



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 005 486 T2** 2007.11.29

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 683 214 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 005 486.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2004/037599**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 810 721.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/048373**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.11.2004**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **26.05.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.07.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.03.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.11.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 51/30** (2006.01)  
**H01L 51/40** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**705321**                      **10.11.2003**                      **US**

**889883**                      **13.07.2004**                      **US**

(73) Patentinhaber:

**E.I. DuPont de Nemours and Co., Wilmington, Del.,  
US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**MACPHERSON, Charles Douglas, Santa Barbara,  
California 93111, US; QUI, Chengfeng, Goleta,  
California 93117, US; SRDANOV, Gordana, Santa  
Barbara, California 93111, US; STAINER, Matthew,  
Goleta, California 93117, US; YU, Gang, Santa  
Barbara, California 93111, US**

(54) Bezeichnung: **PROZESS ZUR BILDUNG ORGANISCHER SCHICHTEN MIT EINER REGION MIT EINEM GASTMA-  
TERIAL UND ELEKTRONISCHE ORGANISCHE BAUELEMENTE DAMIT**

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**

## TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft allgemein organische Materialien und organische elektronische Bauelemente und insbesondere organische Materialien mit Bereichen, die Gastmaterial(ien) enthalten, und Verfahren zur Bildung einer organischen Schicht und organischer elektronischer Bauelemente, die eine solche organische Schicht aufweisen, sowie Verfahren zur Verwendung derartiger Bauelemente.

## TECHNISCHER HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Organische elektronische Bauelemente haben in den letzten Jahren zunehmende Beachtung gefunden. Beispiele organischer elektronischer Bauelemente sind unter anderem organische Leuchtdioden ("OLED"). Die aktuelle Forschung bei der Herstellung vollfarbiger OLEDs ist auf die Entwicklung kosteneffektiver Verfahren mit hohem Durchsatz zur Erzeugung von Farbpixeln gerichtet. Für die Herstellung einfarbiger Bildschirme sind vielfach Schleuderbeschichtungsverfahren eingeführt worden. Die Herstellung vollfarbiger Bildschirme erfordert jedoch gewöhnlich gewisse Modifikationen an Verfahren, die bei der Herstellung einfarbiger Bildschirme benutzt werden. Zum Beispiel wird zur Herstellung eines Bildschirms mit vollfarbigen Bildern jedes Bildschirmpixel in drei Subpixel unterteilt, die je eine der drei Grundfarben emittieren: rot, grün und blau. Diese Unterteilung vollfarbiger Pixel in drei Subpixel hat zu der Notwendigkeit geführt, aktuelle Verfahren zur Abscheidung verschiedener organischer Polymermaterialien auf ein einziges Substrat bei der Herstellung von OLED-Bildschirmen zu modifizieren.

**[0003]** Ein derartiges Verfahren zur Abscheidung organischer Materialschichten auf einem Substrat ist der Tintenstrahldruck. Wie aus [Fig. 1](#) erkennbar, werden über einem Substrat **100** erste Elektroden **120** (z. B. Anoden) ausgebildet. Zum Formen von Pixeln und Subpixeln werden außerdem Ätzgrubenstrukturen **130** auf dem Substrat **100** ausgebildet, um die Tintentropfen auf bestimmte Stellen auf dem Substrat **100** zu begrenzen. Die Ätzgrubenstrukturen **130** sind 2–5 µm dick und bestehen aus einem elektrischen Isolator. Eine Ladungstransportschicht **140** (zum Beispiel eine Löchertransportschicht) und eine organische aktive Schicht **150** können gebildet werden, indem jede der Schichten **140** und **150** nacheinander durch Tintenstrahldruck über den ersten Elektroden **120** aufgebracht wird.

**[0004]** Mit der organischen aktiven Schicht **150** können ein oder mehrere Gastmaterialien vermischt werden oder nicht. Zum Beispiel kann die organische aktive Schicht **150** zwischen den Ätzgrubenstrukturen **130**, die der linken Seite von [Fig. 1](#) am nächsten liegen, ein rotes Gastmaterial enthalten, die organische aktive Schicht **150** zwischen den Ätzgrubenstrukturen **130** nahe der Mitte von [Fig. 1](#) kann ein grünes Gastmaterial enthalten, und die organische aktive Schicht **150** zwischen den Ätzgrubenstrukturen **130**, die der rechten Seite von [Fig. 1](#) am nächsten liegen, kann ein blaues Gastmaterial enthalten. Die Ätzgrubenstrukturen **130** führen zur Verkleinerung des Öffnungsverhältnisses eines Bildschirms, und daher wird ein höherer Strom benötigt, um aus der Sicht des Benutzers des Bildschirms eine ausreichende Emissionsintensität zu erzielen.

**[0005]** In einem alternativen Verfahren können die Ladungstransportschicht **140** und die organische aktive Schicht **150** mit oder ohne Ätzgrubenstruktur gebildet werden. Tinten mit unterschiedlichen Gastmaterialien können auf Bereiche der organischen aktiven Schicht **150** aufgebracht werden. Die Tinten können ein konjugiertes Polymer enthalten. Nach dem Aufbringen der Tinte auf die organische aktive Schicht **150** wird ein Diffusionsschritt durchgeführt, um Gastmaterial aus dem darüberliegenden Polymer in die organische aktive Schicht **150** zu treiben. Über der organischen aktiven Schicht **150** und der Tinte wird eine zweite Elektrode (nicht dargestellt) ausgebildet.

**[0006]** Bei der Anwendung dieses Verfahrens für organische elektronische Komponenten, die durch solche Prozesse geformt werden, treten viele Probleme auf. Erstens diffundiert der größte Teil des Gastmaterials nicht in die organische aktive Schicht **150**. Typischerweise diffundieren höchstens 25% des Gastmaterials aus der Tinte in die organische aktive Schicht **150**. Daher liegt der größte Teil des Gastmaterials außerhalb der organischen aktiven Schicht **150**.

**[0007]** Zweitens weisen die unter Verwendung dieses Tintendiffusionsprozesses geformten organischen elektronischen Bauelemente einen schlechten Wirkungsgrad auf. Als Vergleichsbasis können das gleiche Wirtsmaterial (wie die organische aktive Schicht **150**) und Gastmaterial vermischt werden, bevor die organische aktive Schicht über dem Substrat ausgebildet wird. Die Kombination aus dem Wirtsmaterial und dem Gastmaterial kann durch Schleuderbeschichtung aufgebracht und anschließend zu einer organischen elektro-

nischen Komponente verarbeitet werden. Die aufgeschleuderte organische elektronische Komponente wird als entsprechende herkömmliche organische elektronische Komponente bezeichnet, da die organische aktive Schicht das gleiche Wirtsmaterial und Gastmaterial wie die diffundierte Komponente aufweist. Durch das Tintendiffusionsverfahren gebildete organische elektronische Komponenten weisen niedrigere Wirkungsgrade als ihre entsprechenden herkömmlichen organischen elektronischen Komponenten auf. Wegen des niedrigeren Wirkungsgrads haben die unter Anwendung des Tintendiffusionsverfahrens gebildeten organischen elektronischen Komponenten zu niedrige Intensitäten, um für kommerziell vertriebene Bildschirme verwendet zu werden.

**[0008]** Drittens verursacht der Diffusionsprozeß eine sehr ungleichmäßige Verteilung der Gastmaterialkonzentration, die zu einem hohen Konzentrationsgradienten (Konzentrationsänderung, dividiert durch den Abstand) zwischen Elektroden mit einem organischen elektronischen Bauelement führt. Die Gastmaterialkonzentration innerhalb der organischen aktiven Schicht **150** nahe der zweiten Elektrode ist typischerweise um mindestens zwei und gewöhnlich um mehrere Größenordnungen höher als die Gastmaterialkonzentration innerhalb der organischen aktiven Schicht **150** in der Nähe der ersten Elektroden **120**. Der hohe Gastmaterialkonzentrationsgradient macht die Verwendung des Bildschirms nahezu unmöglich, besonders über längere Zeit. Mit einer Änderung der Potentialdifferenz zwischen den ersten und zweiten Elektroden verändert sich auch der Ort für die Rekombination von Elektronen und Löchern innerhalb der organischen aktiven Schicht **150** und nähert sich den ersten Elektroden **120** oder entfernt sich von ihnen (in Abhängigkeit von der relativen Änderung der Potentialdifferenz). Wenn die Rekombination näher an der zweiten Elektrode erfolgt, ist am Rekombinationsort mehr Gastmaterial anwesend. Wenn die Rekombination näher an der ersten Elektrode **120** erfolgt, ist weniger Gastmaterial am Rekombinationsort anwesend.

**[0009]** Der Gastmaterialkonzentrationsgradient in der organischen aktiven Schicht **150** führt bei einer Änderung der Potentialdifferenz zwischen den ersten und zweiten Elektroden zur Emission eines unterschiedlichen Spektrums von der organischen elektronischen Komponente. Zu beachten ist, daß höhere Intensität typischerweise durch eine Erhöhung des Stroms erzielt wird, die ihrerseits durch Erhöhen der Potentialdifferenz zwischen den ersten und zweiten Elektroden auftritt. Daher ist die Intensitätssteuerung einer einzelnen Farbe (d. h. die Steuerung der "Grauskala") schwierig, da sich das Emissionsspektrum bei einer Intensitätsänderung verschiebt; beides wird durch eine Änderung der Potentialdifferenz zwischen den ersten und zweiten Elektroden verursacht.

**[0010]** Mit der Alterung eines Bauelements nimmt die für die gleiche Intensität benötigte Stromstärke zu. Wenn das Wirtsmaterial blaues Licht emittieren kann, dann kann, wenn im zeitlichen Verlauf die Intensität abfällt und der Strom erhöht wird (um zu versuchen, die Intensität zeitlich relativ konstant zu halten), die Emission von rot und grün dotierten Pixeln sich bezüglich ihrer anfänglichen charakteristischen Emission mehr nach blau verschieben.

**[0011]** Viertens ist die Anwendung des Tintendiffusionsverfahrens in der Fertigung wegen der Empfindlichkeit gegenüber der Dicke der organischen aktiven Schicht **150** nahezu unmöglich. Relativ kleine Dickenänderungen können eine große Auswirkung auf das Gastmaterialkonzentrationsprofil innerhalb der organischen aktiven Schicht **150** haben. Für Bildschirme wird ein Benutzer eine Veränderung von einem zum anderen Bildschirm oder sogar innerhalb der Matrix eines einzigen Bildschirms beobachten, die auf die Dickenänderung der organischen aktiven Schicht **150** während des Fertigungsprozesses zurückzuführen ist.

**[0012]** Ein anderes herkömmliches Verfahren nutzt einen Dampf- oder Festphasendiffusionsprozeß. Beide Prozesse leiden an ähnlichen Problemen wie den weiter oben beschriebenen. Wenn die Diffusion lange genug dauert, um die Konzentration eines Gastmaterials in der gesamten Dicke der Schicht gleichmäßiger zu verteilen (d. h. den Konzentrationsgradienten zwischen den Elektroden zu verringern), ist die seitliche Diffusion zu stark und kann zu niedriger Auflösung führen, da die Pixel zu groß sein müssen. Alternativ kann, wenn die seitliche Diffusion auf einem für hohe Auflösung akzeptierbaren Niveau gehalten werden kann, der Dotierungskonzentrationsgradient in der gesamten Dicke der organischen Schicht unannehmbar hoch sein. In einigen Fällen können beide Probleme auftreten (d. h. unannehmbar große seitliche Diffusion und dabei ein zu hoher Konzentrationsgradient zwischen den Elektroden des organischen elektronischen Bauelements). Einschlägige Dokumente zum Stand der Technik, die organische Leuchtdioden (OLEDs) und Verfahren zu ihrer Herstellung offenbaren, sind unter anderem C. Mueller et al., Nature, Bd. 421, 829–833, C. MacPherson et al., SID03 Digest, Bd. XXXIV, 1191–1193, WO-A-00/12226 oder DE-A-19918193.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Bereitgestellt wird ein Verfahren zur Bildung organischer Schichten, das aufweist: Bildung einer ersten organischen Schicht, die mindestens ein organisches Material aufweist, über einem Substrat, und Einlagern mindestens eines Gastmaterials in die erste organische Schicht durch Aufbringen einer ersten flüssigen Zusammensetzung über einem ersten Abschnitt der ersten organischen Schicht. Die erste flüssige Zusammensetzung weist mindestens ein erstes Gastmaterial und ein erstes flüssiges Medium auf. Die erste flüssige Zusammensetzung kommt in Kontakt mit der ersten organischen Schicht; und eine wesentliche Menge des ersten Gastmaterials wandert in die erste organische Schicht. Das Verfahren weist ferner das Aufdampfen einer zweiten organischen Schicht zumindest über einem Teil der ersten organischen Schicht auf. Die zweite organische Schicht enthält mindestens ein organisches Material, das blaues Licht emittieren kann.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform weist ein organisches elektronisches Bauelement ein Substrat und eine das Substrat überlagernde erste zusammenhängende organische Schicht auf. Die erste zusammenhängende organische Schicht weist einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt auf. Das organische elektronische Bauelement enthält außerdem ein erstes Gastmaterial. Eine wesentliche Menge des ersten Gastmaterials liegt innerhalb der ersten zusammenhängenden organischen Schicht. Zumindest ein Teil des ersten Gastmaterials liegt innerhalb des ersten Abschnitts, und der zweite Abschnitt ist weitgehend frei von dem ersten Gastmaterial. Das organische elektronische Bauelement weist ferner eine zweite zusammenhängende organische Schicht auf, die das Substrat überlagert. Die zweite zusammenhängende organische Schicht weist einen dritten Abschnitt und einen vierten Abschnitt auf. Das organische elektronische Bauelement enthält ferner ein zweites Gastmaterial. Eine wesentliche Menge des zweiten Gastmaterials liegt innerhalb der zweiten zusammenhängenden organischen Schicht. Zumindest ein Teil des zweiten Gastmaterials liegt innerhalb des dritten Abschnitts, und der vierte Abschnitt ist weitgehend frei von dem zweiten Gastmaterial.

**[0015]** Die vorstehende allgemeine Beschreibung und die folgende ausführliche Beschreibung sind nur exemplarisch und erläuternd und schränken die Erfindung nicht ein, wie in den beigefügten Patentansprüchen definiert.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0016]** Die Erfindung wird in den beigefügten Zeichnungen an Beispielen und ohne Einschränkung der Erfindung erläutert.

**[0017]** [Fig. 1](#) enthält eine Schnittdarstellung eines Substratabschnitts, erster Elektroden, von Ätzgrubenstrukturen, einer Ladungstransportschicht und einer organischen aktiven Schicht, die zwischen den Ätzgrubenstrukturen liegen. (Stand der Technik)

**[0018]** [Fig. 2](#) enthält eine Schnittdarstellung eines Substratabschnitts mit ersten Elektroden und Abschnitten einer organischen Schicht.

**[0019]** [Fig. 3](#) enthält eine Darstellung des Substrats von [Fig. 2](#) bei der Zugabe von Gastmaterialien zu der organischen Schicht.

**[0020]** [Fig. 4](#) enthält eine Darstellung des Substrats von [Fig. 3](#) nach der Wanderung der Gastmaterialien in die organische Schicht.

**[0021]** [Fig. 5](#) enthält eine Darstellung des Substrats von [Fig. 4](#) nach Ausbildung eines im wesentlichen fertigen organischen Bauelements.

**[0022]** [Fig. 6](#) enthält eine Darstellung des Substrats von [Fig. 2](#) nach der Wanderung von drei verschiedenen Gastmaterialien in die organische Schicht.

**[0023]** Die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) enthalten Darstellungen des Substrats von [Fig. 2](#) unter Verwendung von Ätzgrubenstrukturen, wobei die flüssigen Zusammensetzungen über dem Substrat aufgebracht werden, bevor die organische Schicht ausgebildet wird.

**[0024]** [Fig. 9](#) enthält eine Schnittdarstellung eines Substratabschnitts, einer Filterschicht mit Gastmaterialien, erster Elektroden und einer organischen Schicht.

[0025] Die [Fig. 10–Fig. 12](#) enthalten Diagramme von Farbkoordinaten für unterschiedliche Lichtintensitäten.

[0026] [Fig. 13](#) zeigt die Punkte aus den [Fig. 10–Fig. 12](#) auf einer CIE 1931-Farbtafel.

[0027] Fachleute werden erkennen, daß Elemente in den Figuren unter Berücksichtigung von Einfachheit und Deutlichkeit und nicht unbedingt maßstäblich dargestellt sind. Zum Beispiel können die Abmessungen einiger Elemente in den Figuren gegenüber anderen Elementen übertrieben sein, um zum besseren Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung beizutragen.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0028] Die vorliegende Erfindung bietet ein Verfahren zum Einbau mindestens eines Gastmaterials in eine organische Schicht. Das Verfahren beinhaltet das Aufbringen einer flüssigen Zusammensetzung über einem Abschnitt der organischen Schicht. Die flüssige Zusammensetzung enthält mindestens ein Gastmaterial und ein flüssiges Medium. Die flüssige Zusammensetzung kommt in Kontakt mit der organischen Schicht, und eine erhebliche Menge des Gastmaterials wandert in die organische Schicht. In einer anderen Ausführungsform kann der Prozeß umgekehrt werden (die organische Schicht kann über dem (den) Gastmaterial(ien) ausgebildet werden). Unter Anwendung derartiger Verfahren können organische elektronische Bauelemente ausgebildet werden.

[0029] Nach einem anderen Aspekt enthält das organische elektronische Bauelement eine zusammenhängende organische Schicht, die einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt eines Substrats überlagert. Ein erstes Gastmaterial liegt im wesentlichen vollständig innerhalb der zusammenhängenden organischen Schicht. Zumindest ein Teil des ersten Gastmaterials liegt innerhalb des ersten Abschnitts, und innerhalb des zweiten Abschnitts der zusammenhängenden organischen Schicht befindet sich im wesentlichen kein erstes Gastmaterial. Eine organische elektronische Komponente innerhalb des organischen elektronischen Bauelements weist eine erste Elektrode, eine zweite Elektrode und den ersten Abschnitt der zusammenhängenden organischen Schicht, aber nicht den zweiten Abschnitt der zusammenhängenden organischen Schicht auf. Ein Verfahren zur Anwendung eines derartigen organischen elektronischen Bauelements beinhaltet das Vorspannen der ersten und zweiten Elektroden der organischen elektronischen Komponente auf eine erste Potentialdifferenz. Die organische elektronische Komponente emittiert Strahlung bei einem ersten Emissionsmaximum oder spricht auf Strahlung bei einer ersten Wellenlänge an. Das Verfahren beinhaltet ferner die Vorspannung der ersten und zweiten Elektroden der organischen elektronischen Komponente auf eine zweite Potentialdifferenz, die sich wesentlich von der ersten Potentialdifferenz unterscheidet. Die erste elektronische Komponente emittiert Strahlung im wesentlichen bei dem ersten Emissionsmaximum oder spricht auf Strahlung im wesentlichen bei der ersten Wellenlänge an.

[0030] Nach einem weiteren Aspekt beinhaltet ein Verfahren zur Ausbildung organischer Schichten die Ausbildung einer ersten organischen Schicht, die mindestens ein organisches Material über einem Substrat enthält, und den Einbau mindestens eines Gastmaterials in die erste organische Schicht, indem eine erste flüssige Zusammensetzung über einem ersten Abschnitt der ersten organischen Schicht aufgebracht wird. Die erste flüssige Zusammensetzung enthält mindestens ein erstes Gastmaterial und ein erstes flüssiges Medium. Die erste flüssige Zusammensetzung kommt in Kontakt mit der ersten organischen Schicht, und eine wesentliche Menge des ersten Gastmaterials wandert in die erste organische Schicht. Das Verfahren beinhaltet ferner das Aufdampfen einer zweiten organischen Schicht zumindest über einem Teil der ersten organischen Schicht. Die zweite organische Schicht enthält mindestens ein organisches Material, das imstande ist, blaues Licht zu emittieren.

[0031] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden ausführlichen Beschreibung und aus den Patentansprüchen ersichtlich. Die ausführliche Beschreibung behandelt zunächst 'Definitionen und Begriffsklärung' und anschließend 'Flüssige Zusammensetzungen', 'Fertigung vor dem Einbringen einer oder mehrerer flüssiger Zusammensetzungen', 'Einbringen einer oder mehrerer flüssiger Zusammensetzungen', 'Restliche Fertigung', 'Alternative Ausführungsformen', 'Elektronischer Betrieb des organischen elektronischen Bauelements', 'Vorteile' und schließlich 'Beispiele'.

## 1. DEFINITIONEN UND BEGRIFFSKLÄRUNG

[0032] Vor der Behandlung von Details der weiter unten beschriebenen Ausführungsformen werden einige Begriffe definiert oder geklärt. Der Begriff "aktiv", wie er hier gebraucht wird, soll bei Bezugnahme auf eine Schicht oder auf Material eine Schicht oder Material bedeuten, die bzw. das elektronische Eigenschaften, Elek-

trostrahlungseigenschaften oder eine Kombination davon aufweist. Ein aktives Schichtmaterial kann Strahlung emittieren oder eine Konzentrationsänderung von Elektron-Loch-Paaren aufweisen, wenn es auf Strahlung anspricht.

**[0033]** Die Begriffe "Matrix", "periphere Schaltungen" und "entfernte Schaltungen" sollen unterschiedliche Bereiche oder Komponenten des organischen elektronischen Bauelements bedeuten. Zum Beispiel kann eine Matrix eine Anzahl von Pixeln, Zellen oder anderen Strukturen innerhalb einer geordneten Anordnung enthalten (die gewöhnlich durch Spalten und Zeilen gekennzeichnet ist). Die Pixel, Zellen oder anderen Strukturen innerhalb der Matrix können lokal durch periphere Schaltungen gesteuert werden, die innerhalb des gleichen organischen elektronischen Bauelements wie die Matrix liegen können, aber außerhalb der Matrix selbst. Entfernte Schaltungen liegen typischerweise von den peripheren Schaltungen entfernt und können Signale zur Matrix senden oder Signale von der Matrix empfangen (typischerweise über die peripheren Schaltungen). Die entfernten Schaltungen können auch Funktionen ausführen, die nicht mit der Matrix zusammenhängen. Die entfernten Schaltungen können oder können sich nicht auf dem Substrat befinden, das die Matrix aufweist.

**[0034]** Der Begriff "zusammenhängend" soll bei Bezugnahme auf eine Schicht eine Schicht bedeuten, die ein gesamtes Substrat oder einen Abschnitt eines Substrats (z. B. die Matrix) ohne irgendwelche Unterbrechungen in der Schicht bedeckt. Zu beachten ist, daß eine zusammenhängende Schicht einen Abschnitt aufweisen kann, der örtlich dünner als ein anderer Abschnitt und dennoch zusammenhängend ist, wenn sich in der Schicht keine Unterbrechung oder Lücke befindet.

**[0035]** Der Begriff "Emissionsmaximum" soll die höchste Intensität emittierter Strahlung bedeuten. Das Emissionsmaximum weist eine entsprechende Wellenlänge oder ein Spektrum von Wellenlängen auf (z. B. rotes Licht, grünes Licht oder blaues Licht).

**[0036]** Der Begriff "Filter" soll bei Bezugnahme auf ein Schichtmaterial eine Schicht oder ein Material bedeuten, die bzw. das von einer strahlungsemittierenden oder strahlungserfassenden Schicht getrennt ist, wobei das Filter zur Begrenzung der Wellenlänge(n) der Strahlung dient, die durch eine solche Schicht oder solches Material hindurchgeht. Zum Beispiel kann eine rote Filterschicht im wesentlichen nur rotes Licht aus dem Spektrum des sichtbaren Lichts durch die rote Filterschicht durchlassen. Daher filtert die rote Filterschicht grünes und blaues Licht aus.

**[0037]** Der Begriff "Gastmaterial" soll ein Material innerhalb einer ein Wirtsmaterial enthaltenden Schicht bedeuten, das die elektronische(n) Eigenschaft(en) oder die angestrebte Wellenlänge der Strahlungsemission, des Strahlungsempfangs oder der Filterung der Schicht im Vergleich zu der (den) elektronischen Eigenschaft(en) oder der Wellenlänge der Strahlungsemission, des Strahlungsempfangs oder der Filtration der Schicht in Abwesenheit eines solchen Materials verändert.

**[0038]** Der Begriff "Wirtsmaterial" soll ein Material bedeuten, gewöhnlich in Form einer Schicht, dem ein Gastmaterial zugesetzt wird. Das Wirtsmaterial kann eine oder mehrere elektronische Eigenschaften oder die Fähigkeit zur Emission, zum Empfang oder zur Filterung von Strahlung aufweisen.

**[0039]** Der Begriff "maximale Betriebspotentialdifferenz" soll die größte Potentialdifferenz zwischen Elektroden einer strahlungsemittierenden Komponente während des normalen Betriebs einer solchen strahlungsemittierenden Komponente bedeuten.

**[0040]** Der Begriff "wandern" und seine Varianten sind allgemein als Bewegung in eine oder innerhalb einer Schicht oder eines Materials ohne Anwendung eines äußeren elektrischen Feldes aufzufassen und erfassen die Auflösung, Diffusion, das Emulgieren oder Suspendieren (für eine Suspension). Wanderung erfaßt nicht die Ionenimplantation.

**[0041]** Der Begriff "organisches elektronisches Bauelement" soll ein Bauelement bedeuten, das eine oder mehrere organische aktive Schichten oder Materialien aufweist. Organische elektronische Bauelemente sind unter anderem: (1) Bauelemente, die elektrische Energie in Strahlung umwandeln (z. B. eine Leuchtdiode, eine Leuchtdiodenanzeige, eine Flachbildschirmbeleuchtung oder ein Diodenlaser), (2) Bauelemente, die Signale erzeugen, die zumindest teilweise auf der Reaktion auf Umgebungsbedingungen basieren und Elektronik enthalten oder nicht enthalten können, die zur Erfassung oder zur Durchführung anderer logischer Operationen verwendet wird (beispielsweise Photodetektoren (z. B. Photozellen, Photowiderstände, photoelektrische Relais, Phototransistoren, Vakuum-Photozellen), IR-Detektoren, Biosensoren), (3) Bauelemente, die Strahlung in elektrische Energie umwandeln (z. B. ein Photoelement oder eine Solarzelle) und (4) Bauelemente, die eine

oder mehrere elektronische Komponenten aufweisen, die eine oder mehrere organische aktive Schichten enthalten (z. B. ein Transistor oder eine Diode).

**[0042]** Der Begriff "Präzisionsauftragverfahren" soll ein Auftrag- bzw. Abscheideverfahren bezeichnen, das imstande ist, ein oder mehrere Materialien über einem Substrat in einer Dimension, gesehen in Draufsicht auf das Substrat, von nicht mehr als etwa einem Millimeter aufzubringen. Während einer solchen Abscheidung können eine Schablonenmaske, ein Rahmen, eine Ätzgrubenstruktur, eine strukturierte Schicht oder andere Struktur(en) vorhanden sein.

**[0043]** Der Begriff "Primäroberfläche" bezieht sich auf eine Oberfläche eines Substrats, aus dem elektronische Komponenten gefertigt werden.

**[0044]** Der Begriff "Raumtemperatur" soll eine Temperatur in einem Bereich von etwa 20–25°C bedeuten.

**[0045]** Der Begriff "wesentliche Menge" soll mindestens ein Drittel einer ursprünglichen Menge auf Massensbasis bedeuten. Wenn z. B. eine wesentliche Menge eines Gastmaterials sich innerhalb einer organischen Schicht befindet, dann befindet sich mindestens ein Drittel des Gastmaterials in einem Tropfen (ursprüngliche Gastmaterialmenge), der über der organischen Schicht aufgebracht wird, innerhalb dieser organischen Schicht.

**[0046]** Der Begriff "im wesentlichen vollständig" soll bedeuten, daß ein Material, eine Schicht oder Struktur vollständig innerhalb einer anderen Schicht oder anderen Struktur liegt, mit der möglichen Ausnahme einer unbedeutenden Menge eines solchen Materials, einer solchen Schicht oder Struktur auf Volumenbasis.

**[0047]** Der Begriff "im wesentlichen frei" soll bei Bezugnahme auf ein bestimmtes Material bedeuten, daß eine Spurenmenge des bestimmten Materials vorhanden ist, aber nicht in einer Menge, welche die elektrischen oder Strahlungseigenschaften (Emission, Empfang, Durchlässigkeit oder irgendeine Kombination davon) eines anderen Materials, in dem sich das bestimmte Material befindet, nicht wesentlich beeinflusst.

**[0048]** Der Begriff "im wesentlichen flüssig" soll bei Bezugnahme auf eine Schicht, ein Material oder eine Zusammensetzung bedeuten, daß eine Schicht oder ein Material in Form einer Flüssigkeit, Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension vorliegt. Ein im wesentlichen flüssiges Material kann ein oder mehrere flüssige Medien enthalten und ist im wesentlichen fließfähig, wenn es nicht auf geeignete Weise zurückgehalten wird.

**[0049]** Der Begriff "im wesentlichen fest" soll bei Bezugnahme auf eine Schicht oder ein Material bedeuten, daß eine Schicht oder ein Material, die bzw. das bei Überlagerung über einem Substrat nicht in erheblichem Umfang fließt, wenn das Substrat mindestens eine Stunde bei Raumtemperatur auf seine Seite gelegt wird (wobei die Hauptfläche des Substrats im wesentlichen senkrecht zum Boden ausgerichtet ist).

**[0050]** Der Begriff "Ätzgrubenstruktur" bezeichnet eine Struktur, die zum Eindämmen einer Flüssigkeit während der Verarbeitung benutzt wird. Eine Ätzgrubenstruktur kann auch als Damm, Trennwände oder als Rahmen bezeichnet werden.

**[0051]** Die Begriffe "weist auf", "aufweisend", "enthält", "enthaltend", "hat", "habend" oder irgendeine andere Abwandlung davon sollen ein nichtausschließendes Enthaltensein bedeuten. Zum Beispiel sind ein Prozeß, ein Verfahren, ein Gegenstand oder eine Vorrichtung, der (die, das) eine Liste von Elementen aufweisen, nicht unbedingt auf nur diese Elemente beschränkt, sondern können andere Elemente einschließen, die nicht ausdrücklich aufgeführt oder einem solchen Prozeß, Verfahren, Gegenstand oder einer Vorrichtung inhärent sind. Ferner bezeichnet, wenn nicht ausdrücklich das Gegenteil gesagt wird, "oder" ein inklusives Oder und kein exklusives Oder. Zum Beispiel ist eine Bedingung A oder B durch irgendeine der folgenden Tatsachen erfüllt: A ist wahr (oder vorhanden) und B ist falsch (oder nicht vorhanden), A ist falsch (oder nicht vorhanden) und B ist wahr (oder vorhanden), und sowohl A als auch B sind wahr (oder vorhanden). Außerdem wird "ein" zur Beschreibung von Elementen und Komponenten der Erfindung benutzt. Dies erfolgt lediglich der Bequemlichkeit halber und um der Erfindung einen allgemeinen Sinn zu geben. Diese Beschreibung ist so zu lesen, daß sie "ein oder mindestens ein" einschließt und der Singular auch den Plural einschließt, wenn nicht offensichtlich ist, daß die Beschreibung anders gemeint ist.

**[0052]** Gruppennummern, die Spalten innerhalb des Periodensystems der Elemente entsprechen, verwenden die "Neue Bezeichnungsweise", wie sie im CRC Handbook of Chemistry and Physics, 81. Aufl. (2000) zu finden ist.

**[0053]** Wenn nicht anders definiert, haben alle hierin benutzten technischen und wissenschaftlichen Begriffe die gleiche Bedeutung, wie sie gewöhnlich von einem Fachmann auf dem Gebiet, zu dem die vorliegende Erfindung gehört, verstanden wird. Obwohl Verfahren und Materialien, die den hierin beschriebenen ähnlich oder äquivalent sind, in der Praxis oder beim Test der vorliegenden Erfindung angewandt werden können, werden geeignete Verfahren und Materialien nachstehend beschrieben. Alle Veröffentlichungen, Patentanmeldungen, Patente und anderen hierin erwähnten Literaturstellen werden insgesamt durch Verweis einbezogen. Im Konfliktfall ist die vorliegende Patentbeschreibung einschließlich der Definitionen ausschlaggebend. Außerdem werden die Materialien, Methoden und Beispiele nur zur Erläuterung angegeben und sollen keine Einschränkung bedeuten.

**[0054]** In dem hierin nicht beschriebenen Umfang sind viele Details, die bestimmte Materialien, Verarbeitungsvorgänge und Schaltungen betreffen, herkömmlich und sind in Lehrbüchern und anderen Quellen zur Technik der organischen Leuchtdiodenbildschirme, Photodetektoren, Photovoltaik und Halbleitertechnik zu finden.

## 2. FLÜSSIGE ZUSAMMENSETZUNGEN

**[0055]** Die in der vorliegenden Patentbeschreibung gelehrtten Konzepte können auf organische elektronische Bauelemente angewandt werden, um eine oder mehrere Schichten auszubilden, in denen eine wesentliche Menge eines oder mehrerer Gastmaterialien zumindest teilweise in eine organische Schicht eingebaut wird, die mindestens ein Wirtsmaterial aufweist. In einer Ausführungsform beträgt eine wesentliche Menge mindestens etwa 40%, und in einer weiteren Ausführungsform mindestens etwa 50%. In einer weiteren Ausführungsform kann im wesentlichen die Gesamtmenge des einen oder der mehreren Gastmaterialien eingebaut werden. Während des Einbauvorgangs können Ätzgrubenstrukturen vorhanden sein oder nicht. Genauer gesagt, eine oder mehrere flüssige Zusammensetzungen, die das eine oder mehrere Gastmaterialien und ein flüssiges Medium enthalten, können in Form einer Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension vorliegen.

**[0056]** Der vorliegende Abschnitt enthält eine Beschreibung einer Wechselwirkung zwischen der organischen Schicht und der flüssigen Zusammensetzung. Zu beachten ist, daß die organische Schicht eine Schicht sein kann, die einem Substrat überlagert ist. Alternativ kann das Substrat nicht vorhanden sein, oder die organische Schicht ist das Substrat. Obwohl sich die Beschreibung in diesem Abschnitt zum leichteren Verständnis auf eine flüssige Zusammensetzung mit nur einem Gastmaterial bezieht, können mehr als ein Gastmaterial verwendet werden, und die Grundgedanken für eine Dispersion, Emulsion oder Suspension sind ähnlich. Alternativ kann die flüssige Zusammensetzung außer einem oder mehreren Gastmaterialien auch ein Wirtsmaterial enthalten, das auch in der organischen Schicht vorhanden ist. Die flüssige Zusammensetzung kann über dem genauen Bereich aufgebracht werden, wo das Gastmaterial in die organische Schicht wandern soll. Das flüssige Medium der flüssigen Zusammensetzung ist imstande, eine Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension mit der organischen Schicht zu bilden, um die organische Schicht aus einem weitgehend festen Zustand in einen weitgehend flüssigen Zustand in Form einer solchen Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension umzuwandeln. Die organische Schicht weist gute Mischbarkeitseigenschaften mit dem flüssigen Medium auf, das für die flüssige Zusammensetzung verwendet wird. Wenn das flüssige Medium einen lokalisierten Bereich der organischen Schicht in einen weitgehend flüssigen Zustand umwandelt, kann das Gastmaterial in die organische Schicht wandern. Unerwarteterweise wandert der größte Teil des Gastmaterials in die organische Schicht. In einer Ausführungsform wandert im wesentlichen das gesamte Gastmaterial aus der flüssigen Zusammensetzung in die organische Schicht. Das Gastmaterial bewirkt, daß die Strahlung von der organischen Schicht emittiert wird, die organische Schicht auf eine Strahlung reagiert, die Strahlung durchläßt, oder es bewirkt elektronische Eigenschaften der organischen Schicht.

**[0057]** Das bzw. die Wirtsmaterial(ien) zur Ausbildung der organischen Schicht variieren in Abhängigkeit von der Anwendung des organischen elektronischen Bauelements und der Verwendung der organischen Schicht innerhalb des organischen elektronischen Bauelements. Zumindest Abschnitt(e) der organischen Schicht kann (können) als strahlungsemitierende organische aktive Schicht, als strahlungsempfangende organische aktive Schicht, als Filterschicht oder als Schicht innerhalb einer elektronischen Komponente (z. B. zumindest als Teil eines Widerstands, Transistors, Kondensators, usw.) verwendet werden.

**[0058]** Für eine strahlungsemitierende organische aktive Schicht enthalten geeignete strahlungsemitierende Wirtsmaterialien ein oder mehrere niedermolekulare Materialien, ein oder mehrere Polymermaterialien oder eine Kombination davon. Zu den niedermolekularen Materialien können diejenigen gehören, die zum Beispiel im US-Patent 4356429 ("Tang"); US-Patent 439507 ("Van Slyke"); der US-Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer US2002/0121638 ("Grushin") und dem US-Patent 6459199 ("Kido") beschrieben werden. Al-



ternativ können zu den Polymermaterialien diejenigen gehören, die im US-Patent 5247190 ("Friend"); US-Patent 5408109 ("Heeger") und US-Patent 5317169 ("Nakano") beschrieben werden. Typische Materialien sind halbleitende konjugierte Polymere. Beispiele derartiger Polymere sind unter anderem Poly(paraphenylenvinyl) (PPV), PPV-Copolymere, Polyfluorene, Polyphenylene, Polyacetylene, Polyalkylthiophene, Poly(n-vinylcarbazol) (PVK) und dergleichen. In einer bestimmten Ausführungsform kann eine strahlungsemitierende aktive Schicht ohne irgendwelche Gastmaterialien blaues Licht emittieren.

**[0059]** Für eine strahlungsempfangende organische aktive Schicht können geeignete strahlungsempfangende Wirtsmaterialien viele konjugierte Polymere und Elektrolumineszenzmaterialien einschließen. Zu diesen Materialien gehören beispielsweise viele konjugierte Polymere und Elektrolumineszenz- und Photolumineszenzmaterialien. Konkrete Beispiele sind unter anderem Poly(2-methoxy,5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylvinyl) ("MEH-PPV") und MEH-PPV-Verbindstoffe mit CN-PPV.

**[0060]** Der Ort einer Filterschicht kann zwischen einer organischen aktiven Schicht und einer Benutzerseite des organischen elektronischen Bauelements liegen. Eine Filterschicht kann Teil eines Substrats, einer Elektrode (z. B. einer Anode oder einer Kathode), einer Ladungstransportschicht sein; zwischen einem oder mehreren Elementen von Substrat, Elektroden, Ladungstransportschicht oder irgendeiner Kombination davon liegen. In einer anderen Ausführungsform kann die Filterschicht eine Schicht sein, die getrennt gefertigt wird (während sie nicht an dem Substrat befestigt ist) und später zu irgendeinem Zeitpunkt vor, während oder nach der Herstellung der elektronischen Komponenten innerhalb des organischen elektronischen Bauelements an dem Substrat befestigt wird. In dieser Ausführungsform kann die Filterschicht zwischen dem Substrat und einer Benutzerseite des organischen elektronischen Bauelements liegen.

**[0061]** Wenn die Filterschicht von dem Substrat oder einem Teil davon getrennt ist oder zwischen dem Substrat und einer dem Substrat am nächsten liegenden Elektrode angeordnet ist, schließen geeignete Wirtsmaterialien viele verschiedene organische Materialien ein, zu denen Polyolefine (z. B. Polyethylen oder Polypropylen); Polyester (z. B. Polyethylenterephthalat oder Polyethylennaphthalat); Polyimide; Polyamide; Polyacrylnitrile und Polymethacrylnitrile; perfluorierte und teilfluorierte Polymere (z. B. Polytetrafluorethylen oder Copolymere von Tetrafluorethylen und Polystyrolen); Polycarbonate; Polyvinylchloride; Polyurethane; Polyacrylharze einschließlich Homopolymeren und Copolymeren von Estern von Acryl- oder Methacrylsäuren; Epoxidharze; Novolakharze und Kombinationen davon gehören.

**[0062]** Wenn die Filterschicht Teil der Löchertransportschicht ist, dann sind geeignete Wirtsmaterialien unter anderem Polyanilin ("PANI"), Poly(3,4-ethyldioxythiophen) ("PEDOT"), organische Ladungstransferverbindungen, wie z. B. Tetrathiafulvalentetracyanochinodimethan (TTF-TCQN), Löchertransportmaterialien, wie in Kido beschrieben, und Kombinationen davon.

**[0063]** Wenn die Filterschicht Teil der Elektronentransportschicht ist, dann sind geeignete Wirtsmaterialien unter anderem Metallchelate-Oxinoideverbindungen (z. B. Alq<sub>3</sub>), Verbindungen auf Phenanthrolinbasis (z. B. 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin ("DDPA"), 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthrolin ("DPA")); Azolverbindungen (z. B. 2-(4-Biphenyl)-5-(4-t-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol ("PBD"), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-(4-t-butylphenyl)-1,2,4-triazol ("TAZ")); Elektronentransportmaterialien, wie in Kido beschrieben, und Kombinationen davon.

**[0064]** Für elektronische Komponenten, wie z. B. einen Widerstand, Transistor, Kondensator usw., kann die organische Schicht ein oder mehrere Thiophene (z. B. Polythiophen, Poly(alkylthiophen), Alkylthiophen, Bis(dithienthiophen), Alkylanthradithiophen usw.), Polyacetylen, Pentacen, Phthalocyanin und Kombinationen davon enthalten.

**[0065]** Gastmaterialien können ein oder mehrere von allen bekannten Materialien enthalten, die für eine Elektrolumineszenzschicht, Ladungstransportschicht (z. B. Löchertransport-Elektronentransportschicht) verwendet werden, oder andere Materialien, die für eine organische aktive Schicht und ihre entsprechenden Dotierungssubstanzen verwendet werden. Solche Gastmaterialien können organische Farbstoffe, metallorganische Stoffe, Polymere (konjugierte, teilkonjugierte oder nicht konjugierte Polymere) und Kombinationen davon einschließen. Die Gastmaterialien können Fluoreszenz- oder Phosphoreszenzeigenschaften aufweisen oder nicht.

**[0066]** Beispiele der organischen Farbstoffe sind unter anderem 4-Dicyanmethylen-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (DCM), Cumarin, Pyren, Perylen, Rubren, deren Derivate und Kombinationen davon.

**[0067]** Beispiele metallorganischer Materialien sind unter anderem funktionalisierte Polymere, die funktionelle Gruppen aufweisen, die zu mindestens einem Metall koordiniert sind. Typische funktionelle Gruppen, deren Verwendung erwogen wird, sind unter anderem Carbonsäuren, Carbonsäuresalze, Sulfonsäuregruppen, Sulfonsäuresalze, Gruppen mit einer OH-Komponente, Amine, Imine, Diimine, N-Oxide, Phosphine, Phosphinoxide,  $\beta$ -Dicarbonylgruppen und Kombinationen davon. Typische Metalle, die zur Verwendung in Betracht gezogen werden, sind unter anderem Lanthanidmetalle (z. B. Eu, Tb), Metalle der Gruppe 7 (z. B. Re), Metalle der Gruppe 8 (z. B. Ru, Os), Metalle der Gruppe 9 (z. B. Rh, Ir), Metalle der Gruppe 10 (z. B. Pd, Pt), Metalle der Gruppe 11 (z. B. Au), Metalle der Gruppe 12 (z. B. Zn), Metalle der Gruppe 13 (z. B. Al) und Kombinationen davon. Derartige metallorganische Stoffe sind unter anderem Metallchelat-Oxinoidverbindungen, wie z. B. Tris(8-hydroxychinolato)aluminium ( $\text{Alq}_3$ ); cyclometallierte Iridium- und Platin-Elektrolumineszenzverbindungen, wie z. B. Komplexe von Iridium mit Phenylpyridin-, Phenylchinolin- oder Phenylpyrimidin-Liganden, wie in der veröffentlichten PCT-Anmeldung WO 02/02714 offenbart, oder metallorganische Komplexe, die zum Beispiel in den veröffentlichten Patentanmeldungen US 2001/0019782, EP 1191612, WO 02/15645, WO 02/31896 und EP 1191614 beschrieben werden, und Gemische davon.

**[0068]** Beispiele konjugierter Polymere sind unter anderem Poly(phenylenvinylene), Polyfluorene, Poly(spirobifluorene), Copolymere davon und Gemische davon.

**[0069]** Bei Verwendung für die Herstellung von organischen elektronischen Vollfarben-Bauelementen wird in einer Ausführungsform ein erstes Gastmaterial für die Emission von rotem Licht (mit einem Emissionsmaximum in einem Bereich von 600–700 nm) ausgewählt, und ein zweites Gastmaterial wird zur Emission von grünem Licht (mit einem Emissionsmaximum in einem Bereich von 500–600 nm) ausgewählt. Nach dem Aufbringen jeder der flüssigen Zusammensetzungen enthält jede Pixelspalte drei Subpixel, wobei ein Subpixel rotes Licht emittiert, ein Subpixel grünes Licht emittiert und ein Subpixel blaues Licht emittiert (mit einem Emissionsmaximum in einem Bereich von 400–500 nm). Alternativ können in einer einzigen flüssigen Zusammensetzung ein oder mehrere Gastmaterialien enthalten sein und zur Bildung eines Pixels oder Subpixels mit einem breiteren Emissionsspektrum aufgebracht werden, z. B. mit einer Halbwertsbreite (FWHM) von mehr als 100 nm, oder können sogar so ausgewählt werden, daß sie weißes Licht mit einem Emissionsprofil emittieren, welches das sichtbare Spektrum von 400 bis 700 nm umfaßt.

**[0070]** In den flüssigen Zusammensetzungen können ein oder mehrere flüssige Medien verwendet werden. Flüssige Medien, die zur Verwendung bei der praktischen Ausführung der Erfindung in Betracht gezogen werden, werden so ausgewählt, daß sie geeignete Lösungseigenschaften sowohl für das Gastmaterial als auch für die organische Schicht bieten, die das Gastmaterial aufnimmt. Faktoren, die bei der Auswahl eines flüssigen Mediums zu berücksichtigen sind, schließen z. B. die Viskosität der entstehenden Lösung, Emulsion, Suspension oder Dispersion, das Molekulargewicht eines Polymermaterials, die Feststoffbeladung, den Typ des flüssigen Mediums, den Dampfdruck des flüssigen Mediums, die Temperatur eines darunterliegenden Substrats, die Dicke einer organischen Schicht, die ein Gastmaterial aufnimmt, oder irgendeine Kombination davon ein.

**[0071]** Bei der Auswahl eines flüssigen Mediums kann ein bestimmtes flüssiges Medium eine Lösung, Emulsion, Suspension oder Dispersion mit einem Typ einer organischen Schicht bilden, aber nicht unbedingt eine Lösung, Emulsion, Suspension oder Dispersion mit einem anderen Typ einer organischen Schicht bilden. Zum Beispiel kann ein bestimmtes flüssiges Medium eine Lösung, Emulsion, Suspension oder Dispersion mit der organischen aktiven Schicht **250**, aber nicht mit der Ladungstransportschicht **240** bilden. Das flüssige Medium (die Medien) hat einen ausreichend niedrigen Dampfdruck, so daß es nicht vor dem gewünschten Wanderniveau für das (die) Gastmaterial(ien) oder Wirtsmaterial(ien) in die organische aktive Schicht **250** verdampft.

**[0072]** In einigen Ausführungsformen enthält das flüssige Medium (die Medien) mindestens ein organisches Lösungsmittel. Typische organische Lösungsmittel sind unter anderem halogenierte Lösungsmittel, Kohlenwasserstofflösungsmittel, aromatische Kohlenwasserstofflösungsmittel, Ether-Lösungsmittel, zyklische Ether-Lösungsmittel, Alkohol-Lösungsmittel, Keton-Lösungsmittel, Nitril-Lösungsmittel, Sulfoxid-Lösungsmittel, Amid-Lösungsmittel und Kombinationen davon.

**[0073]** Typische halogenierte Lösungsmittel sind unter anderem Tetrachlorkohlenstoff, Methylenchlorid, Chloroform, Tetrachlorethylen, Chlorbenzol, Bis(2-chlorethyl)ether, Chlormethylethylether, Chlormethylmethylether, 2-Chlorethylether, 2-Chlorethylpropylether, 2-Chlorethylmethylether und Kombinationen davon.

**[0074]** Typische Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel sind unter anderem Pentan, Hexan, Cyclohexan, Heptan,

Octan, Decahydronaphthalin, Petrolether, Ligroin und Kombinationen davon.

**[0075]** Typische aromatische Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel sind unter anderem Benzol, Naphthalin, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Cumol (Isopropylbenzol), Mesitylen (Trimethylbenzol), Ethyltoluol, Butylbenzol, Cymen (Isopropyltoluol), Diethylbenzol, Isobutylbenzol, Tetramethylbenzol, sec-Butylbenzol, tert-Butylbenzol und Kombinationen davon.

**[0076]** Typische Ether-Lösungsmittel sind unter anderem Diethylether, Ethylpropylether, Dipropylether, Diisopropylether, Dibutylether, Methyl-t-butylether, Glycolether, Diglycolether, Benzylmethylether, Isochroman, 2-Phenylethylmethylether, n-Butylethylether, 1,2-Diethoxyethan, sec-Butylether, Diisobutylether, Ethyl-n-propylether, Ethylisopropylether, n-Hexylmethylether, n-Butylmethylether, Methyl-n-propylether und Kombinationen davon.

**[0077]** Typische geeignete zyklische Ether-Lösungsmittel sind unter anderem Tetrahydrofuran, Dioxan, Tetrahydropyran, 4-Methyl-1,3-dioxan, 4-Phenyl-1,3-dioxan, 1,3-Dioxolan, 2-Methyl-1,3-dioxolan, 1,4-Dioxan, 1,3-Dioxan, 2,5-Dimethoxytetrahydrofuran, 2,5-Dimethoxy-2,5-dihydrofuran und Kombinationen davon.

**[0078]** Typische Alkohol-Lösungsmittel sind unter anderem Methanol, Ethanol, 1-Propanol, 2-Propanol, 1-Butanol, 2-Butanol, 2-Methyl-1-propanol (d. h. Isobutanol), 2-Methyl-2-Propanol (d.h. tert-Butanol), 1-Pentanol, 2-Pentanol, 3-Pentanol, 2,2-Dimethyl-1-propanol, 1-Hexanol, Cyclopentanol, 3-Methyl-1-butanol, 3-Methyl-2-butanol, 2-Methyl-1-butanol, 2,2-Dimethyl-1-propanol, 3-Hexanol, 2-Hexanol, 4-Methyl-2-pentanol, 2-Methyl-1-pentanol, 2-Ethylbutanol, 2,4-Dimethyl-3-pentanol, 3-Heptanol, 4-Heptanol, 2-Heptanol, 1-Heptanol, 2-Ethyl-1-Hexanol, 2,6-Dimethyl-4-heptanol, 2-Methylcyclohexanol, 3-Methylcyclohexanol, 4-Methylcyclohexanol und Kombinationen davon.

**[0079]** Alkoholether-Lösungsmittel können gleichfalls verwendet werden. Typische Alkoholether-Lösungsmittel sind unter anderem 1-Methoxy-2-propanol, 2-Methoxyethanol, 2-Ethoxyethanol, 1-Methoxy-2-butanol, Ethylenglycolmonoisopropylether, 1-Ethoxy-2-propanol, 3-Methoxy-1-butanol, Ethylenglycolmonoisobutylether, Ethylenglycolmono-n-butylether, 3-Methoxy-3-methylbutanol, Ethylenglycolmono-tert-butylether und Kombinationen davon.

**[0080]** Typische Keton-Lösungsmittel sind unter anderem Aceton, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Cyclohexanon, Isopropylmethylketon, 2-Pentanon, 3-Pentanon, 3-Hexanon, Diisopropylketon, 2-Hexanon, Cyclopentanon, 4-Heptanon, Isoamylmethylketon, 3-Heptanon, 2-Heptanon, 4-Methoxy-4-methyl-2-pentanon, 5-Methyl-3-heptanon, 2-Methylcyclohexanon, Diisobutylketon, 5-Methyl-2-octanon, 3-Methylcyclohexanon, 2-Cyclohexen-1-on, 4-Methylcyclohexanon, Cycloheptanon, 4-tert-Butylcyclohexanon, Isophoron, Benzylacetone und Kombinationen davon.

**[0081]** Typische Nitril-Lösungsmittel sind unter anderem Acetonitril, Acrylnitril, Trichloracetonitril, Propionitril, Pivalonitril, Isobutyronitril, n-Butyronitril, Methoxyacetonitril, 2-Methylbutyronitril, Isovaleronitril, n-Valeronitril, n-Capronitril, 3-Methoxypropionitril, 3-Ethoxypropionitril, 3,3'-Oxydipropionitril, n-Heptannitril, Glycolnitril, Benzonnitril, Ethylencyanohydrin, Succinonitril, Acetoncyanohydrin, 3-n-Butoxypropionitril und Kombinationen davon.

**[0082]** Typische geeignete Sulfoxid-Lösungsmittel sind unter anderem Dimethylsulfoxid, Di-n-butylsulfoxid, Tetramethylsulfoxid, Methylphenylsulfoxid und Kombinationen davon.

**[0083]** Typische geeignete Amid-Lösungsmittel sind unter anderem Dimethylformamid, Dimethylacetamid, Acylamid, 2-Acetamidoethanol, N,N-Dimethyl-m-toluamid, Trifluoracetamid, N,N-Dimethylacetamid, N,N-Diethyl-dodecanamid, Epsilon-Caprolactam, N,N-Diethylacetamid, N-tert-butylformamid, Formamid, Pivalamid, N-Butyramid, N,N-Dimethylacetoacetamid, N-Methylformamid, N,N-Diethylformamid, N-Formylethylamin, Acetamid, N,N-Diisopropylformamid, 1-Formylpiperidin, N-Methylformanilid und Kombinationen davon.

**[0084]** In Betracht gezogene Kronenether schließen alle Kronenether ein, die zur Verringerung des Chloridgehalts eines Epoxidverbindungs-Ausgangsmaterials als Teil der Kombination beitragen können, die gemäß der Erfindung behandelt wird. Typische Kronenether sind unter anderem Benzo-15-Krone-5; Benzo-18-Krone-6; 12-Krone-4; 15-Krone-5; 18-Krone-6; Cyclohexano-15-Krone-5, 4',4''(5'')-Ditertbutyldibenzo-18-Krone-6; 4',4''(5'')-Ditert-butylidicyclohexano-18-Krone-6; Dicyclohexano-18-Krone-6; Dicyclohexano-24-Krone-8; 4'-Aminobenzo-15-Krone-5; 4'-Aminobenzo-18-Krone-6; 2-(Aminomethyl)-15-Krone-5; 2-(Aminomethyl)-18-Krone-6; 4'-Amino-5'-nitrobenzo-15-Krone-5; 1-Aza-12-Krone-4; 1-Aza-15-Krone-5; 1-Aza-18-Kro-

ne-6; Benzo-12-Krone-4; Benzo-15-Krone-5; Benzo-18-Krone-6; Bis((benzo-15-Krone-5)-15-ylmethyl)pimelat; 4-Bromobenzo-18-Krone-6; (+)-(18-Krone-6)-2,3,11,12-tetracarbonsäure; Dibenzo-18-Krone-6; Dibenzo-24-Krone-8; Dibenzo-30-Krone-10; ar-ar'-Ditertbutyldibenzo-18-Krone-6; 4'-Formylbenzo-15-Krone-5; 2-(Hydroxymethyl)-12-Krone-4; 2-(Hydroxymethyl)-15-Krone-5; 2-(Hydroxymethyl)-18-Krone-6; 4'-Nitrobenzo-15-Krone-5; Poly[(dibenzo-18-Krone-6)-co-formaldehyd]; 1,1-Dimethylsila-11-Krone-4; 1,1-Dimethylsila-14-Krone-5; 1,1-Dimethylsila-17-Krone-5; Cyclam; 1,4,10,13-Tetrathia-7,16-diazacyclooctadecan; Porphine und Kombinationen davon.

**[0085]** In einer anderen Ausführungsform enthält das flüssige Medium Wasser. Ein leitfähiges Polymer, das mit einer wasserunlöslichen kolloidbildenden Polymersäure komplexiert ist, kann über einem Substrat aufgebracht und als Ladungstransportschicht verwendet werden.

**[0086]** Vorstehend werden viele verschiedene Klassen von flüssigen Medien beschrieben (z. B. halogenierte Lösungsmittel, Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel, aromatische Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel, Wasser usw.). Es können auch Gemische von mehr als einem der flüssigen Medien aus unterschiedlichen Klassen verwendet werden.

### 3. FERTIGUNG VOR DEM EINBRINGEN EINER ODER MEHRERER FLÜSSIGER ZUSAMMENSETZUNGEN

**[0087]** Im folgenden wird eine typische Ausführungsform betrachtet, die beschrieben und in den [Fig. 2–Fig. 5](#) dargestellt wird. Wie aus [Fig. 2](#) erkennbar, sind über Abschnitten des Substrats **200** erste Elektroden **220** ausgebildet. Das Substrat **200** kann ein herkömmliches Substrat sein, wie es in der Technik der organischen elektronischen Bauelemente verwendet wird. Das Substrat **200** kann flexibel oder starr, organisch oder anorganisch sein. Im allgemeinen werden Glasschichten oder flexible organische Schichten verwendet. Innerhalb oder über dem Substrat **200** können Pixeltreiber oder andere Schaltungen unter Anwendung herkömmlicher Verfahren ausgebildet werden. Die anderen Schaltungen (nicht dargestellt) außerhalb der Matrix können periphere und entfernte Schaltungen einschließen, die zur Steuerung der Pixel innerhalb der Matrix dienen. Im Mittelpunkt der Fertigung steht eher die Pixelmatrix als die peripheren oder entfernten Schaltungen. Das Substrat **200** kann eine Dicke im Bereich von etwa 12–2500 µm aufweisen.

**[0088]** Die ersten Elektroden **220** dienen als Anoden und können eine oder mehrere leitfähige Schichten enthalten. Die Oberfläche der am weitesten vom Substrat **200** entfernten ersten Elektroden **220** enthält ein Material mit hoher Austrittsarbeit. In diesem erläuternden Beispiel enthalten die ersten Elektroden **220** eine oder mehrere Schichten Indium-Zinnoxid, Aluminium-Zinnoxid oder andere Materialien, die herkömmlicherweise für Anoden in organischen elektronischen Bauelementen verwendet werden. In dieser Ausführungsform lassen die ersten Elektroden **220** mindestens 70% der Strahlung durch, die von einer oder mehreren später gebildeten organischen aktiven Schichten zu emittieren ist oder auf welche diese Schichten reagieren sollen. In einer Ausführungsform liegt die Dicke der ersten Elektroden **220** in einem Bereich von etwa 100–200 nm. Wenn keine Strahlung durch die ersten Elektroden **220** durchgelassen zu werden braucht, kann die Dicke größer sein, wie z. B. bis zu 1000 nm oder noch mehr.

**[0089]** Die ersten Elektroden **220** können unter Anwendung eines oder mehrerer von einer Anzahl unterschiedlicher Verfahren gebildet werden, zu denen das herkömmliche Beschichten, Gießen, (chemische oder physikalische) Aufdampfen, Drucken (Tintenstrahldruck, Siebdruck, Lösungsverteilung oder eine Kombination davon) andere Abscheidungsverfahren oder eine Kombination davon gehören. In einer Ausführungsform können die ersten Elektroden **220** als strukturierte Schicht ausgebildet werden (z. B. unter Verwendung einer Schablonenmaske), oder durch Auftragen der Schicht(en) über dem gesamten Substrat **200** und Anwendung eines herkömmlichen Strukturiervorgangs.

**[0090]** Über den ersten Elektroden **220** kann eine organische Schicht **230** ausgebildet werden, wie in [Fig. 2](#) dargestellt. Die organische Schicht **230** kann eine oder mehrere Schichten einschließen. Zum Beispiel kann die organische Schicht **230** eine Ladungstransportschicht **240** und eine organische aktive Schicht **250** einschließen, Ladungstransportschichten können auf beiden Seiten der organischen aktiven Schicht **250** liegen, die Ladungstransportschicht kann über statt unter der organischen aktiven Schicht **250** liegen, oder die organische aktive Schicht **250** kann ohne die Ladungstransportschicht **240** verwendet werden. Wenn die Ladungstransportschicht **240** zwischen den ersten Elektroden **220** und der organischen aktiven Schicht **250** liegt, dann ist die Ladungstransportschicht **240** eine Löchertransportschicht, und wenn die Ladungstransportschicht zwischen der organischen aktiven Schicht **250** und der (den) später ausgebildeten zweiten Elektrode(n) liegt, die als Kathoden wirken, dann ist die Ladungstransportschicht (in [Fig. 2](#) nicht dargestellt) eine Elektronentrans-

portschicht. Die in [Fig. 2](#) dargestellte Ausführungsform weist die Ladungstransportschicht **240** auf, die als Löchertransportschicht wirkt.

**[0091]** Die Ladungstransportschicht **240** und die organische aktive Schicht **250** werden nacheinander über den ersten Elektroden **220** ausgebildet. Außer der Erleichterung des Ladungstransports von den ersten Elektroden **220** zur organischen aktiven Schicht **250** kann die Ladungstransportschicht **240** auch als Ladungsinjektionsschicht, welche die Injektion von Ladungsträgern in die organische aktive Schicht **250** erleichtert, als Glättungsschicht über den ersten Elektroden **220**, als Passivierungs- oder chemische Sperrschicht zwischen den ersten Elektroden **220** und der organischen aktiven Schicht **250** oder als eine Kombination davon funktionieren. Die Ladungstransportschicht **240** und die organische aktive Schicht **250** können jeweils durch ein oder mehrere von einer Anzahl unterschiedlicher Verfahren gebildet werden, zu denen Schleuderbeschichtung, Gießen, (chemisches oder physikalisches) Aufdampfen, Drucken (Tintenstrahldruck, Siebdruck, Lösungsverteilung oder eine Kombination davon) ein anderes Abscheidungsverfahren oder eine Kombination davon für geeignete Materialien gehören, wie weiter unten beschrieben. Eine oder beide von der Ladungstransportschicht **240** und der organischen aktiven Schicht **250** können nach der Abscheidung gehärtet werden.

**[0092]** Wenn die Ladungstransportschicht **240** als Löchertransportschicht wirkt, kann irgendeine Anzahl von Materialien verwendet werden (und ihre Auswahl ist vom Bauelement und dem Material der organischen aktiven Schicht **250** abhängig), und in diesem Erläuterungsbeispiel kann sie ein oder mehrere Materialien enthalten, die unter Polyanilin ("PANI"), Poly(3,4-ethylendioxythiophen) ("PEDOT") oder Material(ien) ausgewählt sind, die herkömmlicherweise als Löchertransportschichten verwendet werden, wie sie in organischen elektronischen Bauelementen eingesetzt werden. Die Löchertransportschicht hat typischerweise eine Dicke in einem Bereich von etwa 100–250 nm, gemessen über dem Substrat **200** an einer von den ersten Elektroden **220** entfernten Stelle.

**[0093]** Die Zusammensetzung der organischen aktiven Schichten **250** ist typischerweise von der Anwendung des organischen elektronischen Bauelements abhängig. In der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform wird die organische aktive Schicht **250** in strahlungsemitierenden Komponenten verwendet. Die organische aktive Schicht **250** kann Material(ien) enthalten, wie sie herkömmlicherweise als organische aktive Schichten in organischen elektronischen Bauelementen verwendet werden, und kann ein oder mehrere niedermolekulare Materialien, ein oder mehrere Polymermaterialien oder eine Kombination davon enthalten. Nach dem Durchlesen der vorliegenden Patentbeschreibung werden Fachleute in der Lage sein, ein oder mehrere geeignete Materialien, Schichten oder beide für die organische aktive Schicht **250** auszuwählen.

**[0094]** Im ausgebildeten Zustand ist die organische Schicht **230** (welche die Ladungstransportschicht **240** und die organische aktive Schicht **250** einschließt) im wesentlichen zusammenhängend über einer Matrix auszubildender organischer elektronischer Komponenten vorhanden. In einer Ausführungsform kann die organische Schicht **230** im wesentlichen zusammenhängend über dem gesamten Substrat einschließlich der peripheren und entfernten Schaltungsbereiche ausgebildet sein. Zu beachten ist, daß die organische Schicht **230** Bereiche aufweist, wo die organische Schicht **230** örtlich dünner ist, aber sie ist über dem Bereich des Substrats **200**, in dem die organische Schicht **230** ausgebildet werden soll (z. B. der Matrix), nicht unterbrochen. Wie aus [Fig. 2](#) erkennbar, ist die organische Schicht **230**, zu der die Ladungstransportschicht **240** oder die organische aktive Schicht **250** oder beide gehören, örtlich dünner über den ersten Elektroden **220** und örtlich dicker in Bereichen, die von den ersten Elektroden **220** entfernt sind. Die organische Schicht **230** hat typischerweise eine Dicke in einem Bereich von etwa 50–500 nm, gemessen über dem Substrat **200** an einer Stelle, die von den ersten Elektroden **220** beabstandet ist.

**[0095]** Wenn das organische elektronische Bauelement ein strahlungsemitierendes Mikrohohlraumelement ist, dann ist bei der Auswahl der Dicke der organischen Schicht **230** mit Sorgfalt vorzugehen, so daß das gewünschte Emissionswellenlängenspektrum erzielt wird.

**[0096]** In einer weiteren Ausführungsform könnten ähnliche Ätzgrubenstrukturen wie die in [Fig. 1](#) dargestellten Ätzgrubenstrukturen **130** gebildet werden. In dieser Ausführungsform kann die organische Schicht **230** über dem Substrat **200** und den Ätzgrubenstrukturen ausgebildet werden. Zu beachten ist, daß die organische Schicht entlang den Seiten in der Nähe des oberen Endes der Ätzgrubenstrukturen örtlich dünner sein kann; jedoch weist die organische Schicht **230** keine Unterbrechung über den Ätzgrubenstrukturen zwischen den ersten Elektroden **220** auf. Die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#), die später beschrieben werden, enthalten noch eine weitere Ausführungsform, die Ätzgrubenstrukturen nutzen kann.

**[0097]** In einer alternativen Ausführungsform kann die organische Schicht **230** eine einzelne Schicht mit einer

Zusammensetzung enthalten, die mit der Dicke variiert. Zum Beispiel kann die den ersten Elektroden **220** am nächsten liegende Zusammensetzung als Löchertransportschicht wirken, die folgende Zusammensetzung kann als organische aktive Schicht wirken, und die am weitesten von den ersten Elektroden **220** entfernte Zusammensetzung kann als Elektronentransportschicht wirken. In der gesamten Dicke oder nur in einem Teil der Dicke der organischen Schicht können ein oder mehrere Materialien vorhanden sein.

#### 4. EINBRINGEN EINER ODER MEHRERER FLÜSSIGER ZUSAMMENSETZUNGEN

**[0098]** Eine oder mehrere flüssige Zusammensetzungen (dargestellt als Kreise **302** und **304**) können über Abschnitten der organischen Schicht **230** aufgebracht werden, wie in [Fig. 3](#) dargestellt. In einer Ausführungsform enthält die organische aktive Schicht **250** ein Wirtsmaterial, das blaues Licht emittieren kann, die flüssige Zusammensetzung **302** kann ein rotes Gastmaterial enthalten, und die flüssige Zusammensetzung **304** kann ein grünes Gastmaterial enthalten. Vor dem Aufbringen kann die organische Schicht **230** im wesentlichen fest oder nicht sein. Die flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** können unter Anwendung eines Präzisions-Abscheidungsverfahrens über der organischen Schicht **230** aufgebracht werden. Eine Schablonenmaske, ein Rahmen, eine Ätzgrubenstruktur, eine strukturierte Schicht oder andere Struktur(en) können während dieser Abscheidung vorhanden sein. Nicht einschränkende Beispiele des Präzisions-Abscheidungsverfahrens sind unter anderem Siebdruck, Tintenstrahldruck, Lösungsverteilung (Verteilen der flüssigen Zusammensetzung in Streifen oder anderen vorgegebenen geometrischen Formen oder Strukturen, in Draufsicht gesehen), Nadelabsaugung, Aufdampfen unter Verwendung von Schablonenmasken (Schattenmasken), selektives chemisches Aufdampfen, selektives Plattieren und Kombinationen davon. Die flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** können nacheinander oder gleichzeitig über der organischen Schicht **230** aufgebracht werden. Der Einfachheit halber werden die flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** in [Fig. 2](#) jeweils als "Tropfen" bezeichnet, gleichgültig ob die flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** als Tropfen eingebracht werden oder nicht. Eine Anzahl von Parametern können variiert werden, welche die Anfangsfläche der organischen Schicht **230** beeinflussen, die durch die flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** beeinflusst wird. Zum Beispiel werden derartige Parameter aus einer Gruppe ausgewählt, die aus Tropfenvolumen, Abstand zwischen organischen elektronischen Komponenten, Tropfenviskosität und einer Kombination daraus besteht.

**[0099]** Das eine oder die mehreren flüssigen Medien aus den flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** können in Kontakt mit der organischen Schicht **230** kommen und diese aus einem im wesentlichen festen Zustand in einen im wesentlichen flüssigen Zustand umwandeln. Bei Kontakt des flüssigen Mediums (der flüssigen Medien) aus jedem Tropfen mit der organischen Schicht **230** kann (können) das flüssige Medium (die flüssigen Medien) einen Teil oder die gesamte Dicke der organischen Schicht **230** auflösen, um eine Lösung zu bilden, einen Teil oder die gesamte Dicke der organischen Schicht **230** dispergieren, um eine Dispersion zu bilden, eine Emulsion bilden oder einen Teil oder die gesamte Dicke der organischen Schicht **230** suspendieren, um eine Suspension zu bilden. Zu beachten ist, daß, wenn mehr von dem flüssigen Medium (den Medien) in Wechselwirkung mit der organischen Schicht **230** tritt, die Viskosität des "Gemischs" aus flüssiger Zusammensetzung und organischer Schicht **230** zunimmt. Die erhöhte Viskosität hemmt wirksam die seitliche Bewegung (Bewegung im wesentlichen parallel zur Primäroberfläche des Substrats **200**) der Tropfen. In einer Ausführungsform kann die Wanderung des Gastmaterials (der Gastmaterialien) in die organische Schicht **230** bei einer Temperatur von nicht mehr als 40°C erfolgen, und in einer anderen Ausführungsform kann sie im wesentlichen bei Raumtemperatur erfolgen.

**[0100]** Das für den Tropfen gewählte Volumen kann durch die Dicke der organischen Schicht **230** oder eines Abschnitts davon, durch das Wirtsmaterial innerhalb der organischen Schicht **230** oder eine Kombination davon beeinflusst werden. In einer Ausführungsform braucht das Gastmaterial aus dem Tropfen nur in die organische aktive Schicht **250** zu wandern. Wenn das Tropfenvolumen zu klein ist, kann nicht die gesamte Dicke der organischen aktiven Schicht **250** beeinflusst werden. Außerdem könnte, wenn die Gastmaterialkonzentration innerhalb der organischen aktiven Schicht **250** zu niedrig ist, die angestrebte Luminanzausbeute nicht erreicht werden. Während des Betriebs kann die Strahlung des Emissions- oder Empfindlichkeitsspektrums der organischen aktiven Schicht **250** durch die Potentialdifferenz (Spannungsdifferenz) zwischen den ersten und zweiten Elektroden wesentlich beeinflusst werden. Wenn das Tropfenvolumen zu groß ist, kann ein unerwünschtes seitliches Auseinanderlaufen der flüssigen Zusammensetzung auftreten, und das Gastmaterial kann einen benachbarten Bereich erreichen, wo Gastmaterial innerhalb dieses Bereichs unerwünscht ist. Wenn z. B. das Volumen eines rot dotierten Tropfens zu groß ist, kann dieser in einen Bereich eintreten, der eine grüne oder blaue Emission aufweisen soll. Wenn dies geschieht, kann der benachbarte Bereich rotes Licht emittieren. Daher kann ein Verhältnis des Volumens der flüssigen Zusammensetzung zur Dicke der organischen Schicht **230** benutzt werden.



**[0101]** Die Verwendung von Ätzgrubenstrukturen kann die Wahrscheinlichkeit einer seitlichen Wanderung reduzieren, jedoch sollte das Volumen der flüssigen Zusammensetzung nicht so groß sein, daß es über den durch die Ätzgrubenstrukturen gebildeten "Damm" fließt, so daß die flüssige Zusammensetzung in eine benachbarte Grube fließen könnte.

**[0102]** Nachdem die flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** über der organischen Schicht **230** aufgebracht werden und eine wesentliche Menge (die weiter unten in der vorliegenden Patentbeschreibung angesprochen wird) des Gastmaterials bzw. der Gastmaterialien innerhalb der flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** in die organische aktive Schicht **250** wandern, wird (werden) das flüssige Medium (die Medien) der flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** verdampft, und es entsteht die organische Schicht **230** mit dotierten Bereichen **402** und **404**. In dieser Ausführungsform ist der Bereich **402** für die Emission von rotem Licht vorgesehen, und der Bereich **404** ist für die Emission von grünem Licht vorgesehen. Die Verdampfung kann bei einer Temperatur in einem Bereich von etwa 20–240°C während einer Zeit in einem Bereich von etwa 5 Sekunden bis 5 Minuten erfolgen. In einer Ausführungsform kann die Verdampfung bei einer Temperatur in einem Bereich von etwa 30–50°C während einer Zeit in einem Bereich von etwa 0,5–1,5 Minuten durchgeführt werden. Die Verdampfung kann unter Verwendung eines Ofens oder einer Heizplatte erfolgen. Die Verdampfung kann bei verschiedenen Drücken durchgeführt werden. In einer Ausführungsform kann die Verdampfung im wesentlichen bei Atmosphärendruck ausgeführt werden. In einer anderen Ausführungsform kann ein Unterdruck (wesentlich niedriger als Atmosphärendruck) angewandt werden. Wenn ein Unterdruck angewandt wird, ist sorgfältig darauf zu achten, die Entstehung dauerhafter Blasen innerhalb der organischen Schicht **230** oder das Auswerfen von Material in benachbarte Bereiche bei auftretendem Sieden zu vermeiden.

**[0103]** Nach dem Verdampfen ist die organische Schicht **230** einschließlich der Bereiche **402** und **404** im wesentlichen fest. Der Prozeß kann angewandt werden, um eine wesentliche Menge Gastmaterial(ien) in die organische Schicht **230** einzubringen. Auf Massenzugbasis wandert mindestens ein Drittel eines oder beider Gastmaterialien, die in dem Tropfen **302** und **304** vor dem Aufbringen über der organischen Schicht enthalten waren, in den Bereichen **402** und **404** in die organische Schicht **230**. In anderen Ausführungsformen befinden sich mindestens etwa 40%, 50% oder im wesentlichen das gesamte Gastmaterial, das in dem Tropfen **302** und **304** enthalten war, innerhalb der organischen Schicht **230**.

**[0104]** Wenn die Gastmaterialien durch wiederholtes Aufbringen von flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** über der organischen Schicht **230** in die organische aktive Schicht **250** eingebracht werden, ist es unter Umständen nicht notwendig, die flüssigen Medien zwischen aufeinanderfolgenden Abscheidungen der flüssigen Zusammensetzungen vollständig zu verdampfen.

**[0105]** Wenn die organische aktive Schicht **250** Wirtsmaterial(ien) aufweist, die zu vernetzen sind, kann die organische aktive Schicht **250** durch ein oder mehrere von einer Anzahl unterschiedlicher Verfahren ausgebildet werden, zu denen Schleuderbeschichten, Gießen, (chemisches oder physikalisches) Aufdampfen, Drucken (Tintenstrahl Druck, Siebdruck, Lösungsverteilung oder eine Kombination davon), ein anderes Abscheidungsverfahren oder eine Kombination davon gehören. Es kann ein Erhitzungsschritt angewandt werden, um das flüssige Medium (die Medien), falls vorhanden, zu verdampfen, die während des Abscheidungs schritts verwendet werden, um eine im wesentlichen feste organische aktive Schicht **250** zu erhalten. Die Temperatur oder andere Bedingungen sollten jedoch nicht so aggressiv sein, daß eine Vernetzung auftritt. Die eine oder die mehreren flüssigen Zusammensetzungen können über der organischen aktiven Schicht **250** aufgebracht werden und mit dieser in Kontakt kommen, und Gastmaterial(ien) innerhalb der Zusammensetzung(en) kann (können) in die organische aktive Schicht wandern. Das flüssige Medium (die Medien) für die flüssigen Zusammensetzungen kann (können) verdampft werden, und die organische aktive Schicht **250** kann den Bedingungen ausgesetzt werden, die ausreichend sind, um die Vernetzung zu erreichen. Tatsächlich angewandte Temperaturen und Drücke können von den für die Vernetzung verwendeten Materialien abhängen.

**[0106]** Das flüssige Medium (die Medien) trägt (tragen) dazu bei, das Gastmaterial als Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension, die durch eine Kombination aus dem flüssigen Medium (den Medien) und der organischen Schicht **230** gebildet wird, in die organische Schicht **230** zu "ziehen". Daher kann eine wesentliche Menge des einen oder der mehreren Gastmaterialien innerhalb der flüssigen Zusammensetzung(en) ohne wesentliche seitliche Wanderung oder Diffusion zu den ersten Elektroden **220** wandern. Die Konzentration des einen oder der mehreren Gastmaterialien nahe der Oberfläche der organischen Schicht **230** (über der anschließend die zweite(n) Elektrode(n) ausgebildet wird (werden)), kann sich um weniger als eine Größenordnung von der Konzentration des einen oder der mehreren Gastmaterialien in der Nähe der gegenüberliegenden Oberfläche (nahe den ersten Elektroden **220**) unterscheiden. Die Konzentrationen des einen oder der mehreren Gastmaterialien in der Nähe der gegenüberliegenden Fläche der organischen aktiven Schicht **250**

liegen dichter beieinander. Ein thermischer Steuerungsschritt ist nicht erforderlich. Der Konzentrationsgradient zwischen den ersten Elektroden **220** und einer später ausgebildeten zweiten Elektrode (in einer Richtung senkrecht zur Primärfläche des Substrats gemessener Konzentrationsgradient) ist niedriger als ein Konzentrationsgradient, der durch einen herkömmlichen thermischen Diffusionsprozeß ausgebildet wird. Die Emissionsspektren von einem organischen elektronischen Bauelement, das durch ein derartiges Verfahren ausgebildet wird, werden unter Umständen durch Änderung der Potentialdifferenz zwischen den ersten und zweiten Elektroden nicht wesentlich beeinflusst.

## 5. RESTLICHE FERTIGUNG

**[0107]** Obwohl nicht dargestellt, kann eine wahlfreie Ladungstransportschicht, die als Elektronentransportschicht dient, über der organischen aktiven Schicht **250** ausgebildet werden. Die wahlfreie Ladungstransportschicht kann mindestens ein Material enthalten, das unter Aluminiumtris(8-hydroxychinolin) oder anderen Materialien ausgewählt ist, die herkömmlicherweise als Elektronentransportschichten in organischen elektronischen Bauelementen verwendet werden. Die wahlfreie Ladungstransportschicht kann durch ein oder mehrere unterschiedliche Verfahren ausgebildet werden, zu denen Schleuderbeschichten, Gießen, (chemisches oder physikalisches) Aufdampfen, Drucken (Tintenstrahldruck, Siebdruck, Lösungsverteilung oder eine Kombination davon), andere Abscheidungsverfahren oder eine Kombination für entsprechende Materialien gehören, wie weiter unten beschrieben. Die Elektronentransportschicht hat typischerweise eine Dicke in einem Bereich von etwa 30–500 nm, gemessen über dem Substrat **200** an einer von den ersten Elektroden **220** entfernten Stelle.

**[0108]** Über der organischen Schicht **230**, welche die Ladungstransportschicht **240** und die organische aktive Schicht **250** enthält, wird eine zweite Elektrode **502** ausgebildet, wie in [Fig. 5](#) dargestellt. In dieser konkreten Ausführungsform dient die zweite Elektrode **502** als gemeinsame Kathode für eine Matrix. Die Oberfläche der zweiten Elektrode **502** enthält ein Material mit niedriger Austrittsarbeit. Die zweite Elektrode **502** enthält ein oder mehrere Metalle der Gruppe 1, Metalle der Gruppe 2 oder andere Materialien, die herkömmlicherweise für Kathoden in organischen elektronischen Bauelementen verwendet werden.

**[0109]** Die zweite Elektrode **502** kann unter Anwendung eines oder mehrerer von einer Anzahl unterschiedlicher Verfahren ausgebildet werden, zu denen eine herkömmliche Beschichtung, Gießen, (chemisches oder physikalisches) Aufdampfen, Drucken (Tintenstrahldruck, Siebdruck, Lösungsverteilung oder eine Kombination davon) oder andere Abscheidungsverfahren oder eine Kombination davon gehören. Die zweite Elektrode **502** kann als strukturierte Schicht ausgebildet werden (z. B. unter Verwendung einer Schattenmaske), oder indem die Schicht(en) über der gesamten Matrix aufgebracht und eine herkömmliche Strukturierungsfolge angewandt wird. Die zweite Elektrode **502** hat eine Dicke in einem Bereich von etwa 100–2000 nm.

**[0110]** Andere Schaltungen, die in [Fig. 5](#) nicht dargestellt sind, können unter Verwendung einer Anzahl der früher beschriebenen oder zusätzlicher Schichten ausgewählt werden. Obwohl nicht dargestellt, können zusätzliche Isolierschicht(en) und Verdrahtungsebene(n) ausgebildet werden, um Schaltungen in Peripheriebereichen (nicht dargestellt) zu ermöglichen, die außerhalb der Matrix liegen können. Zu diesen Schaltungen können Zeilen- oder Spaltendecodierer, Strobe-Impulse (z. B. Matrixzeilenimpulse, Matrixspaltenimpulse) oder Meßverstärker gehören. Alternativ können derartige Schaltungen vor, während oder nach der Ausbildung irgendwelcher, in [Fig. 5](#) dargestellter Schichten gebildet werden, wie in [Fig. 5](#) dargestellt.

**[0111]** Ein Deckel **522** mit einem Trockenmittel **524** wird an dem Substrat **200** an Stellen (nicht dargestellt) außerhalb der Matrix angebracht, um ein im wesentlichen abgeschlossenes Bauelement zu bilden. Zwischen der zweiten Elektrode **502** und dem Trockenmittel **524** liegt ein Zwischenraum **526**. Die für den Deckel **522** und das Trockenmittel **524** verwendeten Materialien und der Befestigungsvorgang sind herkömmlich.

**[0112]** [Fig. 5](#) enthält zwei Pixel, die jeweils rote, grüne und blaue strahlungsemitierende Komponenten aufweisen. Die roten strahlungsemitierenden Komponenten enthalten die rot dotierten Bereiche **402**, die grünen Komponenten enthalten die grün dotierten Bereiche **404**, und die blauen Komponenten enthalten undotierte Abschnitte (die im wesentlichen frei von den roten und grünen Gastmaterialien sind) der organischen aktiven Schicht **250**, die zwischen zwei von den ersten Elektroden **220** und der zweiten Elektrode **502** liegen.

**[0113]** In einer Ausführungsform (nicht dargestellt), wird ein organisches Material, das zur Emission von blauem Licht imstande ist, zumindest über einem Teil einer ersten organischen Schicht aufgedampft. Zu den organischen Materialien für diese aufgedampfte, blau emittierende Schicht können gehören: Aluminium(III)bis(2-methyl-8-chinolinato)-4-phenylphenolat ("BALq"), Diphenylanthracen-Derivate, Dinaphthylanthracen-Derivate, 4,4-Bis(2,2-diphenylethen-1-yl)-biphenyl ("DPVBI"), 9,10-Di-β-naphthylanthracen,



9,10-Di(naphthenyl)anthracen, 9,10-Di-(2-naphthyl)anthracen ("ADN"), 4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl ("CBP"), 9,10-Bis-[4-(2,2-diphenylvinyl)-phenyl]anthracen (BDPVPA), Anthracen, 9,10-Diphenylanthracen ("DPA"), N-Arylbenzimidazole (wie z. B. "TPBI"), 2-tert-Butylphenyl-5-biphenyl-1,3,4-oxadiazol ("PBD"), 1,4-Bis[2-(9-ethyl-3-carbazoyl)vinylenyl]benzol, 4,4'-Bis[2-(9-ethyl-3-carbazoyl)vinylenyl]-1,1'-biphenyl, 9,10-Bis[2,2-(9,9-fluorenylen)vinylenyl]anthracen, 1,4-Bis[2,2-(9,9-fluorenylen)vinylenyl]benzol, 4,4'-Bis[2,2-(9,9-fluorenylen)vinylenyl]-1,1'-biphenyl, Perylen, substituierte Perylene, Tetra-tert-butylperylene ("TBPe"), Bis(3,5-difluor-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium III ("F(Ir)Pic"), Pyren, substituierte Pyrene, Styrylamine, andere organische niedermolekulare Materialien, die blaues Licht emittieren können, und Kombinationen davon.

**[0114]** Die aufgedampfte Schicht gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann aus einem einzigen Material, aus einer gleichzeitigen Abscheidung von mehr als einem Material, als eine mehrlagige Schicht aus mehr als einem Material oder als eine einlagige Schicht mit kontinuierlich veränderlicher Zusammensetzung, die durch die Abscheidungsparameter bestimmt wird, gebildet werden. Diese aufgedampfte Schicht kann als zusammenhängende Schicht oder als strukturierte Schicht gebildet werden. Außer der Bereitstellung einer blauen Emission kann die aufgedampfte Schicht auch als Elektronentransportschicht, als Elektroneninjektionsschicht, als Löchersperrschicht und als Kombination davon dienen.

## 6. ALTERNATIVE AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0115]** [Fig. 6](#) enthält eine Darstellung, wo jede der blauen Komponenten einen blau dotierten Bereich **606** aufweist. Das Verfahren zur Bildung der dotierten Bereiche **606** ist ähnlich dem Verfahren, das in Bezug auf die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschrieben und dargestellt wurde.

**[0116]** In einer weiteren Ausführungsform können die flüssigen Zusammensetzungen vor der Ausbildung einer organischen Schicht über einem Substrat aufgebracht werden. Wie aus [Fig. 7](#) erkennbar, werden erste Elektroden **220** über dem Substrat **200** ausgebildet. Ätzgrubenstrukturen **730** werden nach einem herkömmlichen Verfahren ausgebildet, wie z. B. Auftrag einer Photoresistschicht und deren Strukturierung. Die Ätzgrubenstrukturen können eine Dicke in einem Bereich von etwa 2–5 µm aufweisen. Die Ladungstransportschicht **240** kann über den ersten Elektroden **220** und zwischen den Ätzgrubenstrukturen **730** unter Anwendung eines früher beschriebenen Verfahrens ausgebildet werden. Flüssige Zusammensetzungen **302** und **304** werden unter Anwendung eines oder mehrerer der oben beschriebenen Verfahren über der Ladungstransportschicht **240** aufgebracht. Die flüssigen Medien innerhalb der flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** können zu diesem Zeitpunkt verdampft werden oder nicht.

**[0117]** Die organische aktive Schicht **205** wird über der Ladungstransportschicht **240** und zwischen den Ätzgrubenstrukturen **730** ausgebildet, wie in [Fig. 8](#) dargestellt. Das eine oder die mehreren Gastmaterialien innerhalb der flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** können sowohl in die Ladungstransportschicht **240** als auch in die organische aktive Schicht **250** wandern, um eine rot dotierte Ladungstransportschicht **842** und eine rot dotierte organische aktive Schicht **852** für die rote organische elektronische Komponente **802** zu bilden und eine grün dotierte Ladungstransportschicht **844** sowie eine grün dotierte organische aktive Schicht **854** für die grüne organische elektronische Komponente **804** zu bilden. Die Ladungstransportschicht **240** und die organische aktive Schicht **250** der blauen organischen elektronischen Komponente **806** sind im wesentlichen frei von Gastmaterialien. Die organischen aktiven Schichten **852**, **854** und **250** können gehärtet werden, um die organischen aktiven Schichten **852**, **854** und **250** im wesentlichen zu verfestigen. Die Herstellung der zweiten Elektrode **502** und die anschließende Verarbeitung können durchgeführt werden, wie weiter oben beschrieben.

**[0118]** In dieser Ausführungsform existiert ein Verarbeitungsspielraum, um die Bildung der organischen aktiven Schicht **250** nach dem Aufbringen der flüssigen Zusammensetzungen **302** und **304** über den ersten Elektroden **220** zu ermöglichen. Die Ätzgrubenstrukturen **730** tragen dazu bei, die Gastmaterialien innerhalb der Zusammensetzungen **302** und **304** von einer Wanderung in unerwünschte Bereiche abzuhalten.

**[0119]** In einer weiteren Ausführungsform (nicht dargestellt) können flüssige Zusammensetzungen, die Gastmaterialien enthalten, vor der Ausbildung der organischen Schicht **230** auf den ersten Elektroden **220** aufgebracht werden. Die flüssigen Medien innerhalb der flüssigen Zusammensetzungen können verdampft werden, damit die Zusammensetzungen im wesentlichen fest werden, bevor die organische Schicht **230** über den ersten Elektroden **220** ausgebildet wird. Die organische Schicht **230** kann ein flüssiges Medium enthalten, das eine Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension mit dem Gastmaterialien bilden und ihre seitliche Wanderung begrenzen kann.

**[0120]** In einer weiteren Ausführungsform kann eine Filterschicht zwischen der organischen Schicht **250** und einer Benutzerseite des organischen elektronischen Bauelements liegen. Das Filter läßt Strahlung bei einer Wellenlänge oder in einem Wellenlängenspektrum durch die Filterschicht durch. Die Filterschicht läßt außerhalb dieser Wellenlänge oder des Wellenlängenspektrums keine erhebliche Strahlungsmenge durch. Daher kann die Filterschicht Strahlung bei unerwünschten Wellenlängen "blockieren".

**[0121]** Über dem Substrat **200** kann eine organische Schicht **900** ausgebildet werden, wie in [Fig. 9](#) dargestellt. Die organische Schicht **900** kann eine oder mehrere Schichten aus fast jedem organischen Material (z. B. eine Polymerschicht) enthalten, das verwendet wird, um einen Teil des Substrats **200** zu bilden. Die organische Schicht **900** kann theoretisch nahezu jede Dicke aufweisen (1 nm bis zu einigen 100 µm oder mehr). Bei zu geringer Dicke kann jedoch die Filterschicht unter Umständen nicht ausreichen, um eine Filterschicht von guter Qualität bereitzustellen. Am anderen Ende des Bereichs wird mit zunehmender Dicke der Filterschicht die Strahlungsdurchlässigkeit durch die Filterschicht reduziert. In einer Ausführungsform hat die organische Schicht **900** eine Dicke im Bereich von etwa 1–10 µm.

**[0122]** Die organische Schicht **900** kann durch ein oder mehrere von einer Anzahl unterschiedlicher Verfahren ausgebildet werden, zu denen Schleuderbeschichten, Gießen, (chemisches oder physikalisches) Aufdampfen, Drucken (Tintenstrahldruck, Siebdruck, Lösungsverteilung oder eine Kombination davon), andere Abscheidungsverfahren oder eine Kombination davon für ein organisches Material gehören. Alternativ kann die organische Schicht **900** unter Anwendung eines mechanischen Verfahrens über dem Substrat **200** ausgebildet werden. Ein mechanisches Verfahren kann die Verwendung einer Klebstoffschicht (nicht dargestellt) auf dem Substrat **200** oder organischen Schicht **900** und das Aufbringen der organischen Schicht **900** nahe dem Substrat **200** beinhalten, so daß die Klebstoffschicht zwischen der organischen Schicht **900** und dem Substrat **200** liegt. Alternativ kann die organische Schicht **900** über dem Substrat **200** aufgebracht und erhitzt werden, um die organische Schicht **900** und das Substrat **200** miteinander verschmelzen zu lassen. Die beschriebenen Verfahren sind nur zwei von möglicherweise vielen anderen anwendbaren mechanischen Verfahren.

**[0123]** Zum Einbringen von Gastmaterialien in die organische Schicht **900** können ein oder mehrere von den Verfahren angewandt werden, die weiter oben in Bezug auf die flüssigen Zusammensetzungen beschrieben wurden. Rot dotierte Bereiche **902** enthalten ein rotes Gastmaterial, grün dotierte Bereiche **904** enthalten ein grünes Gastmaterial, und die blau dotierten Bereiche **906** enthalten ein blaues Gastmaterial.

**[0124]** Die Ausbildung des übrigen organischen elektronischen Bauelements entspricht einem der weiter oben beschriebenen Verfahren, mit der Ausnahme, daß Gastmaterialien der organischen Schicht **930** zugesetzt oder nicht zugesetzt werden können. In einer Ausführungsform enthält die organische Schicht **930** eine organische aktive Schicht **950**, die im wesentlichen weißes Licht emittieren kann. Die rot dotierten Bereiche **902** können rotes Licht und nicht grünes Licht oder blaues Licht durch die organische Schicht **900** zur Benutzerseite des organischen elektronischen Bauelements durchlassen. Die grün dotierten Bereiche **904** und die blau dotierten Bereiche **906** üben ähnliche Funktionen für grünes Licht bzw. blaues Licht aus.

**[0125]** Wenn das organische elektronische Bauelement strahlungsempfangende Komponenten enthält, können die rot dotierten Bereiche **902** rotes Licht und nicht grünes Licht und blaues Licht durch die organische Schicht **900** zur organischen aktiven Schicht **950** durchlassen. Die grün dotierten Bereiche **904** und die blau dotierten Bereiche **906** üben ähnliche Funktionen für grünes Licht bzw. blaues Licht aus.

**[0126]** In einer weiteren Ausführungsform (nicht dargestellt) kann die Fertigung der Filterschicht getrennt vom Substrat **200** durchgeführt werden. Der Fertigungsverfahren für eine der organischen Schicht **900** ähnliche organische Schicht kann durchgeführt werden, und die organische Schicht mit Filterbereichen kann vor, während oder nach der Ausbildung von elektronischen Komponenten an dem Substrat **200** befestigt werden. In einer Ausführungsform können vor dem Anbringen der Filterschicht Treiber- oder andere Schaltungen über dem Substrat **200** ausgebildet werden. Nach dem Anbringen der Filterschicht können die organischen Schichten (z. B. die organische aktive Schicht) für organische elektronische Komponenten ausgebildet werden. Auf diese Weise kann die organische aktive Schicht unter Umständen nicht relativ höheren Temperaturen ausgesetzt werden, die zum Anbringen der Filterschicht an dem Substrat **200** angewandt werden.

**[0127]** In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform kann die Ladungstransportschicht **240** und nicht die organische aktive Schicht **250** die Gastmaterialien enthalten. Obwohl die Ladungstransportschicht **240** theoretisch eine Filterschicht ist, kann das Gastmaterial in der Ladungstransportschicht **240** dazu beitragen, Farbemission oder -empfang durch die organische aktive Schicht **250** näher an die Wellenlängen heranzubringen, die in den Standards der Commission Internationale de l'Éclairage ("CIE") spezifiziert werden.

**[0128]** In einer weiteren Ausführungsform können die Positionen der ersten und zweiten Elektroden umgekehrt werden. Die zweite Elektrode **502** kann im Vergleich zu den ersten Elektroden **220** näher an dem Substrat **200** liegen. Wenn Strahlung durch die zweite Elektrode **502** durchgelassen werden soll, kann die Dicke der zweiten Elektrode **502** verringert werden, um ausreichend Strahlung (mindestens 70%) durchzulassen.

**[0129]** In einer weiteren Ausführungsform kann anstelle von oder zusätzlich zu Strahlung, die durch die Substratseite des organischen elektronischen Bauelements emittiert oder empfangen wird, Strahlung durch eine dem Substrat **200** gegenüberliegende Seite des organischen elektronischen Bauelements emittiert oder empfangen werden. In einem derartigen Bauelement können die zweite Elektrode **502** und der Deckel **522** jeweils mindestens 70% der Strahlung durchlassen, die durch die organische aktive Schicht **250** emittiert oder empfangen werden soll. Der Ort des Trockenmittels **524** kann so verändert werden, daß es nicht über den ersten Elektroden **220** liegt. Alternativ kann das Trockenmittel **524** ein oder mehrere Materialien von einer Dicke enthalten, wo mindestens 70% der durch die organische aktive Schicht **250** zu emittierenden oder zu empfangenden Strahlung durch das Trockenmittel **524** durchgelassen wird.

**[0130]** In einer weiteren Ausführungsform kann die zweite Elektrode **502** durch mehrere zweite Elektroden ersetzt werden. Eine oder mehrere von den Komponenten in [Fig. 5](#) können ihre eigene zweite Elektrode aufweisen oder die zweite Elektrode mit einigen oder allen anderen Komponenten in einer Matrix gemeinsam nutzen.

**[0131]** Die weiter oben beschriebenen Dotierungsverfahren können für nahezu jedes organische elektronische Bauelement mit einer organischen aktiven Schicht angewandt werden. [Fig. 5](#) enthält zwar eine Konfiguration, die bei einem OLED-Aktivmatrixbildschirm verwendet werden kann, aber die Konfiguration kann für einen OLED-Passivmatrixbildschirm verändert werden, indem die ersten Elektroden **220** zu leitfähigen Streifen ausgerichtet werden, deren Längen sich in eine erste Richtung erstrecken, und die zweite Elektrode **502** in leitfähige Streifen umgewandelt wird, deren Längen sich in eine andere Richtung erstrecken, die im wesentlichen senkrecht zu der ersten Richtung ist. Treiberschaltungen (in [Fig. 5](#) nicht dargestellt) werden unter Umständen für den OLED-Passivmatrixbildschirm nicht benötigt. Nach Durchlesen der vorliegenden Patentbeschreibung werden Fachleute erkennen, daß weitere Modifikationen für andere Typen von organischen elektronischen Bauelementen vorgenommen werden können, um die geeigneten Funktionen derartiger Bauelemente (z. B. Sensormatrizen, Solarzellen usw.) zu erzielen.

**[0132]** In einer weiteren Ausführungsform können die organischen Schichten **230**, **852**, **854**, **900** oder eine Kombination davon so ausgelegt werden, daß sie Strahlung bei einer oder mehreren Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Lichtspektrums emittieren, empfangen oder durchlassen. Zum Beispiel kann eine der organischen elektronischen Komponenten so konstruiert sein, daß sie die organische aktive Schicht **250** oder **750** UV-, IR-, andere unsichtbare Strahlung oder irgendeine Kombination davon emittieren oder empfangen läßt. In einer weiteren Ausführungsform können strahlungsemittierende Komponenten und strahlungsempfangende Komponenten im gleichen Bauelement verwendet werden. In einer weiteren Ausführungsform können innerhalb des gleichen organischen elektronischen Bauelements ein oder mehrere der organischen elektronischen Komponenten Strahlung innerhalb des sichtbaren Lichtspektrums emittieren oder empfangen, und eine oder mehrere der organischen elektronischen Komponenten können Strahlung außerhalb des sichtbaren Lichtspektrums (z. B. UV, IR oder beide) emittieren oder empfangen. Die Anzahl der Kombinationen ist nahezu unbegrenzt.

**[0133]** Die hierin beschriebenen Konzeptionen können angewandt werden, um organische Schichten zu beeinflussen, die nicht so konstruiert sind, daß sie Strahlung emittieren, empfangen oder filtern. Eine derartige Anwendung kann benutzt werden, um Schaltungselemente auszubilden, zu denen Transistoren, Widerstände, Kondensatoren, Dioden oder Kombinationen davon gehören. Das Gastmaterial kann den Widerstands- oder Leitfähigkeitstyp (p-leitend oder n-leitend) einer organischen aktiven Schicht ändern. Genauer gesagt, das Gastmaterial kann verwendet werden, um Schwellenspannungen oder Verstärkungen von Transistoren einzustellen, stromführende Elektroden zu definieren (z. B. Source-Bereiche, Drain-Bereiche Source/Drain-Bereiche, Emitterbereiche, Kollektorbereiche, inaktive Basisbereiche, Widerstandskontakte, Kondensatorkontakte und Kombinationen davon), pn-Übergänge für Kondensatoren und Dioden zu bilden, und Kombinationen davon. Zu beachten ist, daß diese elektronischen Komponenten in logischen, Verstärkungs- oder anderen Schaltungen eingesetzt werden können und wegen ihrer strahlungsbezogenen Eigenschaften verwendet oder nicht verwendet werden können.

## 7. ELEKTRONISCHER BETRIEB DES ORGANISCHEN ELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

**[0134]** Wenn die organischen elektronischen Komponenten innerhalb des organischen elektronischen Bauelements strahlungsemitierende Komponenten sind, werden geeignete Potentiale an die ersten Elektroden **220** und die zweite Elektrode **502** angelegt. Indem eine oder mehrere der strahlungsemitierenden Komponenten ausreichend in Durchlaßrichtung vorgespannt werden, kann diese Vorspannung in Durchlaßrichtung die Emission von Strahlung aus der organischen aktiven Schicht **250** bewirken. Zu beachten ist, daß eine oder mehrere der strahlungsemitierenden Komponenten während des normalen Betriebs des organischen elektronischen Bauelements abgeschaltet sein können. Zum Beispiel können die Potentiale und der Strom, die für die strahlungsemitierenden Komponenten verwendet werden, so eingestellt werden, daß die Intensität der von solchen Komponenten emittierten Farbe verändert wird, um nahezu jede Farbe innerhalb des sichtbaren Lichtspektrums zu erzielen. In Bezug auf die drei ersten Elektroden **220**, die der rechten Seite von [Fig. 5](#) am nächsten liegen, ist für die Anzeige von rot die strahlungsemitierende Komponente einschließlich des dotierten Bereichs **402** eingeschaltet, während die anderen beiden strahlungsemitierenden Komponenten ausgeschaltet sind. In einem Bildschirm können Signale an Zeilen und Spalten übermittelt werden, um die entsprechenden Gruppen von strahlungsemitierenden Komponenten zu aktivieren und eine Anzeige für einen Betrachter in einer für den Menschen verständlichen Form wiederzugeben.

**[0135]** Wenn die organischen elektronischen Komponenten innerhalb des organischen elektronischen Bauelements strahlungsempfangende Komponenten sind, dann können die strahlungsempfangenden Komponenten in Sperrrichtung auf ein vorgegebenes Potential vorgespannt werden (z. B. weist die zweite Elektrode **502** ein Potential auf, das um etwa 5–15 Volt höher ist als das Potential der ersten Elektrode(n) **220**). Wenn Strahlung bei der angestrebten Wellenlänge oder im angestrebten Wellenlängenspektrum durch die organische aktive Schicht empfangen wird, dann nimmt die Anzahl der Ladungsträger (d. h. der Elektron-Loch-Paare) innerhalb der organischen aktiven Schicht zu und verursacht einen Anstieg des Stroms, der durch Meßverstärker (nicht dargestellt) in den peripheren Schaltungen außerhalb der Matrix gemessen wird.

**[0136]** In einer voltaischen Zelle, wie z. B. einer Sperrschichtphotozelle, kann Licht oder andere Strahlung in Energie umgewandelt werden, die ohne äußere Energiequelle fließen kann. Die leitfähigen Elemente **220** und **502** können mit einem Akkumulator (der aufzuladen ist) oder einer elektrischen Last verbunden werden. Nach dem Durchlesen der vorliegenden Patentbeschreibung werden Fachleute in der Lage sein, die elektronischen Komponenten, peripheren Schaltungen und möglicherweise entfernte Schaltungen so zu konstruieren, daß sie ihren besonderen Bedürfnissen für ihr individuelles organisches elektronisches Bauelement am besten entsprechen.

## 8. VORTEILE

**[0137]** Unerwarteterweise können die oben beschriebenen Prozesse benutzt werden, um lokalisierte dotierte Bereiche in einer organischen Schicht vor oder nach der Ausbildung der organischen Schicht zu bilden, wobei der Gastmaterialkonzentrationsgradient zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen einer organischen Schicht (in der Nähe der Elektroden) im Vergleich zu herkömmlichen Diffusionsprozessen kleiner ist, und ohne die erhebliche seitliche Wanderung, die bei vielen herkömmlichen Diffusionsprozessen zu beobachten ist. Eine wesentliche Menge des Gastmaterials, wenn nicht das gesamte Gastmaterial, wandert in die organische Schicht. Das Gastmaterial kann in die organische Schicht "gezogen" werden und die Durchführung eines thermischen Diffusionsprozesses unnötig machen. Daher dürften keine Probleme mit einer zu starken seitlichen Diffusion auftreten. Außerdem dürften keine "Teil"-Diffusionen (nur durch einen Teil der organischen Schicht) oder steile Konzentrationsgradienten für Gastmaterial in Dickenrichtung einer organischen Schicht auftreten.

**[0138]** Vergleichen wir den neuen Prozeß mit einem herkömmlichen Prozeß. In einem herkömmlichen Prozeß läßt man ein Gastmaterial aus einer Tinte außerhalb der organischen Schicht diffundieren, und nicht mehr als etwa 25% des Gastmaterials treten in die organische Schicht ein. Die Konzentrationen des Gastmaterials in der Nähe der ersten und zweiten Elektroden können sich bei Anwendung dieses herkömmlichen Verfahrens um einige wenige bis mehrere Größenordnungen unterscheiden. In den hierin beschriebenen neuen Verfahren dürften sich die Gastmaterialkonzentrationen in der Nähe der ersten und zweiten Elektroden um weniger als eine Größenordnung unterscheiden, und möglicherweise noch weniger. Der niedrigere Konzentrationsgradient ermöglicht einen Betrieb der organischen elektronischen Komponente(n) über eine größere Potentialdifferenz, ohne eine Verschiebung eines Emissions- oder Empfangsspektrums zu verursachen. Daher ist eine bessere "Graustufen"-Intensitätssteuerung zu beobachten. Außerdem kann bei mit dem Alter abnehmendem Wirkungsgrad eines solchen Bauelements das organische elektronische Bauelement ohne wesentliche Verschiebung des Emissionsspektrums mit höheren Spannungen betrieben werden.

**[0139]** Vergleichen wir den neuen Prozeß mit einem herkömmlichen Diffusionsprozeß, wobei die Diffusion durchgeführt wird, bis der Gastmaterialkonzentrationsgradient annähernd gleich null ist (Konzentrationen in der Nähe einander gegenüberliegender Seiten der organischen Schicht sind im wesentlichen gleich). Dieser herkömmliche Diffusionsprozeß läßt eine zu starke seitliche Diffusion zu und macht seine Anwendung innerhalb einer hochauflösenden Matrix sehr schwierig.

**[0140]** Wenn ein thermischer Gastmaterialantriebsschritt bei dem herkömmlichen Tintendiffusionsprozeß verwendet wird, um den Gastmaterialkonzentrationsgradienten zu verringern, kann das Gastmaterial gleichfalls seitlich bis zu einem Punkt wandern, wo es die einwandfreie Strahlungsemission oder den Strahlungsempfang benachbarter organischer elektronischer Komponenten stören könnte. In einer Filterschicht kann das Filter unerwünschte Filtereigenschaften aufweisen. Da die neuen Prozesse keinen Gastmaterialantriebsschritt verwenden, wird der Umfang der seitlichen Wanderung von Gastmaterial relativ niedrig gehalten.

**[0141]** Die neuen Verfahren können angewandt werden, um Gastmaterialien in eine organische aktive Schicht einzubringen und dennoch gute Ausbeuten zu erzielen, da kein Tintendiffusionsprozeß erforderlich ist. Es können höhere Ausbeuten als 0,4 cd/A erreicht werden. In einer Ausführungsform beträgt die Ausbeute eines rot dotierten organischen aktiven Bereichs mindestens 1,1 cd/A, die Ausbeute eines grün dotierten organischen aktiven Bereichs beträgt mindestens 3,0 cd/A, und die Ausbeute eines blau dotierten organischen aktiven Bereichs beträgt mindestens 1,1 cd/A. Noch höhere Ausbeuten sind möglich.

**[0142]** Das neue Verfahren ist nicht so dickenempfindlich wie das herkömmliche Tintendiffusionsverfahren. Da der Gastmaterialkonzentrationsgradient niedriger ist, kann das Volumen der flüssigen Verbindung(en) auf verschiedene Dicken eingestellt werden. Das Verfahren läßt mehr Flexibilität zu, wenn eine andere Dicke der organischen Schicht gewünscht wird. Das herkömmliche Tintendiffusionsverfahren ist wegen des hohen Konzentrationsgradienten hochempfindlich gegen Dickenänderungen. Außerdem ist bei dem neuen Verfahren kein thermischer Diffusionsverarbeitungsschritt erforderlich.

**[0143]** Bei der Ausbildung organischer elektronischer Bauelemente können abruptere pn-Übergänge gebildet werden. Die abrupteren Übergänge tragen dazu bei, die Durchbruchspannung zu erhöhen und die Kapazität an diesen Übergängen zu verbessern. Außerdem können unter Verwendung der gleichen organischen aktiven Schicht Anreicherungs- und Verarmungstransistoren ausgebildet werden. Es können kleinere und dichter beabstandete elektronische Komponenten hergestellt werden, und dadurch kann die Schaltkreisdichte erhöht werden. Außerdem ermöglicht eine geringere seitliche Diffusion die Ausbildung kleinerer elektronischer Komponenten.

**[0144]** In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann (können) das flüssige Medium (die Medien) der flüssigen Zusammensetzung mit der organischen Schicht wechselwirken und auf diese Weise die Viskosität der entstehenden Lösung, Dispersion, Emulsion oder Suspension erhöhen. Die erhöhte Viskosität trägt dazu bei, die seitliche Bewegung unter Kontrolle zu halten, während sich die flüssigen Medien (das Medium) und das (die) Gastmaterial(ien) ihren Weg durch die Dicke der organischen Schicht bahnen. Daher sind Ätzgrubenstrukturen nicht erforderlich, können aber, wenn dies gewünscht wird, verwendet werden. Wenn keine Ätzgrubenstrukturen ausgebildet werden, können sich die Verfahrensschritte reduzieren, wodurch Produktionskosten eingespart und möglicherweise Ausbeuten verbessert werden.

**[0145]** Das neue Verfahren kann unter Verwendung vorhandener Ausrüstungen durchgeführt und in ein existierendes Verfahren ohne wesentliche Modifikation des Verfahrens integriert werden. Daher kann das neue Verfahren ohne erhebliches Risiko implementiert werden, neue Ausrüstungen kennenlernen und charakterisieren zu müssen oder während der Integration des Verfahrens übermäßige Komplikationen zu erzeugen.

## BEISPIELE

**[0146]** Die folgenden konkreten Beispiele sollen die Erfindung veranschaulichen und nicht den Umfang der Erfindung einschränken.

### BEISPIEL 1

**[0147]** Dieses Beispiel demonstriert, daß eine geeignete Manipulation physikalischer Eigenschaften der organischen aktiven Schicht und der flüssigen Zusammensetzung organische elektronische Komponenten in einem organischen elektronischen Bauelement liefert, ohne Dämme oder Gruben zu benötigen.



**[0148]** Organische elektronische Komponenten werden so gefertigt, daß sie die folgende Struktur aufweisen: Indium-Zinnoxid (ITO) (erste Elektroden oder Anoden)/Pufferpolymer/organische aktive Schicht/zweite Elektrode (Kathode). Die Substrate bestehen aus ITO-beschichtetem Glas von 30 × 30 mm (Nenngröße). Die Ladungstransportschicht ist ein PEDOT-Material (BAYTRON-P, Bayer AG, Deutschland). Die organischen aktiven Schichten enthalten ein blau emittierendes Poly(spirobifluoren)-Material (ein Wirtsmaterial, das ohne irgendwelche Gastmaterialien blaues Licht emittieren kann). PEDOT wird bei Raumtemperatur auf ein Flachglas/ITO-Substrat aufgeschleudert und dann etwa 5 Minuten bei etwa 200°C gehärtet. Die Schichtdicke beträgt etwa 150 nm, gemessen mit einem Dektec-Oberflächenprofilmeßgerät. Dann wird die organische aktive Schicht für blaue Farbe bei etwa 1000 U/min aus einer etwa 0,5%-igen Anisol-o-xylol-Lösung aufgebracht, woraus sich eine Schichtdicke von etwa 70–100 nm ergibt.

**[0149]** Eine flüssige Zusammensetzung enthält ein rotes Gastmaterial (ein rot emittierendes Poly(spirobifluoren)-Material, 1,1%, 11 mg/ml) und flüssige Medien einschließlich Zusatzlösungsmittel aus Anisol-o-xylol:3,4-DMA. Die flüssige Zusammensetzung wird auf vordefinierte Bereiche mit einer Einzeldüsen-Tintenstrahlmaschine mit einem Düsenennendurchmesser von 30 µm aufgetropft. Der Abstand zwischen jedem Tropfen wird auf etwa 90 µm eingestellt, und der Abstand zwischen den Tropfenzeilen beträgt etwa 200 nm. Die Tropfen fließen nicht ineinander und bleiben bei einer festen Breite, die durch Parameter wie z. B. das Tropfenvolumen und die Dicke der organischen aktiven Schicht bestimmt wird. Die Größe der runden roten Flecke beträgt etwa 80 µm oder annähernd ein Drittel des Abstands zwischen benachbarten Zeilen. Die Schicht wird dann etwa 10 Minuten bei 120°C gehärtet. Die zweite Elektrode wird unter Verwendung eines thermischen Verdampfers aufgebracht und enthält etwa 3,5 nm Ba, das mit etwa 500 nm Aluminium abgedeckt wird. Bei einer Vorspannung von etwa 4 V zwischen der ITO- und der zweiten Elektrode beträgt die Emissionsintensität annähernd 200 cd/m<sup>2</sup>.

**[0150]** Als Alternative wird die rote flüssige Zusammensetzung durch eine grüne flüssige Zusammensetzung ausgetauscht. Das rote Gastmaterial wird durch ein oder mehrere grüne Gastmaterialien ausgetauscht (z. B. ein Polyfluoren der Green 1300 Series, Dow Chemical Company, Midland, MI). Die Details der Verarbeitung und die verwendete Ausrüstung sind im wesentlichen die gleichen wie weiter oben beschrieben. Mit grünen Emissionszonen wird eine ähnliche Pixelgröße erzielt.

**[0151]** Dieses Beispiel demonstriert, daß die hierin beschriebenen Verfahren zur Fertigung organischer elektronischer Bauelemente mit mehreren Farben angewandt werden können (d. h. Bereiche, die nur das Wirtsmaterial der organischen aktiven Schicht aufweisen, emittieren blaues Licht, Bereiche mit Wirtsmaterial und rotem Gastmaterial emittieren rotes Licht, und Bereiche mit dem Wirtsmaterial und grünem Gastmaterial emittieren grünes Licht). Dieses Beispiel demonstriert außerdem, daß zur Abgrenzung von Emissionszonen keine Grubenstrukturen benötigt werden.

## BEISPIEL 2

**[0152]** Es wird ein ähnliches Experiment wie Beispiel 1 ausgeführt, wobei ein vollfarbiger Bildschirm mit einem Pixelnennabstand von 200 µm verwendet wird. Der Durchmesser der Tintenstrahldüse wird auf etwa 20 µm verkleinert, und unter Verwendung dieser Düse mit kleinerem Durchmesser wird ein Mehrfarbenbildschirm in einer vordefinierten Struktur erzeugt. Der Durchmesser der roten oder grünen Emissionszonen wird auf etwa 65 µm reduziert. Folglich demonstriert dieses Beispiel, daß die hierin beschriebenen Verfahren zur Fertigung von Vollfarbenbildschirmen mit einer Teilung von weniger als 200 µm angewandt werden können.

## BEISPIEL 3

**[0153]** Vollfarbenbildschirme mit roten, grünen und blauen Polymerzeilen werden unter Anwendung eines ähnlichen Verfahrens wie dem in Beispiel 1 beschriebenen hergestellt. Ein Tintenstrahldrucker mit 40 Düsen wird für die Definition von Farbpixeln benutzt. Der Durchmesser dieser Düsen beträgt etwa 35 µm, und die Schrittbewegung zwischen jedem Tropfen beträgt etwa 85 µm. Das Substrat hat eine Nenngröße von 100 mm × 100 mm (4 Zoll × 4 Zoll) mit einer Bildfläche von etwa 80 mm × 60 mm (3,2 Zoll × 2,4 Zoll). Das Substrat enthält keine Grubenstrukturen. Die roten, grünen und blauen Farbstreifen lassen erkennen: (1) ein Zeilenmuster kann ohne Verwendung von Dammstrukturen erzielt werden und (2) ein Vollfarbenbildschirm kann mit 100 Pixel pro Zoll (entsprechend einer Teilung von 254 µm) hergestellt werden.

**[0154]** Vollfarben-Aktivmatrixbildschirme werden auch mit einem Substrat mit Dünnschichttransistor-Pixeltreibern hergestellt. Zwischen den Pixeltreibern und den ITO-Kontakten wird eine organische aktive Schicht aufgebaut. Ebenso wie in den Beispielen 1 und 2 sind für die Eindämmung der Farbtinte keine Dammstrukturen

erforderlich.

#### BEISPIEL 4

**[0155]** In diesem Beispiel wird ein vollfarbiges Bauelement mit Hintergrundbeleuchtung von völlig planarer Struktur hergestellt (d.h. das Indium-Zinnoxid (ITO) ist zusammenhängend, keine Kontaktstellen oder Spalten). Ausgehend von einem optisch flachen Glas-ITO-Substrat werden PEDOT und eine organische Schicht (ein Wirtsmaterial, das blaues Licht emittieren kann) auf das Substrat aufgeschleudert (wie weiter oben beschrieben). Zur Ausbildung von Zeilen einer roten flüssigen Zusammensetzung und einer grünen flüssigen Zusammensetzung wird Tintenstrahl-Abscheidung benutzt. Die Zeilen sind etwa 80 µm breit, ohne daß irgendeine Grubenstruktur verwendet wird. Dieses Beispiel demonstriert deutlich die Fähigkeit der organischen Schicht, die Ausbreitung der roten und grünen Polymerzeilen zu begrenzen.

**[0156]** Durch Änderung des Tropfenabstands (bei konstanten Tropfenvolumina von etwa 30 Picoliter) können die Zeilenbreiten von etwa 80 µm (bei einem Tropfenabstand von 85 µm) bis etwa 150 µm (bei einem Tropfenabstand von 30 µm) variiert werden, wodurch dieses Verfahren für die Herstellung von Bildschirmen mit größerer Fläche geeignet wird. Da die Tropfen bei größeren Tropfenabständen relativ isoliert voneinander sind, wird die seitliche Ausbreitung der flüssigen Zusammensetzungen durch das Volumen der einzelnen Tropfen begrenzt, und die Zeilenbreite ist kleiner. Umgekehrt besteht, wenn die Tropfen dichter zusammen liegen, eine stärkere Überlappung und Wechselwirkung zwischen flüssigen Zusammensetzungen benachbarter Tropfen, wodurch eine größere seitliche Diffusion jedes einzelnen Tropfens gefördert wird, die zu einer größeren Zeilenbreite führt. Falls in dieser Situation die Tropfen näher beieinander abgeschieden werden, ist das in einer Zeile der roten oder grünen flüssigen Zusammensetzung abgeschiedene Gesamtvolumen der flüssigen Zusammensetzung größer, da für eine einzige Zeile eine größere Anzahl von Tropfen abgeschieden werden.

**[0157]** Entsprechend kann eine Wirtsschicht von niedrigerer Löslichkeit zu einer größeren seitlichen Diffusion der flüssigen Zusammensetzung führen, da unter Umständen ein größeres Volumen der flüssigen Zusammensetzung erforderlich ist, damit das Gastmaterial vollständig und gleichmäßig durch die Dicke der Wirtsschicht diffundieren kann.

#### BEISPIEL 5

**[0158]** Die Farbstabilität kann über eine Stromschwankung von 2–3 Größenordnungen für einen vollfarbigen Bildschirm aufrechterhalten werden und ermöglicht eine Graustufensteuerung für jede Farbe ohne wesentliche Verschiebung im Emissionsspektrum.

**[0159]** Rot emittierende und grün emittierende Komponenten werden in einem ähnlichen Verfahren wie dem in Beispiel 1 beschriebenen hergestellt. Eine blau emittierende Komponente wird gleichfalls durch Aufschleudern eines Gastmaterials ohne Tintenstrahl-Druck hergestellt. Die Emissionseigenschaften organischer elektronischer Komponenten werden mit einem Farbanalysator (Chroma Modell 71701) über einen breiten Intensitätsbereich gemessen. Die Ergebnisse sind in den [Fig. 10–Fig. 12](#) dargestellt. Die blaue Komponente weist in [Fig. 12](#) Farbkoordinaten bei x von etwa 0,16 und bei y von etwa 0,20 auf. Die Farbe bleibt über drei Größenordnungen stabil. Die Farben der roten bzw. grünen Komponenten zeigen in den [Fig. 10](#) bzw. [Fig. 11](#) eine ähnliche Farbstabilität über 2–3 Größenordnungen des Intensitätsbereichs (der Steuerstrom änderte sich über entsprechende Stufen). Diese Ergebnisse werden auch in der CIE1931-Farbtabelle demonstriert, wie in [Fig. 13](#) dargestellt. Die Farbstabilitäten der grünen und roten Komponenten, die Gastmaterialien aufweisen, sind ähnlich derjenigen der blauen Komponente, die weitgehend frei von Gastmaterialien ist.

**[0160]** Diese Ergebnisse zeigen, daß die grünen und roten Gastmaterialien mit relativ gleichmäßigen Konzentrationsprofilen in die organische aktive Schicht wandern. Für eine Stromänderung um 2–3 Größenordnungen und eine Rekombinationszone des Bauelements in der dotierten organischen aktiven Schicht bleiben die Farbkoordinaten (und daher das Emissionsprofil) konstant, im Gegensatz zu den drastischen Farbänderungen, die bei bekannten Verfahren beobachtet werden.

**[0161]** Die demonstrierte Farbstabilität über eine Stromänderung um 2–3 Größenordnungen ermöglicht den Betrieb eines vollfarbigen Bildschirms durch Steuerung des Stroms (und damit der Intensität) mit Graustufen von über 6 Bits (64 Stufen), 8 Bits (256 Stufen) und sogar 10 Bits (1024 Stufen) für jede Farbe. Dagegen wird die Graustufensteuerung von Farbpixeln in gegenwärtig bekannten Bauelementen durch andere Mittel (wie z. B. im Zeitbereich) mit einer festen Spitzenintensität (zum Fixieren der Farbe) betrieben.

## BEISPIEL 6

**[0162]** Eine zusammenhängende Schicht aus niedermolekularen Elektronentransportmaterialien kann auf organische Schichten aufgedampft werden, die aus flüssigen Zusammensetzungen gebildet werden.

**[0163]** In diesem Beispiel wird die PEDOT-Löchertransportschicht etwa 1 Minute bei Raumtemperatur mit etwa 1500 U/min auf das Glas-ITO-Substrat aufgeschleudert und dann etwa 10 Minuten bei etwa 180°C gehärtet. Die Dicke der PEDOT-Schicht beträgt etwa 100 nm. Ebenso wie in Beispiel 1 wird dann die blau emittierende organische aktive Poly(spirofluoren)-Schicht aus einer Lösung aufgeschleudert, um eine zusammenhängende Schicht mit einer Dicke von etwa 70–100 nm zu bilden. Wieder dient die blau emittierende Schicht als Wirt für die roten und grünen Gastmaterialien, die mittels Tintenstrahl aus flüssigen Zusammensetzungen abgeschieden werden. Dann wird ein herkömmliches thermisches Aufdampfverfahren angewandt, um eine erste Elektronentransportschicht aus 9,10-Diphenylanthracen ("DPA") und eine zweite Elektronentransportschicht aus Aluminiumtris(8-hydroxychinolin) ("Alq") zu bilden. Die Elektronentransportmaterialien werden im Vakuum bei einem Druck von etwa  $10^{-7}$  Torr auf die organische aktive Elektrolumineszenzschicht aufgedampft und bilden eine zusammenhängende Schicht. In jedem Aufdampfverfahren wird das Quellenmaterial auf etwa 200 bis 250°C erhitzt, um einen Dampf zu bilden, und als Gas zu dem Target transportiert, wo es zu einer Schicht kondensiert. Die Temperatur des Targets ist annähernd Raumtemperatur. Die zweite Elektrode wird gleichfalls als zusammenhängende Schicht unter Verwendung einer thermischen Aufdampfvorrichtung abgeschieden und enthält etwa 0,9 nm LiF, gefolgt von etwa 200 nm Aluminium. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse von getrennten roten, grünen und blauen Bauelementen zusammengefaßt.

TABELLE 1

Bauelement	Emitter	DPA (nm)	Alq (nm)	Farbkoordinaten	EL-Ausbeute (cd/A)
A	Rot	11	8	x=0,66, y=0,33	0,6
B	Grün	11	8	x=0,38, y=0,58	5,6
C	Blau	16	10	x=0,17, y=0,23	2,8
D	Blau	4,5	3,7	x=0,17, y=0,22	3,7

**[0164]** Dieses Beispiel demonstriert, daß eine zusammenhängende Schicht aus niedermolekularen Elektronentransportmaterialien auf organische Schichten aufgedampft werden kann, die aus einer flüssigen Zusammensetzung gebildet werden, um OLED-Bauelemente mit hohen Ausbeuten zu bilden. Außerdem kann die Leistung der Bauelemente durch Variieren der Elektronentransportschicht abgestimmt und verbessert werden.

**[0165]** Obwohl das aufgedampfte DPA-Material ein blauer Fluoreszenzemitter ist (mit Farbkoordinaten von etwa x = 0,17 und y = 0,28), sind die spektralen Leuchtdichten der Bauelemente C und D charakteristisch für das blau emittierende Poly(spirobifluoren)-Material der organischen aktiven Wirtsschicht und nicht charakteristisch für DPA.

## BEISPIEL 7

**[0166]** Die Leistung des Bauelements kann durch Variieren der Löchertransportschicht weiter erhöht werden.

**[0167]** HT1 (ein Gemisch im Gewichtsverhältnis 1:1 aus BAYTRON-P VP Al 4083 und BAYTRON-P VP CH8000, beide von Bayer AG, Deutschland), HT2 (ein PEDOT/Nafion®, wobei Nafion® eine polymere Perfluorsulfonsäure ist, wie in der veröffentlichten PCT-Anmeldung WO 2004/029128 beschrieben) und HT3 (ein Poly[1,4-phenylen-(1-naphthyl)imino-1,4-phenylenhexafluorisopropyliden-1,4-phenylenimino-(1-naphthyl)-1,4-phenylen]) und Kombinationen davon können anstelle der BAYTRON-P-Löchertransportschicht von Beispiel 6 verwendet werden. In diesem Beispiel wird die Löchertransportschicht ("HTL") als einzelne Schicht aus einer Materialzusammensetzung oder als erste Schicht aus einer ersten Materialzusammensetzung, gefolgt von einer zweiten Schicht aus einer zweiten Materialzusammensetzung, auf das Glas/ITO-Substrat aufgebracht. Die aus flüssigen Zusammensetzungen aufgetragenen roten, grünen und blauen Elektrolumineszenzschichten, die durch Aufdampfen aufgetragene Elektronentransportschicht (DPA/Alq) und die Kathodenschicht (LiF/Al) werden ebenso wie in Beispiel 6 ausgebildet. In Tabelle 2 sind die Leistungen der Bauelemente für dieses Beispiel zusammengefaßt.



TABELLE 2

Bauelement	Emitter	1. HTL	2. HTL	Farb-koordinaten	EL-Ausbeute (cd/A)
A	Rot	HT2	HT3	x=0,662, y=0,325	2,0
B	Rot	HT2	keine	x=0,663, y=0,327	2,2
C	Rot	HT1	HT3	x=0,659, y=0,329	1,5
D	Rot	HT1	keine	x=0,661, y=0,328	1,7
E	Grün	HT2	HT3	x=0,391, y=0,577	9,5
F	Grün	HT2	keine	-	-
G	Grün	HT1	HT3	x=0,402, y=0,560	8,8
H	Grün	HT1	keine	x=0,396, y=0,568	6,8
I	Blau	HT2	HT3	x=0,189, y=0,283	5,8
J	Blau	HT2	keine	x=0,178, y=0,281	5,3
K	Blau	HT1	HT3	x=0,173, y=0,233	4,1
L	Blau	HT1	keine	x=0,174, y=0,235	3,8

**[0168]** Wie in Tabelle 2 erkennbar, kann eine weitere Erhöhung der Bauelementleistung durch Verändern der Löchertransportschicht erzielt werden. Außerdem können durch Modifikation der Löchertransportschicht die Verarbeitungseigenschaften für die Bauelementfertigung verbessert werden, indem die Verarbeitungscompatibilität der Oberfläche der Löchertransportschicht mit den flüssigen Zusammensetzungen verbessert wird, welche die Elektrolumineszenzmaterialien enthalten (z. B. verbesserte Benetzung einer Löchertransportschicht durch eine flüssige Zusammensetzung).

## BEISPIEL 8

**[0169]** Ein vollfarbiger Aktivmatrixbildschirm mit einem 4 Zoll-QVGA-Format (320 × RGB × 240 Pixel) kann mit 85 × 255 µm-Subpixeln hergestellt werden. Die roten und grünen Subpixel werden nach ähnlichen Verfahren wie den in Beispiel 7 angewandten ausgebildet. Die blauen Subpixel werden mit der blauen Lumineszenz ausgebildet, die durch eine aufgedampfte organische Schicht aus einem niedermolekularen, blau emittierenden Material bereitgestellt wird (z. B. 9,10-Diphenylanthracen, DPA).

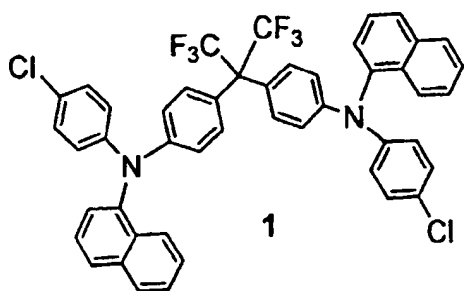
**[0170]** Auf ein Glas/ITO-Substrat mit einer strukturierten Anodenschicht können unter Anwendung eines Schleuderbeschichtungsverfahrens eine zusammenhängende erste Löchertransportschicht aus HT2 (PE-DOT/Nafion®, etwa 100 nm) und eine zusammenhängende zweite Löchertransportschicht aus HT3 (einem Poly[1,4-phenylen-(1-naphthyl)imino-1,4-phenylenhexafluoropropyliden-1,4-phenylenimino-(1-naphthyl)-1,4-phenylen], etwa 30 nm) aufgebracht werden. Die HT3-Schicht funktioniert außerdem als Wirtsschicht für die roten und grünen Gastmaterialien, die aus einer flüssigen Zusammensetzung unter Anwendung eines Präzisionsabscheidungsverfahrens (z. B. Tintenstrahldruck) in ihre entsprechenden Subpixel abgeschieden werden können. Die roten und grünen Gastmaterialien werden abgeschieden und diffundieren in das HT3-Wirtsmaterial. Als nächstes können durch Aufdampfen bei 10<sup>-7</sup> Torr eine zusammenhängende Schicht aus DPA (etwa 11 nm) und eine zusammenhängende Schicht aus Alq (etwa 10 nm) ausgebildet werden. Schließlich wird eine zusammenhängende Kathodenschicht thermisch abgeschieden und kann eine erste Schicht aus etwa 1,2 nm LiF, gefolgt von einer zweiten Schicht von etwa 200 nm Aluminium aufweisen.

**[0171]** In dem fertigen Bauelement dieses Beispiels sind die rote, grüne und blaue Emission für drei verschiedenen Subpixel charakteristisch für das aus einer flüssigen Zusammensetzung (einem rot emittierenden Poly(spirofluoren)) abgeschiedene rote Gastmaterial, das aus einer flüssigen Zusammensetzung (einem grün emittierenden Polyfluoren) abgeschiedene grüne Gastmaterial bzw. das blau emittierende DPA, das als zusammenhängende Schicht aufgedampft wird.

## BEISPIEL 9

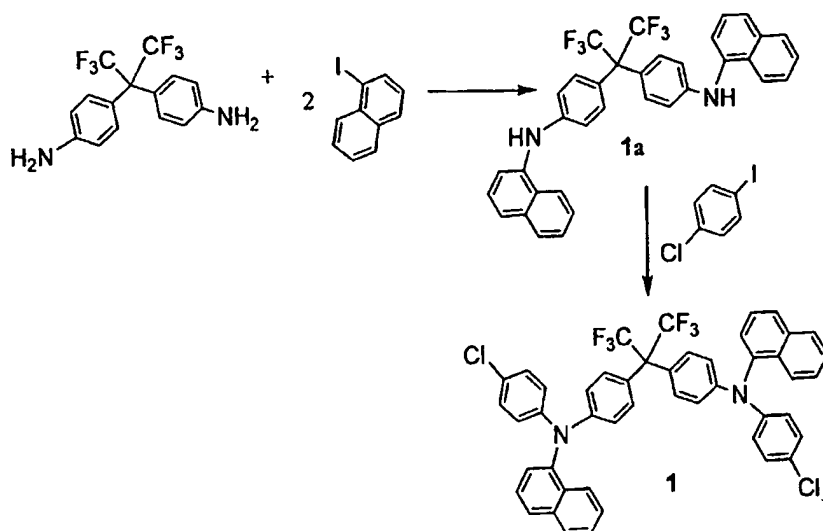
**[0172]** Die Löchertransportschicht HT3 in den Beispielen 7 und 8 kann über den folgenden Syntheseweg hergestellt werden.

Aus dem Monomer 1 erhaltenes Polymer



## Synthese des Monomers 1

**[0173]** Der Syntheseweg zur Verbindung 1 ist nachstehend dargestellt.



**[0174]** Alle Reaktionen wurden unter einer Stickstoffatmosphäre durchgeführt, und der Reaktionskolben wurde von der Raumbeleuchtung ferngehalten. Eine Lösung von 4,4'-(Hexafluorisopropyliden)dianilin (15,0 g), 1-Iodnaphthalin (22,9 g) und NaO<sup>t</sup>Bu (12,95 g) in Toluol (wasserfrei, 300 ml) wurde ein Gemisch aus Tris(dibenzylidenacetone)dipalladium (4,12 g) und P<sup>t</sup>Bu<sub>3</sub> (2,28 g) zugesetzt. Das entstandene Reaktionsgemisch wurde fünf Tage bei Raumtemperatur gerührt, wonach es durch einen Celite-Stopfen filtriert und mit Toluol (3 × 500 ml) gewaschen wurde. Die flüchtigen Substanzen wurden durch Rotationsverdampfung entfernt, und das Produkt wurde durch Säulenchromatographie (Siliciumdioxid) unter Verwendung von EtOAc/Hexan (1:5) und anschließende Kristallisation aus CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/Hexan gereinigt und ergab eine Ausbeute 1a von 67% (17,6 g).

**[0175]** Eine Lösung von 1a (17,6 g) in Toluol (wasserfrei, 480 ml) wurde dann mit 1-Chlor-4-iodbenzol (28,6 g), NaO<sup>t</sup>Bu (8,65 g), Tris(dibenzylidenacetone)dipalladium (2,20 g) und 1,1'-Bis(diphenylphosphin)ferrocen (2,66 g) vermischt. Das entstandene Reaktionsgemisch wurde 48 Stunden auf 100°C erhitzt, wonach es durch einen Celite-Stopfen filtriert und mit Toluol (4 × 250 ml) gewaschen wurde. Die flüchtigen Substanzen wurden entfernt, und das Produkt wurde durch Säulenchromatographie (Siliciumdioxid) unter Verwendung von 1 Liter Hexan, gefolgt von 15% CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/Hexan, gereinigt und ergab 1 als weißes Pulver in einer Ausbeute von 64% (15,4 g).

## POLYMERISATION VON 1

**[0176]** Bis(1,5-cyclooctadien)nickel(0) (3,334 g, 12,12 mmol) wurde einer Lösung von 2,2'-Bipyridyl (1,893 g, 12,12 mmol) und 1,5-Cyclooctadien (1,311 g, 12,12 mmol) in N,N-Dimethylformamid (wasserfrei, 15 ml) zugesetzt. Das entstandene Gemisch wurde 30 Minuten auf 60°C erhitzt. Die Temperatur des Ölbad wurde dann auf 70°C erhöht, und eine Lösung von 1 (4,846 g, 6,0 mmol) in Toluol (wasserfrei, 60 ml) wurde dem gerührten Katalysatorgemisch schnell zugesetzt. Das Gemisch wurde 92 Stunden bei 70°C gerührt. Nach dem Abkühlen des Reaktionsgemischs auf Raumtemperatur wurde es langsam unter kräftigem Rühren in 600 ml eines Aceton/Methanol-Gemischs (Volumenverhältnis 50:50) gegossen, das ~30 ml konzentrierte HCl enthielt. Es bildete sich ein hellgrauer faserförmiger Niederschlag, der beim Rühren teilweise zerfiel. Das Gemisch wurde eine

Stunde gerührt, und der Feststoff wurde durch Filtration isoliert. Der Feststoff wurde in 200 ml Chloroform aufgelöst und unter kräftigem Rühren in 1200 ml eines Aceton/Methanol-Gemischs (50:50) gegossen, das ~30 ml konzentrierte HCl enthielt. Es bildete sich eine hellgraue faserförmige Masse, die eine Stunde gerührt und durch Filtration isoliert wurde. Der Feststoff wurde wieder in 200 ml Chloroform aufgelöst und durch ein Bett (~3–4 cm) aus Silicagel 60 geleitet. Das Filterbett wurde mit 400 ml Chloroform gespült, und die vereinigten Chloroformlösungen wurden auf 150–200 ml eingengt und unter kräftigem Rühren in 1600 ml Aceton/Methanol (Volumenverhältnis 50:50) gegossen. Es entstand ein leicht gebrochen weißer faserförmiger Niederschlag, der eine Stunde gerührt wurde. Der Feststoff wurde durch Filtration isoliert und über Nacht unter Vakuum getrocknet. Der Feststoff wurde in Tetrahydrofuran (250 ml) aufgelöst und dann langsam unter kräftigem Rühren in 1500 ml Ethylacetat gegossen. Das Polymer wurde als leicht gebrochen weiße faserförmige Aufschlammung ausgefällt. Nach einstündigem Rühren dieses Gemischs wurde der Niederschlag durch Filtration isoliert. Dieser Feststoff wurde ein weiteres Mal in Tetrahydrofuran (220 ml) aufgelöst, durch ein 0,2 µm-Spritzenfilter (PTFE-Filtermembran) gefiltert und langsam unter kräftigem Rühren in 1200 ml Methanol gegossen. Das Polymer wurde als weiße faserförmige Aufschlammung ausgefällt, die durch Filtration isoliert wurde. Nachdem das entstandene Material über Nacht unter Vakuum getrocknet wurde, wurden 3,31 g (75%) Polymer isoliert. GPC (THF, Raumtemperatur):  $M_n = 92000$ ,  $M_w = 219900$ ;  $M_w/M_n = 2,39$ .

#### BEISPIEL 10

**[0177]** Die Elektronenstruktur von HT3 wurde mittels Ultraviolett-Photoelektronenspektroskopie ("UPS"), optischer Absorptionsspektroskopie und elektrochemischer Redox-Messungen gemessen. Das niedrigste unbesetzte Molekülorbital (LUMO) und das höchste besetzte Molekülorbital (HOMO) von HT3 sind annähernd 2,0 eV bzw. annähernd 5,7 eV. Da die LUMO der roten, grünen und blauen Emitter (etwa 3,1 eV, etwa 2,9 eV bzw. etwa 2,7 eV) alle größer als das LUMO von HT3 sind, dient das HT3 als wirksame Elektronensperrschicht (die den Elektronentransport von der emittierenden Schicht zur Anode verhindert) und ist außerdem imstande, Löcher von der Anode zur emittierenden Schicht zu transportieren. Dagegen besteht die Hauptfunktion von HT1 und HT2, wenn diese in die Bauelemente gemäß den Beispielen 7 und 8 eingebaut werden, in der Erleichterung der Löcherinjektion in die emittierende Schicht.

**[0178]** Vorstehend sind Nutzen, andere Vorteile und Lösungen für Probleme in Bezug auf bestimmte Ausführungsformen beschrieben worden. Der Nutzen, die Vorteile, Problemlösungen und etwaige Elemente, die dazu führen können, daß irgendein Nutzen, Vorteil oder eine Lösung auftritt oder ausgeprägter wird, sind jedoch nicht als entscheidendes, erforderliches oder wesentliches Merkmal oder Element eines oder aller Patentansprüche aufzufassen.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Bildung organischer Schichten, das aufweist:

Bildung einer ersten organischen Schicht, die mindestens ein organisches Material aufweist, über einem Substrat;

Einlagern mindestens eines Gastmaterials in die erste organische Schicht durch Aufbringen einer ersten flüssigen Zusammensetzung über einem ersten Abschnitt der ersten organischen Schicht, wobei:

die erste flüssige Zusammensetzung mindestens ein erstes Gastmaterial und ein erstes flüssiges Medium aufweist;

die erste flüssige Zusammensetzung in Kontakt mit der ersten organischen Schicht kommt; und

eine wesentliche Menge des ersten Gastmaterials in die erste organische Schicht wandert; und

Aufdampfen einer zweiten organischen Schicht zumindest auf einen Teil der ersten organischen Schicht, wobei die zweite organische Schicht mindestens ein organisches Material aufweist, das blaues Licht emittieren kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste organische Schicht eine weitgehend feste Schicht ist, bevor die erste flüssige Zusammensetzung über der ersten organischen Schicht aufgebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei nach dem Aufbringen der ersten flüssigen Zusammensetzung über der ersten organischen Schicht im wesentlichen das gesamte erste Gastmaterial in die erste organische Schicht wandert.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste organische Schicht ein Material aufweist, das blaues Licht emittieren kann.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste organische Schicht ein Löchertransportmaterial aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste organische Schicht ein elektronenblockierendes Material aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste organische Schicht eine geschlossene Schicht bildet.
8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite organische Schicht eine geschlossene Schicht bildet.
9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite organische Schicht ein Elektronentransportmaterial aufweist.
10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite organische Schicht ein Löcherblockierendes Material aufweist.
11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite organische Schicht im wesentlichen frei von dem ersten Gastmaterial ist.
12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Aufbringen der ersten flüssigen Zusammensetzung über der ersten organischen Schicht ohne eine über dem Substrat vorhandene Ätzgrubenstruktur ausgeführt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner die Ausbildung einer Ätzgrubenstruktur über dem Substrat vor der Bildung der ersten organischen Schicht über dem Substrat aufweist.
14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Aufbringen der ersten flüssigen Zusammensetzung über ersten organischen Schicht unter Anwendung eines Präzisionsbeschichtungsverfahrens ausgeführt wird.
15. Bildschirm, der durch das Verfahren nach Anspruch 1 gebildet wird, wobei:  
der Bildschirm strahlungsemitierende Komponenten aufweist, zu denen mindestens eine erste strahlungsemitierende Komponente, eine zweite strahlungsemitierende Komponente und eine dritte strahlungsemitierende Komponente gehören.
16. Bildschirm nach Anspruch 15, wobei:  
der Bildschirm Strahlung im wesentlichen über das gesamte sichtbare Lichtspektrum emittiert;  
die erste strahlungsemitierende Komponente ein erstes Emissionsmaximum innerhalb eines roten Lichtspektrums aufweist;  
die zweite strahlungsemitierende Komponente ein zweites Emissionsmaximum innerhalb eines grünen Lichtspektrums aufweist;  
die dritte strahlungsemitierende Komponente ein drittes Emissionsmaximum innerhalb eines blauen Lichtspektrums aufweist.
17. Organisches elektronisches Bauelement, das durch das Verfahren nach Anspruch 1 gebildet wird.
18. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 17, das aufweist:  
ein Substrat;  
eine das Substrat überlagernde erste geschlossene organische Schicht, wobei die erste geschlossene organische Schicht einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist;  
ein erstes Gastmaterial, wobei ein wesentlicher Anteil des ersten Gastmaterials innerhalb der ersten geschlossenen organischen Schicht liegt, wobei:  
mindestens ein Teil des ersten Gastmaterials innerhalb des ersten Abschnitts liegt;  
der zweite Abschnitt im wesentlichen frei von dem ersten Gastmaterial ist;  
eine das Substrat überlagernde zweite geschlossene organische Schicht; wobei die zweite geschlossene organische Schicht einen dritten Abschnitt und einen vierten Abschnitt aufweist;  
ein zweites Gastmaterial, wobei ein wesentlicher Anteil des zweiten Gastmaterials innerhalb der zweiten geschlossenen organischen Schicht liegt, wobei:  
mindestens ein Teil des zweiten Gastmaterials innerhalb des dritten Abschnitts liegt;  
der vierte Abschnitt im wesentlichen frei von dem zweiten Gastmaterial ist.
19. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 18, wobei die erste geschlossene organische Schicht ein Löchertransportmaterial aufweist.
20. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 18, wobei die erste geschlossene organische

Schicht ein elektronenblockierendes Material aufweist.

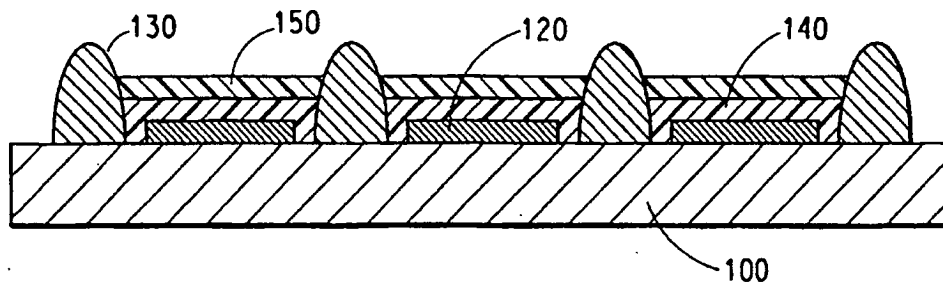
21. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 18, wobei die zweite geschlossene organische Schicht ein Elektronentransportmaterial aufweist.

22. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 18, wobei die zweite geschlossene organische Schicht ein Löcherblockierendes Material aufweist.

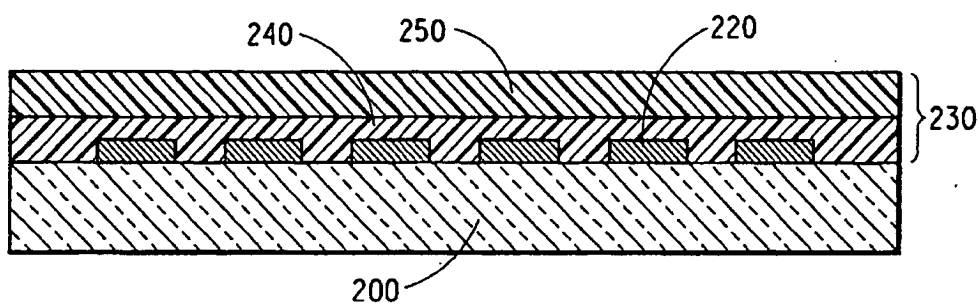
23. Organisches elektronisches Bauelement nach Anspruch 18, wobei:  
die erste geschlossene organische Schicht ferner einen fünften Abschnitt aufweist;  
ein wesentlicher Anteil eines dritten Gastmaterials innerhalb der ersten geschlossenen organischen Schicht liegt;  
mindestens ein Teil des dritten Gastmaterials innerhalb des fünften Abschnitts liegt; und  
der zweite Abschnitt im wesentlichen frei von dem dritten Gastmaterial ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

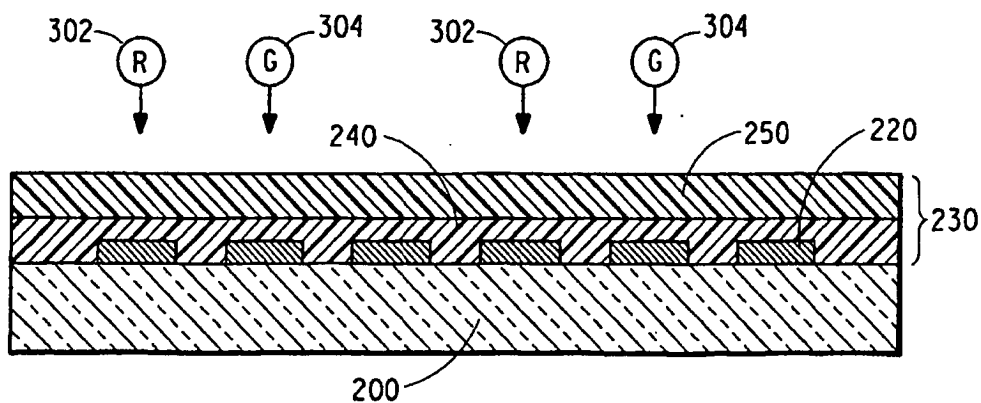
Anhängende Zeichnungen



**FIG. 1**  
(STAND DER TECHNIK)



**FIG. 2**



**FIG. 3**

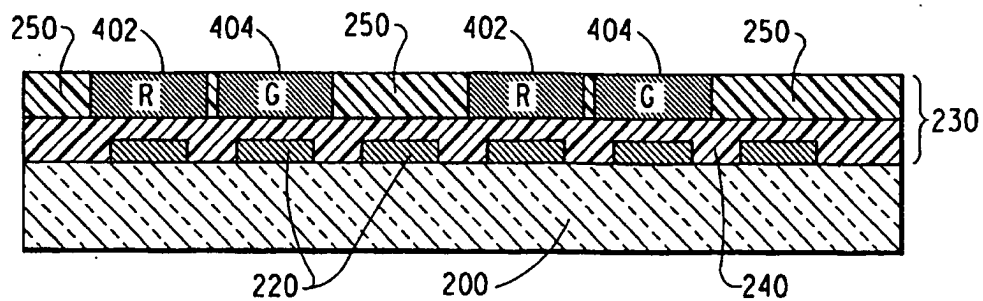


FIG. 4

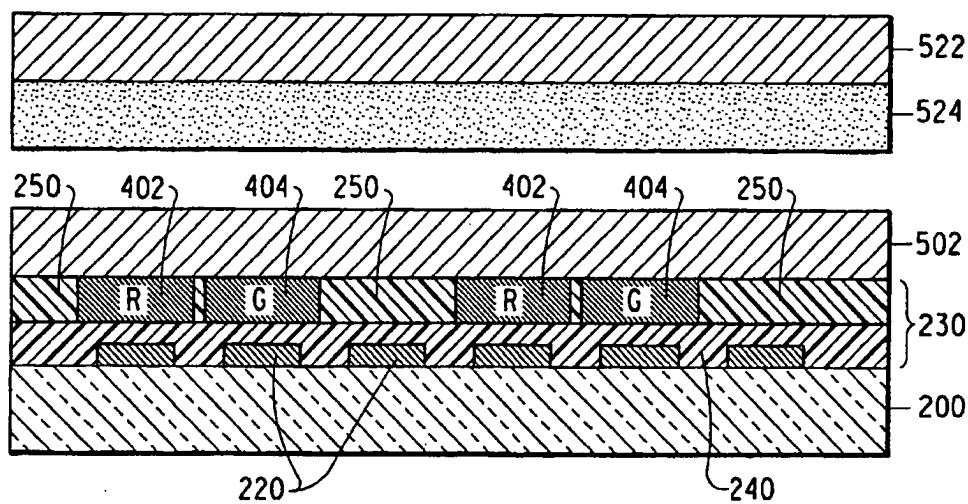


FIG. 5

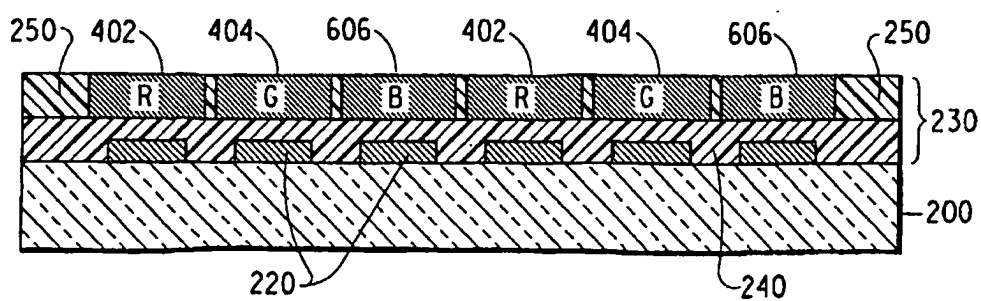


FIG. 6

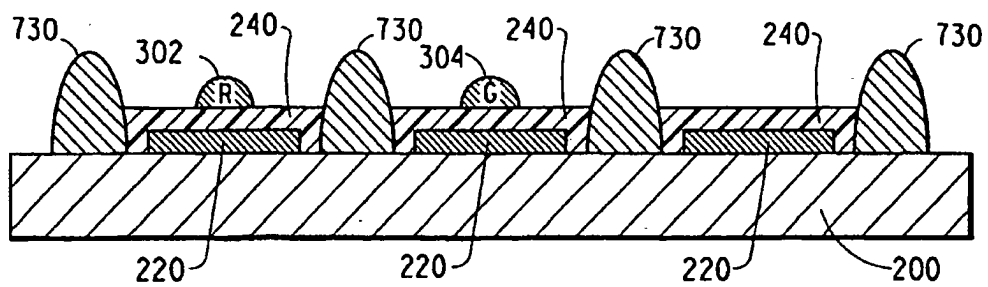


FIG. 7

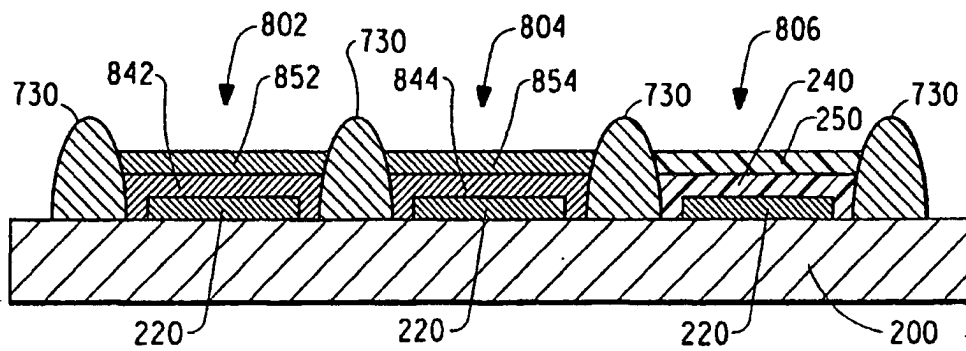


FIG. 8

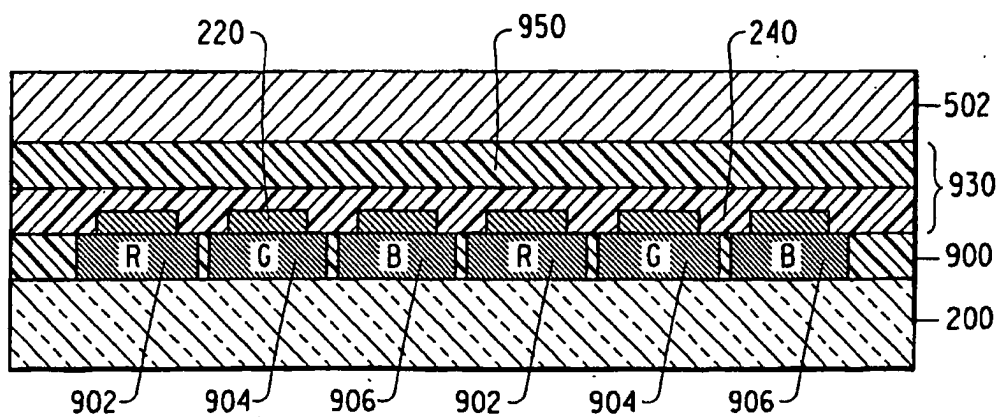


FIG. 9



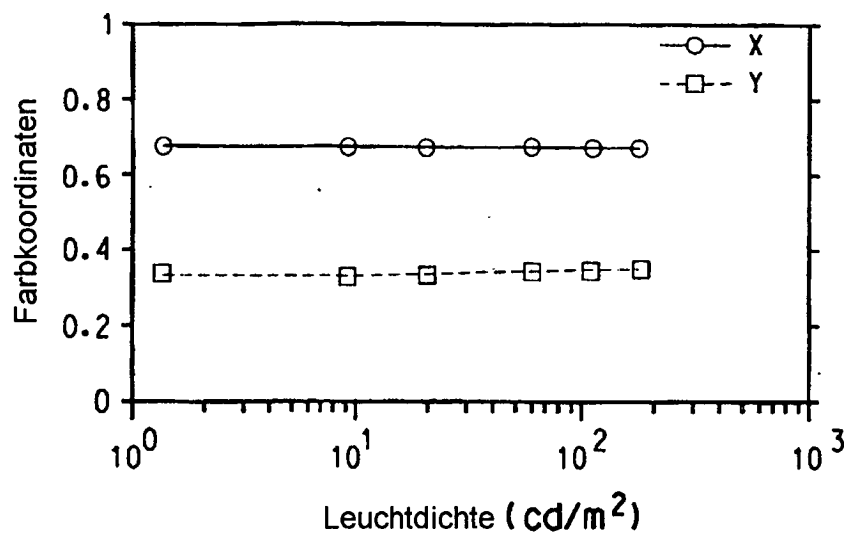


FIG. 10

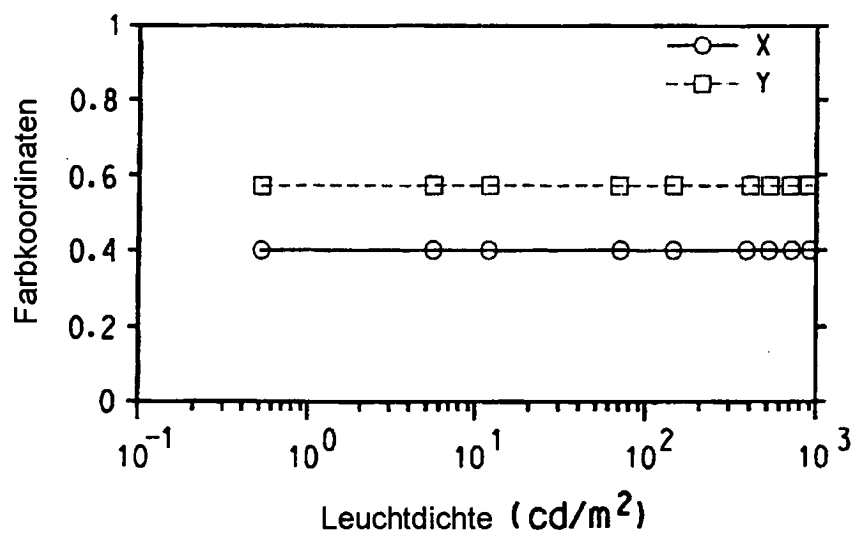


FIG. 11

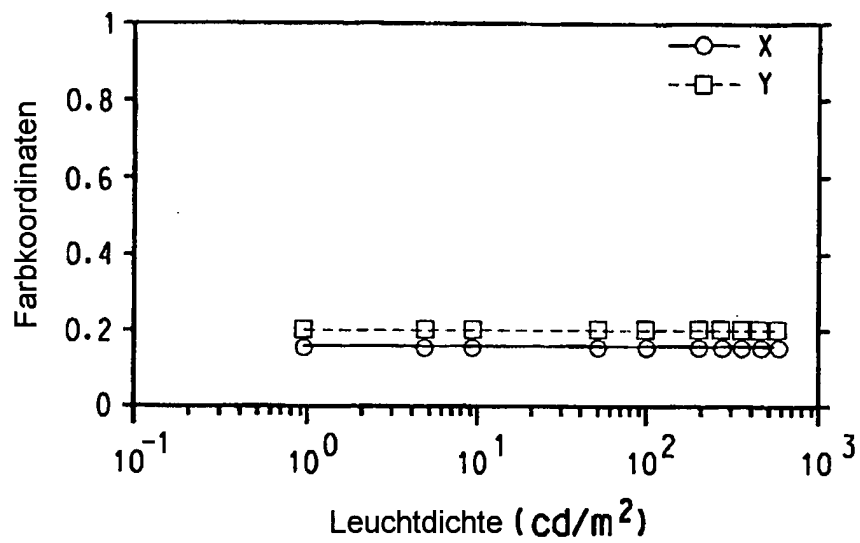


FIG. 12

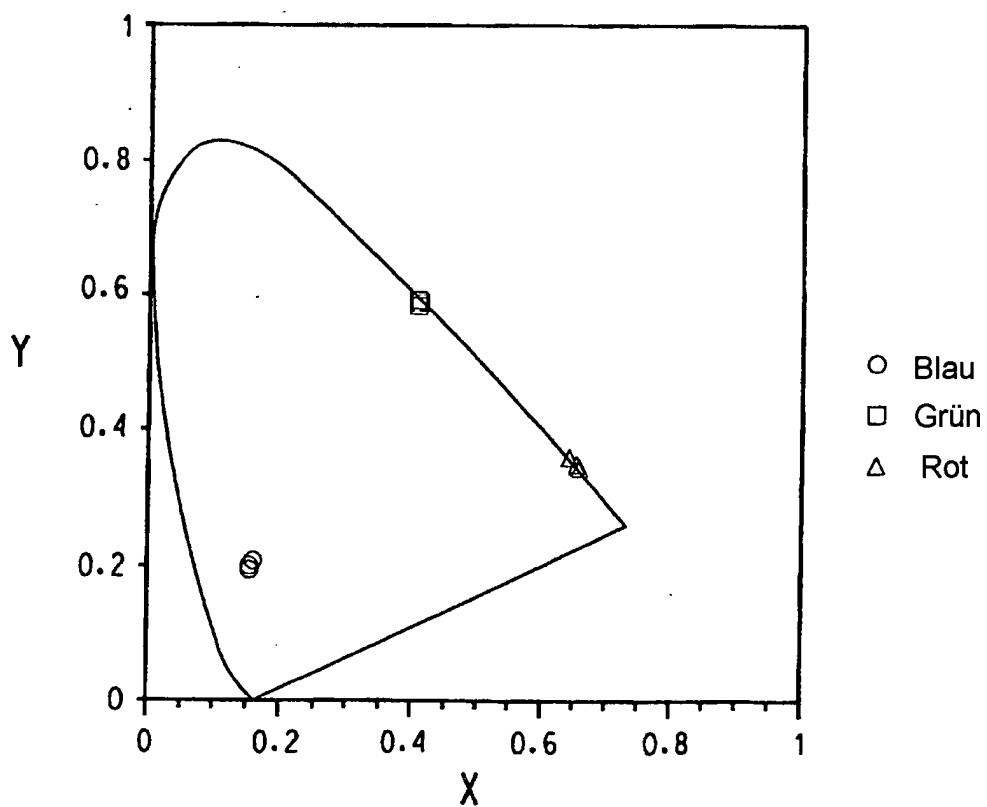


FIG. 13