



(10) **DE 10 2018 121 544 A1** 2019.06.06

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 121 544.4**

(22) Anmeldetag: **04.09.2018**

(43) Offenlegungstag: **06.06.2019**

(51) Int Cl.: **H01L 51/54 (2006.01)**

**H01L 27/32 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**10-2017-0163769 30.11.2017 KR**

(71) Anmelder:

**LG Display Co., Ltd., Seoul, KR**

(74) Vertreter:

**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER  
PATENTANWÄLTE mbB, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:

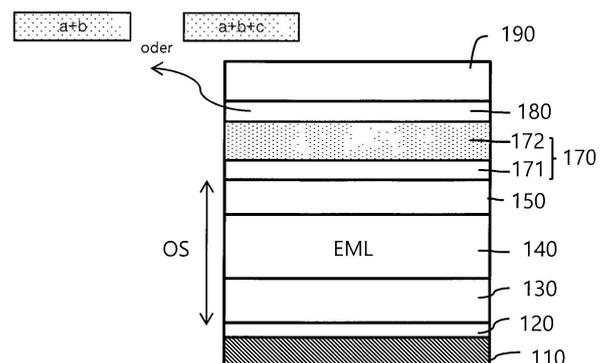
**Kim, Seok-Hyun, Paju-si, Gyeonggi-do, KR; Park,  
Eun-Jung, Paju-si, Gyeonggi-do, KR; Kim, Tae-  
Shick, Paju-si, Gyeonggi-do, KR**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Organisches Lichtemissionselement und organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die sie verwendet**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein organisches Lichtemissionselement sowie eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die dieses verwendet, offenbart, das eine Lichtdurchlässigkeit aufweist, den Widerstand des Elements verringern kann und unabhängig von Schwankungen von Temperatur oder Umgebung zuverlässig ist.



## Beschreibung

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der koreanischen Patentanmeldung Nr. 10-2017-0163769, die am 30. November 2017 eingereicht wurde.

### Hintergrund der Erfindung

#### Gebiet der Erfindung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein organisches Lichtemissionselement und insbesondere auf ein organisches Lichtemissionselement mit einer oberen Elektrode, die eine Lichtdurchlässigkeit aufweist, den Widerstand des Elements verringern kann und unabhängig von Änderungen der Temperatur oder der Umgebung zuverlässig ist, sowie auf eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die dieses verwendet.

### Hintergrund

**[0003]** Mit dem Aufkommen des Informationszeitalters ist das Gebiet der Anzeigen, die elektrisch übertragene Informationssignale visuell anzeigen, rasch fortgeschritten. Als Antwort darauf wurden verschiedene Flachbildschirm-Anzeigevorrichtungen mit hervorragendem Leistungsvermögen, beispielsweise dünnere und leichtere Konstruktionen mit geringerer Leistungsaufnahme, entwickelt, die herkömmliche Kathodenstrahlröhren (CRTs) schnell ersetzen.

**[0004]** Repräsentative Beispiele für solche Flachbildschirme können eine Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung (LCD-Vorrichtung), eine Plasmaanzeigetafelvorrichtung (PDP-Vorrichtung), eine Feldemissions-Anzeigevorrichtung (FED-Vorrichtung) und eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung (OLED-Vorrichtung) umfassen.

**[0005]** Unter diesen wird eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung als eine konkurrenzfähige Anwendung angesehen, da keine separate Lichtquelle erforderlich ist und Kompaktheit der Vorrichtung und lebendige Farbwiedergabe verwirklicht werden.

**[0006]** Eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung umfasst mehrere organische Lichtemissionselemente, die in mehreren Unterpixeln auf einem Substrat bereitgestellt sind. Jedes organische Lichtemissionselement entspricht einem jeweiligen Unterpixel zur Lichtemission. Das organische Lichtemissionselement umfasst dann eine Anode, eine Kathode sowie eine Lochtransportschicht, eine Emissionsschicht und eine Elektronentransportschicht, die aufeinanderfolgend zwischen der Anode und der Kathode bereitgestellt sind.

**[0007]** Das organische Lichtemissionselement ist dazu ausgelegt, dann Licht zu emittieren, wenn ein elektrisches Feld zwischen der Anode und der Kathode angelegt wird. Das organische Lichtemissionselement kann mit einer niedrigen Spannung angesteuert werden, verbraucht relativ wenig Energie, hat ein geringes Gewicht und kann zudem auf einem flexiblen Substrat hergestellt werden.

**[0008]** Die organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung emittiert Licht unter Verwendung organischer Lichtemissionselemente, die in jeweiligen Unterpixeln zur Lichtemission bereitgestellt sind. In jedem organischen Lichtemissionselement werden Exzitonen durch Kombination von Elektronen und Löchern in der Emissionsschicht erzeugt und dann, wenn die Energie der Exzitonen auf den Grundzustand fällt, wird Licht erzeugt. Die Lichtausbeute davon bestimmt sich aus der Effizienz der Kombination der Elektronen und der Löcher in der Emissionsschicht bestimmt.

**[0009]** Unterdessen wird das organische Lichtemissionselement basierend auf der Richtung, in der Licht aus dem organischen Lichtemissionselement emittiert wird, in einen Oberseiten-Emissions-Typ und einen Unterseiten-Emissions-Typ klassifiziert. Bei beiden Typen ist eine reflektierende Elektrode auf der Oberfläche des organischen Lichtemissionselements, die der Oberfläche gegenüberliegt, aus der Licht emittiert wird, bereitgestellt und das aus dem organischen Lichtemissionselement emittierte Licht wird in einer vorgegebenen Richtung verwendet.

**[0010]** Unter diesen wurde kürzlich der Oberseiten-Emissions-Typ, der Freiheit einer Elementkonfiguration unterhalb der Reflexionselektrode ermöglicht, aktiv untersucht.

**[0011]** In dem organischen Lichtemissionselement vom Oberseiten-Emissions-Typ muss eine obere Elektrode davon für die Übertragung von Licht transparent oder transluzent sein. In dem Fall der organischen Lichtemissions-Anzeigevorrichtung mit dem organischen Lichtemissionselement kann ein Betrachter den Bildschirm jedoch nicht nur von vorne, sondern auch von schräger Richtung betrachten, und währenddessen wird ein Phänomen beobachtet, bei dem die Farbe auf dem Bildschirm sich je nach Betrachtungswinkel unterscheidet. Da eine solche Farbabweichung in Abhängigkeit von dem Betrachtungswinkel hauptsächlich auftritt, wenn die obere Elektrode dick ist, wurde in letzter Zeit versucht, die Dicke der oberen Elektrode zu verringern.

**[0012]** Die obere Elektrode dient jedoch dazu, dem organischen Lichtemissionselement ein elektrisches Feld zu liefern oder das organische Lichtemissionselement zu stabilisieren, und muss daher eine vorbestimmte Leitfähigkeit gewährleisten. In dieser Hinsicht kann die obere Elektrode mit einer transluzenten Elektrode ausgebildet sein, die dünner als eine transparente Elektrode ausgebildet werden kann. Der Widerstand der transluzenten oberen Elektrode steigt jedoch, wenn ihre Dicke verringert wird, und verursacht in Abhängigkeit von dem Betrachtungswinkel eine schlimmere Farbabweichung, wenn ihre Dicke erhöht wird. Daher müssen derzeitige organische Lichtemissionselemente vom Oberseiten-Emissions-Typ und organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtungen, die diese verwenden, sowohl die Farbabweichung in Abhängigkeit von dem Betrachtungswinkel als auch den Widerstand reduzieren.

**[0013]** Zudem ist die organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung in letzter Zeit in tragbaren Mobiltelefonen, E-Büchern und verschiedenen anderen Erkundungsvorrichtungen verwendet worden und muss in verschiedenen Umgebungen stabil arbeiten. Im Allgemeinen erfüllen derzeitige organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtungen, die eine feste Form haben oder als ideal für die Verwendung bei Raumtemperatur angesehen werden, diese Anforderungen nicht.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0014]** Dementsprechend ist die vorliegende Erfindung auf ein organisches Lichtemissionselement und eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die dieses verwendet, gerichtet, die ein oder mehrere Probleme aufgrund von Einschränkungen und Nachteilen des Standes der Technik im Wesentlichen vermeiden.

**[0015]** Die vorliegende Erfindung ist geschaffen worden, um die oben beschriebenen Probleme zu lösen, und eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein organisches Lichtemissionselement, das eine obere Elektrode aufweist, die eine Lichtdurchlässigkeit aufweist, den Widerstand des Elements vermindern kann und unabhängig von Schwankungen der Temperatur oder der Umgebung zuverlässig ist, und eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die dieses verwendet, bereitzustellen.

**[0016]** Weitere Vorteile, Aufgaben und Merkmale der Erfindung werden zum Teil in der folgenden Beschreibung dargelegt und werden für durchschnittliche Fachleute bei Betrachtung des Folgenden ersichtlich oder können aus der Praxis der Erfindung in Erfahrung gebracht werden. Die Aufgaben und Vorteile der Erfindung können durch die Struktur gelöst bzw. verwirklicht werden, die insbesondere in der schriftlichen Beschreibung und den Ansprüchen sowie den beigefügten Zeichnungen dargelegt ist.

**[0017]** Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0018]** Ein organisches Lichtemissionselement und eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die diese verwendet, gemäß der vorliegenden Erfindung können durch die Konfiguration einer oberen Elektrode und einer Grenzflächenkompensationsschicht, die mit der oberen Elektrode in Kontakt steht, nicht nur eine Verringerung des Widerstands auf der Austrittsseite des Lichts erreichen, sondern auch die Transluzenz aufrechterhalten und auch unabhängig von Schwankungen der Temperatur und/oder der Umgebung eine stabilisierte Ansteuerspannung und Lichtausbeute sicherstellen.

**[0019]** Um eine oder mehrere dieser Aufgaben und Vorteile zu lösen bzw. zu erreichen, und gemäß dem Zweck der Erfindung, wie er hierin ausgeführt und ausführlich beschrieben ist, umfasst ein organisches Lichtemissionselement eine untere Elektrode, mindestens eine organische Schicht auf der unteren Elektrode, eine obere Elektrode, die auf der organischen Schicht angeordnet ist und dazu ausgelegt ist, Licht aus der organischen Schicht durchzulassen, und eine Grenzflächenkompensationsschicht, die auf der oberen Elektrode bereitgestellt ist und ein erstes Material als Halogenverbindung und ein zweites Material als Metall, das mit Halogen oder einem Nichtmetall reaktiv ist, enthält.

**[0020]** Das zweite Material kann ein oder mehrere der folgenden Elemente umfassen: Barium (Ba), Cer (Ce), Cäsium (Cs), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Kalium (K), Lithium (Li), Lutetium (Lu), Natrium (Na), Neodym (Nd), Rubidium (Rb), Scandium (Sc), Samarium (Sm), Strontium (Sr), Ytterbium (Yb) und Yttrium (Y).

**[0021]** Die Grenzflächenkompensationsschicht kann ferner ein drittes Material als Metall, das in der oberen Elektrode enthalten ist, umfassen.

**[0022]** Vorzugsweise kann die obere Elektrode Ag:Mg enthalten.

**[0023]** Vorzugsweise kann das erste Material LiF und das zweite Material Yb umfassen.

**[0024]** Vorzugsweise kann in der Grenzflächenkompensationsschicht ein Stoffmengenanteil von Yb höher sein als der von LiF.

**[0025]** Vorzugsweise kann das Stoffmengenverhältnis von Yb zu LiF in der Grenzflächenkompensationsschicht größer als 1:1 und kleiner oder gleich 2:1 sein.

**[0026]** Vorzugsweise kann das organische Lichtemissionselement in der Grenzflächenkompensationsschicht ferner Mg in einem Stoffmengenanteil enthalten, der kleiner oder gleich demjenigen des zweiten Materials ist.

**[0027]** Vorzugsweise kann das zweite Material aus Yb bestehen.

**[0028]** Vorzugsweise können das erste Material und das dritte Material den gleichen Stoffmengenanteil haben.

**[0029]** Vorzugsweise kann die Grenzflächenkompensationsschicht eine Dicke von 10 Å bis 30 Å haben.

**[0030]** Vorzugsweise kann die obere Elektrode mindestens eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfassen.

**[0031]** Vorzugsweise ist das zweite Material ferner in mindestens einer Metallschicht der oberen Elektrode enthalten.

**[0032]** Vorzugsweise kann das erste Material LiF umfassen und das zweite Material Yb umfassen.

**[0033]** Vorzugsweise kann in der Grenzflächenkompensationsschicht ein Stoffmengenanteil von Yb höher sein als der von LiF.

**[0034]** Vorzugsweise kann das Stoffmengenverhältnis von Yb zu LiF in der Grenzflächenkompensationsschicht größer als 1:1 und kleiner oder gleich 2:1 sein.

**[0035]** Vorzugsweise kann das organische Lichtemissionselement in der Grenzflächenkompensationsschicht ferner Mg in einem Stoffmengenanteil enthalten, das der kleiner oder gleich demjenigen des zweiten Materials ist.

**[0036]** Vorzugsweise kann die Grenzflächenkompensationsschicht eine Dicke von 10 Å bis 30 Å haben.

**[0037]** Vorzugsweise kann die Grenzflächenkompensationsschicht direkt auf der oberen Elektrode, aus der Licht austritt, angeordnet sein.

**[0038]** Die Aufgabe wird auch durch eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung gelöst, die Folgendes umfasst: ein Substrat, das mehrere Unterpixeln umfasst; einen Dünnschichttransistor, der in jedem der Unterpixel bereitgestellt ist; und ein organisches Lichtemissionselement, wie es oben beschrieben ist, wobei das organische Lichtemissionselement mit dem Dünnschichttransistor verbunden ist.

**[0039]** Vorzugsweise kann die organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung eine Deckschicht auf der Grenzflächenkompensationsschicht umfassen, wobei die Deckschicht aus einer organischen Verbindung mit Transmissivität und einem Brechungsindex im Bereich von 1,6 bis 2,1 ausgebildet ist.

**[0040]** Das zweite Material der Grenzflächenkompensationsschicht kann einen höchsten Stoffmengenanteil (kann je nach Art des Materials als „Atomanteil“ oder „Molekularanteil“ dargestellt sein) haben.

**[0041]** Vorzugsweise können das erste Material und das dritte Material den gleichen Stoffmengenanteil (kann je nach Art des Materials als „Atomanteil“ oder „Molekularanteil“ dargestellt sein) haben.

**[0042]** Die obere Elektrode kann mindestens eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfassen.

**[0043]** Vorzugsweise kann das erste Material der Grenzflächenkompensationsschicht eine Verbindung aus einem Halogen und einem Metall, das in der ersten Schicht enthalten ist, die mit der organischen Schicht in Kontakt steht, sein.

**[0044]** Das erste Material kann LiF sein.

**[0045]** Die obere Elektrode kann durch Laminieren einer oder mehrerer Metallschichten gebildet werden.

**[0046]** Vorzugsweise kann das zweite Material ferner in mindestens einer Metallschicht der oberen Elektrode enthalten sein.

**[0047]** Die zweite Schicht kann Ag:Mg enthalten.

**[0048]** Ag in der zweiten Schicht kann den drei- bis zehnfachen Stoffmengenanteil von Mg aufweisen.

**[0049]** Die Summe der Dicken der oberen Elektrode und der Grenzflächenkompensationsschicht kann im Bereich von 100 Å bis 180 Å liegen.

**[0050]** Es versteht sich, dass sowohl die vorstehende allgemeine Beschreibung als auch die folgende genaue Beschreibung der vorliegenden Erfindung beispielhaft und erläuternd sind und eine weitere Erläuterung der beanspruchten Erfindung bieten sollen.

#### Figurenliste

**[0051]** Die beigefügten Zeichnungen, die enthalten sind, um ein besseres Verständnis der Erfindung zu ermöglichen, und in diese Anmeldung einbezogen sind und einen Teil davon bilden, veranschaulichen Ausführungsformen der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung dazu, das Prinzip der Erfindung zu erläutern. Es zeigen:

**Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel eines organischen Lichtemissionselements der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die ein organisches Lichtemissionselement gemäß einer Abwandlung der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 3A** bis **Fig. 3C** sind Ansichten, die die Struktur einer oberen Elektrode eines organischen Lichtemissionselements gemäß dem ersten bis dritten Vergleichsbeispiel zeigen;

**Fig. 4A** bis **Fig. 4E** sind Querschnittsansichten, die eine obere Elektrode und eine Grenzflächenkompensationsschicht eines organischen Lichtemissionselements gemäß einer ersten bis fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

**Fig. 5A** bis **Fig. 5E** sind Querschnittsansichten, die eine obere Elektrode und eine Grenzflächenkompensationsschicht eines organischen Lichtemissionselements gemäß einer sechsten bis zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

**Fig. 6A** bis **Fig. 6C** sind Querschnittsansichten, die eine obere Elektrode und eine Zwischenschichtkompensationsschicht eines organischen Lichtemissionselements gemäß einer elften bis dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

**Fig. 7** ist ein Graph, der die Transmissivität in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemäß verschiedenen Beispielen des ersten Vergleichsbeispiels und der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

**Fig. 8** ist ein Graph, der die Änderung der Ansteuerspannung über die Zeit darstellt, wenn ein grünes organisches Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird;

**Fig. 9** ist ein Graph, der die Änderung der Effizienz über die Zeit darstellt, wenn das grüne organische Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird;

**Fig. 10A** und **Fig. 10B** sind optische Bilder, die den Zustand veranschaulichen, in dem das grüne organische Lichtemissionselement, das gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wurde, 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt wird;

**Fig. 11** ist ein Graph, der die Änderung der Ansteuerspannung über die Zeit darstellt, wenn ein rotes organisches Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird;

**Fig. 12** ist ein Diagramm, das die Änderung der Effizienz über die Zeit darstellt, wenn das rote organische Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird;

**Fig. 13A** und **Fig. 13B** sind optische Bilder, die den Zustand zeigen, in dem das rote organische Lichtemissionselement, das gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wurde, 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt wird;

**Fig. 14** ist ein Graph, der die Änderung der Helligkeit bei Raumtemperatur darstellt, wenn ein blaues organisches Lichtemissionselement gemäß einem dritten Vergleichsbeispiel und der elften und zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird;

**Fig. 15A** und **Fig. 15B** sind optische Bilder, die den Zustand zeigen, in dem das blaue organische Lichtemissionselement, das gemäß dem dritten Vergleichsbeispiel und der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wurde, 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt wird; und

**Fig. 16** ist eine Querschnittsansicht, die eine erläuternde organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung der vorliegenden Erfindung darstellt.

#### Genauere Beschreibung der Erfindung

**[0052]** Die Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung und die Art und Weise, wie sie erreicht werden, sind unter Bezugnahme auf Ausführungsformen ersichtlich, die nachstehend in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen im Einzelnen beschrieben werden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die nachfolgend offenbarten Ausführungsformen beschränkt und kann in vielen verschiedenen Formen ausgeführt sein. Vielmehr sind diese beispielhaften Ausführungsformen bereitgestellt, damit diese Offenbarung vollständig und komplett ist und Fachleuten den Umfang vollständig vermittelt. Somit soll der Umfang der vorliegenden Erfindung durch die Ansprüche definiert sein.

**[0053]** Die Formen, Größen, Verhältnisse, Winkel, Zahlen und dergleichen, die in den Zeichnungen dargestellt sind, um verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zu beschreiben, sind lediglich beispielhaft und daher ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Abbildungen in den Zeichnungen beschränkt. Gleiche oder sehr ähnliche Elemente werden in der gesamten Beschreibung mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Zusätzlich wird in der Beschreibung der vorliegenden Erfindung eine ausführliche Beschreibung verwandter bekannter Technologien weggelassen, wenn dadurch der Gegenstand der vorliegenden Erfindung verunklart wird. Wenn in der vorliegenden Beschreibung die Ausdrücke „umfassen“, „enthalten“ und dergleichen verwendet werden, können andere Elemente hinzugefügt werden, sofern nicht der Begriff „nur“ verwendet wird. Ein in der Singularform beschriebenes Element soll eine Mehrzahl von Elementen umfassen, sofern der Zusammenhang nicht eindeutig etwas anderes impliziert.

**[0054]** Bei der Interpretation von Bestandteilen, die in den verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthalten sind, werden die Bestandteile derart ausgelegt, dass sie einen Fehlerbereich enthalten, auch wenn keine explizite Beschreibung davon vorliegt.

**[0055]** Wenn in der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Positionsbeziehungen beschrieben werden, wenn beispielsweise die Positionsbeziehung zwischen zwei Teilen unter Verwendung von „auf“, „über“, „unter“, „neben“ oder dergleichen beschrieben wird, können sich ein oder mehrere andere Teile zwischen den beiden Teilen befinden, es sei denn, der Begriff „direkt“ oder „eng“ wird verwendet.

**[0056]** Wenn in der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeitliche Beziehungen beschrieben werden, wenn beispielsweise die zeitliche Beziehung zwischen zwei Aktionen mit

„nach“, „anschließend“, „als Nächstes“, „vor“ oder dergleichen beschrieben wird, können die Aktionen nicht nacheinander erfolgen, es sei denn, der Begriff „direkt“ oder „unmittelbar“ wird verwendet.

**[0057]** Obwohl in der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Begriffe wie beispielsweise „erste/r/s“ und „zweite/r/s“ verwendet werden können, um verschiedene Elemente zu beschreiben, werden diese Ausdrücke lediglich verwendet, um gleiche oder ähnliche Elemente voneinander zu unterscheiden. Daher kann in der vorliegenden Beschreibung ein durch „erste/r/s“ modifiziertes Element innerhalb des technischen Umfangs der vorliegenden Erfindung das gleiche sein wie ein durch „zweite/r/s“ modifiziertes Element, sofern nichts anderes angegeben ist.

**[0058]** Die jeweiligen Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können teilweise oder vollständig miteinander gekoppelt und kombiniert werden und verschiedene technische Verknüpfungen und Ansteuerungen davon sind möglich. Diese verschiedenen Ausführungsformen können unabhängig voneinander ausgeführt werden oder können in Verbindung miteinander ausgeführt werden.

**[0059]** In dieser Beschreibung bedeutet ein Stapel eine Einheitsstruktur, die organische Schichten, wie beispielsweise eine Lochtransportschicht und eine Elektronentransportschicht, und eine organische Emissionsschicht, die zwischen der Lochtransportschicht und der Elektronentransportschicht angeordnet ist, umfasst. Die organischen Schichten können ferner eine Lochinjektionsschicht, eine Elektronensperrschicht, eine Lochsperrschicht und eine Elektroneninjectionsschicht umfassen und können gemäß der Struktur oder dem Entwurf eines organischen Lichtemissionselements ferner andere organische Schichten umfassen.

**[0060]** **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel eines organischen Lichtemissionselements der vorliegenden Erfindung zeigt, und **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die ein organisches Lichtemissionselement gemäß einer Abwandlung der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0061]** Das organische Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung basiert auf einem Oberseiten-Emissions-Typ.

**[0062]** Wie in **Fig. 1** gezeigt umfasst das organische Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung somit eine untere Elektrode **110**, einen organischen Stapel OS mit mindestens einer organischen Emissionsschicht **140** und eine obere Elektrode **170**, die der Reihe nach ausgebildet werden. Unter diesen umfasst die untere Elektrode **110** eine reflektierende Elektrode zum Reflektieren von Licht, das von der organischen Emissionsschicht **140** nach unten abgegeben wird, und Zurückbringen des Lichts zu einer oberen Austrittsseite. Die untere Elektrode **110** kann mit einer einzelnen reflektierenden Elektrode ausgebildet sein oder kann mit einem Mehrschichtlaminat, das mindestens eine reflektierende Elektrode und eine transparente Elektrode umfasst, ausgebildet sein. In der Struktur des Laminats kann die untere Elektrode **110** eine transparente Elektrode umfassen, die auf der Oberfläche davon angeordnet ist, die dem organischen Stapel OS zugewandt ist.

**[0063]** Zusätzlich zu der organischen Emissionsschicht **140** umfasst der organische Stapel OS ferner eine Lochtransportschicht **130** unter der organischen Emissionsschicht **140** und eine Elektronentransportschicht **150** über der organischen Emissionsschicht **140**. Die Lochtransportschicht **130** und die Elektronentransportschicht **150** sind dazu vorgesehen, Löcher und Elektronen zu der organischen Emissionsschicht **140** zu transportieren.

**[0064]** Zudem ist ferner eine Lochinjektionsschicht **120** zwischen der unteren Elektrode **110** und dem organischen Stapel OS bereitgestellt und dient dazu, durch Reduzieren einer Barriere an einer ersten Grenzfläche zwischen dem organischen Stapel OS und der unteren Elektrode **110**, die aus einem anorganischen Material gebildet ist, die Injektion von Löchern von der unteren Elektrode **110** in den organischen Stapel OS zu unterstützen.

**[0065]** Das organische Lichtemissionselement ist in jedem Unterpixel einer organischen Lichtemissions-Anzeigevorrichtung vorhanden, wobei jedes Unterpixel mindestens einen Transistor enthält und das organische Lichtemissionselement elektrisch mit dem Transistor jedes Unterpixels verbunden ist. Hier ist die untere Elektrode **110** je Unterpixel direkt mit dem Transistor elektrisch verbunden, während eine obere Elektrode **170** für mehrere Unterpixel bereitgestellt ist.

**[0066]** Wie oben beschrieben ist die obere Elektrode **170** die Austrittsseite und muss daher transparent oder transluzent sein. Da zudem die obere Elektrode **170** über mehreren Unterpixeln der Anzeigevorrichtung bereit-

gestellt ist, muss die obere Elektrode **170** aus einem Metall mit vorbestimmter oder noch größerer Leitfähigkeit ausgebildet sein, um ein gleichförmiges Potential ohne Schwankungen von Region zu Region zu liefern.

**[0067]** Daher kann das Metall, das zum Ausbilden der oberen Elektrode **170** verwendet wird, durch Abscheiden von Ag:Mg gebildet werden, um somit sowohl Halbtransparenz (Transluzenz) als auch eine vorbestimmte oder noch größere Leitfähigkeit zu haben, anstatt eine transparente leitfähige Oxidschicht wie eine Indiumzinnoxid-Schicht (ITO-Schicht) mit großem Flächenwiderstand zu verwenden.

**[0068]** Wenn jedoch die obere Elektrode **170** als einzelne Ag:Mg-Schicht mit einer Dicke von ungefähr 200 Å ausgebildet ist, kann in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel eine Farbabweichung auftreten. Wenn versucht wird, die Dicke der Ag:Mg-Schicht zu reduzieren, um dieses Problem zu lösen, ist es zudem notwendig, den Ag-Gehalt in der Ag:Mg-Schicht zu erhöhen, um die Leitfähigkeit auch in der dünneren oberen Elektrode **170** zu erhöhen. Mit der Zeit bewirkt mehr Ag eine Kohäsion mit sich selbst in der Ag:Mg-Schicht und macht die Eigenschaften der oberen Elektrode **170** instabil, was eine verkürzte Lebensdauer des organischen Lichtemissionselements aufgrund einer Verschlechterung im Laufe der Zeit verursacht.

**[0069]** Bei dem organischen Lichtemissionselement vom Oberseiten-Emissions-Typ der vorliegenden Erfindung ist es durch Aufbringen einer Grenzflächenkompensationsschicht **180** auf die obere Elektrode **170**, die als die Austrittsseite dient, möglich, die Ag-Kohäsion trotz des hohen Gehalts an Ag in der oberen Ag:Mg-Elektrode **170** mit einer geringen Dicke zu verhindern und folglich die Eigenschaften der oberen Elektrode **170** stabil zu halten.

**[0070]** Indes ist Ag:Mg in der oberen Elektrode **170** der vorliegenden Erfindung zu einem Verhältnis enthalten, das sich von dem von Mg:Ag unterscheidet, das als Kathode eines organischen Lichtemissionselements vom Unterseiten-Emissions-Typ bekannt ist. Das heißt, in der Mg:Ag-Kathode, die in einem organischen Lichtemissionselement vom allgemeinen Unterseiten-Emissions-Typ verwendet wird, beträgt das Stoffmengenverhältnis von Mg:Ag 10:1 und der Hauptbestandteil ist Mg. Im Gegensatz dazu ist bei der Ag:Mg-Elektrode der vorliegenden Erfindung zum Sicherstellen einer ausreichenden Leitfähigkeit bei einer geringen Dicke zum Aufrechterhalten der Transluzenz Ag in einer größeren Menge enthalten und weist einen Stoffmengenanteil von dreimal bis zehnmal von dem von Mg auf. In diesem Fall verhindert Mg die Ag-Kohäsion und ist in einer geringen Menge in der oberen Elektrode **170** enthalten.

**[0071]** Die obere Elektrode **170** kann aus einem Metall in einer einzelnen Schicht ausgebildet sein oder kann eine erste Schicht **171**, die aus einer anorganischen Verbindung mit geringer Dicke ausgebildet ist, und eine zweite Schicht **172**, die im Wesentlichen als Kathode auf der ersten Schicht **171** fungiert, umfassen, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist. Die erste Schicht **171** ist so ausgebildet, dass sie eine Dicke von ungefähr 10 Å bis ungefähr 30 Å hat, und die zweite Schicht **172** ist so ausgebildet, dass sie eine Dicke von ungefähr 100 Å bis ungefähr 150 Å hat. In diesem Fall kann die erste Schicht **171** aus einer anorganischen Verbindung wie LiF oder Li<sub>2</sub>O, einem Alkalimetall wie Li, Ca, Mg oder Sm, einem Erdalkalimetall oder einer anorganischen Verbindung davon ausgebildet werden, und nachdem der organische Stapel OS ausgebildet ist, können die erste und die zweite Schicht **171** und **172** nacheinander unter Verwendung verschiedener Materialien durch den gleichen Prozess, beispielsweise Abscheiden oder Sputtern, ausgebildet werden. Die erste Schicht **171** kann aus einer transparenten Halogenverbindung ausgebildet werden, und zur Abgabe von Licht aus der Emissionsschicht **140** hat die zweite Schicht **172** die geringe Dicke, die erforderlich ist, um die Durchlässigkeit oder die Halbdurchlässigkeit (Transluzenz) aufrechtzuerhalten. Wenn die obere Elektrode **170** eine einzelne Schicht ist, kann die einzelne Schicht Ag und Mg als Hauptkomponenten enthalten und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** kann ein erstes Material a und ein zweites Material b enthalten oder kann ein erstes bis drittes Material a, b und c enthalten. Das zweite Material b der Grenzflächenkompensationsschicht **180** kann auch in der oberen Elektrode **170** enthalten sein.

**[0072]** In einigen Fällen kann die erste Schicht **171** ferner eine Metallkomponente enthalten, die in der zweiten Schicht **172** enthalten ist.

**[0073]** Die Grenzflächenkompensationsschicht **180**, die auf der oberen Elektrode **170** angeordnet ist, enthält das erste Material a, das eine Halogenverbindung ist, und das zweite Material b, das mit Halogenen oder Nichtmetallen reagiert.

**[0074]** Das erste Material a der Grenzflächenkompensationsschicht **180** ist eine Halogenverbindung und kann beispielsweise eine Verbindung aus einem Halogen und einem Metall, das in der ersten Schicht **171** enthalten ist, die mit der oben beschriebenen organischen Schicht in Kontakt steht, sein. Hier kann das Metall ein

Alkalimetall oder ein Erdalkalimetall sein, und ein repräsentatives Halogen ist F, Br, Cl oder dergleichen. Die bekannteste Halogenverbindung ist LiF.

**[0075]** Das erste Material (a) hält eine Durchlässigkeit und einen Brechungsindex in der Grenzflächenkompensationsschicht **180** auf einem konstanten Niveau, und selbst dann, wenn das zweite Material (b) eine hohe Absorptionseffizienz für das Licht aufweist, kann das Licht, das aus dem organischen Stapel OS emittiert wird, eine Effizienz auf einem bestimmten Niveau aufrechterhalten.

**[0076]** Hier ist das Metall als zweites Material b ein Metall mit Tendenz zu einwertiger, zweiwertiger oder dreiwertiger Ionisierung, kann ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Lanthanmetall und ein Actiniummetall sein und z. B. Barium (Ba), Cer (Ce), Cäsium (Cs), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Kalium (K), Lithium (Li), Lutetium (Lu), Natrium (Na), Neodym (Nd), Rubidium (Rb), Scandium (Sc), Samarium (Sm), Strontium (Sr), Ytterbium (Yb) oder Yttrium (Y) sein. Diese Beispiele des zweiten Materials b sind Metalle, die mit Halogenen und anderen Nichtmetallen hochreaktiv sind. Das zweite Material b ist auf der oberen Elektrode **170** angeordnet, um die Kohäsion von Ag zu verhindern, das in der oberen Elektrode **170** enthalten ist, und um die Grenzfläche der oberen Elektrode **170** zu kompensieren.

**[0077]** Darüber hinaus mischt sich das zweite Material b bei hoher Reaktivität mit der Halogenverbindung a und ist somit hinsichtlich der Qualitätseigenschaften stabil. Wie nachstehend beschrieben ist eine Hauptfunktion des zweiten Materials b der Grenzflächenkompensationsschicht **180** der vorliegenden Erfindung insbesondere ein Verhindern von Schwankungen in dem organischen Stapel OS oder der oberen Elektrode **170** im Laufe der Zeit selbst in rauen Umgebungen, z. B. unter Sonnenlicht, das ultraviolette Strahlung enthält. Dies dient dazu, die Kohäsion von Ag, das in der oberen Elektrode **170** enthalten ist, zu verhindern und die Reaktivität zwischen Ag und Mg mit einem vorbestimmten Verhältnis aufrechtzuerhalten, wodurch eine Änderung der Effizienz und der Anstreuerspannung des organischen Lichtemissionselements über die Zeit verhindert wird und was zu einer Elementstabilität führt. Zudem senken die Komponenten der Halogenverbindung a die Energiebarriere der oberen Elektrode **170** und erleichtern die Injektion von Elektronen. Obwohl die Halogenverbindung a eine hohe Ionisierungstendenz aufweist, reagiert das ionisierte Material selbst dann, wenn die Halogenverbindung a eine Ionenablösung erfährt, erneut mit dem zweiten Material b, das eine weitere Komponente der Grenzflächenkompensationsschicht **180** ist, und zwar aufgrund der hohen Reaktivität zwischen dem Halogen und dem zweiten Material b, wodurch Ionen der Halogenverbindung keinen Effekt auf das organische Lichtemissionselement haben und die Eigenschaften der Grenzflächenkompensationsschicht **180** und der oberen Elektrode **170** erhalten bleiben.

**[0078]** Dementsprechend kann das zweite Material b der Grenzflächenkompensationsschicht **180** für dessen Funktion einen hohen Stoffmengenanteil (Atomanteil oder Molekularanteil) relativ zu dem ersten Material a aufweisen.

**[0079]** Außerdem liegt die Dicke der Grenzflächenkompensationsschicht **180** im Bereich von ungefähr 10 Å bis ungefähr 30 Å, wobei dies das Niveau ist, bei dem die Permeation von Licht, das aus der Emissionsschicht **140** in dem organischen Stapel OS emittiert wird, nicht behindert wird. Hier liegt die Summe der Dicken der oberen Elektrode **170** und der Grenzflächenkompensationsschicht **180** im Bereich von 100 Å bis 180 Å. Innerhalb dieses Dickenbereichs sind die obere Elektrode **170** und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** transluzent und verursachen keine Farbabweichung bei der Abgabe des von dem darunterliegenden organischen Stapel OS emittierten Lichts.

**[0080]** Die Grenzflächenkompensationsschicht **180** kann ferner das dritte Material c enthalten, das ein Metall ist, das in der oberen Elektrode **170** enthalten ist. Das heißt, wenn die obere Elektrode **170** aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet ist, kann ferner Ag oder Mg als drittes Material c in der Grenzflächenkompensationsschicht **180** enthalten sein. In diesem Fall kann in der Grenzflächenkompensationsschicht **180** der Stoffmengenanteil des zweiten Materials b (Atomanteil oder Molekularanteil) am höchsten sein, und das erste Material a und das dritte Material c können den gleichen Atomanteil oder Molekularanteil aufweisen. Selbst wenn die Grenzflächenkompensationsschicht **180** drei Materialien enthält, ist ihre Dicke im Bereich von ungefähr 10 Å bis ungefähr 30 Å, wobei dies das Niveau ist, bei dem die Permeation von Licht, das aus der Emissionsschicht **140** in dem organischen Stapel OS emittiert wird, nicht behindert wird.

**[0081]** Nachdem die Grenzflächenkompensationsschicht **180** ausgebildet worden ist, wird eine Deckschicht **190** bereitgestellt, um das organische Lichtemissionselement zu schützen und dessen Lichtausbeute zu erhöhen. Die Deckschicht **190** ist aus einer organischen Verbindung mit Lichtdurchlässigkeit ausgebildet und hat einen Brechungsindex im Bereich von ungefähr 1,6 bis ungefähr 2,1.

**[0082]** Fig. 2 zeigt eine Abwandlung des organischen Lichtemissionselements von Fig. 1, in dem der einzelne organische Stapel OS durch mehrere Stapel **S1** und **S2**, zwischen denen eine Ladungserzeugungsschicht **210** angeordnet ist, ersetzt ist. Die Abwandlung zeigt zwei Stapel **S1** und **S2**, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt und kann drei oder mehr Stapel umfassen.

**[0083]** In diesem Fall umfasst jeder der Stapel **S1** und **S2** eine Lochtransportschicht **1201** oder **1202**, eine Emissionsschicht **1301** oder **1302** und eine Elektronentransportschicht **1401** oder **1402**, genau wie der oben beschriebene anorganische Stapel OS von Fig. 1.

**[0084]** Zusätzlich kann die Ladungserzeugungsschicht **210** eine einzelne Schicht sein, in der ein n-Typ-Dotand und ein p-Typ-Dotand in einem vorbestimmten Wirt enthalten sind. Alternativ können wie dargestellt unterschiedliche Wirte jeweils mit einem n-Typ-Dotand und einem p-Typ-Dotand dotiert sein, so dass eine n-Typ-Ladungserzeugungsschicht **210a** und eine p-Typ-Ladungserzeugungsschicht **210b** aufeinander laminiert sein können.

**[0085]** In Bezug auf diesen Tandem-Typ, bei dem mehrere Stapel laminiert sind, ist das organische Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass die obere Elektrode und die Grenzflächenkompensationsschicht in Kontakt mit der Oberseite der oberen Elektrode stehen, die in den jeweiligen Stapeln enthaltenen Emissionsschichten gleichfarbige Emissionsschichten sein können, in denen die gleiche Farbe von Licht in Unterpixeln emittiert wird, oder verschiedene Emissionsschichten sein können, in denen komplementäres Licht aus den verschiedenen Stapeln emittiert wird und schließlich addiert wird, so dass weißes Licht emittiert wird. Im ersten Fall kann dann, wenn die organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung solche organischen Lichtemissionselemente enthält, an der Austrittsseite jedes organischen Lichtemissionselements ein Farbfilter bereitgestellt sein, um je nach Unterpixel verschiedene Farben zu realisieren.

**[0086]** Eine Beschreibung, die sich auf die untere Elektrode **110**, die Lochinjektionsschicht **120**, die obere Elektrode **170**, die Grenzflächenkompensationsschicht **180** und die Deckschicht **190** bezieht, die die gleichen wie diejenigen in Fig. 1 sind, entfällt.

**[0087]** Nachfolgend werden die Wirkungen, die erzielt werden, wenn das organische Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung die obere Elektrode und die Grenzflächenkompensationsschicht umfasst, im Vergleich zu Vergleichsbeispielen beschrieben.

**[0088]** In Vergleichsbeispielen und Ausführungsformen wird üblicherweise eine Ag:Mg-Legierung als Hauptmetall der oberen Elektrode verwendet. Dieses kann durch ein anderes Metall ersetzt werden, solange es das gleiche Maß an Halblichtdurchlässigkeit aufweist, dünn ist, um keine Erhöhung des Widerstands zu verursachen, und keine große Austrittsarbeit aufweist, wenn Elektronen in einen benachbarten organischen Stapel injiziert werden. Darüber hinaus wird LiF als Halogenverbindung eingesetzt. Fluor (F) kann durch irgendeine andere Art von Halogenmaterial ersetzt sein und Li kann durch irgendein anderes Alkalimetall oder Erdalkalimetall ersetzt sein.

**[0089]** Fig. 3A bis Fig. 3C sind Ansichten, die die Struktur einer oberen Elektrode eines organischen Lichtemissionselements gemäß dem ersten bis dritten Vergleichsbeispiel zeigen.

**[0090]** Das erste Vergleichsbeispiel zeigt eine obere Elektrode **17**, die aus einer Ag:Mg-Legierungsschicht ausgebildet ist, wie sie in Fig. 3A dargestellt ist. In dem zweiten Vergleichsbeispiel, wie es in Fig. 3B dargestellt ist, umfasst eine doppelschichtige obere Elektrode eine aus Mg und LiF ausgebildete erste Schicht **16a** und eine aus einer Ag:Mg-Legierungsschicht ausgebildete zweite Schicht **17**.

**[0091]** In dem dritten Vergleichsbeispiel, das in Fig. 3C gezeigt ist, ist die erste Schicht **16a** anders als in Fig. 3B aus Yb und LiF ausgebildet.

**[0092]** Das heißt, wie in Fig. 3A bis Fig. 3C gezeigt umfassen das erste bis dritte Vergleichsbeispiel üblicherweise nur die obere Elektrode und nicht die Grenzflächenkompensationsschicht.

**[0093]** Nachfolgend werden mehrere Ausführungsformen der Struktur, die die obere Elektrode und die Grenzflächenkompensationsschicht, die sich in Kontakt mit der oberen Elektrode befindet, umfasst, in dem organischen Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung beschrieben. Dann wird das repräsentative zweite Material b, das in der Grenzflächenkompensationsschicht **180** enthalten ist, beispielhaft als Yb beschrieben.

Wie oben beschrieben kann Yb durch ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Lanthanmetall und ein Actiniummetall ersetzt werden.

**[0094]** Zusätzlich fungiert die erste Schicht **171** in den Ausführungsformen als Elektroneninjectionsschicht. In einigen Fällen kann die erste Schicht **171** anstelle von LiF aus einem einzelnen Alkalimetall wie Li, Ca, Mg oder Sm oder einem Erdalkalimetall ausgebildet sein. Zusätzlich kann LiF durch eine Halogenverbindung dieser Metalle und Fluor oder andere Arten von Halogenmaterialien ersetzt werden.

**[0095]** **Fig. 4A** bis **Fig. 4E** sind Querschnittsansichten, die eine obere Elektrode und eine Grenzflächenkompensationsschicht eines organischen Lichtemissionselements gemäß einer ersten bis fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

**[0096]** Wie es in **Fig. 4A** gezeigt ist, ist in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **171** aus LiF ausgebildet, die zweite Schicht **172** aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet und die darüberliegende Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung aus LiF und Yb ausgebildet.

**[0097]** Wie es in **Fig. 4B** gezeigt ist, ist in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **171** aus LiF ausgebildet, die zweite Schicht **172** aus einer Ag:Mg:Yb-Legierung ausgebildet und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** darüber aus einer Mischung aus LiF und Yb ausgebildet.

**[0098]** Wie es in **Fig. 4C** gezeigt ist, ist in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **171** aus einer Mischung aus LiF und Yb ausgebildet, die zweite Schicht **172** aus einer Ag:Mg:Yb-Legierung ausgebildet und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** darüber aus einer Mischung von LiF und Yb ausgebildet. Yb ist in allen drei aufeinanderfolgenden Schichten enthalten.

**[0099]** Wie es in **Fig. 4D** gezeigt ist, enthalten in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowohl die erste Schicht **171** als auch die Grenzflächenkompensationsschicht **180** Yb, aber nicht die zweite Schicht **172**. In diesem Fall ist sowohl die erste Schicht **171** als auch die Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus LiF und Yb ausgebildet, und die zweite Schicht **172** ist aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet.

**[0100]** Wie es in **Fig. 4E** gezeigt ist, unterscheidet sich das organische Lichtemissionselement gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dadurch, dass Yb, das in der Mischung aus LiF und Yb der ersten Schicht **171** gemäß der dritten Ausführungsform enthalten ist, durch Mg ersetzt ist. Wenn Mg in der ersten Schicht **171** als Hauptmetallkomponente der oberen Elektrode **170** enthalten ist, kann die Kohäsion von Ag in der zweiten Schicht **172** auch durch die darunterliegende erste Schicht **171** verhindert werden.

**[0101]** Auf diese Weise haben die erste bis fünfte Ausführungsform von **Fig. 4A** bis **Fig. 4E** in ihrer Auslegung gemeinsam, dass die Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung aus LiF und Yb ausgebildet ist. Dann kann die Grenzflächenkompensationsschicht **180**, die durch Mischen einer Halogenverbindung mit einem Metall, das mit Halogenen oder Nichtmetallen stark reaktiv ist, ausgebildet wird, die Schichtqualität der zweiten Schicht **172**, die Ag und Mg als Hauptkomponenten enthält, stabilisieren. Dadurch wird die Ag-Kohäsion in der zweiten Schicht **172** verhindert und deren Oberflächeneigenschaften werden stabilisiert. Dadurch kann die obere Elektrode **170** stabil bleiben, wenn sie lange Zeit betrieben wird, und die Lebensdauer des organischen Stapels OS kann erhöht werden.

**[0102]** **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** sind Querschnittsansichten, die eine obere Elektrode und eine Grenzflächenkompensationsschicht eines organischen Lichtemissionselements gemäß einer sechsten bis zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

**[0103]** In dem organischen Lichtemissionselement gemäß der sechsten bis zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die in **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** gezeigt sind, enthält die Grenzflächenkompensationsschicht **180** üblicherweise LiF, Yb und Mg. Hier ist Mg eine Komponente, die in der zweiten Schicht **172** enthalten ist.

**[0104]** Wie es in **Fig. 5A** gezeigt ist, ist in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **171** aus LiF ausgebildet, die zweite Schicht **172**

aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet und die darüberliegende Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung aus LiF, Yb und Mg ausgebildet.

**[0105]** Wie es in **Fig. 5B** gezeigt ist, ist in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **171** aus LiF ausgebildet, die zweite Schicht **172** aus einer Ag:Mg:Yb-Legierung ausgebildet und die darüberliegende Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung aus LiF, Yb und Mg ausgebildet.

**[0106]** Wie es in **Fig. 5C** gezeigt ist, ist in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **171** aus einer Mischung aus LiF und Yb ausgebildet, die zweite Schicht **172** aus einer Ag:Mg:Yb-Legierung ausgebildet und die darüberliegende Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung aus LiF, Yb und Mg ausgebildet. Yb ist in allen drei aufeinanderfolgenden Schichten enthalten.

**[0107]** Wie es in **Fig. 5D** gezeigt ist, enthalten in dem organischen Lichtemissionselement gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowohl die erste Schicht **171** als auch die Grenzflächenkompensationsschicht **180** Yb, aber die zweite Schicht **172** nicht. In diesem Fall ist die erste Schicht **171** aus LiF und Yb ausgebildet, die zweite Schicht **172** aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung aus LiF, Yb und Mg ausgebildet.

**[0108]** Wie es in **Fig. 5E** gezeigt ist, unterscheidet sich das organische Lichtemissionselement gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darin, dass Yb, das in der Mischung aus LiF und Yb der ersten Schicht **171** gemäß der achten Ausführungsform enthalten ist, durch Mg ersetzt ist. Wenn Mg in der ersten Schicht **171** als Hauptmetallkomponente der oberen Elektrode **170** enthalten ist, kann die Ag-Kohäsion in der zweiten Schicht **172** auch durch die darunterliegende erste Schicht **171** verhindert werden.

**[0109]** Auf diese Weise haben die sechste bis zehnte Ausführungsform von **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** in der Auslegung gemeinsam, dass die Grenzflächenkompensationsschicht **180** aus einer Mischung von LiF, Yb und Mg ausgebildet wird. Mg ist in der Ag:Mg-Legierung der zweiten Schicht **172** enthalten und dient dazu, die Kohäsion von Ag zu verhindern. Die Grenzflächenkompensationsschicht **180**, die durch Mischen des ersten Materials als Halogenverbindung, des zweiten Materials als Metall, das mit Halogenen oder Nichtmetallen hochreaktiv ist, und des dritten Materials als Metall, das in der zweiten Schicht **172** enthalten ist, miteinander gebildet wird, kann die Schichtqualität der zweiten Schicht **172**, die Ag:Mg als Hauptkomponente enthält, stabilisieren, wodurch die Ag-Kohäsion in der zweiten Schicht **172** verhindert wird und deren Oberflächeneigenschaften stabilisiert werden. Dadurch kann die obere Elektrode **170** stabil bleiben, wenn sie lange Zeit betrieben wird, und die Lebensdauer des organischen Stapels OS kann erhöht werden.

**[0110]** **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** sind Querschnittsansichten, die eine obere Elektrode und eine Grenzflächenkompensationsschicht eines organischen Lichtemissionselements gemäß einer elften bis dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

**[0111]** In dem organischen Lichtemissionselement gemäß der elften Ausführungsform bis dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die in **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** gezeigt sind, enthält, wenn die obere Elektrode in mehreren Schichten ausgebildet ist, die oberste Metallschicht der oberen Elektrode Yb, um die Funktion der Grenzflächenkompensationsschicht zu haben.

**[0112]** Wie es in **Fig. 6A** gezeigt ist, umfasst die obere Elektrode in der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine aus LiF ausgebildete erste Schicht **270** und eine aus Ag und Yb ausgebildete zweite Schicht **280**. Dabei dient Yb dazu, die Kohäsion von Ag zu verhindern, und hat eine niedrige Austrittsarbeit, um so die problemlose Injektion von Elektronen zu unterstützen. Selbst wenn in der ersten Schicht **270** enthaltenes LiF so getrennt wird, dass Li<sup>+</sup>-Ionen erzeugt werden, sammelt Yb die Li<sup>+</sup>-Ionen, die mit F hochreaktiv sind, um zu verhindern, dass die Li<sup>+</sup>-Ionen in das organische Lichtemissionselement wandern, wodurch eine Verschlechterung der Eigenschaften des organischen Lichtemissionselements und eine Verschlechterung der Lebensdauer davon verhindert werden.

**[0113]** Wie es in **Fig. 6B** gezeigt ist, umfasst in der zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die obere Elektrode die aus LiF ausgebildete erste Schicht **270** und die aus einer Ag:Yb:Mg-Legierung ausgebildete zweite Schicht **280**. Dabei dienen Yb und Mg dazu, die Kohäsion von Ag zu verhindern, und haben eine niedrige Austrittsarbeit, um so die problemlose Injektion von Elektronen zu unterstützen. Selbst wenn LiF, das in der ersten Schicht **270** enthalten ist, so abgetrennt wird, dass Li<sup>+</sup>-Ionen erzeugt werden, sammelt Yb die Li<sup>+</sup>-

Ionen, die mit F hochreaktiv sind, um zu verhindern, dass die Li<sup>+</sup>-Ionen in das organische Lichtemissionselement wandern. wodurch eine Verschlechterung der Eigenschaften des organischen Lichtemissionselements und eine Verschlechterung der Lebensdauer davon verhindert werden.

**[0114]** Wie es in **Fig. 6C** gezeigt ist, umfasst die obere Elektrode in der dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die erste Schicht **270**, die aus einer anorganischen Verbindung aus LiF und Yb ausgebildet ist, und die zweite Schicht **280**, die aus einer Ag:Yb:Mg-Legierung aus Ag, Yb und Mg ausgebildet ist. Dabei dienen Yb und Mg dazu, die Kohäsion von Ag zu verhindern, und haben eine niedrige Austrittsarbeit, um so die problemlose Injektion von Elektronen zu unterstützen. Verglichen mit der zwölften Ausführungsform ist Yb ferner unter der zweiten Schicht **280** bereitgestellt, so dass die Kohäsion von Ag sowohl an der oberen als auch an der unteren Seite verhindert werden kann, wodurch größere Wirkungen als bei der zwölften Ausführungsform erwartet erzielt werden können.

**[0115]** Im Folgenden werden die Ergebnisse der Durchführung von Vergleichsexperimenten gemäß den obigen Ausführungsformen und Vergleichsbeispielen beschrieben.

**[0116]** **Fig. 7** ist ein Graph, der die Transmissivität in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemäß verschiedenen Beispielen des ersten Vergleichsbeispiels und der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Tabelle 1

Experimentelles Beispiel	Erste Schicht (Yb: LiF)	Zweite Schicht (Ag: Mg)	Grenzflächenkompensationsschicht (Yb:LiF)	Flächenwiderstand ( $\Omega/\square$ )	Transmissivität (%)			
					440 nm	480 nm	520 nm	600 nm
	Stoffmengenverhältnis _ Dicke	Stoffmengenverhältnis _ Dicke	S toffmengenverhältnis _ Dicke					
Erstes Vergleichsbeispiel 1-Typ	k.A.	4:3:1_ 210Å	k.A.	7,5	43,9	39,7	35,3	28,3
Erstes Vergleichsbeispiel 2-Typ	k.A.	4:3:1_ 180Å	k.A.	9,1	52,8	48,5	44,0	35,9
Erstes Vergleichsbeispiel 3-Typ	k.A.	10:1_ 140Å	k.A.	7,5	62,5	57,7	53,0	44,8
Vierte Ausführungsform	2:1_18Å	10:1_ 140Å	2:1_18Å	7,7	62,2	57,4	52,7	44,5

**[0117]** Wie in **Fig. 7** und Tabelle 1 gezeigt, steigt die Transmissivität, wenn die Dicke der zweiten Schicht (Ag:Mg), die eine Hauptmetallschicht der oberen Elektrode ist, abnimmt. Somit weisen das erste Vergleichsbeispiel 3-Typ und die vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die eine geringe Dicke von 140 Å aufweisen, die höchste Transmissivität auf. Bei dem organischen Lichtemissionselement nimmt die Dicke der oberen Elektrode ab, um die Lichtausbeute zu erhöhen und Farbabweichungen in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel zu verhindern.

**[0118]** Dementsprechend zeigt das erste Vergleichsbeispiel ein Ergebnis, bei dem die Durchlässigkeit allmählich zunimmt, wenn die Dicke von 1-Typ zu 3-Typ allmählich abnimmt. Der erste Vergleichsbeispiel 1-Typ und 2-Typ entsprechen dem Fall, in dem das Atomverhältnis von Ag:Mg 4,3:1 beträgt und die Dicken der oberen Elektrode 210 Å bzw. 180 Å betragen.

**[0119]** In dem ersten Vergleichsbeispiel 3-Typ, bei dem die obere Elektrode die geringste Dicke, nämlich 140 Å, aufweist, beträgt, um den Schichtwiderstand der einzelnen oberen Ag:Mg-Elektrode zu verringern, der Gehalt an Ag jedoch das Zehnfache des Gehalts an Mg, bezogen auf das Atomverhältnis. Da Ag, das in der einzelnen Schicht viel häufiger ist als Mg, eine Kohäsionskraft aufweist, kann sich die Schichtstabilität der

oberen Elektrode mit der Zeit verschlechtern und das organische Lichtemissionselement bleibt vielleicht nicht stabil.

**[0120]** Andererseits ist bei dem organischen Lichtemissionselement gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie durch Experimente erkannt wurde, die Transmissivität davon ähnlich zu der des ersten Vergleichsbeispiels 3-Typ oder übertrifft diese geringfügig, und durch die Bereitstellung der Yb:LiF-Schichten, die als Grenzflächenkompensationsschicht und die erste Schicht über und unter der zweiten Schicht, die die Hauptmetallschicht ist, vorgesehen sind, verhindert Yb, das in diesen Schichten enthalten ist, die Kohäsion von Ag in der zweiten Schicht, wodurch die obere Elektrode eine Grenzflächenstabilität erreichen kann und das organische Lichtemissionselement stabil bleiben kann.

**[0121]** Obwohl das organische Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung ferner die Grenzflächenkompensationsschicht und die erste Schicht, die aus Yb und LiF gebildet sind, an der oberen und der unteren Seite der zweiten Schicht umfasst, sind, im Vergleich zu dem ersten Vergleichsbeispiel 3-Typ, diese Schichten viel dünner als die zweite Schicht und haben keinen Einfluss auf die Transmissivität. Somit hat das organische Lichtemissionselement eine ähnliche Transmissivität wie in dem ersten Vergleichsbeispiel 3-Typ.

**[0122]** Außerdem verschlechtert sich die Transmissivität tendenziell, wenn die Wellenlänge länger ist. Dies hängt jedoch eher von der Farbsichtbarkeit ab als von strukturellen Problemen. Niedrige Transmissivität bei langer Wellenlänge kann durch Unterscheiden der Dicke der jeweiligen Emissionsschichten für rote, grüne und blaue Unterpixel gelöst werden, oder die Transmissivitätsabweichung kann durch Bereitstellen einer separaten Kompensationsschicht behoben werden.

**[0123]** Es ist zu beachten, dass das organische Lichtemissionselement der vorliegenden Erfindung die Schichtstabilität der oberen Elektrode und folglich deren Stabilität im Laufe der Zeit aufrechterhält.

**[0124]** Fig. 8 ist ein Graph, der die zeitliche Änderung der Ansteuerspannung darstellt, wenn ein grünes organisches Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird. Fig. 9 ist ein Graph, der die Änderung der Effizienz über die Zeit zeigt, wenn das grüne organische Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird.

Tabelle 2

Experimentelles Beispiel	Optische Eigenschaft (UV 0 Stunden)				Optische Eigenschaft (UV 100 Stunden)			
	Ansteuerspannung (V)	Effizienz (%)	CIEx	CIey	Ansteuerspannung (V)	Effizienz (%)	CIEx	CIey
Zweites Vergleichsbeispiel	6,0	100	0,256	0,675	8,8	117	0,243	0,684
Dritte Ausführungsform	6,0	100	0,254	0,678	6,3	102	0,244	0,684

**[0125]** In dem zweiten Vergleichsbeispiel des obigen Experiments, wie es in Fig. 3B gezeigt ist, wurde die erste Schicht aus Mg und LiF ausgebildet und die zweite Schicht aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet. In der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie sie in Fig. 4C gezeigt ist, wurde die erste Schicht aus einer Verbindung von LiF und Yb ausgebildet, die zweite Schicht aus einer Ag:Mg:Yb-Legierung ausgebildet und die Grenzflächenkompensationsschicht aus einer Verbindung aus LiF und Yb ausgebildet.

**[0126]** In diesem Fall basieren die organischen Lichtemissionselemente gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform auf Fig. 2 und nehmen dieselbe Konfiguration der unteren Elektrode und des organischen Stapels mit mehreren Stapeln und einer Ladungserzeugungsschicht an, unterscheiden sich jedoch nur in der oberen Elektrode 170 und der Grenzflächenkompensationsschicht 180.

**[0127]** In dem zweiten Vergleichsbeispiel und der dritten Ausführungsform betrug die Dicke der zweiten Schicht üblicherweise 140 Å und die Dicke der ersten Schicht und der Grenzflächenkompensationsschicht lag im Bereich von 10 Å bis 30 Å. In der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrug das Stoffmen-

genverhältnis von LiF:Yb in der ersten Schicht 1:2 und das Stoffmengenanteil von Ag:Mg:Yb in der zweiten Schicht 120:10:10.

**[0128]** In diesem Fall zeigen das zweite Vergleichsbeispiel und die dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Anfangszustand äquivalente Ansteuerspannungs- und Effizienz-Eigenschaften sowie ähnliche CIEx- und CIEy-Werte. Nach 100-stündiger Bestrahlung mit UV-Licht war wie in Tabelle 2 und **Fig. 8** dargestellt in dem zweiten Vergleichsbeispiel die Ansteuerspannung um 2,8 V erhöht und die Effizienz war über den Anfangszustand hinaus erhöht. Dies bedeutet, dass das entsprechende organische Lichtemissionselement nicht stabil gehalten werden konnte.

**[0129]** Im Gegensatz dazu betrug bei dem organischen Lichtemissionselement gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Änderung der Ansteuerspannung selbst nach einer 100-stündigen UV-Bestrahlung mit UV-Licht ungefähr 0,3 V und die Effizienz blieb ähnlich wie in dem Ausgangszustand. Dies bedeutet, dass das entsprechende organische Lichtemissionselement stabil blieb.

**[0130]** Das heißt, wie in der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann dann, wenn die Grenzflächenkompensationsschicht bereitgestellt ist, die mindestens eine Halogenverbindung und ein Metall, das mit Halogenen und Nichtmetallen hochreaktiv ist, enthält, das organische Lichtemissionselement stabil bleiben.

**[0131]** Der Grund, weshalb die Erfinder der vorliegenden Erfindung die UV-Eigenschaften in den oben beschriebenen Experimenten in Betracht gezogen haben, ist indes, dass organische Lichtemissionselemente in letzter Zeit nicht nur in allgemeinen Innenumgebungen verwendet wurden, sondern auch in Anzeigevorrichtungen für die Passagierabteilung eines Fahrzeugs oder Erkundungsgeräte, und daher auch dann stabil bleiben müssen, wenn sie extremen Temperaturschwankungen unterliegen oder Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Ein allgemeines organisches Lichtemissionselement kann jedoch aufgrund des darin enthaltenen organischen Materials für Schwankungen der Wärme oder Temperatur oder der Sonnenstrahlung anfällig sein und daher besteht Bedarf an der Entwicklung von organischen Lichtemissionselementen mit UV-Stabilität. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben dieses Problem erkannt und die obere Elektrode entwickelt, um dieses Problem zu lösen. Durch das Bereitstellen der Grenzflächenkompensationsschicht ist es den Erfindern gelungen, ein organisches Lichtemissionselement zu entwickeln, das bei Bestrahlung mit UV-Licht über die Zeit stabil ist.

**[0132]** **Fig. 10A** und **Fig. 10B** sind optische Bilder, die den Zustand zeigen, in dem das grüne organische Lichtemissionselement, das gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel bzw. der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert ist, 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt worden ist.

**[0133]** Wie in **Fig. 10A** dargestellt zeigt sich bei dem zweiten Vergleichsbeispiel, dass ein Lichtemissionsabschnitt, der durch einen Kreis repräsentiert ist, sich von seinem Rand ausgehend allmählich verschlechtert. Auf der anderen Seite wurde wie in **Fig. 10B** gezeigt in der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung keine Verschlechterung des Lichtemissionsabschnitts beobachtet, nachdem er 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt worden war.

**[0134]** **Fig. 11** ist ein Graph, der die eine Änderung der Ansteuerspannung im Laufe der Zeit darstellt, wenn ein rotes organisches Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird. **Fig. 12** ist ein Graph, der die Änderung der Effizienz im Laufe der Zeit darstellt, wenn das rote organische Lichtemissionselement gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird.

Tabelle 3

Experimentelles Beispiel	Optische Eigenschaft (UV 0 Stunden)				Optische Eigenschaft (UV 100 Stunden)			
	Ansteuerspannung (V)	Effizienz (%)	CIEx	CIEy	Ansteuerspannung (V)	Effizienz (%)	CIEx	CIEy
Zweites Vergleichsbeispiel	8,0	100	0,691	0,306	13,5	125	0,691	0,306
Fünfte Ausführungsform	8,0	100	0,691	0,306	8,3	104	0,691	0,306

**[0135]** In dem zweiten Vergleichsbeispiel des obigen Experiments, wie es in **Fig. 3B** gezeigt ist, wurde die erste Schicht aus Mg und LiF ausgebildet und die zweite Schicht aus einer Ag:Mg-Legierung ausgebildet. In der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie sie in **Fig. 4E** gezeigt ist, wurde die erste Schicht aus einer Verbindung von LiF und Mg ausgebildet, die zweite Schicht aus einer Ag:Mg:Yb-Legierung gebildet und die Grenzflächenkompensationsschicht aus einer Verbindung aus LiF und Yb ausgebildet.

**[0136]** Der Grund, warum die Ergebnisse von Tabelle 3 und **Fig. 11** und **Fig. 12** sich von den Ergebnissen des oben beschriebenen grünen organischen Lichtemissionselements unterscheiden, besteht darin, dass in dem Anfangszustand eine relativ hohe Ansteuerspannung erforderlich ist, um rotes Licht zu emittieren, und steigt die Änderung der Ansteuerspannung in dem zweiten Vergleichsbeispiel, nachdem es UV-Licht ausgesetzt wurde.

**[0137]** In diesem Fall basieren die organischen Lichtemissionselemente gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel und der fünften Ausführungsform auf **Fig. 2**, nehmen dieselbe Konfiguration der unteren Elektrode und des organischen Stapels mit mehreren Stapeln und einer Ladungserzeugungsschicht an, unterscheiden sich jedoch nur in der oberen Elektrode **170** und der Grenzflächenkompensationsschicht **180**.

**[0138]** In dem zweiten Vergleichsbeispiel und in der fünften Ausführungsform betrug die Dicke der zweiten Schicht üblicherweise 140 Å und die Dicke der ersten Schicht und der Grenzflächenkompensationsschicht lag im Bereich von 10 Å bis 30 Å. In der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrug das Stoffmengenverhältnis von LiF:Mg in der ersten Schicht 1:2 und das Stoffmengenverhältnis von Ag:Mg:Yb in der zweiten Schicht 120:10:10.

**[0139]** In diesem Fall zeigen das zweite Vergleichsbeispiel und die fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Anfangszustand äquivalente Ansteuerspannungs- und Effizienzigenschaften sowie ähnliche CIE<sub>x</sub>- und CIE<sub>y</sub>-Werte. Nach 100-stündiger Bestrahlung mit UV-Licht war wie in Tabelle 3 und **Fig. 11** dargestellt in dem zweiten Vergleichsbeispiel die Ansteuerspannung um 5,5 V gestiegen und die Effizienz war über die des Anfangszustands hinaus gestiegen, wie es in **Fig. 12** dargestellt ist. Dies bedeutet, dass das entsprechende organische Lichtemissionselement nicht stabil blieb.

**[0140]** Im Gegensatz dazu betrug bei dem organischen Lichtemissionselement gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wie in **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellt die Änderung der Ansteuerspannung selbst nach 100-stündiger Bestrahlung mit UV-Licht ungefähr 0,3 V und die Effizienz blieb ähnlich wie in dem Anfangszustand (die Effizienz stieg um 4 %, aber es ist ersichtlich, dass diese Differenz bemerkenswert klein ist). Dies bedeutet, dass das entsprechende organische Lichtemissionselement stabil blieb.

**[0141]** Das heißt, wie in der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann dann, wenn die Grenzflächenkompensationsschicht bereitgestellt wird, die mindestens eine Halogenverbindung und ein Metall, das mit Halogenen und Nichtmetallen hochreaktiv ist, das organische Lichtemissionselement stabil bleiben.

**[0142]** **Fig. 13A** und **Fig. 13B** sind optische Bilder, die den Zustand veranschaulichen, in dem das gemäß dem zweiten Vergleichsbeispiel bzw. der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisierte rote organische Lichtemissionselement **100** Stunden lang UV-Licht ausgesetzt worden ist.

**[0143]** Wie es in **Fig. 13A** dargestellt ist, zeigt das zweite Vergleichsbeispiel, dass ein Lichtemissionsabschnitt, der durch einen Kreis repräsentiert ist, sich von seinem Rand ausgehend allmählich verschlechtert. Andererseits wurde wie in **Fig. 13B** dargestellt in der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung keine Verschlechterung des Lichtemissionsabschnitts beobachtet, nachdem er 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt worden war.

**[0144]** Unterdessen wurden die oben beschriebenen Experimente gemäß der dritten bis fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durchgeführt und es gilt zu verstehen, dass ein ähnlicher Stabilitätsgrad erhalten werden kann, solange die Grenzflächenkompensationsschicht sowohl das erste Material, das eine Halogenverbindung ist, als auch das zweite Material, das ein Metall ist, das mit Halogenen oder Nichtmetallen reaktiv ist, enthält oder die Grenzflächenkompensationsschicht ferner das dritte Material, das ein Metall ist, das die obere Elektrode bildet, zusätzlich zu dem ersten und zweiten Material enthält.

**[0145]** **Fig. 14** ist ein Graph, der die Änderung der Helligkeit bei Raumtemperatur darstellt, wenn ein blaues organisches Lichtemissionselement gemäß dem dritten Vergleichsbeispiel und der elften und zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisiert wird.

Tabelle 4

Experimentelles Beispiel	Erste Metallschicht	Zweite Metallschicht	Optische Eigenschaft				
			Ansteuerspannung (V)	Effizienz (%)	CIE x	CIE y	Room Temperature Lifespan (%)
Drittes Vergleichsbeispiel	Yb:LiF (1:1) (20Å)	Ag:Mg (110:10) (120Å)	7,5	95	0,139	0,061	100
Elfte Ausführungsform	LiF(10Å)	Ag:Yb (120:20) (140Å)	7,5	95	0,137	0,065	130
Zwölfte Ausführungsform	LiF(10Å)	Ag:Mg:Yb (120:10:10) (140Å)	7,5	95	0,137	0,064	116

**[0146]** Fig. 14 und Tabelle 4 zeigen die organischen Lichtemissionselemente gemäß dem dritten Vergleichsbeispiel und der elften und zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die in Fig. 6A und Fig. 6B dargestellt sind, und zeigen ein experimentelles Beispiel eines blauen Lichtemissionselements mit einer blauen Emissionsschicht. In Tabelle 4 werden die Raumtemperatur-Lebensdauer (%) gemäß dem dritten Vergleichsbeispiel und der elften und zwölften Ausführungsform bei einer Effizienz von 95 % mit der Anfangseffizienz verglichen.

**[0147]** In den Experimenten ist die Lebensdauer die Lebensdauer bei Raumtemperatur, wenn keine UV-Beleuchtung erfolgt. Wie in den experimentellen Beispielen dargestellt, kann, wenn ein Metall, das hochreaktiv ist, in der zweiten Schicht, die die oberste Schicht der oberen Elektrode ist, enthalten ist, anstatt es in der ersten Schicht bereitzustellen, das organische Lichtemissionselement eine erhöhte Lebensdauer bei Raumtemperatur erreichen kann.

**[0148]** Das dritte Vergleichsbeispiel und die elfte und zwölfte Ausführungsform weisen äquivalente Antriebsspannungs- und Effizienz-Eigenschaften sowie ähnliche CIE<sub>x</sub>- und CIE<sub>y</sub>-Werte auf.

**[0149]** Wenn die obere Elektrode mit einer geringen Dicke ausgebildet ist, kann dementsprechend, um die Kohäsion von Ag, das viel häufiger als andere Metalle in der oberen Elektrode ist, wirksamer zu verhindern, ein Metall mit hoher Reaktivität in der zweiten Schicht der oberen Elektrode bereitgestellt werden, anstatt in der ersten Schicht bereitgestellt zu werden.

**[0150]** Fig. 15A und Fig. 15B sind optische Bilder, die den Zustand veranschaulichen, in dem das gemäß dem dritten Vergleichsbeispiel und der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisierte blaue organische Lichtemissionselement 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt worden ist.

**[0151]** Wie durch Beobachten des Zustands ersichtlich ist, tritt, nachdem die organischen Lichtemissionselemente des dritten Vergleichsbeispiels und der elften Ausführungsform 100 Stunden lang UV-Licht ausgesetzt worden sind, eine Kohäsion von Ag in dem dritten Vergleichsbeispiel auf, wie es in Fig. 15A dargestellt ist, während bei der elften Ausführungsform keine Kohäsion auftritt.

**[0152]** Fig. 16 ist eine Querschnittsansicht, die eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0153]** Wie es in Fig. 16 gezeigt ist, umfasst die organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung der vorliegenden Erfindung ein Substrat 100 mit mehreren Unterpixeln, einen in jedem der Unterpixel bereitgestellten Dünnschichttransistor 105 und das oben beschriebene organische Lichtemissionselement, wie beispielsweise eine organische Leuchtdiode (OLED), die mit dem Dünnschichttransistor 105 verbunden ist.

**[0154]** In jedem Unterpixel ist der Dünnschichttransistor 105 mit der unteren Elektrode 110 des organischen Lichtemissionselements verbunden und die darüberliegende Konfiguration basiert auf Fig. 1 oder Fig. 2. Wie dargestellt können der Dünnschichttransistor 105 und die untere Elektrode 110 über ihre gesamten Oberflächen hinweg miteinander in Kontakt stehen. Alternativ können der Dünnschichttransistor 105 und die untere Elektrode 110

durch ein Kontaktloch miteinander verbunden sein, das in einem Abschnitt einer dazwischen angeordneten Isolierschicht ausgebildet ist.

[0155] In dem organischen Lichtemissionselement sind in jedem Unterpixel die untere Elektrode **110**, eine blaue Emissionsschicht **140b**, eine grüne Emissionsschicht **140g** und eine rote Emissionsschicht **140r** bereitgestellt. Andere Schichten, einschließlich einer Lochinjektionsschicht, einer Lochtransportschicht und einer Elektronentransportschicht, haben die Form einer gemeinsamen Schicht CML, die über den jeweiligen Unterpixeln bereitgestellt ist. Die obere Elektrode **170** und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** sind ferner auf einem organischen Stapel bereitgestellt, der die blaue Emissionsschicht **140b**, die grüne Emissionsschicht **140g**, die rote Emissionsschicht **140r** und die gemeinsame Schicht CML umfasst.

[0156] Zusätzlich können die blaue Emissionsschicht **140b**, die grüne Emissionsschicht **140g** und die rote Emissionsschicht **140r** basierend auf der Resonanz der Farbe des daraus emittierten Lichts unterschiedliche Dicken aufweisen.

[0157] Die gemeinsame Schicht, wie beispielsweise die Elektronentransportschicht, ist über der blauen Emissionsschicht **140b**, der grünen Emissionsschicht **140g** und der roten Emissionsschicht **140r** bereitgestellt und die obere Elektrode **170** und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** sind ferner darüber bereitgestellt.

[0158] Die Deckschicht **190** ist ferner auf der Grenzflächenkompensationsschicht **180** bereitgestellt, um das organische Lichtemissionselement zu schützen. Obwohl dies nicht dargestellt ist, kann auf der Deckschicht **190** ferner eine Dünnschicht-Einkapselungsstruktur bereitgestellt sein, in der abwechselnd eine organische Schicht und eine anorganische Schicht laminiert sind.

[0159] Hierbei können die obere Elektrode **170** und die Grenzflächenkompensationsschicht **180** durch diejenigen der oben beschriebenen ersten bis dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ersetzt werden. Mit dieser Konfiguration ist es möglich, die Dicke der oberen Elektrode zu reduzieren und sicherzustellen, dass ein in der Grenzflächenkompensationsschicht enthaltenes Metall eine Kohäsion von Ag verhindert, das in der oberen Elektrode mit einem hohen Stoffmengenanteil enthalten ist, um eine hohe Leitfähigkeit zu erreichen, wodurch die obere Elektrode stabil bleiben kann. Folglich kann die organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung stabil bleiben und eine erhöhte Zuverlässigkeit unabhängig davon, ob sie auf Raumtemperatur ist oder sich in einer extremen Umgebung wie unter einer UV-Belichtung befindet, erreichen.

[0160] Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, haben ein organisches Lichtemissionselement und eine organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die dieses Element verwendet, gemäß der vorliegenden Erfindung die folgenden Wirkungen.

[0161] Erstens ist es durch zusätzliches Bereitstellen einer Grenzflächenkompensationsschicht auf der Austrittsseite einer oberen Elektrode möglich, eine Änderung der Ansteuerspannung oder der Lichtausbeute zu verhindern, die verursacht wird, wenn die obere Elektrode bei Raumtemperatur UV-Licht ausgesetzt wird. Dadurch kann die UV-Zuverlässigkeit verbessert werden.

[0162] Zweitens dient die Grenzflächenkompensationsschicht dazu, eine Instabilität der Oberfläche der oberen Elektrode zu kompensieren, die verursacht werden kann, wenn die obere Elektrode aus einem transluzenten Metall wie AgMg ausgebildet wird und ihre Dicke reduziert wird. Zusätzlich kann die Grenzflächenkompensationsschicht die Kohäsion von Ag verhindern, wodurch die in der oberen Elektrode enthaltene Menge an Mg reduziert werden kann, und kann zu einer erhöhten Leitfähigkeit der oberen Elektrode führen. Darüber hinaus beträgt die Dicke der Grenzflächenkompensationsschicht  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{10}$  der Dicke der oberen Elektrode, was die Farbabweichung in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel im Vergleich zu einer Struktur mit einzelner oberer Elektrode verringern kann. Darüber hinaus ist die Grenzflächenkompensationsschicht, die mit der oberen Elektrode in Kontakt steht, aus einem Material ausgebildet, das keinen Einfluss auf die Lichtübertragung hat und die Grenzfläche der oberen Elektrode ohne optische Verluste kompensieren kann.

[0163] Obwohl die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung oben im Einzelnen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben worden sind, ist es für Fachleute offensichtlich, dass die vorliegende Erfindung, die oben beschrieben ist, nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist und verschiedene Ersetzungen, Abwandlungen und Änderungen innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung erdacht werden können.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- KR 1020170163769 [0001]

**Patentansprüche**

1. Organisches Lichtemissionselement, das Folgendes umfasst:  
eine untere Elektrode (110);  
mindestens eine organische Schicht (140) auf der unteren Elektrode (110);  
eine obere Elektrode (170), die auf der organischen Schicht (140) angeordnet ist und dazu ausgelegt ist, Licht aus der organischen Schicht (140) durchzulassen; und  
eine Grenzflächenkompensationsschicht (180), die auf der oberen Elektrode (170) bereitgestellt ist und ein erstes Material als Halogenverbindung und ein zweites Material als Metall, das mit Halogen oder anderen Nichtmetallen reaktiv ist, enthält.
2. Organisches Lichtemissionselement nach Anspruch 1, wobei das zweite Material Barium (Ba), Cer (Ce), Cäsium (Cs), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Kalium (K), Lithium (Li), Lutetium (Lu), Natrium (Na), Neodym (Nd), Rubidium (Rb), Scandium (Sc), Samarium (Sm), Strontium (Sr), Ytterbium (Yb) und/oder Yttrium (Y) ist.
3. Organisches Lichtemissionselement nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Grenzflächenkompensationsschicht (180) ferner ein drittes Material als Metall, das in der oberen Elektrode enthalten ist, umfasst und/oder die Grenzflächenkompensationsschicht (180) eine Dicke von 10 Å bis 30 Å aufweist.
4. Organisches Lichtemissionselement nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei die obere Elektrode (170) Ag:Mg enthält.
5. Organisches Lichtemissionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Material LiF umfasst und das zweite Material Yb umfasst und ein Stoffmengenanteil von Yb höher als der von LiF in der Grenzflächenkompensationsschicht ist, wobei das Stoffmengenverhältnis von Yb zu LiF in der Grenzflächenkompensationsschicht vorzugsweise größer als 1:1 und kleiner oder gleich 2:1 ist.
6. Organisches Lichtemissionselement nach Anspruch 5, das ferner Mg in einem Stoffmengenanteil, der kleiner oder gleich dem des zweiten Materials ist, in der Grenzflächenkompensationsschicht enthält, oder wobei das zweite Material aus Yb besteht.
7. Organisches Lichtemissionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Material der Grenzflächenkompensationsschicht (180) einen höchsten Stoffmengenanteil aufweist und das erste Material und das dritte Material den gleichen Stoffmengenanteil aufweisen.
8. Organisches Lichtemissionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die obere Elektrode (170) mindestens eine erste Schicht (171) und eine zweite Schicht (172) umfasst und wobei das erste Material der Grenzflächenkompensationsschicht (180) eine Verbindung aus Halogen und einem Metall, das in der ersten Schicht (171) enthalten ist, die mit der organischen Schicht (140) in Kontakt steht, ist.
9. Organisches Lichtemissionselement nach Anspruch 8, wobei das erste Material LiF ist.
10. Organisches Lichtemissionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die obere Elektrode (170) durch Laminiereiner oder mehrerer Metallschichten ausgebildet ist und wobei das zweite Material ferner in mindestens einer Metallschicht der oberen Elektrode (170) enthalten ist.
11. Organisches Lichtemissionselement nach Anspruch 8, 9 oder 10, wobei die erste Schicht (171) LiF enthält und die zweite Schicht (172) Ag:Mg enthält, vorzugsweise das erste Material LiF umfasst und das zweite Material Yb umfasst, und in der Grenzflächenkompensationsschicht (180) ein Stoffmengenanteil von Yb höher als der von LiF.
12. Element nach Anspruch 11, wobei das Stoffmengenverhältnis von Yb zu LiF in der Grenzflächenkompensationsschicht (180) größer als 1:1 und kleiner oder gleich 2:1 ist und/oder ferner Mg in einem Stoffmengenanteil, der kleiner oder gleich demjenigen des zweiten Materials ist, in der Grenzflächenkompensationsschicht (180) enthalten ist und/oder Ag in der zweiten Schicht (172) einen Stoffmengenanteil von dreimal bis zehnmal von demjenigen von Mg aufweist.
13. Organisches Lichtemissionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Summe der Dicken der oberen Elektrode (170) und der Grenzflächenkompensationsschicht (180) im Bereich von 100 Å bis 180 Å liegt und/oder die Grenzflächenkompensationsschicht (180) eine Dicke von 10 Å bis 30 Å aufweist.

14. Organisches Lichtemissionselement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Grenzflächenkompensationsschicht (180) direkt auf der oberen Elektrode (170) angeordnet ist.

15. Organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung, die Folgendes umfasst:  
ein Substrat (100), das mehrere Unterpixel umfasst;  
einen Dünnschichttransistor (105), der in jedem der Unterpixel bereitgestellt ist; und  
ein organisches Lichtemissionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das organische Lichtemissionselement mit dem Dünnschichttransistor verbunden ist, vorzugsweise ferner eine Deckschicht (190) auf der Grenzflächenkompensationsschicht (180) umfasst, wobei die Deckschicht (190) aus einer organischen Verbindung mit Transmissivität ausgebildet ist.

16. Organische Lichtemissions-Anzeigevorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Deckschicht (190) einen Brechungsindex im Bereich von 1,6 bis 2,1 aufweist.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

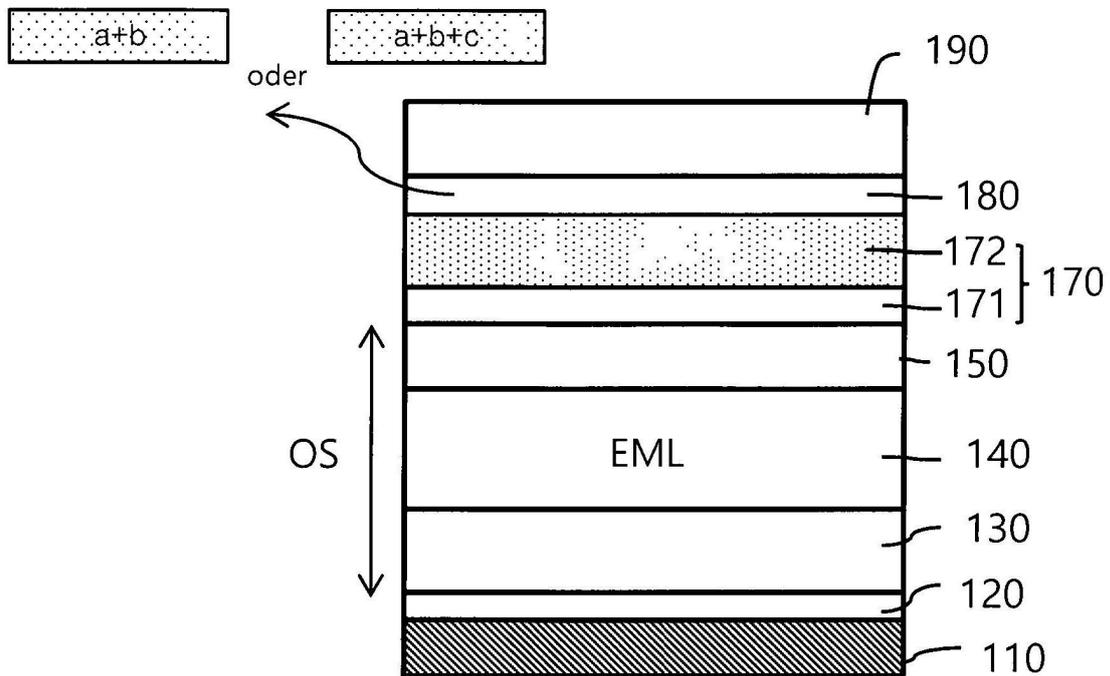


FIG. 2

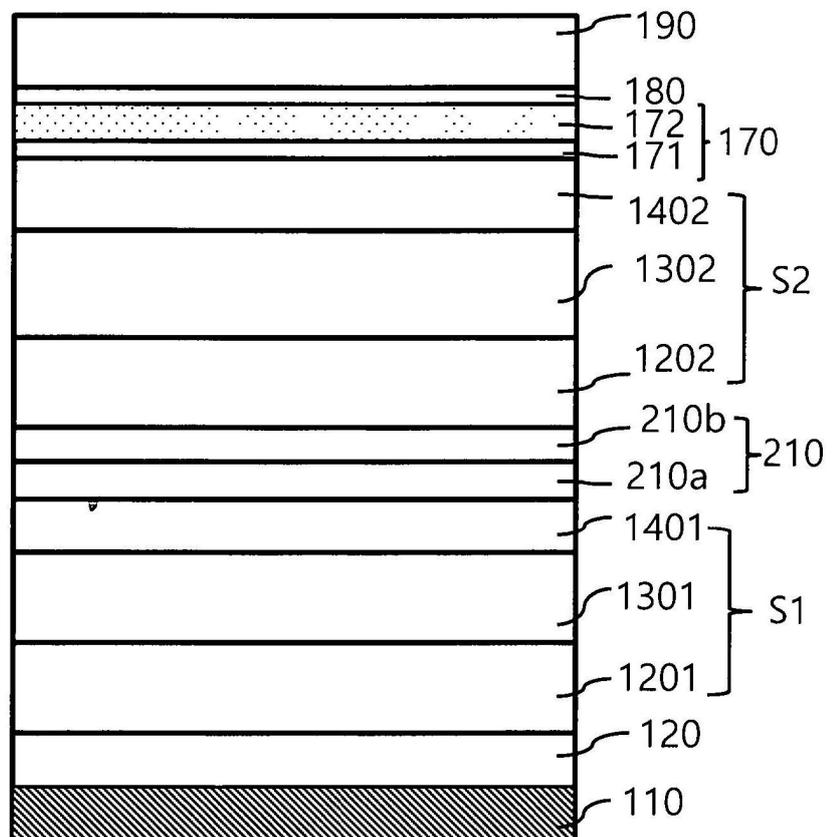


FIG. 3A

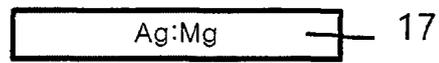


FIG. 3B

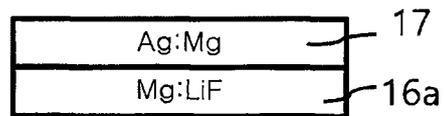


FIG. 3C

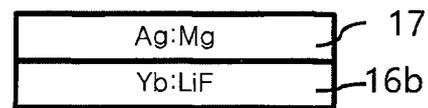


FIG. 4A

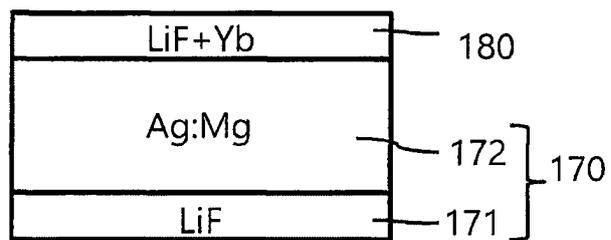


FIG. 4B

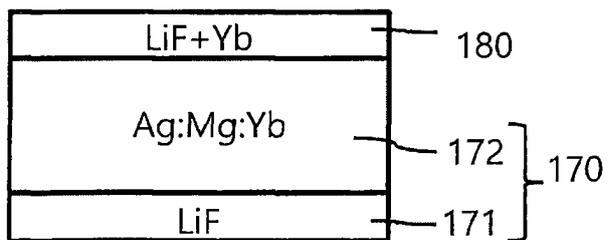


FIG. 4C

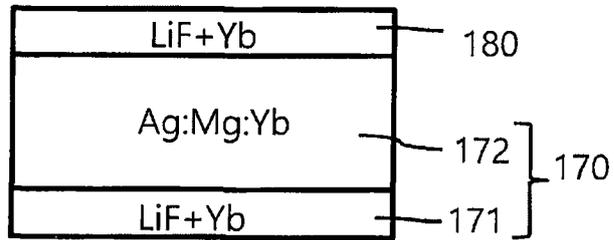


FIG. 4D

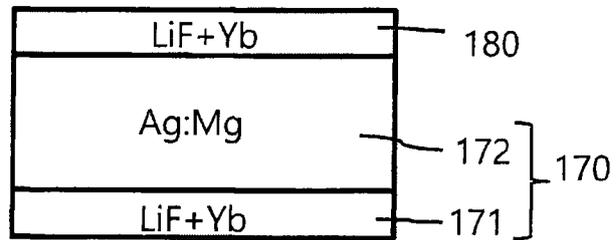


FIG. 4E

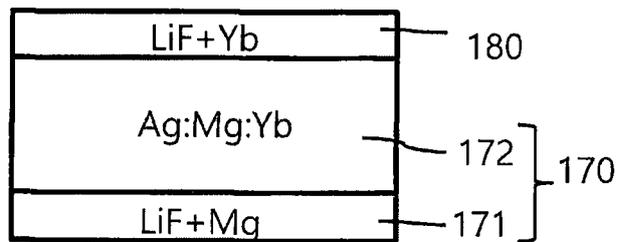


FIG. 5A

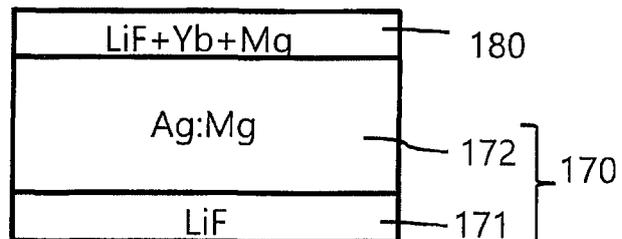


FIG. 5B

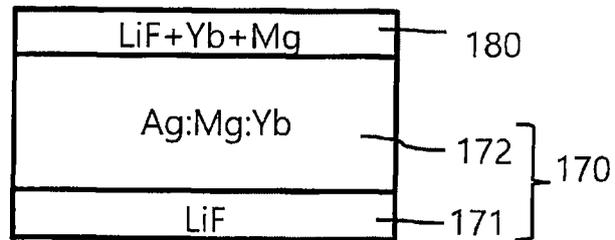


FIG. 5C

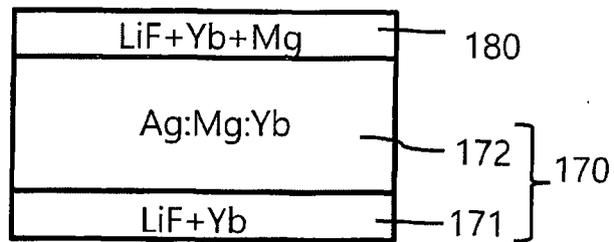


FIG. 5D

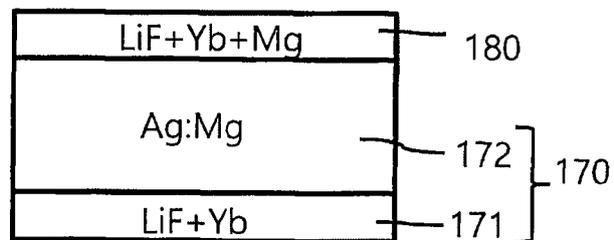


FIG. 5E

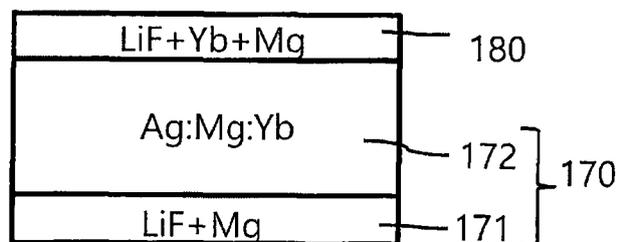


FIG. 6A

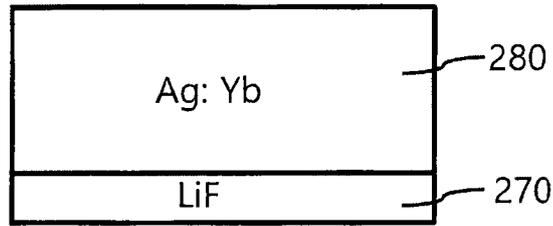


FIG. 6B

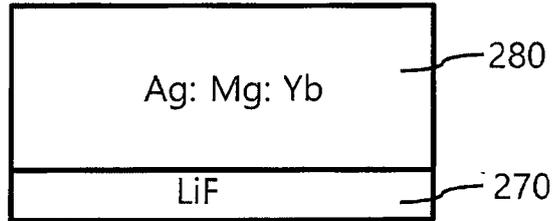


FIG. 6C

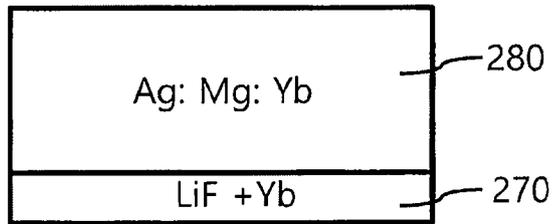


FIG. 7

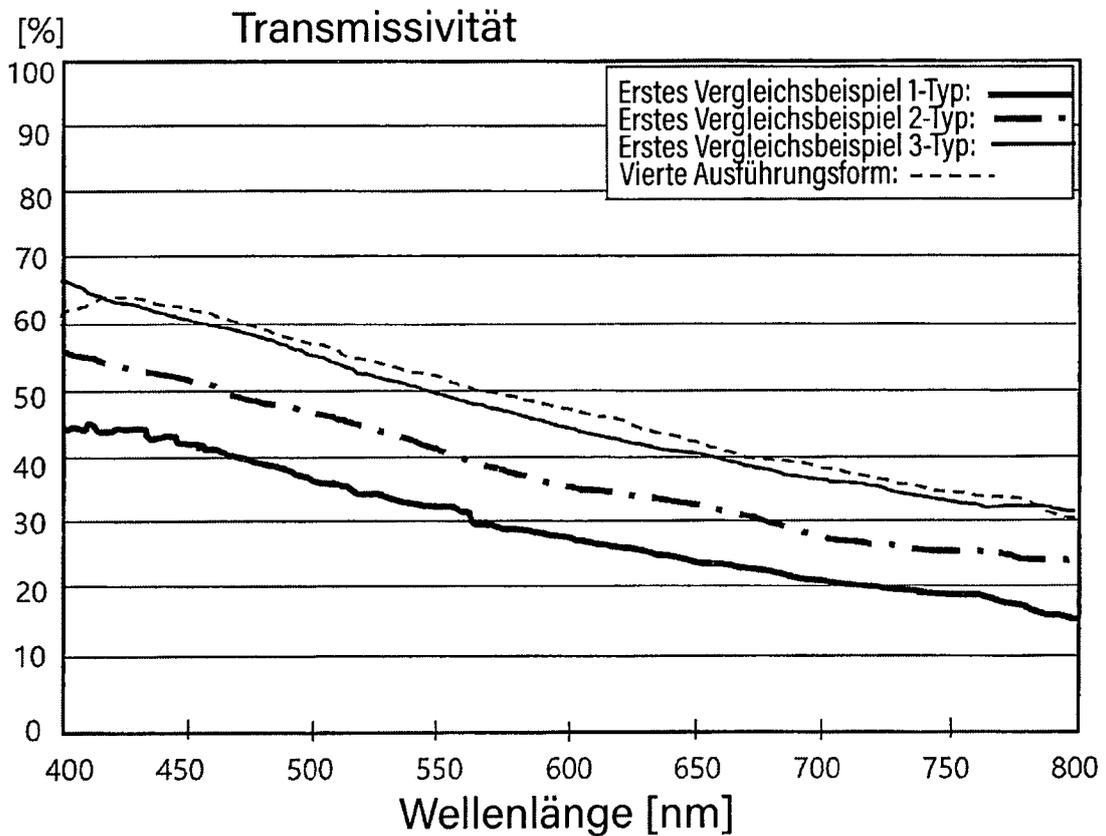


FIG. 8

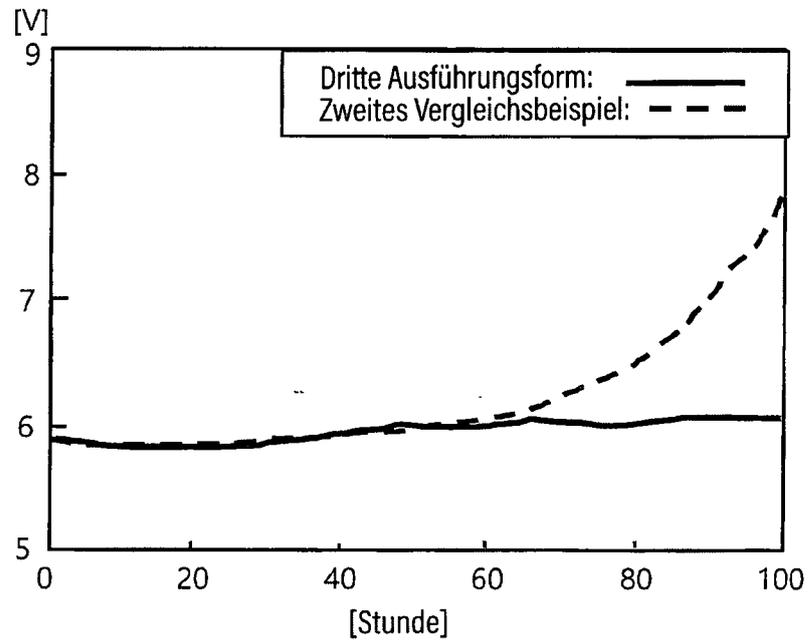


FIG. 9

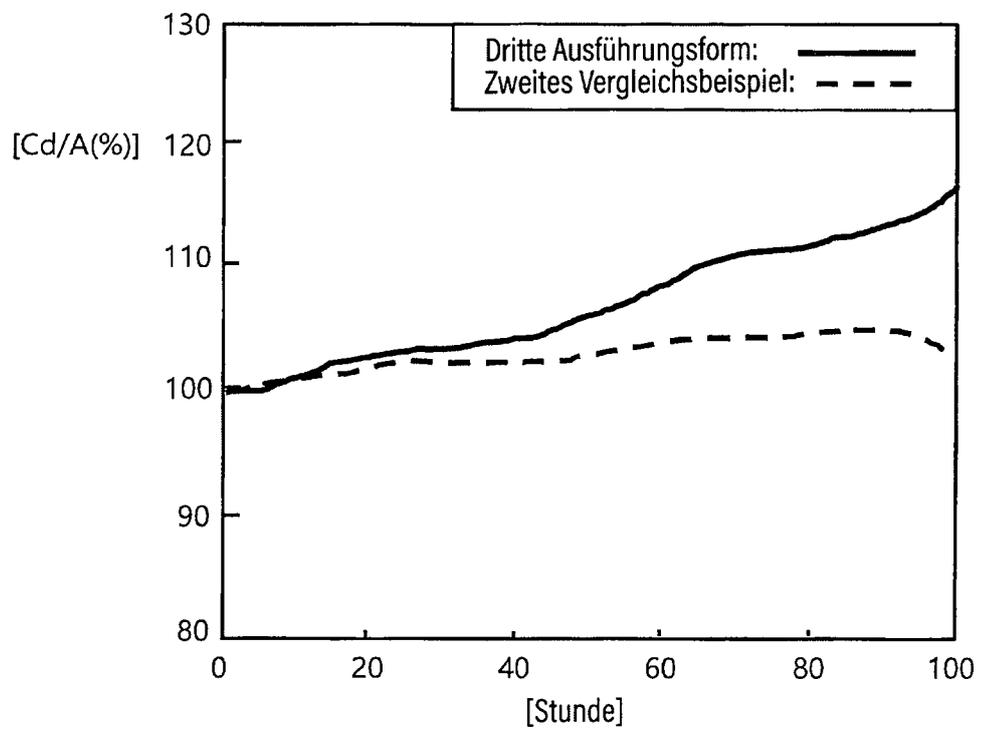


FIG. 10A

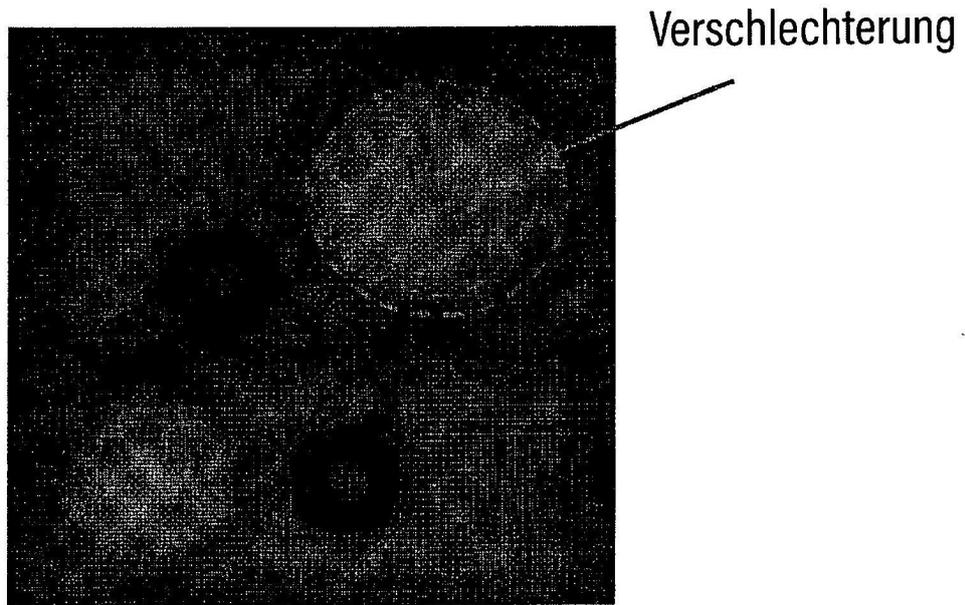


FIG. 10B

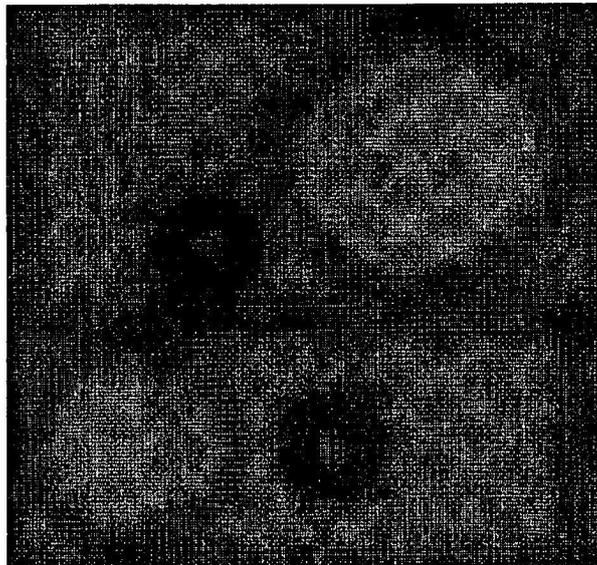


FIG. 11

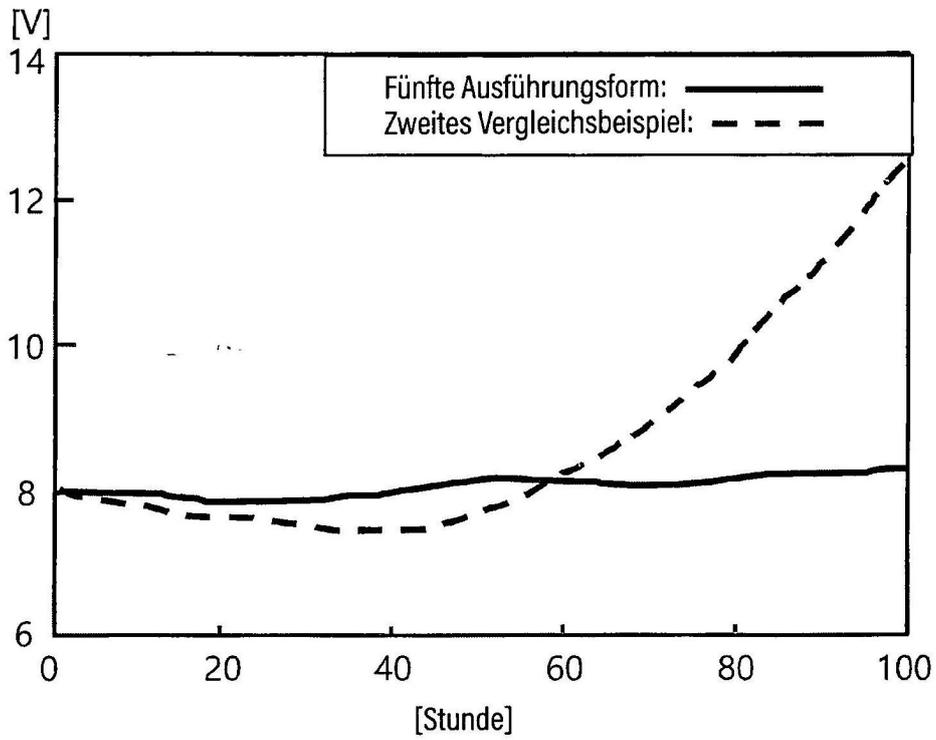


FIG. 12

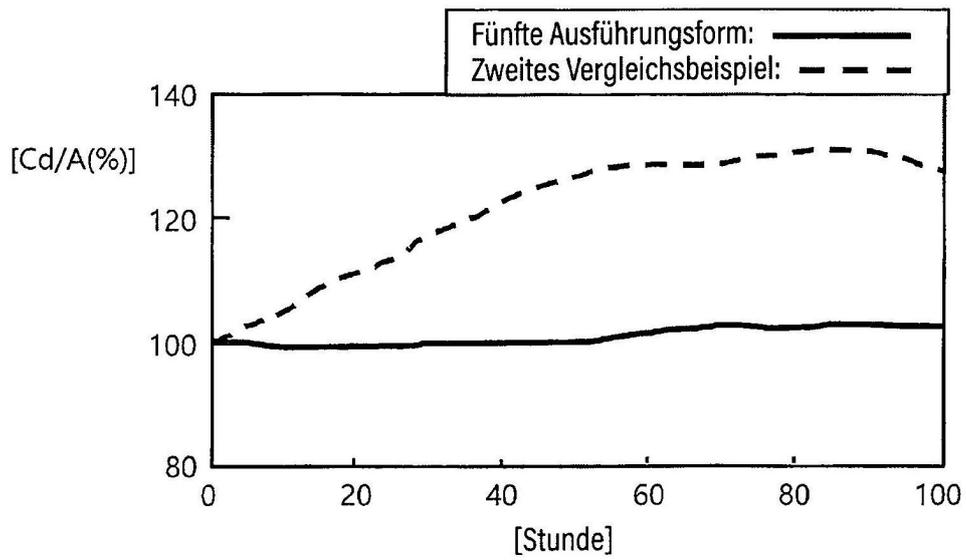


FIG. 13A

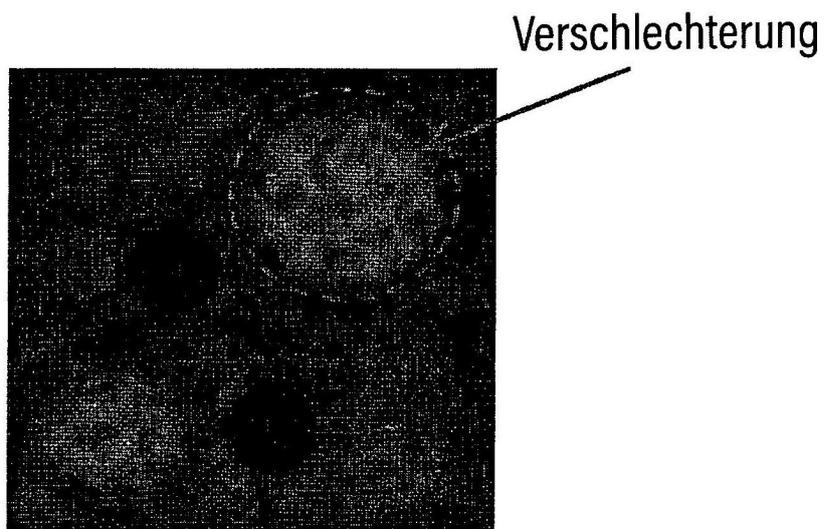


FIG. 13B

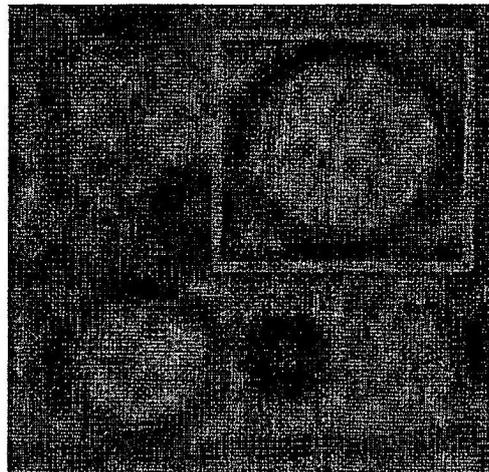


FIG. 14

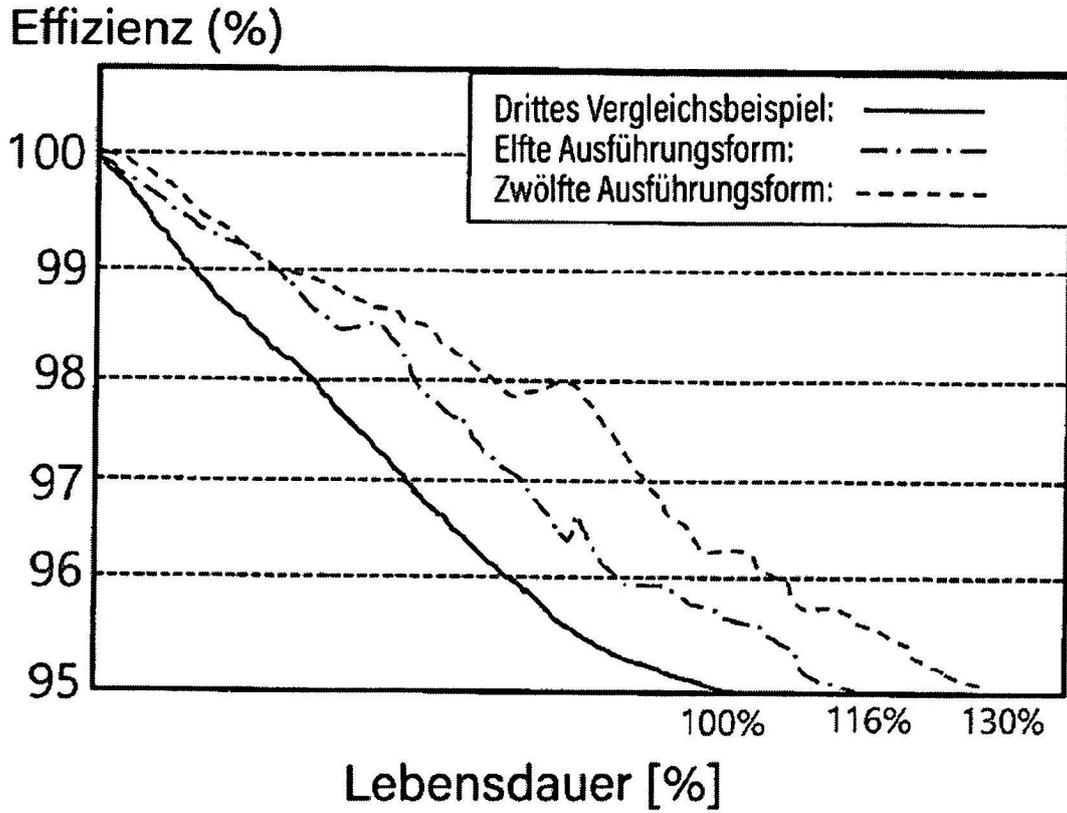


FIG. 15A



FIG. 15B



FIG. 16

