



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 31 729 T2** 2007.09.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 449 238 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 31 729.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/12946**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 932 308.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/070655**

(86) PCT-Anmeldetag: **11.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **23.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.08.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.11.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 21/00** (2006.01)

**C09K 11/06** (2006.01)

**H05B 33/14** (2006.01)

**H01L 51/50** (2006.01)

**H01L 51/30** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**311126 13.05.1999 US**

(73) Patentinhaber:

**The Trustees of Princeton University, Princeton, N.J., US; University of Southern California, Los Angeles, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Schneiders & Behrendt Rechtsanwälte  
Patentanwälte, 81479 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**BALDO, A., Marc, Cambridge, Massachusetts 02140, US; BURROWS, E., Paul, Kennewick, Washington 99337, US; FORREST, R., Stephen, Princeton, NJ 08540, US; THOMPSON, E., Mark, Anaheim, CA 92807, US; LAMANSKY, Sergey, Pasadena, CA 91102, US; DJUROVICH, Peter, Long Beach, CA - 90802, US**

(54) Bezeichnung: **LICHTEMITTIERENDE, ORGANISCHE, AUF ELEKTROPHOSPHORESZENZ BASIERENDE ANORDNUNG MIT SEHR HOHER QUANTENAUSBEUTE**

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

### 1. GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung ist auf organische, Licht-emittierende Einrichtungen (OLEDs) gerichtet, die aus emittierenden/emissiven, eine organometallische phosphoreszierende Dotierungsverbindung enthaltenden Schichten gebildet sind und eine Exziton-Sperrschicht enthalten.

### II. HINTERGRUND DER ERFINDUNG

#### II. A. Allgemeiner Hintergrund

**[0002]** Organische Licht-emittierende Einrichtungen (OLEDs) umfassen mehrere organische Schichten, wobei eine der Schichten aus einem organischen Material gebildet ist, das zum Elektrolumineszieren gebracht werden kann, indem über die Einrichtung eine Spannung angelegt wird; C.W. Tang et al., Appl. Phys. Lett. 1987, 51, 913. Bestimmte OLEDs haben ein ausreichendes Maß an Helligkeit, Farbbereich und Lebensdauer zur Verwendung als eine praktische alternative Technologie zu Vollfarb-Flachbildschirm-Displays auf LCD-Basis gezeigt (S.R. Forrest, P.E. Burrows und M.E. Thompson, Laser Focus World, Feb. 1995). Da viele der dünnen organischen Schichten oder Filme, die in solchen Einrichtungen verwendet werden, im sichtbaren Spektralbereich transparent sind, ermöglichen sie zur Realisierung eines vollständig neuen Typs eines Displays Pixel, in denen Rot (R)-, Grün (G)-, und Blau (B)-emittierende OLEDs in vertikal gestapelter Geometrie angeordnet werden, um einen einfachen Herstellungsprozess, eine geringe R-G-B Pixelgröße und einen großen Füllfaktor zu schaffen; Internationale Patentanmeldung Nr. PCT/US95/15790.

**[0003]** Über eine transparente OLED (TOLED), die einen bemerkenswerten Schritt zur Realisierung hoher Auflösung mit unabhängig adressierbaren gestapelten R-G-B Pixeln darstellt, wurde in der internationalen Patentanmeldung PCT/US97/02681 berichtet, worin die TOLED mehr als 71% Transparenz aufwies, wenn sie abgeschaltet war, und Licht sowohl von oberen als auch unteren Einrichtungsflächen mit hoher Effizienz (annähernd 1% Quantenwirkungsgrad) ausstrahlte, wenn die Einrichtung eingeschaltet war. Die TOLED verwendete transparentes Indium-Zinn-Oxid (ITO) als Loch-Injektionselektrode und eine Mg-Ag-ITO Elektroden-schicht für Elektroneninjektion. Es wurde eine Einrichtung offenbart, in der die ITO-Seite der Mg-Ag-ITO-Schicht als Lochinjektionskontakt für eine zweite, unterschiedliche farbemittierende OLED verwendet wurde, die auf der TOLED gestapelt war. Jede Schicht in der gestapelten OLED (SOLED) war unabhängig adressierbar und emittierte ihre eigene charakteristische Farbe. Diese farbige Emission konnte durch (eine) benachbart gestapelte, transparente, unabhängig adressierbare organische Schicht oder Schichten, die transparenten Kontakte und das Glassubstrat transmittiert werden, was es ermöglichte, dass die Einrichtung jegliche Farbe emittierte, die durch Ändern des relativen Ausgangs der rote und blaue Farbe emittierenden Schichten erzeugt werden konnte.

**[0004]** Die Anmeldung PCT/US95/15790 offenbarte eine integrierte SOLED, für das sowohl Intensität als auch Farbe unabhängig verändert und mit externen Energieversorgungen in einer farbabstimmbaren Displayeinrichtung kontrolliert werden konnten. Die Anmeldung PCT/US95/15790 stellt somit ein Prinzip zum Erzielen integrierter, vollfarbiger Pixel dar, die eine hohe Bildauflösung zur Verfügung stellen, was durch die kompakte Pixelgröße möglich gemacht wird. Weiterhin können für das Herstellen solcher Einrichtungen Fabrikationstechniken mit im Vergleich zu Verfahren des Standes der Technik relativ niedrigen Kosten eingesetzt werden.

#### II. B. Hintergrund der Emission

**[0005]** Einrichtungen, deren Struktur auf der Verwendung von Schichten oder Lagen organischer optoelektronischer Materialien basiert, beruhen allgemein auf einen üblichen Mechanismus, der zur optischen Emission führt. Typischerweise basiert dieser Mechanismus auf einer Strahlungsrekombination einer gefangenen Ladung. Speziell umfassen OLEDs wenigstens zwei organische Dünnschichten, die die Anode und Kathode der Einrichtung trennen. Das Material einer dieser Schichten wird speziell auf der Basis der Fähigkeit des Materials, Löcher zu transportieren, also einer „Loch-transportierenden Schicht“ (HTL), und das Material der anderen Schicht speziell gemäß seiner Fähigkeit, Elektronen zu transportieren, also einer „Elektronen-transportierenden Schicht“ (ETL), ausgewählt. Mit einem solchen Aufbau kann die Einrichtung als Diode mit vorwärts gerichteter Spannung angesehen werden, wenn das an die Anode angelegte Potenzial höher als das an die Kathode angelegte Potenzial ist. Unter diesen Spannungsbedingungen injiziert die Anode Löcher (positive Ladungsträger) in die Loch-transportierende Schicht, während die Kathode Elektronen in die Elektronen-transportierende

Schicht injiziert. Der Teil oder Abschnitt des lumineszierenden Mediums, der sich benachbart zu Anode befindet, bildet somit eine Loch-injizierende und -transportierende Zone, während der Teil oder Abschnitt des lumineszierenden Mediums, der sich benachbart zur Kathode befindet, eine Elektronen- injizierende und -transportierende Zone bildet. Die injizierten Löcher und Elektronen wandern jeweils zur entgegengesetzt geladenen Elektrode. Wenn sich ein Elektron und Loch auf dem gleichen Molekül lokalisieren, wird ein Frenkel-Exziton gebildet. Eine Rekombination dieses kurzlebigen Zustands kann man sich als ein Elektron vorstellen, das von seinem Leitpotenzial auf ein Valenzband abfällt, wobei unter bestimmten Bedingungen, vorzugsweise über einen photoemissiven Mechanismus, eine Relaxation eintritt. Unter dieser Betrachtung des Betriebsmechanismus typischer dünn-schichtiger organischer Einrichtungen umfasst die elektrolumineszierende Schicht seine Lumineszenzzone, die mobile Ladungsträger (Elektronen und Löcher) von jeder Elektrode empfängt.

**[0006]** Eine Lichtemission von OLEDs erfolgt typischerweise über Fluoreszenz oder Phosphoreszenz. Es gibt Probleme mit der Verwendung von Phosphoreszenz. Es wurde festgestellt, dass die Phosphoreszenz-Wirk-samkeit bei hohen Stromdichten schnell abnimmt. Es ist möglich, dass eine lange Phosphoreszenz-Lebens-dauer eine Sättigung emissiver Stellen verursacht, und eine Triplett-Triplett-Vernichtung kann Leistungsminde-rungen erzeugen. Ein weiterer Unterschied zwischen Fluoreszenz und Phosphoreszenz besteht darin, dass die Energieübertragung von Triplets von einem leitenden Wirt- an ein lumineszierendes Gastmolekül typi-scherweise langsamer als die von Singulets ist; die Dipol-Dipol-Kupplung eines weiten Bereichs (För-ster-Übertragung), die die Energieübertragung von Singulets dominiert, ist (theoretisch) für Triplets durch das Prinzip der Spin-Symmetrienerhaltung untersagt. Deshalb tritt bei Triplets eine Energieübertragung typischer-weise durch die Fusion von Exzitons an benachbarte Moleküle (Dexter-Übertragung) auf; eine merkliche Über-lagerung von exzitonischen Donator- und Akzeptorwellenfunktionen ist für eine Energieübertragung kritisch. Ein weiteres Problem besteht darin, dass Triplett-Diffusionslängen typischerweise lang (z.B. > 1400Å) sind, verglichen mit typischen Singulett-Diffusionslängen von ungefähr 200Å. Daher müssen, wenn phosphoreszie-rende Einrichtungen ihr Potenzial erlangen sollen, die Strukturen der Einrichtung für Triplett-Eigenschaften op-timiert werden. Bei der vorliegenden Erfindung nutzen wir die Eigenschaft langer Triplett-Diffusionslängen aus, um den externen Quantenwirkungsgrad zu verbessern.

**[0007]** Eine erfolgreiche Verwendung von Phosphoreszenz verspricht außerordentliche Aussichten für orga-nische elektrolumineszierende Einrichtungen. Zum Beispiel besteht ein Vorteil der Phosphoreszenz darin, dass alle Exzitons (die durch die Rekombination von Löchern und Elektronen in einer EL gebildet werden), die sich (teilweise) auf Triplett-Basis in phosphoreszierenden Einrichtungen befinden, an der Energieübertragung und Lumineszenz bei bestimmten elektrolumineszierenden Materialien teilhaben können. Im Gegenteil dazu führt nur ein geringer Prozentsatz Exzitons bei fluoreszierenden Einrichtungen, die auf Singulett-Basis beru-hen, zur floureszierenden Lumineszenz.

## II.C. Hintergrund der Materialien

### II.C.1. Grundlegende Heterostrukturen

**[0008]** Da man typischerweise wenigstens eine Elektronen übertragende bzw. transportierende Schicht und wenigstens eine Loch übertragende bzw. transportierende Schicht hat, hat man Schichten verschiedener Ma-terialien, die eine Heterostruktur bilden. Die Materialien, die die elektrolumineszierende Emission erzeugen, können die gleichen Materialien sein, die entweder als die Elektronen übertragende Schicht oder als die Loch übertragende Schicht funktionieren. Auf solche Einrichtungen, bei denen die Elektronen übertragende Schicht oder die Loch übertragende Schicht auch als die emissive Schicht funktionieren, wird als eine einzelne Hete-rostruktur aufweisend Bezug genommen. Wahlweise kann das elektrolumineszierende Material in einer ge-trennten emissiven Schicht zwischen der Loch übertragenden Schicht und der Elektronen transportierenden Schicht vorhanden sein, worauf als doppelte Heterostruktur Bezug genommen wird.

**[0009]** Das bedeutet, dass zusätzlich zu emissiven Materialien, die als vorrangige Komponente in der La-dungsträgerschicht vorhanden sind, d.h. entweder in der Loch übertragenden Schicht oder in der Elektronen übertragenden Schicht, wobei diese beide als Ladungsträgermaterial ebenso wie als emissives Material funk-tionieren, das emissive Material in relativ niedrigen Konzentrationen als Dotierungssubstanz in der Ladungs-trägerschicht vorhanden sein kann. Wann immer ein Dotierungsmaterial vorhanden ist, kann auf das vorherr-schende Material in der Ladungsträgerschicht als Wirtverbindung oder als Empfängerverbindung Bezug ge-nommen werden. Es werden Materialien, die als Wirt und Dotierungsmaterial gegenwärtig sind, ausgewählt, um ein hohes Niveau an Energieübertragung von dem Wirt an das Dotierungsmaterial zu haben. Zusätzlich müssen diese Materialien in der Lage sein, annehmbare elektronische Eigenschaften für die OLED herbeizu-führen. Weiterhin sind solche Wirt- und Dotierungsmaterialien vorzugsweise in der Lage, in die OLED unter

Verwendung von Materialien eingeschlossen zu werden, die leicht in die OLED unter Verwendung geeigneter Herstellungstechniken eingeschlossen werden können, insbesondere unter Verwendung von Vakuum-Ablage- und Ablage-Techniken.

### II.C.2. Exziton-Sperrschicht

**[0010]** Die in den Einrichtungen der vorliegenden Erfindung (und zuvor in der US-Anmeldung Nr. 09/153,144 offenbarte) Exziton-Sperrschicht sperrt im Wesentlichen die Diffusion von Exzitons, wodurch die Exzitons im Wesentlichen in der Emissionsschicht gehalten werden und so die Wirksamkeit der Einrichtung verbessern. Das Material der Sperrschicht der vorliegenden Erfindung ist durch eine Energiedifferenz („Bandlücke“/„band gap“) zwischen ihrer niedrigsten unbesetzten Molekularhülle (LUMO) und ihrer höchsten besetzten Molekularhülle (HOMO) entsprechend der vorliegenden Erfindung gekennzeichnet. In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung verhindert diese Bandlücke im Wesentlichen die Diffusion von Exzitons durch die Sperrschicht und hat dennoch nur eine geringe Wirkung auf die Einschaltspannung einer vervollständigten elektrolumineszierenden Einrichtung.

**[0011]** Die Bandlücke ist damit bevorzugt größer als das Energieniveau von Exzitons, die in einer Emissionsschicht erzeugt werden, sodass solche Exzitons nicht in der Sperrschicht bestehen können. Insbesondere ist die Bandlücke der Sperrschicht wenigstens so groß wie die Differenz in der Energie zwischen dem Triplett-Zustand und dem Grundzustand des Wirts.

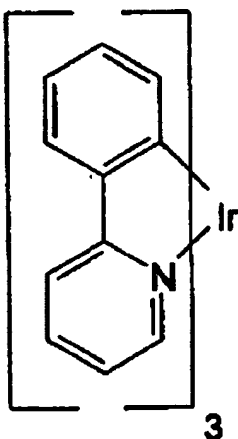
### II.D. Farbe

**[0012]** Was die Farben anbelangt, ist es wünschenswert, dass OLEDs hergestellt werden sollen, in denen Materialien verwendet werden, die eine elektrolumineszierende Emission in einem verhältnismäßig schmalen Band, das nahe ausgewählter spektraler Bereiche zentriert ist, bereit stellen, die einer der drei Primärfarben Rot, Grün und Blau entsprechen, sodass sie als Farbschicht in einer OLED oder SOLED verwendet werden können. Es ist ebenfalls wünschenswert, dass solche Verbindungen in der Lage sind, leicht als eine dünne Schicht unter Verwendung von Vakuumablagerungstechniken abgelagert zu werden, sodass sie leicht in einer OLED aufgenommen werden können, die völlig aus Vakuumabgelagerten organischen Materialien erzeugt wird.

**[0013]** US-Patent Nr. 6,048,630 ist auf OLEDs gerichtet, die emittierende Verbindungen enthalten, die eine gesättigte rote Emission erzeugen.

## III. ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

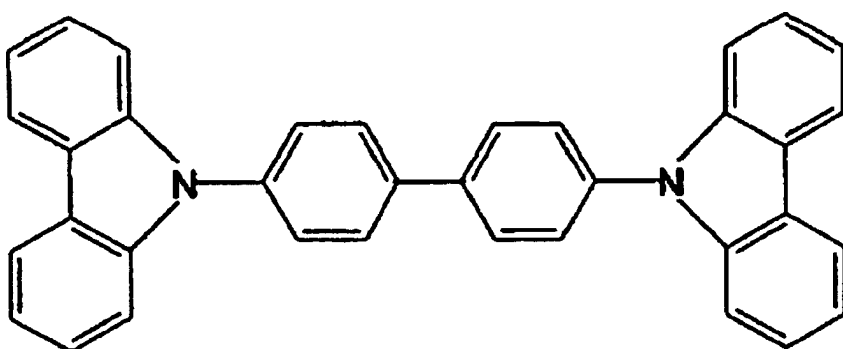
**[0014]** Die vorliegende Erfindung richtet sich auf organische Licht-emittierende Einrichtungen, bei denen die emittierende Schicht ein emittierendes Molekül, optional mit einem Wirtmaterial (wobei das emittierende Molekül als Dotierungsmaterial in dem Wirtmaterial gegenwärtig ist) umfasst, wobei das Molekül nachleuchten/lumineszieren kann, wenn über die Heterostruktur eine Spannung angelegt wird, wobei das emittierende Molekül aus der Gruppe phosphoreszierender organometallischer Komplexe ausgewählt ist. Das emittierende Molekül kann weiterhin aus der Gruppe phosphoreszierender organometallischer Iridium- oder Osmiumkomplexe und noch weitergehend aus der Gruppe phosphoreszierender zyklometallisierter Iridium- oder Osmiumkomplexe ausgewählt sein. Ein spezielles Beispiel des emittierenden Moleküls ist fac-tris (2-Phenylpyridin) Iridium, wiedergegeben durch  $(\text{Ir}(\text{ppy})_3)$  der Formel:



**[0015]** [In dieser und den folgenden Figuren stellen wir die koordinative Bindung von Stickstoff zum Metall (hier Ir) als gerade Linie dar.]

**[0016]** Die allgemeine Anordnung der Schichten ist Loch-transportierende Schicht, emittierende Schicht und Elektronen-transportierende Schicht. Für eine Loch-leitende emittierende Schicht kann es eine Exziton-Sperrschicht zwischen der emittierenden Schicht und der Elektronen-transportierenden Schicht geben. Für eine Elektronenleitende emittierende Schicht kann es eine Exziton-Sperrschicht zwischen der emittierenden Schicht und der Loch-transportierenden Schicht geben. Die emittierende Schicht kann gleich der Loch-transportierenden Schicht (in welchem Fall die Exziton-Sperrschicht sich nahe oder an der Anode befindet) oder der Elektronen-transportierenden Schicht (in welchem Fall die Exziton-Blockierschicht sich nahe oder an der Kathode befindet) sein.

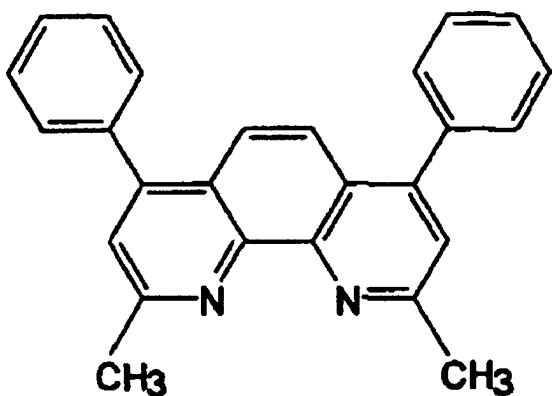
**[0017]** Die emittierende Schicht kann mit einem Wirtmaterial ausgebildet sein, in der das emittierende Molekül als Gast anwesend ist, oder die emittierende Schicht kann aus dem emittierenden Molekül selbst gebildet sein. Im erstgenannten Fall kann das Wirtmaterial eine Loch-transportierende Matrix, die aus der Gruppe substituierter Tri-aryl Amine ausgewählt ist, sein. Ein Beispiel eines Wirtmaterials ist 4,4'-N,N'-Dicarbazol-biphenyl (CBP), das folgende Formel aufweist:



**[0018]** Die emittierende Schicht kann auch ein Polarisationsmolekül enthalten, das als Dotierungsmaterial in dem Wirtmaterial vorhanden ist und ein Dipolmoment aufweist, das die Wellenlänge des Lichts beeinflusst, das emittiert wird, wenn das emittierende Dotierungsmolekül luminesziert.

**[0019]** Eine aus einem Elektronen-transportierenden Material gebildete Schicht wird zum Transportieren von Elektronen in die emittierende Schicht, die das emittierende Molekül und das (optionale) Wirtmaterial enthält, verwendet. Das Elektronen-Transportmaterial kann eine Elektronen-transportierende Matrix sein, die aus der Gruppe metallischer Chinolate, Oxadazole und Triazole ausgewählt wird. Ein Beispiel eines Elektronen-Transportmaterials ist Tris-(8-hydroxychinolin) Aluminium ( $\text{Alq}_3$ ). Eine aus einem Loch-transportierenden Material gebildete Schicht wird zum Transportieren von Löchern in die emittierende Schicht verwendet, die das emittierende Molekül und das (optionale) Wirtmaterial umfasst. Ein Beispiel eines Loch-transportierenden Materials ist 4,4'-Bis [N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl [„ $\alpha$ -NPD“].

**[0020]** Die Verwendung einer Exziton-Sperrschicht („Barrierschicht“) zum Beschränken der Exzitons innerhalb der lumineszierenden Schicht („lumineszierenden Zone“) ist stark bevorzugt. Für einen Loch-transportierenden Wirt kann die Sperrschicht zwischen der lumineszierenden Schicht und der Elektronen-Transport-schicht angeordnet werden. Ein Beispiel eines Materials solch einer Barrierschicht ist 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (auch als Bathocuproin oder BCP bezeichnet), das die Formel aufweist:



**[0021]** Für die Situation mit einer Sperrschicht zwischen einem Loch-leitenden Wirt und der Elektronen-transportierenden Schicht (wie im Fall in Beispiel 1, nachfolgend) sucht man die folgenden Eigenschaften, die in der Reihenfolge ihrer relativen Bedeutung aufgeführt sind:

1. Die Energiedifferenz zwischen der LUMO und HOMO der Sperrschicht ist größer als die Energiedifferenz zwischen dem Triplett und dem Grundzustand-Singulett des Wirtmaterials.
2. Triplets in dem Wirtmaterial werden von der Sperrschicht nicht abgefangen.
3. Das Ionisierungspotential (IP) der Sperrschicht ist größer als das Ionisierungspotential des Wirts. (Das bedeutet, dass die Löcher in dem Wirt gehalten werden.)
4. Das Energieniveau der LUMO der Sperrschicht und das Energieniveau der LUMO des Wirts sind hinsichtlich der Energie ausreichend dicht beieinander, sodass es in der Gesamtkonduktivität der Einrichtung eine Änderung von weniger als 50% gibt.
5. Die Sperrschicht ist mit Blick auf eine Stärke der Schicht, die ausreicht, um den Transport von Exzitons von der emittierenden Schicht in die benachbarte Schicht wirksam zu sperren, so dünn wie möglich.

**[0022]** [Für eine Situation, in der das emittierende („aussendende“) Molekül ohne einen Loch-transportierenden Wirt verwendet wird, werden die obigen Regeln zur Auswahl der Sperrschicht durch Ersatz des Wortes „Wirt“ durch „aussendendes Molekül“ modifiziert].

**[0023]** Für die komplementäre Situation mit einer Sperrschicht zwischen einem Elektronen-leitenden Wirt und der Loch-transportierenden Schicht sucht man nach (folgenden) Eigenschaften (die in der Reihenfolge ihrer Bedeutung aufgelistet sind):

1. Die Energiedifferenz zwischen der LUMO und HOMO der Sperrschichten ist größer als die Energiedifferenz zwischen dem Triplett und dem Grundzustand Singulett des Wirtmaterials.
2. Triplets im Wirtmaterial werden nicht durch die Sperrschicht abgefangen.
3. Die Energie der LUMO der Sperrschicht ist größer als die Energie der LUMO des (Elektronen-transportierenden) Wirts. (Das bedeutet, dass Elektronen in dem Wirt gehalten werden.)
4. Das Ionisierungspotential der Sperrschicht und das Ionisierungspotential des Wirts sind derart, dass Löcher leicht von der Sperre in den Wirt injiziert werden und weniger als 50% Änderung in der gesamten Konduktivität der Einrichtung eintritt.
5. Die Sperrschicht ist so dünn wie möglich, abhängig davon, dass eine Stärke der Schicht vorliegt, die ausreichend ist, um wirksam den Transport von Exzitons von der emittierenden Schicht in die benachbarte Schicht zu sperren.

**[0024]** [Für eine Situation, in der das emittierende („aussendende“) Molekül ohne einen Elektronen-transportierenden Wirt verwendet wird, werden die vorstehenden Regeln zur Auswahl der Sperrschicht durch Ersetzen des Wortes „Wirt“ durch „aussendendes Molekül“ modifiziert].

#### IV. KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0025] Fig. 1.** Vorgeschlagene Energieniveaustuktur der elektrophosphoreszierenden Einrichtung des Beispiels 1. Es sind die höchste besetzte Molekularhüllen (HOMO) – Energie und die niedrigste unbesetzte Molekularhüllen (LUMO) – Energie dargestellt (siehe I.G. Hill und A. Kahn, J. Appl. Physics (1999)). Es sei bemerkt, dass die HOMO- und LUMO-Niveaus für Ir(ppy)<sub>3</sub> nicht bekannt sind. Die Einfügungen zeigen chemische Strukturformeln für (a) Ir(ppy)<sub>3</sub>, (b) CBP und (c) BCP.

**[0026] Fig. 2.** Der externe Quantenwirkungsgrad von OLEDs unter Benutzung von Ir(ppy)<sub>3</sub>:CBP-lumineszierenden Schichten. Es werden Spitzenwirkungsgrade für ein Masseverhältnis von 6% Ir(ppy)<sub>3</sub> zu CBP beobachtet. Die 100% Ir(ppy)<sub>3</sub>-Einrichtung hat eine geringfügig unterschiedliche Struktur gegenüber der in Fig. 1 gezeigten. Darin ist die Ir(ppy)<sub>3</sub>-Schicht 300Å stark, und es gibt keine BCP-Sperrschicht. Der Wirkungsgrad einer 6% Ir(ppy)<sub>3</sub>:CBP-Einrichtung, die ohne eine BCP Lage gewachsen ist, wird ebenfalls gezeigt.

**[0027] Fig. 3.** Der Energiewirkungsgrad und die Leuchtkraft der 6% Ir(ppy)<sub>3</sub>:CBP-Einrichtung. Bei 100cd/m<sup>2</sup> erfordert die Einrichtung 4,3 V, und ihr Leistungswirkungsgrad beträgt 19 lm/W.

**[0028] Fig. 4.** Das elektrolumineszierende Spektrum von 6% Ir(ppy)<sub>3</sub>:CBP. Einfügung: Es sind die Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) – Chromatizitätskoordinaten von Ir(ppy)<sub>3</sub> in CBP relativ zu fluoreszierenden Grün-Emittern Alq<sub>3</sub> und Poly(P-phenylvinylen) (PPV) dargestellt.

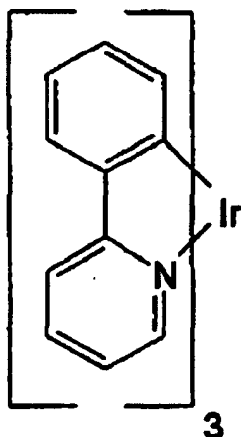
## V. DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0029]** Die vorliegende Erfindung ist allgemein auf emittierende (emissive) Moleküle gerichtet, die lumineszieren, wenn über eine Heterostruktur einer organischen, Licht-emittierenden Einrichtung eine Spannung angelegt wird, und die aus der Gruppe phosphoreszierender organometallischer Komplexe ausgewählt sind, sowie auf Strukturen und auf korrelative Moleküle der Strukturen, die die Emission der Licht-emittierenden Einrichtung optimieren. Der Ausdruck „organometallisch“ ist einem Fachmann mit normalem Wissen allgemein verständlich, wie es beispielsweise in „Inorganic Chemistry“ (2. Auflage) von Gary L. Miessler und Donald A. Tarr, Prentice-Hall (1998), dargelegt ist. Die Erfindung ist weiter auf emittierende Moleküle innerhalb der emittierenden Schicht oder Lage einer organischen, Licht-emittierten Einrichtung gerichtet, wobei diese Moleküle von phosphoreszierenden, mit Zyklometall versehenen Iridiumkomplexen umfasst werden. Bei der Elektrolumineszenz können Moleküle in dieser Klasse eine Emission hervorrufen, die Rot, Blau oder Grün erscheint. Erörterungen der Farberscheinung einschließlich Beschreibungen der CIE Diagramme kann man in Color Chemistry, VCH Publishers, 1991, und H. J. A. Dartnall, J. K. Bowmaker, und J. D. Mollon, Proc. Roy. Soc. B (London), 1983, 220, 115–130 finden.

**[0030]** Die vorliegende Erfindung wird nunmehr im Detail für besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, wobei verständlich ist, dass diese Ausführungsformen nur als erläuternde Beispiele beabsichtigt sind und die Erfindung nicht darauf beschränkt ist.

## Beispiel 1

**[0031]** In diesem Beispiel beschreiben wir OLEDs, die das grüne elektrophosphoreszierende Material fac-tris (2-Phenylpyridine) Iridium  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  verwenden. Diese Verbindung hat folgende Formeldarstellung:



**[0032]** Das Zusammenfallen einer kurzen Triplett-Lebensdauer und einer vernünftigen photolumineszierenden Wirksamkeit ermöglicht es OLEDs auf  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ -Basis, ein Spitzenquantum und Leistungswirkungsgrade von 8% (28cd/A) bzw. ~30 lm/W zu erreichen. Bei einer angelegten Spannung von 4,3 V erreicht die Leuchtdichte 100cd/m<sup>2</sup> und der Quanten- sowie der Leistungswirkungsgrad betragen 7,5% (26 cd/A) bzw. 19 lm/W<sup>2</sup>.

**[0033]** Es wurden organische Schichten mittels Wärmeverdampfung im hohem Vakuum (10<sup>-6</sup> Torr) auf ein gereinigtes Glassubstrat, das mit transparentem, leitfähigem Indium-Zinnoxid vorbeschichtet war, abgelagert. Es wird eine 400Å starke Schicht von 4,4'-bis(N-(1-Naphthyl)-N-Phenyl-amino] Biphenyl ((α-NPD) wird verwendet, um Löcher zur lumineszierenden Lage bestehend aus  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  in CBP zu transportieren bzw. übertragen. Es wird eine 200Å starke Schicht des Elektronentransportmaterials tris-(8-Hydroxychinolin) Aluminium ( $\text{Alq}_3$ ) verwendet, um Elektronen in die  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ :CBP Schicht zu transportieren und um  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ -Lumineszenzabsorption an der Kathode zu verringern. Es wurde eine Lochmaske mit Öffnungen von 1 mm Durchmesser verwendet, um die Kathode, bestehend aus einer 1000Å starken Schicht von 25:1 Mg:Ag, mit einer 500Å starken Ag-Kappe, zu definieren. Wie zuvor geschehen (O'Brien et al., App. Phys. Lett. 1999, 74, 442–444) fanden wir heraus, dass eine dünne (60Å) Sperrschicht von 29-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Bathocuproin, oder BCP), eingefügt zwischen CBP und  $\text{Alq}_3$ , notwendig war, um Exzitons innerhalb der lumineszierenden Zone zu beschränken und infolgedessen hohe Wirkungsgrade aufrecht zu erhalten. Bei O'Brien et al., Appl. Phys. Lett 1999, 74, 442–444, wurde argumentiert, dass diese Schicht Triplettts daran hindert, sich außerhalb des dotierten Bereiches zu verbreiten. Es wurde auch vorgeschlagen, dass CBP leicht Löcher transportieren kann und dass BCP erforderlich sein kann, eine Exziton-Bildung innerhalb der lumineszierenden Schicht zu erzwingen. In jedem Fall dient die Verwendung von BCP eindeutig dazu, Exzitons innerhalb des lumineszierenden Berei-

ches einzufangen. Die molekulare Strukturformel einiger der in den OLEDs verwendeten Materialien ist zusammen mit einem vorgeschlagenen Energieniveau-Diagramm in [Fig. 1](#) gezeigt.

**[0034]** [Fig. 2](#) zeigt die externen Quantenwirkungsgrade verschiedener OLEDs auf Basis von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ . Die dotierten Strukturen zeigen mit steigendem Strom eine langsame Abnahme im Quantenwirkungsgrad. Ähnlich den Ergebnissen für das  $\text{Alq}_3$ :PtOEP-System erreichen die dotierten Einrichtungen einen maximalen Wirkungsgrad ( $\sim 8\%$ ) für Massenverhältnisse von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ :CBP von ungefähr 6–8%. Damit liegt es nahe, dass der Energieübertragungsweg in  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ :CBP ähnlich dem in PtOEP: $\text{Alq}_3$  (Baldo et al., Nature, 1998, 395, 151; O'Brien, 1999, op. Cit.) ist, d.h. via Kurzbereich-Dexter-Übertragung von Triplets vom Wirt erfolgt. Bei niedrigen  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ -Konzentrationen liegen die Lumophoren oft jenseits des Dexter-Übermittlungsradius eines angeregten  $\text{Alq}_3$ -Moleküls, während bei hohen Konzentrationen das aggregierte Löschen erhöht wird. Es sei bemerkt, dass eine Dipol-Dipol (Förster)-Übertragung für eine Triplettübertragung unzulässig ist, und bei dem PtOEP: $\text{Alq}_3$ -System wurde gefunden, dass ein direktes Ladungsunterbrechen (fangen) nicht signifikant ist.

#### Beispiel 2

**[0035]** Zusätzlich zu der dotierten Einrichtung stellten wir eine Heterostruktur her, bei der der lumineszierende Bereich eine homogene Zusammensetzung von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  war. Die Verringerung im Wirkungsgrad (bis  $\sim 0,8\%$ ) von purem  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  wird in dem transienten Abfall wiedergegeben, der eine Lebensdauer von nur  $\sim 100\text{ns}$  hat, und weicht signifikant von dem mono-exponentialen Verhalten ab. Eine 6%  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  CBP-Einrichtung ohne eine BCP- Sperrschicht ist ebenfalls zusammen mit einer 6%  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ : $\text{Alq}_3$ -Einrichtung mit einer BCP- Sperrschicht gezeigt. Hier werden sehr geringe Quantenwirkungsgrade beobachtet, die mit dem Strom ansteigen. Dieses Verhalten legt eine Sättigung von Nicht-Strahlungsstellen nahe, wenn Exzitons in das  $\text{Alq}_3$  wandern, und zwar entweder im lumineszierenden Gebiet oder benachbart zur Kathode.

#### Beispiel 3

**[0036]** In [Fig. 3](#) haben wir die Leuchtdichte (Luminanz) und den Energiewirkungsgrad als Funktion der Spannung für die Einrichtung des Beispiels 1 aufgetragen. Der Spitzen-Energiewirkungsgrad beträgt  $\sim 30\text{ lm/W}$  mit einem Quantenwirkungsgrad von 8% (28 cd/A). Bei  $100\text{cd/m}^2$  erhält man bei einer Spannung von 4,3 V eine Leistungsfähigkeit von  $19\text{ lm/W}$  mit einem Quantenwirkungsgrad von 7,5% (26 cd/A). Die Übergangsreaktion von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  in CBP ist ein mono-exponentialer phosphoreszierender Abfall von  $\sim 500\text{ ns}$ , verglichen mit einer gemessenen Lebensdauer (z.B., King et al., J. Am. Chem. Soc., 1985, 107, 1431–1432) von  $2\mu\text{s}$  in entgastem Toluol bei Raumtemperatur. Diese Standzeiten sind kurz und weisen auf eine starke Spin-Orbit-Kopplung hin, und zusammen mit der Abwesenheit von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ -Fluoreszenz in der Übergangsreaktion nehmen wir an, dass  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  einen starken Intersystem-Übergang von dem Singulett- zum Triplett-Zustand aufweist. Damit entspringt alle Emission dem langlebigen Triplett-Zustand. Unglücklicherweise kann langsame Triplett-Relaxation/-Entspannung einen Engpass in der Elektrophosphoreszenz bilden, und ein hauptsächlichlicher Vorteil von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  besteht darin, dass dieses eine kurze Triplett-Lebensdauer besitzt. Der Phosphoreszenz-Engpass wird dadurch im Wesentlichen gelockert. Dieses führt nur zu einem graduellen Abnehmen im Wirkungsgrad bei zunehmendem Strom, was zu einer maximalen Leuchtdichte von  $\sim 100,000\text{ cd/m}^2$  führt.

#### Beispiel 4

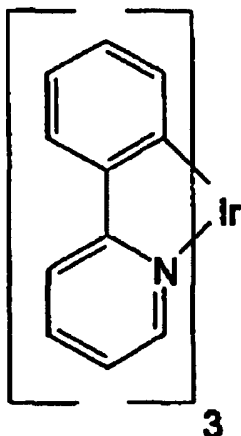
**[0037]** In [Fig. 4](#) sind das Emissionsspektrum und die Commission Internationale de L'Eclairage (CIE)-Koordinaten von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  für die Einrichtung höchsten Wirkungsgrades gezeigt. Die Spitzen-Wellenlänge beträgt  $\lambda=510\text{ nm}$ , und die volle Breite bei halbem Maximum ist  $70\text{ nm}$ . Die Spektrum- und CIE-Koordinaten ( $x=0,27$ ,  $y=0,63$ ) sind stromunabhängig. Selbst bei sehr hohen Stromdichten ( $\sim 100\text{mA/cm}^2$ ) ist eine Blau-Emission vom CBP vernachlässigbar, ein Anzeichen für vollständige Energieübertragung.

**[0038]** Weitere dem Fachmann bekannte Techniken können in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden. Beispielsweise können für diese Arbeit auch die Verwendung von LiF-Kathoden (Hung et al., Appl. Phys. Lett., 1997, 70, 152–154), geformten Substraten (G. Gu et al., Optics Letters, 1997, 22, 396–398) und neuen Lochtransportmaterialien, die zu einer Verringerung der Betriebsspannung oder gesteigertem Quantenwirkungsgrad führen (B. Kippelen et al., MRS (San Francisco, Spring, 1999), zum Einsatz gelangen. Diese Verfahren haben zu Energiewirkungsgraden von  $\sim 20\text{ lm/W}$  in fluoreszierenden Kleinmolekül-Einrichtungen (Kippelen, daselbst) geführt. Der Quantenwirkungsgrad dieser Einrichtungen (Kido und Iizumi, App. Phys. Lett., 1998, 73, 2721) bei  $100\text{ cd/m}^2$  ist typischerweise  $\leq 4,6\%$  (niedriger als der der vorliegenden Erfindung), und damit können Grün-emittierende elektrophosphoreszierende Einrichtungen mit Leistungsfähigkeiten von  $>40\text{ lm/W}$  erwartet werden. Rein organische Materialien (Hoshino und Suzuki, Appl. Phys. Lett.,

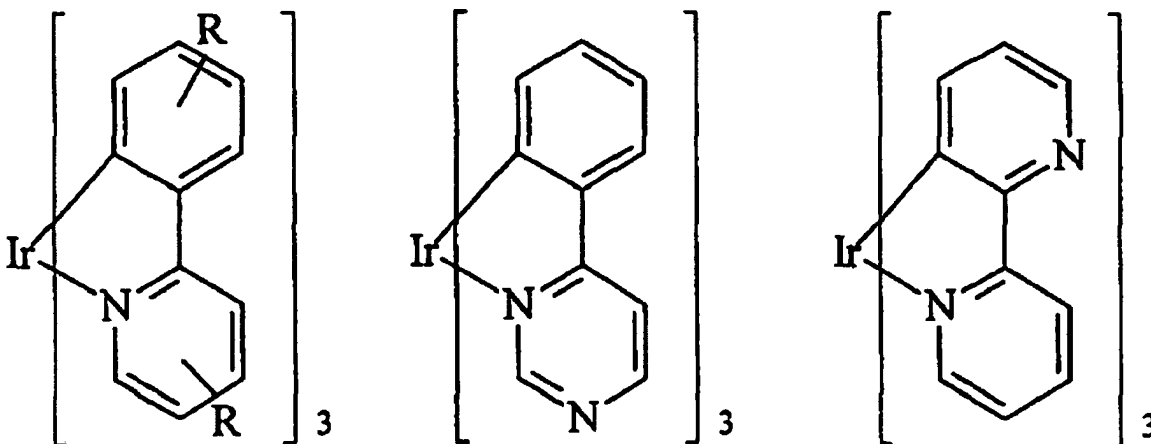


1996, 69, 224–226) können manchmal eine unzureichende Spin-Orbit-Kopplung aufweisen und so starke Phosphoreszenz bei Raumtemperatur zeigen. Obwohl man das Potenzial von rein organischen Phosphoren nicht ausschließen sollte, dürften die bevorzugten Verbindungen Übergangsmetallkomplexe mit aromatischen Liganden sein. Das Übergangsmetall mischt Singulett- und Triplett-Zustand, wodurch die Intersystem-Kreuzung verbessert und die Zeitdauer des erregten Triplett-Zustands verringert werden.

**[0039]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das emittive Molekül der Beispiele beschränkt. Der Durchschnittsfachmann kann die organische Komponente von  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  (direkt hierunter) ändern, um gewünschte Eigenschaften zu erhalten.

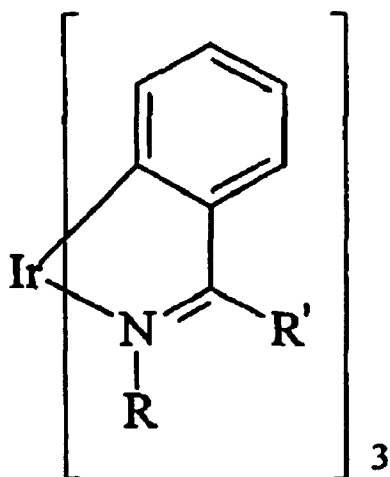


**[0040]** Es kann sich um Alkyl-Substituenten oder eine Änderung der Atome der aromatischen Struktur handeln:



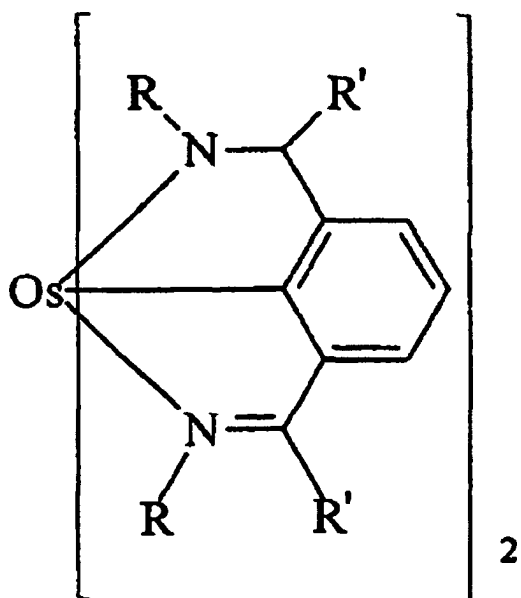
**[0041]** Diese Moleküle, bezogen auf  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ , können aus im Handel verfügbaren Liganden gebildet werden. Die R-Gruppen können Alkyl oder Aryl sein und befinden sich bevorzugt in den 3, 4, 7 und/oder 8 Stellungen an dem Liganden (aus sterischen/räumlichen Gründen). Die Verbindungen sollten verschiedene Farbemissionen ergeben und können verschiedene Trägertransportarten haben. Somit können die Modifikationen an der grundlegenden  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ -Struktur bei den drei Molekülen die emissiven Eigenschaften in wünschenswerter Art und Weise ändern.

**[0042]** Weitere mögliche Emittier sind nachstehend dargestellt.

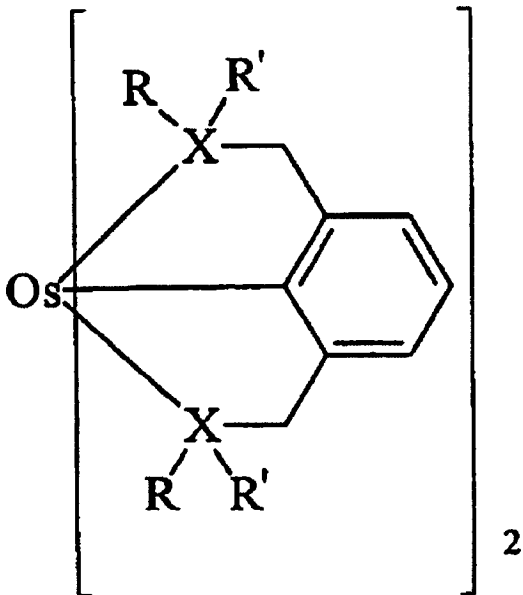


[0043] Von diesem Molekül wird erwartet, dass es eine Blau-verschobene Emission, verglichen mit  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ , aufweist. R und R' können unabhängig Alkyl oder Aryl sein.

[0044] Bei dieser Erfindung können organometallische Osmium-Verbindungen verwendet werden. Es gibt folgende Beispiele:

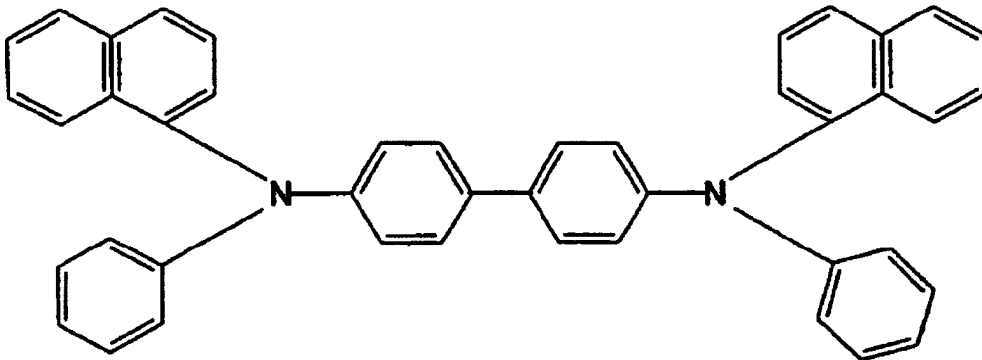


[0045] Diese Osmium-Komplexe sind oktaedrisch/oktahedral mit 6d Elektronen (isoelektronisch mit den Ir-Analogen) und können einen guten Intersystem-Kreuzungs-Wirkungsgrad haben. R und R' werden unabhängig aus der Gruppe bestehend aus Alkyl und Aryl ausgewählt. Es wird angenommen, dass darüber in der Literatur keine Berichte vorliegen.



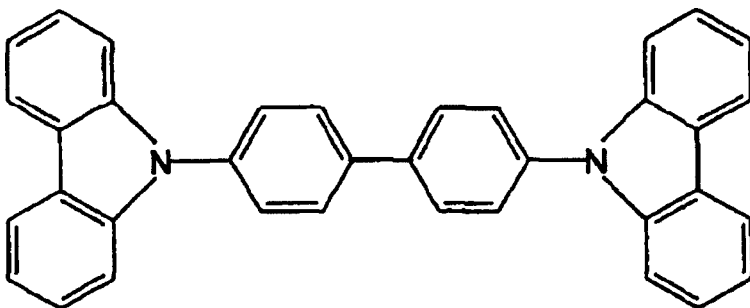
[0046] Hierin kann X aus der Gruppe bestehend aus N oder P ausgewählt werden. R und R' werden unabhängig aus der Gruppe Alkyl und Aryl ausgewählt.

[0047] Nachstehend wird das Molekül der Loch-transportierenden Schicht des Beispiels 1 dargestellt:



[0048] Die Erfindung lässt sich auch mit anderen Loch-übertragenden Molekülen, die ein Durchschnittsfachmann kennt, ausführen, um in Loch-transportierenden Lagen von OLEDs zu wirken.

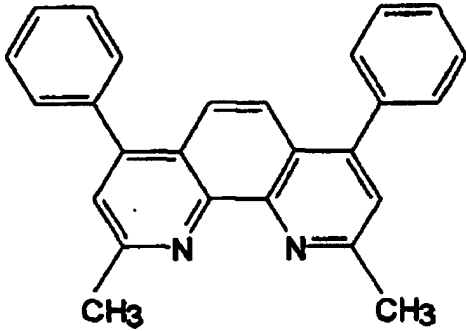
[0049] Nachstehend wird das Molekül dargestellt, das als Wirt in der emittierenden Lage des Beispiels 1 verwendet wurde:



[0050] Die Erfindung lässt sich auch mit anderen Molekülen durchführen, die dem Durchschnittsfachmann bekannt sind, als Wirt emittierender Schichten von OLEDs zu arbeiten. Beispielsweise könnte das Wirtmaterial eine Loch-transportierende Matrix sein und aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus substituierten Tri-aryl-aminen und Polyvinylcarbazolen besteht.

[0051] Das als Exziton-Sperrschicht des Beispiels 1 verwendete Molekül wird nachstehend dargestellt. Die Erfindung funktioniert auch mit anderen Molekülen, die für die Exziton-Sperrschicht verwendet werden, voraus-

gesetzt, sie erfüllen die in der Zusammenfassung der Erfindung aufgelisteten Erfordernisse:

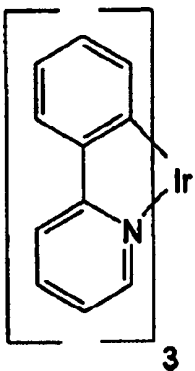


**[0052]** Moleküle, die als Komponenten für eine Exziton-Sperrschicht geeignet sind, sind nicht notwendigerweise die gleichen wie Moleküle, die für eine Loch-Sperrschicht geeignet sind. Beispielsweise hängt die Fähigkeit eines Moleküls, als Loch-Blocker zu wirken, von der angelegten Spannung ab, indem die Loch-Sperrfähigkeit umso geringer ist, je höher die angelegte Spannung ist. Die Fähigkeit, Exzitons zu sperren, ist, grob gesprochen, unabhängig von der angelegten Spannung.

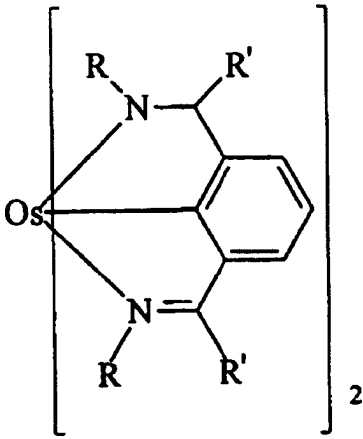
**[0053]** Die OLED der vorliegenden Erfindung kann bei im Wesentlichen jeder Art von Einrichtung verwendet werden, die von einer OLED umfasst wird, beispielsweise in OLEDs, die in einem größeren Display, einem Fahrzeug, einem Computer, einem Fernseher, einem Drucker, einer großwandigen Fläche, einem Theater- oder Stadionschirm, einer Reklame- oder sonstigen Werbefläche oder einer Hinweistafel enthalten sind.

### Patentansprüche

1. Elektrolumineszierende Schicht umfassend eine emittierende Schicht beinhalten ein emittierendes Molekül, das eine phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung oder eine phosphoreszierende organometallische Osmiumverbindung ist.
2. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 1, bei der die emittierende Schicht ein Wirt-Material und die phosphoreszierende organometallische Verbindung als Gast in dem Wirt-Material vorhanden ist.
3. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 1 oder 2, bei der das emittierende Molekül eine phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung ist.
4. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 3, bei der die phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung Fac-tris (2-Phenylpyridin) Iridium ist, das durch die folgende Formel wiedergegeben wird:

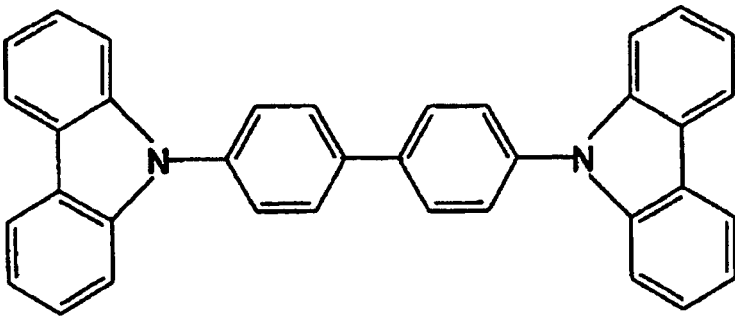


5. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 3, bei der die phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung eine grüne Emission hervorbringt, wenn über die emittierende Schicht eine Spannung angelegt wird.
6. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 1 oder 2, bei der das emittierende Molekül eine phosphoreszierende organometallische Osmiumverbindung ist.
7. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 6, bei der die phosphoreszierende organometallische Osmiumverbindung durch die folgende Formel wiedergegeben wird:



8. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 2, bei der das Wirt-Material ein Loch-transportierendes Material ist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus substituierten Tri-aryl Aminen und Polyvinylcarbazolen besteht.

9. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 8, bei der das Loch-transportierende Material 4,4'-N,N'-Dicarbazol-Biphenyl umfasst, das durch folgende Formel wiedergegeben wird:



10. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 8, bei der das Loch-transportierende Material 4,4'-bis [N-(1-Naphthyl)-N-Phenyl-Amino] Biphenyl umfasst.

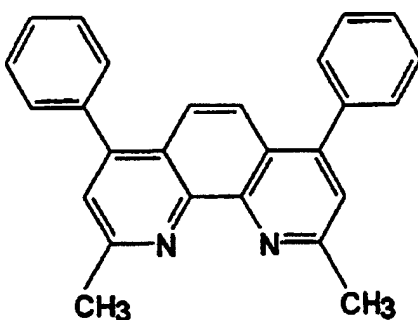
11. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 2, bei der das Wirt-Material ein Elektronen transportierendes Material ist.

12. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 11, bei der das Elektronen transportierende Material Tris-(8-Hydroxychinolin) Aluminium umfasst.

13. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 1 oder 2, bei der die emittierende Schicht weiter eine Polarisations-Dotiersubstanz mit einem Dipol-Moment umfasst.

14. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 1 oder 2, bei der sich die emittierende Schicht in Kontakt mit einer Exziton-Sperrschicht befindet.

15. Elektrolumineszierende Schicht nach Anspruch 14, bei der die Exziton-Sperrschicht 2,9-Dimethyl-4,7-Diphenyl-1,10-Phenanthrolin umfasst, das durch folgende Formel wiedergegeben wird:

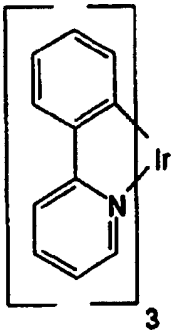


16. Organische Licht-emittierende Einrichtung umfassend eine Heterostruktur, die eine emittierende Schicht enthält, die eine lumineszierende Emission hervorruft, wenn über die Heterostruktur eine Spannung angelegt wird, wobei die emittierende Schicht ein Molekül beinhaltet, das eine phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung oder eine phosphoreszierende organometallische Osmiumverbindung ist.

17. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 16, bei der die emittierende Schicht ein Wirt-Material umfasst und die phosphoreszierende organometallische Verbindung als Gast in dem Wirt-Material vorhanden ist.

18. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei der das emittierende Molekül eine phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung ist.

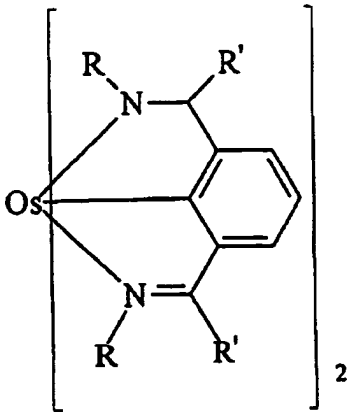
19. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 18, bei der die phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung Fac-tris (2-Phenylpyridin) Iridium ist, das durch folgende Formel wiedergegeben wird:



20. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 18, bei der die phosphoreszierende organometallische Iridiumverbindung eine grüne Emission hervorruft, wenn über die emittierende Schicht eine Spannung angelegt wird.

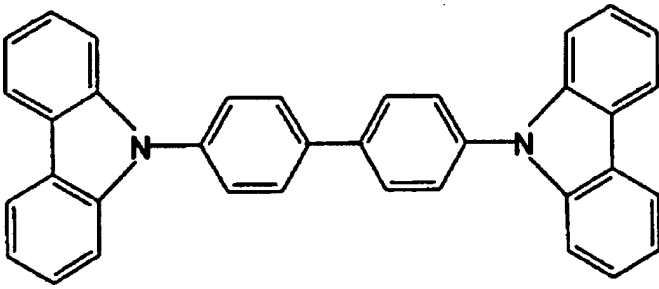
21. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei der das emittierende Molekül eine phosphoreszierende organometallische Osmiumverbindung ist.

22. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 21, bei der die phosphoreszierende organometallische Osmiumverbindung durch folgende Formel wiedergegeben wird:



23. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 17, bei der das Wirt-Material ein loch-transportierendes Material ist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus substituierten Tri-Aryl Aminen und Polyvinylcarbazolen besteht.

24. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 23, bei der das loch-transportierende Material 4,4'-N,N'-Dicarbazolen-Biphenyl umfasst, wie es durch folgende Formel wiedergegeben wird:



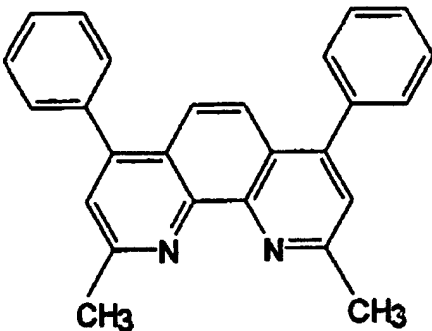
25. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 17, bei der das Wirt-Material ein Elektronen transportierendes Material ist.

26. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 25, bei der das Elektronen transportierende Material Tris-(8-Hydroxyquinolin) Aluminium umfasst.

27. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei der die emittierende Schicht weiter ein Polarisations-Dotierungsmittel mit einem Dipol-Moment umfasst.

28. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei der sich die emittierende Schicht in sich in Kontakt mit einer Exziton-Sperrschicht ist.

29. Organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 28, bei der die Exziton-Sperrschicht 2,9-Dimethyl-4,7-Diphenyl-1,10-Phenanthrolin umfasst, das durch folgende Formel wiedergegeben wird:



30. Einrichtung umfassend eine organische Licht-emittierende Einrichtung nach Anspruch 16, bei der die Einrichtung aus der Gruppe (von Gegenständen) ausgewählt wird, die aus Display, Fahrzeug, Computer, Fernseher, Drucker, Wand, Theater, Stadion-Bildschirm, Anschlagtafel und Hinweistafel besteht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

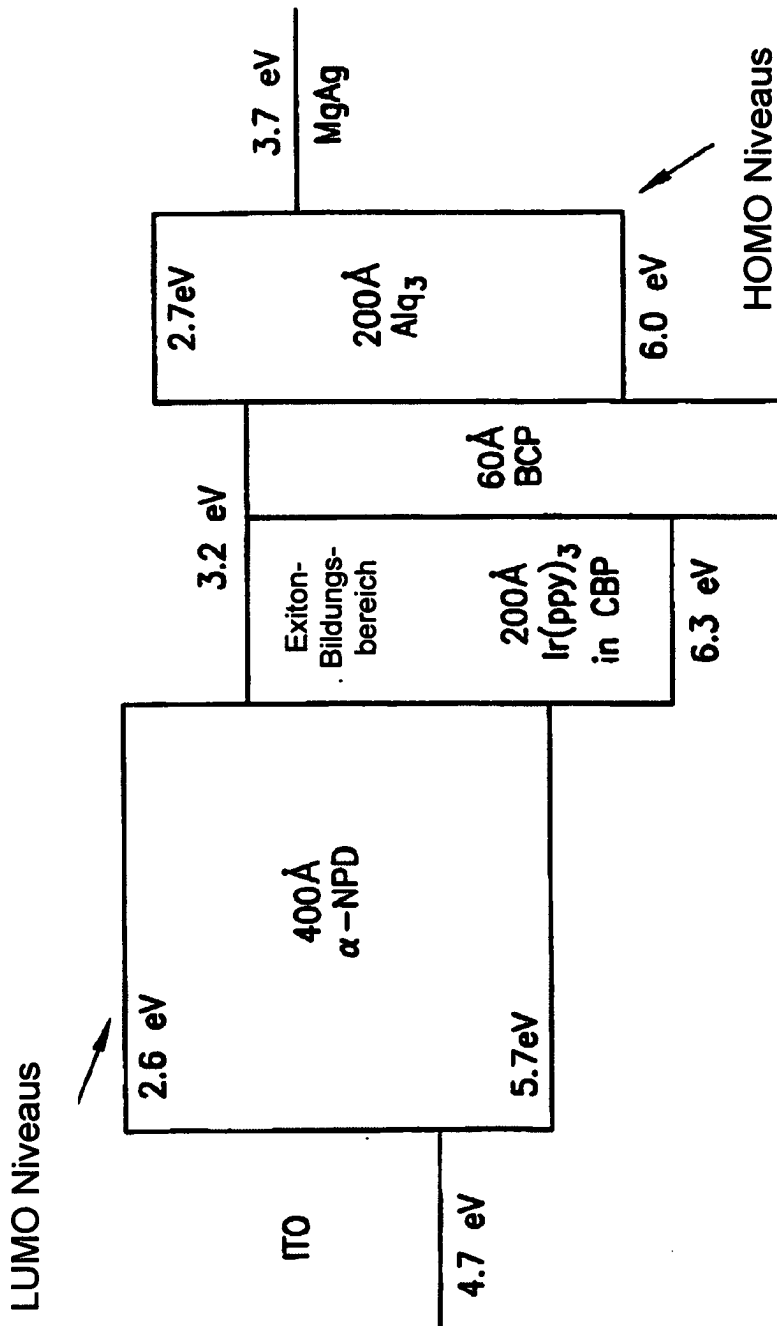


Fig. 1

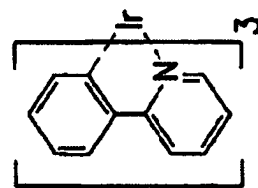


Fig. 1a

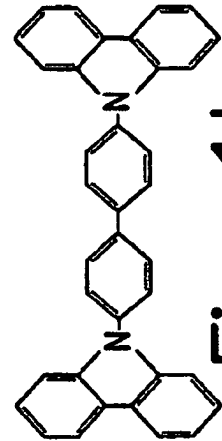


Fig. 1b

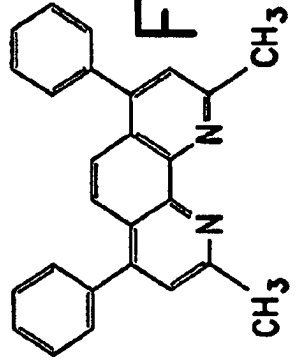


Fig. 1c



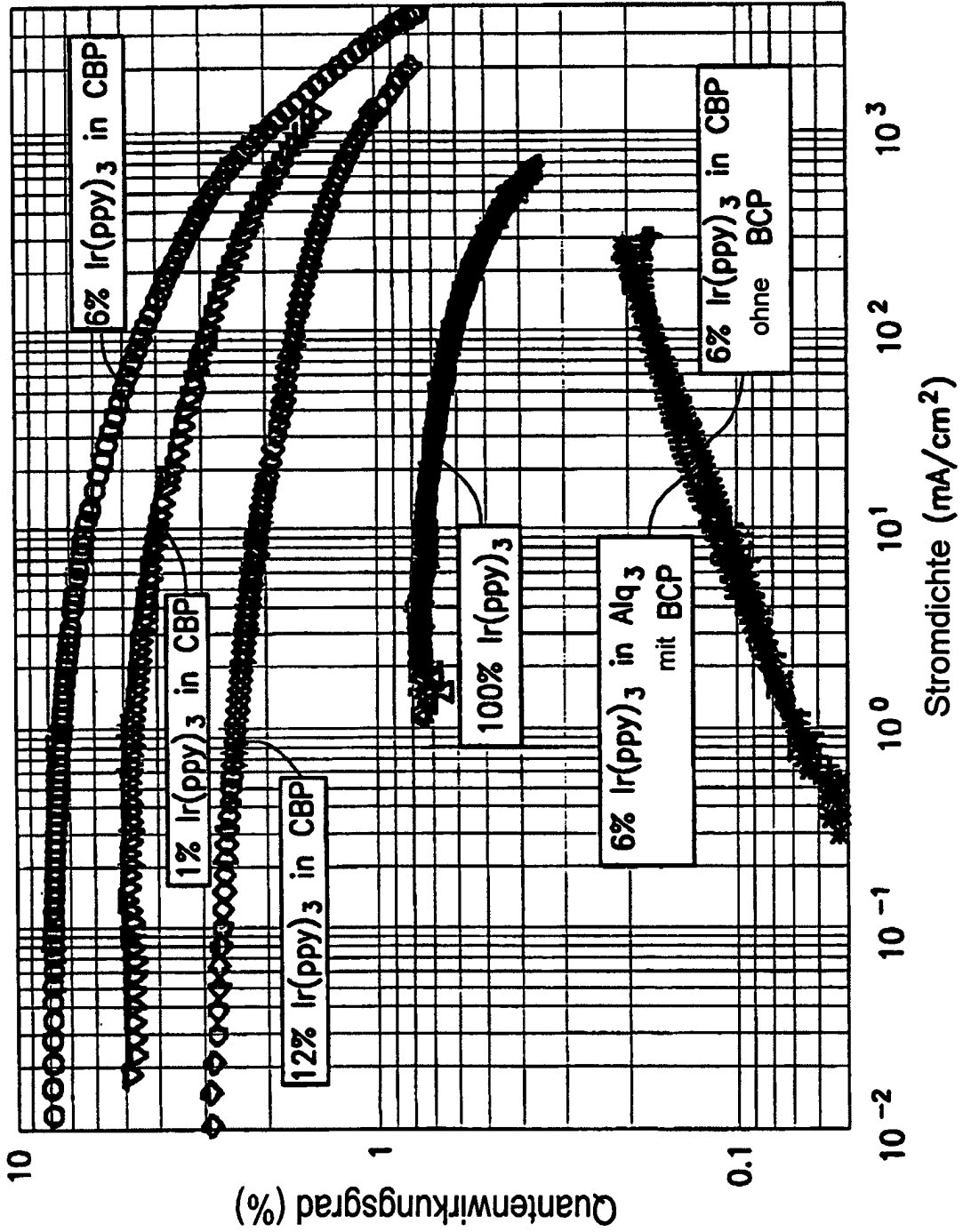


Fig. 2

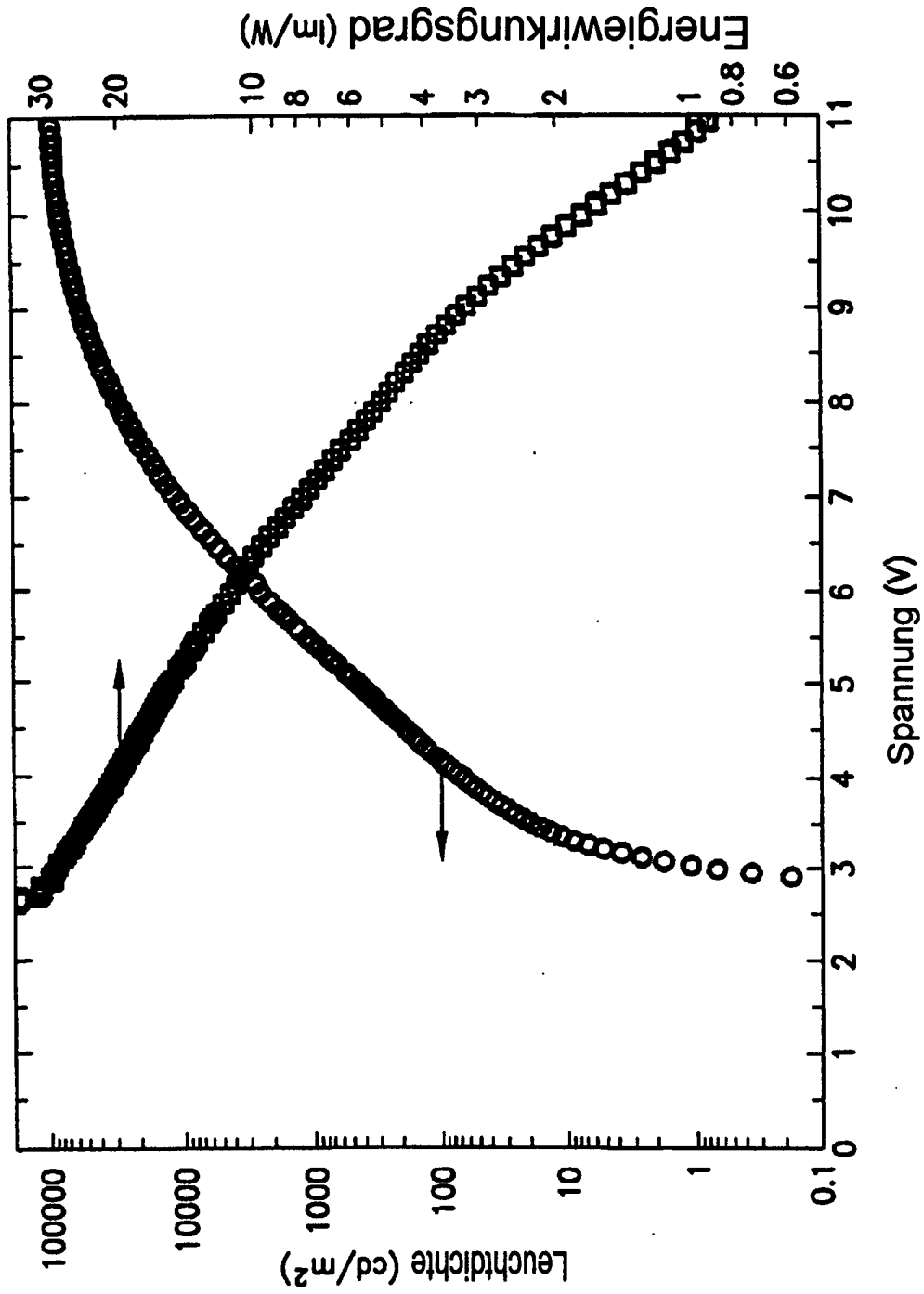


Fig. 3

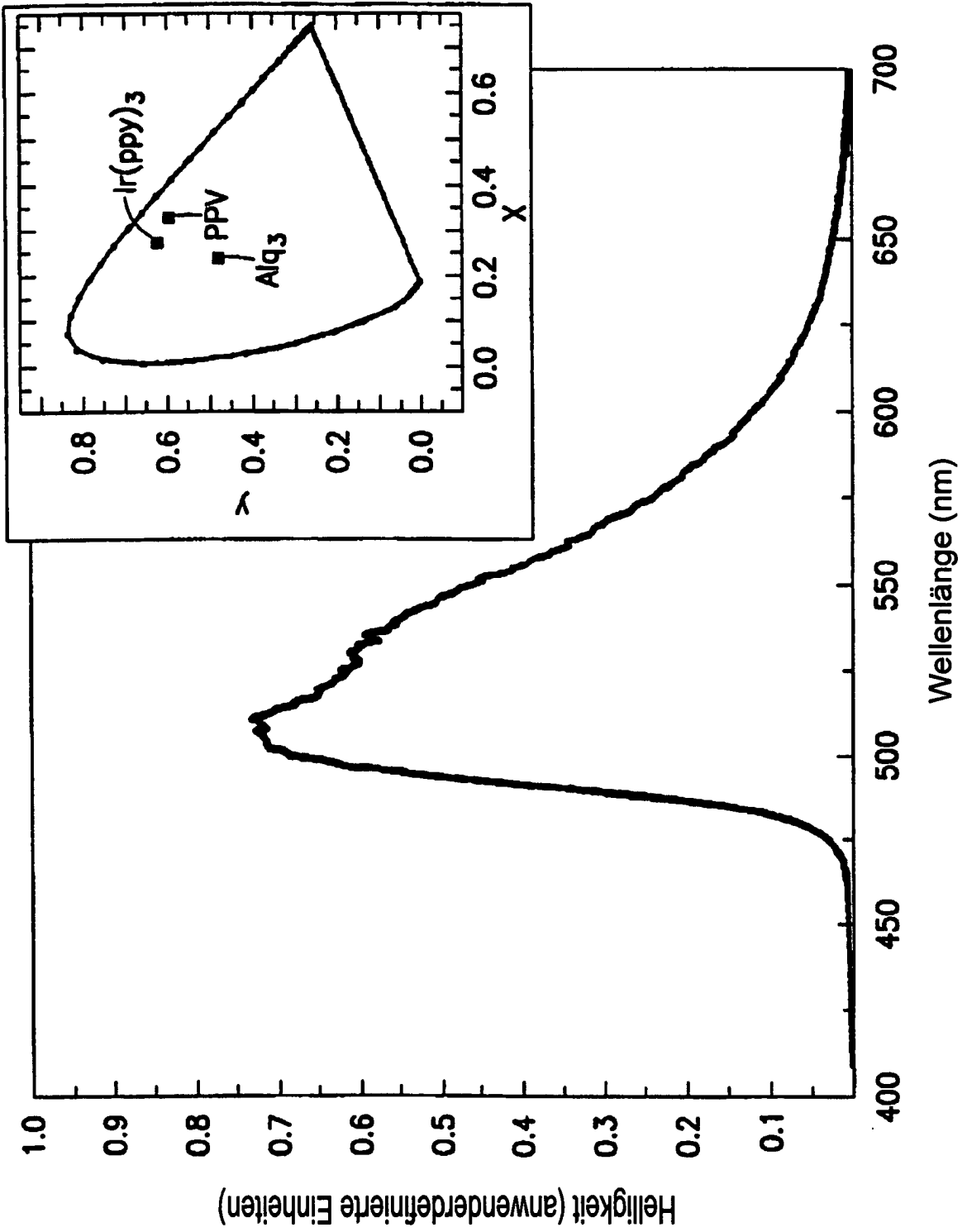


Fig. 4