter Materialien neben, aber nicht notwendigerweise in Kontakt mit, Materialien oder Schichten auf

einem Rezeptor, welcher mit dem Lösungsmittel unverträglich sein kann.

**[0040]** Eine „lösungsmittlempfindliche“ Schicht ist eine Schicht, welche in der Gegenwart eines Lösungsmittels gelöst, angegriffen, getränkt und/oder für ihren vorgesehenen Zweck funktionsunfähig gemacht wird, wenn die lösungsmittlempfindliche Schicht unmittelbar mit einer lösungsmittelbeschichteten Schicht beschichtet wird. Eine einfache Prüfung der Lösungsmittlempfindlichkeit wird durch Schleuderbeschichten einer ersten Schicht mit einem ersten Lösungsmittel, Trocknen des Lösungsmittels und dann Schleuderbeschichten eines zweiten Lösungsmittels auf der zuerst beschichteten Schicht durchgeführt. Falls die zuerst beschichtete Schicht von dem zweiten Lösungsmittel gelöst, angegriffen oder getränkt wird, wird dann die zuerst beschichtete Schicht als eine lösungsmittlempfindliche Schicht angesehen. Ersatzweise kann eine ähnliche Prüfung durchgeführt werden, wenn die zuerst beschichtete Schicht durch Vakuumverdampfung abgelagert wurde.

**[0041]** Das „zweite Lösungsmittel“ ist vorzugsweise ein organisches Lösungsmittel, welches in der Lage ist, eine organische Polymer oder Harz, welches geeignet ist, eine Schicht einer elektrolumineszenten Vorrichtung zu bilden, aufzulösen, zu dispergieren oder zu suspendieren. Geeignete Lösungsmittel können, beispielsweise in I.M. Smallwood, „Handbook of Organic Solvent Properties“, Arnold/Halsted Press (1996)) gefunden werden.

**[0042]** Bei manchen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung weist die Transferschicht eine nicht flüchtige Komponente auf. Eine „nicht flüchtige Komponente“ ist eine chemische Verbindung mit einem unter Bedingungen, welche typischerweise zur Vakuumverdampfung oder Vakuumsublimation verwendet werden, geringfügigen Dampfdruck. Eine einfache Prüfung zum Bestimmen, ob eine Verbindung nicht flüchtig ist, ist ein Versuch, die Verbindung unter Vakuumablagerungsbedingungen für diese Komponente zu sublimieren. Nicht flüchtige Verbindungen zersetzen sich im Allgemeinen (z. B. durch Verkohlen, Abbauen usw.) oder sie sublimieren nicht mit einer ausreichenden Geschwindigkeit, welche für eine Vakuumablagerung in gegenwärtig verfügbaren Vakuumablagerungssystemen praktikabel ist. Typischerweise können Materialien, welche nicht mindestens eine Ablagerungsgeschwindigkeit von 0,1 Ångström/Sekunde bei einer Temperatur unter ihrer Zersetzungstemperatur erzielen, als nicht flüchtig angesehen werden. Übliche Beispiele nicht flüchtiger Komponenten umfassen Polymere, Oligomere, Dendrimere, Spezies mit großer Molekularmasse, Keramiken usw.

**[0043]** Wie nachfolgend ausführlicher erörtert wird, stellt die Bildung von OEL-Vorrichtungen besonders geeignete Beispiele bereit. Beispielhafte Donorelemente, Thermotransferverfahren und Vorrichtungen, welche durch Thermotransferverfahren angefertigt werden, werden beispielsweise in US-Patent Nr. 6,410,201 (Wolk et al.) offenbart.

**[0044]** Zum Thermotransfer unter Verwendung von Strahlung (z. B. von Licht) können verschiedene, Strahlung emittierende Quellen bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Für analoge Verfahren (z. B. Belichtung durch eine Maske) sind Hochleistungslichtquellen (z. B. Xenon-Blitzlampen und Laser) nützlich. Für digitale Bildgebungsverfahren sind infrarote, sichtbare und ultraviolette Laser besonders nützlich. Geeignete Laser umfassen beispielsweise Hochleistungs-( $\geq 100$  Milliwatt (mW))-Einmoden-Laserdioden, Lichtwellenleiter-gekoppelte Laserdioden und Dioden-gepumpte Festkörperlaser (z. B. Nd:YAG und Nd:YLF). Die Stehzeiten der Laserbelichtung können im Bereich von beispielsweise 0,1 bis 100 Mikrosekunden liegen, und die Laserenergien pro Flächeneinheit können im Bereich von beispielsweise 0,01 bis 1 Joule pro Quadratcentimeter ( $\text{J}/\text{cm}^2$ ) liegen.

**[0045]** Wenn eine Platzierungsgenauigkeit auf Erhebungen (z. B. für Vierfarbanzeige- Anwendungen mit hoher Informationsdichte) über große Substratflächen hinweg erforderlich ist, ist ein Laser als die Strahlenquelle besonders nützlich. Laserquellen sind sowohl mit großen starren Substraten, wie beispielsweise Glas von  $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1,1\text{ mm}$ , als auch mit kontinuierlichen oder bogenförmigen Filmsubstraten verträglich, wie beispielsweise Polyimid-Bögen von 100 Mikrometern.

**[0046]** Es können ohmsche Thermodruckköpfe oder -Matrizen verwendet werden, beispielsweise mit vereinfachten Donorfilmkonstruktionen, welchen eine Licht-nach-Wärme-Umwandlungs-(LTHC)-Schicht oder ein Strahlungsabsorber fehlt. Dies kann mit kleineren Substratgrößen (z. B. weniger als ungefähr 30 cm in allen Abmessungen) oder für größere Strukturen besonders nützlich sein, wie beispielsweise denjenigen, welche für alphanumerische, segmentierte Anzeigen erforderlich sind.

**[0047]** Bei der Bildgebung wird das Thermotransferelement typischerweise in innigen Kontakt mit einem Rezeptor gebracht. In mindestens einigen Fällen werden Druck oder Vakuum verwendet, um das Thermotransferelement in innigem Kontakt mit dem Rezeptor zu halten. Dann wird eine Strahlenquelle verwendet, um die

LTHC-Schicht (und/oder eine andere (andere) Schicht(en), welche einen Strahlungsabsorber enthält(enthalt(en)) in einer bildweisen Art (z. B. digital oder durch analoge Belichtung durch eine Maske) zu erwärmen, um eine bildweise Übertragung der Transferschicht aus dem Thermotransferelement auf den Rezeptor gemäß einer Struktur durchzuführen.

**[0048]** Ersatzweise kann ein Heizelement, wie beispielsweise ein ohmsches Heizelement, verwendet werden, um die Transfereinheit zu übertragen. Das Thermotransferelement wird selektiv mit dem Heizelement in Kontakt gebracht, um einen Thermotransfer eines Abschnitts der Transferschicht gemäß einer Struktur zu bewirken. Bei einer anderen Ausführungsform kann das Thermotransferelement eine Schicht aufweisen, welche einen elektrischen Strom, welcher an die Schicht angelegt wird, in Wärme umwandeln kann.

**[0049]** Typischerweise wird die Transferschicht auf den Rezeptor übertragen, ohne eine der anderen Schichten des Thermotransferelements, wie beispielsweise die optionale Zwischenschicht und die LTHC-Schicht, zu übertragen. Die Gegenwart der optionalen Zwischenschicht kann den Transfer der LTHC-Schicht auf den Rezeptor beseitigen oder reduzieren und/oder eine Verzerrung in dem übertragenen Abschnitt der Transferschicht reduzieren. Vorzugsweise ist die Adhäsion der Zwischenschicht an der LTHC-Schicht unter Bildgebungsbedingungen größer als die Adhäsion der Zwischenschicht an der Transferschicht. In manchen Fällen kann eine reflektierende oder eine absorbierende Zwischenschicht verwendet werden, um den bildgebenden Strahlungspegel zu dämpfen, welcher durch die Zwischenschicht übertragen wird, und einen Schaden an dem übertragenen Abschnitt der Transferschicht zu reduzieren, welcher aus einer Interaktion der übertragenen Strahlung mit der Transferschicht und/oder mit dem Rezeptor resultieren kann. Dies ist besonders vorteilhaft beim Reduzieren thermischer Schäden, welche auftreten können, wenn der Rezeptor für die bildgebende Strahlung sehr absorbierend ist.

**[0050]** Es können große Thermotransferelemente verwendet werden, welche Thermotransferelemente umfassen, welche Längen- und Breitenabmessungen von einem Meter oder mehr aufweisen. Beim Betrieb kann ein Laser über das große Thermotransferelement gerastert oder auf andere Weise bewegt werden, wobei der Laser selektiv betrieben wird, um Abschnitte des Thermotransferelements gemäß einer erwünschten Struktur zu beleuchten. Ersatzweise kann der Laser stationär sein und das Thermotransferelement unter dem Laser bewegt werden.

**[0051]** Thermotransfer-Donorsubstrate können Polymerfilme sein. Ein geeigneter Polymer-Filmtyp ist ein Polyester-Film, beispielsweise Polyethylenterephthalat- oder Polyethylennaphthalat-Filme. Es können jedoch andere Filme mit ausreichenden optischen Eigenschaften (falls Licht zum Erwärmen und Übertragen verwendet wird) verwendet werden, welche eine hohe Lichtdurchlässigkeit bei einer bestimmten Wellenlänge sowie eine ausreichende mechanische und thermische Stabilität für die bestimmte Anwendung umfassen. Das Donorsubstrat ist mindestens in einigen Fällen eben, so dass gleichmäßige Beschichtungen darauf gebildet werden können. Das Donorsubstrat wird typischerweise auch aus Materialien ausgewählt, welche trotz des Erwärmens der LTHC-Schicht stabil bleiben. Die typische Dicke des Donorsubstrats liegt zwischen 0,025 und 0,15 mm und vorzugsweise zwischen 0,05 und 0,1 mm, obwohl dickere oder dünnere Donorsubstrate verwendet werden können.

**[0052]** Typischerweise werden die Materialien, welche verwendet werden, um das Donorsubstrat und die LTHC-Schicht zu bilden, ausgewählt, um die Adhäsion zwischen der LTHC-Schicht und dem Donorsubstrat zu verbessern. Es kann eine optionale Grundierungsschicht verwendet werden, um die Gleichmäßigkeit beim Beschichten der nachfolgenden Schichten zu erhöhen und auch um die Zwischenschicht-Verbundfestigkeit zwischen der LTHC-Schicht und dem Donorsubstrat zu erhöhen. Ein Beispiel eines geeigneten Substrats mit einer Grundierungsschicht ist von Teijin Ltd. erhältlich (Produkt-Nr. HPE100, Osaka, Japan).

**[0053]** Eine optionale Zwischenschicht kann zwischen der LTHC-Schicht und der Transferschicht bei Thermotransferelementen angeordnet werden, um eine Beschädigung und Kontaminierung des übertragenen Abschnitts der Transferschicht zu minimieren, und sie kann auch eine Verzerrung in dem übertragenen Abschnitt der Transferschicht reduzieren. Die Zwischenschicht kann auch die Adhäsion der Transferschicht mit dem Rest des Thermotransferelements beeinflussen. Typischerweise weist die Zwischenschicht einen hohen thermischen Widerstand auf. Vorzugsweise verzerrt sich die Zwischenschicht nicht, noch zersetzt sie sich chemisch unter den Bildgebungsbedingungen, insbesondere nicht in einem Ausmaß, welches das übertragene Bild funktionsunfähig macht. Die Zwischenschicht verbleibt beim Transferprozess typischerweise im Kontakt mit der LTHC-Schicht und wird im Wesentlichen nicht mit der Transferschicht übertragen.

**[0054]** Die Zwischenschicht kann eine Anzahl von Vorteilen bereitstellen. Die Zwischenschicht kann eine Bar-



riere gegen die Übertragung von Material in die Licht-nach-Wärme-Umwandlungsschicht oder aus ihr sein. Sie kann auch die Temperatur modulieren, welche in der Transferschicht erreicht wird, so dass thermisch instabile Materialien übertragen werden können. Die Gegenwart einer Zwischenschicht kann auch zu einem verbesserten Formgedächtnis in dem übertragenen Material führen.

**[0055]** Thermotransferelemente können eine optionale Trennschicht aufweisen. Die optionale Trennschicht erleichtert typischerweise das Trennen der Transferschicht von dem Rest des Thermotransferelements (z. B. von der Zwischenschicht und/oder der LTHC-Schicht) bei Erwärmen des Thermotransferelements, beispielsweise durch eine lichtemittierende Quelle oder durch ein Heizelement. In mindestens einigen Fällen stellt die Emissionsschicht einige Adhäsion der Transferschicht mit dem Rest des Thermotransferelements vor der Einwirkung der Wärme bereit.

**[0056]** Die Trennschicht kann ein Teil der Transferschicht oder eine separate Schicht sein. Die gesamte Trennschicht oder ein Abschnitt davon kann mit der Transferschicht übertragen werden. Ersatzweise kann das meiste der Trennschicht oder im Wesentlichen die gesamte Trennschicht auf dem Donorsubstrat verbleiben, wenn die Transferschicht übertragen wird. In manchen Fällen, beispielsweise bei einer Trennschicht, welche ein sublimierbares Material aufweist, kann ein Abschnitt der Emissionsschicht während des Transferprozesses abgebaut werden.

**[0057]** Die Transferschichten von Thermotransferelementen, welche bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden, können eine oder mehrere Schichten zur Übertragung auf einen Rezeptor aufweisen. Diese eine oder mehreren Schichten können unter Verwendung organischer, anorganischer, metallorganischer und anderer Materialien gebildet werden. Obwohl die Transferschicht so beschrieben und illustriert wird, dass sie eine oder mehrere diskrete Schichten aufweist, ist es anerkannt, dass es mindestens in manchen Fällen, bei welchen mehr als eine Schicht verwendet wird, einen Grenzflächenbereich geben kann, welcher mindestens einen Abschnitt von jeder Schicht aufweist. Dies kann beispielsweise auftreten, wenn es eine Mischung der Schichten oder eine Diffusion von Material zwischen den Schichten vor, während oder nach einer Übertragung der Transferschicht gibt. In anderen Fällen können individuelle Schichten vor, während oder nach der Übertragung der Transferschicht vollständig oder teilweise vermischt werden. In jedem Fall werden diese Strukturen als mehr als eine unabhängige Schicht umfassend bezeichnet, insbesondere wenn verschiedene Funktionen der Vorrichtung von den verschiedenen Bereichen durchgeführt werden.

**[0058]** Die Transferschicht kann eine Klebstoffschicht umfassen, welche auf einer äußeren Oberfläche der Transferschicht angeordnet ist, um eine Adhäsion an dem Rezeptor zu erleichtern. Die Klebstoffschicht kann eine funktionsfähige Schicht sein, wenn beispielsweise die Klebstoffschicht Ladungen zwischen dem Rezeptor und den anderen Schichten der Transferschicht leitet, oder sie kann eine funktionsunfähige Schicht sein, wenn beispielsweise die Klebstoffschicht nur die Transferschicht auf den Rezeptor klebt. Die Klebstoffschicht kann beispielsweise unter Verwendung thermoplastischer Polymere gebildet werden, welche leitende und nichtleitende Polymere, leitende und nichtleitende gefüllte Polymere und/oder leitende und nichtleitende Dispersionen umfassen.

**[0059]** Die Transferschicht kann auch eine Trennschicht umfassen, welche auf der Oberfläche der Transferschicht angeordnet ist, welche mit dem Rest des Thermotransferelements in Kontakt steht. Wie oben stehend beschrieben, kann diese Trennschicht teilweise oder vollständig mit der restlichen Transferschicht übertragen werden, oder die im Wesentlichen gesamte Trennschicht kann bei dem Thermotransferelement verbleiben, oder die Trennschicht kann ganz oder teilweise bei Übertragung der Transferschicht abgebaut werden. Geeignete Trennschichten werden oben stehend beschrieben.

**[0060]** Obwohl die Transferschicht mit diskreten Schichten gebildet werden kann, versteht es sich, dass bei mindestens manchen Ausführungsformen die Transferschicht Schichten aufweisen kann, welche mehrere Komponenten und/oder mehrere Verwendungen in der Vorrichtung aufweisen. Es versteht sich auch, dass mindestens bei manchen Ausführungsformen mindestens zwei diskrete Schichten beim Übertragen zusammen geschmolzen oder auf andere Weise vermischt oder kombiniert werden können. In jedem Fall werden diese Schichten, obwohl sie vermischt oder kombiniert sind, als individuelle Schichten bezeichnet.

**[0061]** Die Übertragung von einer oder mehreren einzelnen Transfereinheiten oder solchen aus mehreren Komponenten, um mindestens einen Abschnitt einer OEL-(organischen elektrolumineszenten)-Vorrichtung zu bilden, stellt ein besonders beispielhaftes, nicht einschränkendes Beispiel der Bildung einer aktiven Vorrichtung unter Verwendung eines Thermotransferelements bereit. In mindestens einigen Fällen umfasst eine OEL-Vorrichtung eine dünne Schicht oder Schichten aus einem oder mehreren geeigneten organischen Ma-

terialien, welche zwischen einer Kathode und einer Anode eingelegt sind. Elektronen werden aus der Kathode in die organische(n) Schicht(n) injiziert, und Löcher werden aus der Anode in die organische(n) Schicht(en) injiziert. Bei der Migration der injizierten Ladungen in Richtung auf die entgegengesetzt geladenen Elektroden können sie rekombinieren, um Elektron-Loch-Paare zu bilden, welche typischerweise als Exzitonen bezeichnet werden. Diese Exzitonen oder Spezies im angeregten Zustand können bei ihrem Abfall zurück auf einen Grundzustand Energie in der Form von Licht emittieren (man siehe, beispielsweise, Tsutsui, MRS Bulletin, 22:39 bis 45 (1997)).

**[0062]** Anschauliche Konstruktionsbeispiele von OEL-Vorrichtungen umfassen molekular dispergierte Polymer-Vorrichtungen, bei welchen Ladung tragende und/oder emittierende Spezies in einer Polymer-Matrix dispergiert werden (man siehe beispielsweise Kido, Trends in Polymer Science, 2:350 bis 355 (1994)), konjugierte Polymer-Vorrichtungen, bei welchen Polymer-Schichten, wie beispielsweise Polyphenylenvinyl als die Ladung tragende und emittierende Spezies fungieren (man siehe beispielsweise Halls et al., Thin Solid Films, 276:13 bis 20 (1996)), aus Dampf abgelagerte Vorrichtungen mit Heterostrukturen kleiner Moleküle (man siehe beispielsweise US-Patent Nr. 5,061,569 (VanSlyke et al.) und Chen et al., Macromolecular Symposia, 125:1 bis 48 (1997)), lichtemittierende elektrochemische Zellen (man siehe beispielsweise Pei et al., J. Amer. Chem. Soc., 118:3922 bis 3929 (1996)) und vertikal gestapelte, organische, lichtemittierende Dioden, welche in der Lage sind, Licht mehrerer Wellenlängen zu emittieren (man siehe beispielsweise US-Patent Nr. 5,707,745 (Forrest et al.) und Shen et al., Science, 276:2009 bis 2011 (1997)).

**[0063]** Wie er hier verwendet wird, bezeichnet der Begriff „kleines Molekül“ ein nicht polymeres, organisches, anorganisches oder metallorganisches Molekül, und der Begriff „kleines organisches Molekül“ bezeichnet ein nicht polymeres organisches oder metallorganisches Molekül. Bei OEL-Vorrichtungen können Materialien mit kleinen Molekülen als Emitterschichten, als Ladungstransportschichten, als Dotierungsstoffe in Emitterschichten (z. B. zum Steuern der emittierten Farbe) oder in Ladungstransportschichten und dergleichen verwendet werden.

**[0064]** Für viele Anwendungen, wie beispielsweise Anzeigeanwendungen, ist es bevorzugt, dass mindestens entweder die Kathode oder die Anode für das Licht durchsichtig ist, welches von der elektrolumineszenten Vorrichtung emittiert wird. Dies hängt von der Orientierung der Vorrichtung (d. h. ob die Anode oder die Kathode näher an dem Substrat ist) sowie von der Richtung der Lichtemission ab (d. h. durch das Substrat oder weg von dem Substrat).

**[0065]** Die Anode und die Kathode werden typischerweise unter Verwendung leitender Materialien, wie beispielsweise Metalle, Legierungen, metallische Verbindungen, Metalloxide, leitfähige Keramiken, leitfähige Dispersionen und leitfähige Polymere, gebildet, welche beispielsweise Gold, Platin, Palladium, Aluminium, Titan, Titanitrid, Indiumzinnoxid (ITO), Fluorzinnoxid (FTO) und Polyanilin umfassen. Die Anode und die Kathode können einzelne Schichten leitender Materialien sein, oder sie können mehrere Schichten aufweisen. Beispielsweise kann eine Anode oder eine Kathode eine Schicht Aluminium und eine Schicht Gold, eine Schicht Aluminium und eine Schicht Lithiumfluorid oder eine Metallschicht und eine leitfähige organische Schicht umfassen. Es kann besonders nützlich sein, eine Kathode (oder Anode) aus zwei Schichten bereitzustellen, welche aus einer leitfähigen organischen Schicht (z. B. 0,1 bis 5 Mikrometer dick) und einer dünnen Metall- oder Metallverbindingsschicht (z. B. 100 bis 1000 Ångström) besteht. Eine derartige Doppelschicht-Elektrodenkonstruktion kann widerstandsfähiger gegenüber Feuchtigkeit oder Sauerstoff sein, welche die zugrundeliegenden, gegen Feuchtigkeit oder Sauerstoff empfindlichen Schichten in einer Vorrichtung (z. B. organische lichtemittierende Schichten) beschädigen können. Eine derartige Beschädigung kann auftreten, wenn es Defekte in der dünnen Metallschicht gibt, welche von der leitfähigen organischen Schicht abgedeckt und versiegelt werden können. Eine Beschädigung und/oder ein Ausfall der Vorrichtung kann durch Aufreißen oder Brechen der dünnen Metallschicht bewirkt werden. Eine Zugabe einer leitfähigen organischen Schicht kann die Metallschicht gegenüber Bruch widerstandsfähiger machen, oder sie kann als eine Diffusionsbarriere für korrosive Substanzen wirken und als eine leitfähige Brücke, wenn ein Bruch auftritt.

**[0066]** Die Lochtransportschicht erleichtert die Injektion von Löchern in die Vorrichtung und ihre Migration in Richtung auf die Kathode. Die Lochtransportschicht kann ferner als eine Barriere für den Durchgang von Elektronen zu der Anode wirken. Die Lochtransportschicht kann beispielsweise ein Diamin-Derivat, wie beispielsweise N,N'-bis-3-Methylphenyl-N,N'-Diphenylbenzidin (auch als TPD bekannt), oder andere Löcher leitende Materialien umfassen, wie beispielsweise N,N'-bis-3-Naphthalen-2-yl-N,N'-bis-Phenylbenzidin (NBP). Im Allgemeinen kann die Lochtransportschicht Materialien mit kleinen organischen Molekülen, leitfähige Polymere, eine Polymer-Matrix, welche mit einem kleinen organischen Molekül dotiert ist, und andere geeignete organische oder anorganische, leitende oder halbleitende Materialien umfassen.

**[0067]** Die Elektronentransportschicht erleichtert die Injektion der Elektronen und ihre Migration in Richtung auf die Anode. Die Elektronentransportschicht kann ferner als eine Barriere für den Durchgang von Löchern zu der Anode wirken.

**[0068]** Die Emitterschicht wird oft aus einer Metall-Chelat-Verbindung gebildet, wie beispielsweise aus tris-8-Hydroxychinolin-Aluminium (ALQ). Emitterschichten können auch lichtemittierende Polymere, wie beispielsweise Polyphenylvinylene (PPVs), Poly-para-Phenylene (PPPs) und Polyfluorene (PFs), Materialien kleiner organischer Moleküle, für welche ALQ ein Beispiel ist, Polymere, welche mit kleinen organischen Molekülen dotiert sind, und andere geeignete Materialien umfassen.

**[0069]** Gegebenenfalls kann die Elektronentransportschicht mit einem fluoreszenten oder phosphoreszenten Farbstoff, wie hier beschrieben, dotiert sein. Dotierte Elektronentransportschichten werden hier manchmal als Elektronentransport-/Emitterschichten bezeichnet. Bei bevorzugten Ausführungsformen ist die Elektronentransportschicht mit einem blauen Fluoreszenzfarbstoff dotiert.

**[0070]** Bei Ausführungsformen, welche eine Elektronentransport-/Emitterschicht umfassen, bildet die Schnittstelle zwischen der Lochtransportschicht und Elektronentransport-/Emitterschicht eine Barriere für den Durchgang von Löchern und Elektronen und erzeugt dadurch eine Loch/Elektron-Rekombinationszone und stellt eine effiziente organische elektrolumineszente Vorrichtung bereit. Wenn das Emittermaterial ALQ ist, emittiert die OEL-Vorrichtung blaugrünes Licht. Die Emission von Licht verschiedener Farben kann durch die Verwendung verschiedener Emitter und Dotierungsstoffe in der Elektronentransport-/Emitterschicht erzielt werden (man siehe, beispielsweise Chen et al., *Macromolecular Symposia*, 125:1 bis 48 (1997)).

**[0071]** Bei Ausführungsformen, welche eine Elektronentransport-/Emitterschicht und eine zweite Emitterschicht umfassen, kann die Elektronentransport-/Emitterschicht so hergestellt sein, dass sie allein als eine Elektronentransportschicht funktioniert, so dass Rekombination und Emission auf die zweite Emitterschicht beschränkt sind. Vorzugsweise ist diese Konstruktion in der Lage, eine effiziente organische elektrolumineszente Vorrichtung bereitzustellen.

**[0072]** Andere OEL-Vorrichtungen mit mehrschichtigen Konstruktionen können beispielsweise eine Transportschicht umfassen, welche auch eine Emitterschicht ist. Ersatzweise können die Lochtransportschicht und die Elektronentransport-/Emitterschicht zu einer Schicht zusammengefasst werden. Ferner kann eine separate Emitterschicht zwischen einer Lochtransportschicht und einer Elektronentransportschicht zwischengeschaltet werden.

**[0073]** Das Strukturieren von OEL-Materialien und -Schichten, um OEL-Vorrichtungen zu bilden, stellt ein besonders geeignetes Beispiel bereit, um einige Schwierigkeiten mit herkömmlichen Strukturierungsverfahren zu illustrieren und wie diese Schwierigkeiten gemäß der vorliegenden Erfindung überwunden werden können. Bei herkömmlichen Strukturierungsverfahren kann es einige Materialien oder Schichten geben, welche aufgrund einer Empfindlichkeit gegenüber Angriff, Durchtränkung oder Auflösung durch eine Einwirkung von Lösungsmitteln oder Ätzmitteln, welche verwendet werden, um andere Schichten auf dem Anzeigesubstrat zu beschichten oder zu strukturieren, nicht verwendet werden können. Folglich kann es Konstruktionen von Vorrichtungen und/oder Anzeigen geben, welche durch herkömmliche Verfahren nicht angefertigt werden können, weil eine lösungsmittelbeschichtete Schicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht beschichtet würde, oder weil ein Ätzmittel verwendet würde, um Schichten auf anderen Schichten zu strukturieren, welche gegenüber dem Ätzmittel empfindlich sind. Beispielsweise kann beim Bilden einer OEL-Vorrichtung, welche eine Anode auf einem Substrat, eine Lochtransportschicht kleiner Moleküle auf der Anode, einen lichtemittierenden Polymer-Emitter auf der Lochtransportschicht und eine Kathode auf der Emitterschicht umfasst, das Lösungsmittel, welches verwendet wird, um das lichtemittierende Polymer zu beschichten, bei herkömmlichen Verarbeitungsverfahren die Lochtransportschicht beschädigen. Die gleichen Einschränkungen können für ein herkömmliches Strukturieren benachbarter OEL-Vorrichtungen zutreffen, von welchen eine Vorrichtung eine lichtemittierende Polymer-Emitterschicht enthalten kann und von welchen die andere eine Emitterschicht kleiner organischer Moleküle enthalten kann. Diese Einschränkungen können unter Verwendung der thermischen Strukturierungsverfahren der vorliegenden Erfindung überwunden werden. Ein Überwinden dieser Einschränkungen gestattet einen breiteren Bereich möglicher Vorrichtungskonstruktionen und Materialalternativen, und dies wiederum kann verwendet werden, um OEL-Vorrichtungen und -Anzeigen zu erzielen, welche Eigenschaften zeigen, wie beispielsweise Helligkeit, Lebensdauer, Farbreinheit, Effizienz usw., welche nicht auf andere Weise erzielt werden können. Folglich stellt die vorliegende Erfindung neue Konstruktionen von OEL-Vorrichtungen und -Anzeigen sowie neue Strukturierungsverfahren bereit.

**[0074]** Wie oben stehend erörtert, können OEL-Vorrichtungen durch selektiven Thermotransfer von einem oder mehreren Donorelementen gebildet werden. Es können auch mehrere Vorrichtungen auf einen Rezeptor übertragen werden, um eine in Pixel aufgeteilte Anzeige zu bilden. Ersatzweise können die roten, grünen und blauen Thermotransferelemente aufeinander übertragen werden, um eine gestapelte Mehrfarben-OLED-Vorrichtung von dem Typ zu erzeugen, welcher in US-Patent Nr. 5,707,745 (Forrest et al.) offenbart wird.

**[0075]** Noch ein anderes Verfahren zum Ausbilden von in Pixel aufgeteilten Mehrfarben-OEL-Anzeigen ist es, rote, grüne und blaue Emitter (beispielsweise) aus drei separaten Donoren zu strukturieren, und dann in einem separaten Schritt alle Kathoden (und gegebenenfalls alle Elektronentransportschichten) aus einem einzelnen Donorelement zu strukturieren. Auf diese Weise wird jede OEL-Vorrichtung durch mindestens zwei Thermotransfers strukturiert, von welchen der erste den Emitterabschnitt (und gegebenenfalls eine Klebstoffschicht, eine Pufferschicht, eine Anode, eine Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Elektronensperrschicht und dergleichen) strukturiert und von welchen der zweite den Kathodenabschnitt (und gegebenenfalls eine Elektroneninjectionsschicht, eine Elektronentransportschicht, eine Lochsperrschicht und dergleichen) strukturiert.

**[0076]** Ein Vorteil des Aufteilens der Schichten der Vorrichtung auf mindestens zwei Donorelemente (z. B. einen Emitterdonor und einen Kathodendonor) ist, dass die gleichen Donorelemente verwendet werden können, um den Emitterabschnitt der OEL-Vorrichtungen für Anzeigekonstruktionen mit entweder passivem Raster oder mit aktivem Raster zu strukturieren. Im Allgemeinen umfassen aktive Rasteranzeigen eine gemeinsame Kathode, welche über allen Vorrichtungen abgelagert wird. Für diese Konstruktion kann ein Thermotransfer eines Emitterstapels, welcher eine Kathode umfasst, nicht nötig sein, und kann ein kathodenloser Transferstapel wünschenswert sein. Für passive Rasteranzeigen können kathodenlose Donoren verwendet werden, um alle Emitterabschnitte zu übertragen (für jede Farbe ein unterschiedlicher Donor, falls Mehrfarben erwünscht sind), gefolgt von Strukturieren der Kathoden für jede Vorrichtung aus dem gleichen separaten Donorelement. Ersatzweise kann die Kathode einer passiven Rasteranzeige unter Verwendung des Verfahrens strukturiert werden, welches von Y.-H. Tak et al., Synthetic Metals, 138:497 (2003), beschrieben wird und bei welchem eine gemeinsame Kathode auf das Substrat aufgebracht wird und nachfolgend durch einen Laserabtragungsprozess getrennt wird. Folglich können verschiedene Emitterdonoren für verschiedene Anzeigekonstruktionen verwendet werden.

**[0077]** Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass OEL-Vorrichtungen beispielsweise gemäß den beschriebenen Verfahren übertragen und strukturiert werden können, um benachbarte Vorrichtungen zu bilden, welche verschiedene und auf andere Weise unverträgliche Emittermaterialtypen aufweisen. Beispielsweise können rot emittierende Vorrichtungen mit kleinen organischen Molekülen (welche z. B. eine aktive, aus Dampf abgelagerte Schicht mit kleinen Molekülen verwenden) auf dem gleichen Rezeptor wie blaues Licht emittierende Polymer-Vorrichtungen strukturiert werden (welche z. B. eine aktive lösungsbeschichtete, lichtemittierende Polymerschicht verwenden). Dies gestattet Flexibilität bei der Wahl lichtemittierender Materialien (und anderer Schichtmaterialien der Vorrichtung) auf der Grundlage der Funktionalität (z. B. Helligkeit, Effizienz, Lebensdauer, Leitfähigkeit, physikalische Eigenschaften nach dem Strukturieren (z. B. Flexibilität usw.)) statt auf der Grundlage der Verträglichkeit mit der bestimmten Beschichtung und/oder der Strukturierungsverfahren, welche für die anderen Materialien in den gleichen oder benachbarten Vorrichtungen verwendet werden. Die Fähigkeit, verschiedene Emittermaterialtypen für verschiedene Farbvorrichtungen in einer OEL-Anzeige auszuwählen, kann eine größere Flexibilität beim Auswählen komplementärer Eigenschaften der Vorrichtungen bieten. Die Fähigkeit, verschiedene Emittertypen zu verwenden, kann auch wichtig werden, wenn das bevorzugte Emittermaterial für eine OEL-Vorrichtung mit dem bevorzugten Emittermaterial einer anderen OEL-Vorrichtung unverträglich ist.

**[0078]** Das Substrat kann ein beliebiger Gegenstand sein, welcher für eine bestimmte Anwendung geeignet ist und welcher insbesondere durchsichtige Filme, Black-Matrix-Anzeigen, passive und aktive Abschnitte elektronischer Anzeigen (z. B. Elektroden, Dünnschichttransistoren, organische Transistoren usw.), Metalle, Halbleiter, Glas, verschiedene Papiere und Kunststoff umfasst. Nicht einschränkende Beispiele von Substraten, welche bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, umfassen anodisiertes Aluminium und andere Metalle, Kunststofffilme (z. B. Polyethylenterephthalat, Polypropylen), mit Indiumzinnoxid beschichtete Kunststofffilme, Glas, mit Indiumzinnoxid beschichtetes Glas, flexible Schaltkreise, Leiterplatten, Silizium oder andere Halbleiter und eine Anzahl verschiedener Papiertypen (z. B. gefüllt oder ungefüllt, kalandriert oder beschichtet). Für OEL-Anzeigen hängt der verwendete Substrattyp oft davon ab, ob die Anzeige eine oben emittierende Anzeige (Emitterschicht oder -Schichten sind zwischen dem Betrachter und dem Substrat angeordnet), eine unten emittierende Anzeige (Substrat ist zwischen dem Betrachter und der Emitterschicht oder -Schichten angeordnet) oder sowohl eine oben als auch unten emittierende Anzeige ist. Für eine oben emit-

tierende Anzeige muss das Substrat nicht durchsichtig sein. Für eine unten emittierende Anzeige ist typischerweise ein durchsichtiges Substrat erwünscht.

**[0079]** Wenn ein Substrat als ein Rezeptor verwendet wird (z. B. als ein Rezeptor für eine thermisch übertragene Schicht), können verschiedene Schichten (z. B. eine Klebstoffschicht) auf dem Substrat beschichtet werden, um eine Übertragung der Transferschicht auf den Rezeptor zu erleichtern. Andere Schichten können auf dem Substrat beschichtet werden, um einen Abschnitt einer mehrschichtigen Vorrichtung zu bilden. Beispielsweise kann eine OEL- oder andere elektronische Vorrichtung unter Verwendung eines Substrats mit einer Metall- und/oder leitfähigen organischen Anode oder Kathode gebildet werden, welche vor der Übertragung der Transferschicht aus dem Thermotransferelement auf dem Substrat gebildet wurde. Die Anode oder Kathode kann beispielsweise durch Ablagern einer oder mehrerer leitfähiger Schichten auf dem Substrat und Strukturieren der Schicht(en) zu einer oder mehreren Anoden oder Kathoden unter Verwendung jedes geeigneten Verfahrens gebildet werden, beispielsweise durch fotolithografische Verfahren oder die hier gelehrt Thermo-Transfervverfahren.

**[0080]** Ein besonders nützliches Substrat zum Strukturieren mehrschichtiger Vorrichtungen ist eins, welches eine gemeinsame Elektrode oder eine Struktur von Elektroden zusammen mit einer Struktur isolierender Barrieren auf mindestens einem Abschnitt der Elektrode(n) aufweist. Die isolierenden Barrieren können in einer Struktur bereitgestellt werden, welche der vorgesehenen Position der Ränder der mehrschichtigen Vorrichtungen entspricht, um dazu beizutragen, elektrische Kurzschlüsse zwischen der(den) Rezeptorelektrode(n) und der gegenüberliegenden Elektrode zu vermeiden, welche zusammen mit oder oben auf einem mehrschichtigen Stapel übertragen wird. Dies ist besonders bei passiven Rasteranzeigen nützlich. Bei aktiven Rasteranzeigekonstruktionen können die isolierenden Barrieren auch dazu beitragen, die Transistoren des aktiven Rasters von der gemeinsamen Elektrode zu isolieren, welche im Allgemeinen bereitgestellt wird. Dies kann dazu beitragen, Leckströme und parasitische Kapazität zu vermeiden, welche die Wirkungsgrade der Vorrichtung reduzieren können.

**[0081]** Elektrolumineszente (EL-)Vorrichtungen emittieren Licht in Richtung auf eine Betrachterposition und können als „Bodenanode“ oder „Deckanode“ charakterisiert werden. Die Begriffe „Bodenanode“ und „Deckanode“ geben die relativen Positionen der Anode, des Substrats und der Kathode an. Bei einer „Bodenanoden“-Vorrichtung ist die Anode zwischen dem Substrat und der Kathode angeordnet. Bei einer „Deckanoden“-Vorrichtung ist die Kathode zwischen der Anode und dem Substrat angeordnet. Bei manchen hier beschriebenen Ausführungsformen kann das Substrat ein Rezeptor oder Teil eines Rezeptors sein (z. B. ein Rezeptor für thermisch übertragene Materialien).

**[0082]** Bodenanoden- und Deckanodenvorrichtungen können ferner als „unten emittierend“ oder als „oben emittierend“ charakterisiert werden. Die Begriffe „unten emittierend“ und „oben emittierend“ geben die relativen Positionen des Substrats, der Emitterschicht oder -Schichten und des Betrachters an. Die Betrachterposition gibt im Allgemeinen das vorgesehene Ziel für das emittierte Licht an, ob der „Betrachter“ ein menschlicher Beobachter, ein Bildschirm, eine optische Komponente, eine elektronische Vorrichtung oder dergleichen ist. Bei unten emittierenden EL-Vorrichtungen ist ein durchsichtiges oder halbdurchsichtiges Substrat zwischen der Emitterschicht oder den -Schichten und dem Betrachter angeordnet. Bei der invertierten oder oben emittierenden Konfiguration ist die Emitterschicht oder -Schichten zwischen dem Substrat und dem Betrachter angeordnet.

**[0083]** Im Allgemeinen sind die hier offenbarten Konstruktionen von Vorrichtung in einer vereinfachten Weise illustriert, um bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zu erläutern. Die Einbeziehung einer zusätzlichen Schicht oder zusätzlicher Schichten, welche bei der Konstruktion spezifischer Vorrichtungen wünschenswert sind, ist Durchschnittsfachleuten offensichtlich. Folglich sind die Konstruktionen von Vorrichtungen, welche hier illustriert sind, nicht vorgesehen, allein auf die hier beschriebenen spezifischen Schichten eingeschränkt zu sein, sondern sie sollen allgemein als wunschgemäß zusätzliche Schichten umfassend interpretiert werden.

**[0084]** Jetzt unter Bezugnahme auf die Zeichnungen illustrieren [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) die Anordnung einer elektrolumineszenten Vorrichtung (nicht gemäß der Erfindung angefertigt) und insbesondere eine „Bodenanoden“-Konfiguration.

**[0085]** Eine oder mehrere strukturierte Emitterschichten **130**, welche einen ersten Emitter (z. B. rotes, grünes oder blaues Licht emittierend) umfassen, sind auf dem Rezeptor **120** angeordnet, welcher eine Anode sein kann oder eine Schicht, welche an einer Anode befestigt ist. Bei manchen Ausführungsformen umfassen die

strukturierten Emitterschichten **130** eine nicht flüchtige Komponente, welche die gleiche wie der erste Emmitter oder verschieden davon sein kann. Bei manchen Ausführungsformen werden die strukturierten Emitterschichten **130** auf dem Rezeptor **120** angeordnet, indem ein Abschnitt einer Transferschicht, welche einen ersten Emmitter umfasst, selektiv thermisch auf den Rezeptor **120** übertragen wird, um die strukturierten Emitterschichten **130** zu bilden.

**[0086]** Gegebenenfalls können unter Bezugnahme auf [Fig. 1B](#) eine oder mehrere zusätzliche strukturierte Emitterschichten **140**, welche zusätzliche Emmitter umfassen, auf dem Rezeptor **120** angeordnet werden. Bei manchen Ausführungsformen können die strukturierten Emitterschichten **140** nicht flüchtige Komponenten umfassen, welche die gleichen wie die zusätzlichen Emmitter oder verschieden davon sein können. Bei manchen Ausführungsformen werden zusätzliche strukturierte Emitterschichten **140** durch selektives thermisches Übertragen von Abschnitten einer oder mehrerer zusätzlicher Transferschichten, welche zusätzliche Emmitter umfassen, auf dem Rezeptor **120** angeordnet. Vorzugsweise emittieren die zusätzlichen Emmitter Licht mit Farben, welche von der des ersten Emitters verschieden sind.

**[0087]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 1C](#) wird dann eine Schicht, welche einen zweiten Emmitter umfasst, auf den strukturierten Emitterschichten angeordnet, um die unstrukturierte Emitterschicht **150** zu bilden (z. B. rotes, grünes oder blaues Licht emittierend). Vorzugsweise emittiert die zweite Emitterschicht **150** Licht mit einer Farbe, welche von den Farben der ersten Emitterschicht **130** und allen zusätzlichen Emitterschichten **140** verschieden ist.

**[0088]** Bei manchen Ausführungsformen ist der Rezeptor **120** lösungsmittlempfindlich. Der Rezeptor **120** kann auch beispielsweise eine Lochtransportschicht, eine Lochinjektionsschicht, eine Elektronensperrschicht, eine dielektrische Schicht, eine Passivierungsschicht oder eine Kombination davon sein. Der Rezeptor **120** kann beispielsweise an der Anode **110** befestigt werden, welche vorzugsweise strukturiert ist. Zusätzliche Schichten können zwischen dem Rezeptor **120** und der Anode **110** angeordnet werden. Falls beispielsweise der Rezeptor **120** eine Lochtransportschicht ist, kann die Lochinjektionsschicht **114** zwischen dem Rezeptor **120** und der Anode **110** angeordnet werden. Ferner kann die Anode **110** auf dem Substrat **105** befestigt werden.

**[0089]** Die unstrukturierte Emitterschicht **150** kann ferner beispielsweise eine Elektronentransportschicht, welche gegebenenfalls dotiert sein kann (z. B. mit einem fluoreszenten oder phosphoreszenten Farbstoff), eine Lochsperrschicht, welche gegebenenfalls dotiert sein kann (z. B. mit einem fluoreszenten oder phosphoreszenten Farbstoff) oder eine Kombination davon sein. Die Kathode **160** kann auf der unstrukturierten Emitterschicht **150** angeordnet sein.

**[0090]** Für Ausführungsformen, bei welchen die elektrolumineszente Vorrichtung eine unten emittierende Vorrichtung ist, sind die Anode **110** und das Substrat **105** durchsichtig und ist die Kathode **160** vorzugsweise undurchsichtig.

**[0091]** Für Ausführungsformen, bei welchen die elektrolumineszente Vorrichtung eine oben emittierende Vorrichtung ist, ist die Kathode **160** durchsichtig und sind die Anode **110** und/oder das Substrat **105** vorzugsweise undurchsichtig.

**[0092]** Eine Konfiguration, bei welcher das Substrat **105**, die Anode **110** und die Kathode **160** alle durchsichtig sind, wird als sowohl oben als auch unten emittierend angesehen.

**[0093]** Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) illustrieren die Anordnung einer elektrolumineszenten Vorrichtung, welche gemäß dem Verfahren der Erfindung erhältlich ist, und insbesondere eine „Deckanoden“-Konfiguration.

**[0094]** Es wird eine unstrukturierte Schicht **220**, welche einen ersten Emmitter umfasst (z. B. rotes, grünes oder blaues Licht emittierend), bereitgestellt. Eine oder mehrere strukturierte Emitterschichten **230**, welche einen zweiten Emmitter umfassen, sind auf der unstrukturierten Emitterschicht **220** angeordnet. Bei manchen Ausführungsformen umfassen die strukturierten Emitterschichten **230** eine nicht flüchtige Komponente, welche diejenige wie der zweite Emmitter oder verschieden davon sein kann. Die strukturierten Emitterschichten **230** werden durch selektives thermisches Übertragen eines Abschnitts einer Transferschicht, welche einen zweiten Emmitter umfasst, auf die unstrukturierte Emitterschicht **220** auf der unstrukturierten Emitterschicht **220** angeordnet, um die strukturierten Emitterschichten **230** zu bilden.

**[0095]** Gegebenenfalls können unter Bezugnahme auf [Fig. 2B](#) eine oder mehrere zusätzliche strukturierte

Emitterschichten **240**, welche zusätzliche Emittter umfassen, auf der unstrukturierten Emitterschicht **220** angeordnet werden. Bei manchen Ausführungsformen können die strukturierten Emitterschichten **240** nicht flüchtige Komponenten umfassen, welche die gleichen wie die zusätzlichen Emittter oder verschieden davon sein können. Bei manchen Ausführungsformen werden zusätzliche strukturierte Emitterschichten **240** durch selektives thermisches Übertragen von Abschnitten einer oder mehrerer zusätzlicher Transferschichten, welche zusätzliche Emittter umfassen, auf der unstrukturierten Emitterschicht **220** angeordnet. Vorzugsweise emittieren die zusätzlichen Emittter Licht mit Farben, welche von denen des ersten und des zweiten Emitters verschieden sind.

**[0096]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2C](#) kann die Anode **250** gegebenenfalls auf den strukturierten Emitterschichten **230** und, falls vorhanden, auf zusätzlichen strukturierten Emitterschichten **240** angeordnet werden. Zusätzliche Schichten können zwischen der Anode **250** und den strukturierten Emitterschichten **230** und, falls vorhanden, den strukturierten Emitterschichten **240** angeordnet werden. Beispielsweise können eine Lochtransportschicht, eine Lochinjektionsschicht oder eine Elektronensperrschicht **244** zwischen der Anode **250** und den strukturierten Emitterschichten **230** und, falls vorhanden, den Emitterschichten **240** angeordnet werden.

**[0097]** Bei manchen Ausführungsformen ist die unstrukturierte Emitterschicht **220** lösungsmittlempfindlich. Die unstrukturierte Emitterschicht kann ferner beispielsweise eine Elektronentransportschicht, welche gegebenenfalls dotiert sein kann (z. B. mit einem fluoreszenten oder phosphoreszenten Farbstoff), eine Lochsperrschicht, welche gegebenenfalls dotiert sein kann (z. B. mit einem fluoreszenten oder phosphoreszenten Farbstoff), eine Elektroneninjectionsschicht, welche gegebenenfalls dotiert sein kann (z. B. mit einem fluoreszenten oder phosphoreszenten Farbstoff) oder eine Kombination davon sein. Die unstrukturierte Emitterschicht **220** kann beispielsweise an der Kathode **210** befestigt werden, welche vorzugsweise strukturiert ist. Ferner kann die Kathode **210** beispielsweise auf dem Substrat **205** befestigt werden.

**[0098]** Für Ausführungsformen, bei welchen die elektrolumineszente Vorrichtung eine unten emittierende Vorrichtung ist, ist die Kathode **210** durchsichtig, ist das Substrat **205**, falls vorhanden, durchsichtig und ist die Anode **250** vorzugsweise undurchsichtig.

**[0099]** Für Ausführungsformen, bei welchen die elektrolumineszente Vorrichtung eine oben emittierende Vorrichtung ist, ist die Anode **250** durchsichtig und sind die Kathode **210** und/oder das Substrat **205** vorzugsweise undurchsichtig.

**[0100]** Eine Konfiguration, bei welcher das Substrat **205**, die Anode **250** und die Kathode **210** alle durchsichtig sind, wird als sowohl oben als auch unten emittierend angesehen.

**[0101]** Die Vorrichtungen, welche in [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) und [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) schematisch illustriert sind, sind vorzugsweise durch Bereitstellen eines Signals an der Anode und der Kathode betriebsfähig, Licht zu emittieren. Vorzugsweise ist das Signal betriebsfähig, einen Emittter zu adressieren, worauf der Emittter Licht emittiert. Im Allgemeinen können Pixel- oder Subpixelmatrizen unter Verwendung aktiver oder passiver Adressierungsschemata adressiert werden, wie hier oben stehend definiert. Sowohl Vierfarben-Anzeigevorrichtungen als auch abstimmbare Beleuchtungsvorrichtungen sind innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung möglich. Eine Vierfarben-Anzeigevorrichtung setzt im Allgemeinen drei Emittter ein, wobei jeder Licht einer anderen Farbe emittiert, wie beispielsweise rotes, grünes und blaues Licht. Eine abstimmbare Beleuchtungsvorrichtung verwendet im Allgemeinen zwei Emittter, wobei jeder Licht einer anderen Farbe emittiert. Die Vorrichtung kann durch Bereitstellen von Strom an jeden Subpixel innerhalb eines Pixels betrieben werden. Eine Veränderung des Verhältnisses der Ströme an die Subpixel beeinflusst sowohl die Farbe als auch die Helligkeit des Lichts, welches von dem Pixel emittiert wird.

## BEISPIELE

**[0102]** Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf die folgenden, nicht einschränkenden Beispiele illustriert und umfassender verstanden. Die bestimmten Beispiele, Materialien, Mengen und Verfahrensweisen müssen gemäß des Schutzzumfangs und des Erfindungsgedanken, wie sie hier dargelegt sind, allgemein interpretiert werden.

**[0103]** Außer es wird anderslautend angegeben sind alle Anteile Massenanteile, und alle Verhältnisse und Prozentwerte sind auf die Masse bezogen. Aus Gründen der Einfachheit werden in den Beispielen verschiedene Abkürzungen verwendet, welche die gegebene Bedeutung aufweisen und/oder die im Handel erhältli-



chen Materialien beschreiben, wie in der folgenden Tabelle vermerkt.

Abkürzung	Beschreibung/Bezugsquelle
PEDOT	Mischung aus Wasser und 3,4-Polyethylenedioxythiophenpolystyrolsulfonat (kationisch), erhältlich von H. C. Starck, Newton, MA, als PEDOT VP AI 4083
EL111T	Material zum Ausbilden einer Schicht einer elektrolumineszenten Vorrichtung, erhältlich von Hodogaya Chemical Co., Ltd., Kawasaki, Japan, als EL111T
2-mTNATA	4,4',4''-tris-N-2-Naphthyl-N-3-Methylphenylaminotriphenylamin, erhältlich von Bando Chemical Industries, Kobe, Japan, als 2-MTNATA
ST 1693.S	2,7-bis-N-Phenyl-N-4'-N,N-Diphenylaminobiphenyl-4-yl-9,9-Dimethylfluoren, sublimiert, erhältlich von Syntec GmbH, Wolfen, Deutschland, als ST 1693.S
ST 755.S	1,1-bis-4-bis-4-Methylphenylaminophenylcyclohexan, sublimiert, erhältlich von Syntec GmbH, Wolfen, Deutschland, als ST 755.S
LEP	Covion Super Yellow, PDY 132, ein gelber Emitter, erhältlich von Covion Semiconductors, Frankfurt, Deutschland
PS	Polystyrol-Standard, typisches $M_w = 2500$ , erhältlich von Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI, als Produktnummer 32,771-9 Poly-N-Vinylcarbazol, erhältlich von
PVK	Polymer Source Inc., Dorval, Kanada, als Produktnummer P2236-VK
MTDATA	4,4',4''-tris-N-3-Methylphenyl-N-Phenylaminotriphenylamin, sublimiert, erhältlich von H. W. Sands Corp., Jupiter, FL, als Produktnummer OSA3939
PBD	2-4-Biphenyl-5-4-tert-Butylphenyl-1,3,4-Oxadiazol, erhältlich von Dojindo laboratories, Kumamoto, Japan
EL028T	Material zum Ausbilden einer Schicht einer elektrolumineszenten Vorrichtung, erhältlich von Hodogaya Chemical Co., Ltd., Kawasaki, Japan, als EL028T
TPOB	Material, welches gemäß der Verfahrensweise zubereitet wurde, welche in Noda et al., J. Mater. Chem., 9:2177 bis 2181 (1999) beschrieben ist
Spiro-CF <sub>3</sub> -PBD	Material zum Ausbilden einer Schicht einer elektrolumineszenten Vorrichtung, erhältlich von Covion Semiconductors, Frankfurt, Deutschland, als Spiro-CF <sub>3</sub> -PBD
Ir(ppy) <sub>3</sub> -S-C-1	Grüner Emitter, erhältlich von Covion Semiconductors, Frankfurt, Deutschland
Ir(ppy) <sub>2</sub> (tmhd)	Grüner Emitter, welcher gemäß der Verfahrensweise zubereitet wurde, welche in Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123:4304 bis 4312 (2001) beschrieben ist
Ir(btp) <sub>2</sub> (tmhd)	Roter Emitter, welcher gemäß der Verfahrensweise zubereitet wurde, welche in Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123:4304 bis 4312 (2001) beschrieben ist



BA1q	Bis-2-Methyl-8-Chinolato-4-Phenylphenolato-Aluminium(III), sublimiert, erhältlich von Eastman Kodak Company, Rochester, NY
Blauer Perylen-Farbstoff	Erhältlich von Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI
LiF	Lithiumfluorid, 99,85%, erhältlich von Alfa Aesar, Ward Hill, MA, als Produktnummer 36359
Aluminium	Puratronic Aluminium-Schrot, 99,999%, erhältlich von Alfa Aesar, Ward Hill, MA
FC, Oberflächen-aktive Substanz	Fluorchemische, oberflächenaktive Substanz, welche gemäß Beispiel 5 des US-Patents Nr. 3,787,351 zubereitet wurde
Ebecryl 629	Epoxy-novolacacrylat, erhältlich von UCB Radcure Inc., N. Augusta, SC, als Ebecryl 629
Elvacite 2669	Acryl-Harz, erhältlich von ICI Acrylics Inc., Memphis, TN, als Elvacite 2669
Irgacure 369	2-Benzyl-2-Dimethylamino-1-4-Morpholinylphenylbutanon, erhältlich von Ciba Specialty Chemicals Corporation, Tarrytown, NY, als Irgacure 369
Irgacure 184	1-Hydroxycyclohexylphenylketon, erhältlich von Ciba Specialty Chemicals Corporation, Tarrytown, NY, als Irgacure 184
M7Q-Film	0,076 mm dicker Polyethylenterephthalat-Film, erhältlich von Teijin, Osaka, Japan, als M7Q
UV	Ultraviolett
nm	Nanometer
m	Meter
min	Minute
SR 351HP	Trimethylolpropantriacrylatester, erhältlich von Sartomer, Exton, PA, als SR 351HP
LITI	Laserinduzierte, thermische Bildgebung
ITO	Indiumzinnoxid
Blockpixel-ITO-Glas	Glassubstrat mit einem ITO-Bereich, welcher 50 mm × 50 mm × 0,7 mm misst und einen Widerstand von < 20 Ohm/sq aufweist, erhältlich von Delta Technologies, Stillwater, MN
Streifenpixel-ITO-Glas	Glassubstrat mit einem ITO-Bereich, welcher 50 mm × 50 mm × 0,7 mm misst, wobei der Bereich eine Struktur von benachbarten, parallelen, 75 Mikrometer breiten ITO-Streifen mit einem Rastermaß von 165 Mikrometer und einem Widerstand von < 20 Ohm/sq umfasst, erhältlich von Delta Technologies, Stillwater, MN
LTHC	Licht-nach-Wärme-Umwandlung
Rauen 760 Ultra	Carbon-Schwarz-Pigment, erhältlich von Columbian Chemical Co., Atlanta, GA als Raven 760 Ultra
Butvar B-98	Polyvinylbutyrol-Harz, erhältlich von Solutia, Inc., St Louis, MO, als Butvar B-98
Joncryl 67	Acryl-Harz, erhältlich von S.C. Johnson & Sons, Racine, WI, als Joncryl 67

Disperbyk 161	Dispergiermittel, erhältlich von Byk-Chemie, USA, Wallingford, CT, als Disperbyk 161
Wt. %	Masseprozent
Puradisc-Filter	Polypropylen-Filter von 0,45 Mikrometer, erhältlich von Whatman Inc., Clifton, NJ, unter dem Handelsnamen Puradisc

**[0104]** Materialien, welche in der vorstehenden Tabelle nicht identifiziert sind, wurden von Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI, erhalten, außer es wird anderslautend vermerkt.

#### Allgemeine Zubereitung des Donorfilms

**[0105]** Bei jedem Beispiel wurde ein Donorfilm verwendet und zubereitet, wie in dieser allgemeinen Zubereitung beschrieben. Eine LTHC-Lösung wurde durch Mischen von 3,55 Teilen Raven 760 Ultra, 0,63 Teilen Butvar B-98, 1,90 Teilen Joncryl 67, 0,32 Teilen Disperbyk 161, 0,09 Teilen oberflächenaktive Substanz FC, 12,09 Teilen Ebecryl 629, 8,06 Teilen Elvacite 2669, 0,82 Teilen Irgacure 369, 0,12 Teilen Irgacure 184, 45,31 Teilen 2-Butanon und 27,19 Teilen 1,2-Propandiolmonomethyletheracetat zubereitet. Diese Lösung wurde unter Verwendung eines Yasui Seiki Lab Coaters, Model CAG-150, mit einer Mikrotiefdruckwalze mit 110 spiralförmigen Zellen pro Inch auf M7Q-Film beschichtet. Die LTHC-Beschichtung wurde der Reihe nach bei 80°C getrocknet und unter UV-Strahlung gehärtet, welche von einer D-Lampe mit 600 Watt von Fusion UV Systems Inc. bei einem Energieausstoß von 100% (UVA 320 bis 390 nm) mit einer Belichtungsgeschwindigkeit von 6,1 m/min geliefert wurde.

**[0106]** Eine Zwischenschichtlösung wurde durch Mischen von 14,85 Teilen SR 351HP; 0,93 Teilen Butvar B-98, 2,78 Teilen Joncryl 67, 1,25 Teilen Irgacure 369, 0,19 Teilen Irgacure 184, 48 Teilen 2-Butanon und 32 Teilen 1-Methoxy-2-Propanol angefertigt. Diese Lösung wurde durch ein Rotationstiefdruckverfahren unter Verwendung eines Yasui Seiki Lab Coaters, Model CAG-150, mit 180 spiralförmigen Zellen pro gerades Inch auf die gehärtete LTHC-Schicht beschichtet. Diese Beschichtung wurde der Reihe nach bei 60°C getrocknet und unter UV-Strahlung gehärtet, welche durch Durchführen der Beschichtung unter einer D-Lampe mit 600 Watt von Fusion UV Systems Inc. bei einem Energieausstoß von 60% (UVA 320 bis 390 nm) mit 6,1 m/min geliefert wurde.

#### Beispiel 1

**[0107]** Beispiel 1 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

#### Zubereitung des Rezeptors

**[0108]** PEDOT wurde zweimal unter Verwendung eines Puradisc-Filters filtriert und auf einem Blockpixel-ITO-Glassubstrat schleuderbeschichtet, um eine Schicht mit einer trockenen Dicke von 40 nm zu erhalten. Das beschichtete Glassubstrat wurde für 5 Minuten bei 200°C unter einer Stickstoff-Atmosphäre gebacken. Unter Verwendung von Methanol wurde die beschichtete Schicht selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

#### Zubereitung des Donors

**[0109]** LEP (ein gelber Emitter) und PS wurden in einem Masseverhältnis von 1:3 vereinigt, mit Toluol von HPLC-Güte auf 1,58 Masse-% verdünnt, auf 70°C erwärmt und gerührt, einmal unter Verwendung eines Puradisc-Filters filtriert und auf einen Donorfilm, welcher, wie in der allgemeinen Zubereitung beschrieben, zubereitet wurde, schleuderbeschichtet, um eine Transferschicht mit einer trockenen Dicke von 90 nm zu erhalten.

## Selektiver Thermotransfer der strukturierten Emitterschicht

**[0110]** Die Transferschicht von dem Donor wurde durch LITI auf den Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht zu erhalten. Es wurden zwei Laser mit einer Leistung von 16 Watt in einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz verwendet. Die angeforderte Linienbreite betrug 100 Mikrometer mit einem Rastermaß von 225 Mikrometer, und die Strahlungsdosis war  $0,650 \text{ J/cm}^2$ .

**[0111]** Ablagerung der unstrukturierten Emitterschicht Eine  $500 \text{ \AA}$  dicke Schicht aus BALq, welche mit ungefähr 0,5 bis 1 Masse-% blauem Perylen-Farbstoff dotiert war, wurde mit einem Standard-Vakuumablagerungsverfahren auf der strukturierten Emitterschicht unter einem Vakuum von ungefähr  $10^{-5}$  Torr und unter Verwendung einer Lochmaske abgelagert, welche verhinderte, dass das Material auf der ITO-Kontaktfläche zum Verbinden mit einer Stromversorgung abgelagert wurde.

## Ablagerung der Kathode

**[0112]** Zwei Schichten einer Kathode, welche aus einem  $10 \text{ \AA}$  dicken Film aus LiF gefolgt von einem  $2000 \text{ \AA}$  dicken Film aus Aluminium bestand, wurden der Reihe nach auf der unstrukturierten Emitterschicht abgelagert. Die Ablagerung wurde unter einem Vakuum von ungefähr  $10^{-6}$  Torr und unter Verwendung einer zweiten Lochmaske ausgeführt, welche einen Kontakt zwischen der Kathode und der ITO-Kontaktfläche auf dem Rezeptor gestattete.

## Zubereitung einer Kontrollvorrichtung entsprechend dem Beispiel 1

**[0113]** Eine Kontrollvorrichtung entsprechend der Vorrichtung des Beispiels 1 wurde hergestellt, um zu zeigen, dass die gelbe Emissionsfarbe aus der strukturierten Emitterschicht von der Gegenwart des blauen Perylen-Farbstoffs in der unstrukturierten Emitterschicht unbeeinflusst war.

**[0114]** Die Kontrollvorrichtung umfasste einen Rezeptor, welcher ähnlich dem in Beispiel 1 eingesetzten war. LEP (ein gelber Emitter) und PS wurden in einem Masseverhältnis von 1:3 vereinigt, mit Toluol von HPLC-Güte auf 1,58 Masse-% verdünnt, auf  $70^\circ\text{C}$  erwärmt und gerührt, einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und sofort mit einer trockenen Dicke von 90 nm auf den Rezeptor schleuderbeschichtet. Dies stellte eine unstrukturierte Emitterschicht bereit, welche in der Zusammensetzung der strukturierten Emitterschicht in Beispiel 1 entsprach. Die beschichtete Schicht wurde selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

**[0115]** Eine Schicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, wurde zubereitet und auf der unstrukturierten Emitterschicht abgelagert. Insbesondere wurde eine  $500 \text{ \AA}$  dicke Schicht BALq, welche mit ungefähr 0,5 bis 1 Masse-% blauem Perylen-Farbstoff dotiert war, durch ein Standard-Vakuumablagerungsverfahren auf der unstrukturierten Emitterschicht bei einem Vakuum von ungefähr  $10^{-5}$  Torr abgelagert. Eine Lochmaske wurde verwendet, um zu vermeiden, dass das Material auf der ITO-Kontaktfläche zum Verbinden mit einer Stromversorgung abgelagert wurde.

**[0116]** Eine Kathode wurde auf der Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt, durch Befolgen der Verfahrensweise abgelagert, welche für die Kathode in Beispiel 1 verwendet wurde.

## Elektrolumineszenzspektren

**[0117]** Elektrolumineszenzspektren für Beispiel 1 und seine Kontrollvorrichtung wurden durch Ansteuern der Vorrichtungen mit ein Keithley Source Meter 2400 (Keithley Instruments, Cleveland, OH) und durch Aufzeichnen der Ausgabe bei vier verschiedenen Stromdichten ( $10, 20, 30$  und  $40 \text{ mA/cm}^2$ ) an der Vorrichtung mit einem Ocean Optics Fiber Optic Fluorescent Spectrometer (Ocean Optics Inc., Dunedin, FL) erhalten.

**[0118]** Beispiel 1 zeigte eine Struktur gelber Streifen, welche von der strukturierten Emitterschicht geliefert wurde, und zwischen den gelben Streifen blaue Streifen, welche von der unstrukturierten Emitterschicht geliefert wurden. Die Kontrollvorrichtung zeigte jedoch nur einen gelben Bereich, welcher von der unstrukturierten Emitterschicht geliefert wurde, und keinen blauen Bereich. Folglich stellte bei beiden Vorrichtungen die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt, substantiell nur eine Elektronentransportfunktion bereit, wo sie auf der Schicht abgelagert wurde, welche den gelben Emitter enthielt (d. h. die strukturierte Emitterschicht in Beispiel 1 und die unstrukturierte Emitterschicht in der Kontrollvorrichtung), ohne eine beobachtbare

Verschiebung der Exzitonenrekombinationszone in die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt. Diese Vorrichtungen zeigen auch die Unabhängigkeit der spektralen Eigenschaften und der CIE-Farbkoordinaten von dem Ansteuerungsstrom.

#### Beispiel 2

**[0119]** Beispiel 2 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emittor umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emittor umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

#### Zubereitung des Rezeptors

**[0120]** Ein Rezeptor wurde durch Befolgen der Verfahrensweise zubereitet, welche in Beispiel 1 verwendet wurde.

#### Zubereitung des Donors

**[0121]** PVK-4, MTDATA, PBD und  $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{tmhd})$  (ein roter Emittor) wurden in einem Masseverhältnis von 42:28:27:3 vereinigt und dann mit Toluol von HPLC-Güte auf 1,97 Masse-% verdünnt. Die resultierende Lösung wurde zweimal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf einen Donorfilm schleuderbeschichtet, welcher, wie in der allgemeinen Zubereitung beschrieben, zubereitet wurde, um eine Transferschicht mit einer trockenen Dicke von 55 nm zu erhalten.

#### Selektiver Thermotransfer der strukturierten Emitterschicht

**[0122]** Die Transferschicht von dem Donor wurde durch LITI auf den Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht zu erhalten. Es wurde ein Laser mit einer Leistung von 4 Watt in einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz verwendet. Die angeforderte Linienbreite betrug 100 Mikrometer mit einem Rastermaß von 225 Mikrometer, und die Strahlungsdosis war  $0,875 \text{ J/cm}^2$ .

#### Ablagerung der unstrukturierten Emitterschicht und Ablagerung der Kathode

**[0123]** Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf der strukturierten Emitterschicht unter Befolgung der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

#### Zubereitung einer Kontrollvorrichtung entsprechend dem Beispiel 2

**[0124]** Eine Kontrollvorrichtung entsprechend der Vorrichtung des Beispiels 2 wurde hergestellt, um zu zeigen, dass die rote Emissionsfarbe aus der strukturierten Emitterschicht von der Gegenwart des blauen Perylen-Farbstoffs in der unstrukturierten Emitterschicht unbeeinflusst war.

**[0125]** Die Kontrollvorrichtung umfasste einen Rezeptor, welcher ähnlich dem in Beispiel 2 eingesetzten war. PVK-4, MTDATA, PBD und  $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{tmhd})$  (roter Emittor) wurden in einem Masseverhältnis von 42:28:27:3 vereinigt und dann mit Toluol von HPLC-Güte auf 1,97 Masse-% verdünnt. Die resultierende Lösung wurde zweimal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf den Rezeptor in einer trockenen Dicke von 50 nm schleuderbeschichtet, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen, welche in der Zusammensetzung der strukturierten Emitterschicht in Beispiel 2 entsprach. Die beschichtete Schicht wurde selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

**[0126]** Eine Schicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, wurde zubereitet und auf der unstrukturierten Emitterschicht abgelagert. Insbesondere wurde eine 500 Å dicke Schicht BALq, welche mit ungefähr 0,5 bis 1 Masse-% blauem Perylen-Farbstoff dotiert war, durch ein Standard-Vakuumbelagerungsverfahren auf der unstrukturierten Emitterschicht bei einem Vakuum von ungefähr  $10^{-5}$  Torr abgelagert. Eine Lochmaske wurde verwendet, um zu vermeiden, dass das Material auf der ITO-Kontaktfläche zum Verbinden mit einer Stromversorgung abgelagert wurde.

**[0127]** Eine Kathode wurde auf die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt, durch Befolgen der Verfahrensweise aufgebracht, welche für die Kathode in Beispiel 2 verwendet wurde.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0128]** Die Elektrolumineszenzspektren für Beispiel 2 und seine Kontrollvorrichtung wurden durch Anlegen elektrischen Stroms an die Vorrichtungen mit einer Gleichstromversorgung Agilent E3612 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA) und durch mikroskopisches Untersuchen der Elektrolumineszenz mit einem gestürzten optischen Mikroskop Nikon Eclipse TE300 (Nikon Corporation, Tokyo, Japan) beobachtet.

**[0129]** Beispiel 2 zeigte eine Struktur roter Streifen, welche von der strukturierten Emitterschicht geliefert wurde, und zwischen den roten Streifen blaue Streifen, welche von der unstrukturierten Emitterschicht geliefert wurden. Die Kontrollvorrichtung zeigte jedoch nur einen roten Bereich, welcher von der unstrukturierten Emitterschicht geliefert wurde, und keinen blauen Bereich. Folglich stellte bei beiden Vorrichtungen die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt, substantiell nur eine Elektronentransportfunktion bereit, wo sie auf der Schicht abgelagert wurde, welche den roten Emitter enthielt (d. h. die strukturierte Emitterschicht in Beispiel 2 und die unstrukturierte Emitterschicht in der Kontrollvorrichtung), ohne eine beobachtbare Verschiebung der Exzitonenrekombinationszone in die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt.

#### Beispiel 3

**[0130]** Beispiel 3 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen. Beispiel 3 wurde durch Befolgen der Verfahrensweise des Beispiels 2 zubereitet, außer dass der rote Emitter  $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{tmhd})$  durch  $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{tmhd})$ , einen grünen Emitter, ersetzt wurde.

#### Zubereitung einer Kontrollvorrichtung entsprechend dem Beispiel 3

**[0131]** Eine Kontrollvorrichtung entsprechend der Vorrichtung des Beispiels 3 wurde hergestellt, um zu zeigen, dass die grüne Emissionsfarbe aus der strukturierten Emitterschicht von der Gegenwart des blauen Perylen-Farbstoffs in der unstrukturierten Emitterschicht unbeeinflusst war. Die Kontrollvorrichtung für Beispiel 3 wurde durch Befolgen der Verfahrensweise, welche in Verbindung mit der Kontrollvorrichtung für Beispiel 2 verwendet wurde, zubereitet, außer dass der rote Emitter  $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{tmhd})$  durch  $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{tmhd})$ , einen grünen Emitter, ersetzt wurde.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0132]** Die Elektrolumineszenzspektren für Beispiel 3 und seine Kontrollvorrichtung wurden unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben ist.

**[0133]** Beispiel 3 zeigte eine Struktur grüner Streifen, welche von der strukturierten Emitterschicht geliefert wurde, und zwischen den grünen Streifen blaue Streifen, welche von der unstrukturierten Emitterschicht geliefert wurden. Die Kontrollvorrichtung zeigte jedoch nur einen grünen Bereich, welcher von der unstrukturierten Emitterschicht geliefert wurde, und keinen blauen Bereich. Folglich stellte bei beiden Vorrichtungen die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt, substantiell nur eine Elektronentransportfunktion bereit, wo sie auf der Schicht abgelagert wurde, welche den grünen Emitter enthielt (d. h. die strukturierte Emitterschicht in Beispiel 3 und die unstrukturierte Emitterschicht in der Kontrollvorrichtung), ohne eine beobachtbare Verschiebung der Exzitonenrekombinationszone in die Schicht, welche den blauen Perylen-Farbstoff enthielt.

#### Beispiel 4

**[0134]** Beispiel 4 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher Transferschichten, welche einen ersten Emitter und einen zweiten Emitter umfassen, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen werden, um eine strukturierte Emitterschicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen dritten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen. Der erste Emitter wurde durch den roten Emitter des Beispiels 2 bereitgestellt, und der zweite Emitter wurde durch den grünen Emitter des Beispiels 3 bereitgestellt.

**[0135]** Ein Rezeptor wurde durch Befolgen der Vorgehensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 1 beschrieben ist, und getrennte Donoren, welcher jeder einer Transferschicht enthielt, wurden gemäß Beispiel 2 (roter Emitter) und Beispiel 3 (grüner Emitter) zubereitet. Die Transferschicht, welche den roten Emitter enthielt wurde durch LITI unter Verwendung der Laseranordnung, welche in Beispiel 2 beschrieben ist, außer mit einem Rastermaß von 300 Mikrometer, auf dem Rezeptor abgebildet. Die Transferschicht, welche den grünen Emitter enthielt wurde auch durch LITI und wieder unter Verwendung der Laseranordnung, welche in Beispiel 2 beschrieben ist, außer mit einem Rastermaß von 300 Mikrometer, auf den gleichen Rezeptor abgebildet. Der Ursprung für die Transferschicht, welche den grünen Emitter enthielt, wurde +100 Mikrometer in Bezug auf den Ursprung für die Transferschicht verschoben, welche den roten Emitter enthielt.

**[0136]** Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf der strukturierten Emitterschicht, welche den ersten (roten) und den zweiten (grünen) Emitter enthielt, unter Verwendung der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0137]** Das Elektrolumineszenzspektrum für Beispiel 4 wurde unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben ist, und zeigte eine Struktur abwechselnder roter, grüner und blauer Streifen, wobei die roten und grünen Emissionsstrukturen den Bereichen entsprachen, welche durch selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurden.

#### Beispiel 5

**[0138]** Beispiel 5 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher Transferschichten, welche einen ersten Emitter und einen zweiten Emitter umfassen, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen werden, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen dritten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

#### Zubereitung des Rezeptors

**[0139]** Eine Lösung aus EL111T wurde mit 5,0 Masse-% in Toluol von HPLC-Güte angefertigt und für 20 Minuten bei 70°C auf einer Heizplatte gerührt. Die Lösung wurde dann durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf gestreiftes Pixel-ITO-Glas schleuderbeschichtet, um eine lösungsmittlempfindliche Schicht mit einer trockenen Dicke von 160 nm zu erhalten. Unter Verwendung von Toluol wurde die beschichtete Schicht selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

#### Zubereitung des Donors

**[0140]** Zum Zubereiten einen ersten Donor entsprechend des ersten Emitters wurden EL028T, Spiro-CF<sub>3</sub>-PBD und Ir(btp)<sub>2</sub>(tmhd), ein roter Emitter, in einem Masseverhältnis von 45:45:10 vereinigt, mit Chlorbenzol auf 1,35 Masse-% verdünnt und für 20 Minuten bei 70°C auf einer Heizplatte gerührt. Die resultierende Lösung wurde einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf einen Donorfilm schleuderbeschichtet, welcher, wie in der allgemeinen Zubereitung beschrieben, zubereitet wurde, um eine Transferschicht mit einer trockenen Dicke von 50 nm zu erhalten. Ein zweiter Donor, entsprechend des zweiten Emitters, wurde auf die gleiche Weise zubereitet, wobei jedoch der rote Emitter durch einen grünen Emitter, Ir(ppy)<sub>3</sub>-S-C-1, ersetzt wurde.

#### Selektiver Thermotransfer der strukturierten Emitterschichten

**[0141]** Die Transferschicht von dem ersten Donor wurde durch LITI auf den Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht zu erhalten. Es wurde ein Laser mit einer Leistung von 4 Watt in einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz verwendet. Die angeforderte Linienbreite betrug 110 Mikrometer mit einem Rastermaß von 495 Mikrometer, und die Strahlungs-dosis war 0,85 J/cm<sup>2</sup>. Die Transferschicht von dem zweiten Donor wurde dann durch LITI und unter Verwendung der gleichen Laseranordnung auf dem gleichen Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht bereitzustellen, welche einen ersten (roten) und einen zweiten (grünen) Emitter umfasste. Der Ursprung für die Transferschicht, welche den grünen Emitter enthielt, wurde +165 Mikrometer in Bezug auf den Ursprung für die Transferschicht verschoben, welche den roten Emitter enthielt.

## Ablagerung der unstrukturierten Emitterschicht und Ablagerung der Kathode

**[0142]** Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf der strukturierten Emitterschicht, welche den ersten (roten) und den zweiten (grünen) Emitter umfasste, durch Befolgen der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

## Elektrolumineszenzspektren

**[0143]** Das Elektrolumineszenzspektrum für Beispiel 5 wurde unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben ist, und zeigte eine Struktur abwechselnder roter, grüner und blauer Streifen, wobei die roten und grünen Emissionsstrukturen den Bereichen entsprachen, welche durch den selektiven Thermotransfer über LITT strukturiert wurden.

## Beispiel 6

**[0144]** Beispiel 6 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

## Zubereitung des Rezeptors

**[0145]** Eine Lösung aus 2-mTNATA mit 6,0 Masse-% in Toluol von HPLC-Güte wurde angefertigt, einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf gestreiftes Pixel-ITO-Glas schleuderbeschichtet, um eine lösungsmittlempfindliche Schicht mit einer trockenen Dicke von 162 nm zu erhalten. Unter Verwendung von Toluol wurde die beschichtete Schicht selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

## Zubereitung des Donors

**[0146]** TAPC, TPOB (sublimiert) und Ir(ppy)<sub>2</sub>(tmhd) (ein grüner Emitter) wurden in einem Masseverhältnis von 45:45:10 vereinigt, mit Chlorbenzol auf 1.78 Masse-% verdünnt und für 20 Minuten bei 70°C auf einer Heizplatte gerührt. Die resultierende Lösung wurde einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf einen Donorfilm schleuderbeschichtet, welcher, wie in der allgemeinen Zubereitung beschrieben, zubereitet wurde, um eine Transferschicht mit einer trockenen Dicke von 45 nm zu erhalten.

## Selektiver Thermotransfer der strukturierten Emitterschicht

**[0147]** Die Transferschicht von dem Donor wurde durch LITI auf den Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht zu erhalten, welche jeden zweiten ITO-Streifen überdeckte. Es wurde ein Laser mit einer Leistung von 4 Watt in einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz verwendet. Die angeforderte Linienbreite betrug 110 Mikrometer mit einem Rastermaß von 330 Mikrometer, und die Strahlungsdosis war 0,90 J/cm<sup>2</sup>.

## Ablagerung der unstrukturierten Emitterschicht und Ablagerung der Kathode

**[0148]** Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf der strukturierten Emitterschicht unter Befolgung der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

## Zubereitung von Kontrollvorrichtungen für Beispiel 6

**[0149]** Es wurden zwei Kontrollvorrichtungen für Beispiel 6 zubereitet. Die erste Kontrollvorrichtung wurde durch Befolgen der Verfahrensweise zubereitet, welche verwendet wurde, um Beispiel 6 zuzubereiten, außer dass bei der selektiven thermischen Übertragung der Transferschicht das Rastermaß 165 Mikrometer betrug, was zu einer Struktur führte, welche jeden ITO-Streifen überdeckte. Die zweite Kontrollvorrichtung wurde auch durch Befolgen der Verfahrensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 6 verwendet wurde, außer dass die Zubereitung des Donors und die thermische Übertragung der Transferschicht weglassen wurden.

Folglich wurde bei der zweiten Kontrollvorrichtung die unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, unmittelbar auf der lösungsmittlempfindlichen Schicht und ohne eine dazwischen liegende strukturierte Emitterschicht angeordnet.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0150]** Die Elektrolumineszenzspektren für die Vorrichtung des Beispiels 6 und seiner beiden Kontrollvorrichtungen wurden unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben wurde. Die Vorrichtung des Beispiels 6 zeigte eine Struktur abwechselnder grüner und blauer Streifen, wobei die grüne Emissionsstruktur dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurde. Die erste Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur grüner Streifen, welche dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITT strukturiert wurde, und die zweite Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur blauer Streifen, welche der Struktur der ITO-Streifen entsprach.

#### Beispiel 7

**[0151]** Beispiel 7 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

**[0152]** Beispiel 7 wurde durch Befolgen der Vorgehensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 6 beschrieben ist, außer dass in der lösungsmittlempfindlichen Schicht, welche auf dem Rezeptor abgelagert wurde, 2-mTNATA durch ST 1693.S ersetzt wurde und diese Schicht so aufgebracht wurde, dass sie eine trockene Dicke von 140 nm aufwies. Es wurden auch zwei Kontrollvorrichtungen für Beispiel 7 durch Befolgen der Vorgehensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 6 beschrieben ist, außer der Gegenwart der lösungsmittlempfindlichen Schicht auf dem Rezeptor, welche ST 1693.S statt 2-mTNATA enthielt.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0153]** Die Elektrolumineszenzspektren für die Vorrichtung des Beispiels 7 und seiner beiden Kontrollvorrichtungen wurden unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 6 beschrieben wurde. Die Vorrichtung des Beispiels 7 zeigte eine Struktur abwechselnder grüner und blauer Streifen, wobei die grüne Emissionsstruktur dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurde. Die erste Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur grüner Streifen, welche dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurde, und die zweite Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur blauer Streifen, welche der Struktur der ITO-Streifen entsprach.

#### Beispiel 8

**[0154]** Beispiel 8 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

#### Zubereitung des Rezeptors

**[0155]** Eine Lösung aus ST 755.S wurde mit 5,0 Masse-% in Chlorbenzol zubereitet, für 20 Minuten bei 70°C auf einer Heizplatte gerührt, einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf gestreiftes Pixel-ITO-Glas schleuderbeschichtet. Das beschichtete ITO-Glas wurde für 10 Minuten bei 80°C unter einer Stickstoff-Atmosphäre gebacken, um eine lösungsmittlempfindliche Schicht mit einer trockenen Dicke von 126 nm zu erhalten. Unter Verwendung von Toluol wurde die beschichtete Schicht selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

#### Zubereitung des Donors

**[0156]** ST 755.S, TPOB (sublimiert) und Ir(btp)<sub>2</sub>(tmhd) (ein roter Emitter) wurden in einem Masseverhältnis von 44,26:44,26:11,5 vereinigt, mit Chlorbenzol auf 1.71 Masse-% verdünnt und für 20 Minuten bei 70°C auf



einer Heizplatte gerührt. Die resultierende Lösung wurde einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf einen Donorfilm schleuderbeschichtet, welcher, wie in der allgemeinen Zubereitung beschrieben, zubereitet wurde, um nach Backen für 10 Minuten bei 80°C unter einer Stickstoff-Atmosphäre eine Transferschicht mit einer trockenen Dicke von 45 nm zu erhalten.

#### Zubereitung von Kontrollvorrichtungen für Beispiel 8

**[0157]** Es wurden zwei Kontrollvorrichtungen für Beispiel 8 zubereitet. Die erste Kontrollvorrichtung wurde durch Abbilden der Transferschicht von dem Donor auf den Rezeptor unter Verwendung eines Lasers bei einer Leistung von 4 Watt mit einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz zubereitet. Die angeforderte Linienbreite betrug 110 Mikrometer mit einem Rastermaß von 165 Mikrometer und einer Strahlungsdosis von 0,90 J/cm<sup>2</sup>, was zu einer abgebildeten Struktur führte, welche jeden ITO-Streifen überdeckte. Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf dem strukturierten Emitter unter Befolgung der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

**[0158]** Die zweite Kontrollvorrichtung wurde auch durch Befolgen der Verfahrensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 8 verwendet wurde, außer dass die Zubereitung des Donors und die thermische Übertragung der Transferschicht weglassen wurden. Folglich wurde bei der zweiten Kontrollvorrichtung die unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, unmittelbar auf der lösungsmittlempfindlichen Schicht und ohne eine dazwischen liegende strukturierte Emitterschicht angeordnet.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0159]** Die Elektrolumineszenzspektren für die Vorrichtung des Beispiels 8 und seiner beiden Kontrollvorrichtungen wurden unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben wurde. Die erste Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur roter Streifen, welche dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurde, und die zweite Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur blauer Streifen, welche der Struktur der ITO-Streifen entsprach.

#### Beispiel 9

**[0160]** Beispiel 9 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

**[0161]** Beispiel 9 wurde durch Befolgen der Vorgehensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 8 beschrieben ist, außer dass in der lösungsmittlempfindlichen Schicht, welche auf dem Substrat abgelagert wurde, ST 755.S durch ST 1693.S ersetzt wurde und diese Schicht so aufgebracht wurde, dass sie eine trockene Dicke von 140 nm aufwies. Zusätzlich wurde die Lösung aus ST 1693.S mit 6,0 Masse-% in Toluol angefertigt und für 5 Minuten bei Raumtemperatur gerührt, bevor sie filtriert und schleuderbeschichtet wurde. Es wurden auch zwei Kontrollvorrichtungen für Beispiel 9 durch Befolgen der Vorgehensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 8 beschrieben ist, außer der Gegenwart des ST 1693.S in der lösungsmittlempfindlichen Schicht, welche statt des ST 755.S auf dem Rezeptor abgelagert wurde.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0162]** Die Elektrolumineszenzspektren für die beiden Kontrollvorrichtungen wurden unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 6 beschrieben ist. Die erste Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur roter Streifen, welche dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurde, und die zweite Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur blauer Streifen, welche der Struktur der ITO-Streifen entsprach.

#### Beispiel 10

**[0163]** Beispiel 10 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, bei welcher Transferschichten, welche einen ersten Emitter und einen zweiten Emitter umfassen, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen werden, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungs-

mittelempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen dritten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

#### Zubereitung des Rezeptors

**[0164]** Eine Lösung aus ST 755.S wurde mit 5,0 Masse-% in Chlorbenzol zubereitet, für 20 Minuten bei 70°C auf einer Heizplatte gerührt, durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf gestreiftes Pixel-ITO-Glas schleuderbeschichtet. Das beschichtete ITO-Glas wurde für 10 Minuten bei 80°C unter einer Stickstoff-Atmosphäre gebacken, um eine lösungsmittlempfindliche Schicht mit einer trockenen Dicke von 126 nm zu erhalten. Unter Verwendung von Toluol wurde die beschichtete Schicht selektiv von Abschnitten des ITO-Bereichs entfernt, um Kontaktbereiche zum Verbinden des Rezeptors mit einer Stromversorgung bereitzustellen.

#### Zubereitung des Donors

**[0165]** Zum Zubereiten eines ersten Donors entsprechend des ersten Emitters wurden ST 755.S, TPOB und  $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{tmhd})$  (ein roter Emitter) in einem Masseverhältnis von 44,26:44,26:11,5 vereinigt, mit Chlorbenzol auf 1,71 Masse-% verdünnt und für 20 Minuten bei 70°C auf einer Heizplatte gerührt. Die resultierende Lösung wurde einmal durch ein Puradisc-Filter filtriert und auf einen Donorfilm schleuderbeschichtet, welcher, wie in der allgemeinen Zubereitung beschrieben, zubereitet wurde, um nach Backen in einem Ofen für 10 Minuten bei 80°C unter einer Stickstoff-Atmosphäre eine Transferschicht mit einer trockenen Dicke von 45 nm zu erhalten. Ein zweiter Donor, entsprechend des zweiten Emitters, wurde auf die gleiche Weise zubereitet, wobei jedoch der rote Emitter durch einen grünen Emitter,  $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{tmhd})$ , ersetzt wurde.

#### Selektiver Thermotransfer der strukturierten Emitterschichten

**[0166]** Die Transferschicht von dem ersten Donor wurde durch LITI auf den Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht zu erhalten. Es wurde ein Laser mit einer Leistung von 4 Watt in einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz verwendet. Die angeforderte Linienbreite betrug 110 Mikrometer mit einem Rastermaß von 495 Mikrometer, und die Strahlungs-dosis war 0,90 J/cm<sup>2</sup>. Die Transferschicht von dem zweiten Donor wurde dann durch LITI und unter Verwendung der gleichen Laseranordnung auf dem gleichen Rezeptor abgebildet, um eine strukturierte Emitterschicht bereitzustellen, welche einen ersten (roten) und einen zweiten (grünen) Emitter umfasste. Der Ursprung für die Transferschicht, welche den grünen Emitter enthielt, wurde +165 Mikrometer in Bezug auf den Ursprung für die Transferschicht verschoben, welche den roten Emitter enthielt.

#### Ablagerung der unstrukturierten Emitterschicht und Ablagerung der Kathode

**[0167]** Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf der strukturierten Emitterschicht, welche den ersten (roten) und den zweiten (grünen) Emitter umfasste, durch Befolgen der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0168]** Das Elektrolumineszenzspektrum für Beispiel 10 wurde unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben ist, und zeigte eine Struktur abwechselnder roter, grüner und blauer Streifen, wobei die roten und grünen Emissionsstrukturen den Bereichen entsprachen, welche durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurden.

#### Beispiel 11

**[0169]** Beispiel 11 (Referenzbeispiel) illustriert ein Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung gemäß der Erfindung, bei welcher eine Transferschicht, welche einen ersten Emitter umfasst, selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen wird, um eine strukturierte Emitterschicht auf einer lösungsmittlempfindlichen Schicht zu bilden, und eine Schicht, welche einen zweiten Emitter umfasst, auf der strukturierten Emitterschicht angeordnet wird, um eine unstrukturierte Emitterschicht bereitzustellen.

#### Zubereitung der elektrolumineszenten Vorrichtung

**[0170]** Ein Donor wurde gemäß der Verfahrensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 1 be-

schrieben ist, und die Transferschicht wurde selektiv thermisch auf einen Rezeptor übertragen, welcher eine lösungsmittlempfindliche Schicht enthielt, welche gemäß der Verfahrensweise zubereitet wurde, welche in Verbindung mit Beispiel 9 beschrieben ist, um eine strukturierte Emitterschicht zu erhalten. Es wurden zwei Laser mit einer Leistung von 16 Watt in einer unidirektionalen Abtastung mit einer dreieckigen Dither-Struktur und einer Frequenz von 400 kHz verwendet. Die angeforderte Linienbreite betrug 110 Mikrometer mit einem Rastermaß von 165 Mikrometer, und die Strahlungsdosis war  $0,650 \text{ J/cm}^2$ . Eine unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, und eine zweischichtige Kathode wurden dann auf der strukturierten Emitterschicht unter Befolgung der in Verbindung mit Beispiel 1 beschriebenen Verfahrensweise für die Ablagerung dieser Schichten abgelagert.

#### Zubereitung der Kontrollvorrichtung für Beispiel 11

**[0171]** Eine Kontrollvorrichtung wurde auch durch Befolgen der Verfahrensweise zubereitet, welche in Verbindung mit Beispiel 11 verwendet wurde, außer dass die Zubereitung des Donors und die thermische Übertragung der strukturierten Emitterschicht weglassen wurden. Folglich wurde die unstrukturierte Emitterschicht, welche blauen Perylen-Farbstoff enthielt, unmittelbar auf der lösungsmittlempfindlichen Schicht und ohne eine dazwischen liegende strukturierte Emitterschicht angeordnet.

#### Elektrolumineszenzspektren

**[0172]** Die Elektrolumineszenzspektren für die Vorrichtung des Beispiels 11 und seiner Kontrollvorrichtung wurden unter Verwendung der Verfahrensweise beobachtet, welche in Verbindung mit Beispiel 2 beschrieben wurde. Die Vorrichtung des Beispiels 11 zeigte eine Struktur abwechselnder gelber und blauer Streifen, wobei die gelbe Emissionsstruktur dem Bereich entsprach, welcher durch den selektiven Thermotransfer über LITI strukturiert wurde. Die Kontrollvorrichtung zeigte eine Struktur blauer Streifen, welche der Struktur der ITO-Streifen entsprach.

**[0173]** Die vorangehende ausführliche Beschreibung und die Beispiele wurden nur zur Verständnisklärung gegeben. Daraus dürfen keine unnötigen Beschränkungen abgeleitet werden. Die Erfindung ist nicht auf die genauen Einzelheiten beschränkt, welche gezeigt und beschrieben wurden, da Variationen, welche Durchschnittsfachleuten offensichtlich sind, in die Erfindung einbezogen sind, welche durch die Ansprüche definiert ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer elektrolumineszenten Vorrichtung, umfassend:  
Bereitstellen einer unstrukturierten Schicht, die einen ersten Emitter umfasst; und  
selektives thermisches Übertragen eines Teils einer Übertragungsschicht, die einen zweiten Emitter umfasst, auf die unstrukturierte Emitterschicht, um eine strukturierte Emitterschicht, die den zweiten Emitter umfasst und die auf der unstrukturierten Emitterschicht angeordnet ist, zu bilden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das selektive thermische Übertragen eines Teils einer zweiten Übertragungsschicht, die einen dritten Emitter umfasst, auf die unstrukturierte Emitterschicht umfasst, um eine zweite strukturierte Emitterschicht, die den dritten Emitter umfasst und die auf der unstrukturierten Emitterschicht angeordnet ist, zu bilden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die unstrukturierte Emitterschicht eine undotierte Elektronentransportschicht, eine dotierte Elektronentransportschicht, eine undotierte Lochsperrschicht, eine dotierte Lochsperrschicht, eine undotierte Elektroneninjectionsschicht, eine dotierte Elektroneninjectionsschicht oder eine Kombination derselben ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das ferner das Anordnen einer Anode auf der strukturierten Emitterschicht und der unstrukturierten Emitterschicht umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Vorrichtung ferner eine Lochtransportschicht, eine Lochinjektionsschicht, eine Elektronensperrschicht, oder eine Kombination derselben umfasst, die zwischen der strukturierten Emitterschicht und der Anode angeordnet ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Seite der unstrukturierten Emitterschicht, die der strukturierten Emitterschicht gegenüberliegt, an einer Kathode befestigt ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die unstrukturierte Emitterschicht lösungsmittlempfindlich ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

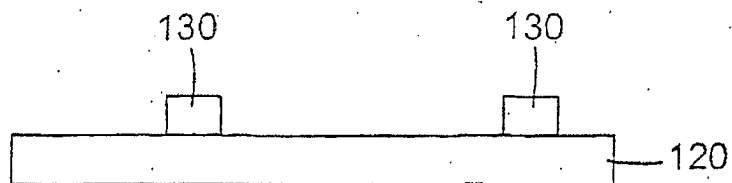


FIG. 1A

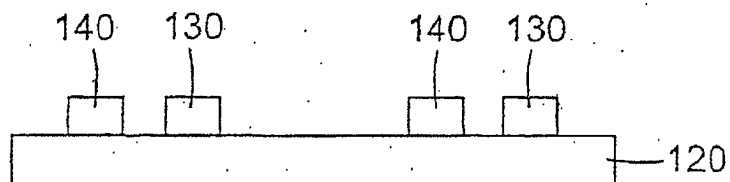


FIG. 1B

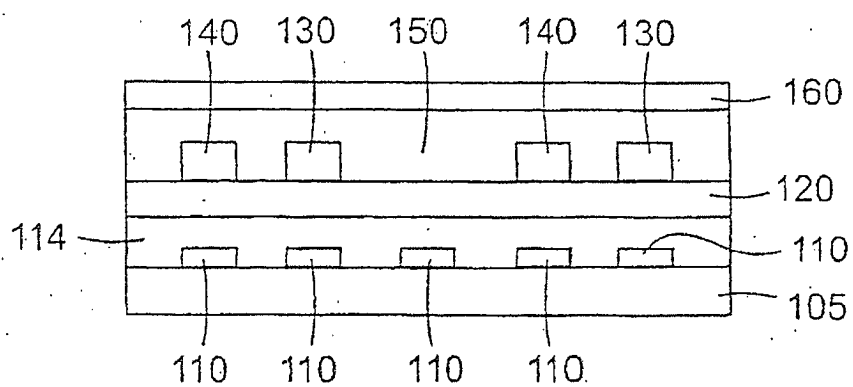


FIG. 1C

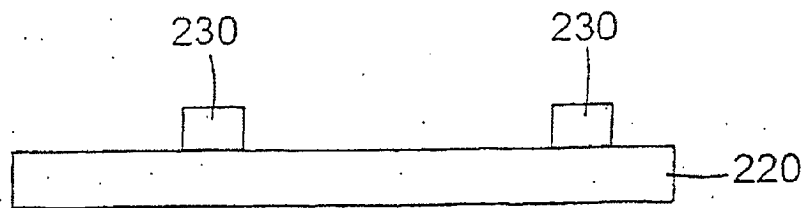


FIG. 2A

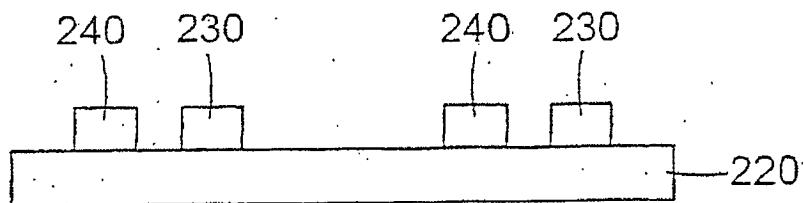


FIG. 2B

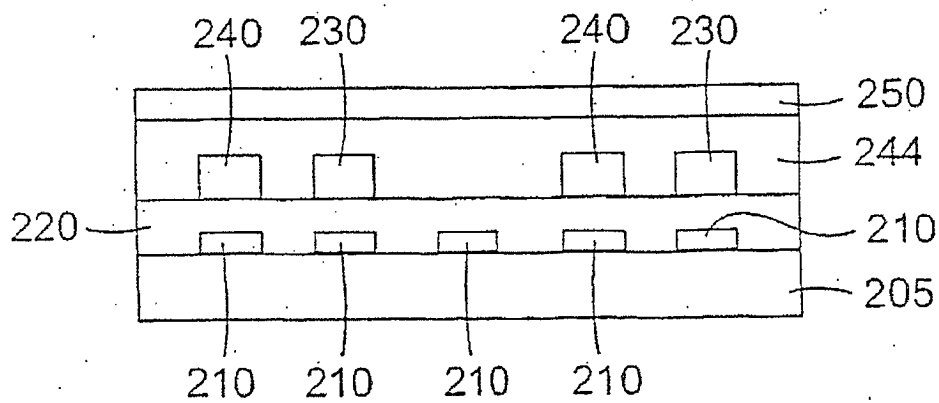


FIG. 2 C