



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 24 349 T2 2009.01.22**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 311 140 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 24 349.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 025 108.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.11.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.05.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H05B 33/14 (2006.01)**

H05B 33/12 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
5970 08.11.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
LG Display Co., Ltd., Seoul, KR

(72) Erfinder:
Aziz, Hany, Burlington, Ontario L7P3Y6, CA; Vong, Cuong, Hamilton, Ontario L9C3H5, CA; Hu, Nan-Xing, Oakville, Ontario L6H6B4, CA; Popvic, Zoran D., Mississauga, Ontario L5L2Z8, CA; Hor, Ah-Mee, Mississauga, Ontario L5L5B1, CA

(74) Vertreter:
**TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR
Patentanwälte, 81679 München**

(54) Bezeichnung: **Organisches Licht emittierende 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 eingelebt, 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] Diese Erfindung betrifft organische Leuchtdioden (organische EL-Dioden). Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung im Wesentlichen stabile EL-Dioden, die eine relativ lange Betriebslebensdauer aufweisen, wie beispielsweise mindestens etwa 1.000 Stunden, bevor ihre Leuchtdichte auf einige Prozent ihres anfänglichen Wertes, wie beispielsweise etwa 50 Prozent der anfänglichen Leuchtdichte, fällt, und wobei die Dioden im Wesentlichen stabil bei hohen Temperaturen, wie beispielsweise 70°C bis 100°C, sind.

[0002] Eine Anzahl von organischen EL-Dioden sind aus einem Laminat aus einem organischen lumineszierenden Material und Elektroden mit entgegen gesetzter Polarität hergestellt worden, wobei die Dioden ein Einkristallmaterial, wie beispielsweise Einkristall-Anthracen, als die Lumineszenz-Substanz einschließen, wie es, zum Beispiel, in U.S. Patent 3,530,325 beschrieben ist. Es wird angenommen, dass diese Typen von Dioden Anregungsspannungen in der Ordnung von 100 Volt oder größer erfordern.

[0003] Wie in einem Artikel von S. Naka et al. angedeutet ist, sind organische Leuchtdioden aus einer einzigen gemischten Schicht im Allgemeinen weniger effizient als mehrschichtige organische Leuchtdioden. Es wird angenommen, dass diese Dioden, die nur eine einzige gemischte Schicht aus einem Lochtransportmaterial, wie beispielsweise NPB (N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin), und einem emittierenden Elektronentransportmaterial, wie beispielsweise Alq3 (Tris(8-hydroxychinolin)aluminium, einschließen, instabil sind und eine schlechte Effizienz aufweisen. Zudem kann die einzige gemischte Schicht zu hohen Kriechströmen und folglich schlechter Effizienz führen.

[0004] Während ein kürzlicher Fortschritt in der Forschung über organische EL das Potenzial von organischen EL-Dioden für weit verbreitete Anwendungen erhöht hat, kann die Betriebsstabilität von gegenwärtig verfügbaren Dioden in einigen Fällen unter den Erwartungen liegen. Die Effektivität dieser organischen Leuchtdioden verschlechtert sich für einen Betrieb der Diode bei hoher Temperatur. Im Allgemeinen kann die Diodenlebensdauer um einen Faktor von etwa 2 für jedes 10°C-Inkrement in der Betriebstemperatur reduziert werden. Zudem wird bei hohen Temperaturen die Anfälligkeit der organischen Leuchtdioden zum Abbau erhöht. Als eine Folge ist die Betriebslebensdauer dieser organischen Leuchtdioden bei einem normalen Displayleuchtdichteniveau von etwa 100 cd/m² auf, zum Beispiel, etwa einige Hundert Stunden oder weniger bei Temperaturen von 60°C bis 80°C eingeschränkt.

[0005] US-A-5925980 offenbart eine organische Elektrolumineszenz-Diode, die in der folgenden Reihenfolge ein Substrat; einen ersten elektrischen Kontakt, der als Anode fungiert; einen Bereich, der einen Lochtransportbereich, einen abgestuften Bereich und einen Elektronentransportbereich umfasst; und einen zweiten elektrischen Kontakt umfasst, der als Kathode fungiert. Der Lochtransportbereich enthält eine aromatische Amin-Verbindung.

[0006] EP-A-704912 offenbart eine Elektrolumineszenz-Diode, die eine Anode, eine organische Lochinjektions- und -transportzone, eine organische Elektroneninjektions- und -transportzone und eine Kathode umfasst.

[0007] US-A-5858562 offenbart eine Elektrolumineszenz-Diode, die eine Anode, einen Lochtransportbereich, eine Potenzialbarrierenschicht, eine Lichtemissionsschicht und eine Kathode umfasst.

[0008] Diese Erfindung stellt in Ausführungsformen organische Leuchtdioden mit, zum Beispiel, hervorragenden Betriebslebensdauern zur Verfügung. Die organischen Leuchtdioden gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können eine Betriebsstabilität bei hohen Temperaturen wie, zum Beispiel, eine Betriebslebensdauer von einigen hundert Stunden, wie beispielsweise 1.200 Stunden, bei einer hohen Helligkeit von, zum Beispiel, etwa 1.500 Candela pro Quadratmeter (cd/m²) bei Temperaturen von 70°C bis 100°C zur Verfügung stellen, was bis zu einigen Tausend Stunden, wie beispielsweise etwa 10.000 Stunden, für eine typische Displayleuchtdichte von etwa 100 cd/m² bei Temperaturen von 80°C bis 100°C entspricht. Die organische Leuchtdiode gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigt ebenfalls reduzierte Erhöhungen in der Antriebsspannung wie, zum Beispiel, Erhöhungen von nicht mehr als 5 Prozent des anfänglichen Werts der Antriebsspannung sogar nach einem Betrieb über etwa 250 Stunden bei einer Temperatur von 90°C.

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt eine organische Leuchtdiode gemäß Anspruch 1 zur Verfügung. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargelegt.

[0010] Aspekte der vorliegenden Erfindung betreffen eine organische Leuchtdiode, umfassend:

(i) eine Anode;

- (ii) eine Lochtransportschicht, umfassend eine Mischung eines Porphyrins und eines Lochtransportmaterials;
- (iii) einen gemischten Bereich, umfassend eine Mischung aus (1) einem Lochtransportmaterial und (2) einem Elektronentransportmaterial, und wobei der gemischte Bereich wahlweise ein organisches lumineszierendes Material enthält;
- (iv) eine Kathode; und
- (v) ein Thermoschutzelement, welches auf einer aus der Anode und Kathode beschichtet ist, worin die organische Leuchtdiode wahlweise weiterhin umfasst;
- (vi) einen zwischen den gemischten Bereich und die Kathode eingefügten Elektronentransportbereich;

eine Diode, worin mindestens eines vorliegt von (A) das Lochtransportmaterial (ii), (iii) und das ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus tertiären aromatischen Aminen und Indolocarbazolen; und (B) worin mindestens eines des Elektronentransportmaterials (iii), (v) ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Metalloxinoiden, Stilbenen, Triazinen und Chinolinen; eine Diode, worin mindestens eines vorliegt von (A) das Lochtransportmaterial oder -komponente in der Lochtransportschicht und die Lochtransportkomponente, die den gemischten Bereich umfasst, sind gleich oder ähnlich; und (B) worin ein Elektronentransportbereich ausgewählt ist und worin die Elektronentransportkomponente, die den gemischten Bereich umfasst, (iii) und der Elektronentransportbereich (v) die gleichen oder ähnlich sind; eine Diode, worin mindestens eines vorliegt von (A) die Lochtransportkomponente, die die Lochtransportschicht umfasst, und die Lochtransportkomponente, die den gemischten Bereich umfasst, sind unterschiedliche Komponenten; und (B) worin ein Elektronentransportbereich vorhanden ist und worin die Elektronentransportkomponente, die in dem Elektronentransportbereich enthalten ist, und die Elektronentransportkomponente, die den gemischten Bereich enthält, unterschiedliche Komponenten sind; eine Diode, worin das Porphyrin ein Phthalocyanin darstellt; eine Diode, worin das Porphyrin Kupfer-Phthalocyanin (CuPc) darstellt; eine Diode, worin die Lochtransportschicht (ii) 25 Gew.-% bis 99 Gew.-% CuPc und 75 Gew.-% bis 1 Gew.-% der Lochtransportkomponente umfasst und worin die Gesamtheit davon etwa 100 Prozent sind; eine Diode, worin die Lochtransportschicht (ii) 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% CuPc und 50 Gew.-% bis 1 Gew.-% der Lochtransportkomponente umfasst; eine Diode, worin die Lochtransportkomponente der Lochtransportschicht (ii) ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) oder N,N'-Bis(p-biphenyl)-N,N'-diphenylbenzidin (Biphenyl TPD), 5,11-Di-naphthyl-5,11-dihydroindolo[3,2-b]carbazol und 2,8-Dimethyl-5,11-di-naphthyl-5,11-dihydroindolo[3,2-b]carbazol; eine Diode, worin der gemischte Bereich (iii) 20 Gew.-% bis 80 Gew.-% einer Lochtransportkomponente aus einem tertiären aromatischen Amin und 80 Gew.-% bis 20 Gew.-% einer Elektronentransportkomponente aus einem Metalloxinoid umfasst; eine Diode, worin der gemischte Bereich (iii) 35 Gew.-% bis 65 Gew.-% der Lochtransportkomponente und 65 Gew.-% bis 35 Gew.-% einer Elektronentransportkomponente umfasst; eine Diode, worin die Lochtransportkomponente von (iii) ein tertiäres aromatisches Amin darstellt, das ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) oder N,N'-Bis(p-biphenyl)-N,N'-diphenylbenzidin (Biphenyl TPD), und die Elektronenkomponente ein Metalloxinoid darstellt, das ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3) und Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq); eine Diode, worin der gemischte Bereich 0,01 Gew.-% bis 10 Gew.-% einer fluoreszierenden Lumineszenz-Komponente umfasst; eine Diode, worin die fluoreszierende Komponente ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Coumarin, Dicyanomethylenpyranen, Polymethin, Oxabenzanthran, Xanthen, Pyrylium, Carbostyl, Perylen, Acridon, Chinacridon, Rubren, Anthracen, Coronen, Phenanthrecen, Pyren, Butadien, Stilben, Lanthanoidmetallchelat-Komplexe, Seltenerdmetallchelat-Komplexe und 4-(Dicyanomethylen)-2-1-propyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran; eine Diode, worin die fluoreszierende Komponente ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Rubren, N,N'-Dimethylchinacridon (DMQ), 10-2-(Benzothiazolyl)-2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H,11H-(1)benzopyrano(6,7-8-ij)chinolizin-11-on (C545T); eine Diode, worin der gemischte Bereich 3 Gew.-% bis 30 Gew.-% einer phosphoreszierenden Lumineszenz-Komponente umfasst; eine Diode, worin die phosphoreszierende Komponente ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphinplatin(II) (PtOEP) und fac-Tris(2-phenylpyridin)iridium (Ir(ppy)3); eine Diode, worin der Elektronentransportbereich mindestens zwei Schichten umfasst; eine Diode, worin (1) eine erste Schicht des Elektronentransportbereichs mit dem gemischten Bereich in Kontakt steht und wobei die erste Schicht eine Komponente umfasst, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Metalloxinoiden und Chinolinen; und (2) die zweite Schicht des Elektronentransportbereichs mit der Kathode in Kontakt steht und wobei die zweite Schicht eine Komponente umfasst, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Metalloxinoiden, Phthalocyaninen und Triazinen; eine Diode, worin die erste Schicht ein Metalloxinoid aus Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3) oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq) umfasst; und die zweite Schicht ein Metalloxinoid aus Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3) oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq); ein Phthalocyanin aus Kupfer-Phthalocyanin (CuPc); oder ein Triazin aus 4,4'-Bis-[2-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazinyl)]-1,1'-biphenyl; 4,4'-Bis-[2-(4,6-di-p-tolyl-1,3,5-triazinyl)]-1,1'-biphenyl,

4,4'-Bis-[2-(4,6-di-m-tolyl-1,3,5-triazinyl)]-1,1'-biphenyl umfasst; eine Diode, worin mindestens eines vorliegt von (A) der Anode, die eine Schicht aus Indiumzinnoxid umfasst, und (B) der Kathode, die eine Schicht umfasst, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus (i) einer Schicht, die Mg und Ag umfasst; (ii) einer Schicht, die Al umfasst; (iii) einer Schicht, die Indiumzinnoxid umfasst; und (iv) einer Schicht, die (1) eine organische Verbindung, (2) Mg und (3) Ag umfasst; eine Diode, worin die Kathode weiterhin ein Alkalimetall oder eine Verbindung davon umfasst; eine Diode, worin das Alkalimetall ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Li, Na, K und Cs; eine Diode, worin die Thermoschutzbeschichtung eine Schicht aus SiO, SiO₂ oder Mischungen davon umfasst; eine Diode, worin der gemischte Bereich eine Dicke von 5 Nanometer bis 500 Nanometer aufweist; die Lochtransportschicht eine Dicke von 5 Nanometer bis 250 Nanometer aufweist; und der Elektronentransportbereich eine Dicke von 5 Nanometer bis 100 Nanometer aufweist; eine Diode, umfassend

- (i) eine Lochtransportschicht, die auf die Anode beschichtet ist und 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% Kupfer-Phthalocyanin (CuPc) und 50 Gew.-% bis 1 Gew.-% einer Lochtransportkomponente umfasst;
- (ii) einen gemischten Bereich, der sich auf dem Lochtransportbereich befindet, der 35 Gew.-% bis 65 Gew.-% N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) oder N,N'-Bis(p-biphenyl)-N,N'-diphenylbenzidin (Biphenyl TPD) und 65 Gew.-% bis 35 Gew.-% Tris(8-hydroxychinolin)aluminium oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium umfasst, worin alle Gewichtsprozente auf der Basis des Gesamtgewichts der Komponenten vorliegen, die den gemischten Bereich umfassen und worin die Dicke des gemischten Bereichs 20 Nanometer bis 200 Nanometer beträgt;
- (iii) einen Elektronentransportbereich, der sich auf dem gemischten Bereich befindet, der Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3) oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq) umfasst, worin die Dicke des Elektronentransportbereichs 5 Nanometer bis 50 Nanometer beträgt;
- (iv) eine Kathode, die sich auf dem Elektronentransportbereich befindet; eine Diode, worin der gemischte Bereich weiterhin einen enthält aus
 - (i) 0,2 Gew.-% bis 2 Gew.-% einer Lumineszenz-Komponente, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Rubren, N,N'-Dimethylchinacridon (DMQ), 10-2-(Benzothiazolyl)-2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H,11H-(1)benzopyropyrano(6,7-8-ij)chinolizin-11-on (C545T);
 - (ii) 0,2 Gew.-% bis 5 Gew.-% (2-(1,1-Dimethylethyl)-6-(2-(2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H-benzo(ij)chinolizin-9-yl)ethenyl-4H-pyran-4-yliden)propandinitril (DCJTB); und
 - (iii) 5 Gew.-% bis 15 Gew.-% 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphinplatin(II) (PtOEP), worin alle Gewichtsprozente auf der Basis des Gesamtgewichts der Komponenten vorliegen, die den gemischten Bereich umfassen; eine Diode, umfassend
 - (i) eine Anode aus Indiumzinnoxid mit einer Dicke von 30 bis 300 Nanometer und wobei die Anode auf einem Substrat vorhanden ist, wobei die Anode und das Substrat in der Lage sind, mindestens 70% Strahlung einer Wellenlänge von 400 Nanometer bis 750 Nanometer durchzulassen;
 - (ii) eine Lochtransportschicht, die sich auf der Anode befindet und in Kontakt mit ihr steht, und wobei die Schicht 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% Kupfer-Phthalocyanin (CuPc) und 50 Gew.-% bis 1 Gew.-% einer Lochtransportkomponente umfasst;
 - (iii) einen gemischten Bereich, der sich auf dem Lochtransportbereich befindet, der 35 Gew.-% bis 65 Gew.-% N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) oder N,N'-Bis(p-biphenyl)-N,N'-diphenylbenzidin (Biphenyl TPD) und 65 Gew.-% bis 35 Gew.-% Tris(8-hydroxychinolin)aluminium oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium umfasst, worin alle Gewichtsprozente auf der Basis des Gesamtgewichts der Komponenten vorliegen, die den gemischten Bereich umfassen, und worin die Dicke des gemischten Bereichs 20 Nanometer bis 200 Nanometer beträgt;
 - (iv) einen Elektronentransportbereich, der sich auf dem gemischten Bereich befindet, der Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3) oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq) umfasst;
 - (v) eine Kathode, die sich auf dem Elektronentransportbereich befindet, die eine von (1) einer Schicht, umfassend eine Mg:Al-Legierung oder Al von einer Dicke von 50 Nanometer bis 500 Nanometer; und (2) einer ersten Schicht, umfassend 40 Vol.-% bis 55 Vol.-% Mg; 2 Vol.-% bis 10 Vol.-% Ag; und 55 Vol.-% bis 40 Vol.-% Alq3, worin die Dicke der ersten Schicht 100 Nanometer bis 600 Nanometer beträgt, und die mit einer zweiten Schicht von einer Dicke von 50 Nanometer bis 500 Nanometer beschichtet ist und die ein Metall oder eine Metall-Legierung umfasst; und
 - (vi) eine Thermoschutzschicht, und wobei die Schicht SiO, SiO₂ oder Mischungen davon von einer Dicke von 100 Nanometer bis 1.000 Nanometer umfasst; eine Diode, worin
 - (i) die Anode Indiumzinnoxid mit einer Dicke von 30 bis 300 Nanometer darstellt, und wobei die Anode auf ein Substrat beschichtet ist;
 - (ii) die Lochtransportschicht sich auf der Anode befindet und wobei die Schicht 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% Kupfer-Phthalocyanin (CuPc) und 50 Gew.-% bis 1 Gew.-% einer Lochtransportkomponente umfasst, und wobei die Schicht eine Dicke von 5 Nanometer bis 100 Nanometer aufweist;
 - (iii) einen gemischten Bereich, der sich auf dem Lochtransportbereich befindet, der 35 Gew.-% bis 65

Gew.-% N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) oder N,N'-Bis(p-biphenyl)-N,N'-diphenylbenzidin (Biphenyl TPD) und 65 Gew.-% bis 35 Gew.-% Tris(8-hydroxychinolin)aluminium oder Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium umfasst, und wobei die Dicke des gemischten Bereichs 20 Nanometer bis 200 Nanometer beträgt;

(iv) einen Elektronentransportbereich, der sich auf dem gemischten Bereich befindet, der (1) eine Schicht von einer Dicke von 5 Nanometer bis 25 Nanometer, die mit dem gemischten Bereich in Kontakt steht, und (2) eine zweite Schicht von einer Dicke von 5 Nanometer bis 25 Nanometer umfasst, die mit der Kathode in Kontakt steht, und wobei die zweite Schicht Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3), Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq), Kupfer-Phthalocyanin (CuPc) umfasst;

(v) eine Kathode, die sich auf dem Elektronentransportbereich befindet, die eine von (1) einer Schicht, umfassend eine Mg:Al-Legierung oder Al von einer Dicke von 50 Nanometer bis 500 Nanometer; und (2) einer ersten Schicht umfasst, umfassend 40 Vol.-% bis 55 Vol.-% Mg; 2 Vol.-% bis 10 Vol.-% Ag und 55 Vol.-% bis 40 Vol.-% Alq3, worin die Dicke der ersten Schicht 100 Nanometer bis 600 Nanometer beträgt, und die mit einer zweiten Schicht von einer Dicke von 50 Nanometer bis 500 Nanometer beschichtet ist und die ein Metall oder eine Metall-Legierung umfasst; und

(vi) eine Thermoschutzschicht, die sich auf der Kathode befindet, von einer Dicke von 100 Nanometer bis 1.000 Nanometer; eine Diode, worin der gemischte Bereich in der Lage ist, Licht in Antwort auf Loch-Elektronen-Rekombination zu emittieren; eine Diode, worin jeder der Bereiche 1 bis 7 Schichten enthält; eine Diode, worin jeder der Bereiche 2 bis 4 Schichten enthält; eine Diode, worin die Lochtransportkomponente oder die Elektronentransportkomponente von (iii) zusätzlich als ein lumineszierendes Material fungiert; eine Diode, die weiterhin ein lumineszierendes Material in (iii) einschließt; eine Elektrolumineszenz-(EL-)Diode, umfassend

(i) eine Anode;

(ii) eine einzige Lochtransportschicht, umfassend eine Mischung eines Porphyrins und eines Lochtransportmaterials;

(iii) einen gemischten Bereich, wobei der Bereich eine Schicht oder eine Vielzahl an Schichten, wie beispielsweise 2 bis 7 oder typischerweise 2 bis 4 Schichten, darstellen kann, wobei jede eine Dicke von, zum Beispiel, 5 Nanometer bis 5.000 Nanometer aufweist und umfassend eine Mischung aus (1) einem Lochtransportmaterial und (2) einem Elektronentransportmaterial, und wobei der gemischte Bereich weiterhin ein organisches lumineszierendes Material umfassen kann; und worin der gemischte Bereich Licht in Antwort auf Loch-Elektronen-Rekombination emittiert;

(iv) eine Kathode; und

(v) ein Thermoschutzelement oder -schicht, welches auf eine aus der Anode und der Kathode oder sowohl auf die Anode als auch auf die Kathode beschichtet ist, und wahlweise einen Elektronentransportbereich, wobei der Bereich eine Schicht oder eine Vielzahl an Schichten, wie beispielsweise 2 bis 7 oder typischerweise 2 bis 4 Schichten, darstellen kann, die zwischen dem gemischten Bereich und der Kathode eingefügt ist.

[0011] Es wird angenommen, dass die Lochtransportschicht und der Elektronentransportbereich funktionieren, um einen ausgeglicheneren Ladungsinjektionsprozess zu erreichen und ein Kriechen der Träger zu den GegenElektroden zu reduzieren, und deshalb eine höhere Effizienz im Vergleich mit anderen organischen Leuchtdioden zeigen können, Bezugnahme, zum Beispiel, organische Leuchtdioden, die in den U.S. Patenten 5,853,905; 5,925,980; 6,114,055 und 6,130,001 offenbart sind.

[0012] Ein Beispiel einer organischen Leuchtdiode gemäß spezifischen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 1](#) veranschaulicht, worin die organische Leuchtdiode **10** eine erste Elektrode **12** umfasst, die als eine Lochinjektionsanode dient; auf der ersten Elektrode **12** eine einzige Lochtransportschicht **13** laminiert oder beschichtet ist, die eine Mischung aus einem Porphyrin und einem Lochtransportmaterial umfasst, auf der Lochtransportschicht **13** ein gemischter Bereich **14** laminiert oder beschichtet ist, der eine Mischung aus (1) einem Lochtransportmaterial und (2) einem Elektronentransportmaterial umfasst, und wobei der gemischte Bereich ein organisches lumineszierendes Material wie, zum Beispiel, ein fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Material enthalten kann; auf den gemischten Bereich **14** ein Elektronentransportbereich **15** laminiert oder beschichtet ist; und auf den Elektronentransportbereich **15** eine zweite Elektrode **16** laminiert oder beschichtet ist, die als eine Elektroneninjektionselektrode dient.

[0013] In Abhängigkeit von den Ladungstransporteigenschaften der verwendeten Materialien kann es in Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wünschenswert sein, den Elektronentransportbereich auszuschließen, der sich, zum Beispiel, zwischen den gemischten Bereich und der Kathode befindet; und worin der gemischte Bereich mit der Kathode in Kontakt steht. Eine beispielhafte Ausführungsform der vorstehend erwähnten, organischen Leuchtdiode ist in [Fig. 2](#) veranschaulicht, worin die Diode **20** eine erste Elektrode **22**

umfasst, die als eine Lochinjektionsanode dient; auf der ersten Elektrode **22** eine einzige Lochtransportschicht **23** laminiert ist, die eine Mischung aus Porphyrin und einem Lochtransportmaterial umfasst; auf die Lochtransportschicht **23** ein gemischter Bereich **24** laminiert ist, der eine Mischung aus (1) einem Lochtransportmaterial, wobei das Material auch als ein lumineszierendes Material fungieren kann, und (2) einem Elektronentransportmaterial umfasst, und wobei der gemischte Bereich ein organisches lumineszierendes Material wie, zum Beispiel, ein fluoreszierendes oder phosphoreszierendes Material, enthält; und auf den gemischten Bereich **24** eine zweite Elektrode **26** laminiert ist, die als eine Elektroneninjektionselektrode dient. In Ausführungsformen umfassen die Lochtransportschichten **13**, **23** 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% des Porphyrins und 50 Gew.-% bis 1 Gew.-% des Lochtransportmaterials, und wobei die Leistung der organischen Leuchtdioden **10** und **20** von dem Mischverhältnis des Porphyrins und des Lochtransportmaterials in den Lochtransportschichten **13** und **23** abhängen kann. Ein Thermoschutzelement ist ebenfalls auf die erste Elektrode **12**, **22** oder auf die zweite Elektrode **16**, **26** laminiert, ein Thermoschutzelement ist auf eine Kathode, eine Anode oder beide laminiert.

[0014] Das Lochtransportmaterial, das die Lochtransportschichten **13**, **23** umfasst, und das Lochtransportmaterial, das die gemischten Bereiche **14**, **24** umfasst, können die gleichen Materialien oder unterschiedliche Materialien sein, und wobei die Verwendung von unterschiedlichen Lochtransportmaterialien in den gemischten Bereichen **14**, **24** und den Lochtransportbereichen **13**, **23** zu einer Anzahl von wünschenswerten Merkmalen wie, zum Beispiel, Erhöhung der Stabilität der organischen Leuchtdioden **10**, **20** führen kann.

[0015] Genauso können das Elektronentransportmaterial, das den gemischten Bereich **14** umfasst, und das Elektronentransportmaterial, das den Elektronentransportbereich **15** umfasst, das gleiche Material oder unterschiedliche Materialien sein, und wobei die Verwendung von unterschiedlichen Elektronentransportmaterialien in dem gemischten Bereich **14** und dem Elektronentransportbereich **15** wünschenswerte Merkmale wie, zum Beispiel, Erhöhung der Effizienz der organischen Leuchtdiode **10** ermöglichen kann. Die in den unterschiedlichen Schichten des mehrschichtigen Elektronentransportbereichs verwendeten Elektronentransportmaterialien können ebenfalls unterschiedlich oder ähnlich sein.

[0016] Eine der Elektroden umfasst einen metallorganischen, gemischten Bereich, der (i) eine erste Komponente aus Metall wie, zum Beispiel, Mg; (ii) eine zweite Komponente aus organischem Material wie, zum Beispiel AlQ_3 ; und (iii) mindestens eine dritte Komponente einschließt, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Metallen, organischen Materialien und anorganischen Materialien wie, zum Beispiel, Ag. Die Kathode **16** der organischen Leuchtdiode kann deshalb, zum Beispiel, einen metallorganischen gemischten Bereich umfassen, der (i) eine erste Komponente aus Metall wie, zum Beispiel, Mg; (ii) eine zweite Komponente aus organischem Material wie, zum Beispiel, AlQ_3 ; und (iii) mindestens eine dritte Komponente einschließt, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Metallen, organischen Materialien und anorganischen Materialien wie, zum Beispiel, Ag.

[0017] Die organischen Leuchtdioden können in Ausführungsformen unter Wechselstrom-(AC-) und/oder Gleichstrom-(DC-)Antriebsbedingungen betrieben werden. AC-Antriebsbedingungen können ausgedehnte Betriebslebensdauern, insbesondere in Betriebsbedingungen der Diode bei hoher Temperatur, zur Verfügung zu stellen. Spezifischere Spannungswerte schließen, zum Beispiel, 3 bis 20 Volt und spezifischer 5 bis 15 Volt ein; Gleichströme schließen, zum Beispiel, 1 bis 1.000 mA/cm^2 Dichte und spezifischer 10 mA/cm^2 bis 200 mA/cm^2 ein.

[0018] Die Anoden **12**, **22** können geeignete positive Ladungsinjektionselektroden, wie beispielsweise Indiumzinnoxid (ITO), Silizium, Zinnoxid, Gold oder Platin umfassen. Andere geeignete Materialien für die Anode schließen elektrisch leitfähigen Kohlenstoff, π -konjugierte Polymere, wie beispielsweise Polyanilin, Polythiophen, Polypyrrol, mit, zum Beispiel, einer Arbeitsfunktion gleich zu oder größer als 4 eV und spezifischer von 4 eV bis 6 eV ein.

[0019] Die Anoden **12**, **22** können irgendeine geeignete Form aufweisen. Eine dünne, leitfähige Schicht kann auf ein lichtdurchlässiges Substrat, zum Beispiel, eine transparente oder im Wesentlichen transparente Glasplatte oder Kunststofffolie beschichtet sein, folglich kann die Anode eine lichtdurchlässige Anode umfassen, die aus Zinnoxid oder Indiumzinnoxid (ITO) gebildet ist, das auf eine Glasplatte beschichtet ist. Ebenfalls können sehr dünne, lichttransparente, metallische Anoden mit einer Dicke von, zum Beispiel, weniger als 200 Å und spezifischer 75 Å bis 150 Å verwendet werden, und wobei diese dünnen Anoden Metalle, wie beispielsweise Gold oder Palladium, umfassen können. Zudem können transparente oder semi-transparente, dünne Schichten aus leitfähigem Kohlenstoff oder konjugierten Polymeren, wie beispielsweise Polyanilin, Polythiophen oder Polypyrrol, mit einer Dicke von, zum Beispiel, 50 Å bis 175 Å als Anoden ausgewählt werden. Eine Anzahl von Beispielen für die Anoden **12**, **22** und die Kathoden **16**, **26** sind in U.S. Patent 4,885,211 offenbart.

Die Dicke der Anoden **12, 22** können 1 Nanometer bis 5.000 Nanometer und spezifischer 30 Nanometer bis 300 Nanometer betragen.

[0020] Die Lochtransportschichten **13, 23** können ein Porphyrin und das Lochtransportmaterial in verschiedenen Mengenverhältnissen umfassen. Typischerweise umfasst die Lochtransportschicht 25 Gew.-% bis 99 Gew.-% eines Porphyrins und 75 Gew.-% bis 1 Gew.-% des Lochtransportmaterials. Spezifischer umfasst diese Schicht 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% des Porphyrins und 50 Gew.-% bis 1 Gew.-% des Lochtransportmaterials. Die Leistung der organischen Leuchtdioden **10, 20** in Ausführungsformen kann von dem Mengenverhältnis des Porphyrins und des Lochtransportmaterials in den Lochtransportschichten **13, 23** abhängen.

[0021] Geeignete Porphyrine, die für die Lochtransportschichten **13, 23** ausgewählt werden können, schließen die Porphyrine, wie sie in U.S. Patent 4,356,429 offenbart sind; 1,10,15,20-Tetraphenyl-21H,23H-porphyrin-Kupfer (II), Kupfer-Phthalocyanin ein.

[0022] Geeignete Lochtransportmaterialien für die Lochtransportschichten **13, 23** in Kontakt mit, zum Beispiel, der Anode und den gemischten Bereichen **14, 24** schließen leitfähige Materialien, wie beispielsweise Polyanilin und seine mit Säure dotierten Formen, Polypyrrrol, Poly(phenylenvinyl) oder Mischungen davon ein. Spezifische veranschaulichende Beispiele der Lochtransportmaterialien schließen die aromatischen tertiären Amine, wie beispielsweise jene, ein, die in den U.S. Patenten 4,539,507; 4,720,432 und 5,061,569 veranschaulicht sind. Beispiele von tertiären aromatischen Aminen schließen Bis(4-dimethylamino-2-methylphenyl)phenylmethan, N,N,N-Tri(p-tolyl)amin, 1,1-Bis(4-di-p-tolylaminophenyl)cyclohexan, 1,1-Bis(4-di-p-tolylaminophenyl)-4-phenylcyclohexan, N,N'-Diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamin, aromatische Amine, wie es N,N,N',N'-Tetraarylbenzidine sind, ein. Veranschaulichende Beispiele von N,N,N',N'-Tetraarylbenzidinen stellen N,N'-Di-1-naphthyl-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamin, 4,4'-Bis(9-carbazol)-1,1'-biphenyl-Verbindungen wie 4,4'-Bis(9-carbazol)-1,1'-biphenyl, Bezugnahme, die Indolocarbazole, die Komponenten aus den U.S. Patenten 5,942,340 und 5,952,115 wie, zum Beispiel, 5,11-Di-naphthyl-5,11-dihydroindolo[3,2-b]carbazol und 2,8-Dimethyl-5,11-di-naphthyl-5,11-dihydroindolo[3,2-b]carbazol dar, und wobei die Lochtransportschichten **13, 23** eine Dicke von 1 Nanometer bis 500 Nanometer oder 5 Nanometer bis 150 Nanometer und spezifischer 10 Nanometer bis 50 Nanometer aufweisen können. Die gemischten Bereiche **14, 24** umfassen weiterhin ein Elektronentransportmaterial. Mindestens eine von der Lochtransportmaterialschicht und der Elektronentransportmaterialschicht, die zur Bildung des gemischten Bereichs verwendet werden, können in Ausführungsformen ausgewählt werden, um als ein lumineszierendes Material zu fungieren. Zudem können die gemischten Bereiche weiterhin ein lumineszierendes Material zusätzlich zu dem Lochtransportbereich und dem Elektronentransport umfassen. Die Elektronentransportmaterialien, die für die gemischten Bereiche **14, 24** und den Elektronentransportbereich **15** in Kontakt mit dem gemischten Bereich **14** ausgewählt werden können, können die gleichen oder unterschiedliche Materialien darstellen. Zudem können die Elektronentransportmaterialien, die in den unterschiedlichen Schichten des mehrschichtigen Elektronentransportbereichs verwendet werden, unterschiedlich oder ähnlich sein.

[0023] Veranschaulichende Beispiele der Elektronentransportmaterialien für die gemischten Bereiche **14, 24** und den Elektronentransportbereich **15** schließen die Metalloxinoide, wie sie in den U.S. Patenten 4,539,507; 5,151,629; 5,150,006; 5,141,671 und 5,846,666 offenbart sind; Tris(8-hydroxychinolinat)aluminium (AlQ₃); Bis(8-hydroxychinolato)-(4-phenylphenolato)aluminium (Balq); Tris(8-hydroxychinolinat)gallium; Bis(8-hydroxychinolinat)magnesium; Stilben-Derivate, wie beispielsweise jene, die in U.S. Patent 5,516,577 offenbart sind, wobei solches Stilben, zum Beispiel, 4,4'-Bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl einschließt; Metallthioxinoid-Verbindungen, wie sie in U.S. Patent 5,846,666 veranschaulicht sind, wie Metallthioxinoid-Verbindungen aus Bis(8-chinolinthiolato)zink, Bis(8-chinolinthiolato)cadmium, Tris(8-chinolinthiolato)gallium; Bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]zink; Bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazolato]beryllium; Bis[5-(4-chlorphenyl)-2-(2-hydroxyphenyl)-1,3,4-oxadiazolato]zink; Bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-p-pyridyl-1,3,4-oxadiazolato]zink; Bis[2-(2-hydroxyphenyl)-5-p-pyridyl-1,3,4-oxadiazolato]beryllium für die gemischten Bereiche **14, 24** und in dem Elektronentransportbereich **15** Chinoline wie, zum Beispiel, 1,4-Bis(4-phenylchinolin-2-yl)benzol, 4,4'-Bis(4-phenylchinolin-2-yl)-1,1'-biphenyl (TA); Triazine, wie sie in U.S. Patent 6,057,048 und U.S. Patent 6,229,012 beschrieben sind, 4,4'-Bis[2-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazinyl)]-1,1'-biphenyl, 2,4,6-Tris(4-biphenyl)-1,3,5-triazin ein.

[0024] Typischerweise umfassen die gemischten Bereiche **14, 24** 20 Gew.-% bis 80 Gew.-% des Lochtransportmaterials und 80 Gew.-% bis 20 Gew.-% des Elektronentransportmaterials. Spezifischer umfassen die gemischten Bereiche **14, 24** 35 Gew.-% bis 65 Gew.-% des Lochtransportmaterials und 65 Gew.-% bis 35 Gew.-% des Elektronentransportmaterials. Weiterhin können in Ausführungsformen, in denen der gemischte Bereich ein lumineszierendes Material umfasst, die gemischten Bereiche **14, 24**, zum Beispiel, 0,01 Gew.-%

bis 10 Gew.-% des fluoreszierenden lumineszierenden Materials oder 0,01 Gew.-% bis 25 Gew.-% eines phosphoreszierenden lumineszierenden Materials umfassen, wo bei alle Gewichtsprozente auf der Basis des Gesamtgewichts der Materialien vorliegen, die den gemischten Bereich umfassen.

[0025] Veranschaulichende Beispiele von lumineszierenden Materialien, wobei die Materialien in dem gemischten Bereich enthalten sein und/oder eine Komponente sein können, die in der Diode vorhanden ist, die als ein Lichtemitter fungieren können, schließen fluoreszierende Farbstoffe wie, zum Beispiel, jene, die in U.S. Patent 4,769,292 offenbart sind, wie Coumarin, Dicyanomethylenpyrane, Polymethin, Oxabenzanthran, Xanthen, Pyrylium, Carbostyl, Perylen, Farbstoffe, die ausgewählt sind aus bekannten Chinacridon-Derivaten, wobei Beispiele von Chinacridon-Derivaten N,N'-Dimethylchinacridon, N,N'-Dimethyl-2-methylchinacridon, N,N'-Dimethyl-2,9-dimethylchinacridon, die Chinacridon-Farbstoffe wie Chinacridon, 2-Methylchinacridon darstellen, wie sie in den U.S. Patenten 5,227,252; 5,276,381 und 5,593,788 beschrieben sind, Perylen, Rubren, Anthracen, Coronen, Phenanthrecen, Pyren und dergleichen, wie sie in U.S. Patent 3,172,862 veranschaulicht sind, Butadiene, wie beispielsweise 1,4-Diphenylbutadien und Tetraphenylbutadien und Stilbene, wie sie in den U.S. Patenten 4,356,429 und 5,516,577 veranschaulicht sind; fluoreszierende Materialien, die in U.S. Patent 5,601,903 beschrieben sind; fluoreszierende Komponenten, die in U.S. Patent 5,935,720 veranschaulicht sind, wie, zum Beispiel, 4-(Dicyanomethylen)-2-1-propyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran und (2-(1,1-Dimethylethyl)-6-(2-(2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H-benzo(ij)chinolizin-9-yl)ethenyl)-4H-pyran-4-yliden)propandinitril (DCJTB); bekannte Coumarine, 10-2-(Benzothiazolyl)-2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H,11H-(1)benzopyropyrano(6,7-8-ij)chinolizin-11-on (C545T) und jene, die in U.S. Patent 6,020,078 offenbart sind; Lanthanoidmetallchelat-Komplexe wie, zum Beispiel, Tris(acetylacetato)(phenanthrolin)terbium; phosphoreszierende Verbindungen, wie beispielsweise organometallische Verbindungen, die Schwermetallatome enthalten, die zu einer Spin-Orbit-Kupplung führen können, wie beispielsweise jene, die in Baldo et al., „Highly efficient organic phosphorescent emission from organic electroluminescent devices“, Letters to Nature, Band 395, S. 151–154 (1998) offenbart sind; 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphin)platin(II) (PtOEP) und andere wie, zum Beispiel, jene, die in U.S. Patent 6,048,630 offenbart sind, und fac-Tris(2-phenylpyridin)iridium (Ir(ppy)₃) ein. Die gemischten Bereiche **14, 24** können eine Dicke von 10 Nanometer bis 2.000 Nanometer oder 20 Nanometer bis 200 Nanometer aufweisen. Eine Reduzierung der Dicke der gemischten Bereiche **14, 24** kann zu einer gewünschten Abnahme in der Betriebsspannung der organischen Leuchtdiode und einer unerwünschten Abnahme in der Leuchtdichte (und EL-Effizienz) der organischen Leuchtdiode führen.

[0026] Die gemischten Bereiche **14, 24** können durch irgendein geeignetes Verfahren gebildet werden, das die Bildung von ausgewählten Mischungen aus dem Lochtransportmaterial, dem Elektronentransportmaterial und dem wahlweisen lumineszierenden Material ermöglicht. Zum Beispiel können die gemischten Bereiche **14, 24** durch Coverdampfung des Lochtransportmaterials, des Elektronentransportmaterials und des lumineszierenden Materials gebildet werden.

[0027] Der Elektronentransportbereich **15** kann ein Elektronentransportmaterial mit einer Dicke von, zum Beispiel, 1 Nanometer bis 100 Nanometer oder 5 Nanometer bis 50 Nanometer aufweisen. In Ausführungsformen, in denen ein mehrschichtiger Elektronentransportbereich **15** ausgewählt ist, besitzen die individuellen Schichten eine Dicke von, zum Beispiel, mindestens 1 Nanometer oder 1 Nanometer bis 10 Nanometer.

[0028] Die Kathoden **16, 26**, die auf dem Elektronentransportbereich **15** oder dem gemischten Bereich **24** gebildet sind, können geeignete Elektroneninjektionsmaterialien, wie beispielsweise Metalle, einschließlich Komponenten mit hoher Arbeitsfunktion, wie beispielsweise Metalle mit, zum Beispiel, einer Arbeitsfunktion von 4 eV bis 6 eV oder Komponenten mit niedriger Arbeitsfunktion, wie beispielsweise Metalle mit, zum Beispiel, einer Arbeitsfunktion von 2 eV bis 4 eV umfassen. Die Kathoden **16, 26** können eine Kombination aus einem Metall mit niedriger Arbeitsfunktion, weniger als 4 eV, und mindestens einem anderen Metall umfassen. Effektive Verhältnisse des Metalls mit niedriger Arbeitsfunktion zu dem zweiten oder anderen Metall betragen weniger als 0,1 Gew.-% bis 99,9 Gew.-%. Veranschaulichende Beispiele von Metallen mit niedriger Arbeitsfunktion schließen Alkalimetalle, wie beispielsweise Lithium oder Natrium; Gruppe **2A** oder Erdalkalimetalle, wie beispielsweise Beryllium, Magnesium, Calcium oder Barium; und Gruppe **III** Metalle, einschließlich Seltenerdmetalle und die Actinidgruppenmetalle, wie beispielsweise Scandium, Yttrium, Lanthan, Cer, Europium, Terbium oder Actinium, Lithium, Magnesium und Calcium sind spezifischere Metalle mit niedriger Arbeitsfunktion; die Mg-Ag-Legierungs-Kathoden, die in U.S. Patent 4,885,211 und U.S. Patent 4,720,432 beschrieben sind, ein. Die Kathode kann ebenfalls einen metallorganischen gemischten Bereich umfassen, einschließlich (i) einer ersten Komponente aus Metall wie, zum Beispiel, Mg; (ii) einer zweiten Komponente aus organischem Material wie, zum Beispiel, AlQ₃; und (iii) mindestens einer dritten Komponente, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Metallen, organischen Materialien und anorganischen Materialien wie, zum Beispiel, Ag. Spezifische Ka-

thoden sind in U.S. Patent 5,429,884 beschrieben, und wobei die Kathoden aus Lithium-Legierungen mit anderen Metallen mit hoher Arbeitsfunktion, wie beispielsweise Aluminium und Indium, gebildet sein können. Die Kathoden **16, 26** können ebenfalls eine Elektroneninjektionsschicht in Kontakt mit dem Elektronentransportbereich **15** oder dem gemischten Bereich **24** einschließen, die, zum Beispiel, ein isolierendes Material, wie beispielsweise ein Oxidmaterial oder eine Alkalimetall-Verbindung, umfasst, wie es in U.S. Patenten 5,457,565; 5,608,287 und 5,739,635 veranschaulicht ist. Die Dicke der Kathoden **16, 26** kann, zum Beispiel, 10 Nanometer bis 1.000 Nanometer betragen.

[0029] Ein Thermoschutzelement ist auf den Kathoden **16, 26** und/oder den Anoden **12, 22** gebildet. Typischerweise stellt das Thermoschutzelement eine Schicht, die SiO, SiO₂ und/oder Mischungen davon umfasst, und mit einer Dicke dar, die von 300 Nanometer bis 5.000 Nanometer reicht.

[0030] Die folgenden Beispiele werden zur Verfügung gestellt. In diesen Beispielen bezieht sich ein „Bereich“ auf eine Schicht, wenn nicht anders angegeben.

BEISPIEL I

Beispiel, um die Betriebsstabilität bei 90°C zu demonstrieren:

[0031] Eine organische Leuchtdiode, die eine Struktur aufwies, wie beispielsweise die Diode **10** in [Fig. 1](#), wurde gebildet und bewertet. In dieser Diode wurden Kupfer-Phthalocyanin (CuPc), N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) und Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq₃) jeweils als das Porphyrin, Lochtransportmaterial und das Elektronentransportmaterial verwendet, die die Lochtransportschicht **13**, den gemischten Bereich **14** und den Elektronentransportbereich **15** in der organischen Leuchtdiode **10** umfassten. Die Lochtransportschicht **13** umfasste etwa 75 Gew.-% CuPc und etwa 25 Gew.-% NPB. Der gemischte Bereich **14** umfasste etwa 50 Gew.-% NPB und etwa 50 Gew.-% Alq₃. Die Dicke der Lochtransportschicht **13** betrug etwa 25 Nanometer; die Dicke des gemischten Bereichs **14** betrug etwa 80 Nanometer; und die Dicke des Elektronentransportbereichs **15** betrug etwa 20 Nanometer. Die Lochtransportschicht **13**, die gemischte Schicht **14** und der Elektronentransportbereich **15** wurden zwischen der Anode **12**, die Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Dicke von etwa 200 Nanometer umfasste, das auf ein Glassubstrat vorbeschichtet war; und einer Kathode **16** gebildet, die eine Mg:Ag-(Gewicht von 10:1)Legierung umfasste, die eine Dicke von etwa 120 Nanometer aufwies. Ein Thermoschutzelement, das Siliziummonooxid (SiO) umfasste und eine Dicke von etwa 200 Nanometer aufwies, wurde auf die Kathode **16** beschichtet.

[0032] Die organische Leuchtdiode wurde unter Verwendung eines Vakuumverdampfungsprozesses bei einem Druck von etwa 6×10^{-6} Torr hergestellt. Die Lochtransportschicht **13** wurde Coverdampfung von reinem, etwa 100 Prozent für reinen Durchsatz, CuPc und reinem, etwa 100 Prozent für reinen Durchsatz, NPB aus getrennten Quellen hergestellt, wobei die Verdampfungsrate der individuellen Quellen bei etwa 3 A/s und 1 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis zu erhalten. Genauso wurde der gemischte Bereich **14** durch Coverdampfung von reinem NPB und reinem Alq₃ aus getrennten Quellen hergestellt, wobei die Verdampfungsrate von jedem bei etwa 3 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis des gemischten Bereichs **14** zu erhalten.

[0033] Im Anschluss an die Bildung der organischen Lochtransportschicht **13**, des gemischten Bereichs **14** und des Elektronentransportbereichs **15** wurde die Metallkathode **16** auf dem Elektronentransportbereich **15** ohne Unterbrechung des Vakuums abgeschieden.

[0034] Die Betriebslebensdauer wurde mit der vorstehenden organischen Leuchtdiode getestet, die bei einer Temperatur von 90°C in Stickstoffgas unter AC-Antriebsbedingungen bei einer durchschnittlichen, konstanten Stromdichte von 31,25 mA/cm² betrieben wurde. Bei dieser Stromdichte erzeugte die organische Leuchtdiode eine grüne Emission bei einer Leuchtdichte von etwa 600 cd/m² (Candela pro Quadratmeter).

[0035] Aus Betriebslebensdauertests betrug die Dioden-Halbwertszeit (die Zeit, die verlief, bevor die Diodenleuchtdichte auf die Hälfte der anfänglichen Leuchtdichte abnahm) von einer anfänglichen Leuchtdichte von etwa 600 cd/m² etwa 500 Stunden für einen kontinuierlichen Diodenbetrieb bei einer Temperatur von 90°C. Weil die Dioden-Halbwertszeit bei einer anfänglichen Leuchtdichte von etwa 600 cd/m² gemessen wird, die etwa 6 Mal heller als eine typische, anfängliche Displayleuchtdichte von 100 cd/m² unter normalen Bedingungen ist, stellt die gemessene Halbwertszeit von 500 Stunden eine beschleunigte Halbwertszeit unter hohen Belastungsbedingungen bei 90°C dar, die einer Halbwertszeit von etwa 3.000 Stunden (6×500 Stunden) bei 90°C unter einer typischen anfänglichen Displayleuchtdichte von 100 cd/m² entspricht.

BEISPIEL II

Beispiel, um die Betriebsstabilität bei 90°C zu demonstrieren:

[0036] Eine organische Leuchtdiode, die eine Struktur aufwies, wie beispielsweise Diode **10** in [Fig. 1](#), wurde gebildet und bewertet. In dieser Diode wurden Kupfer-Phthalocyanin (CuPc), N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) und Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq₃) jeweils als das Porphyrin, Lochtransportmaterial und das Elektronentransportmaterial verwendet, die die Lochtransportschicht **13**, den gemischten Bereich **14** und den Elektronentransportbereich **15** in der organischen Leuchtdiode **10** umfassten. Die Lochtransportschicht **13** umfasste etwa 75 Gew.-% CuPc und etwa 25 Gew.-% NPB. Der gemischte Bereich **14** umfasste etwa 49,8 Gew.-% NPB, etwa 49,8 Gew.-% Alq₃ und etwa 0,4 Gew.-% eines Rubren-Fluoreszenz-Dotierungsmittels als ein lumineszierendes Material. Die Dicke der Lochtransportschicht **13** betrug etwa 25 Nanometer, die Dicke des gemischten Bereichs **14** betrug etwa 80 Nanometer und die Dicke des Elektronentransportbereichs **15** betrug etwa 20 Nanometer. Die Lochtransportschicht **13**, die gemischte Schicht **14** und der Elektronentransportbereich **15** wurden zwischen der Anode **12**, die Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Dicke von etwa 200 Nanometer umfasste, das auf ein Glassubstrat vorbeschichtet war; und einer Kathode **16** gebildet, die eine Mg:Ag-(Gewicht von 10:1)Legierung mit einer Dicke von etwa 120 Nanometer umfasste. Ein Thermoschutzelement, das Siliziummonooxid (SiO) umfasste und eine Dicke von etwa 200 Nanometer aufwies, wurde auf die Kathode **16** beschichtet.

[0037] Die organische Leuchtdiode wurde unter Verwendung eines Vakuumverdampfungsprozesses bei einem Druck von etwa 6×10^{-6} Torr hergestellt. Die Lochtransportschicht **13** wurde Coverdampfung von reinem CuPc und reinem NPB aus getrennten Quellen hergestellt, wobei die Verdampfungsrate der individuellen Quellen bei etwa 3 A/s und 1 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis für die Lochtransportschicht **13** zu erhalten. Genauso wurde der gemischte Bereich **14** durch Coverdampfung von reinem NPB, reinem Alq₃ und reinem Rubren aus getrennten Quellen hergestellt, wobei die Verdampfungsrate von jedem von etwa 0,1 A/s bis etwa 10 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis in dem gemischten Bereich **14** zu erhalten.

[0038] Im Anschluss an die Bildung der organischen Lochtransportschicht **13**, des gemischten Bereichs **14** und des Elektronentransportbereichs **15** wurde die Metallkathode **16** auf dem Elektronentransportbereich **15** ohne Unterbrechung des Vakuums abgeschieden.

[0039] Die Betriebslebensdauer wurde mit der organischen Leuchtdiode getestet, die bei einer Temperatur von 90°C in Stickstoffgas unter AC-Antriebsbedingungen bei einer durchschnittlichen, konstanten Stromdichte von 31,25 mA/cm² betrieben wurde. Bei dieser Stromdichte erzeugte die organische Leuchtdiode eine gelbe Emission bei einer Leuchtdichte von etwa 1.900 cd/m² (Candela pro Quadratmeter).

[0040] Aus Betriebslebensdauertests betrug die Dioden-Halbwertszeit (die Zeit, die verlief, bevor die Diodenleuchtdichte auf die Hälfte der anfänglichen Leuchtdichte abnahm) von einer anfänglichen Leuchtdichte von etwa 1.900 cd/m² etwa 500 Stunden für einen kontinuierlichen Diodenbetrieb bei einer Temperatur von 90°C. Weil die Dioden-Halbwertszeit bei einer anfänglichen Leuchtdichte von etwa 1.900 cd/m² gemessen wird, die etwa 19 Mal heller als eine typische, anfängliche Displayleuchtdichte von 100 cd/m² unter normalen Bedingungen ist, stellt die gemessene Halbwertszeit von 500 Stunden eine beschleunigte Halbwertszeit unter hohen Belastungsbedingungen bei 90°C dar, die einer Halbwertszeit von etwa 9.500 Stunden (19 × 500 Stunden) bei 90°C unter einer typischen anfänglichen Displayleuchtdichte von 100 cd/m² entspricht.

[0041] Beispiele I und II zeigen, zum Beispiel, dass organische Leuchtdioden gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Anwendungen verwendet werden können, wenn eine Dioden-Halbwertszeit von einigen Tausend Stunden bei einer anfänglichen Leuchtdichte von etwa 100 cd/m² bei Betriebsbedingungen bei hoher Temperatur wie, zum Beispiel, Temperaturen von etwa 80°C bis 100°C ausgewählt wird. Weiterhin können die organischen Leuchtdioden unterschiedliche Emissionsfarben wie, zum Beispiel, eine rote, gelbe, grüne oder blaue Emission, durch Verwendung unterschiedlicher lumineszierender Materialien in den gemischten Bereichen **14**, **24** erzeugen.

[0042] Im Gegensatz dazu ist die Halbwertszeit einer EL-Diode, die von Van Slyke et al. beschrieben ist, die einen Lochtransportbereich mit einer getrennten Schicht aus Porphyrin und einem getrennten Lochtransportmaterial enthält, bekannt, es wird angenommen, dass sie auf einige Hundert Stunden oder weniger bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100 cd/m² bei den vorstehenden hohen Temperaturen eingeschränkt ist, Bezugnahme ebenfalls, zum Beispiel, eine EL-Diode von J. R. Sheats et al., „Organic Electroluminescent De-

vices", Science 273, S. 884–888, 1996, und ebenfalls S. Tokito et al., „High-Temperature Operation of an Electroluminescent Device Fabricated Using a Novel Triphenamine Derivative", Appl. Phys. Lett. 69, 878 (1996).

BEISPIEL III

[0043] Eine erste organische Leuchtdiode (Diode III-A), die eine Struktur aufwies, wie beispielsweise Diode 10 in [Fig. 1](#), wurde gebildet und bewertet. In dieser Diode wurden Kupfer-Phthalocyanin (CuPc), N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) und Tris(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq₃) jeweils als das Porphyrin, Lochtransportmaterial und das Elektronentransportmaterial verwendet, die die Lochtransportschicht 13, den gemischten Bereich 14 und den Elektronentransportbereich 15 in der organischen Leuchtdiode 10 umfassten. Die Lochtransportschicht 13 umfasste etwa 75 Gew.-% CuPc und etwa 25 Gew.-% NPB. Der gemischte Bereich 14 umfasste etwa 49,8 Gew.-% NPB, etwa 49,8 Gew.-% Alq₃ und etwa 0,4 Gew.-% eines Rubren-Fluoreszenz-Dotierungsmittels als ein lumineszierendes Material. Die Dicke der Lochtransportschicht 13 betrug etwa 25 Nanometer; die Dicke des gemischten Bereichs 14 betrug etwa 80 Nanometer; und die Dicke des Elektronentransportbereichs 15 betrug etwa 20 Nanometer. Die Lochtransportschicht 13, die gemischte Schicht 14 und der Elektronentransportbereich 15 wurden zwischen der Anode 12, die Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Dicke von etwa 200 Nanometer umfasste, das auf ein Glassubstrat vorbeschichtet war; und einer Kathode 16 gebildet, die eine Mg:Ag-(Gewicht von 10:1)Legierung mit einer Dicke von etwa 120 Nanometer umfasste. Ein Thermoschutzelement, das Siliziummonooxid (SiO) umfasste und eine Dicke von etwa 200 Nanometer aufwies, wurde auf die Kathode 16 beschichtet.

[0044] Die organische Leuchtdiode wurde unter Verwendung eines Vakuumverdampfungsprozesses bei einem Druck von etwa 6×10^{-6} Torr hergestellt. Die Lochtransportschicht 13 wurde Coverdampfung von reinem CuPc und reinem NPB aus getrennten Quellen hergestellt, wobei die Verdampfungsrate der individuellen Quellen bei etwa 3 A/s und 1 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis der Lochtransportschicht 13 zu erhalten. Genauso wurde der gemischte Bereich 14 durch Coverdampfung von reinem NPB, reinem AlQ₃ und reinem Rubren aus getrennten Quellen erzeugt, wobei die Verdampfungsrate von jedem von etwa 0,1 A/s bis etwa 10 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis des gemischten Bereichs 14 zu erhalten.

[0045] Im Anschluss an die Bildung der organischen Lochtransportschicht 13, des gemischten Bereichs 14 und des Elektronentransportbereichs 15 wurde die Metallkathode 16 auf dem Elektronentransportbereich 15 ohne Unterbrechung des Vakuums abgeschieden.

[0046] Eine zweite organische Leuchtdiode (Diode III-B), die eine Struktur aufwies, die zu der ersten organischen Leuchtdiode III-A ähnlich war, aber die einen doppelschichtigen Lochtransportbereich aufwies, wurde ebenfalls zum Vergleich hergestellt und getestet. In dieser zweiten organischen Leuchtdiode enthielt der doppelschichtige Lochtransportbereich (1) eine Pufferschicht aus CuPc, etwa 15 Nanometer dick, die mit der Anode in Kontakt stand, und (2) eine Lochtransportschicht aus NPB, etwa 10 Nanometer dick, die auf die Pufferschicht laminiert war und mit dem gemischten Bereich in Kontakt stand. Diese zweite organische Leuchtdiode umfasste eine Anode, einen gemischten Bereich, einen Elektronentransportbereich, eine Kathode und ein (SO) Thermoschutzelement, wie vorstehend veranschaulicht.

[0047] Änderungen (Erhöhung) in der Antriebsspannung der ersten und zweiten Leuchtdioden wurden unter identischen Bedingungen getestet, wobei die Dioden bei einer Temperatur von 90°C in Stickstoffgas unter AC-Antriebsbedingungen bei einer durchschnittlichen, konstanten Stromdichte von 31,25 mA/cm² betrieben wurden. Bei dieser Stromdichte betrug die anfängliche Leuchtdichte der ersten Diode (Diode III-A) und zweiten Diode (Diode III-B) jeweils etwa 1.900 cd/m² und 1.750 cd/m² (Candela pro Quadratmeter), und betragen die Antriebsspannungen der zwei Dioden jeweils 9 Volt und 8,9 Volt. Tabelle III-1 zeigt die Erhöhung der Antriebsspannung der zwei Dioden als ein Prozentsatz der anfänglichen Antriebsspannung von jeder Diode nach kontinuierlichem Betrieb für die gezeigten Zeitdauern bei dieser Temperatur und Stromdichte.

TABELLE III-1

Vergangene Zeit	Prozentuale Erhöhung in der Antriebsspannung von Diode III-A	Prozentuale Erhöhung in der Antriebsspannung von Diode III-B
50 Stunden	Weniger als 1 Prozent	4 Prozent
100 Stunden	Weniger als 1 Prozent	15 Prozent
150 Stunden	1 Prozent	30 Prozent
200 Stunden	3 Prozent	40 Prozent
250 Stunden	5 Prozent	50 Prozent

[0048] Die Resultate in der Tabelle III-1 veranschaulichen, zum Beispiel, dass die Diode III-A eine höhere Antriebsspannungsstabilität in der Form einer viel kleineren Spannungserhöhung sogar nach Betreibung über 250 Stunden bei 90°C bei einer Stromdichte von 31,25 mA/cm² im Vergleich mit Diode III-B zeigt. Es wird daher angenommen, dass Diode III-A vielleicht geeigneter für bestimmte Anwendungen ist, die Betreibung der organischen Leuchtdioden bei erhöhten Temperaturen über ausgedehnte Zeitdauern auswählen können, und insbesondere wenn eine höhere Stabilität der Antriebsspannung gewünscht ist.

BEISPIEL IV

[0049] Eine erste organische Leuchtdiode (die hier nachstehend als Diode IV-A bezeichnet wird), die eine Struktur aufwies, wie beispielsweise Diode 10 in [Fig. 1](#), wurde gebildet und bewertet. In dieser Diode wurden Kupfer-Phthalocyanin (CuPc), N,N'-Di(naphthalin-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidin (NPB) und Tris(8-hydroxychinalin)aluminium (AlQ₃) jeweils als das Porphyrin, Lochtransportmaterial und das Elektronentransportmaterial verwendet. Die Lochtransportschicht 13 umfasste etwa 75 Gew.-% CuPc und etwa 25 Gew.-% NPB; und der gemischte Bereich 14 umfasste etwa 49,8 Gew.-% NPB, etwa 49,8 Gew.-% AlQ₃ und umfasste weiterhin etwa 0,4 Gew.-% eines Rubren-Fluoreszenz-Dotierungsmittels als ein lumineszierendes Material. Die Dicke der Lochtransportschicht 13 betrug etwa 25 Nanometer; die Dicke des gemischten Bereichs 14 betrug etwa 80 Nanometer; und die Dicke des Elektronentransportbereichs 15 betrug etwa 20 Nanometer. Die Lochtransportschicht 13, die gemischte Schicht 14 und der Elektronentransportbereich 15 wurden zwischen der Anode 12, die Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Dicke von etwa 200 Nanometer umfasste, das auf ein Glassubstrat vorbeschichtet war; und einer Kathode 16 gebildet, die eine Mg:Ag-(Gewicht von 10:1)Legierung mit einer Dicke von etwa 120 Nanometer umfasste. Ein Thermoschutzelement, das Siliziummonooxid (SiO) umfasste und eine Dicke von etwa 200 Nanometer aufwies, wurde auf die Kathode 16 beschichtet.

[0050] Die organische Leuchtdiode wurde unter Verwendung eines Vakuumverdampfungsprozesses bei einem Druck von etwa 6×10^{-6} Torr hergestellt. Die Lochtransportschicht 13 wurde Coverdampfung von reinem CuPc und reinem NPB aus getrennten Quellen hergestellt, wobei die Verdampfungsrate der individuellen Quellen bei etwa 3 A/s und 1 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis der Lochtransportschicht 13 zu erhalten. Genauso wurde der gemischte Bereich 14 durch Coverdampfung von reinem NPB, reinem AlQ₃ und reinem Rubren aus getrennten Quellen erzeugt, wobei die Verdampfungsrate von jedem von etwa 0,1 A/s bis etwa 10 A/s kontrolliert wurde, um das gewünschte Mischverhältnis des gemischten Bereichs 14 zu erhalten.

[0051] Im Anschluss an die Bildung der organischen Lochtransportschicht 13, des gemischten Bereichs 14 und des Elektronentransportbereichs 15 wurde die Metallkathode 16 auf dem Elektronentransportbereich 15 ohne Unterbrechung des Vakuums abgeschieden.

[0052] Eine zweite organische Leuchtdiode (die hier nachstehend als Diode IV-B bezeichnet wird), die in allen Bezügen zu Diode IV-A identisch war, aber in der die Lochtransportschicht 13 etwa 50 Gew.-% CuPc und etwa 50 Gew.-% NPB umfasste, wurde hergestellt, wobei der gleichen Prozedur für die Herstellung der Diode IV-A vorstehend exakt gefolgt wurde.

[0053] Eine dritte organische Leuchtdiode (die hier nachstehend als Diode IV-C bezeichnet wird), die in allen Bezügen zu Diode IV-A identisch war, aber in der die Lochtransportschicht 13 etwa 25 Gew.-% CuPc und etwa 75 Gew.-% NPB umfasste, wurde hergestellt, wobei der gleichen Prozedur für die Herstellung der Diode IV-A vorstehend exakt gefolgt wurde.

[0054] Eine vierte organische Leuchtdiode (die hier nachstehend als Diode IV-D bezeichnet wird), die in allen

Bezügen zu Diode IV-A identisch war, aber in der die Lochtransportschicht **13** CuPc umfasste, aber kein NPB umfasste, wurde hergestellt, wobei der gleichen Prozedur für die Diode IV-A exakt gefolgt wurde.

[0055] Eine fünfte organische Leuchtdiode (die hier nachstehend als Diode IV-E bezeichnet wird), die in allen Bezügen zu Diode IV-A identisch war, aber in der die Lochtransportschicht **13** NPB und kein CuPc umfasste, wurde hergestellt, wobei der gleichen Prozedur für die Diode IV-A exakt gefolgt wurde.

[0056] Die anfängliche Leuchtdichte bei einer Stromdichte von $31,25 \text{ mA/cm}^2$, anfängliche Antriebsspannung bei dieser Stromdichte und die Erhöhung in der Antriebsspannung nach etwa 200 Stunden bei Betrieb bei 90°C bei dieser Stromdichte sind in Tabelle IV-1 gezeigt.

TABELLE VI-1

Diode	Anfängliche Leuchtdichte bei einem Strom von $31,25 \text{ mA/cm}^2$	Anfängliche Antriebsspannung bei einem Strom von $31,25 \text{ mA/cm}^2$	Prozentuale Erhöhung in der Antriebsspannung nach etwa 200 Stunden bei Betrieb bei 90°C
IV-A	1900 cd/m^2	9,0 Volt	3 Prozent
IV-B	1950 cd/m^2	8,8 Volt	7 Prozent
IV-C	2050 cd/m^2	8,5 Volt	30 Prozent
IV-D	1650 cd/m^2	8,5 Volt	3 Prozent
IV-E	1900 cd/m^2	7,7 Volt	> 70 Prozent

[0057] Eine Erhöhung des Porphyrin-(CuPc)-Gehalts und eine Erniedrigung der Lochtransportschicht (NPB) in der Lochtransportschicht **13** der organischen Leuchtdiode **10** kann zu einer langsameren (gewünschten) Erhöhung in der Antriebsspannung der organischen Leuchtdiode mit einer Erniedrigung (ungewünscht) in der Dioden-Leuchtdichte (Leuchtdichte) führen.

[0058] Organische Leuchtdioden gemäß dieser Erfindung können in verschiedenen technologischen Anwendungen mit normaler Temperaturbedingung verwendet werden. Die Hochtemperatur-Betriebsstabilität der organischen Leuchtdioden ermöglicht ihnen weiterhin bei hohen Temperaturen und unter harten Bedingungen verwendet zu werden. Zum Beispiel können die Dioden in verschiedenen Typen von Displays, wie beispielsweise in Autos und anderen Typen von Fahrzeugen, Computerbildschirmen, Fernsehern und anderen derartigen elektronischen Vorrichtungen und Systemen verwendet werden. Zudem können die Dioden unter harten Bedingungen, wie beispielsweise in industriellen Anwendungen, verwendet werden, wo oft hohe Temperaturen vorhanden sind. Die Dioden stellen eine stabile Leistung bei hohen Temperaturen von mindestens, zum Beispiel, etwa 50°C bis etwa 70°C oder noch höher, zum Beispiel, etwa 100°C , über ausgedehnte Lebensdauern, wie beispielsweise mindestens etwa 1.000 Stunden, zur Verfügung. Die organischen Leuchtdioden gemäß dieser Erfindung können folglich in Anwendungen verwendet werden, in denen herkömmliche Doppelschicht-Dioden nicht geeignet sein würden.

Patentansprüche

1. Organische Leuchtdiode, umfassend:
 - (i) eine Anode;
 - (ii) eine Lochtransportschicht, umfassend eine Mischung eines Porphyrins und eines Lochtransportmaterials;
 - (iii) einen gemischten Bereich, umfassend eine Mischung aus (1) einem Lochtransportmaterial und (2) einem Elektronentransportmaterial, und wobei der gemischte Bereich wahlweise ein organisches lumineszierendes Material enthält;
 - (iv) eine Kathode; und
 - (v) ein Thermoschutzelement, welches auf einer Anode und Kathode beschichtet ist, worin die organische Leuchtdiode wahlweise weiterhin umfasst;
 - (vi) einen zwischen den gemischten Bereich und die Kathode eingefügten Elektronentransportbereich.
2. Diode nach Anspruch 1, worin mindestens eines vorliegt von (A) mindestens eines des Lochtransportmaterials (ii) und (iii), ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus tertiären aromatischen Aminen und Indol-

carbazolen; und (B) worin mindestens eines des Eletronentransportmaterials (iii) und (v) ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Metalloxinoiden, Stilbenen, Triazinen und Chinolinen.

3. Diode nach Anspruch 1, worin der gemischte Bereich (iii) 20 Gew.-% bis 80 Gew.-% einer Lochtransportkomponente eines tertiären aromatischen Amins und 80 bis 20 Gew.-% einer Elektronentransportkomponente aus einem Metalloxinoid umfasst.
4. Diode nach Anspruch 1, worin der gemischte Bereich (iii) 35 Gew.-% bis 65 Gew.-% der Lochtransportkomponente und 65 Gew.-% bis 35 Gew.-% der Elektronentransportkomponente umfasst.
5. Diode nach Anspruch 1, worin der gemischte Bereich 0,01 Gew.-% bis 10 Gew.-% einer fluoreszierenden Lumineszenz-Komponente umfasst.
6. Diode nach Anspruch 1, worin der gemischte Bereich 3 Gew.-% bis 30 Gew.-% einer phosphoreszierenden Lumineszenzkomponente umfasst.
7. Diode nach Anspruch 1, worin der Elektronentransportbereich vorliegt und worin der Elektronentransportbereich mindestens zwei Schichten umfasst.
8. Diode nach Anspruch 7, worin (1) eine erste Schicht des Elektronentransportbereichs mit dem gemischten Bereich in Kontakt steht und wobei die erste Schicht eine Komponente umfasst, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Metalloxinoiden und Chinolinen; und (2) die zweite Schicht des Elektronentransportbereichs mit der Kathode in Kontakt steht und wobei die zweite Schicht eine Komponente umfasst, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Metalloxinoiden, Phthalocyaninen und Triazinen.
9. Diode nach Anspruch 1, worin die Thermoschutzbeschichtung eine Schicht aus SiO, SiO₂ oder Mischungen davon umfasst.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

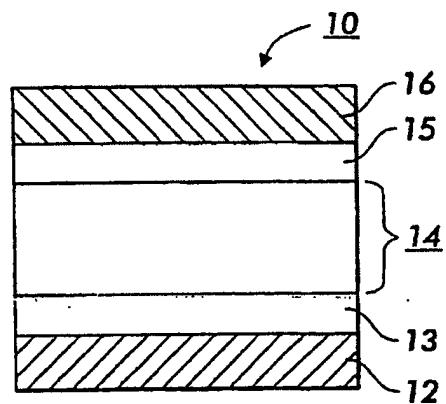


FIG. 2

