



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 27 987 T2** 2005.01.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 119 221 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 27 987.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 109 489.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **27.11.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.01.2005**

(51) Int Cl.7: **H05B 33/26**

**H01Q 1/24, H01L 51/20**

(30) Unionspriorität:

**31956796**      **29.11.1996**      **JP**

**10157097**      **18.04.1997**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Idemitsu Kosan Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**HOFFMANN & EITLÉ, 81925 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL, SE**

(72) Erfinder:

**Hosokawa, Chishio, Sodegaura-shi, Chiba 299-02, JP; Matsuura, Masahide, Sodegaura-shi, Chiba 299-02, JP; Tokailin, Hiroshi, Sodegaura-shi, Chiba 299-02, JP**

(54) Bezeichnung: **Organische elektrolumineszente Vorrichtung**

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

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

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine organische Elektrolumineszenz-(EL)-Vorrichtung mit ausgezeichneter Haltbarkeit, bei der die Lichtemission durch beide Seiten entnommen werden kann.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Da sie selbständig lumineszierend sind, haben EL-Vorrichtungen eine hohe Sichtbarkeit. Zusätzlich haben sie eine hohe Schlagfestigkeit, da sie völlig feste Vorrichtungen sind. Folglich ist die Verwendung von EL-Vorrichtungen in unterschiedlichen Displays als Lichtemitter weithin bekannt.

**[0003]** EL-Vorrichtungen werden in anorganische EL-Vorrichtungen, in denen anorganische Verbindungen als lichtemittierende Materialien verwendet werden, und organische EL-Vorrichtungen, in denen lichtemittierende organische Verbindungen verwendet werden, unterteilt. Von diesen wurden organische EL-Vorrichtungen intensiv untersucht und als Lichtemitter der nächsten Generation angesehen, da sie leicht auf eine geringe Größe gebracht werden können, während sie eine in hohem Maße verringerte Spannungsamplitude benötigen.

**[0004]** Organische EL-Vorrichtungen haben im allgemeinen einen Grundaufbau aus positiver Elektrode/lichtemittierender Schicht/negativer Elektrode, wobei eine transparente positive Elektrode über einem Substrat, wie beispielsweise einer Glasplatte, angebracht ist. Bei diesen wird die Lichtemission durch die Seite des Substrats entnommen.

**[0005]** Aus den folgenden Gründen (a) bis (c) werden transparente negative Elektroden als neuester Ansatz in der Technik offenbart. Das Licht wird bei den organischen Vorrichtungen mit den transparenten negativen Elektroden durch die Seite der negativen Elektrode entnommen.

(a) In EL-Vorrichtungen dieses Typs, in denen die positive Elektrode ebenso transparent ist, kann man transparente EL-Vorrichtungen erhalten.

(b) Jede gewünschte Farbe kann als Hintergrundfarbe für die transparenten EL-Vorrichtungen verwendet werden. Folglich könnten die EL-Vorrichtungen farbig sein, selbst wenn sie kein Licht emittieren und könnten zur Verzierung dienen. Wo die Hintergrundfarbe für die EL-Vorrichtung schwarz ist, wird der Kontrast für diese Vorrichtungen verbessert.

(c) Gegebenenfalls könnten ein Farbfilter oder eine Farbumwandlungsschicht über den transparenten EL-Vorrichtungen angebracht werden. Folglich können die EL-Vorrichtungen hergestellt werden ohne Berücksichtigung des Wärmewiderstandes dieses Filters und dieser Schicht. Beispielsweise ist es ein Vorteil, daß dann, wenn die positive Elektrode für die EL-Vorrichtungen gebildet wird, die Substrattemperatur erhöht werden kann und so der Widerstand der gebildeten positiven Elektrode verringert werden kann.

**[0006]** Andererseits besteht in der Technik seit kurzem der Trend zu Displays mit hoher Auflösung und großer Ausdehnung, die organische EL-Vorrichtungen umfassen, und Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung erfordern feine Pixel mit einer Größe nicht über mehreren  $100 \mu\text{m}^2$ . In solchen Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung sollen die Leitungen der Abtastelektrode und die Leitungen der Signalelektrode sehr schmal werden, was dazu führt, daß sie einen größeren Widerstand haben sollen. In ihnen sind jedoch die Leitungen der Abtastelektrode und die Leitungen der Signalelektrode mit derart hohem Widerstand darin problematisch, daß sich das Spannungsniveau in den Vorrichtungen verringert und daß die Vorrichtungen, wenn sie betrieben werden, verzögertes Ansprechen hervorrufen. Im Einzelnen macht der Spannungsabfall die Lumineszenz der Vorrichtungen inhomogen, während das verzögerte Ansprechen es erschwert, sich bewegende Bilder auf dem Display anzuzeigen. Aus diesen Gründen sind die Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung mit derartigen Nachteilen dahingehend problematisch, daß ihre Displays beschränkt sind.

**[0007]** In diesen Display-Vorrichtungen sind die Leitungen der Abtastelektrode und die Leitungen der Signalelektrode mit den unteren Elektroden und den oberen Elektroden, welche die organischen EL-Vorrichtungen bilden, verbunden. Folglich wird gefordert, daß die positiven Elektroden und die negativen Elektroden für diese unteren Elektroden und die oberen Elektroden einen geringen Widerstand besitzen.

**[0008]** Wenn sie in organischen EL-Vorrichtungen verwendet werden, haben transparente negative Elektroden unterschiedliche Vorteile, wie die zuvor genannten. Folglich wurden unterschiedliche Ansätze in der Technik für die Herstellung von organischen EL-Vorrichtungen mit transparenten negativen Elektroden ausprobiert.

**[0009]** Die japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 185984/1996 offenbart eine transparente EL-Vorrichtung, die eine erste Elektrodenschicht einer transparenten leitfähigen Schicht und eine zweite Elektrodenschicht umfaßt, die aus einer ultradünnen Elektroneninjektions-Metallschicht und einer darauf ausgebildeten transparenten leitfähigen Schicht aufgebaut ist. Diese offenbart jedoch in keinsten Weise eine technische Idee, den Widerstand dieser Elektrodenschichten zu verringern. In ihr werden ITO (Indiumzinnoxid) und SnO<sub>2</sub> als Substanzen, welche die transparenten leitfähigen Schichten bilden, verwendet. Es ist jedoch unmöglich, diese Substanzen in solchem Ausmaß nicht-kristallin zu machen, daß sie in ihrem Röntgenstrahlbeugungsdiagramm keinen Peak ergeben, und folglich sind die in der offenbarten Technik verwendeten Substanzen natürlich kristallin. Wenn eine Schicht einer dieser Substanzen über eine organische Schicht auf ein Substrat aufgebracht wird, während die Substrattemperatur bei etwa Raumtemperatur bis 100°C oder dergleichen gehalten wird, um eine Beschädigung der organischen Schicht zu verhindern, wird die gebildete transparente leitfähige Schicht entsprechend einen hohen spezifischen Widerstand besitzen. Beispielsweise soll für ITO ihre Schicht einen spezifischen Widerstand von nicht kleiner als  $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  oder dergleichen besitzen. In organischen EL-Vorrichtungen mit einer solchen transparenten leitfähigen Schicht mit einem derart hohen spezifischen Widerstand verringert sich die Spannung an den Drahtleitungen der transparenten leitfähigen Schicht, was dazu führt, daß die Lichtemission inhomogen wird. Folglich sind Verbesserungen gewünscht, um den spezifischen Widerstand der leitfähigen Schicht in diesen EL-Vorrichtungen zu verringern. Zusätzlich dringen, da ITO und SnO<sub>2</sub> natürlich kristalline Substanzen sind, Wasser und Sauerstoff leicht durch ihre Korngrenzen ein. Folglich werden die Elektroneninjektions-Metallschichten, die angrenzend an die leitfähigen Schichten dieser Substanzen ITO und SnO<sub>2</sub> laminiert werden sollen, leicht beeinträchtigt, wodurch Defekte bei der Lichtemission oder sogar ein Verlust der Lichtemission hervorgerufen wird. Somit hat die offenbarte transparente EL-Vorrichtung keine zufriedenstellende Haltbarkeit und weitere Verbesserungen darin sind erwünscht. Wenn die transparente organische EL-Vorrichtung dieses Typs, in dem die negative Elektrode nur aus einer kristallinen transparenten leitfähigen Schicht hergestellt ist, in Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung verwendet wird, verringert sich die Spannung an den Drahtleitungen der transparenten leitfähigen Schicht und macht so die Lichtemission inhomogen. Folglich ist die Verwendung der EL-Vorrichtung selbst beschränkt. Zusätzlich dringen, da ITO und SnO<sub>2</sub> natürlich kristalline Substanzen sind, Wasser und Sauerstoff leicht durch ihre Korngrenzen ein. Folglich werden die Elektroneninjektions-Metallschichten, die angrenzend an die leitfähigen Schichten dieser Substanzen ITO und SnO<sub>2</sub> laminiert werden sollen, ohne weiteres beeinträchtigt, und so werden oft Defekte der Lichtemission oder sogar der Verlust der Lichtemission hervorgerufen. Entsprechend ist es erwünscht, die Haltbarkeit der organischen EL-Vorrichtung weiter zu verbessern.

**[0010]** Es ist schwierig, für die in der offenbarten Technik verwendete kristalline transparente leitfähige Schicht ein sogenanntes "Konusätzverfahren" ("taper etching process") zur Ausbildung eines geätzten Musters der Schicht mit einem trapezförmigen Querschnittsprofil bei der Herstellung von organischen EL-Display-Vorrichtungen mit einer XY-Matrixstruktur zu verwenden. Folglich ist es bei Verwendung der kristallinen transparenten leitfähigen Schicht oft schwierig, Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung herzustellen.

**[0011]** JP 08151572 offenbart ein einfach herzustellendes polymeres organisches Elektrolumineszenzelement, das eine hohe Leuchtkraft, Lichtausbeute und Haltbarkeit besitzt. Dieses organische EL-Element umfaßt eine polymere fluoreszierende Substanz, die eine Leuchtschicht enthält, die eine oder mehrere Repetiereinheiten der Formel Ar-CR=CR' enthält, worin Ar eine Arylengruppe bezeichnet oder eine heterozyklische Verbindung mit 4 bis 20 Kohlenstoffatomen, die an konjugierten Bindungen beteiligt sind und R und R' unabhängig voneinander eine Gruppe ausgewählt aus Wasserstoff, einer C<sub>1-20</sub>-Alkylgruppe, einer Alkoxygruppe und einer Alkylthiogruppe, einer C<sub>6-20</sub>-Arylgruppe und einer Aryloxygruppe, einer C<sub>4-20</sub> heterozyklischen Verbindung und einer Cyanogruppe bezeichnen. Das EL-Element umfaßt weiterhin eine Kathode, die die erste Schicht aus einer Legierung, die mindestens 50 Gew.% Erdalkalimetall enthält, und die zweite Schicht aus einem dünnen Aluminiumfilm mit mindestens 20 nm, die darauf laminiert ist, umfasst und mindestens 20 nm Dicke in dem organischen EL-Element mit einem Paar einer Anode und einer Kathode, von denen zumindest eine transparent oder semitransparent ist, besitzt.

**[0012]** JP 06295788 offenbart ein organisches Elektrolumineszenzelement, welches ermöglicht, das Auftreten von schwarzen Punkten dadurch zu vermeiden, daß eine Kathode auf der gegenüberliegenden Seite einer funktionellen Schicht, die eine lumineszierende Schicht aus einer organischen Verbindung enthält mit einem kleineren Youngschen Elastizitätsmodul als dem Elastizitätsmodul der Kathode, mit einer schützenden Elektrodenschicht versehen wird beim jeweiligen Aufbringen einer Anode, der funktionellen Schicht und der Kathode in dieser Reihenfolge auf einem Substrat. Das EL-Element umfaßt mehrere transparente Anoden aufgebaut aus ITO, einer organischen Lochtransportschicht, einer organischen lumineszierenden Schicht und mehreren schwarzen Kathoden zwischen den Anoden. Diese sind in entsprechender Reihenfolge auf einem transparenten Glassubstrat als Schichten angeordnet. Eine Schutzschicht mit einem kleineren Youngschen Elastizitäts-

modul als die Kathoden ist darauf oder auf der entgegengesetzten Seite der Transportschicht und der lumineszierenden Schicht aufgebracht.

**[0013]** JP 05121172 betrifft ein anderes organisches Elektrolumineszenzelement, das eine hohe Lichtausbeute und -intensität und eine hohe Stabilität gegenüber äußeren Einflüssen besitzt. Dieses Element umfaßt einen dünnen organischen Phosphorfilm und eine organische positive Lochtransportschicht, die als lumineszierende Schichten laminiert sind und zwischen einer Legierungskathode und einer transparenten Anodenelektrode angeordnet sind. Eine Glasbasis ist auf der Außenseite der transparenten Elektrode angeordnet.

**[0014]** JP 08185984 offenbart eine organische elektrolumineszente Verbindung z.B. für eine Display-Oberfläche einer Uhr, die zwei Elektrodenschichten enthält, die entsprechende transparente elektrische leitfähige Schichten enthalten, wobei eine leitfähige Schicht in der elektronischen gegossenen Metallschicht eingelagert ist. Die Komponente enthält einen dünnen organischen Film, der unterschiedliche Schichten einschließt. Eine erste und eine zweite Elektrodenschicht sind auf beiden Seiten des dünnen organischen Films vorgesehen, der auf einem transparenten Substrat ausgebildet ist. Die erste Elektrodenschicht schließt eine erste transparente elektrische leitfähige Schicht ein. Die zweite Elektrodenschicht, die eine elektrische gegossene Metallschicht mit einer geringen Austrittsarbeit einschließt, ist auf dem dünnen organischen Film vorgesehen. Eine zweite transparente elektrische leitfähige Schicht ist auf der elektronischen gegossenen Metallschicht vorgesehen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0015]** Ein erfindungsgemäßes Ziel ist es, die Probleme im Stand der Technik zu lösen und eine organische EL-Vorrichtung mit einer negativen Elektrode mit niedrigem Widerstand und hoher Transparenz bereitzustellen.

**[0016]** Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, eine organische EL-Vorrichtung mit ausgezeichneter Haltbarkeit bereitzustellen, bei der kaum Wasser und Sauerstoff in die transparente leitfähige Schicht, welche die negative Elektrode bildet, eindringen.

**[0017]** Ein weiteres erfindungsgemäßes Ziel ist es, die Probleme im Stand der Technik zu lösen und eine organische EL-Vorrichtung bereitzustellen, bei der die Lichtemission auch durch die Seite der negativen Schicht entnommen werden kann und welche in Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung verwendet werden kann.

**[0018]** Ein weiteres erfindungsgemäßes Ziel ist es, eine organische EL-Vorrichtung mit ausgezeichneter Haltbarkeit (Widerstandsfähigkeit gegen feuchte Wärme) bereitzustellen, die mit Leichtigkeit in Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung eingebaut werden kann.

**[0019]** Um diese Ziele zu erreichen, haben wir als die Erfinder intensive Untersuchungen durchgeführt und im Ergebnis gefunden, daß die Ziele erreicht werden können, indem ein amorpher transparenter leitfähiger Film als negative Elektrode in der organischen EL-Vorrichtung verwendet wird. Weiterhin haben wir gefunden, daß eine organische EL-Vorrichtung, die eine negative Elektrode mit einem niedrigen Widerstand und hoher Transparenz enthält, dadurch erhalten werden kann, daß eine dünne Metallschicht mit niedrigem Widerstand auf der Außenseite des transparenten leitfähigen Films aufgebracht wird, der die negative Elektrode darstellt. Die vorliegende Erfindung beruht auf diesem Befund.

**[0020]** Im einzelnen stellt die Erfindung folgendes bereit:

- (1) Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung, umfassend eine positive Elektrode, eine negative Elektrode und eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht, eingelagert zwischen den zwei Elektroden, einschließt, gekennzeichnet dadurch, daß die negative Elektrode eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht und einen amorphen transparenten leitfähigen Film umfaßt und daß die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht zur organischen Schicht benachbart ist.
- (2) Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß (1), worin die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht aus einem ultradünnen Film besteht, umfassend einen oder mehrere Vertreter, die aus elektroneninjizierenden Metallen, Legierungen und Erdalkalimetalloxiden ausgewählt sind.
- (3) Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß (1), worin die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht eine gemischte Schicht ist, umfassend einen oder mehrere Vertreter, die aus elektroneninjizierenden Metallen, Legierungen und Erdalkalimetalloxiden ausgewählt sind, und eine elektronentransportierende organische Substanz.

(4) Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß (1), worin die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht eine inselartige Elektroneninjektionszone umfaßt.

(5) Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß einem von (1) bis (4), worin der amorphe transparente leitfähige Film ein Indium(In)-Zink(Zn)-Sauerstoff(O)-Oxid umfaßt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0021]** Die **Fig. 1** bis **5** dienen dazu, die organische EL-Vorrichtung **(1)** bis **(5)** der Erfindung zu veranschaulichen. Die **Fig. 6** bis **11** sollen die organische EL-Vorrichtung **(6)** bis **(13)** der Erfindung illustrieren.

**[0022]** Im Einzelnen sind:

**[0023]** **Fig. 1** eine Querschnittsansicht, welche die Struktur einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt;

**[0024]** **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, welche die Struktur einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der eine inselartige Elektroneninjektionszone in der Grenzfläche zwischen dem amorphen transparenten leitfähigen Film und der organischen Schicht vorliegt;

**[0025]** **Fig. 3** ist eine Querschnittsansicht, die in vereinfachter Weise eine Ausführungsform der Verwendung der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der ein Farbfilter an der Außenseite des amorphen transparenten leitfähigen Films angebracht ist;

**[0026]** **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht, die in vereinfachter Weise eine Ausführungsform der Verwendung der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der eine schwarze Absorptionsschicht an der Außenseite des amorphen transparenten leitfähigen Films angebracht ist;

**[0027]** **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht, die in vereinfachter Weise eine Ausführungsform der Verwendung der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der eine Schicht, die eine Hintergrundfarbe bildet, an der Außenseite der transparenten positiven Elektrode angebracht ist;

**[0028]** **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht, welche die Struktur einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt;

**[0029]** **Fig. 7** ist eine Querschnittsansicht, welche die Struktur einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei welcher der amorphe transparente leitfähige Film ein konisches Querschnittsprofil aufweist;

**[0030]** **Fig. 8** ist eine Querschnittsansicht, welche die Struktur einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der eine inselartige Elektroneninjektionszone an der Grenzfläche zwischen dem amorphen transparenten leitfähigen Film und der organischen Schicht vorliegt;

**[0031]** **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht, welche in vereinfachter Weise eine Ausführungsform der Verwendung der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der ein Farbfilter an der Außenseite dem amorphen transparenten leitfähigen Film angebracht ist;

**[0032]** **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht, welche in vereinfachter Weise eine Ausführungsform der Verwendung der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der eine schwarze Absorptionsschicht an der Außenseite des amorphen transparenten leitfähigen Films angebracht ist; und

**[0033]** **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht, welche in vereinfachter Weise eine Ausführungsform der Verwendung der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung zeigt, bei der eine Schicht, die eine Hintergrundfarbe bildet, an der Außenseite der transparenten positiven Elektrode angebracht ist.

**[0034]** In diesen Zeichnungen ist 1 ein Substrat, 2 eine positive Elektrode, 3 eine organische Schicht, 4 eine Elektroneninjektions-Elektroden-schicht, 5 ein amorpher transparenter leitfähiger Film, 6 eine inselartige Elektroneninjektionszone, 7 ein Farbfilter, 8 eine schwarze Absorptionsschicht, 9 eine Schicht, die eine Hintergrundfarbe bildet, 10 eine dünne Metallschicht und 11 eine dünne transparente Schicht.

**[0035]** Nun wird die Erfindung nachstehend ausführlicher beschrieben.

**[0036]** Die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung (1) bis (5) umfaßt eine positive Elektrode, eine negative Elektrode und eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht, zwischen den zwei Elektroden eingelagert, umfaßt, bei der die negative Elektrode eine Elektroneninjektions-Elektroden-schicht und einen amorphen transparenten leitfähigen Film umfaßt und bei der die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht an die organische Schicht angrenzt. Die Struktur dieser organischen EL-Vorrichtung ist beispielsweise in **Fig. 1** grafisch gezeigt. Die Struktur der organischen EL-Vorrichtung dieser Ausführungsform der Erfindung wird im nachfolgenden im Detail beschrieben.

#### Amorpher transparenter leitfähiger Film:

**[0037]** Zuerst wird der amorphe transparente leitfähige Film (Schicht) erwähnt, welcher die negative Elektrode bildet, die in der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung vorliegen soll. Der amorphe transparente leitfähige Film kann jeder beliebige sein, der amorph und transparent ist. Wie zuvor erwähnt, ist es jedoch wünschenswert, daß der Film einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als  $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  besitzt, um Spannungsabfälle zu verhindern und die Inhomogenität der Lichtemission zu verhindern, welche durch die Spannungsabfälle verursacht wird.

**[0038]** Es ist ebenso wünschenswert, daß der Film aus einem In-Zn-O-Oxid hergestellt ist. Die hier erwähnte In-Zn-O-Oxidschicht bezeichnet einen transparenten leitfähigen Film eines amorphen Oxids, das Indium (In) und Zink (Zn) als essentielle Kationenelemente umfaßt. In diesem Film ist das Atomverhältnis  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  vorzugsweise zwischen 0,45 und 0,90. Dies ist deswegen der Fall, weil dann, wenn das Atomverhältnis außerhalb des definierten Bereichs liegt, die elektrische Leitfähigkeit des Films niedrig ist. Im Hinblick auf die elektrische Leitfähigkeit des Films ist das Atomverhältnis  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  mehr bevorzugt zwischen 0,50 und 0,90 und noch mehr bevorzugt zwischen 0,70 und 0,85.

**[0039]** Das amorphe Oxid kann im wesentlichen nur In und Zn als essentielle Kationenelemente umfassen, falls gewünscht kann es jedoch zusätzlich eines oder mehrere dritte Elemente umfassen, die dreiwertige oder höherwertige Kationen sind. Spezielle Beispiele dieser dritten Elemente schließen Zinn (Sn), Aluminium (Al), Antimon (Sb), Gallium (Ga), Germanium (Ge) und Titan (Ti) ein. Von diesen ist Sn bevorzugt, da es die elektrische Leitfähigkeit der Schicht erhöht. Was den Anteil des dritten Elements des Oxids angeht, ist es bevorzugt, daß das Atomverhältnis  $(\text{Gesamtmenge drittes Element})/[\text{In}+\text{Zn}+(\text{Gesamtmenge drittes Element})]$  nicht größer als 0,2 ist. Wenn das Atomverhältnis größer als 0,2 ist, erniedrigt sich die elektrische Leitfähigkeit des Films infolge der Trägerstreuung der Ionen in dem Film. Am meisten bevorzugt ist das Atomverhältnis nicht größer als 0,1. Vergleicht man eine kristalline Schicht mit einer amorphen, die beide dieselbe Zusammensetzung haben, hat die erstgenannte eine niedrigere elektrische Leitfähigkeit als die letztgenannte. Folglich ist erfindungsgemäß der transparente leitfähige Film vorzugsweise amorph.

**[0040]** Das amorphe Oxid ist vorzugsweise als dünne Platte ausgebildet. Die Dicke der Schicht ist vorzugsweise etwa 3 bis etwa 3.000 nm. Dies ist deswegen der Fall, weil dann, wenn die Dicke der Schicht kleiner als 3 nm ist, die elektrische Leitfähigkeit der Schicht zu niedrig ist, wenn sie jedoch größer als 3.000 nm ist, ist die Lichtdurchlässigkeit der Schicht zu niedrig und zusätzlich bricht die Schicht häufig, wenn die organische EL-Vorrichtung, welche die Schicht umfaßt, absichtlich oder irreversibel während oder nach der Produktion der Vorrichtung deformiert wird. Die Dicke der transparenten leitfähigen Schicht ist mehr bevorzugt etwa 5 bis 1.000 nm, mehr bevorzugt etwa 10 bis 800 nm.

**[0041]** In der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung, in der die negative Elektrode auf dem Substrat über die positive Elektrode und die organische Schicht dazwischen ausgebildet wird, wird der amorphe transparente leitfähige Film (Oxidschicht) auf der Elektroneninjektions-Elektroden-schicht ausgebildet. Um den amorphen transparenten leitfähigen Film auszubilden, ist ein beliebiges Verfahren von Sputtern, chemischer Gasphasenabscheidung, Sol-Gel-Umwandlung und Ionenplattierung verwendbar. Sputtern ist bevorzugt, da es geringe thermische Einflüsse auf die organische Schicht hat und einfach ist. Beim Sputtern sollte man Vorsicht walten lassen, um die organische Schicht nicht durch das gebildete Plasma zu beschädigen. Weil die organische Schicht eine geringe Wärmebeständigkeit hat, ist es ferner erwünscht, daß die Temperatur des Substrats beim Sputtern bei nicht über 200°C gehalten wird.

**[0042]** Als Sputtermodus ist ein beliebiger von RF- oder Gleichstrom-Magnetron-Sputtern und sogar Reak-

tivspattern verwendbar. Die Zusammensetzung des zu verwendenden Sputtertargets und die Bedingung beim Sputtern können geeignet festgelegt werden, abhängig von der Zusammensetzung der zu bildenden transparenten leitfähigen Schicht.

**[0043]** Wo die transparente leitfähige Schicht vom In-Zn-O-Typ durch RF- oder Gleichstrom-Magnetron-Sputtern gebildet wird, wird vorzugsweise eines der nachstehenden Sputtertargets (i) und (ii) verwendet:

**[0044]** (i) Ein gesintertes Target mit einer Zusammensetzung von Indiumoxid und Zinkoxid, bei dem das Atomverhältnis von Indium vorgegeben ist.

**[0045]** Der hier verwendete Ausdruck "das Atomverhältnis von Indium ist vorgegeben", soll angeben, daß das Atomverhältnis  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  in der letztendlich erhaltenen Schicht ein gewünschter Wert ist, der zwischen 0,45 und 0,90 fällt. Zu diesem Zweck kann das Atomverhältnis im gesinterten Target annähernd zwischen 0,50 und 0,90 sein. Das gesinterte Target kann ein gesintertes Körper einer Mischung aus Indiumoxid und Zinkoxid oder ein gesintertes Körper, der im wesentlichen eine oder mehrere phyllo-hexagonale Verbindungen von  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  (mit  $m = 2$  bis 20) umfaßt oder sogar ein gesintertes Körper, der im wesentlichen eine oder mehrere phyllo-hexagonale Verbindungen von  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  (mit  $m = 2$  bis 20) und  $\text{In}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{ZnO}$  umfaßt, sein. In der Formel, welche die phyllo-hexagonalen Verbindungen wiedergibt, ist  $m$  zwischen 2 und 20 definiert. Dies ist deswegen der Fall, weil dann, wenn  $m$  den definierten Bereich überschreitet, die Verbindungen keine phyllo-hexagonalen Verbindungen sein könnten.

**[0046]** (ii) Ein Sputteringtarget, das aus einer Oxidscheibe und einer oder mehreren Oxidtabletten, die auf der Scheibe angebracht sind, aufgebaut ist.

**[0047]** In diesem kann die Oxidscheibe im wesentlichen Indiumoxid und Zinkoxid umfassen, oder sie kann aus einem gesinterten Körper, der im wesentlichen eine oder mehrere phyllohexagonale Verbindungen von  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  (mit  $m = 2$  bis 20) umfaßt, oder sogar aus einem gesinterten Körper, der im wesentlichen eine oder mehrere phyllo-hexagonale Verbindungen von  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{ZnO})_m$  (mit  $m = 2$  bis 20) und  $\text{In}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{ZnO}$  umfaßt, bestehen. Die Zusammensetzung der Oxidtablette kann dieselbe sein wie diejenige der Oxidscheibe. Die Zusammensetzung dieser Oxidscheibe und Oxidtablette und das Verhältnis der beiden kann abhängig vom beabsichtigten Atomverhältnis  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  geeignet so festgelegt werden, daß es in der letztendlich zu bildenden Schicht zwischen 0,45 und 0,80 liegt.

**[0048]** Es ist wünschenswert, daß die Reinheit der Sputtertargets (i) und (ii) nicht niedriger als 98 % ist. Wenn die Reinheit niedriger als 98 % ist, ist die Beständigkeit gegen feuchte Wärme (Haltbarkeit) des zu bildenden Films, seine elektrische Leitfähigkeit und sogar seine Lichtdurchlässigkeit infolge der in den Targets vorliegenden Verunreinigungen erniedrigt. Die Reinheit ist mehr bevorzugt nicht niedriger als 99 %, noch mehr bevorzugt nicht niedriger als 99,9 %.

**[0049]** In Fällen, in denen das gesinterte Target verwendet wird, ist seine relative Dichte vorzugsweise nicht unter 70 %. Wenn die relative Dichte des verwendeten gesinterten Targets niedriger als 70 % ist, ist die Geschwindigkeit der Schichtbildung niedrig und die Qualität der gebildeten Schicht gering. Die relative Dichte ist mehr bevorzugt nicht niedriger als 85 %, noch mehr bevorzugt nicht niedriger als 90 %.

**[0050]** Die Bedingung beim Sputtern für das Direktspattern zur Bildung der transparenten leitfähigen Schicht variiert abhängig vom Direktspatternverfahren, der Zusammensetzung des Sputtertargets und den Eigenschaften der verwendeten Sputtervorrichtung, und folglich ist es schwierig, sie ohne Bedingungen zu definieren. Für das Gleichstrom-Direktspattern ist es jedoch bevorzugt, die Bedingung wie folgt zu definieren:

**[0051]** Der Grad des Vakuums beim Sputtern und die an das Target anzulegende Spannung sind vorzugsweise wie folgt: Das Vakuum beim Sputtern ist vorzugsweise etwa  $1,3 \times 10^{-2}$  bis  $6,7 \times 10^0$  Pa, mehr bevorzugt etwa  $1,7 \times 10^{-2}$  bis  $1,3 \times 10^0$  Pa, noch mehr bevorzugt etwa  $4,0 \times 10^{-2}$  bis  $6,7 \times 10^{-1}$  Pa. Die an das Target anzulegende Spannung ist vorzugsweise 200 bis 500 V. Wenn das Vakuum beim Sputtern niedriger als  $1,3 \times 10^{-2}$  Pa ist (d.h., wenn der Druck in der Sputterkammer niedriger als  $1,3 \times 10^{-2}$  Pa ist), ist die Stabilität des gebildeten Plasma niedrig. Wenn jedoch das Vakuum höher als  $6,7 \times 10^0$  Pa ist (d.h., wenn der Druck in der Sputterkammer höher als  $6,7 \times 10^0$  Pa ist), konnte die an das Sputtertarget angelegte Spannung nicht erhöht werden. Wenn die an das Target angelegte Spannung niedriger als 200 V ist, sind gute dünne Schichten schwierig zu erhalten, und die Geschwindigkeit der Schichtbildung ist begrenzt.

**[0052]** Die Gasatmosphäre in der Sputterkammer besteht vorzugsweise aus einem gemischten Gas, das ein

Inertgas, wie Argongas, sowie Sauerstoffgas umfaßt. Wenn Argon als Inertgas verwendet wird, kann das Volumenmischungsverhältnis von Argon- zu Sauerstoffgas näherungsweise 1/1 bis 99,99/0,01 sein, vorzugsweise jedoch näherungsweise 9/1 bis 99,9/0,1. Wenn das Verhältnis den definierten Bereich übersteigt, können Schichten mit niedrigem Widerstand und hoher Lichtdurchlässigkeit nicht erhalten werden.

**[0053]** Die Substrattemperatur kann abhängig von der Wärmebeständigkeit der organischen Schicht geeignet festgelegt werden und kann in einen Temperaturbereich fallen, innerhalb dessen sich die organische Schicht unter Wärme weder deformiert noch beeinträchtigt wird. Wenn die Substrattemperatur allerdings niedriger als Raumtemperatur ist, wird eine zusätzliche Kühlvorrichtung erforderlich, was zur Erhöhung der Produktionskosten führt. Mit der Erhöhung der Substrattemperatur steigen die Produktionskosten an. Folglich ist die Substrattemperatur vorzugsweise zwischen Raumtemperatur und 200°C.

**[0054]** Als Ergebnis des Direktputterns, welches das Sputtertarget (i) oder (ii) unter den vorgenannten Bedingungen verwendet, kann die gewünschte transparente leitfähige Schicht auf der organischen Schicht ausgebildet werden.

#### Elektroneninjektions-Elektrodenschicht:

**[0055]** Nun wird die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht beschrieben, die die organische EL-Vorrichtung der Erfindung darstellt. Die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht bezeichnet eine Elektrodenschicht, die eine gute Elektroneninjektion in die organische Schicht, einschließlich einer lichtemittierenden Schicht, erzielt. Um transparente EL-Vorrichtungen zu erhalten ist es erwünscht, daß die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht eine Lichtdurchlässigkeit von nicht weniger als 50 % besitzt. Zu diesem Zweck besteht die Schicht wünschenswert aus einer ultradünnen Schicht mit einer Dicke von etwa 0,5 bis 20 nm.

**[0056]** Die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht kann beispielsweise aus einer Schicht eines Metalls mit einer Austrittsarbeit von nicht größer als 3,8 eV bestehen, d.h. einem elektroneninjizierenden Metall, wie Mg, Ca, Ba, Sr, Li, Yb, Eu, Y, Sc oder dergleichen, und die Schicht kann eine Dicke von etwa 1 nm bis 20 nm haben. Es ist wünschenswert, daß der Film für diese Art Schicht eine Lichtdurchlässigkeit von nicht weniger als 50 %, bevorzugt nicht weniger als 60 %, hat.

**[0057]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Elektroneninjektions-Elektrodenschicht wird aus einer Legierung von einem oder mehreren Metallen mit einer Austrittsarbeit von nicht größer als 3,8 eV, wie den vorgenannten, und einem Metall mit einer Austrittsarbeit von nicht größer als 4,0 eV hergestellt. Die Legierung für die Schicht ist eine elektroneninjizierende Legierung. Die Legierung kann jede beliebige sein, welche die gewünschte Elektroneninjektions-Elektrodenschicht bilden kann und schließt beispielsweise Aluminium-Lithium-Legierungen, Magnesium-Aluminium-Legierungen, Indium-Lithium-Legierungen, Blei-Lithium-Legierungen, Bismut-Lithium-Legierungen, Zinn-Lithium-Legierungen, Aluminium-Calcium-Legierungen, Aluminium-Barium-Legierungen und Aluminium-Scandium-Legierungen ein. Es ist wünschenswert, daß die Schicht der Legierung eine Dicke von etwa 1 nm bis 20 nm besitzt und eine Lichtdurchlässigkeit von nicht weniger als 50 %, bevorzugt nicht weniger als 60 %, aufweist.

**[0058]** Wenn die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht aus einem der zuvor genannten Metalle oder Legierungen gebildet ist, wird vorzugsweise eine Gasphasenabscheidung mit elektrischer Heizung verwendet. Hierbei ist es wünschenswert, daß die Substrattemperatur zwischen 10 und 100°C und die Abscheidungsgeschwindigkeit zwischen 0,05 und 20 nm/s ist.

**[0059]** Insbesondere ist, wenn die Legierung abgeschieden wird, eine binäre Gasphasenabscheidung verwendbar, bei der die Abscheidungsgeschwindigkeit für die zwei unterschiedlichen verwendeten Metalle unterschiedlich sein kann. Hierbei ist beispielsweise die Abscheidungsgeschwindigkeit für Li, Ba, Ca, Sc oder Mg so definiert, daß sie zwischen 0,01 und 0,1 nm/s fällt, während diejenige für das Matrixmetall, Al oder dergleichen, so definiert ist, daß sie zwischen 1 und 10 nm/s fällt, und die unterschiedlichen Metalle können alle gleichzeitig abgeschieden werden. Abgesehen von dieser binären Gasphasenabscheidung ist ebenso eine einfache Gasphasenabscheidung für die Legierung verwendbar. Hierfür werden verdampfende Legierungspellets oder Granulate, welche ein elektroneninjizierendes Metall enthalten, das dem Matrixmetall in einem vorgegebenen Verhältnis zugesetzt ist, hergestellt und diese Pellets oder Granulate werden in das elektrisch geheizte Boot oder um die elektrisch geheizten Filamente herum in die Gasphasenabscheidungskammer gelegt. Nachdem sie in der Kammer erhitzt wurden, verdampfen die Pellets oder Granulate und scheiden sich ab, wobei sie die gewünschte Elektroneninjektions-Elektrodenschicht bilden.

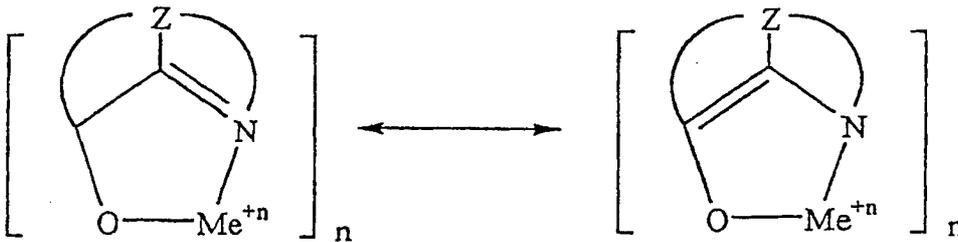
**[0060]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Elektroneninjektions-Elektroden-schicht ist eine ultra-dünne Schicht eines elektroneninjizierenden Erdalkalimetalloxids mit einer Dicke von etwa 0,1 nm bis 10 nm. Bevorzugte Beispiele des Erdalkalimetalloxids sind BaO, SrO, CaO und ihre Mischungen, z.B.  $Ba_xSr_{1-x}O$  (mit  $0 < x < 1$ ) und  $Ba_xCa_{1-x}O$  (mit  $0 < x < 1$ ).

**[0061]** Um die Erdalkalimetalloxid-Schicht zu bilden, ist ein Gasphasenabscheidungsverfahren mit elektrischem Heizen bevorzugt, bei der ein Erdalkalimetall in einer Vakuumkammer verdampft wird, während Sauerstoff bei einem Vakuum von  $10^{-4}$  bis  $10^{-3}$  Pa hinzugeführt wird, und der Erdalkalimetalldampf wird mit Sauerstoff umgesetzt und scheidet sich ab. Ebenso ist ein Elektronenstrahl-Gasphasenabscheidungsverfahren bevorzugt, bei dem Elektronenstrahlen verwendet werden, um den gewünschten Erdalkalimetalloxidfilm zu bilden.

**[0062]** Nicht nur eines, sondern auch zwei oder mehrere der oben erwähnten, elektroneninjizierenden Metalle, Legierungen oder Erdalkalimetalloxide können verwendet werden, um die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht auszubilden.

**[0063]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Elektroneninjektions-Elektroden-schicht ist eine gemischte Schicht einer Mischung, die ein elektroneninjizierendes Metall, Legierung oder Erdalkalimetalloxid und eine elektronentransportierende Verbindung umfaßt.

**[0064]** In dieser gemischten Schicht können das elektroneninjizierende Metall, Legierung oder Erdalkalimetalloxid ein beliebiges der zuvor erwähnten Metalle, Legierungen und Erdalkalimetalloxide sein. Die gemischte Schicht kann eines oder mehrere dieser Metalle, Legierungen und Oxide umfassen. Die elektronentransportierende Verbindung in der gemischten Schicht kann jede beliebige Verbindung sein, die Elektronen transportieren kann. Dafür sind Oxanoidchelate bevorzugt und mehr bevorzugt sind Verbindungen der folgenden Formel:



worin Me ein Metall bezeichnet; n eine ganze Zahl von 1 bis 3 bedeutet und Z unabhängig ein Atom bedeutet, welches den Kern mit mindestens zwei kondensierten aromatischen Ringen vervollständigt.

**[0065]** In dieser Formel kann das Metall Me ein beliebiges einwertiges bis dreiwertiges Metall mit der Fähigkeit zur Chelatbildung sein und schließt beispielsweise Alkalimetalle, wie Lithium, Natrium und Kalium, Erdalkalimetalle, wie Magnesium und Calcium und dreiwertige Metalle, wie Bor und Aluminium, ein. Z bedeutet ein Atom zur Vervollständigung des heterozyklischen Kerns mit mindestens zwei kondensierten aromatischen Ringen. Der durch Z zu vervollständigende heterozyklische Kern schließt beispielsweise Azolringe und Azinringe ein.

**[0066]** Die bevorzugten Oxanoidchelate schließen beispielsweise Aluminiumtrisoquin, Magnesiumbisoxin, Bis[benzo(f)-8-chinolinol]zink, Bis(2-methyl-8-chinolinolato)aluminiumoxid, Indiumtrisoquin, Aluminium-tris(5-methyloxin), Lithiumoxin, Galliumtrisoquin, Calciumbis(5-chlor-oxin), Poly[zink(II)-bis(8-hydroxy-5-chinolinyl)methan] und Dilithiumepindoridion ein.

**[0067]** Das Mischungsverhältnis (gewichtsbezogen) des elektroneninjizierenden Metalls, der Legierung und des Erdalkalimetalloxids zu der elektronentransportierenden Verbindung ist vorzugsweise zwischen 100/1 bis 1/100.

**[0068]** Die gemischte Schicht, welche das elektroneninjizierende Metall oder Legierung und die elektronentransportierende Verbindung umfaßt, ist vorzugsweise durch binäre Co-Gasphasenabscheidung gebildet, bei der die Substrattemperatur zwischen 10 und 100°C liegen kann.

**[0069]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung ist derart, daß die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht eine inselartige Elektroneninjektionszone umfaßt. Der Ausdruck "inselartig", wie er hier verwendet wird, soll eine Struktur angeben, die diskontinuierliche elektro-

neninjizierende Verbindungsschichten umfaßt, die auf der organischen Schicht ausgebildet sind, wie in **Fig. 2**, in der die Schichten die Oberfläche der organischen Schicht nicht vollständig bedecken.

**[0070]** Die inselartige Elektroneninjektionszone umfaßt diskontinuierliche Inseln von beispielsweise Metallen, Oxiden, Metallboriden, Metallnitriden oder Metallsiliciden mit einer niedrigen Austrittsarbeit von nicht größer als 3,8 eV, wobei die Form und die Größe jeder Insel nicht im einzelnen definiert sind, vorzugsweise ist jedoch jede Insel feinkörnig oder kristallin mit einer Größe von etwa 0,5 nm bis 5 µm.

**[0071]** Die Elektroneninjektionszone ist weder eine solche aus einer dünnen Schicht, noch aus einer Dispersion einzelner Atome, sondern sie besteht aus einer Dispersion körniger Metalle oder Verbindungen mit einer niedrigen Austrittsarbeit, wie den vorher erwähnten, welche auf der dünnen leitfähigen Schicht oder in der Schicht der organischen Verbindung dispergiert sind. Dadurch, daß sie unter diesen Bedingungen dispergiert sind, ist die Kontaktfläche zwischen den körnigen Metallen oder Verbindungen und der Schicht der organischen Verbindung vergrößert, was zur Erhöhung der Fähigkeit der Elektroneninjektionszone zur Elektroneninjektion führt.

**[0072]** Vorzugsweise haben die Metalle und Legierungen mit einer niedrigen Austrittsarbeit, welche die inselartige Elektroneninjektionszone bilden, eine Austrittsarbeit von nicht größer als 3,8 eV und schließen z.B. die vorgenannten ein. Als Oxide mit einer niedrigen Austrittsarbeit sind Alkalimetall- oder Erdalkalimetalloxide bevorzugt und mehr bevorzugt sind CaO, BaO und SrO. Ebenso bevorzugt sind feste Lösungen, welche diese Oxide und andere Metalloxe umfassen. Als Metallboride und Metallnitride mit einer niedrigen Austrittsarbeit sind beispielsweise Boride von Seltenerdmetallen, Silicide von Seltenerdmetallen und TiN bevorzugt.

**[0073]** Um die inselartige Elektroneninjektionszone zu bilden, ist beispielsweise ein beliebiges Verfahren von Gasphasenabscheidung unter elektrischem Heizen und Elektronenstrahl-Gasphasenabscheidung verwendbar. Im letzteren Fall werden Metallboride, Metallnitride oder -oxide mit einem hohen Schmelzpunkt durch Elektronenstrahl-Gasphasenabscheidung in diskontinuierliche Inseln ausgebildet.

**[0074]** In der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung bilden die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht und der amorphe transparente leitfähige Film die negative Elektrode. Dabei wird folglich die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht, die leicht beeinträchtigt wird, durch die amorphe, transparente leitfähige Schicht geschützt. Entsprechend ist die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung darin vorteilhaft, daß die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht dünn gefertigt werden kann und im Ergebnis kann die negative Elektrode transparent sein.

**[0075]** In der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung wird die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht angrenzend gehalten zur organischen Schicht, wobei Elektronen von der negativen Elektrode in die organische Schicht injiziert werden, während positive Löcher von der positiven Elektrode in diese hinein injiziert werden.

**[0076]** Um die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung herzustellen, wird vorzugsweise eine positive Elektrode über einem Substrat positioniert und eine organische Schicht wird über der positiven Elektrode angebracht. In diesem Fall wird eine Elektroneninjektions-Elektroden-schicht über der organischen Schicht ausgebildet, die eine organische lichtemittierende Schicht einschließt. Um die Elektroneninjektions-Elektroden-schicht auszubilden, ist ein beliebiges der vorgenannten Verfahren verwendbar. Ein weiteres bevorzugtes Verfahren für die Bildung ist Sputtern, bei dem man allerdings Vorsicht walten lassen sollte, um die organische Schicht nicht durch das verwendete Plasma zu beschädigen.

#### Organische Schicht:

**[0077]** In der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung wird eine organische Schicht zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode angebracht und schließt mindestens eine lichtemittierende Schicht ein. Die organische Schicht kann ausschließlich aus einer lichtemittierenden Schicht bestehen, kann jedoch auch aus einer mehrschichtigen Verbundstruktur bestehen, die eine lichtemittierende Schicht und eine Löcherinjektions- und -transport-schicht umfaßt.

**[0078]** In der organischen EL-Vorrichtung hat die lichtemittierende Schicht **(1)** eine Funktion, in einem elektrischen Feld positive Löcher von der positiven Elektrode oder der Löchertransport-schicht zu empfangen und Elektronen von der Elektroneninjektionsschicht zu empfangen, **(2)** eine Transportfunktion, die so injizierten Ladungen (Elektronen und positive Löcher) infolge der Kraft des elektrischen Feldes zu bewegen, und **(3)** eine

Lichtemissionsfunktion, die Stelle für die Rekombination der Elektronen und positiven Löcher in ihrem Inneren bereitzustellen und so die gewünschte Lichtemission zu erzeugen. Die Art des zur Ausbildung der lichtemittierenden Schicht zu verwendenden lichtemittierenden Materials ist nicht im einzelnen definiert und beliebige herkömmliche lichtemittierende Materialien, die in gewöhnlichen organischen EL-Vorrichtungen verwendet werden, sind verwendbar.

**[0079]** Die Löcherinjektions- und -transportschicht umfaßt eine löcherübertragende Verbindung, wobei sie eine Funktion hat, die in sie hinein injizierten Löcher von der positiven Elektrode in die lichtemittierende Schicht transportieren. Die Löcherinjektions- und -transportschicht ist zwischen der positiven Elektrode und der lichtemittierenden Schicht angeordnet und folglich werden selbst in einem schwachen elektrischen Feld viele positive Löcher in die lichtemittierende Schicht injiziert. Zusätzlich bilden die Elektronen, welche von der Elektroneninjectionsschicht in die lichtemittierende Schicht injiziert werden, eine Elektronenbarriere um die Grenzfläche zwischen der lichtemittierenden Schicht und der Löcherinjektions- und -transportschicht herum, während sie sich um die Grenzfläche herum anhäufen, und so wird die Lichtemissionseffizienz der EL-Vorrichtung vergrößert. Aufgrund dieses Aufbaus ist die Lichtemissionskapazität der erfindungsgemäßen EL-Vorrichtung hoch. Die zur Bildung der Löcherinjektions- und -transportschicht zu verwendende löchertransportierende Verbindung ist nicht im einzelnen definiert und jede beliebige bekannte Verbindung, die in gewöhnlichen organischen EL-Vorrichtungen verwendbar ist, kann verwendet werden. Die Löcherinjektions- und -transportschicht kann nicht nur eine Einschichtstruktur, sondern auch eine Mehrschichtstruktur sein.

#### Positive Elektrode:

**[0080]** Die in der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung vorliegende positive Elektrode ist nicht besonders definiert, mit der Maßgabe, daß sie elektrisch leitfähig ist und eine Austrittsarbeit von nicht kleiner als 4,8 eV hat. Bevorzugt sind Metalle oder transparente leitfähige Schichten (leitfähige Oxidschichten) mit einer Austrittsarbeit von nicht weniger als 4,8 eV oder auch Kombinationen davon. Es ist nicht immer notwendig, daß die positive Elektrode transparent ist, sondern sie kann beispielsweise mit einer schwarzen Kohlenstoffschicht oder dergleichen beschichtet sein.

**[0081]** Bevorzugte Metalle für die positive Elektrode sind beispielsweise Au, Pt, Ni und Pd. Bevorzugte leitfähige Oxide sind beispielsweise In-Zn-O, In-Sn-O, ZnO-Al und Zn-Sn-O. Die positive Elektrode kann ebenso ein Verbund sein, wie beispielsweise ein Au/In-Zn-O-Verbund, Pt/In-Zn-O-Verbund oder In-Sn-O/Pt-Verbund.

**[0082]** Die positive Elektrode soll so beschaffen sein, daß ihre an die organische Schicht angrenzende Grenzfläche eine Austrittsarbeit von nicht weniger als 4,8 eV hat. Folglich kann die positive Schicht zwei Schichten umfassen, von denen eine, die nicht an die organische Schicht angrenzt, eine leitfähige Schicht mit einer Austrittsarbeit von weniger als 4,8 eV sein kann. Für die leitfähige Schicht sind Metalle, wie Al, Ta und W verwendbar, und ebenso Legierungen, wie Al-Legierungen und Ta-W-Legierungen. Ferner verwendbar sind dotierte leitfähige Polymere, wie dotiertes Polyanilin und dotiertes Polyphenylen-Vinyl; amorphe Halbleiter, wie  $\alpha$ -Si,  $\alpha$ -SiC und  $\alpha$ -C; und feine Kristalle, beispielsweise aus  $\mu$ C-Si und  $\mu$ C-SiC. Ferner verwendbar sind schwarze halbleitende Oxide, wie  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pr}_2\text{O}_5$ , NiO,  $\text{Mn}_2\text{O}_5$  und  $\text{MnO}_2$ .

**[0083]** Die Dicke der positiven Elektrode ist vorzugsweise etwa zwischen 50 und 300 nm. Wenn ihre Dicke kleiner als 50 nm ist, hat die positive Elektrode einen zu hohen Widerstand. Wenn sie jedoch größer als 300 nm ist, werden die oberen Schichten der organischen Schicht und die negative Elektrode an den Kanten der gemusterten positiven Elektrode abgeschnitten.

#### Aufbau der organischen EL-Vorrichtung:

**[0084]** In der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung ist es unverzichtbar, daß eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht einschließt, zwischen der positiven und der negativen Elektrode angeordnet ist, daß die negative Elektrode eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht und einen amorphen transparenten leitfähigen Film umfaßt und daß die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht zur organischen Schicht benachbart ist. Wenn sie einen solchen Grundaufbau hat, erreicht die organische EL-Vorrichtung das erfindungsgemäße Ziel. Zusätzlich zu dem Grundaufbau kann die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung ferner jeden beliebigen zusätzlichen Aufbau und so Zusatzfunktionen besitzen. Einige Ausführungsformen, welche den Aufbau der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung umfassen, sind nachfolgend erwähnt.

- (1) Transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe

transparente Elektrode.

(2) Positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe transparente Elektrode/Farbfilter.

(3) Positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe transparente Elektrode/Farbumwandlungsschicht.

(4) Transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe transparente Elektrode/schwarze Absorptionsschicht.

(5) Transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe transparente Elektrode/farbgebende Hintergrundschicht.

(6) Schwarze Absorptionsschicht/transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe transparente leitfähige Elektrode.

(7) Farbgebende Hintergrundschicht/transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorphe transparente leitfähige Elektrode.

**[0085]** Im Aufbau (1) sind beide Elektroden transparent. Folglich ist dieser eine transparente Display-Vorrichtung.

**[0086]** Im Aufbau (2) und (3) ist die positive Elektrode auf dem Trägersubstrat ausgebildet und die Lichtemission kann durch die dem Substrat gegenüberliegende Seite entnommen werden. Folglich erfordern diese nicht die Bereitstellung der positiven Elektrode auf dem Farbfilter oder der Farbumwandlungsschicht. Entsprechend sind diese in hohem Maße darin vorteilhaft, daß ein Verfahren, in dem die Substrattemperatur 150°C oder höher sein soll, zur Bildung der positiven Elektrode verwendet werden kann und daß der Widerstand der positiven Elektrode stark verringert werden kann. Zusätzlich ist, da der Farbfilter und die Farbumwandlungsschicht nach der Herstellung der positiven Elektrode ausgebildet werden, jedes Hochtemperaturverfahren ohne Probleme, die Beeinträchtigung der Aufbausichten zu verhindern, verwendbar. **Fig. 3** zeigt Aufbau (2). Im Aufbau (3) ist die Farbumwandlungsschicht vorzugsweise aus einem transparenten Polymer gefertigt, welches einen Fluoreszenzfarbstoff enthält, wobei die EL-Lichtemission durch den Fluoreszenzfarbstoff in eine andere Farbe umgewandelt wird.

**[0087]** Wenn die Aufbauten (2) und (3) eine große Zahl von Pixeln umfassen, werden zusätzliche Drähte und TFTs (Dünnschichttransistoren) zusätzlich zu der positiven Elektrode auf dem Substrat ausgebildet. Folglich wird in diesen, wenn die Lichtemission durch das Substrat entnommen wird, dieses durch die zusätzlichen Drähte und TFTs blockiert und so das Aperturverhältnis für die Entnahme des Lichts aus der Display-Vorrichtung verringert, was in unvorteilhafter Weise dazu führt, daß die Leuchtkraft der Display-Vorrichtung verringert wird und sich die Qualität des dargestellten Bildes verschlechtert. In den Aufbauten, welche die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung umfassen, kann jedoch die Lichtemission durch die Seite gegenüber dem Substrat entnommen werden; sie wird nicht durch zusätzliche Elemente blockiert und das Aperturverhältnis zur Entnahme von Licht zum Erhalt von Pixeln in der Display-Vorrichtung wird nicht verringert.

**[0088]** In den Aufbauten (4) und (6) werden die Pixel schwarz wahrgenommen, wenn die Vorrichtung ausgeschaltet ist. Folglich sind diese Aufbauten darin vorteilhaft, daß das äußere Licht, das auf die Vorrichtung eingestrahlt wird, nicht auf ihrer Oberfläche reflektiert wird, und folglich wird der Kontrast des Displays erhöht. **Fig. 4** zeigt den Aufbau (4).

**[0089]** Aufbau (5) und (7) können unterschiedliche Hintergrundfarben und -muster haben. Folglich könnten Display-Vorrichtungen mit diesem Aufbau dekorativen Zwecken dienen, selbst wenn sie ausgeschaltet sind. **Fig. 5** zeigt den Aufbau (7).

**[0090]** In Aufbau (2) bis (7) sind die Farbumwandlungsschicht, der Farbfilter, die schwarze Absorptionsschicht und die farbgebende Hintergrundschicht nicht immer luftdicht an der Elektrode befestigt, sondern können auch mittels einer Zwischenschicht daran befestigt sein. Vorausgesetzt, daß ihre Wirkung erzielt werden kann, können diese Aufbauelemente von der Elektrode getrennt angebracht sein, wie z.B. in **Fig. 3**. Die Farbumwandlungsschicht und der Farbfilter müssen jedoch an der Seite angebracht sein, durch welche die Lichtemission entnommen wird, während die schwarze Absorptionsschicht und die farbgebende Hintergrundschicht gegenüber der Seite, durch welche die Lichtemission entnommen wird, angebracht werden müssen.

**[0091]** Nachfolgend wird die organische EL-Vorrichtung von (6) bis (13) der Erfindung ausführlich beschrieben, die eine positive Elektrode, eine negative Elektrode und eine organische Schicht umfaßt, die eine organische lichtemittierende Schicht, eingelagert zwischen den zwei Elektroden, einschließt, und in der die negative Elektrode eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht, einen transparenten leitfähigen Film und eine dünne

Metallschicht mit einem spezifischen Widerstand von nicht mehr als  $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$  umfaßt, die in dieser Reihenfolge laminiert sind, wobei die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht benachbart zur organischen Schicht ist und ein dünner transparenter Film auf der Außenseite der negativen Elektrode ausgebildet ist. Ein Grundaufbau dieser organischen EL-Vorrichtung ist in **Fig. 6** gezeigt. Die Elemente, die die negative Elektrode und den dünnen transparenten Film, der auf der Außenseite der negativen Elektrode angeordnet sein soll, in dieser organischen EL-Vorrichtung ausbilden, sind im Einzelnen im Folgenden beschrieben.

#### Dünne Metallschicht

**[0092]** Die dünne Metallschicht dient dazu, den Blattwiderstand der negativen Elektrode zu verringern und wird in solchem Maße dünn ausgebildet, daß sie Licht durchlassen kann. Das Metall, welches die dünne Metallschicht mit einem spezifischen Widerstand von nicht größer als  $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$  sein soll, schließt beispielsweise Silber (Ag), Gold (Au), Aluminium (Al), Lutetium (Lu), Nickel (Ni) und Platin (Pt) ein. Von diesen sind Ag, Au und Pt bevorzugt, da sie einen niedrigen spezifischen Widerstand haben und in dünnen Schichten gefertigt werden können; und mehr bevorzugt ist Ag.

**[0093]** Die erfindungsgemäße Eigenart besteht in dem Punkt, daß die Transparenz der negativen Elektrode vergrößert wird. Folglich ist es wünschenswert, daß die Lichtdurchlässigkeit der dünnen Metallfilmschicht zwischen 70 und 90 % liegt. Hierfür ist die Dicke der Filmschicht vorzugsweise zwischen 2 und 20 nm, mehr bevorzugt zwischen 2 und 10 nm.

**[0094]** Zur Fertigung der Filmschicht ist jede beliebige Maßnahme für die Ausbildung dünner Schichten verwendbar, einschließlich beispielsweise Gasphasenabscheidung unter elektrischem Heizen, Elektronenstrahl-Gasphasenabscheidung und sogar RF- oder Gleichstrom-Magnetron-Sputtern. Wenn die organische Schicht, die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht und die transparenten leitfähigen Schichten gefertigt werden, bevor die dünne Metallschicht gebildet wird, wird bevorzugt ein Gasphasenabscheidungsverfahren mit elektrischem Heizen und ein Helikon-Sputterverfahren, welches ein Beispiel von Gleichstrom-Magnetron-Sputterarten ist, verwendet, da diese Verfahren geringe thermische Einflüsse auf die zuvor gebildeten Schichten haben. Besonders bevorzugt ist das Gasphasenabscheidungsverfahren mit elektrischem Heizen. Die transparente leitfähige Schicht, welche an die dünne Metallschicht angrenzen soll und die nachfolgend ausführlicher erläutert wird, wird vorzugsweise durch Sputtern gebildet. Unter Berücksichtigung des Vorteils, dasselbe Gerät und dasselbe Verfahren für die Bildung beider, der dünnen Metallschicht und der transparenten leitfähigen Schicht, zu verwenden, wird folglich das Verfahren zur Ausbildung der dünnen Metallschicht geeignet festgelegt.

**[0095]** In der organischen EL-Vorrichtung dieses Aufbaus werden die Leitungsdrähte für die Elektrode durch die dünne Metallschicht oder durch die dünne transparente Schicht, die außerhalb der dünnen Metallschicht ausgebildet ist, hindurchgeführt, und die Elektronen werden über die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht, die transparente leitfähige Schicht und die dünne Metallschicht in die organische Schicht injiziert.

#### Transparente leitfähige Schicht:

**[0096]** In der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung, in der die dünne Metallschicht über die transparente leitfähige Schicht laminiert ist, kann die transparente leitfähige Schicht eine kristalline, wie beispielsweise eine ITO-Schicht oder eine  $\text{SnO}_2$ -Schicht sein. Es ist jedoch wünschenswert, daß die transparente leitfähige Schicht selbst einen niedrigen spezifischen Widerstand von beispielsweise nicht größer als  $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  besitzt.

**[0097]** Ein bevorzugtes Beispiel der transparenten leitfähigen Schicht ist eine amorphe transparente leitfähige Schicht, welche dieselbe wie in den zuvor genannten Ausführungsformen (1) bis (5) der Erfindung sein kann.

**[0098]** Insbesondere muß die transparente leitfähige Schicht, welche die negative Elektrode bildet, amorph sein, um zu bewirken, daß die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung eine bessere Haltbarkeit (Beständigkeit gegen feuchte Wärme) besitzt, und um sie verwendbar zu machen für den Aufbau von Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung. Das Material und die Größe der amorphen transparenten leitfähigen Schicht und ebenso das Verfahren zur Herstellung der Schicht können dieselben wie zuvor erwähnt sein.

**[0099]** In Display-Vorrichtungen, die eine organische EL-Vorrichtung umfassen, werden im allgemeinen positive Leitungen und Elektrodenleitungen so konstruiert, daß sie XY-Matrices geben, bei welchen in Kreuzungspunkten Pixel gebildet werden.

**[0100]** Folglich müssen für Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung die positiven und negativen Elektrodenleitungen dünn sein. Konkret werden die Filmelektroden, nachdem sie in dünne Schichten ausgebildet wurden, geätzt und ergeben so ein Leitungsmuster. Wenn die benachbarten Elektrodenleitungen in Kontakt miteinander gehalten werden, ergeben sie in diesem Fall in unvorteilhafter Weise ein Übersprechen und verhindern, daß das XY-Matrixdisplay Bilder darstellt.

**[0101]** Für eine solche Musterbildung mit hoher Auflösung ist der amorphe transparente leitfähige Film, insbesondere derjenige, welcher aus einem Oxid von In-Zn-O gebildet ist, bevorzugt, da er so geätzt werden kann, daß er ein trapezförmiges (konisches) Querschnittsprofil aufweist. Wenn die negative Elektrode zuerst auf dem Substrat ausgebildet wird, wird ebenso verhindert, daß die organische Schicht, die über der negativen Elektrode laminiert ist, und die positive Elektrode, die über der organischen Schicht angebracht ist, an den Kanten der gemusterten Leitungen des amorphen transparenten leitfähigen Films abgeschnitten werden.

**[0102]** Um die transparente leitfähige Schicht zu ätzen, um ein Muster mit einem konischen Querschnittsprofil zu ergeben, ist Trockenätzen bevorzugt. Mehr bevorzugt wird die Schicht so geätzt, daß der Winkel ( $\theta$ ) zwischen der Bodenfläche und der Seitenfläche des leitungsweise geätzten Musters der transparenten leitfähigen Schicht zwischen 30 und 60° liegt. Als Ätzgas ist beispielsweise ein gemischtes Gas aus Methan und Chlorwasserstoff verwendbar. Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung, bei welcher die transparente leitfähige Schicht so geätzt wurde, daß sie ein konisches Querschnittsprofil besitzt, ist in **Fig. 7** grafisch gezeigt.

#### Elektroneninjektions-Elektrodenschicht:

**[0103]** Die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht in den erfindungsgemäßen Ausführungsformen **(6)** bis **(13)** kann dieselbe sein wie in den zuvor genannten Ausführungsformen **(1)** bis **(5)**.

#### Dünne transparente Schicht:

**[0104]** In den erfindungsgemäßen Ausführungsformen **(6)** bis **(13)** kann die dünne transparente Metallschicht die äußerste Schicht bilden, welche mit einer zusätzlichen Schicht geschützt werden muß. Es ist jedoch das erste erfindungsgemäße Ziel, eine organische EL-Vorrichtung mit einer lichtdurchlässigen negativen Elektrode bereitzustellen, und daher muß die Schutzschicht lichtdurchlässig sein.

**[0105]** Als Schicht dieses Typs kann jede bekannte dünne Schicht aus Glas oder Kunststoff verwendet werden. Wenn die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung hergestellt wird, indem zuerst die positive Elektrode auf dem Substrat ausgebildet wird und anschließend die anderen Schichten darauf ausgebildet werden, ist es wünschenswert, daß eine dünne, transparente dielektrische Schicht oder eine transparente leitfähige Schicht auf der dünnen Metallschicht ausgebildet wird. Die dünne transparente dielektrische Schicht ist bevorzugt, da sie wegen ihres Brechungsindex eine transparente Schutzschicht mit einer höheren Lichtdurchlässigkeit ist.

**[0106]** Als die dünne transparente dielektrische Schicht wird beispielsweise eine dünne kristalline Schicht aus  $\text{TiO}_2$  oder dergleichen verwendet. Als transparente leitfähige Schicht wird beispielsweise eine dünne kristalline Schicht aus ITO,  $\text{SnO}_2$  oder dergleichen oder ein amorpher transparenter leitfähiger Film aus In-Zn-O oder dergleichen verwendet. Der amorphe transparente leitfähige Film ist bevorzugt, da er vorteilhaft die Haltbarkeit der organischen EL-Vorrichtung verbessert, während er das zweite erfindungsgemäße Ziel erreicht. Es ist nicht immer erforderlich, daß diese Schicht elektrisch leitfähig ist. Folglich können, wenn die dünne transparente dielektrische Schicht verwendet wird, die Leitungsdrähte für die Elektrode aus der dünnen Metallschicht genommen werden.

**[0107]** Um die Schutzschicht auszubilden, wird vorteilhaft RF-Magnetron-Sputtern, mehr bevorzugt Helikon-Sputtern, verwendet.

#### Lichtdurchlässigkeit und Blattwiderstand:

**[0108]** Die organische EL-Vorrichtung zum Erreichen des ersten erfindungsgemäßen Ziels kann einen anderen Aufbau haben, der eine positive Elektrode, eine negative Elektrode und eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht zwischen den beiden Elektroden einschließt, umfaßt, bei der eine dünne transparente Schicht außerhalb der negativen Elektrode ausgebildet ist, wobei die Schicht, welche die negative Elektrode und die dünne transparente Schicht umfaßt, eine Lichtdurchlässigkeit von nicht weniger als 60 %

aufweist und die Schicht, die die negative Elektrode und die dünne transparente Schicht umfaßt, oder die negative Elektrode einen Blattwiderstand von nicht mehr als  $10 \Omega/\text{Quadrat}$  ( $10 \Omega/\text{square}$ ) aufweist.

**[0109]** Die negative Elektrode für die organische EL-Vorrichtung mit diesem Aufbau kann dieselbe wie zuvor erwähnt sein und die dünne transparente Schicht dafür kann ebenso dieselbe wie die vorgenannte sein.

**[0110]** Die hier definierte Lichtdurchlässigkeit gibt den prozentualen Anteil von Licht an, welcher durch die der organischen Schicht (z.B. Elektroneninjektions-Elektrodenschicht) benachbarte Schicht zur dünnen transparenten Schicht hindurchtritt, die außerhalb der negativen Elektrode in der organischen EL-Vorrichtung ausgebildet ist.

**[0111]** Die Lichtdurchlässigkeit soll für den Bereich des sichtbaren Lichts (mit einer Wellenlänge von 380 bis 700 nm) nicht kleiner als 60 % sein. Um die Lichtdurchlässigkeit zu messen, wird ein beliebiges bekanntes Spektrofotometer verwendet. Es ist nicht notwendig, die Schicht, welche die negative Elektrode und die über der negativen Elektrode auszubildende dünne transparente Schicht umfaßt, herzustellen, um die Lichtdurchlässigkeit der Schicht zu messen. Wenn die Lichtdurchlässigkeit in der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung durch die mit den anderen Schichten kombinierte Schicht nicht kleiner als 60 % ist, dann wird die Lichtdurchlässigkeit durch die Schicht allein natürlich nicht kleiner als 60 % sein.

**[0112]** Der hierin definierte Blattwiderstand ( $\Omega/\text{Quadrat}$ ) wird nach einem Vier-Sonden-Verfahren erhalten. Im einzelnen wird eine Schicht, welche dieselbe negative Elektrode und dieselbe dünne transparente Schicht wie die in der organischen EL-Vorrichtung umfaßt, oder eine Schicht derselben negativen Elektrode wie die in der organischen EL-Vorrichtung hergestellt und der Blattwiderstand der negativen Elektrodenschicht oder derjenige der dünnen transparenten Filmschicht wird nach einem Vier-Sonden-Verfahren gemessen.

Organische Schicht:

**[0113]** Die in den erfindungsgemäßen Ausführungsformen (6) bis (13) vorliegende organische Schicht kann dieselbe sein wie in den zuvor genannten Ausführungsformen (1) bis (5).

Positive Elektrode:

**[0114]** Die in den erfindungsgemäßen Ausführungsformen (6) bis (13) vorliegende positive Elektrode kann dieselbe sein wie die in den vorher genannten Ausführungsformen (1) bis (5).

Aufbau der organischen EL-Vorrichtung:

**[0115]** Erfindungsgemäß ist es unverzichtbar, dass eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht einschließt, zwischen der positiven Elektrode und der negativen Elektrode angeordnet ist, dass die negative Elektrode eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht, eine transparente leitfähige Schicht und eine dünne Metallschicht umfasst, dass die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht benachbart zur organischen Schicht ist, und dass ein dünner transparenter Film auf der Außenseite der negativen Elektrode ausgebildet ist; oder es ist unverzichtbar, dass eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht einschließt, zwischen der positiven und der negativen Elektrode angeordnet ist, dass die Schicht, welche die negative Elektrode und den auf der Außenseite der negativen Elektrode ausgebildeten dünnen transparenten Film umfasst, eine Lichtdurchlässigkeit von nicht kleiner als 60 % aufweist und dass der Blattwiderstand der Schicht, welcher die negative Elektrode und die dünne transparente Schicht umfasst, oder derjenige der negativen Elektrode selbst nicht kleiner als  $10 \Omega/\text{Quadrat}$  ist. Wenn sie einen dieser Grundaufbauten hat, erreicht die organische EL-Vorrichtung das erste erfindungsgemäße Ziel. Zusätzlich erreicht, wenn der transparente leitfähige Film in der organischen EL-Vorrichtung amorph ist, die Vorrichtung das zweite erfindungsgemäße Ziel.

**[0116]** Zusätzlich zu den Grundaufbau kann die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung ferner einen zusätzlichen Aufbau umfassen und so Zusatzfunktionen besitzen. Einige Ausführungsformen, welche den Aufbau der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung umfassen, sind nachfolgend erwähnt.

- (1) Transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht.
- (2) Positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht/Farbfiler.

- (3) Positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht/Farbumwandlungsschicht.
- (4) Transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht/schwarze Absorptionsschicht.
- (5) Transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht/farbgebende Hintergrundschicht.
- (6) Schwarze Absorptionsschicht/transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht.
- (7) Farbgebende Hintergrundschicht/transparente positive Elektrode/organische Schicht/Elektroneninjektions-Elektrodenschicht/amorpher transparenter leitfähiger Film/dünne Metallschicht/transparente leitfähige Schicht.

**[0117]** Im Aufbau (1) sind beide Elektroden transparent. Folglich ist dieser eine transparente Display-Vorrichtung.

**[0118]** Im Aufbau (2) und (3) ist die positive Elektrode auf dem Trägersubstrat ausgebildet und die Lichtemission kann durch die dem Substrat gegenüberliegende Seite entnommen werden. Folglich erfordern diese nicht die Bereitstellung der positiven Elektrode auf dem Farbfilter oder der Farbumwandlungsschicht. Entsprechend sind diese in hohem Maße darin vorteilhaft, daß ein Verfahren, in dem die Substrattemperatur 150°C oder höher sein soll, zur Bildung der positiven Elektrode verwendet werden kann und daß der Widerstand der positiven Elektrode stark verringert werden kann. Zusätzlich ist, da der Farbfilter und die Farbumwandlungsschicht nach der Herstellung der positiven Elektrode ausgebildet werden, jedes Hochtemperaturverfahren verwendbar, ohne Probleme die Beeinträchtigung der Aufbausichten zu verhindern. **Fig. 9** zeigt Aufbau (2). Im Aufbau (3) ist die Farbumwandlungsschicht vorzugsweise aus einem transparenten Polymer gefertigt, welches einen Fluoreszenzfarbstoff enthält, wobei die EL-Lichtemission durch den Fluoreszenzfarbstoff in eine andere Farbe umgewandelt wird.

**[0119]** Wenn die Aufbauten (2) und (3) eine große Zahl von Pixeln umfassen, werden zusätzliche Drähte und TFTs (Dünnschichttransistoren) zusätzlich zu der positiven Elektrode auf dem Substrat ausgebildet. Folglich wird in diesen, wenn die Lichtemission durch das Substrat entnommen wird, diese durch die zusätzlichen Drähte und TFTs blockiert und so das Aperturverhältnis für die Entnahme des Lichts aus der Display-Vorrichtung verringert, was in unvorteilhafter Weise dazu führt, daß die Leuchtkraft der Display-Vorrichtung verringert wird und sich die Qualität des dargestellten Bildes verschlechtert. In den Aufbauten, welche die erfindungsgemäße organische EL-Vorrichtung umfassen, kann jedoch die Lichtemission durch die Seite gegenüber dem Substrat entnommen werden; sie wird nicht durch zusätzliche Elemente blockiert und das Aperturverhältnis zur Entnahme von Licht zum Erhalt von Pixeln in der Display-Vorrichtung wird nicht verringert.

**[0120]** In den Aufbauten (4) und (6) werden die Pixel schwarz wahrgenommen, wenn die Vorrichtung ausgeschaltet ist. Folglich sind diese Aufbauten darin vorteilhaft, daß das äußere Licht, das auf die Vorrichtung eingestrahlt wird, nicht auf ihrer Oberfläche reflektiert wird, und folglich wird der Kontrast des Displays erhöht. **Fig. 10** zeigt den Aufbau (4).

**[0121]** Aufbau (5) und (7) können unterschiedliche Hintergrundfarben und -muster haben. Folglich könnten Display-Vorrichtungen mit diesem Aufbau dekorativen Zwecken dienen, selbst wenn sie ausgeschaltet sind. **Fig. 11** zeigt den Aufbau (7).

**[0122]** In Aufbau (2) bis (7) sind die Farbumwandlungsschicht, der Farbfilter, die schwarze Absorptionsschicht und die farbgebende Hintergrundschicht nicht immer luftdicht an der Elektrode befestigt, sondern können auch mittels einer Zwischenschicht daran befestigt sein. Vorausgesetzt, daß ihre Wirkung erzielt werden kann, können diese Aufbauelemente von der Elektrode getrennt angebracht sein, wie z.B. in **Fig. 9**. Die Farbumwandlungsschicht und der Farbfilter müssen jedoch an der Seite angebracht sein, durch welche die Lichtemission entnommen wird, während die schwarze Absorptionsschicht und die farbgebende Hintergrundschicht gegenüber der Seite, durch welche die Lichtemission entnommen wird, angebracht werden müssen.

**[0123]** Nunmehr wird die Erfindung ausführlicher unter Bezugnahme auf die nachstehenden Beispiele beschrieben. Beispiele 1 bis 4 sollen die Ausführungsformen (1) bis (5) erläutern während Beispiel 5 die Ausführungsformen (6) bis (13) erläutern soll. Diese Beispiele sind nicht dazu gedacht, den Umfang der Erfindung

einzuschränken.

### Beispiel 1

#### Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0124]** Ein Werkstück, das ein 25 mm × 75 mm × 1 mm Glassubstrat und eine 100 nm dicke leitfähige Schicht aus ITO umfaßte, die auf dem Glassubstrat (hergestellt von Geomatic) aufgebracht ist, wurde als mit einer leitfähigen Schicht bedecktes Substrat verwendet. Dieses wurde in Isopropylalkohol eingetaucht und darin unter Einsatz von Ultraschall gewaschen und dann mit Ultraviolettstrahlen mit Ozon für 30 min unter Verwendung eines Ultraviolettstrahlers, UV-300 (hergestellt von Samco International), gereinigt.

**[0125]** Dieses ITO-abgedeckte Glassubstrat wurde auf einen Substrathalter eines kommerziell erhältlichen Vakuumgasphasenabscheidungssystems montiert, welches bis zu einem Vakuum von  $5 \times 10^{-4}$  Pa entgast wurde. In dem System wurden elektrisch beheizbare Boote, die jeweils mit jeweils 200 mg Kupferphthalocyanin (im folgenden als CuPc bezeichnet), N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamin (im folgenden als TPD bezeichnet) und 8-Chinolinolaluminium-Komplex (im folgenden als Alq bezeichnet) befüllt wurden, sowie elektrische Filamente mit Aluminium-Lithium-Legierungen (Li-Gehalt: 2 Gew.%) angebracht. Diese Boote und Filamente wurden der Reihe nach geheizt und so die Komponenten in diesen verdampft und auf dem ITO-bedeckten Glassubstrat abgeschieden.

**[0126]** Kurz gesagt, wurde zuerst CuPc auf dem Substrat abgeschieden unter Bildung einer ersten Löcherinjektions- und -transportschicht mit einer Dicke von 25 nm, dann diente TPD dazu, eine zweite Löcherinjektions- und -transportschicht mit einer Dicke von 40 nm zu bilden und schließlich diente Alq dazu, eine lichtemittierende Schicht mit einer Dicke von 60 nm zu bilden. Als nächstes wurde der so gebildete Verbund teilweise maschiert und die Aluminium-Lithium-Legierung darauf abgeschieden, um eine Elektroneninjektions-Elektroden-schicht mit einer Dicke von 7 nm zu bilden.

**[0127]** Als nächstes wurde das Substrat in eine mit dem System verbundene andere Vakuumkammer überführt und auf ihren Substrathalter montiert, während das Vakuum in der Kammer nach wie vor wie oben gehalten wurde. Die Vakuumkammer war so gestaltet, daß eine In-Zn-O-Oxidschicht durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern gebildet werden konnte, bei welchem das Target zur Bildung der In-Zn-O-Oxidschicht ein gesintertes Körper war, der  $\text{In}_2\text{O}_3$  und ZnO in einem Atomverhältnis  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  von 0,67 umfaßte. Ein gemischtes Gas aus Argon und Sauerstoff (Argon/Sauerstoff = 1000/2,8 Volumenanteile) wurde in die Vakuumkammer bis zu  $3 \times 10^{-1}$  Pa eingeleitet. Unter dieser Bedingung wurde der gesinterte Körper bei einer Sputterleistung von 20 W und bei Raumtemperatur für das Substrat auf das Substrat aufgesputtert und so ein amorpher transparenter leitfähiger Film mit einer Dicke von 200 nm auf dem Substrat gebildet. Die amorphe Struktur der hier gebildeten In-Zn-O-Oxidschicht wurde bestätigt, indem derselbe Verbund wie oben auf einem bloßen Glassubstrat, das nicht mit der dünnen ITO-Schicht beschichtet war, ausgebildet wurde und anschließend mit Röntgenstrahl-diffraktometrie analysiert wurde.

**[0128]** Auf der anderen Seite wurde ein eine Elektroneninjektions-Elektroden-schicht und einen amorphen transparenten Film umfassender Verbund direkt auf dem ITO-bedeckten Glassubstrat auf die oben beschriebene Weise ausgebildet, und es wurde eine Lichtdurchlässigkeit bei 460 nm des Verbunds von 63 gemessen, die die hohe Transparenz des Verbunds bestätigte.

#### Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0129]** Der Blattwiderstand des hierin gebildeten amorphen transparenten leitfähigen Films, der nach dem Vier-Sonden-Verfahren unter Verwendung von Loresta FP (hergestellt von Mitsubishi Petrochemical Co.) gemessen wurde, wurde zu  $17 \Omega/\text{Quadrat}$  bestimmt. Da der Film eine Dicke von 200 nm hatte, wurde sein spezifischer Widerstand von  $3,4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  festgestellt, der den geringen Widerstand des Films bestätigte.

**[0130]** Als nächstes wurde eine Spannung von 8 V an die Testvorrichtung mit der dünnen ITO-Schicht, welche als positive Elektrode diente, und den amorphen transparenten Film, der als negative Elektrode fungiert, angelegt und eine Stromdichte von  $3,1 \text{ mA}/\text{cm}^2$  wurde gemessen. Die Lichtemission durch die Testvorrichtung wurde an der Seite des amorphen transparenten leitfähigen Films zu  $60 \text{ cd}/\text{m}^2$  bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0131]** Nach Aufbewahrung in Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h behielt diese Test-

vorrichtung immer noch ihre ursprüngliche Lichtemissionskapazität bei, ohne für das bloße Auge sichtbare nicht-emittierende Punkte aufzuweisen.

#### Vergleichsbeispiel 1

**[0132]** Eine organische EL-Vorrichtung wurde auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 hergestellt, abgesehen davon, daß ein kristalliner transparenter leitfähiger Film aus ITO unter Verwendung eines kommerziell erhältlichen ITO-Targets ausgebildet wurde, anstatt den In-Zn-O-Oxidfilm auszubilden.

**[0133]** Danach wurde diese Vorrichtung auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 untersucht und gab die folgenden Werte. Der Blattwiderstand des kristallinen Films war  $130 \Omega/\text{Quadrat}$ . Da der Film eine Dicke von 200 nm hatte, wurde ein spezifischer Widerstand von  $2,6 \times 10^{-3} \Omega\text{-cm}$  festgestellt, der den hohen Widerstand der Schicht bestätigte. Als nächstes wurde eine Spannung von 8 V an die Testvorrichtung angelegt und die Stromdichte zu  $4 \text{ mA/cm}^2$  bestimmt. Die Lichtemission durch die Testvorrichtung wurde an der Seite der kristallinen transparenten leitfähigen Schicht zu  $60 \text{ cd/m}^2$  bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün. Nach Aufbewahrung in einer Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h wurde festgestellt, daß diese Vorrichtung zahlreiche, für das bloße Auge sichtbare nicht-emittierende Punkt aufwies, und es wurde festgestellt, daß sie viele Emissionsdefekte besitzt.

**[0134]** Diese Testdaten bestätigen die Überlegenheit der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung darin, daß ihre Lichtausbeute hoch ist, da ihre negative Elektrode eine hohe Transparenz besitzt und, da der amorphe transparente leitfähige Film, der die negative Elektrode bildet, einen niedrigen Widerstand besitzt, und daß sie eine gute Haltbarkeit hat, wobei weniger Emissionsdefekte erzeugt werden, da ihre negative Elektrode den amorphen transparenten leitfähigen Film enthält. Es ist bekannt, daß die Oxidation eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht in einer organischen EL-Vorrichtung Emissionsdefekte hervorruft. Es wird vermutet, daß in der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung hingegen Sauerstoff und Wasser am Eindringen in die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht gehindert werden und so die obigen Resultate erhalten werden, weil ein amorpher transparenter leitfähiger Film über der Elektroneninjektions-Elektrodenschicht ausgebildet ist und weil diese transparente leitfähige Schicht keine Korngrenzen hat.

#### Beispiel 2

##### Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0135]** Dasselbe wie in Beispiel 1 verwendete ITO-beschichtete Glassubstrat wurde an den Substrathalter desselben Vakuumgasphasenabscheidungssystems wie in Beispiel 1 montiert, das bis zu einem Vakuum von  $5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  entgast wurde. In dem System wurden elektrisch beheizbare Boote, beladen mit jeweils 200 mg CuPc, TPD und Alq, und ein elektrisch beheizbares Boot mit aBa-Metall angebracht.

**[0136]** Zuerst wurde CuPC auf dem ITO-überzogenen Glassubstrat mit einer Dicke von 25 nm abgeschieden, dann TPD mit einer Dicke von 40 nm und zum Schluß Alq mit einer Dicke von 60 nm. Als nächstes wurde der so gebildete Verbund teilweise maskiert und Sauerstoff wurde bis zu  $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$  in die Vakuumkammer eingeführt, in der Barium (Ba) mit einer Dicke von 1,0 nm auf dem Verbund abgeschieden wurde, um eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht aus BaO auszubilden. Ba reagierte mit Sauerstoff aus der Vakuumkammer und ergab so die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht aus BaO.

**[0137]** Als nächstes wurde das Substrat in eine andere, mit dem System verbundene Vakuumkammer überführt und auf ihrem Substrathalter montiert, während das Vakuum in der Kammer wie zuvor gehalten wurde. Die Vakuumkammer war so gestaltet, daß eine In-Zn-O-Oxidschicht durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern gebildet werden konnte, wobei das Target zur Bildung der In-Zn-O-Oxidschicht ein gesinterter Körper aus  $\text{In}_2\text{O}_3$  und ZnO in einem Atomverhältnis von  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  von 0,84 war. Ein gemischtes Gas aus Argon und Sauerstoff (Argon/Sauerstoff = 1000/5,0 Volumenanteile) wurde bis zu einem Druck von  $3 \times 10^{-1} \text{ Pa}$  in die Vakuumkammer eingelassen. Unter diesen Bedingungen wurde der gesinterter Körper bei einer Sputterleistung von 20 W und bei Raumtemperatur für das Substrat auf das Substrat aufgesputtert und so ein amorpher transparenter leitfähiger Film mit einer Dicke von 200 nm auf dem Substrat ausgebildet. Die amorphe Struktur der hier gebildeten In-Zn-O-Oxidschicht wurde bestätigt, indem separat derselbe Verbund wie oben auf einem bloßen Glas-substrat, das nicht mit einer dünnen ITO-Schicht beschichtet war, ausgebildet wurde und anschließend mit Röntgenbeugung analysiert wurde.

## Bewertung der Organischen EL-Vorrichtung:

**[0138]** Der Blattwiderstand des amorphen transparenten leitfähigen Films, der hierin gebildet wurde, wurde auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 gemessen und wurde zu  $16 \Omega/\text{Quadrat}$  bestimmt. Da der Film eine Dicke von 200 nm hatte, wurde bestätigt, dass sein spezifischer Widerstand  $3,2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  war, was den niedrigen Widerstand dieser Schicht bestätigte.

**[0139]** Als nächstes wurde eine Spannung von 8 V an die Testvorrichtung angelegt, wobei die dünne ITO-Schicht als positive Elektrode fungierte und der amorphe transparente leitfähige Film als negative Elektrode fungierte, und es wurde eine Stromdichte von  $3,0 \text{ mA/cm}^2$  gemessen. Die Lichtemission durch die Testvorrichtung wurde an der Seite der amorphen transparenten leitfähigen Schicht zu  $80 \text{ cd/m}^2$  bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0140]** Nach Aufbewahrung in einer Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h behielt diese Testvorrichtung immer noch ihre ursprüngliche Lichtemissionskapazität bei, ohne für das bloße Auge sichtbare nicht-emittierende Punkte aufzuweisen, und ihre Lichtausbeute wurde nicht verringert.

## Beispiel 3

## Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0141]** Dasselbe wie in Beispiel 1 verwendet ITO-beschichtetes Glassubstrat wurde auf dem Substrathalter desselben Vakuumgasphasenabscheidungssystems wie in Beispiel 1 montiert, das bis zu einem Vakuum von  $5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  entgast war. In dieses System wurden elektrisch beheizbare Boote installiert, die jeweils mit jeweils 200 mg CuPc, TPD und Alq beladen waren, und ein elektrisch beheizbares Boot mit Mg-Metall.

**[0142]** CuPc wurde zuerst auf dem ITO-beschichteten Glassubstrat mit einer Dicke von 25 nm abgeschieden, dann TPD mit einer Dicke von 40 nm und schließlich Alq mit einer Dicke von 60 nm.

**[0143]** Danach wurde der so gebildete Verbund teilweise maskiert und ein elektroneninjizierendes Metall, Magnesium (Mg), und eine elektronentransportierende Verbindung, Alq, wurden gleichzeitig darauf bei einer Abscheidungsrate von  $1,5 \text{ nm/sek}$  bzw.  $0,1 \text{ nm/sek}$  abgeschieden, um eine gemischte Elektroneninjektions-Elektrodenschicht auszubilden, die eine Dicke von 10 nm hat.

**[0144]** Als nächstes wurde das Substrat in eine andere, mit dem System verbundene Vakuumkammer überführt und an ihrem Substrathalter montiert, während das Vakuum in der Kammer wie zuvor gehalten wurde. Die Vakuumkammer war so gestaltet, daß eine In-Zn-O-Oxidschicht durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern gebildet werden konnte, wobei das Target zur Bildung der In-Zn-O-Oxidschicht ein gesinterter Körper aus  $\text{In}_2\text{O}_3$  und ZnO in einem Atomverhältnis von  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  von 0,84 war. Ein gemischtes Gas aus Argon und Sauerstoff (Argon/Sauerstoff = 1000/5,0 Volumenanteile) wurde bis zu einem Druck von  $3 \times 10^{-1} \text{ Pa}$  in die Vakuumkammer eingelassen. Unter diesen Bedingungen wurde der gesinterte Körper bei einer Sputterleistung von  $1 \text{ W/cm}^2$  und bei Raumtemperatur für das Substrat auf das Substrat aufgesputtert und so ein amorpher transparenter leitfähiger Film mit einer Dicke von 200 nm auf dem Substrat ausgebildet. Die amorphe Struktur der hier gebildeten In-Zn-O-Oxidschicht wurde bestätigt, indem separat derselbe Verbund wie oben auf einem bloßen Glassubstrat, das nicht der dünnen ITO-Schicht beschichtet war, ausgebildet wurde und anschließend mit Röntgenbeugung analysiert wurde.

## Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0145]** Der Blattwiderstand des hierin gebildeten amorphen transparenten leitfähigen Films wurde auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 gemessen und zu  $20 \Omega/\text{Quadrat}$  bestimmt. Da der Film eine Dicke von 200 nm hatte, wurde ihr spezifischer Widerstand vom  $3,0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  festgestellt, was den geringen Widerstand der Schicht bestätigte.

**[0146]** Als nächstes wurde eine Spannung von 8 V an das Probenstück der Vorrichtung angelegt, wobei die dünne ITO-Schicht als positive Elektrode fungierte und die amorphe transparente leitfähige Schicht als negative Elektrode fungierte, was eine Stromdichte von  $2,9 \text{ mA/cm}^2$  erzeugte. Die Lichtemission durch die Testvorrichtung wurde an der Seite der amorphen transparenten leitfähigen Schicht zu  $60 \text{ cd/m}^2$  bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0147]** Nach Aufbewahrung in einer Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h hatte die Testvorrichtung immer noch ihre ursprüngliche Lichtemissionskapazität, ohne irgendwelche nicht-emittierenden für das bloße Auge sichtbaren Punkte aufzuweisen und ihre Lichtausbeute war nicht verringert.

#### Beispiel 4

##### Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0148]** Dasselbe wie in Beispiel 1 verwendete ITO-beschichtete Glassubstrat wurde an den Substrathalter desselben Vakuumgasphasenabscheidungssystems wie in Beispiel 1 montiert, das bis zu einem Vakuum von  $5 \times 10^{-4}$  Pa entgast wurde. Im System wurden elektrisch beheizte Boote installiert, die mit jeweils 200 mg CuPc, TPD und Alq beladen waren, und elektrische Heizfilamente mit Aluminium-Lithium-Legierung (Lithiumgehalt: 2 Gew.%).

**[0149]** CuPc wurde zuerst auf dem ITO-beschichteten Glassubstrat mit einer Dicke von 25 nm abgeschieden, dann TPD mit einer Dicke von 40 nm und schließlich Alq mit einer Dicke von 60 nm. Danach wurde der so gebildete Verbund teilweise maskiert und die Aluminium-Lithium Legierung darauf abgeschieden und so eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht mit einer Dicke von 2 nm ausgebildet. Hierbei wurde allerdings die Legierungsschicht inselartig diskontinuierlich abgeschieden, um die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht auszubilden.

**[0150]** Als nächstes wurde das Substrat in eine andere, mit dem System verbundene Vakuumkammer überführt und an ihrem Substrathalter montiert, während das Vakuum in der Kammer wie zuvor gehalten wurde. Die Vakuumkammer war so gestaltet, daß eine In-Zn-O-Oxidschicht durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern gebildet werden konnte, wobei das Target zur Bildung der In-Zn-O-Oxidschicht ein gesinterter Körper aus  $\text{In}_2\text{O}_3$  und ZnO in einem Atomverhältnis von  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  von 0,84 war. Ein gemischtes Gas aus Argon und Sauerstoff (Argon/Sauerstoff = 1000/5,0 Volumenanteile) wurde bis zu einem Druck von  $3 \times 10^{-1}$  Pa in die Vakuumkammer eingelassen. Unter diesen Bedingungen wurde der gesinterter Körper bei einer Sputterleistung von 1 W/cm<sup>2</sup> und bei Raumtemperatur für das Substrat auf das Substrat aufgesputtert und so ein amorpher transparenter leitfähiger Film mit einer Dicke von 200 nm auf dem Substrat ausgebildet. Die amorphe Struktur der hier gebildeten In-Zn-O-Oxidschicht wurde bestätigt, indem separat derselbe Verbund wie oben auf einem bloßen Glassubstrat, das nicht mit der dünnen ITO-Schicht beschichtet war, ausgebildet wurde und anschließend mit Röntgenbeugung analysiert wurde.

**[0151]** Die inselartige Struktur der hierbei gebildeten Elektroneninjektionszone wurde dadurch bestätigt, dass separat der gleiche Verbund wie oben gebildet wurde, der allerdings nicht mit der amorphen transparenten Schicht beschichtet wurde, gefolgt von seiner Analyse durch Rasterelektronenmikroskopie.

##### Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0152]** Der Blattwiderstand der hierin gebildeten amorphen transparenten leitfähigen Schicht wurde auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 gemessen und zu 15  $\Omega$ /Quadrat bestimmt. Da der Film eine Dicke von 200 nm hatte, wurde ihr spezifischer Widerstand auf  $3,0 \times 10^{-4}$   $\Omega$ -cm festgelegt, was den geringen Widerstand der Schicht bestätigte.

**[0153]** Als nächstes wurde eine Spannung von 8 V an die Testvorrichtung angelegt, wobei die dünne ITO-Schicht als positive Elektrode fungierte und die amorphe transparente leitfähige Schicht als negative Elektrode fungierte, was eine Stromdichte von 3,8 mA/cm<sup>2</sup> ergab. Die Lichtemission durch die Testvorrichtung wurde an der Seite der amorphen transparenten leitfähigen Schicht zu 65 cd/m<sup>2</sup> bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0154]** Nach Aufbewahrung in einer Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h hatte die Testvorrichtung immer noch ihre ursprüngliche Lichtemissionskapazität, ohne irgendwelche nicht-emittierenden für das bloße Auge sichtbaren Punkte aufzuweisen und ihre Lichtausbeute war nicht verringert.

#### Beispiel 5

##### Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0155]** Ein Werkstück, das ein 25 mm  $\times$  75 mm  $\times$  1 mm Glassubstrat und eine 100 nm dicke leitfähige Schicht

aus ITO angebracht, auf dem Glassubstrat (hergestellt von Geomatic) umfaßte, wurde als mit einem leitfähigen Film bedecktes Substrat verwendet. Dieses wurde in Isopropylalkohol eingetaucht und unter Einsatz von Ultraschall darin gewaschen und dann mit Ultraviolettstrahlen mit Ozon für 30 min unter Verwendung eines Ultraviolettreinigers UV-300 (hergestellt von Samco International Co., Ltd.) gereinigt.

**[0156]** Dieses ITO-bedeckte Glassubstrat wurde an einen Substrathalter eines kommerziell erhältlichen Vakuumgasphasenabscheidungssystems montiert, das bis zu einem Vakuum von  $5 \times 10^{-4}$  Pa entgast war. Im System wurden elektrisch geheizte Boote, die jeweils mit jeweils 200 mg CuPc, TPD und Alq beladen wurden, und elektrische Heizfilamente mit Aluminium-Lithium-Legierung (Lithiumgehalt: 2 Gew.%) angebracht. Diese Boote und Filamente wurden der Reihe nach geheizt und so die Komponenten in diesen verdampft und auf dem ITO-bedeckten Glassubstrat abgeschieden.

**[0157]** Kurz gesagt, wurde CuPc zuerst auf dem Substrat abgeschieden und so eine erste Löcherinjektions- und -transportschicht mit einer Dicke von 25 nm gebildet, dann bildete TPD eine zweite Löcherinjektions- und -transportschicht mit einer Dicke von 40 nm und schließlich bildete Alq eine lichtemittierende Schicht mit einer Dicke von 60 nm. Als nächstes wurde der so gebildete Verbund teilweise maskiert und die Aluminium-Lithium-Legierung darauf abgeschieden und so eine Elektroneninjektions-Elektroden-schicht mit einer Dicke von 7 nm gebildet.

**[0158]** Als nächstes wurde das Substrat in eine andere, mit dem System verbundene Vakuumkammer überführt und am Substrathalter montiert, während das Vakuum in der Kammer wie zuvor gehalten wurde. Die Vakuumkammer war so gestaltet, daß eine In-Zn-O-Oxidschicht durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern gebildet werden konnte, wobei das Target zur Bildung der In-Zn-O-Oxidschicht ein gesinterter Körper aus  $\text{In}_2\text{O}_3$  und ZnO in einem Atomverhältnis  $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})$  von 0,67 war. Ein gemischtes Gas aus Argon und Sauerstoff (Argon/Sauerstoff = 1000/2,8 Volumenanteile) wurde bis zu einem Druck von  $3 \times 10^{-1}$  Pa in die Vakuumkammer eingelassen. Unter diesen Bedingungen wurde der gesinterter Körper bei einer Sputterleistung von 20 W und bei Raumtemperatur für das Substrat auf das Substrat aufgesputtert und so eine amorphe transparente leitfähige Schicht mit einer Dicke von 100 nm auf dem Substrat ausgebildet. Die amorphe Struktur der hier gebildeten In-Zn-O-Oxidschicht wurde bestätigt, indem separat derselbe Verbund wie oben auf einem bloßen Glassubstrat, das nicht mit der dünnen ITO-Schicht beschichtet war, ausgebildet wurde und anschließend mit Röntgenbeugung analysiert wurde.

**[0159]** Als nächstes wurde Argon mit einem Druck von  $3 \times 10^{-1}$  Pa in die Sputterkammer eingelassen, in der Silber (Ag) auf den Verbund aufgesputtert wurde durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern und einer Sputterleistung von 10 W und bei Raumtemperatur für das Substrat, um dadurch eine Ag-Schicht auf dem Substrat auszubilden, die eine Dicke von 5 nm hat.

**[0160]** Als nächstes wurde eine In-Zn-O-Oxidschicht mit einer Dicke von 100 nm auf der Ag-Schicht auf dem laminierten Substrat unter denselben Bedingungen wie oben aufgebracht, wobei eine organische EL-Vorrichtung erhalten wurde.

#### Messung der Lichtdurchlässigkeit und des Blattwiderstands:

**[0161]** In derselben Weise wie oben wurde ein Verbund in dieser Reihenfolge aus der Elektroneninjektions-Elektroden-schicht, der amorphen transparenten leitfähigen Schicht, der dünnen Silberschicht und der In-Zn-O-Oxidschicht direkt auf demselben ITO-beschichteten Glassubstrat wie oben ausgebildet und die Lichtdurchlässigkeit bei 460 nm des Verbunds wurde gemessen unter Verwendung eines Spektrofotometers und auf 60 % bestimmt, was die hohe Durchlässigkeit des Verbunds bestätigt.

**[0162]** In derselben Weise wie oben wurde ein anderer Verbund, bestehend aus der amorphen transparenten leitfähigen Schicht und der dünnen Silberschicht direkt auf demselben ITO-beschichteten Glassubstrat wie oben ausgebildet, welches dann mit derselben In-Zn-O-Oxidschicht wie oben bedeckt wurde. Der Blattwiderstand der Oberfläche dieser Oxidschicht wurde unter Verwendung von Loresta FP (hergestellt von Mitsubishi Petrochemical Co.) auf  $10 \Omega/\text{Quadrat}$  bestimmt.

#### Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0163]** Als nächstes wurde eine Spannung von 7 V an das Probenstück der Vorrichtung angelegt zwischen der dünnen ITO-Schicht, die als positive Elektrode fungiert, und der In-Zn-O-Oxidschicht, an der die Elektrodenleitungen angebracht waren, und eine Stromdichte von  $2,8 \text{ mA}/\text{cm}^2$  wurde gemessen. Die Lichtemission

durch das Probenstück der Vorrichtung wurde an der Seite der negativen Elektrode zu 60 cd/m<sup>2</sup> bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0164]** Nach Aufbewahrung in einer Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h behielt das Probenstück der Vorrichtung weiterhin seine ursprüngliche Lichtemissionskapazität, ohne irgendwelche für das bloße Auge sichtbaren nicht-emittierenden Punkte aufzuweisen.

#### Vergleichsbeispiel 2

Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0165]** Eine organische EL-Vorrichtung wurde auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 hergestellt. Allerdings wurde hierbei eine einzelne ITO-Schicht mit einer Dicke von 200 nm ausgebildet auf der Elektroneninjektions-Elektrodenschicht unter Verwendung eines kommerziell erhältlich ITO-Targets anstelle der Ausbildung eines dreischichtigen Laminats aus dem amorphen transparenten leitfähigen Film, der dünnen Silberschicht und der In-Zn-O-Oxidschicht. Die Atmosphäre, der Atmosphärendruck, die Sputtermethode und die Sputterleistung für die Ausbildung der ITO-Schicht waren dieselben wie die in Beispiel 5.

Messung der Lichtdurchlässigkeit und des Blattwiderstands:

**[0166]** In derselben Weise wie oben wurde ein Verbund, der die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht und den ITO-Film umfaßt, direkt auf dem ITO-beschichteten Glassubstrat ausgebildet und seine Lichtdurchlässigkeit wurde auf dieselbe Weise wie in Beispiel 5 gemessen und zu 80 % bestimmt.

**[0167]** Ebenso auf dieselbe Weise wie oben wurde der ITO-Film direkt auf dem Glassubstrat gebildet und der Blattwiderstand seiner Oberfläche auf dieselbe Weise wie in Beispiel 5 gemessen und zu 130  $\Omega$ /Quadrat bestimmt.

Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0168]** Als nächstes wurde eine Spannung von 8 V an das Probenstück der Vorrichtung angelegt und eine Stromdichte von 4 mA/cm<sup>2</sup> wurde gemessen. Die Lichtdurchlässigkeit des Probenstücks der Vorrichtung wurde an der Seite des kristallinen transparenten leitfähigen Films auf 60 cd/m<sup>2</sup> bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün. Nach der Aufbewahrung an der Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h wurde gefunden, daß diese Vorrichtung zahlreiche nichtemittierende Punkte sichtbar für das bloße Auge aufwies, und zahlreiche Emissionsdefekte wurden festgestellt.

**[0169]** Diese Testdaten bestätigen die Überlegenheit der organischen EL-Vorrichtung von Beispiel 5 darin, daß ihre Lichtausbeute hoch ist, da ihre negative Elektrode eine hohe Transparenz und einen niedrigen Widerstand besitzt, und daß sie eine gute Haltbarkeit hat, wobei weniger Emissionsdefekte erzeugt werden, da ihr äußerster Film und ihr dünner In-Zn-O-Film die Schicht darstellt, die zur Elektroneninjektions-Elektrodenschicht benachbart ist und amorph ist. Es ist bekannt, daß die Oxidation einer Elektroneninjektions-Elektrodenschicht in einer organischen EL-Vorrichtung Emissionsdefekte hervorruft. Es wird vermutet, daß in der erfindungsgemäßen organischen EL-Vorrichtung hingegen Sauerstoff und Wasser am Eindringen in die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht gehindert werden und so die obigen Resultate erhalten werden, weil amorphe transparente leitfähige Schichten als äußerste Schicht und als zur Elektroneninjektions-Elektrodenschicht benachbarte Schicht ausgebildet werden und weil diese transparenten leitfähigen Schichten keine Korngrenzen haben.

**[0170]** Im Gegensatz hierzu ist es bekannt, daß die organische EL-Vorrichtung von Vergleichsbeispiel 2 eine geringe Lichtausbeute hat, da ihre negative Elektrode einen hohen Widerstand hat, wenn sie auch eine hohe Transparenz besitzt.

#### Beispiel 6

Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0171]** Eine organische EL-Vorrichtung wurde in derselben Weise wie in Beispiel 5 hergestellt, außer daß letztendlich eine dünne ITO-Schicht mit einer Dicke von 100 nm anstelle der letztendlich gebildeten dünnen In-Zn-O-Oxidschicht durch Gleichstrom-Magnetron-Sputtern ausgebildet wurde.

**[0172]** Kurz gesagt wurde hier die dünne ITO-Schicht unter Verwendung eines ITO-Target wie folgt gebildet: Ein gemischtes Gas aus Argon und Sauerstoff (Argon/Sauerstoff = 1000/2,8 Volumenanteile) wurde in die Sputterkammer bis zu einem Druck von  $3 \times 10^{-1}$  Pa eingelassen und das ITO-Target darauf mit einem Sputterleistung von 20 W und bei Raumtemperatur für das Substrat aufgesputtert und so die gewünschte ITO-Schicht mit einer Dicke von 100 nm auf dem Substrat ausgebildet.

Messung der Lichtdurchlässigkeit und des Blattwiderstands:

**[0173]** In derselben Weise wie oben wurde ein Verbund, der der Reihe nach die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht, die amorphe transparente leitfähige Schicht, die dünne Silberschicht und die ITO-Schicht umfaßte, direkt auf demselben ITO-bedeckten Glassubstrat, wie oben, gebildet, und die Lichtdurchlässigkeit des Verbunds bei 460 nm wurde zu 80 bestimmt, was die hohe Transparenz des Laminats bestätigte.

**[0174]** Ebenso wurde in derselben Weise wie oben ein weiteres Laminat aus der amorphen transparenten leitfähigen Schicht und der dünnen Silberschicht direkt auf demselben ITO-bedeckten Glassubstrat wie oben ausgebildet, welches dann mit derselben ITO-Schicht wie oben beschichtet wurde. Der Blattwiderstand der Oberfläche dieser ITO-Schicht wurde in derselben Weise wie in Beispiel 5 zu  $5 \Omega/\text{Quadrat}$  bestimmt.

Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0175]** Als nächstes wurde eine Spannung von 6 V an das Probenstück der Vorrichtung zwischen der dünnen ITO-Schicht, die direkt auf das Glassubstrat laminiert war, um als positive Elektrode zu dienen, und der zuletzt laminierten ITO-Schicht, an der Elektrodenleitungen angebracht waren, angelegt und die Stromdichte zu  $2,5 \text{ mA/cm}^2$  bestimmt. Die Lichtemission durch das Probenstück der Vorrichtung wurde an der Seite der negativen Elektrode zu  $60 \text{ cd/m}^2$  bestimmt. Die Farbe des Lichts aus der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0176]** Nach Aufbewahrung an Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h behielt dieses Probenstück der Vorrichtung immer noch seine ursprüngliche Lichtemissionskapazität bei, ohne für das bloße Auge sichtbare nicht-emittierende Punkte aufzuweisen.

#### Beispiel 7

Herstellung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0177]** Eine organische EL-Vorrichtung wurde in derselben Weise wie in Beispiel 5 hergestellt, außer daß die Dicke der zuerst gebildeten In-Zn-O-Oxidschicht 200 nm betrug und daß zuletzt eine dünne Schicht mit einer Dicke von 100 nm durch RF-Magnetron-Sputtern unter Verwendung von  $\text{TiO}_2$  anstelle der zuletzt gebildeten dünnen In-Zn-O-Oxidschicht ausgebildet wurde.

**[0178]** Kurz gesagt, wurde die dünne  $\text{TiO}_2$ -Schicht wie folgt gebildet: Argongas wurde in die Sputterkammer bis zu einem Druck von  $3 \times 10^{-1}$  Pa eingelassen und das  $\text{TiO}_2$ -Target hierin bei einer Sputterleistung von 20 W und bei Raumtemperatur für das Substrat gesputtert und so die gewünschte dünne Schicht mit einer Dicke von 100 nm auf dem Substrat ausgebildet.

Messung der Lichtdurchlässigkeit und des Blattwiderstands:

**[0179]** In derselben Weise wie oben wurde ein Verbund, welcher der Reihe nach die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht, die amorphe transparente leitfähige Schicht, die dünne Silberschicht und die dünne  $\text{TiO}_2$ -Schicht umfaßte, direkt auf demselben ITO-bedeckten Glassubstrat wie oben ausgebildet und die Lichtdurchlässigkeit des Verbunds bei 460 nm zu 85 bestimmt, was die hohe Transparenz des Verbunds bestätigte.

**[0180]** Ebenso wurde in derselben Weise wie oben ein weiterer Verbund aus der amorphen transparenten leitfähigen Schicht und der dünnen Silberschicht direkt auf dem Glassubstrat ausgebildet. Der Blattwiderstand der Oberfläche der dünnen Silberschicht wurde in derselben Weise wie in Beispiel 5 zu  $10 \Omega/\text{Quadrat}$  bestimmt.

Bewertung der organischen EL-Vorrichtung:

**[0181]** Als nächstes wurde eine Spannung von 7 V an das Probenstück der Vorrichtung zwischen der dünnen ITO-Schicht, welche als positive Elektrode wirkte, und der dünnen Silberschicht, an der Elektrodenleitungen

angebracht waren, angelegt und die Stromdichte zu 3,0 mA/cm<sup>2</sup> bestimmt. Die Lichtemission durch das Probenstück der Vorrichtung wurde an der Seite der negativen Elektrode zu 80 cd/m<sup>2</sup> bestimmt. Die Farbe des Lichts von der Alq-Emissionsschicht war grün.

**[0182]** Nach Aufbewahrung in Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % für 100 h behält dieses Probenstück der Vorrichtung immer noch seine ursprüngliche lichtemittierende Kapazität, ohne für das bloße Auge sichtbare nicht-emittierende Punkte aufzuweisen.

**[0183]** Diese Testdaten bestätigen, daß die organischen EL-Vorrichtungen der Beispiele 6 und 7 eine hohe Lichtausbeute haben, da ihre negative Elektrode hohe Transparenz und niedrigen Widerstand aufweist, und daß sie eine gute Haltbarkeit besitzen, wobei wenige Emissionsdefekte erzeugt werden, da in ihnen die dünne In-Zn-O-Schicht, welche die der Elektroneninjektions-Elektrodenschicht benachbarte Schicht bildet, amorph ist.

**[0184]** Die organische EL-Vorrichtung der erfindungsgemäßen Ausführungsformen (1) bis (5) hat eine negative Elektrode mit niedrigem Widerstand und hoher Transparenz und folglich kann die Lichtemission durch beide ihrer Seiten effizient entnommen werden. Darüber hinaus besitzt die organische EL-Vorrichtung eine gute Haltbarkeit, da Wasser und Sauerstoff kaum durch den transparenten leitfähigen Film, der die negative Elektrode darstellt, hindurchdringen. Entsprechend ist die organische EL-Vorrichtung dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform vorteilhaft für die Verwendung z.B. in Informationsdisplay-Vorrichtungen.

**[0185]** Die organische EL-Vorrichtung der Ausführungsformen (6) bis (13) der Erfindung hat ebenfalls negative Elektroden mit geringem Widerstand und hoher Transparenz und somit kann die Lichtemission effizient aus beiden Seiten entnommen werden. Zusätzlich schwankt, wenn diese in Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung verwendet wird, die Leuchtkraft des Lichts, das durch sie emittiert wird, wenig und ihr Ansprechen ist wenig verzögert. Da die negative Elektrode der Vorrichtung konisch geätzt werden kann, ist es leicht, unter ihrer Verwendung Display-Vorrichtungen mit hoher Auflösung herzustellen. Weil die organische EL-Vorrichtung dieser erfindungsgemäßen Ausführungsformen eine gute Haltbarkeit (Beständigkeit gegen feuchte Wärme) besitzt, wird sie darüber hinaus vorteilhaft beispielsweise in Informationsdisplay-Vorrichtungen verwendet.

**[0186]** Während die Erfindung ausführlich und unter Bezugnahme auf spezielle Ausführungsformen beschrieben wurde, ergibt es sich für den Fachmann, daß unterschiedliche Änderungen und Modifikationen hierin vorgenommen werden können, ohne von ihrem Umfang abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Organische elektrolumineszente Vorrichtung, umfassend eine positive Elektrode, eine negative Elektrode und eine organische Schicht, die eine organische lichtemittierende Schicht, eingelagert zwischen den zwei Elektroden, einschließt, gekennzeichnet dadurch, daß die negative Elektrode eine Elektroneninjektions-Elektrodenschicht und einen amorphen transparenten leitfähigen Film umfaßt und daß die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht zur organischen Schicht benachbart ist.

2. Organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß Anspruch 1, worin die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht aus einem ultradünnen Film besteht, umfassend einen oder mehrere Vertreter, die aus elektroneninjizierenden Metallen, Legierungen und Erdalkalimetalloxiden ausgewählt sind.

3. Organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß Anspruch 1, worin die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht eine gemischte Schicht ist, umfassend einen oder mehrere Vertreter, die aus elektroneninjizierenden Metallen, Legierungen und Erdalkalimetalloxiden ausgewählt sind, und eine elektronentransportierende organische Substanz.

4. Organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß Anspruch 1, worin die Elektroneninjektions-Elektrodenschicht eine inselartige Elektroneninjektionszone umfaßt.

5. Organische elektrolumineszente Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, worin der amorphe transparente leitfähige Film ein Indium(In)-Zink(Zn)-Sauerstoff(O)-Oxid umfaßt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

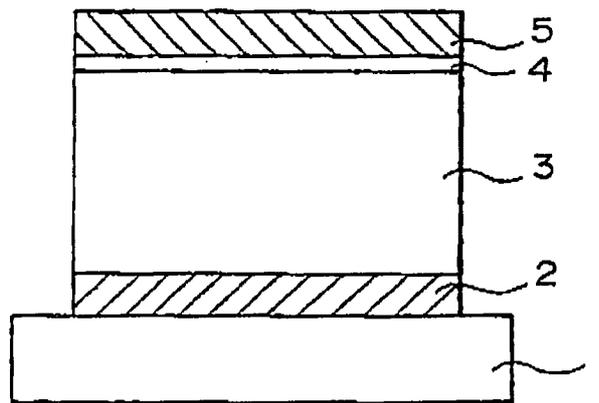


Fig. 2

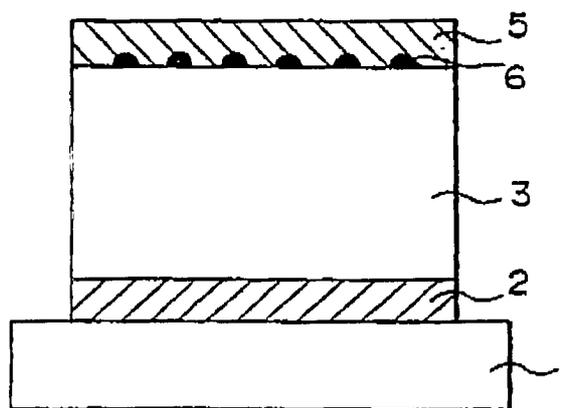


Fig. 3

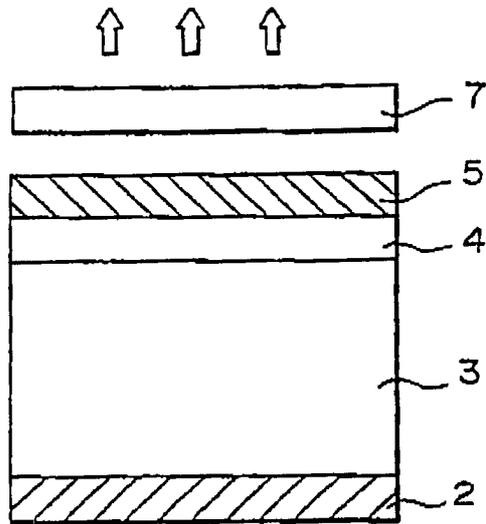


Fig. 4

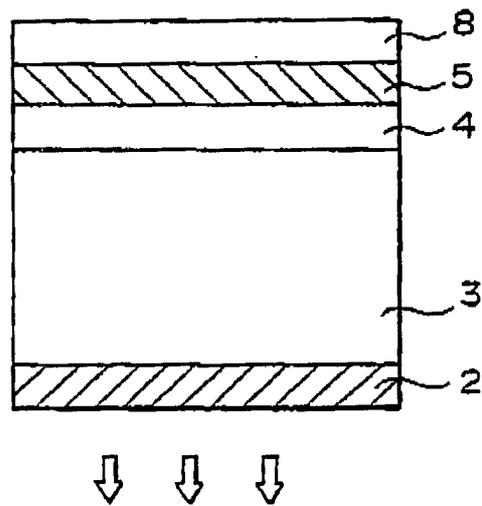


Fig. 5

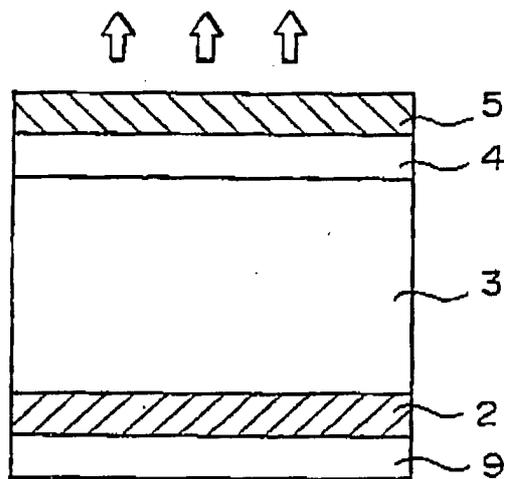


Fig. 6

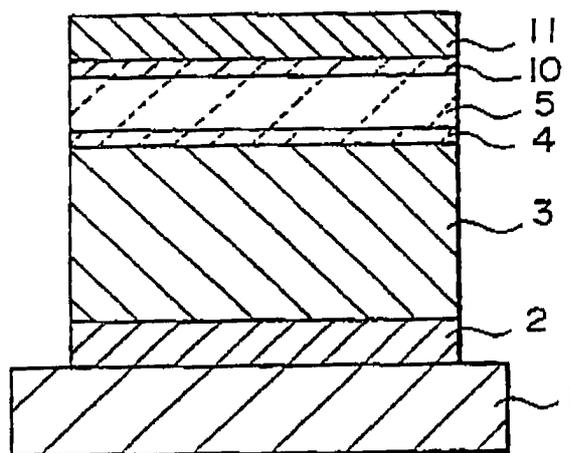


Fig. 7

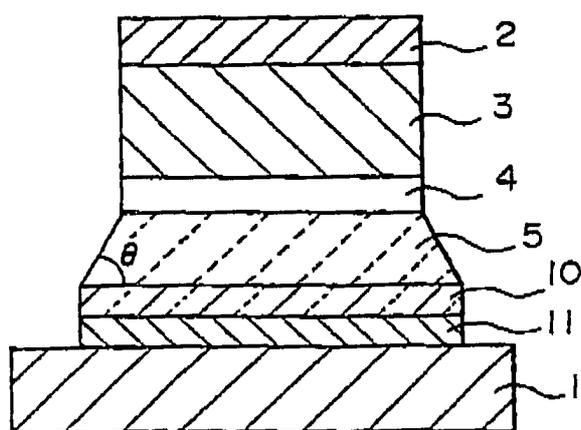


Fig. 8

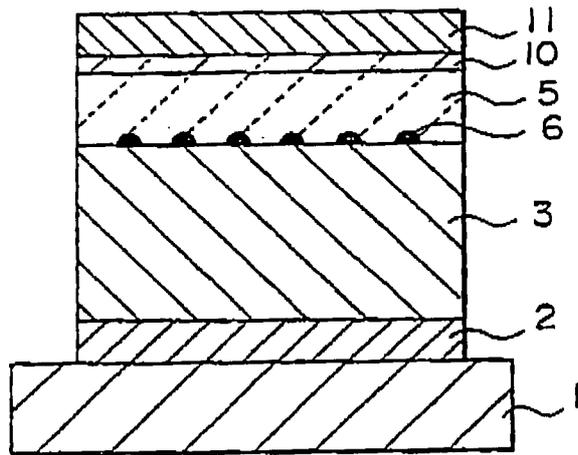


Fig. 9

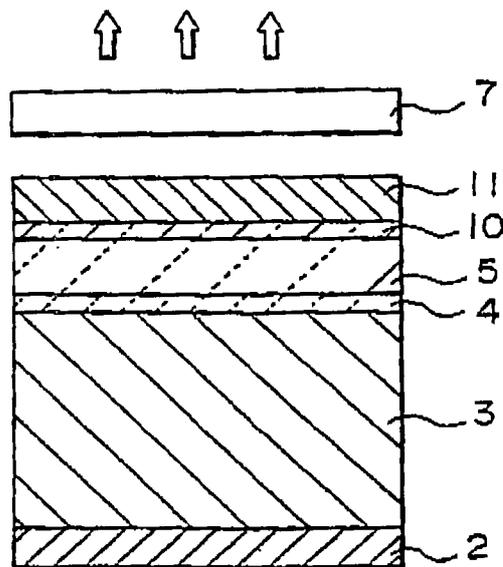


Fig. 10

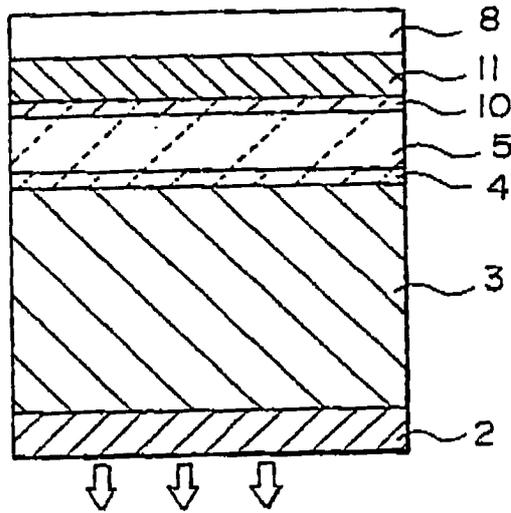


Fig. 11

