



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 22 852 T2** 2007.03.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 221 473 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 22 852.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 205 032.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.12.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.03.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C09K 11/06** (2006.01)  
**H01L 51/54** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**753091                      02.01.2001                      US**

(73) Patentinhaber:

**Eastman Kodak Co., Rochester, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und  
Rechtsanwälte, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Young, Eastman Kodak Company, Ralph H.,  
Rochester, New York 14650-2201, US; Shi,  
Eastman Kodak Company, Jianmin, Rochester,  
New York 14650-2201, US; Tang, c/o Eastman  
Kodak Company, Ching W., Rochester, New York  
14650-2201, US**

(54) Bezeichnung: **ORGANISCHE, LICHEMITTIERENDE DIODENVORRICHTUNG MIT EINER EMITTIERENDEN  
SCHICHT AUS DREI KOMPONENTEN**

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 vorliegende Erfindung betrifft organische, lichtemittierende Diodenvorrichtungen und insbesondere den Aufbau der Zusammensetzung der organischen Schichten zum Zwecke der Verbesserung der Leuchtdichte-Effektivität.

**[0002]** Organische, lichtemittierende Dioden (OLED), auch bekannt als organische, elektrolumineszierende (EL) Vorrichtungen, stellen eine Klasse von elektronischen Vorrichtungen dar, die Licht als Folge eines elektrischen Stroms emittieren, der an die Vorrichtung angelegt wird. Die Struktur einer OLED-Vorrichtung umfasst im Allgemeinen eine Anode, ein organisches EL-Medium und eine Kathode. Das Merkmal organisches EL-Medium bezieht sich hier auf organische Materialien oder Schichten aus organischen Materialien, die zwischen der Anode und der Kathode in den OLED-Vorrichtungen angeordnet sind. Das organische EL-Medium kann Verbindungen von geringem Molekulargewicht enthalten, Polymere von hohem Molekulargewicht, Oligomere aus Verbindungen von geringem Molekulargewicht oder Biomaterialien in Form eines dünnen Filmes oder einer festen Schüttmasse. Das Medium kann amorph oder kristallin sein. Organische, elektrolumineszierende Medien verschiedener Strukturen sind im Stande der Technik beschrieben worden. Dresner beschreibt in der Literaturstelle RCA Review, 30, 322 (1969) ein Medium mit einer einzelnen Schicht aus einem Anthrazenfilm. Tang und andere berichten in der Literaturstelle Applied Physics Letters, 51, 913 (1987), im Journal of Applied Physics, 65, 3610 (1989) und in der gemeinschaftlich übertragenen US-A-4 769 292 von einem EL-Medium mit einer mehrschichtigen Struktur aus organischen, dünnen Filmen und veranschaulichen hochwirksame OLED-Vorrichtungen unter Verwendung eines solchen Mediums. In einigen OLED-Vorrichtungsstrukturen umfasst das mehrschichtige EL-Medium eine Defekt-Elektronen transportierende Schicht, benachbart zur Anode, eine Elektronen transportierende Schicht, benachbart zur Kathode, und eine lumineszierende Schicht, angeordnet zwischen diesen zwei Schichten. Weiterhin ist in einigen bevorzugten Vorrichtungsstrukturen die lumineszierende Schicht aufgebaut aus einem dotierten, organischen Film mit einem organischen Material als Wirt sowie einer geringen Konzentration einer fluoreszierenden Verbindung als Dotiermittel. Verbesserungen in der EL-Wirksamkeit und der Chromatizität wurden im Falle dieser dotierten OLED-Vorrichtungen erzielt durch Auswahl einer geeigneten Dotiermittel-Wirt-Zusammensetzung. Oftmals wird das Dotiermittel, das das dominierende, emissive Zentrum darstellt, ausgewählt, um die erwünschten EL-Farben zu erzeugen. Beispiele der dotierten, lumineszierenden Schicht, beschrieben von Tang und anderen in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-4 769 292 und von Chen und anderen in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-5 908 581 sind: Tris(8-chinolinol)aluminium (AIQ als Wirt, dotiert mit Coumarin-Farbstoffen für Grün-emittierende OLED-Vorrichtungen; und AIQ, dotiert mit 4-Dicyanomethylen-4H-pyrenen (DCMs) für Orangerot-emittierende OLED-Vorrichtungen. Zusätzlich bestehen zur Steigerung der Farbe und der Leuchtdichte-Wirksamkeit andere wichtige Vorteile bei Verwendung einer dotierten, lumineszierenden Schicht. Shi und andere beschreiben in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-5 593 788 die Verwendung einer dotierten, lumineszierenden Schicht, die die Stabilität von OLED-Vorrichtungen wesentlich verbessert. Im Falle der Beschreibung von Shi wurde eine lange, operative Lebensdauer in einer OLED-Vorrichtung erzielt durch Verwendung einer Chinacridon-Verbindung als Dotiermittel in einem AIQ-Wirt. Das Chinacridon-Dotiermittel erzeugte eine grüne Emission mit einer hohen Leuchtdichte-Effektivität. Bryan und andere beschreiben in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-5 141 671 eine lumineszierende Schicht, die Perylen oder ein Perylenderivat als Dotiermittel in einem Blau-emittierenden Wirt enthält. Sie zeigen, dass eine Blau-emittierende OLED-Vorrichtung mit einem verbesserten, blauen Farbton und einer verbesserten, operativen Stabilität erhalten wurde. Im Falle beider Veröffentlichungen zeigt sich, dass die Einführung von ausgewählten, fluoreszierenden Dotiermitteln in die lumineszierende Schicht die gesamten OLED-Vorrichtungs-Leistungsparameter wesentlich verbessert.

**[0003]** Die üblichste Formulierung der dotierten, lumineszierenden Schicht enthält lediglich ein einzelnes Dotiermittel in einer Wirts-Matrix. In wenigen Fällen jedoch zeigte sich, dass die Einführung von mehr als einem Dotiermittel in die lumineszierenden Schicht den Farbton vorteilhaft verbessert. Von einem solchen Fall wurde berichtet von Hamada und anderen in der Literaturstelle Applied Phys. Lett. 75, 1682 (1999). Bei Verwendung einer lumineszierenden Schicht mit Rubren, einem Gelb-emittierenden Dotiermittel, und DCJ 4-(Dicyanomethylen)-2-methyl-6-[2-(4-julolidyl)ethenyl]-4H-pyran, einem Rot-emittierenden Dotiermittel, in einem AIQ-Wirt, gelang es Hamada und anderen, eine Rot-emittierende OLED-Vorrichtung herzustellen mit einer ausgezeichneten Chromatizität. Weiterhin bleibt der rote Farbton von dem DCJ-Dotiermittel im Wesentlichen unverändert, unabhängig von der Intensität des Lichtausstoßes von der OLED-Vorrichtung. Im Gegensatz hierzu wurde mit lediglich einem DCJ-Dotiermittel in dem AIQ-Wirt die Farbe des Lichtes, das von dem Dotiermittel DCJ emittiert wurde, merklich nach Blau verschoben unter Erzeugung eines weniger wünschenswerten, orangen Farbtönen anstelle eines roten Farbtönen. Im Falle des dualen Dotiermittelsystems wirkt Rubren als ein Co-Dotiermittel bei der Vermittlung der Energieüberführung von dem AIQ-Wirt zu dem DCJ-Emitter. In Systemen mit einem einzelnen Dotiermittel und in dualen Dotiermittelsystemen wurden festgestellt, dass die Luminanz-Wirksamkeit

dazu neigt, abzunehmen bei steigender Helligkeit, d.h. mit steigender Stromdichte. Mit Rot-emittierenden Dotiermitteln verschiebt sich der Farbton gewöhnlich in Richtung Orange bei steigender Stromdichte.

**[0004]** Obgleich die EL-Wirksamkeit, die Farbe und die Stabilität beträchtlich verbessert wurden bei Verwendung von dotierten, lumineszierenden Schichten von verschiedener Zusammensetzung, bleibt das Problem der abnehmenden EL-Wirksamkeit bei ansteigendem Lichtausstoß oder Treiberstromdichte bestehen, insbesondere im Falle von Rot-emittierenden OLED-Vorrichtungen.

**[0005]** Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung OLED-Vorrichtungen bereitzustellen, die eine verbesserte Luminanz-Wirksamkeit aufweisen, die im Wesentlichen unabhängig ist von der Intensität des Lichtausstoßes von der OLED-Vorrichtung.

**[0006]** Es ist ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung, spezielle rote OLED-Vorrichtungen bereitzustellen mit einer verbesserten Luminanz-Wirksamkeit, die im Wesentlichen unabhängig ist von der Intensität des Lichtausstoßes. Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, spezielle rote OLED-Vorrichtungen bereitzustellen mit einer Chromatizität, die im Wesentlichen unabhängig ist von dem Lichtausstoß.

**[0007]** Diese Ziele werden erreicht im Falle einer lichtemittierenden Vorrichtung gemäß Anspruch 1.

**[0008]** Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass bei einer geeigneten Auswahl der ersten und zweiten Wirts-Komponenten und der Dotiermittel in der lumineszierenden Schicht OLED-Vorrichtungen mit hoher Luminanz-Wirksamkeit erzeugt werden. Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die Erfindung OLED-Vorrichtungen bereitstellt mit einer Luminanz-Wirksamkeit, die relativ unabhängig ist von der Intensität des Lichtausstoßes von der OLED-Vorrichtung.

**[0009]** Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass sie eine OLED-Vorrichtung bereitstellt mit einer Chromatizität, die im Wesentlichen unabhängig ist von der Intensität des Lichtausstoßes von der OLED-Vorrichtung.

**[0010]** Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass sie eine Rot-emittierende OLED-Vorrichtung bereitstellt mit ausgezeichneter Wirksamkeit und Chromatizität.

**[0011]** Die Erfindung wird im folgenden anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

**[0012]** Es zeigen:

**[0013]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer OLED-Vorrichtung mit einem organischen EL-Medium; und

**[0014]** [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zwei schematische OLED-Strukturen, die zwei unterschiedliche Konfigurationen des organischen EL-Mediums darstellen.

**[0015]** Die Zeichnungen weisen notwendiger Weise eine schematische Natur auf, da die einzelnen Schichten zu dünn sind und die Dicken-Differenzen der verschiedenen Elemente zu groß sind, um eine Skalen-gerechte Beschreibung zu ermöglichen oder um eine geeignete proportionelle Größenordnung darzustellen.

**[0016]** [Fig. 1](#) veranschaulicht die Struktur einer OLED-Vorrichtung des einfachsten Aufbaues gemäß der vorliegenden Erfindung. Im Falle dieser Struktur weist die OLED-Vorrichtung eine Anode **120** auf, ein EL-Medium **130** und eine Kathode **140**, abgeschieden auf einem Substrat **110**. Beim Betrieb wird ein elektrischer Strom durch die OLED-Vorrichtung geführt durch Verbindung mit einer externen Strom- oder Spannungsquelle mit elektrischen Leitern **10** zur Anode und zur Kathode, wodurch Licht von dem EL-Medium emittiert wird. Das Licht kann entweder durch die Anode oder die Kathode austreten oder beide, falls erwünscht, und in Abhängigkeit von ihren optischen Durchlässigkeiten. Das EL-Medium umfasst eine einzelne Schicht oder mehrere Schichten aus organischen Materialien.

**[0017]** [Fig. 2](#) stellt die Struktur einer anderen OLED-Vorrichtung der vorliegenden Erfindung dar. Im Falle dieser Struktur weist die OLED-Vorrichtung **200** ein Substrat **210** auf und ein EL-Medium **230**, das zwischen der Anode **220** und der Kathode **240** angeordnet ist. Das EL-Medium **230** umfasst eine Defekt-Elektronen transportierende Schicht **231**, benachbart zur Anode. Eine Elektronen transportierende Schicht **233**, benachbart zur

Kathode und eine lumineszierende Schicht **232** zwischen der Defekt-Elektronen transportierenden Schicht und der Elektronen transportierenden Schicht. Beim Betrieb wird ein elektrischer Strom durch die OLED-Vorrichtung geführt durch Verbindung einer äußeren Strom- oder Spannungsquelle mit elektrischen Leitern **10** zur Anode und zur Kathode. Dieser elektrische Strom, der durch das EL-Medium geführt wird, bewirkt, dass Licht emittiert wird, primär von der lumineszierenden Schicht **232**. Die Defekt-Elektronen transportierende Schicht **231** befördert die Defekt-Elektronen, d.h. positive, elektronische Ladungsträger von der Anode zur lumineszierenden Schicht. Die Elektronen transportierende Schicht **233** befördert die Elektronen, d.h. negative, elektronische Ladungsträger von der Kathode zur lumineszierenden Schicht **232**. Die Rekombination von Defekt-Elektronen und Elektronen erzeugt eine Lichtemission, d.h. eine Elektrolumineszenz von der lumineszierenden Schicht **232**.

[0018] **Fig. 3** veranschaulicht eine andere Struktur einer OLED-Vorrichtung der vorliegenden Erfindung. Im Falle dieser Struktur enthält die OLED-Vorrichtung **300** ein Substrat **310** und ein EL-Medium **330**, das zwischen der Anode **320** und der Kathode **340** angeordnet ist. Das EL-Medium **330** umfasst eine Defekt-Elektronen injizierende Schicht **331**, eine Defekt-Elektronen transportierende Schicht **332**, eine lumineszierende Schicht **333**, eine Elektronen transportierende Schicht **334** und eine Elektronen injizierende Schicht **335**. Ähnlich wie im Falle der OLED-Vorrichtung **200** von **Fig. 2**, erzeugt die Rekombination von Elektronen und Defekt-Elektronen eine Emission von der lumineszierenden Schicht **333**. Die Bereitstellung der Defekt-Elektronen injizierenden Schicht **331** und der Elektronen injizierenden Schicht **335** dient dazu, die Barrieren für die Trägerinjektion von den entsprechenden Elektroden zu reduzieren. Demzufolge kann die Antriebsspannung, die für die OLED-Vorrichtung erforderlich ist, vermindert werden.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die lumineszierende Schicht (entweder die Schicht **232** der **Fig. 2** oder die Schicht **333** der **Fig. 3**) primär verantwortlich für die Elektrolumineszenz, die von der OLED-Vorrichtung emittiert wird. Eine der am meisten üblichen angewandten Formulierungen für die lumineszierende Schicht ist ein organischer, dünner Film mit einem Wirt und einem oder mehreren Dotiermitteln. Der Wirt dient als festes Medium oder Matrix für den Transport und die Rekombination von Ladungsträgern, die von der Anode und der Kathode injiziert werden. Das Dotiermittel, gewöhnlich homogen in dem Wirt in geringen Mengen verteilt, liefert die Emissionszentren, wo Licht erzeugt wird. Nach den Lehren des Standes der Technik verwendet die vorliegende Erfindung eine lumineszierende Schicht mit einem Wirt und einem Dotiermittel, doch unterscheidet sich die Erfindung von dem Stande der Technik darin, dass der Wirt der vorliegenden Erfindung eine Mischung ist aus mindestens zwei Komponenten, wobei eine jede Komponente spezielle elektronische Eigenschaften aufweist. Die Auswahl dieser Wirts-Komponenten und hiermit verträglichen Dotiermittelmateri-  
alien erfolgt erfindungsgemäß nach den folgenden Kriterien:

1. Der Wirt ist ein fester, organischer, dünner Film mit mindestens zwei gleichförmig miteinander vermischten Wirts-Komponenten;
2. Die erste Wirts-Komponente ist eine organische Verbindung, die sowohl Elektronen als auch Defekt-Elektronen zu transportieren vermag und die Molekularstruktur dieser organischen Verbindung ist praktisch nicht-polar;
3. Die zweite Wirts-Komponente ist eine organische Verbindung mit einer Molekularstruktur, die polarer ist als die der ersten Wirts-Komponente.
4. Das Dotiermittel ist eine organische, lumineszierende Verbindung, die dazu in der Lage ist, die Energie aufzunehmen, die von der Rekombination von Elektronen und Defekt-Elektronen stammt in entweder der ersten oder zweiten Wirts-Komponente und die die Energie als Licht zu emittieren vermag.

[0020] Als Folge der Auswahlkriterien dieser Erfindung wurden OLED-Vorrichtungen konstruiert mit einer ausgezeichneten Luminanz-Wirksamkeit sowie Chromatizität. Noch wichtiger ist, dass die Luminanz-Wirksamkeit, gemessen in Candelas pro Ampere, im Wesentlichen konstant ist über einen großen Bereich von Helligkeits- oder Stromdichten. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Stande der Technik, wo die Luminanz-Wirksamkeit oftmals abnimmt oder in anderer Weise veränderlich ist mit abnehmender Helligkeits- oder Stromdichte. Ein anderer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass die Chromatizität ferner im Wesentlichen konstant bleibt, unabhängig von der Helligkeits- oder Stromdichte. Infolgedessen wird das Problem der Farbverschiebung mit der Helligkeit in einer OLED-Vorrichtung eliminiert.

[0021] Zu bevorzugten Materialien für die erste Wirts-Komponente der lumineszierenden Schicht dieser Erfindung gehört eine Klasse von Verbindungen, die zum Zwecke dieser Erfindung als benzenoide Verbindungen bezeichnet werden. Die benzenoiden Verbindungen umfassen polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAH) und Kombinationen von zwei oder mehr PAH-Verbindungen. In benzenoiden Verbindungen, die gebildet werden durch Kombination von zwei oder mehr PAH, sind die PAH miteinander verbunden über eine einzelne chemische Bindung oder über eine gesättigte oder ungesättigte Kohlenwasserstoffgruppe. Die Liste von PAH, geeig-

net zum Aufbau von Blöcken von benzenoiden Verbindungen umfasst:

1. Benzol
2. Naphthalin
3. Anthrazen
4. Phenanthren
5. Tetrazen
6. Pyren
7. Pentazen
8. Perylen
9. Coronen
10. Chrysen
11. Picen
12. Pericyclen

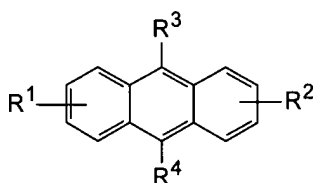
**[0022]** Beliebige der oben aufgelisteten PAH-Verbindungen und beliebige benzenoide Verbindungen, gebildet durch die Kombination von einem oder mehreren der oben aufgelisteten PAH-Verbindungen, sind als erste Wirts-Komponente geeignet, vorausgesetzt, dass die Verbindungen auch Film bildende Materialien bei Raumtemperatur sind. Benzenoide Verbindungen, die insgesamt fünf oder mehr 6-gliedrige Ringe in PAH-Gruppen aufweisen, sind gewöhnlich Film bildend.

**[0023]** Zu repräsentativen Beispielen von geeigneten, benzenoiden Verbindungen, in denen die PAH-Verbindungen miteinander über eine einzelne chemische Bindung verbunden sind, gehören:

- 1) Hexaphenylbenzol
- 2) Benzol-Anthrazen-Benzol (zum Beispiel 9,10-Diphenylanthrazen)
- 3) Naphthalin-Anthrazen-Naphthalin (zum Beispiel 9,10- Bis(2-naphthyl)anthrazen)
- 4) (Benzol)<sub>2</sub>-Tetrazen-(Benzol)<sub>2</sub> (zum Beispiel Rubren)
- 5) Anthrazen-Anthrazen (zum Beispiel Bianthryl)
- 6) Anthrazen-Anthrazen-Anthrazen (zum Beispiel, 9,10-Dianthrylanthrazen)
- 7) Pyren-Perylen
- 8) Perylen-Anthrazen

**[0024]** Im Falle der obigen Beispiele stellt ein Hyphen eine einzelne chemische Bindung zwischen PAH-Res-ten dar. Zu geeigneten benzenoiden Verbindungen gehören Verbindungen, die PAH-Gruppen aufweisen, die miteinander verbunden sind durch eine oder mehrere Kohlenwasserstoffgruppen. Beliebige der obigen benze-noiden Verbindungen, substituiert durch eine oder mehrere Kohlenwasserstoffgruppen, sind geeignet.

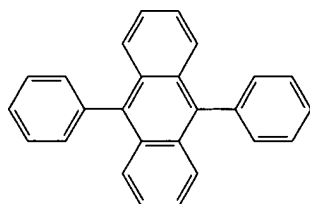
**[0025]** Zu besonders bevorzugten Materialien für die erste Wirts-Komponente der lumineszierenden Schicht dieser Erfindung gehören benzenoide Verbindungen der folgenden Struktur:



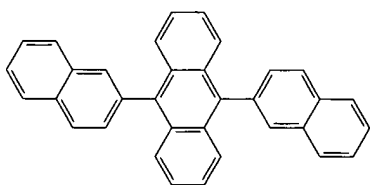
worin:

die Substituenten R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> jeweils einzeln stehen für Wasserstoff oder Alkyl mit 2 bis 24 Kohlenstoff-atomen oder Aryl oder substituiertes Aryl mit 5 bis 30 Kohlenstoffatomen.

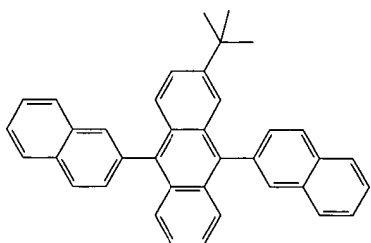
**[0026]** Zu den chemischen Namen und ihren Abkürzungen von speziellen Beispielen der besonders bevor-zugten Materialien gehören:



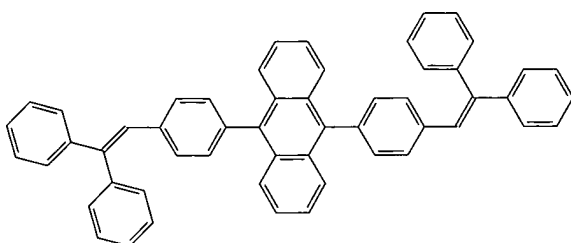
9,10-Diphenylanthrazen (DPA)



9,10-Bis(2-naphthalenyl)anthracen (ADN)



2-(1,1-Dimethylethyl)-9,10-bis(2-naphthalenyl)anthracen (TBADN)



9,10-Bis[4-(2,2-Diphenylethenyl)phenyl]anthracen

**[0027]** Ein besonderes Auswahlkriterium für die erste Wirts-Komponente besteht darin, dass die organische Verbindung eine Molekularstruktur haben sollte, die praktisch nicht-polar ist. Die Polarität einer Verbindung ist ein Maß der Verteilung der elektrischen Ladung in dem Molekül. Ein nicht-polares oder praktisch nicht-polares Molekül hat eine Struktur, in der jedes Atom annähernd elektrisch neutral ist. Im Gegensatz hierzu hat eine polare Verbindung eine molekulare Struktur, in der einige Atome eine teilweise positive oder negative Ladung aufweisen. Die Polarität eines Moleküls kann in einigen Fällen angezeigt werden durch die Größenordnung des Dipolmomentes, definiert in Einheiten von Debye. Beispielsweise finden sich die Werte der Dipolmomente einer großen Anzahl von organischen Verbindungen in dem Handbook of Chemistry and Physics, 51. Auflage, Seite E70. Ein nicht-polares Molekül hat normalerweise ein Dipolmoment von weniger als 1,0 Debye.

**[0028]** Im Falle einiger organischer Verbindungen ist die Molekularstruktur derart, dass das mittlere Dipolmoment des Moleküls relativ klein sein kann, obgleich die Molekularstruktur verschiedene Reste oder Gruppen von Atomen aufweisen kann, die als individuelle Gruppen eher polar sein können. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Dipolmomente der einzelnen Reste innerhalb der Molekularstruktur einander beeinflussen können, was zu einer Auslöschung dieser Dipolmomente führt. Die Werte der Dipolmomente von verschiedenen Gruppen von Atomen innerhalb eines Moleküls, bekannt als Gruppen-Dipolmomente, können dem Buch Dipole Moments in Organic Chemistry von V. I. Minkin, O. A. Osipov und Y. A. Zhdanov entnommen werden. Weitere Beispiele für die Verwendung von Netto- und Gruppen-Dipolmomenten, um den nicht-polaren oder polaren Charakter der Moleküle zu beschreiben, die in OLED-Geräten geeignet sind, sind erhältlich aus der Literaturstelle von Young und Fitzgerald, Journal of Physical Chemistry, 99, 4230 (1995).

**[0029]** Wie hier verwendet, wird das Dipolmoment eines Restes oder einer Gruppe von Atomen innerhalb eines Moleküls als das Gruppen-Dipolmoment bezeichnet. Das Dipolmoment des gesamten Moleküls wird als Netto-Dipolmoment des Moleküls bezeichnet. Damit eine organische Verbindung, wie hier beschrieben, praktisch nicht-polar ist, sollen die Gruppen-Dipolmomente oder das Netto-Dipolmoment des Moleküls geringer als ein Debye sein.

**[0030]** Praktisch sämtliche benzenoiden Verbindungen, die geeignet als erste Wirts-Komponente im Rahmen der vorliegenden Erfindung erkannt wurden, haben Dipolmomente von weniger als ein Debye, und Gruppen von Atomen innerhalb dieser Verbindungen haben ebenfalls Dipolmomente von weniger als ein Debye. Viele repräsentative, benzenoide Verbindungen, wie Naphthalin, Anthracen und Perylen, haben praktisch Null Grup-

pen- und Netto-Dipolmomente. Andere organische Verbindungen, die derartigen nicht-polaren Kriterien genügen, sind auch geeignet.

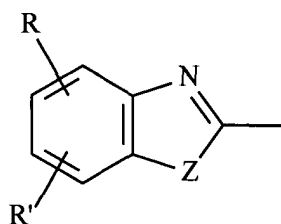
**[0031]** Zu Materialien für die zweite Wirts-Komponente der lumineszierenden Schicht der vorliegenden Erfindung gehören organische Verbindungen, die ein Dipolmoment aufweisen, das höher ist als das der ersten Wirts-Komponente. Wie zuvor beschrieben, können die Werte für das Netto-Dipolmoment und das Gruppen-Dipolmoment eines Moleküls ganz verschieden sein. Damit eine organische Verbindung als zweite Wirts-Komponente geeignet ist, ist es lediglich erforderlich, dass jedes individuelle Gruppen-Dipolmoment oder Netto-Dipolmoment des Moleküls größer ist als jedes individuelle Gruppen-Dipolmoment oder Netto-Dipolmoment des Moleküls, das als erste Wirts-Komponente verwendet wird. Der Wert von 0,5 Debye oder ein größerer Wert wird bevorzugt für das individuelle Gruppen- oder Netto-Dipolmoment für Moleküle, die als zweite Wirts-Komponente in der lumineszierenden Schicht geeignet sind.

**[0032]** Vorzugsweise sollte die zweite Wirts-Komponente eine Energielücke (bandgap) haben, die geringer ist als die der ersten Wirts-Komponente. Die Energielücke ist dabei definiert als die Energie, die erforderlich ist, um ein Elektron von dem höchsten, besetzten, molekularen Orbital auf das niedrigste, unbesetzte, molekulare Orbital des Moleküls zu bringen. Diese Bedingung gewährleistet, dass eine Energieübertragung von der ersten Wirts-Komponente auf die zweite Wirts-Komponente vorteilhaft ist und dass die Energie, die sich aus der Rekombination von Elektronen und Defekt-Elektronen in der ersten Wirts-Komponente ergibt, auf die zweite Wirts-Komponente übertragen werden kann und folglich auf die Licht erzeugenden Dotiermittel.

**[0033]** Ein weiterer Grund für die Auswahl eines Materials von einer geringeren Energielücke für die zweite Wirts-Komponente besteht darin, dass diese auch als Defekt-Elektronen-Falle wirken kann, eine Elektronen-Falle oder als beides. Das Einfangen von injizierten Trägern direkt in der zweiten Wirts-Komponente ist vorteilhaft, da dies eine Elektronen-Defekt-Elektronen-Rekombination in dieser Komponente fördert, was die Notwendigkeit für eine Träger-Rekombination in der ersten Wirts-Komponente vermindert. Unter dieser Bedingung wird die erste Wirts-Komponente lediglich für einen Trägertransport benötigt.

**[0034]** Zu Materialien, die als zweite Wirts-Komponente in der lumineszierenden Schicht geeignet sind, gehören benzenoide Verbindungen, die polarer gemacht werden durch ein oder mehrere Elektronen spendende oder Elektronen abziehende Reste in der Molekularstruktur. Zu Elektronen spendenden Resten gehören: Amino, Alkylamino, Arylamino, Dialkylamino, Diarylamino, Methoxy und Phenoxy. Zu Elektronen abziehenden Resten gehören: Cyano, Nitro, Fluoro, Chloro, Keto, Carboxyl und Pyridyl.

**[0035]** Zu einer anderen Klasse von Materialien, die als zweite Wirts-Komponente geeignet sind, gehören benzenoide Verbindungen, die heterozyklische Strukturen enthalten. Zu diesen Strukturen gehören Benzoxazolyl und Thio- und Aminoanaloge von Benzoxazolyl der folgenden, allgemeinen Molekularstruktur:



worin:

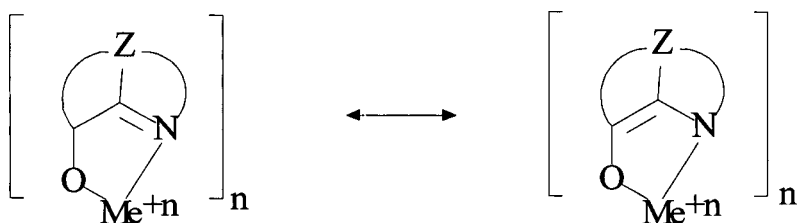
Z steht für O, NR" oder S;

R und R' einzeln stehen für Wasserstoff; Alkyl mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen; Aryl oder durch ein Heteroatom substituiertes Aryl mit 5 bis 20 Kohlenstoffatomen; Halo oder Atome, die erforderlich sind, um einen kondensierten, aromatischen Ring zu vervollständigen; und

worin R" steht für Wasserstoff; Alkyl mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen; oder Aryl mit 5 bis 20 Kohlenstoffatomen.

**[0036]** Das Dipolmoment der Benzimidazolgruppe dieser Struktur wurde nach der Literatur auf ungefähr 4 Debye bestimmt [Tables of Experimental Dipole Moments, herausgegeben von A. L. McClellan, Freeman, 1963, Seite 238].

**[0037]** Eine andere bevorzugte Klasse von Materialien für die zweite Wirts-Komponente ist die Klasse der Oxinoid-Verbindungen. Beispiele von empfohlenen Oxinoid-Verbindungen sind solche, die der folgenden Strukturformel genügen:



worin:

Me steht für ein Metall;

n eine Zahl von 1 bis 3 ist; und

Z unabhängig voneinander im Falle eines jeden Auftretens steht für die Atome, die einen Kern vervollständigen, der mindestens zwei kondensierte, aromatische Ringe aufweist.

**[0038]** Aus der vorstehenden Beschreibung ist ersichtlich, dass das Metall ein monovalentes, divalentes oder trivalentes Metall sein kann. Das Metall kann beispielsweise sein ein Alkalimetall, wie Lithium, Natrium oder Kalium; ein Erdalkalimetall, wie Magnesium oder Calcium, oder ein Erdmetall, wie Bor oder Aluminium. Ganz allgemein kann jedes monovalente, divalente oder trivalente Metall verwendet werden, das dafür bekannt ist, dass es ein geeignetes Chelate bildendes Metall ist.

**[0039]** Z vervollständig einen heterozyklischen Kern, der mindestens zwei kondensierte, aromatische Ringe aufweist, wovon mindestens einer ein Azol- oder Azinring ist. Zusätzliche Ringe, wozu sowohl aliphatische als auch aromatische Ringe gehören, können an die zwei erforderlichen Ringe ankondensiert sein, falls dies erforderlich ist. Um zu vermeiden, dass eine zusätzliche molekulare Sperrigkeit herbeigeführt wird, ohne eine Funktion zu verbessern, wird die Anzahl von Ringatomen vorzugsweise bei 18 oder darunter gehalten.

**[0040]** Illustrative Beispiele von geeigneten, chelierten Oxinoid-Verbindungen und ihre abgekürzten Namen sind die folgenden:

Tris(8-chinolinol)aluminium (AlQ)

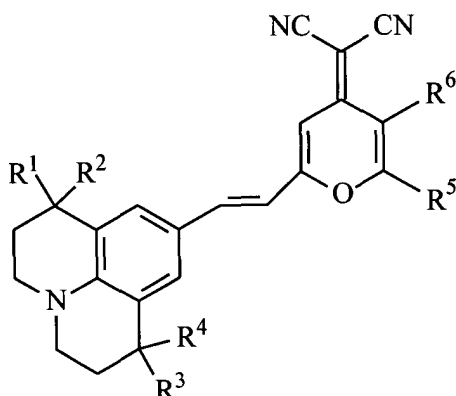
Bis(8-chinolinol)-magnesium (MgQ)

Tris(8-chinolinol)indium (InQ)

8-Chinolinolithium (LiQ)

**[0041]** Die Material-Auswahlkriterien für das Dotiermittel in der lumineszierenden Schicht sind: 1) das Dotiermittelmolekül hat eine hohe Wirksamkeit bezüglich Fluoreszenz oder Phosphoreszenz in der lumineszierenden Schicht und 2) es hat eine Energielücke, die geringer ist als die der beiden ersten und zweiten Wirts-Materialien.

**[0042]** Für Rot-emittierende OLEDs hat eine bevorzugte Klasse von Dotiermitteln dieser Erfindung die allgemeine Formel:



worin:

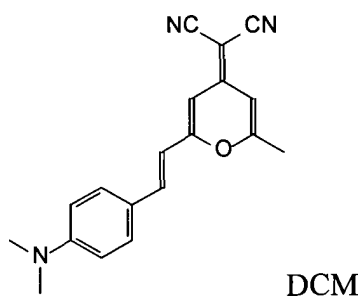
R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> einzeln stehen für Alkylgruppen mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen;

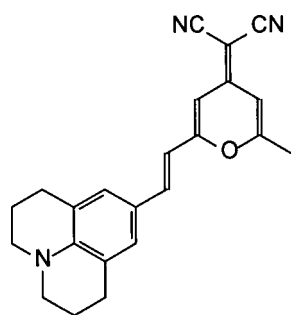
R<sup>5</sup> eine Alkylgruppe mit 2 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, eine Arylgruppe, eine sterisch gehinderte Arylgruppe oder eine Heteroarylgruppe;

und worin R<sup>6</sup> steht für Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen oder einen 5- oder 6-gliedrigen, carbozyklischen Ring, der mit R<sup>5</sup> verbunden ist.

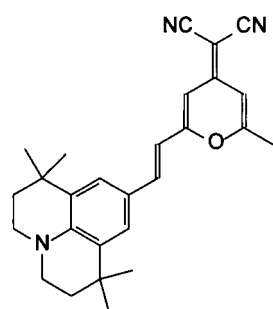


**[0043]** Diese Materialien besitzen Fluoreszenz-Wirksamkeiten, die als Einheit in Lösungen hoch sind und emittieren in dem orangen-roten Spektralbereich. Zu repräsentativen Materialien dieser Klasse und ihren abgekürzten Namen gehören:

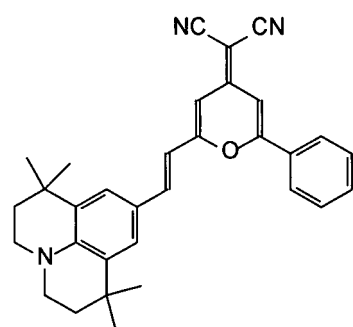
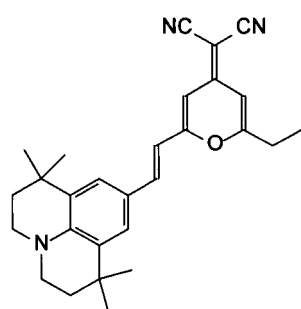


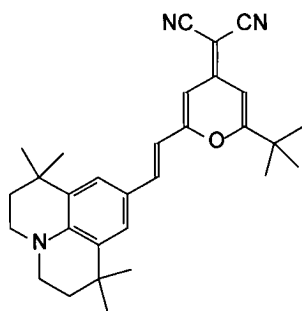


DCJ

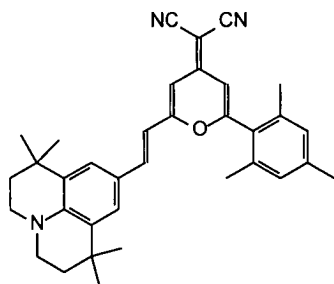


DCJT

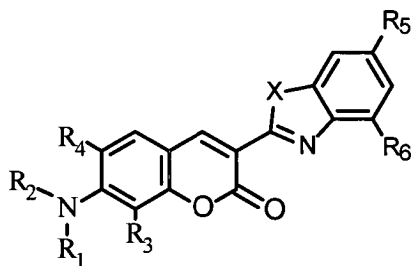




DCJTB



**[0044]** Zu einer anderen Klasse von fluoreszierenden Materialien, die als Dotiermittel im Rahmen der vorliegenden Erfindung geeignet sind, gehören Verbindungen der Formel:



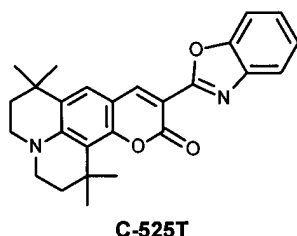
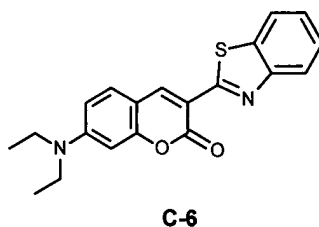
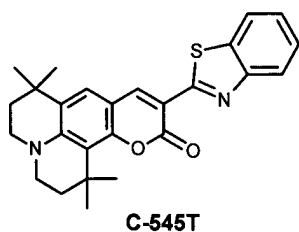
worin:

X = S oder O ist;

R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> individuelle Alkylgruppen mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen darstellen, Arylgruppen oder carbozyklische Systeme;

R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> einzeln Alkylgruppen mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen darstellen oder einen verzweigten oder unverzweigten, 5- oder 6-gliedrigen Substituentenring, der mit R<sub>1</sub> bzw. R<sub>2</sub> verbunden ist und worin R<sub>5</sub> und R<sub>6</sub> einzeln stehen für Alkylgruppen mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, die verzweigt oder unverzweigt sind.

**[0045]** Zu repräsentativen Materialien dieser Klasse und ihren abgekürzten Namen gehören:



**[0046]** Die Zusammensetzung der lumineszierenden Schicht dieser Erfindung ist derart, dass die erste Wirts-Komponente die größte Volumenfraktion darstellt, gefolgt von der zweiten Wirts-Komponente. Das Dotiermittel stellt die kleinste Volumenfraktion dar. Der bevorzugte Bereich für die erste Wirts-Komponente liegt bei nicht mehr als 95 %, jedoch bei nicht weniger als etwa 50 Volumen-%. Der bevorzugte Konzentrationsbereich der zweiten Wirts-Komponente liegt bei nicht mehr als etwa 40 %, jedoch bei nicht weniger als etwa 5 Volumen-%. Der bevorzugte Konzentrationsbereich für das Dotiermittel liegt zwischen 0,1 % und 10 % auf Volumenbasis. Die Dicke der lumineszierenden Schicht, die für diese Erfindung geeignet ist, liegt zwischen 5 nm (50 Ångström) und 200 nm (2000 Ångström). Eine Dicke in diesem Bereich ist groß genug, um eine Rekombination von Ladungsträgern zu ermöglichen und infolgedessen das Stattfinden einer Elektrolumineszenz ausschließlich in dieser Schicht. Ein bevorzugter Bereich liegt zwischen 10 nm (100 Ångström) und 50 nm (500 Ångström), wobei die Gesamt-OLED-Geräte-Leistungsparameter, einschließlich Regelspannung, optimal sind.

**[0047]** Eine geeignete Methode zur Herstellung der lumineszierenden Schicht der vorliegenden Erfindung ist die Dampf-Abscheidung in einer Vakuumkammer. Diese Methode ist besonders geeignet für die Herstellung von OLED-Vorrichtungen, in welchem Falle die Schichtenstruktur, einschließlich der organischen Schichten, der Reihe nach auf einem Substrat abgeschieden werden kann, ohne ins Gewicht fallende Störungen unter den Schichten. Die Dicke jeder einzelnen Schicht und ihrer Zusammensetzung kann bei diesem Abscheidungsverfahren genau gesteuert werden. Um die erwünschte Zusammensetzung der lumineszierenden Schicht zu erzielen, wird der Grad der Abscheidung einer jeden Komponente unabhängig voneinander überwacht unter Anwendung eines Monitors für die Überwachung des Abscheidungsgrades.

**[0048]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) übernehmen die Defekt-Elektronen transportierende Schicht **231** und die Elektronen transportierende Schicht **233** die Funktionen des Transportes von Defekt-Elektronen bzw. Elektronen zur lumineszierenden Schicht **232**. Die Verwendung dieser Schichten und ihre Materialzusammensetzungen in OLED-Geräten wurden offenbart von Tang u.A. in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-4 769 292, auf die hier Bezug genommen wird. Eine typische Defekt-Elektronen transportierende Schicht enthält die Defekt-Elektronen transportierende Verbindung NPB, N,N'-Bis(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidin.

**[0049]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) übernehmen die Defekt-Elektronen injizierende Schicht **331** und die Elektronen injizierende Schicht **335** die Funktionen der Verbesserung der Defekt-Elektronen-Injektion von der Anode bzw. die Elektronen-Injektion von der Kathode **340**. Die Verwendung einer Defekt-Elektronen-Injektionsschicht in OLED-Vorrichtungen wurde offenbart von Van Slyke und anderen in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-4 720 432, auf die hier Bezug genommen wird. Die Verwendung einer Elektronen injizierenden Schicht wurde offenbart von Hung u.A. in der gemeinschaftlich abgetretenen US-A-5 776 622, auf die hier ebenfalls Bezug genommen wird.

#### Vergleichs-Beispiel 1

**[0050]** Eine OLED-Vorrichtung wurde, wie folgt, hergestellt. Ein Glassubstrat, beschichtet mit einer leitenden, transparenten Indium-Zinnoxid (ITO) Schicht wurde gereinigt und getrocknet unter Verwendung eines im Handel erhältlichen Glass-Skrubber-Gerätes. Die ITO-Oberfläche wurde daraufhin mit einem oxidativen Plasma

behandelt, um die Oberfläche in die Form einer Anode zu bringen. Die folgenden Schichten wurden in der folgenden Reihenfolge durch Sublimation aus einem aufgeheizten, feuerfesten Boot in einer üblichen Vakuum-Abscheidungskammer unter einem Vakuum von annähernd  $10^{-6}$  Torr aufgetragen: (1) eine Defekt-Elektronen-Transportschicht, 70 nm (700 Ångström) dick, bestehend aus NPB, (2) eine lumineszierende Schicht, 35 nm (350 Ångström) dick, bestehend aus TBADN als alleinigem Wirts-Material und 1 % DCJTB als Dotiermittel, (3) eine Elektronen transportierende Schicht, 40 nm (400 Ångström) dick, bestehend aus AIQ und (4) einer Kathode, ungefähr 220 nm (2200 Ångström) dick, bestehend aus einer Legierung aus Magnesium und Silber mit einem Mg:Ag-Volumenverhältnis von etwa 10:1.

**[0051]** Die EL-Charakteristika dieser Vorrichtung wurden ermittelt unter Verwendung eines konstanten Stromlieferanten und eines Photometers. Die Effektivität, CIE-Koordinaten, und die Regelspannung bei einer relativ niedrigen Stromdichte,  $1 \text{ mA/cm}^2$ , und einer relativ hohen Stromdichte,  $100 \text{ mA/cm}^2$ , wurden gemessen. Ihre Werte sind in Tabelle I zusammengestellt.

#### Beispiel 2

**[0052]** Eine OLED-Vorrichtung, ähnlich derjenigen des Vergleichs-Beispiels 1, wurde hergestellt mit der Ausnahme, dass in der lumineszierenden Schicht TBADN das Material für die erste Wirts-Komponente war, AIQ das Material für die zweite Wirts-Komponente und DCJTB das fluoreszierende Dotiermittel darstellte. Die relativen Mengen von TBADN, AIQ und DCJTB auf Volumenbasis lagen im Verhältnis 89:10:1. Die EL-Charakteristika dieser Vorrichtung sind ebenfalls in Tabelle I zusammengestellt.

Beispiele 3-5; Beispiele 4 und 5 sind nicht Teil der Erfindung.

**[0053]** Es wurden OLED-Vorrichtungen, ähnlich der Vorrichtung des Beispiels 2, hergestellt mit der Ausnahme, dass die relativen Mengen an TBADN, AIQ und DCJTB in der lumineszierenden Schicht in einem Verhältnis von 74:25:1 im Falle von Beispiel 3 lagen, bei 49:50:1 im Falle des Beispiels 4 und bei 25:74:1 im Falle des Beispiels 5. Die EL-Charakteristika dieser Vorrichtungen sind ebenfalls in Tabelle I zusammengestellt.

#### Vergleichs-Beispiel 6

**[0054]** Eine OLED-Vorrichtung, ähnlich derjenigen des Vergleichs-Beispiels 1, wurde hergestellt mit der Ausnahme, dass das alleinige Wirts-Material in der lumineszierenden Schicht aus AIQ bestand anstatt aus TBADN. Die EL-Charakteristika dieser Vorrichtung sind ebenfalls in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I. Zusammensetzungen und EL-Eigenschaften von OLED-Vorrichtungen der Beispiele 1 - 6.

Beispiel	Erster Wirt TBADN Vol-%	Zweiter Wirt AIQ Vol-%	Doterm. DCJTB Vol-%	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Effektivität (cd/A)	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	Regel- spannung (V)
1	99	0	1	1	3,54	0,534	0,448	4,1
				100	3,85	0,521	0,457	9,6
2	89	10	1	1	5,93	0,603	0,392	5,6
				100	4,98	0,595	0,399	11,2
3	74	25	1	1	5,75	0,615	0,381	5,6
				100	4,62	0,606	0,388	11,3
4	49	50	1	1	4,73	0,629	0,368	5,7
				100	3,53	0,620	0,376	11,5
5	25	74	1	1	3,35	0,642	0,356	6,4
				100	2,45	0,629	0,366	12,2
6	0	99	1	1	2,49	0,648	0,350	6,9
				100	1,60	0,628	0,368	12,3

**[0055]** Die Vergleichs-Beispiele 1 und 6 zeigen, dass die Leuchtdichte-Effektivität einer OLED-Vorrichtung unter Verwendung eines einzelnen Wirts-Materials relativ gering ist: weniger als 4 cd/A im Falle des Beispiels 1 beträgt, wo das einzige Wirts-Material als TBADN bestand, und weniger als 2,5 cd/A im Falle des Beispiels 6 betrug, wo das einzige Wirts-Material als AIQ bestand. Im Gegensatz hierzu ist die Leuchtdicht-Effektivität einer OLED-Vorrichtung mit einer Mischung aus erstem und zweitem Wirts-Material beträchtlich höher: sie liegt bei über 3 cd/A im Falle sämtlicher Beispiele und ist so hoch wie 5,93 cd/A im Falle des Beispiels 2. In den Beispielen 2-5 ist das erste Wirts-Material, TBADN, eine praktisch nicht-polare, benzenoide Kohlenwasser-Verbindung. Das zweite Wirts-Material, AIQ, ist relativ polar, mit einem Dipolmoment von 5,5 Debye. Die Energielücken-Werte für TBADN, AIQ und DCJTB liegen bei 3,2, 2,8 bzw. 2,4 Elektronenvolt.

**[0056]** Die Leuchtdichte-Effektivität bei sowohl niedrigen als auch hohen Stromdichten ist im Allgemeinen die höchste im Falle von OLED-Vorrichtungen mit einer Mischung aus Wirts-Komponenten in der lumineszierenden Schicht [Beispiele 2, 3, 4]. Im Falle von OLED-Vorrichtungen mit einer einzelnen Wirts-Komponente [Vergleichs-Beispiele 1 und 6] sind die Leuchtdichte-Effektivitäten beträchtlich geringer. Überdies zeigt die

OLED-Vorrichtung des Beispiels 6 einen Hauptabfall in der Leuchtdichte-Effektivität bei steigender Stromdichte. Zusätzlich ist nach den Farb-Koordinaten CIE<sub>x</sub> und CIE<sub>y</sub> die Farbe der OLED-Vorrichtungen nach Rot verschoben bei ansteigender Konzentration der zweiten Wirts-Komponente in der lumineszierenden Schicht.

Beispiele 7-10; die Beispiele 9 und 10 sind nicht Teil der Erfindung.

**[0057]** Es wurden OLED-Vorrichtungen, ähnlich denjenigen der Beispiele 2-5, hergestellt mit der Ausnahme, dass das erste Wirts-Material aus ADN bestand. Wiederum bestand das zweite Wirts-Material aus AIQ und das fluoreszierende Dotiermittel bestand aus DCJTB. Die Zusammensetzung der lumineszierenden Schicht und die EL-Charakteristika dieser Vorrichtungen sind in Tabelle II zusammengestellt. Es können Schlüsse ähnlich derjenigen, die für TBADN:AIQ in den Beispielen 1-6 gezogen wurden, auch gezogen werden für einen Mischwirt aus ADN:AIQ.

Tabelle II. Zusammensetzungen und EL-Eigenschaften von OLED-Vorrichtungen der Beispiele 7 - 10

Beispiel	Erster Wirt ADN Vol-%	Zweiter Wirt AIQ Vol-%	Dotierm. DCJTB Vol-%	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Effektivität (cd/A)	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	Regel- spannung (V)
7	89	10	1	1	6,27	0,621	0,376	6,9
				100	6,15	0,614	0,382	13,0
8	74	25	1	1	5,78	0,626	0,371	7,0
				100	5,47	0,618	0,378	12,8
9	49	50	1	1	5,26	0,633	0,365	6,8
				100	4,41	0,622	0,374	12,5
10	25	74	1	1	4,59	0,635	0,362	6,8
				100	3,25	0,622	0,374	12,4

Vergleichs-Beispiel 11

**[0058]** Es wurde eine OLED-Vorrichtung ähnlich derjenigen des Vergleichs-Beispiels 1 hergestellt mit der Ausnahme, dass das einzige Wirts-Material in der lumineszierenden Schicht aus ADN bestand anstelle von TBADN und dass das fluoreszierende Dotiermittel aus C-545T bestand anstelle von DCJTB. Die EL-Charakteristika dieser Vorrichtungen sind in Tabelle III zusammengestellt.

Beispiele 12-14

**[0059]** Es wurden OLED-Vorrichtungen ähnlich derjenigen des Vergleichs-Beispiels 11 hergestellt mit der Ausnahme, dass das Material für die erste Wirts-Komponente in der lumineszierenden Schicht aus ADN bestand und dass das Material für die zweite Wirts-Komponente aus AIQ bestand. Die Zusammensetzung der lumineszierenden Schicht und die EL-Charakteristika dieser Vorrichtungen sind in Tabelle III zusammengestellt.



Tabelle III. Zusammensetzungen und EL-Eigenschaften von OLED-Vorrichtungen der Beispiele 11 - 14.

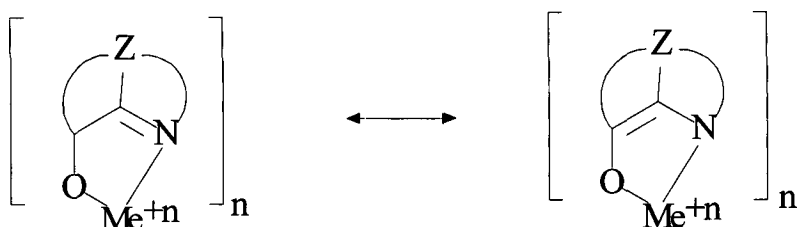
Beispiel	Erster Wirt ADN Vol-%	Zweiter Wirt AIQ Vol-%	Doterm. C-545T Vol-%	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Effektivität (cd/A)	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	Regel- spannung (V)
11	99	0	1	1	2,57	0,244	0,608	5,0
				100	4,83	0,241	0,604	8,1
12	94	5	1	1	4,1	0,254	0,634	4,7
				100	6,2	0,253	0,631	7,9
13	89	10	1	1	5,4	0,255	0,638	4,5
				100	6,7	0,254	0,636	8,0
14	79	20	1	1	6,9	0,261	0,647	4,2
				100	7,3	0,259	0,645	7,5

**[0060]** Ein Vergleich der Beispiele 12-14 mit dem Vergleichs-Beispiel 11 zeigt, dass die Leuchtdichte-Effektivität einer OLED-Vorrichtung unter Verwendung einer Mischung von ADN und AIQ als ersten und zweiten Wirts-Materialien beträchtlich höher ist als bei Verwendung von ADN als alleinigem Wirts-Material. Zusätzlich zeigen die CIE<sub>x</sub>- und CIE<sub>y</sub>-Koordinaten einen gesättigteren, grünen Farbton.

**[0061]** Andere Merkmale der Erfindung sind unten zusammengestellt.

**[0062]** Die organische, lichtemittierende Vorrichtung, in der die zweite Komponente eine benzenoide Verbindung enthält, substituiert mit einem Donor oder einem Akzeptorrest.

**[0063]** Die organische, lichtemittierende Vorrichtung, in der die zweite Komponente organische Verbindungen der Molekularstruktur enthält:



worin:

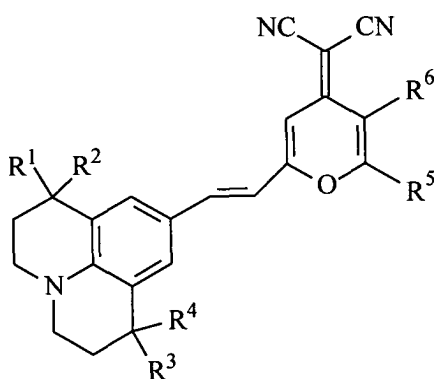
Me ein Metall darstellt;

n eine ganze Zahl von 1 bis 3 ist; und

Z unabhängig voneinander in jedem Fall des Auftretens die Atome darstellt, die einen Kern vervollständigen mit mindestens zwei ankondensierten, aromatischen Ringen.

**[0064]** Die organische, leuchtendmittierende Vorrichtung, in der die zweite Komponente umfasst AlQ, InQ, GaQ oder MgQ.

**[0065]** Die organische, leuchtendmittierende Vorrichtung, in der das Dotiermittel eine Verbindung der Formel umfasst:



worin:

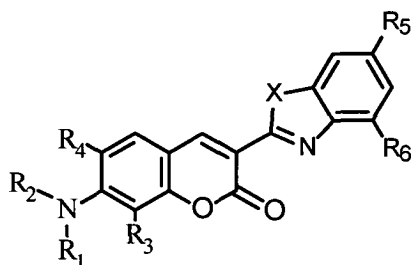
R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> einzeln stehen für Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen;

R<sup>5</sup> steht für Alkyl mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen, Aryl, sterisch gehindertes Aryl oder Heteroaryl;

und R<sup>6</sup> steht für Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen oder einen 5- oder 6-gliedrigen, carbozyklischen Ring, der mit R<sup>5</sup> verbunden ist.

**[0066]** Die organische, leuchtendmittierende Vorrichtung, in der das Dotiermittel umfasst DCM, DCJT oder DCJTB.

**[0067]** Die organische, leuchtendmittierende Vorrichtung, in der das Dotiermittel umfasst Verbindungen der Struktur:



worin:

X = S oder O ist;

R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> einzeln stehen für Alkyl mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, Aryl oder carbozyklische Systeme;

R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> einzeln stehen für Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen oder einen verzweigten oder unverzweigten, 5- oder 6-gliedrigen Substituentenring, der mit R<sub>1</sub> bzw. R<sub>2</sub> verbunden ist und

R<sub>5</sub> und R<sub>6</sub> stehen einzeln für Alkyl mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, wobei die Alkylreste verzweigt oder unverzweigt sind.

[0068] Die organische, lichtemittierende Vorrichtung, in der das Dotiermittel enthält C-6, C-545T oder C525T.

### Patentansprüche

1. Organische, lichtemittierende Vorrichtung mit:

- a) einem Substrat;
- b) einer Anode und einer Kathode, die über dem Substrat angeordnet sind;
- c) einer lumineszierenden Schicht, die zwischen der Anode und der Kathode abgeschieden ist, wobei die lumineszierende Schicht einen Wirt und mindestens ein Dotiermittel enthält;
- d) wobei der Wirt der lumineszierenden Schicht derart ausgewählt ist, dass er ein festes, organisches Material mit einer gleichförmig vermischten Mischung von mindestens zwei Komponenten enthält, in der:
  - (i) die erste Komponente der Mischung mindestens 50 Vol.-% der lumineszierenden Schicht ausmacht und eine organische, benzoide Verbindung ist, die sowohl Elektronen als auch Defektelektronen zu transportieren vermag und nicht-polar ist mit einem Dipol-Moment von weniger als 1 Debye, und in der
  - (ii) die zweite Komponente der Mischung eine organische Verbindung ist, die polarer als die erste Komponente ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Oxinoid-Verbindungen, Benzoxazolyl-Verbindungen und Benzenoiden mit Elektronen abziehenden Resten in der Molekularstruktur; und in der
- e) das Dotiermittel der lumineszierenden Schicht derart ausgewählt ist, dass die lichtemittierende Vorrichtung Licht erzeugt.

2. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der die zweite Komponente eine Bandlücke aufweist, die kleiner ist als die der ersten Komponente.

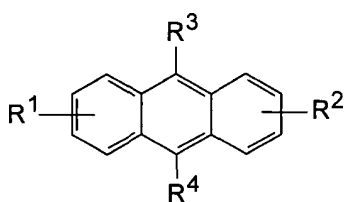
3. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der das Dotiermittel der lumineszierenden Schicht eine Bandlücke aufweist, die kleiner ist als die der ersten und zweiten Wirt-Komponenten.

4. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der das Dipol-Moment der zweiten Komponente größer als 0,5 Debye ist.

5. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der das Dipol-Moment einer Gruppe von Atomen innerhalb der zweiten Komponente größer als 0,5 Debye ist.

6. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der das Dotiermittel eine lumineszierende, organische Verbindung ist.

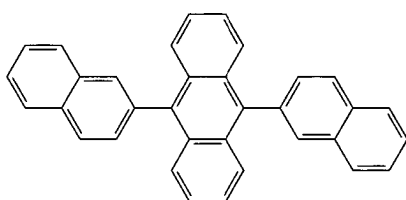
7. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der die erste Komponente der Formel entspricht:



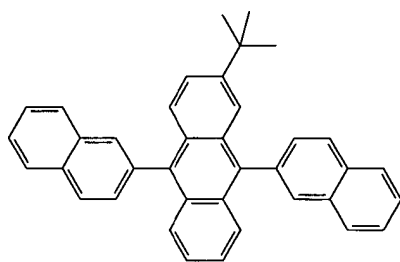
worin:

die Substituenten  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  und  $R^4$  jeweils einzeln stehen für Wasserstoff, Alkyl mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen, Aryl oder substituiertes Aryl mit 5 bis 30 Kohlenstoffatomen.

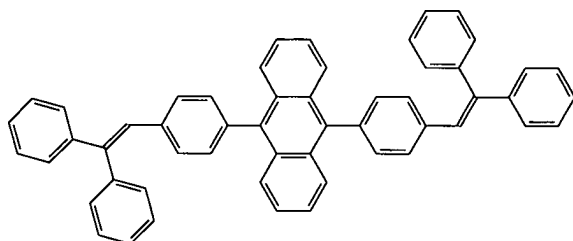
8. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 7, in der die erste Komponente umfasst:



9,10-Bis(2-naphthalenyl)anthracen (ADN)



2-(1,1-Dimethylethyl)-9,10-bis(2-naphthalenyl)anthracen (TBADN)



9,10-Bis[4-(2,2-diphenylethenyl)phenyl]anthracen

9. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der die erste Komponente mehr als 70 Vol.-% der lumineszierenden Schicht ausmacht.

10. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, in der die erste Komponente eine benzenoide Verbindung ist, deren chemische Struktur eine oder mehrere polyzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe umfasst, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Phenanthren, Tetracen, Pyren oder Perylen, wobei eine derartige benzenoide Verbindung gegebenenfalls substituiert ist durch ein oder mehrere Kohlenwasserstoffgruppen.

11. Organische, lichtemittierende Vorrichtung nach Anspruch 10, in der die benzenoide Verbindung Rubren ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

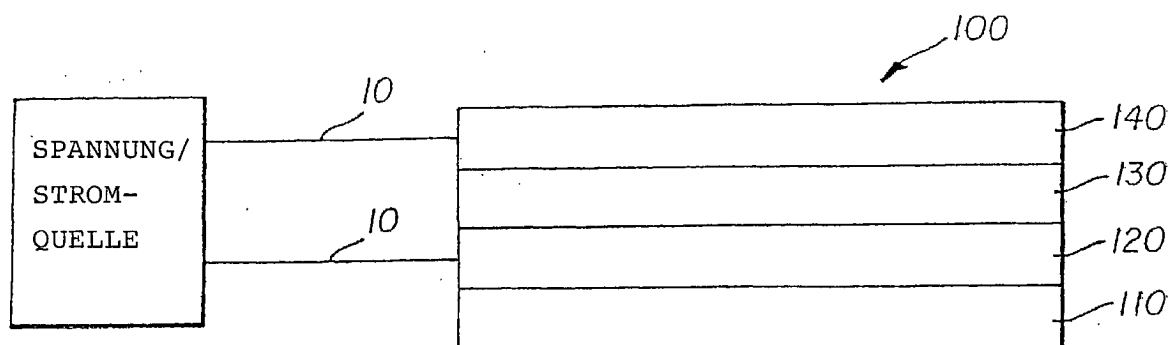


FIG. 1

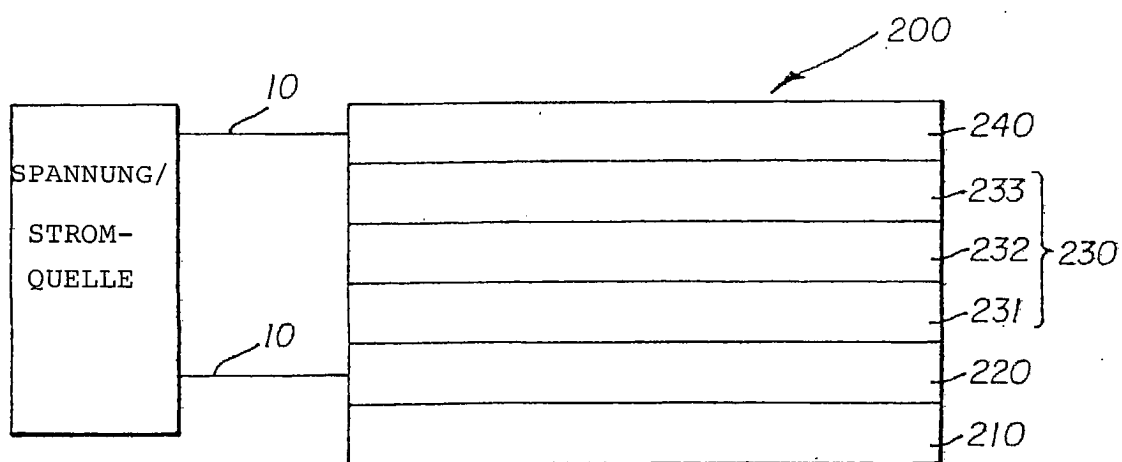


FIG. 2

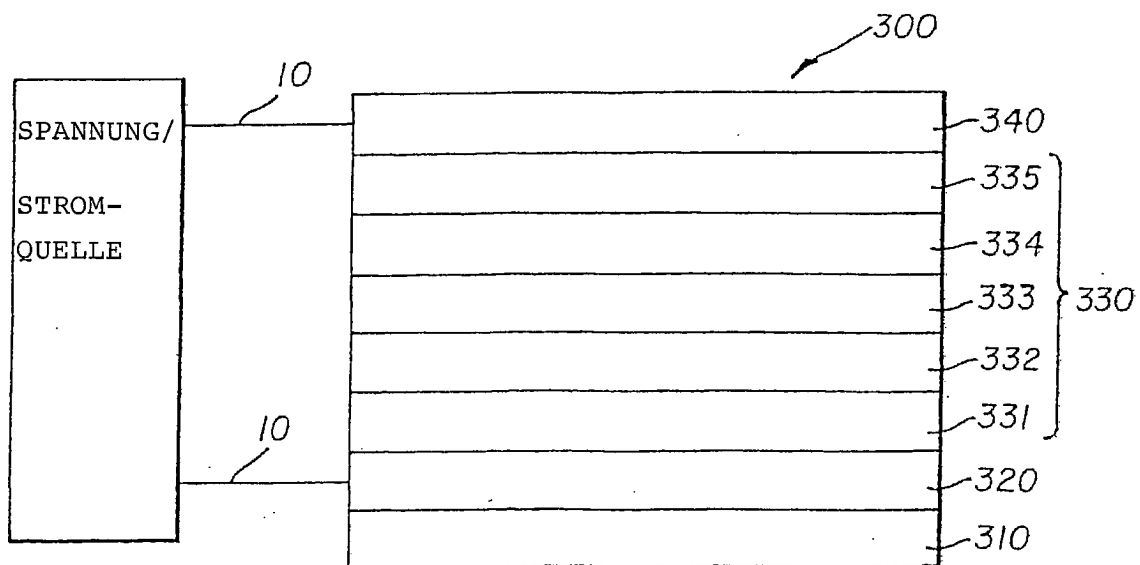


FIG. 3