



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 18 187 B4 2010.03.18**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 18 187.3**
 (22) Anmeldetag: **22.04.2003**
 (43) Offenlegungstag: **27.11.2003**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **18.03.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/56 (2006.01)**
H01L 51/52 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

10/137163	02.05.2002	US
10/300161	20.11.2002	US

(62) Teilung in:

103 62 210.1

(73) Patentinhaber:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
 Regensburg, DE**

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
 Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:

**Frischknecht, Kyle D., Livermore, Calif., US;
 Pichler, Karl, Santa Clara, Calif., US; Lacey, David,
 Mountain View, Calif., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

EP	11 83 567	B1
WO	02/05 361	A1
WO	01/81 649	A1

(54) Bezeichnung: **Verkapselungsverfahren für organische Leuchtdiodenbauelemente**

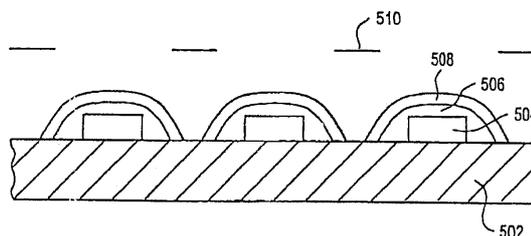
(57) Hauptanspruch: Verkapselungsverfahren für mehrere auf einem Substrat hergestellte organische Leuchtdiodenbauelemente (OLED), wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:

Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente (302) auf einem Substrat (300) in verschiedenen durch Ritz- und Bruchlinien (206) voneinander getrennten, Licht emittierenden Bereichen;

Herstellen mindestens einer Planarisierungsschicht (304) mit einer Seitenstufe auf den Bauelementen, wobei die Ritz- und Bruchlinien nach der Herstellung der Planarisierungsschicht frei von der Planarisierungsschicht sind;

selektives Aufbringen mindestens einer Barrierschicht (308) über der Planarisierungsschicht, wobei die Barrierschicht größer als die Planarisierungsschicht ist und die Seitenstufe der Planarisierungsschicht bedeckt und wobei die Ritz- und Bruchbereiche von der Barrierschicht freigehalten werden,

und wobei die OLED-Bauelemente (302) durch die von der Planarisierungsschicht und der Barrierschicht freigehaltenen Ritz- und Bruchlinien (206) vereinzelt werden.



Beschreibung

[0001] Einer der letzten Herstellungsschritte bei der Konstruktion einer organischen Leuchtdiode ("OLED") ist die Kapselung. Die Kapselung ist eine Möglichkeit, das OLED-Bauelement vor schädlichen Umgebungseinflüssen – hauptsächlich vor Sauerstoff und Feuchtigkeit – zu schützen. Es ist in der Technik wohlbekannt, ein OLED-Bauelement zu verkapseln, indem eine obere Schicht aus Glas (oder einem anderen geeigneten Material) mit einem Epoxidrand über das OLED-Bauelement gesteckt wird, ohne es zu berühren. Das Glas ist zusammen mit seinem Epoxidrand in der Regel eine effektive und wohlbewährte Art der Bereitstellung des erforderlichen Schutzes gegenüber der Umwelt, der für einen langlebigen OLED-Gebrauch erforderlich ist.

[0002] Beispielsweise ist aus der Druckschrift EP 1 183 567 B1 eine LCD-Matrix bekannt, die ein aktives Substrat aufweist, auf dem TFTs aufgebracht sind, die von einer Planarisierungsschicht bedeckt sind.

[0003] Die Druckschrift WO 01/81649 A1 offenbart eine Barrierenschichtanordnung auf einem Substrat mit einer Polymer- und einer Barrierenschicht.

[0004] In der Druckschrift WO 02/05361 A1 wird ein verkapseltes elektronisches Bauelement und eine Methode zur Verkapselung eines elektronischen Bauelements offenbart.

[0005] In der Technik hat es in jüngster Zeit eine gewisse Diskussion darüber gegeben, eine preiswertere und bessere Kapselungsweise zu erhalten, die als "Direktdünnschicht"-Kapselung bezeichnet wird. Auf diese Weise wird die Dünnschichtkapselung in der Regel als eine „Polymermultischicht“ (PML) beschrieben, die abwechselnde und sich wiederholende Schichten einer organischen (üblicherweise Acrylat oder dergleichen) und einer Barrierenschicht umfaßt. [Fig. 1](#) zeigt eine typische PML-Struktur **100**, wie sie gegenwärtig in der Technik bekannt ist. Ein Substrat **102** aus Glas (oder einem anderen geeigneten Material) stellt die Stützstruktur für die OLED-Struktur **104** bereit, die auf eine beliebige, in der Technik bekannte Weise auf dem Substrat **102** ausgebildet ist. In der Regel bilden die Schichten **102** und **104** die Struktur, die die Kapselung erfordert – entweder durch bekannte Techniken oder durch die Kapselungstechniken der vorliegenden Erfindung.

[0006] In der Regel wird bei PML-Strukturen auf der OLED-Struktur **104** eine Planarisierungsschicht **106** ausgebildet. Die Planarisierungsschicht **106** ist in der Regel eine organische Schicht (z. B. Acrylat oder dergleichen), und sie wird bereitgestellt, damit man eine planare Oberfläche für das Abscheiden der PML-Struktur **112a** erhält. Die PML-Struktur **112a** umfaßt in der Regel eine Barrierenschicht **108** und

eine weitere Planarisierungsschicht **110**.

[0007] Die Barrierenschicht **108** umfaßt in der Regel eine Schicht aus einem gesputterten Metall, Metalloxid oder einem Dielektrikum. Die Barrierenschicht **108** sorgt für die erforderliche Umgebungsisolierung vor den korrodierenden Effekten von Sauerstoff und Feuchtigkeit. Die Planarisierungsschicht **110** kann wieder eine organische Schicht (z. B. Acrylat oder dergleichen) umfassen, und sie wird in der Regel aufgetragen, damit man eine planare Oberfläche für das Abscheiden der Barrierenschicht **108** erhält. Die ganze PML-Struktur **112a** kann – gegebenenfalls mehrmals – für eine zusätzliche Kapselung des ganzen OLED-Bauelements wiederholt werden (z. B. PML-Struktur **112b**).

[0008] Die Vorteile der Direktdünnschichtkapselung im Vergleich zum Stand der Technik bestehen hauptsächlich in der Kostenreduzierung und in der verbesserten Zuverlässigkeit. Bei Verwendung der Direktdünnschichtkapselung kann der Baustein auch dünner und/oder leichter und/oder mechanisch flexibler sein. Durch diesen Prozeß werden möglicherweise mehrere Strukturen und Schritte des Standes der Technik ausgeschlossen. Beispielsweise gibt es keine Notwendigkeit für eine getrennte Glasplatte, keine Notwendigkeit für eine Epoxidichtung, keine Notwendigkeit für einen Getter (was im Stand der Technik typisch ist).

[0009] Eines der Probleme der Direktdünnschichtkapselung tritt bei der Barrierenschicht auf. Die Barrierenschicht sollte im Idealfall in ihrer Oberfläche keine punktförmigen Defekte (d. h. pin holes) enthalten, da ihre Nützlichkeit als Barrierenschicht ansonsten erheblich beeinträchtigt ist. Dies ist in erster Linie der Grund, weshalb in der Regel eine flache organische Schicht als Substrat verwendet wird, auf dem die Barrierenschicht abgeschieden wird.

[0010] Dieses Problem wird während der chargenweisen Herstellung vieler OLED-Bauelemente auf einer einzigen großen Glasplatte – wie sie in [Fig. 2](#) als Draufsicht gezeigt ist – verstärkt. Auf einer derartigen einzigen Glasplatte **200** können möglicherweise mehrere zehn (oder sogar Hunderte) OLED-Bauelemente **202** hergestellt werden. Die OLED-Bauelemente **202** werden in der Regel, wie gezeigt, in Reihen und Spalten auf eine große Glasplatte **200** gelegt. Jede OLED **202** umfaßt in der Regel einen elektrischen Kontaktbereich **204** zum elektrischen Verbinden des OLED-Bauelements mit einer Treiberschaltung.

[0011] Bei dem Schritt der Dünnschichtkapselung wird die PML-Struktur dort abgeschieden, wo mindestens ein UV-härtbares organisches flüssiges Material auf der die vielen OLED-Bauelemente enthaltenden ganzen Glasplatte abgeschieden ist. Diese organische

Schicht wird danach gehärtet, worauf das Abscheiden einer Barrierenschicht (z. B. gesputtertes Metalloxid oder Dielektrikum) folgt. Ein derartiger Prozeß kann zur Ausbildung einer PML-Struktur wiederholt werden – in erster Linie, um pin-hole-Defekte, die durch externe Teilchen/Schmutz induziert wurden, zu vermeiden. Nach der Kapselung wird eine Vereinzelnung vorgenommen, beispielsweise durch Ausbilden von Ritz- und Bruchlinien **206** auf der ganzen Struktur, so daß die einzelnen OLED-Bauelemente **202** getrennt und weiterverarbeitet werden können.

[0012] Bei dieser PML-Technik besteht das Problem darin, daß der einzige Teil des Bauelements, der eine Kapselung erfordert, die OLED-Struktur selbst ist – und nicht z. B. die elektrischen Kontaktpads. Zum elektrischen Verbinden mit einer externen Treiberschaltung muß das Kontaktpad sogar in der Regel freiliegen. So muß mindestens eine weitere Bearbeitung vorgenommen werden, um die PML-Struktur über diesen Bereichen zu entfernen.

[0013] Bei den gegenwärtigen PML-Techniken besteht ein weiteres potentielles Problem darin, daß sich durch die Anordnung der PML-Schicht über den Ritz- und Bruchlinien und/oder den Klebelinien die Integrität des verkapselten Bausteins beispielsweise durch Delamination der PML-Schicht über diesen Bereichen verschlechtern kann.

[0014] In der Technik sind außer PML andere Ansätze bekannt, die eine Kombination aus organischen planarisierenden Schichten zusammen mit anorganischen Barrierenschichten verwenden, um einen gewissen Grad an Dünnschichtdirektkapselung zu erzielen. Organische Planarisierungsschichten, die keine spezielle Härtung erfordern, können ebenso verwendet werden wie Schichten, die in Vakuum oder in einer Gasatmosphäre, bevorzugt inertem Gas, durch Elektronenstrahlen oder thermisch gehärtet werden. Derartige organische Schichten können auch in nichtflüssiger Form abgeschieden werden, z. B. verdampft oder durch Plasma abgeschieden werden (z. B. Parylen).

[0015] Als organische planarisierende Schicht können Monomere verwendet werden. Der Einsatz von Monomeren in Kontakt mit einem aktiven Bereich einer OLED (der aktive Bereich kann beispielsweise der durch die Kathode definierte Bereich sein) kann zu einer Verunreinigung der OLED führen (z. B. entwickeln sich in der OLED Nadellöcher). Zu der Verunreinigung kann es kommen, da das Monomer vor seiner Härtung diffundieren und durch die pin holes und um die Kanten des aktiven Bereichs herum wandern kann. Das Monomer härtet möglicherweise nicht vollständig, so daß ein kleiner Teil ungehärteter Monomere zurückbleibt, die die OLED langsam angreifen. Zur Überwindung dieses Problems werden im Stand der Technik Monomere verwendet, die bei Kontakt

mit einer Oberfläche, wie etwa dem aktiven Bereich der OLED oder dem Substrat, sofort reagieren. Die sofortige Reaktion bei Kontakt beispielsweise mit dem aktiven Bereich führt dazu, daß das Monomer die OLED nicht durch Defekte (z. B. pin holes) im aktiven Bereich verunreinigen kann. Bei dem Einsatz von Monomeren, die sofort reagieren, besteht das Problem darin, daß es, weil sie überall hin verstreut sind, keine Gelegenheit zur Strukturierung der organischen Planarisierungsschicht gibt. Es ist deshalb wünschenswert, eine Planarisierungsschicht zu haben, die strukturiert werden kann und die OLED minimal verunreinigt.

[0016] Falls das zum Abscheiden der Barrierenschicht auf ein Bauelement verwendete Verfahren reaktiv ist, dann kann das Abscheiden der Barrierenschicht möglicherweise das organische elektronische Bauelement, das verkapselt werden soll, beschädigen. Zur Vermeidung derartiger beschädigender Reaktionen wird die Planarisierungsschicht unter Einsatz weniger reaktiver Verfahren, wie etwa Verdampfung, Siebdruck oder Tintenstrahldruck, abgeschieden. Falls jedoch zur Ausbildung gleichförmiger Filme der Planarisierungsschicht Lösungsmittel verwendet werden, dann reagieren diese Lösungsmittel möglicherweise mit dem zu verkapselnden Bauelement, was zu einer Beschädigung dieses Bauelements führt. Außerdem kann die Planarisierungsschicht selbst mit dem zu verkapselnden Bauelement reagieren, jedoch nicht so stark wie die durch ein reaktives Verfahren abgeschiedene Barrierenschicht. Es ist deshalb wünschenswert, eine Planarisierungsschicht abzuschneiden, die mit dem zu verkapselnden Bauelement minimal reagiert, aber gleichzeitig die Funktionen der Planarisierungsschicht erfüllt, wie etwa die Effekte von Schmutzteilchen und pin holes zu minimieren.

[0017] Bei einer Ausführungsform wird ein Verkapselungsverfahren für mehrere auf einem Substrat hergestellter organischer Leuchtdiodenbauelemente (OLED) beschrieben, wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:

Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente auf einem Substrat in verschiedenen durch Ritz- und Bruchlinien voneinander getrennten, Licht emittierenden Bereichen;

Herstellen mindestens einer Planarisierungsschicht mit einer Seitenstufe auf den Bauelementen, wobei die Ritz- und Bruchlinien nach der Herstellung der Planarisierungsschicht frei von der Planarisierungsschicht sind; selektives Aufbringen mindestens einer Barrierenschicht über der Planarisierungsschicht, wobei die Barriereschicht größer als die Planarisierungsschicht ist und die Seitenstufe der Planarisierungsschicht bedeckt und wobei die Ritz- und Bruchbereiche von der Barrierenschicht freigehalten werden, und wobei die OLED-Bauelemente durch die von der Planarisierungsschicht und der Barriere-

schicht freigehaltenen Ritz- und Bruchlinien vereinzelt werden.

[0018] Es wird ein nicht beanspruchtes Verfahren zum Kapseln mehrerer auf einem Substrat hergestellter OLED-Bauelemente beschrieben, wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:
Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente auf einem Substrat;
Abscheiden mindestens einer Planarisierungsschicht auf den OLED-Bauelementen;
Härten der mindestens einen Planarisierungsschicht auf strukturierte Weise, so daß das gehärtete Gebiet das OLED-Bauelement im wesentlichen bedeckt;
Entfernen von Bereichen der mindestens einen Planarisierungsschicht, die nicht gehärtet sind; und
selektives Abscheiden mindestens einer Barrierenschicht über dem gehärteten Gebiet.

[0019] Weiterhin wird hier ein nicht beanspruchtes Verfahren zum Verkapseln von mehreren auf einem Substrat hergestellten OLED-Bauelementen beschrieben, wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:
Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente auf einem Substrat;
Abscheiden mindestens einer Planarisierungsschicht auf den OLED-Bauelementen, wobei die Planarisierungsschicht als ein unstrukturierter flüssiger Film abgeschieden wird;
selektives Abscheiden mindestens einer Barrierenschicht über der Planarisierungsschicht;
Entfernen der Bereiche unerwünschter Planarisierungsschicht.

[0020] Es wird hier ein nicht beanspruchtes Verfahren zum Verkapseln mehrerer auf einem Substrat hergestellter OLED-Bauelemente beschrieben, wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:
Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente auf einem Substrat;
selektives Abscheiden mindestens einer Planarisierungsschicht auf den OLED-Bauelementen und
selektives Abscheiden mindestens einer Barrierenschicht über der Planarisierungsschicht. Weiterhin wird hier ein nicht beanspruchtes Verfahren zum Verkapseln mehrerer auf einem Substrat hergestellter OLED-Bauelemente beschrieben, wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:
Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente auf einem Substrat;
Abscheiden einer Maske auf dem Substrat, so daß Maskenöffnungen auf den OLED-Bauelementen angeordnet sind;
Abscheiden mindestens einer Planarisierungsschicht auf der Maske;
Entfernen der Maske von dem Substrat und
selektives Abscheiden mindestens einer Barrierenschicht über der Planarisierungsschicht.

[0021] Weiterhin wird ein nicht beanspruchtes Verfahren beschrieben zum Verkapseln eines organischen elektronischen Bauelements, das die Notwendigkeit beispielsweise des Strukturierens der Planarisierungsschicht erfüllt und das Bauelement minimal verunreinigt. Dieses Verfahren beinhaltet das Herstellen eines organischen elektronischen Bauelements auf einem Substrat, und dieses organische elektronische Bauelement weist einen aktiven Bereich auf. Es beinhaltet auch das selektive Abscheiden einer Katalysatorschicht mindestens auf dem aktiven Bereich, das Behandeln der Katalysatorschicht mit einem Monomer, um eine Planarisierungsschicht herzustellen, wobei die Katalysatorschicht selektiv abgeschieden wurde, und das selektive Abscheiden einer Barrierenschicht mindestens auf der Planarisierungsschicht.

[0022] Zusätzlich wird ein nicht beanspruchtes verkapseltes elektronisches Bauelement beschrieben, das die Notwendigkeit beispielsweise des Besitzens einer strukturierten Planarisierungsschicht erfüllt, die das Bauelement minimal verunreinigt. Das verkapselte elektronische Bauelement enthält ein Substrat, auf dem Substrat ein organisches elektronisches Bauelement, und dieses organische elektronische Bauelement weist einen aktiven Bereich, eine Planarisierungsschicht mindestens auf dem aktiven Bereich auf, wobei die Planarisierungsschicht durch selektives Abscheiden einer Katalysatorschicht mindestens auf dem aktiven Bereich und Behandeln der Katalysatorschicht mit einem Monomer ausgebildet ist. Die Planarisierungsschicht befindet sich dort, wo die Katalysatorschicht selektiv abgeschieden wurde. Außerdem befindet sich eine Barrierenschicht mindestens auf der Planarisierungsschicht.

[0023] Weiterhin wird ein nicht beanspruchtes Verfahren beschrieben zum Verkapseln eines organischen elektronischen Bauelements, das die Notwendigkeit beispielsweise des Abscheidens einer Planarisierungsschicht erfüllt, die mit dem zu verkapselnden Bauelement minimal reagiert und gleichzeitig noch die Funktionen der Planarisierungsschicht ausführt. Dieses Verfahren beinhaltet das Herstellen des organischen elektronischen Bauelements auf einem ersten Substrat, und dieses organische elektronische Bauelement weist einen aktiven Bereich auf. Es beinhaltet außerdem das Abscheiden einer Planarisierungsschicht auf einem zweiten Substrat, das Übertragen der Planarisierungsschicht mindestens auf den aktiven Bereich und das Abscheiden einer Barrierenschicht mindestens auf der Planarisierungsschicht. Es wird ein nicht beanspruchtes verkapseltes elektronisches Bauelement beschrieben, das die Notwendigkeit beispielsweise des Besitzens einer Planarisierungsschicht erfüllt, die mit dem zu verkapselnden Bauelement minimal reagiert und gleichzeitig noch die Funktionen der Planarisierungsschicht ausführt. Das Bauelement enthält ein Substrat, ein

organisches elektronisches Bauelement auf dem Substrat, und dieses organische elektronische Bauelement weist einen aktiven Bereich, eine Planarisierungsschicht mindestens auf dem aktiven Bereich und eine Barrierschicht mindestens auf der Planarisierungsschicht auf. Die Planarisierungsschicht wird zunächst auf einem weiteren Substrat abgeschieden und dann mindestens auf den aktiven Bereich übertragen.

[0024] [Fig. 1](#) ist eine Seitenansicht einer typischen, über einem OLED-Bauelement ausgebildeten PML-Kapselungsstruktur.

[0025] [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht auf ein Array von in Massen hergestellten OLED-Strukturen auf einem großem Glassubstrat.

[0026] Die [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) sind ein Satz von Seitenansichtdiagrammen, die die Bearbeitungsschritte einer Ausführungsform der Kapselungstechniken zeigt, wie sie gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden.

[0027] Die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) sind ein Satz von Seitenansichtdiagrammen, die die Bearbeitungsschritte einer Kapselungstechnik zeigt.

[0028] [Fig. 5](#) ist eine Seitenansicht noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0029] Die [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6E](#) sind ein Satz von Seitenansichtdiagrammen, die noch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0030] Die [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7C](#) sind ein Satz von Diagrammen, die ein Gasdüsenabscheidungssystem zeigen, das gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde.

[0031] Die [Fig. 8a](#)–[h](#) zeigen ein verkapseltes organisches elektronisches Bauelement.

[0032] [Fig. 9](#) zeigt noch ein verkapseltes organisches elektronisches Bauelement.

[0033] [Fig. 10](#) zeigt eine Ausführungsform eines Prozesses zum Verkapseln eines organischen elektronischen Bauelements gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0034] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 3A–Fig. 3B](#) wird eine Serie von Seitenansichten von OLED-Bauelementen gezeigt, die gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung verkapselt werden. In [Fig. 3A](#) sind auf der Oberfläche eines Substrats **300** mehrere OLED-Bauelemente **302** ausgebildet. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung soll diese Struktur sehr weit ausgelegt werden. Beispielsweise könnte das Substrat **300** Glas (möglicherweise ITO

als eine erste Elektrode), Quarz, Kunststoffolien, Metall, Metallfolien, Siliziumwafer oder ein beliebiges anderes potentiell Substratmaterial umfassen, das sehr weite Klassen von OLED-Bauelementen einschließt. Allgemein könnte bei dem OLED-Bauelement der Boden oder die Oberseite emittieren. Das Bauelement könnte die Bodenelektrode als Anode bzw. Kathode aufweisen – mit einer Konfiguration, bei der entweder der Boden oder die Oberseite emittiert.

[0035] Außerdem könnten die Kapselungstechniken und Strukturen der vorliegenden Erfindung für eine beliebige Anzahl von Anwendungen verwendet werden – zum Beispiel Aktivmatrix-, Passivmatrix-, segmentierte, alphanumerische oder von der Rückseite beleuchtete OLED-Displays oder eine beliebige Kombination davon. Es versteht sich, daß es sich bei beliebigen dieser OLED-Bauelemente um einige handeln könnte, bei denen auf dem OLED-Substrat Strukturen strukturiert sind, die viel höher sind als der OLED-Stapel selbst – zum Beispiel mehrere Mikrometer hohe Zeilenseparatoren (zum Beispiel Pilze) oder eine Tinteneinschließungsmulde/-bank, wie sie beispielsweise bei durch Tintenstrahl gedruckten OLEDs verwendet werden. Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung soll die Kapselung über diese Strukturen beinhalten, die innerhalb der aktiven Bereiche des Displays liegen.

[0036] Es versteht sich außerdem, daß der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung auch andere Displays und etwaige elektronische oder andere Bauelemente beinhaltet, die eine Kapselung erfordern, zum Beispiel allgemeine organische elektronische Bauelemente wie etwa organische Transistoren, Detektoren, Solarzellen usw. (insbesondere OLEDs), sowie Displays zum Beleuchten, wie etwa OLED-basierte Lichtquellen und Hintergrundbeleuchtungen.

[0037] Es versteht sich, daß die vorliegende Erfindung auch unzählige elektronische Bauelemente umfaßt, wobei die Bauelemente umfassen: ein Substrat; mehrere auf dem Substrat angeordnete aktive Bereiche; mehrere auf dem Substrat angeordnete Planarisierungsschichten, wobei die Planarisierungsschichten im wesentlichen nur die aktiven Bereiche bedecken; und mehrere auf dem Substrat angeordnete Barrierschichten, wobei die Barrierschichten im wesentlichen nur die Planarisierungsschichten bedecken. Die vorliegende Erfindung umfaßt insbesondere elektronische Bauelemente wie etwa ein OLED, eine organische elektronische Schaltung, einen organischen Detektor, eine organische Solarzelle.

[0038] Eine UV-härtbare organische Schicht **304** wird im wesentlichen über dem ganzen Displayglas abgeschieden das mehrere OLED-Bauelemente umfaßt. Eine derartige geeignete organische Schicht könnte eine Acrylat umfassende Flüssigkeit zusammen mit einem Fotoinitiator zum selektiven Härten

sein – oder andere Materialien, wie sie allgemein in der Technologie/dem Stand der Technik der PML- und UV- oder auf andere Weise härtbaren organischen Planarisierungsschicht bekannt sind.

[0039] Es versteht sich, daß die Schicht **304** auch eine beliebige geeignete Planarisierungsschicht sein könnte. Beispielsweise könnte eine anorganische oder hybride Planarisierungsschicht auch als Pufferschicht genügen, die vom Barrierenschichtabscheidungsprozeß wünschenswerte Planarisierungs- und/oder Schutzzeigenschaften aufweist.

[0040] Außerdem könnten naß verarbeitbare und nach der Verarbeitung härtbare organometallische Verbindungen wie etwa Aufschleudergläser ausreichen. Eine derartige organische Schicht könnte eine planare Struktur liefern, auf der eine Barrierenschicht abgeschieden wird, um im wesentlichen punktförmige Fehler (zum Beispiel Schmutzteilchen) in unteren Schichten zu bedecken. Es ist allgemein wünschenswert, daß die organische Schicht in einer ausreichenden Menge abgeschieden wird, damit eine etwaige derartige Schicht zu den punktförmigen Defekt nicht länger „konform“ ist – das heißt, etwaige punktförmige Defekte werden nicht geometrisch nach oben in darüber abgeschiedene Schichten projiziert. Eine derartige erste organische Schicht könnte auch dazu dienen, die darunterliegende OLED vor potentieller Beschädigung aufgrund der Abscheidung der ersten Barrierenschicht zu schützen.

[0041] Bei noch weiteren Ausführungsformen könnten innerhalb des Schutzbereichs und der Grundlagen der vorliegenden Erfindung Nicht-PML-Ansätze verwendet werden, beispielsweise ein nichtflüssiger, verdampfter organischer Stoff – zum Beispiel Polysiloxan, das auf spätere Figuren angewendet werden könnte.

[0042] Es versteht sich, daß diese organische Schicht auf dem OLED-Bauelement auf viele Weisen abgeschieden werden kann. Beispielsweise könnte das Abscheiden der Schicht durch Aufdampfen oder Blitzaufdampfen erfolgen. Eine flüssige organische Schicht könnte aber auch aufgeschleudert, tauchbeschichtet, aufgewalzt, sprühbeschichtet oder aufgerakelt werden – wie in der Technik wohlbekannt ist. Außerdem könnte eine andere geeignete Durcktechnologie verwendet werden, insbesondere Siebdruck oder Tintenstrahldruck.

[0043] Nachdem die organische Schicht auf den OLED-Bauelementen abgeschieden worden ist, wird mit UV-Licht die Schicht über den OLED-Einrichtungen selektiv gehärtet, um die gewünschte Vernetzung zu erzeugen.

[0044] Dieser Schritt könnte durch eine Maske **306** erfolgen, die das UV-Licht von Bereichen blockiert,

an denen die organische Schicht entfernt werden soll. Die Vernetzung könnte aber auch erreicht werden durch den Einsatz eines UV-Lichts mit einem optisch strukturierenden System, wie etwa einem Projektionsbelichtungssystem. Bei einer weiteren Ausführungsform könnte die Vernetzung durch selektives Führen des UV-Strahls über die Platte erreicht werden. Bei noch einer weiteren Ausführungsform muß die Schicht nicht notwendigerweise UV-gehärtet werden. Sie könnte statt dessen thermisch gehärtet werden, zum Beispiel unter Verwendung einer Wärmequelle mit einem Temperaturprofil, eines IR-Lasers, einer Schablone/eines Stempels, oder durch einen Elektronenstrahl. Zu weiteren Verfahren könnten zählen: Vernetzen, strukturiertes Wärmeübertragungssystem, strukturierte IR-Quelle, maskierte IR-Quelle, abgetastete IR-Quelle, strukturierter Elektronenstrahl, maskierter Elektronenstrahl und abgetasteter Elektronenstrahl.

[0045] Nachdem die organische Schicht selektiv vernetzt worden ist, sollte die verbleibende unvernetzte Schicht entfernt werden. Dieses Entfernen kann durch thermische Verdampfung (zum Beispiel durch Erwärmen des Substrats) oder durch Einsatz kurzer Impulse höherer Temperatur (zum Beispiel durch Anordnen der OLED-Platte auf einer Heizplatte) bewirkt werden. Es sind auch andere Entferungsverfahren möglich – zum Beispiel Einpumpen eines Vakuums, um die flüssige organische Schicht zu entfernen. Es ist auch eine Kombination von Techniken möglich – Anwenden thermischer Energie unter Einpumpen eines Vakuums.

[0046] Es sind noch weitere Verfahren zum Entfernen möglich – Eintauchen in einen Spültank, Spülen durch Absprühen, Ultraschallbehandlung (entweder trocken oder naß) oder eine beliebige Kombination von Techniken (zum Beispiel trockene Ultraschall- oder Megaschallbehandlung in einem Vakuum). Um den Entfernungsprozeß zu unterstützen, könnten auch Plasmaätztechniken eingesetzt werden. Zudem könnten laserunterstützte Verfahren wie etwa Laserabtrag oder die Aufbringung von Wärme über einen Laser ausreichen.

[0047] Nachdem die restliche organische Schicht entfernt worden ist, wird dann auf der OLED-Platte selektiv eine Barrierenschicht abgeschieden. [Fig. 3B](#) zeigt, daß eine Barrierenschicht **308** selektiv über den OLED-Bauelementen abgeschieden wird, wo auch die organische Schicht abgeschieden worden ist. Die Barrierenschicht **308** besteht aus einem beliebigen Material, das sich dafür eignet, das OLED-Bauelement vor den Umgebungseffekten von Sauerstoff und Feuchtigkeit zu schützen – und sollte als solche für diese relativ undurchlässig sein. Derartiges Barrierenschichtmaterial könnte ein Metalloxid oder eine dielektrische Schicht, zum Beispiel SiO_x (z. B. SiO_2), SiN_x (z. B. Si_2N_3), SiO_xNy , AlO_x (z. B. Al_2O_3), AlN_x ,

ITO, ZnO_x, Al-dotiertes ZnO_x oder alle eine gute Barriere darstellenden Dielektrika oder leitenden Oxide umfassen. Allgemein würden für die Zwecke der vorliegenden Erfindung alle im Stand der Technik bekannten anorganischen Materialien ausreichen, durch die man gute Sauerstoff- und Wasserbarriereigenschaften erhält. Im Fall eines durch den Boden emittierenden Displays muß die Kapselung nicht transparent sein, und dann sind Metall- oder Legierungsfilme (z. B. Al oder Legierungen, Cr, Cu oder Legierungen usw.) oder nichttransparente oder gefärbte dielektrische Filme potentiell geeignet, sowohl aufgedampft als auch aufgesputtert.

[0048] Das Abscheiden der Barrierenschicht kann jedes in der Technik bekannte geeignete Verfahren zum Abscheiden dielektrischer Schichten, Metalloxide, Metalle oder Legierungen sein. Beispielsweise würde das Sputtern oder reaktive Sputtern (Gleichstrom, Wechselstrom, gepulst oder eine Kombination davon) ausreichen. Außerdem ist eine Verdampfung derartiger Dielektrika (Widerstandsheizern oder Elektronenstrahl) oder Metallfilme möglich. Zudem sind auch ionenstrahlunterstützte oder andere plasmaverstärkte Abscheidungsverfahren möglich.

[0049] Es versteht sich, daß andere Ausführungsformen möglich sind. Beispielsweise könnte die hier beschriebene strukturierte UV-Härtung so erfolgen, daß die Dicke der Planarisierungsschicht von dem Wert über dem aktiven Bereich allmählich auf Null oder fast Null irgendwo außerhalb des aktiven Bereichs abnimmt. Dies kann eine schöne glatte Kapselung des OLED (oder anderer Strukturen) plus der Planarisierungsschicht ab dem aktiven Bereich bis zu einem Punkt erleichtern, wo keine Kapselung existiert (zum Beispiel Ritz-/Bruchlinie und/oder Kontakte). Es könnte wünschenswert sein, daß die Barrierenschicht in einem Bereich geringfügig größer ist, um die Planarisierungsschicht zu bedecken, da die Planarisierungsschicht möglicherweise keine derartige scharfe Stufe aufweist und eine derartige Barrierenschichtbedeckung eine adäquate Bedeckung der Seitenstufe bereitstellen könnte. Diese Ausführungsform gilt auch für die hier erörterten Ausführungsformen, da sie so abgewandelt werden können, daß sie einen derartigen glatten Übergang der Pufferschicht über ein Aufschmelzen oder Verdampfen oder Drücken oder teilweises Vorhärten und dergleichen der Planarisierungsschicht an den Kanten vor dem Abscheiden der Barrierenschicht bereitstellt. Bei noch einer weiteren Ausführungsform könnte es wünschenswert sein, nur die organischen lichtemittierenden Bereiche (zum Beispiel Pixel) zu verkapseln und die Kontaktpads, Hilfsverkapselungsbereiche, Ritz-/Bruchbereiche von der organischen und Barrierenschicht freizuhalten.

[0050] Die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) zeigen eine andere Weise des Verkapselns von OLED-Bauelementen.

[Fig. 4A](#) zeigt einen Schritt bei der Bearbeitung, bei dem OLED-Bauelemente **404** auf einem Substrat **402** ausgebildet werden. Eine organische Schicht **406** wird über dem ganzen Substrat abgeschieden und bedeckt die OLED-Bauelemente **404**. Dann wird eine Barrierenschicht **408** auf eine in der Technik bekannte Weise selektiv abgeschieden – zum Beispiel durch eine Maske oder ein Sieb **410** – angeordnet oben auf den OLED-Bauelementen. [Fig. 4B](#) zeigt den nächsten Schritt bei der Bearbeitung, nachdem dieser Teil der unerwünschten organischen Schicht **406** durch in der Technik bekannte Verfahren entfernt worden ist.

[0051] Es versteht sich, daß die organische Schicht **406** ganz gehärtet werden kann oder nicht und durch eine Maske oder ein Sieb selektiv gehärtet werden kann oder nicht. Gleichmaßen könnte es wünschenswert sein, die organische Schicht überhaupt nicht zu härten. Die organische Schicht kann entweder vor dem strukturierten Abscheiden der Barrierenschicht vollständig gehärtet werden, teilweise gehärtet werden oder überhaupt nicht gehärtet werden, und nach dem Abscheiden der Barrierenschicht kann es einen weiteren Härtungsschritt geben, um sicherzustellen, daß die darunterliegende organische Schicht bis zum beabsichtigten Niveau gehärtet wird, falls sie nicht bereits vor dem Abscheiden der Barrierenschicht gehärtet wurde. Falls die unerwünschte organische Schicht weggeätzt wird (durch eine beliebige Anzahl bekannter Ätzverfahren – zum Beispiel chemisches Ätzen (trocken oder naß), plasmaunterstützt (mit oder ohne Sauerstoff), reaktives Ionenätzen, anisotropes reaktives Ionenätzen usw.), dann könnte die Barrierenschicht **408** als ein wirksamer Ätzstopp sowie als ein laserunterstütztes/-basiertes Entfernen dienen (zum Beispiel Laserabtrag).

[0052] Außerdem könnte die organische Schicht auf jede bereits beschriebene Weise abgeschieden werden (zum Beispiel Verdampfung von mehreren reaktiven organischen Molekülen zur Ausbildung einer kondensierten konformen Schicht auf dem Substrat) oder durch wohlbekanntes Parylen-Beschichtungsverfahren.

[0053] Es kann zutreffen, daß die Kanten der aktiven Bereiche freiliegen; selbst wenn die Planarisierungsschicht nur einige wenige Mikrometer dick ist und der Perimeter der Planarisierungs- und Barrierenschicht um das aktive Bauelement herum einige zehn oder sogar über 100 Mikrometer breit ist, sollte jedoch das Durchdringen von zum Beispiel Wasser durch diese dünne Planarisierungsschicht entlang den einigen 10 oder > 100 Mikrometer langsam sein. Alternativ kann eine zweite Barrierenschicht größer sein als der Bereich der Planarisierungsschicht, so daß auch die freiliegende Planarisierungsschichtkante mit einer Barrierenschicht bedeckt ist. Dies könnte auch dadurch erreicht werden, daß ein potentieller

Stapel aus zweiter Planarisierungsschicht und Barrierschicht breiter ist als der erste, usw. Dies kann natürlich bereits in vorausgegangenen Ausführungsformen erfolgen, indem die Barrierschichtmaske breiter ausgeführt wird.

[0054] [Fig. 5](#) zeigt eine weitere Ausführungsform von Kapselungstechniken gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird das OLED-Bauelement **504** wieder auf einem Substrat **502** ausgebildet. Es wird eine organische Schicht **506** auf strukturierte Weise abgeschieden und auch eine Barrierschicht **508**. Da die organische Schicht **506** selektiv abgeschieden wird, besteht möglicherweise keine Notwendigkeit, die Schicht zu härten. Es versteht sich, daß die Aspekte des Härten und des Strukturierens unabhängig sein könnten – je nach der Art von Material und Abscheidungstechnik für die Planarisierungsschicht. Falls beispielsweise UV- (oder andere) härtbare Flüssigkeiten wie etwa für PML oder Sieb- oder Tintenstrahldruck verwendet werden, dann ist es möglich zu härten. Falls alternativ das Aufdampfen eines organischen Stoffs durch eine Maske der relevante Schritt ist, besteht möglicherweise keine Notwendigkeit zu härten.

[0055] Das selektive Abscheiden der organischen Schicht und der Barrierschicht kann auf vielfältige Weise erfolgen. Beispielsweise kann die organische Schicht selektiv durch eine Schattenmaske (als Maske **510** dargestellt) oder durch Tintenstrahlabscheidung oder andere Siebdrucktechniken abgeschieden werden. Tatsächlich können allgemein alle Drucktechniken verwendet werden, die sich zum Zuführen des gewünschten Planarisierungsschichtmaterials eignen. Auf analoge Weise kann die Barrierschicht **508** selektiv abgeschieden werden. Bei alternativen Ausführungsformen können alle Optionen für die selektive Abscheidung eingesetzt werden: gleiche Maske, verschiedene Masken und auch gleiche Maske mit anderem Substrat zum Maskieren von Entfernungen (zum Beispiel kleinere Entfernung für Planarisierungsschicht und dann größere Entfernung für Barriere, so daß die Barrierenbedeckung breiter ist – wegen geringfügiger Nicht-Richtungsabhängigkeit der und Differenzen bei der Materialabscheidung).

[0056] Im Fall von Druck, Siebdruck, Tintenstrahldruck sind die Masken entweder nicht erforderlich (Tintenstrahl) oder möglicherweise von denen verschieden, die für eine strukturierte sputterabgeschiedene Barrierschichtabscheidung verwendet werden. Bei anderen Ausführungsformen ist es möglicherweise auch möglich, die Planarisierungsschicht teilweise zu härten, die Barrierschicht abzuscheiden und dann gegebenenfalls die Härtung der Planarisierungsschicht zu vollenden.

[0057] Die [Fig. 6a](#) bis [Fig. 6e](#) zeigen noch eine weitere Ausführungsform von Kapselungstechniken ge-

mäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung. Zunächst wird ein OLED-Bauelement **602** auf einem Substrat **600** ausgebildet. Dann wird eine Maske **604** mit Maskenöffnungen für OLED-Bauelemente **602** auf dem Substrat **600** ausgebildet.

[0058] Es versteht sich, daß es viele mögliche Wege gibt, eine geeignete Maske auszubilden. Eine derartige Maske könnte beispielsweise ein auf die OLED laminiertes Film oder eine Maske sein, die auf die OLED gedrückt oder geschoben oder geklemmt wird. Außerdem könnte eine derartige Maske eine Maske zur Mehrfachverwendung oder zur Einfachverwendung sein, die dann entfernt wird. Eine derartige Maske könnte ein Metall, eine Keramik oder eine Kunststoffolie oder -platte umfassen; sie könnte ein PTFE-(Polytetrafluorethylen) oder ein Polysiloxan-Material (zum Beispiel Polydimethylsiloxan) oder allgemein jedes Material umfassen, das nicht an der OLED haftet (was zu einer Beschädigung oder Delamination führen könnte, wenn die Maske entfernt wird), und/oder ein Material, an dem der organische Kapselungsstoff nicht so gut haftet, so daß das Entfernen der Maske nach dem Abscheiden und Härten (vollständig oder teilweise) des organischen Verkapselungsstoffs den organischen Stoff nicht entfernt.

[0059] Die Maske könnte derart sein, daß sie ausreichend gut mit der OLED in Kontakt gebracht werden kann, so daß der organische Kapselungsstoff auf die gewünschten Bereiche beschränkt wird und nicht unter die Bereiche sickert, wo der organische Verkapselungsstoff nicht gewünscht ist (zum Beispiel Kontaktpads). Eine derartige Maske könnte eine „Stempel“-Maske umfassen. Eine derartige Maske könnte aufgepreßt oder angeklemt werden, oder die Maske könnte aus einem magnetischen Material hergestellt sein und so durch magnetische Kräfte gehalten werden (zum Beispiel mit einem Blechmagnet hinter dem Substrat, der die Maske an das Substrat „saugt“). Die Maske könnte außerdem zur Mehrfachverwendung oder zur Einmalverwendung sein. Auch können Vakuumsaugmasken ausreichen. Zudem könnte auch eine laminierte Filmmaske ausreichen.

[0060] Nach dem Abscheiden der Maske **604** wird die organische Schicht **606** auf eine beliebige geeignete Weise abgeschieden. Beispielsweise könnte die organische Schicht verteilt, gequetscht, gewalzt, gedruckt, aufgerakelt, in die Maskenöffnungen getropft oder darauf gesprüht werden. Nach dem Abscheiden kann die organische Schicht dann gehärtet werden oder nicht – entweder teilweise oder vollständig vor dem Entfernen der Maske **604**. Die Maske könnte durch jedes in der Technik bekannte Mittel entfernt werden – zum Beispiel indem sie abgezogen wird, durch mechanisches Entfernen, falls es sich um eine Schablone handelt, und dergleichen.

[0061] Es versteht sich, daß die Kanten der Planari-

sierungsschicht wieder aufschmelzen können oder nicht, so daß die danach abgeschiedene Barriere eine bessere Barrierenkantenbedeckung liefert.

[0062] Nach dem Entfernen der Maske wird die Barrierschicht **608** selektiv über den die OLED-Bauelemente bedeckenden Planarisierungsschichten abgeschieden. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung eignet sich eine beliebige bekannte Technik für derartiges selektives Abscheiden. Bei verschiedenen alternativen Ausführungsformen ist es möglich, entweder die Maske vollständig zu härten und dann zu entfernen, die Maske teilweise zu härten und dann zu entfernen oder die Maske nicht zu härten und dann zu entfernen. Diese Variationen können auch in Kombination mit potentiell einer weiteren Härtung nach dem Abscheiden der Barrierschicht sein. Es könnte spezifisch möglich sein, die Maske geringfügig zu härten und dann zu entfernen, dann zum Aufschmelzen zu erwärmen, um die Kanten zu glätten – dann fortzusetzen mit der vollen Härtung/Barrierschichtabscheidung.

[0063] In noch einer weiteren Ausführungsform ist es auch möglich, sowohl die Planarisierungsschicht(en) als auch die Barrierschicht(en) vor dem Entfernen der Maske abzuschneiden.

[0064] Bei noch weiteren Ausführungsformen könnten alle Kapselungsprozessschritte in einer inerten Atmosphäre ausgeführt werden (d. h. mit reduziertem Sauerstoff, Ozon, anderen reaktiven Gasen und insbesondere Feuchtigkeit). Alternativ könnte nur die erste organische Schicht und die erste Barrierschicht („Dyade“) in einer inerten Atmosphäre abgeschieden werden. Alternativ könnte nur die erste organische Schicht in einer inerten Atmosphäre abgeschieden werden.

[0065] Weitere Ausführungsformen könnten zum zusätzlichen Schutz eine Kapselung mit einer sekundären Kapselungsschicht beinhalten. Dies könnte erreicht werden durch Laminiere, Kleben oder anderweitiges Abscheiden eines Kunststoffes, eines Metalls, eines Metalls plus Plastikfolie, eines dünnen Glases, eines dicken Glases oder eines Blechs über der OLED-Displaytafel. Die sekundäre Kapselung kann ein Gettermaterial (zum Beispiel Zeolith, reaktives Metall, reaktives Metalloxid, Metallsulfid usw. in Filmform, Pulverform, Pastenform, Tablettenform usw.) im Baustein enthalten, um Wasser, Sauerstoff oder andere reaktive Gase zu absorbieren. Die Verinselung könnte entweder vor oder nach der sekundären Kapselung erfolgen.

[0066] Die [Fig. 7A](#) bis [Fig. 7C](#) zeigen ein neuartiges Gasdüsenabscheidungssystem für das Abscheiden mehrerer Schichten einschließlich der Planarisierungsschicht. [Fig. 7A](#) zeigt eine Gasdüse **704**, wie sie eine Schicht auf einem Bauelement **702** auf ei-

nem Substrat **700** abscheidet. Die Düse **704** umfaßt mindestens eine Düse **706**, die ein Gas, bevorzugt ein inertes, lenkt, und eine Düse **708**, die das abzuschneidende Material – zum Beispiel Acrylat – auf das Bauelement lenkt. Das Gas lenkt das sich abscheidende Material von den Bereichen weg, auf denen keine Abscheidung erfolgen sollte. [Fig. 7B](#) zeigt das Bauelement **702**, nachdem es durch das Gasdüsen-system mit der Schicht bedeckt worden ist. Genauer gesagt wurde der Bereich **710** mit der Schicht bedeckt, während der Bereich **712** von der Abscheidung frei ist. Ein derartiger Bereich **712** könnte elektrische Kontakte, Ritzlinien oder andere Bereiche darstellen, die frei von einer derartigen Abscheidung sein sollen.

[0067] [Fig. 7c](#) zeigt die Wirkung eines Arrays derartiger Gasdüsen **720**, das eine Abscheidung über einer Platte **700** von Bauelementen **702** bewirkt. Das Array **720** würde mehrere Planarisierungsschichtdüsen **721** und Inertgasdüsen **723** umfassen, die vorteilhafterweise über der Platte von Bauelementen angeordnet sind, so daß die Schicht, die gerade abgeschieden wird, nur in denjenigen Bereichen abgeschieden wird, die erwünscht sind. Der Bereich **730** ist ein derartiger erwünschter Bereich für die Abscheidung innerhalb eines Gesamtbereichs **732** für das Bauelement. Das Array **720** und die Platte **700** könnten in eine relative Bewegung versetzt werden, um auf mehreren Bauelementen eine effiziente Abscheidung zu bewirken. Die Richtung **722** zeigt eine mögliche Bewegung des Arrays über die Platte, während die Richtung **724** eine mögliche Bewegung der Platte unter dem Array zeigt – es ist auch eine beliebige Kombination der beiden Bewegungen möglich.

[0068] [Fig. 8a–h](#) zeigen noch eine weitere Ausführungsform eines verkapselten organischen elektronischen Bauelements gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird die Planarisierungsschicht hergestellt, indem selektiv eine Katalysatorschicht abgeschieden und dann die Katalysatorschicht mit einem Monomer in einer Gasphase oder einer flüssigen Phase, bevorzugt in der Gasphase, behandelt wird. Das Monomer in der Gasphase reagiert nur in den Bereichen, in denen die Katalysatorschicht vorliegt, so daß es nur zu einer minimalen oder keiner Verunreinigung anderer Bereiche des organischen elektronischen Bauelements kommt. Durch das selektive Abscheiden der Katalysatorschicht kann die resultierende Planarisierungsschicht strukturiert werden. Da das Monomer bei Kontakt mit der Katalysatorschicht polymerisiert wird, gibt es nur eine minimale Gelegenheit für das Monomer, unter das organische elektronische Bauelement zu wandern und es zu verunreinigen. Bei der Katalysatorschicht kann es sich beispielsweise um Dicyclopentadienylzirconiumborat handeln, und bei dem Monomer kann es sich beispielsweise um Propylen handeln. Die Planarisierungsschicht wird beispielsweise

dazu verwendet, Teilchen zu begraben oder die Bildung von pin holes zu unterbrechen. Eine Barrierenschicht wird selektiv mindestens auf der Planarisierungsschicht abgeschieden, um das organische elektronische Bauelement umgebungsmäßig vor den korrodierenden Effekten von Sauerstoff und Feuchtigkeit zu isolieren. Nach dem Abscheiden der Planarisierungsschicht und der Barrierenschicht können eine oder mehrere zusätzliche Planarisierungsschicht- und/oder Barrierenschichten hinzugefügt werden, um das organische elektronische Bauelement weiter zu verkapseln.

[0069] In den [Fig. 8a–h](#) erfolgt die selektive Abscheidung der Katalysatorschicht unter Verwendung des thermischen Verdampfungsprozesses mit Schattenmaske. Bei anderen Konfigurationen erfolgt die selektive Abscheidung beispielsweise unter Verwendung von Druckprozessen wie etwa dem Tintenstrahldruck, dem Siebdruck, dem Flexodruck, dem Tampondruck oder einer selektiven Sprühbeschichtung. In [Fig. 8a](#) enthält ein organisches elektronisches Bauelement ein Substrat **809**, auf dem eine Bodenelektrode und ein organischer Stapel **812** abgeschieden sind. Der organische Stapel enthält eine oder mehrere organische Schichten. Der organische Stapel kann beispielsweise emittierende Schichten enthalten, wenn das elektronische Bauelement eine OLED ist, oder auf Licht reagierende Schichten, wenn das elektronische Bauelement ein Lichtdetektor oder eine Solarzelle ist. Die Bodenelektrode kann beispielsweise eine Anode oder eine Kathode sein. Der Ausdruck „auf“, wie er in der Spezifikation und in den Ansprüchen verwendet wird, beinhaltet, daß Schichten in physischem Kontakt stehen und daß Schichten durch eine oder mehrere Zwischenschichten getrennt sind. Eine obere Elektrode **815** wird durch eine Schattenmaske **817** auf den organischen Stapel aufgedampft. Die obere Elektrode **815** kann beispielsweise eine Anode oder eine Kathode sein. Die obere Elektrode **815** ist der aktive Bereich des organischen elektronischen Bauelements und sollte durch Kapselung geschützt werden.

[0070] In [Fig. 8b](#) wird eine Katalysatorschicht **818** durch die Schattenmaske **817** auf die obere Elektrode **815** aufgedampft. Die Katalysatorschicht **818** definiert den Abdeckungsbereich der sich ergebenden Planarisierungsschicht, und da das gasförmige Monomer nur in den Bereichen reagiert, in denen die Katalysatorschicht vorliegt, verunreinigt das gasförmige Monomer keine anderen Bereiche des organischen elektronischen Bauelements. In [Fig. 8c](#) wird das organische elektronische Bauelement mit der Katalysatorschicht **818** einem gasförmigen Monomer **821** ausgesetzt. Das gasförmige Monomer **821** reagiert mit der Katalysatorschicht **818** unter Erzeugung einer Planarisierungsschicht **824** auf dem Bereich, auf dem die Katalysatorschicht **818** selektiv abgeschieden wurde. Hier wird die Planarisierungsschicht **824**

unter Verwendung der gleichen Schattenmaske strukturiert, die zum selektiven Abscheiden der oberen Elektrode **815** verwendet wurde (d. h., eine separate Schattenmaske ist nicht erforderlich, um die sich ergebende Planarisierungsschicht **824** zu strukturieren). Das gasförmige Monomer **821** wird bei Kontakt mit der Katalysatorschicht **818** polymerisiert, so daß es für das Monomer kaum Gelegenheit gibt, den aktiven Bereich des organischen elektronischen Bauelements zu verunreinigen. In [Fig. 8d](#) wird die resultierende Planarisierungsschicht **824** auf der oberen Elektrode **815** gezeigt. In [Fig. 8d](#) wird eine andere Schattenmaske verwendet – eine Schattenmaske **828** mit einer anderen Öffnungsgröße als die Schattenmaske **817**. Hier weist die Schattenmaske eine größere Öffnungsgröße als die Schattenmaske **817** auf, wodurch die aufgedampfte Schicht einen größeren Bereich bedecken kann, als dies mit der Schattenmaske **817** möglich ist. Eine Barrierenschicht **827** wird durch die Schattenmaske **828** mindestens auf der Planarisierungsschicht **824** abgeschieden. Die Barrierenschicht **827** wird unter Verwendung eines beliebigen Prozesses abgeschieden, der höchst undurchlässige Barrierenschichten auf strukturierte Weise abscheiden kann. Zu diesen Prozessen zählen beispielsweise das Verdampfen, das Elektronenstrahlverdampfen, das Gleichstrom- („DC“)-Magnetronspütern, das reaktive DC-Magnetronspütern, das Hochfrequenz- („HF“)- oder Wechselstrom- („AC“)-Magnetronspütern, das Ionenplattieren oder eine andere plasmaverstärkte Abscheidung wie etwa PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition). In [Fig. 8e](#) wird eine weitere Katalysatorschicht (d. h. eine Katalysatorschicht **830**) durch die Schattenmaske **828** auf die Barrierenschicht **827** aufgedampft. Unter Einsatz der Schattenmaske **828** werden die Barrierenschicht **827** und die Katalysatorschicht **830** auf einen weiteren Bereich aufgedampft (zum Beispiel wird ein Bereich, der größer ist als der des organischen elektronischen Bauelements, von den aufgedampften Schichten bedeckt), so daß sich diese Schichten an den Kanten mit dem Substrat **809** in Kontakt befinden, um eine hermetische Abdichtung sicherzustellen.

[0071] In [Fig. 8f](#) wird das organische elektronische Bauelement mit der Katalysatorschicht **830** dem gasförmigen Monomer **821** ausgesetzt. Das gasförmige Monomer **821** reagiert mit der Katalysatorschicht **830** unter Erzeugung einer Planarisierungsschicht **833** auf dem Bereich, wo die Katalysatorschicht **830** selektiv abgeschieden wurde. Die resultierende Planarisierungsschicht **833** befindet sich auf der Barrierenschicht **827**. In [Fig. 8g](#) wird eine andere Schattenmaske verwendet – eine Schattenmaske **837** weist eine Öffnung anderer Größe (zum Beispiel eine größere Öffnung) als die Schattenmaske **828** auf. Hier wird eine weitere Barrierenschicht (d. h. eine Barrierenschicht **836**) durch die Schattenmaske **837** mindestens auf der Planarisierungsschicht **833** abge-

schieden. In [Fig. 8h](#) ist die Barrierenschicht **836** auf der Planarisierungsschicht **833** gezeigt. Die oben in den [Fig. 8a–h](#) gezeigten Abscheidungen führen zu der Kapselung des organischen elektronischen Bauelements mit zwei Barrierenschichten mit Planarisierungszwischenschichten. Diese Vorgänge können einmal oder mehrmals wiederholt werden, um zur weiteren Verkapselung des organischen elektronischen Bauelements mehr Planarisierungs- und/oder Barrierenschichten hinzuzufügen.

[0072] Der durch die Abscheidung beschichtete Bereich kann variiert werden, indem Schattenmasken mit unterschiedlichen Öffnungsgrößen oder verschiedene Entfernungen zwischen dem Substrat und den Schattenmasken verwendet werden oder durch Kombinationen aus beiden. Beispielsweise führt eine größere Entfernung zwischen dem Substrat und der Schattenmaske oftmals zu einem größeren beschichteten Bereich, da viele Abscheidungsprozesse, wie etwa Aufdampfen oder Sputtern, nicht perfekt richtungsabhängig sind (zum Beispiel senkrecht zur Substratebene). Falls der durch die Barrierenschicht beschichtete Bereich größer ist als der durch die Planarisierungsschicht beschichtete Bereich, so daß die Kanten der Planarisierungsschicht von der Barrierenschicht bedeckt sind, ist die Barrierenschicht möglicherweise in der Lage, sich direkt mit dem Substrat zu verbinden, was zu einer verbesserten Kapselung und einer verbesserten Haftung der Kapselungsschichten am Substrat führt.

[0073] [Fig. 9](#) zeigt noch eine weitere Ausführungsform eines verkapselten organischen elektronischen Bauelements gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird eine Planarisierungsschicht auf einem Übertragungssubstrat abgeschieden und stabilisieren gelassen, um ihr Reaktionsvermögen mit Oberflächen wie etwa dem aktiven Bereich des organischen elektronischen Bauelements zu minimieren. Dann wird die Planarisierungsschicht vom Übertragungssubstrat mindestens auf den aktiven Bereich des organischen elektronischen Bauelements übertragen (zum Beispiel kann die Planarisierungsschicht den aktiven Bereich bedecken oder das organische elektronische Bauelement hermetisch abdichten, indem die Kanten der Schicht das Substrat des organischen elektronischen Bauelements kontaktieren). Durch den Einsatz des Übertragungssubstrats kontaktieren Lösungsmittel oder reaktive Monomere, mit denen die Planarisierungsschicht erzeugt wird, das organische elektronische Bauelement erst dann, wenn sie viel weniger reaktiv sind. Die Lösungsmittel können verwendet werden, um gleichförmige Filme der Planarisierungsschicht auszubilden. Das Stabilisieren der Planarisierungsschicht auf dem Übertragungssubstrat beinhaltet das Verdampfen von Lösungsmitteln aus der Planarisierungsschicht, das Härten der Planarisierungsschicht (zum Beispiel kann das Härten unter Verwendung

von Wärme oder Licht einschließlich Ultraviolettlicht („UV“) erfolgen) oder das Zulassen von Reaktionen in der Schicht zur Reifung, um eine stabilere und weniger reaktive Schicht auszubilden. Durch den Einsatz des Übertragungssubstrats kann die Planarisierungsschicht auch auf dem Übertragungssubstrat abgeschieden und stabilisiert werden, ohne daß dieser Vorgang in einer kontrollierten Umgebung, wie etwa in einer Vakuumkammer, durchgeführt werden muß. Dann wird auf der Planarisierungsschicht eine Barrierenschicht abgeschieden.

[0074] In [Fig. 9](#) wird eine Planarisierungsschicht **915** auf einem Übertragungssubstrat **918** abgeschieden. Die Planarisierungsschicht **915** wird auf strukturierte oder unstrukturierte Weise auf dem Übertragungssubstrat **918** abgeschieden. Falls zur Erzeugung der Planarisierungsschicht **915** irgendwelche Lösungsmittel verwendet werden, werden diese Lösungsmittel auf dem Übertragungssubstrat **918** abgeschieden, und die meisten der Lösungsmittelreaktionen, wenn nicht sogar alle, finden hier statt. Das Übertragungssubstrat **918** umfaßt beispielsweise eine Glasplatte, eine Kunststoffplatte, eine Kunststoffolie oder eine Endlosfolie auf der Basis von Rolle-zu-Rolle-Techniken. Organische elektronische Bauelemente **912a**, **912b**, **912c** und **912d** werden auf einem anderen Substrat wie etwa einem Substrat **909** hergestellt. Ein Thermoübertragungsmechanismus **921** wird verwendet, um die Planarisierungsschicht **915** thermisch mindestens auf die aktiven Bereiche der organischen elektronischen Bauelemente zu übertragen. Der Thermoübertragungsmechanismus **921** überträgt thermisch die Planarisierungsschicht, wobei Prozesse verwendet werden, die auf dem Gebiet des Thermoübertragungsdrucks, wie etwa der Thermofarbstoffübertragung oder der laserinduzierten thermischen Abbildung („LITI“), wohlbekannt sind. Die Übertragung der Planarisierungsschicht **915** vom Übertragungssubstrat **918** mindestens zum aktiven Bereich kann strukturiert oder unstrukturiert erfolgen. Nach der Übertragung der Planarisierungsschicht **915** wird eine Barrierenschicht auf strukturierte oder unstrukturierte Weise mindestens auf der Planarisierungsschicht **915** abgeschieden. Nach dem Abscheiden der Planarisierungsschicht **915** und der Barrierenschicht können zur weiteren Kapselung des organischen elektronischen Bauelements eine oder mehrere Planarisierungsschichten und/oder Barrierenschichten hinzugefügt werden.

[0075] Die Planarisierungsschicht **915** kann bei ihrem Abscheiden auf dem Übertragungssubstrat **918** oder danach strukturiert werden, oder die Übertragung der Planarisierungsschicht **915** vom Übertragungssubstrat **918** auf das Substrat **909** kann selbst auf strukturierte Weise erfolgen, wobei Thermoübertragungsdruckverfahren verwendet werden, die eine Strukturierung gestatten, und diese Verfahren sind im

Stand der Technik wohlbekannt. Außerdem kann die Planarisierungsschicht **915** unter Verwendung von Kombinationen der obigen Verfahren strukturiert werden. Falls die Planarisierungsschicht **915** auf dem Übertragungssubstrat **918** strukturiert wird, erfolgt die Übertragung der Planarisierungsschicht **915** vom Übertragungssubstrat **918** auf das Substrat **909** bevorzugt nicht auf strukturierte Weise.

[0076] **Fig. 10** zeigt eine Ausführungsform eines Prozesses zum Verkapseln eines organischen elektronischen Bauelements gemäß der vorliegenden Erfindung. In Block **940** wird ein organisches elektronisches Bauelement auf einem ersten Substrat hergestellt. Es wird eine Planarisierungsschicht gewählt, die mindestens auf dem aktiven Bereich des Bauelements abgeschieden werden soll. In Block **943** wird die Planarisierungsschicht auf strukturierte oder unstrukturierte Weise auf einem zweiten Substrat (d. h. einem Übertragungssubstrat) abgeschieden. Das organische elektronische Bauelement, das verkapselt werden soll, wird so positioniert, daß die Planarisierungsschicht auf dem zweiten Substrat auf das Bauelement übertragen werden kann. Im Block **946** wird die Planarisierungsschicht vom zweiten Substrat mindestens zum aktiven Bereich des organischen elektronischen Bauelements übertragen. Die Übertragung kann durch Thermoübertragungstechniken wie etwa die Thermofarbstoffübertragung, den Thermoübertragungsdruck oder LITI erfolgen. Die Übertragung kann auf strukturierte oder unstrukturierte Weise erfolgen. In Block **949** kann das erste Substrat oder die Planarisierungsschicht wahlweise eine Nachbehandlung empfangen. Die Nachbehandlung beinhaltet eine Wärmebehandlung zum Schmelzen, Aufschmelzen oder Glätten der Planarisierungsschicht. Die Nachbehandlung beinhaltet auch, pin holes in der Planarisierungsschicht im wesentlichen zu schließen, punktförmige Defekte (zum Beispiel Schmutzteilchen) in der Planarisierungsschicht im wesentlichen zu bedecken oder die Planarisierungsschicht unter überhängenden Strukturen wie etwa einem Kathodenseparator aufzuschmelzen. In Block **952** wird eine Barrierschicht mindestens auf der Planarisierungsschicht abgeschieden. Nach dem Abscheiden der Planarisierungsschicht und der Barrierschicht können zur weiteren Kapselung des organischen elektronischen Bauelements eine oder mehrere Planarisierungsschichten und/oder Barrierschichten hinzugefügt werden.

Patentansprüche

1. Verkapselungsverfahren für mehrere auf einem Substrat hergestellte organische Leuchtdiodenbauelemente (OLED), wobei die Schritte des Verfahrens folgendes umfassen:
Herstellen mehrerer OLED-Bauelemente (**302**) auf einem Substrat (**300**) in verschiedenen durch Ritz- und Bruchlinien (**206**) voneinander getrennten, Licht

emittierenden Bereichen;
Herstellen mindestens einer Planarisierungsschicht (**304**) mit einer Seitenstufe auf den Bauelementen, wobei die Ritz- und Bruchlinien nach der Herstellung der Planarisierungsschicht frei von der Planarisierungsschicht sind;
selektives Aufbringen mindestens einer Barrierschicht (**308**) über der Planarisierungsschicht, wobei die Barrierschicht größer als die Planarisierungsschicht ist und die Seitenstufe der Planarisierungsschicht bedeckt und wobei die Ritz- und Bruchbereiche von der Barrierschicht freigehalten werden, und wobei die OLED-Bauelemente (**302**) durch die von der Planarisierungsschicht und der Barrierschicht freigehaltenen Ritz- und Bruchlinien (**206**) vereinzelt werden.

2. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Herstellens der mindestens einen Planarisierungsschicht (**304**) folgende Teilschritte umfasst:

Aufbringen mindestens einer Planarisierungsschicht (**304**) auf den Bauelementen,
Härten der mindestens einen Planarisierungsschicht (**304**) auf strukturierte Weise, so daß das gehärtete Gebiet die OLED-Bauelemente (**302**) bedeckt; und
Entfernen von Bereichen der mindestens einen Planarisierungsschicht (**304**), die nicht gehärtet sind.

3. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Aufbringens mindestens einer Planarisierungsschicht (**304**) einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

- Aufschleudern,
- Blitzverdampfung,
- Verdampfung,
- Raketstreichen,
- Aufwalzen,
- Tauchbeschichten,
- Sprühbeschichten,
- Siebdruck und Tintenstrahldruck.

4. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei der Schritt des Härtens der mindestens einen Planarisierungsschicht (**304**) auf strukturierte Weise einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

- Flut-Belichtung mit UV-Licht durch eine Maske (**306**)
- Abtasten einer linienförmigen UV-Lichtquelle durch eine Maske (**306**)
- Belichtung durch UV-Licht mit einem optisch strukturierenden System;
- Belichtung durch UV-Licht mit einem UV-Strahl-Abtastsystem,
- Vernetzung,
- System mit strukturierter Wärmeübertragung,
- strukturierte IR-Quelle,

- maskierte IR-Quelle,
- abgetastete IR-Quelle,
- strukturierter Elektronenstrahl,
- maskierter Elektronenstrahl und
- abgetasteter Elektronenstrahl.

5. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei

- eine organische Schicht als die Planarisierungsschicht (**304**) abgeschieden wird und
- das Härten der organischen Schicht eine Vernetzung umfaßt und
- wobei der Schritt des Entfernens von Bereichen der mindestens einen organischen Schicht, die nicht vernetzt sind, das Entfernen durch thermische Verdampfung umfaßt.

6. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 5, wobei der Schritt des Entfernens durch thermische Verdampfung weiterhin das Anlegen eines kurzen Hochtemperaturimpulses umfaßt.

7. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 6, wobei der Schritt des Anlegens eines kurzen Hochtemperaturimpulses weiterhin das Anordnen des Substrats (**300**) auf einer Heizplatte umfaßt.

8. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Schritt des Entfernens von Bereichen der mindestens einen Planarisierungsschicht (**304**), die nicht gehärtet sind, einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

- Entfernen durch Einpumpen eines Vakuums,
- Entfernen durch thermische Verdampfung und Einpumpen eines Vakuums,
- Waschen, Wegblasen, Spülen, Schallbehandlung oder Plasma.

9. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Schritt des selektiven Aufbringens mindestens einer Barrierenschicht (**308**, **408**) weiterhin mindestens eine Barrierenschicht umfaßt, die eine Substanz aus einer Gruppe umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

- ein Dielektrikum, ein Metall, ein Metalloxid, SiO_x , SiN_x , SiO_xN_y , AlO_x , AlN_x , ITO, ZnO_x , Al-dotiertes ZnO_x und eine Legierung.

10. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Schritt des selektiven Aufbringens mindestens einer Barrierenschicht (**408**) weiterhin das Aufbringen der Barrierenschicht (**408**) durch eine Maske (**410**) umfaßt.

11. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Schritt des selektiven Aufbringens mindestens einer Barrierenschicht (**408**) weiterhin das Aufbringen der Barrierenschicht (**408**) in einem größeren Bereich als die Planarisierungsschicht (**406**) umfaßt.

schicht (**406**) umfaßt.

12. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei von der Planarisierungsschicht (**406**) und der Barrierenschicht (**408**) nur die lichtemittierenden Bereiche überdeckt werden.

13. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Abscheidens mindestens einer Planarisierungsschicht das Aufbringen als ein unstrukturierter flüssiger Film umfaßt.

14. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 13, wobei der Schritt des Aufbringens mindestens einer Planarisierungsschicht (**304**) weiterhin einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

- Aufbringen einer organischen Schicht als den flüssigen Film über dem Substrat (**300**) und selektives Härten der organischen Schicht,
- Aufbringen einer organischen Schicht als den flüssigen Film und Härten der organischen Schicht über dem ganzen Substrat (**300**),
- Verdampfen mehrerer reaktiver organischer Moleküle, wobei die reaktiven organischen Moleküle einen kondensierten konformen Film auf dem Substrat (**300**) umfassen,
- Aufbringen einer Parylen-Beschichtung
- Aufbringen mindestens einer Planarisierungsschicht (**304**) unter Verwendung eines plasmaunterstützten Aufbringens organischen Materials.

15. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei eine organische Schicht als die Planarisierungsschicht (**304**) verwendet wird und wobei der Schritt des Entfernens der Bereiche unerwünschter Planarisierungsschicht (**304**) weiterhin einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

- Ätzen der organischen Schicht,
- Ätzen der organischen Schicht mit einem chemischen Ätzprozeß,
- Ätzen der organischen Schicht mit einem plasmaunterstützten Ätzprozeß,
- Ätzen der organischen Schicht mit Sauerstoffplasma,
- Ätzen der organischen Schicht mit einer reaktiven Ionenätzung,
- Ätzen der organischen Schicht mit einer anisotropen Ätzung,
- Ätzen der organischen Schicht mit einem laserunterstützten/-basierten Entfernen und
- Ätzen der organischen Schicht mit Laserabtrag.

16. Verkapselungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem das Entfernen von Bereichen der mindestens einen Planarisierungsschicht zumindest über den Ritz- und Bruchlinien durchgeführt wird.

17. Verkapselungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 – bei dem die mehreren OLED-Bauelemente (**202**) mit elektrischen Kontaktbereichen (**204**) hergestellt werden,

– bei dem das Entfernen von Bereichen der mindestens einen Planarisierungsschicht zumindest über den elektrischen Kontaktbereichen (**204**) durchgeführt wird.

18. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Herstellens der mindestens einen Planarisierungsschicht folgenden Teilschritt umfaßt:

selektives Aufbringen mindestens einer Planarisierungsschicht (**506**) auf den OLED-Bauelementen (**504**).

19. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 18, wobei der Schritt zum selektiven Aufbringen mindestens einer Planarisierungsschicht (**506**) weiterhin einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

– Aufbringen einer organischen Schicht als der Planarisierungsschicht durch Tintenstrahl,
 – Siebdrucken einer organischen Schicht als der Planarisierungsschicht,
 – Aufbringen durch Verwendung einer Gasdüse und
 – Aufbringen einer organischen Schicht durch eine Schattenmaske.

20. Verkapselungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt zum selektiven Aufbringen mindestens einer Barrierenschicht (**508**) weiterhin einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

– Aufbringen durch Verwendung einer Schattenmaske,
 – Sputtern,
 – Tintenstrahlabscheidung,
 – Siebdruck und
 – Verdampfung.

21. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19, wobei das selektive Aufbringen mindestens einer Planarisierungsschicht (**606**) folgende Schritte umfaßt:

Aufbringen einer Maske (**604**) auf dem Substrat (**600**), so daß Maskenöffnungen auf den Bauelementen (**602**) angeordnet sind;
 Aufbringen mindestens einer Planarisierungsschicht (**606**) auf der Maske (**604**);
 Entfernen der Maske (**604**) von dem Substrat (**600**).

22. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 21, wobei der Schritt des Aufbringens der Maske (**604**) weiterhin einen aus einer Gruppe von Schritten umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:

– Aufbringen einer Stempelmaske,

– Aufbringen einer laminierten Filmmaske,
 – Aufbringen einer Vakuummaske und
 – Aufbringen einer magnetisch gehaltenen Maske.

23. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 21 und 22, wobei die Maske (**604**) im Kontakt mit dem Substrat (**600**) ist.

24. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, wobei die Maske (**604**) ein Material umfaßt, das über den Bereichen zwischen den aktiven Bereichen nicht am Substrat (**600**) haftet.

25. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, wobei die Maske (**604**) ein Material aus einer Gruppe umfaßt, wobei die Gruppe ein Metall, eine Keramik, einen Kunststoff, ein Polymer, PTFE und Polysiloxan umfaßt.

26. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, wobei der Schritt des Aufbringens mindestens einer Planarisierungsschicht (**606**) weiterhin das Aufbringen einer organischen Schicht über der ganzen Maske (**604**) umfaßt.

27. Verkapselungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der Schritte des Aufbringens der Planarisierungsschicht (**304**) oder des Aufbringens der Barrierenschicht (**308**) über der Planarisierungsschicht in einer inerten Atmosphäre ausgeführt wird.

28. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 27, wobei der mindestens eine Schritt, der in einer inerten Atmosphäre ausgeführt wird, der Schritt des Aufbringens mindestens einer Planarisierungsschicht (**304**) ist.

29. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 29 oder 30, wobei der mindestens eine Schritt, der in einer inerten Atmosphäre ausgeführt wird, der Schritt des Aufbringens mindestens einer Barrierenschicht (**308**) ist.

30. Verkapselungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine sekundäre Kapselungsschicht über der Barrierenschicht abgedeckt wird.

31. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 30, wobei der Schritt des Aufbringens einer sekundären Kapselungsschicht weiterhin das Aufbringen eines Materials aus einer Gruppe umfaßt, wobei die Gruppe folgendes umfaßt:
 einen Kunststoff, ein Metall, ein Metall plus Kunststoffolie, ein Polymer und Glas.

32. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 30 und 31, wobei die Bauelemente vor dem Aufbringen der sekundären Kapselungsschicht ver-

einzelt werden.

33. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 32,
– bei dem die mindestens eine Planarisierungsschicht zumindest über den Ritz- und Bruchlinien (**206**) nicht abgeschieden wird.

34. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 33,
– bei dem die mehreren OLED-Bauelemente (**202**) mit elektrischen Kontaktbereichen (**204**) hergestellt werden,
– bei dem die mindestens eine Planarisierungsschicht zumindest über den elektrischen Kontaktbereichen (**204**) nicht abgeschieden wird.

35. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 33 oder 34,
– bei dem die mehreren OLED-Bauelemente (**202**) entlang der Ritz- und Bruchlinien (**206**) vereinzelt werden.

36. Verkapselungsverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der mindestens eine Aufbringungsschritt durch Gasdüsenabscheidung (**704**) ausgeführt wird.

37. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 36, wobei zumindest eine Gasdüse (**706**) verwendet wird, die das aufzubringende Material von den Bereichen des Substrats weglent, auf denen keine Aufbringung erfolgen soll.

38. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 36 und 37, wobei der eine Aufbringungsschritt durch Gasdüsenabscheidung ausgeführt wird und weiterhin das Aufbringen einer Schicht über mehreren Bauelementen umfaßt, wobei ein Array von Düsen (**720**) über dem Substrat (**700**) positioniert wird.

39. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 38, wobei der Schritt des Aufbringens einer Schicht über mehreren Bauelementen (**702**) weiterhin das Bewegen des Arrays (**720**) und des Substrats (**700**) in relativer Bewegung (**722**, **724**) umfaßt.

40. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Herstellens der mindestens einen Planarisierungsschicht folgende Teilschritte umfaßt:
selektives Aufbringen einer Katalysatorschicht (**818**) mindestens auf einem aktiven Bereich eines OLED-Bauelements; und
Behandeln der Katalysatorschicht (**818**) mit einem Monomer (**821**), um eine Planarisierungsschicht (**824**) herzustellen, wobei die Katalysatorschicht (**818**) selektiv abgeschieden wurde.

41. Verkapselungsverfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei Bereiche des Substrats frei von der Katalysatorschicht und der Barrierenschicht gehalten werden.

42. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 40 oder 41, wobei das selektive Aufbringen der Katalysatorschicht (**818**) das Drucken der Katalysatorschicht beinhaltet.

43. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 42, das weiterhin folgendes umfaßt:
Verdampfen einer Elektrodenschicht (**815**) des organischen elektronischen Bauelements (**812**) durch eine Schattenmaske (**817**),
wobei das selektive Aufbringen der Katalysatorschicht (**818**) mindestens auf dem aktiven Bereich das Verdampfen der Katalysatorschicht (**818**) durch die Schattenmaske (**817**) mindestens auf die Elektrodenschicht (**815**) beinhaltet, und
wobei das selektive Aufbringen der Barrierenschicht (**827**) mindestens auf der Planarisierungsschicht (**824**) das Aufbringen der Barrierenschicht (**827**) durch eine weitere Schattenmaske (**828**) beinhaltet.

44. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 43, das weiterhin folgendes umfaßt:
Verdampfen einer weiteren Katalysatorschicht (**830**) durch die weitere Schattenmaske (**828**) auf die Barrierenschicht (**827**) und
Behandeln der anderen Katalysatorschicht (**830**) mit dem Monomer (**821**), um eine weitere Planarisierungsschicht (**833**) herzustellen, wobei die weitere Katalysatorschicht (**830**) selektiv abgeschieden wurde.

45. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 44, wobei die weitere Schattenmaske (**828**) eine Öffnungsgröße aufweist, die von der Öffnungsgröße der Schattenmaske (**817**) verschieden ist.

46. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 43, wobei eine Entfernung zwischen dem Substrat (**809**) und der Schattenmaske (**817**) variiert wird, wenn zwei verschiedene Schichten selektiv abgeschieden werden.

47. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 40, wobei das selektive Aufbringen der Barrierenschicht (**827**) das Aufbringen der Barrierenschicht in einem größeren Bereich als die Katalysatorschicht (**818**) beinhaltet.

48. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 40, wobei die Planarisierungsschicht (**824**) aus Dicyclopentadienylzirconiumborat besteht und das Monomer (**821**) Propylen ist.

49. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Herstellens der mindestens ei-

nen Planarisierungsschicht folgende Teilschritte umfasst:

Aufbringen einer Planarisierungsschicht (**915**) auf einem zweiten Substrat (**918**);

Übertragen der Planarisierungsschicht (**915**) mindestens auf einen aktiven Bereich (**912**) des OLED-Bauelements.

50. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 49, bei dem weiterhin die Planarisierungsschicht (**915**) vor dem Übertragen der Planarisierungsschicht stabilisiert wird, um ihr Reaktionsvermögen zu minimieren.

51. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 50, wobei das Stabilisieren der Planarisierungsschicht (**915**) das Verdampfen von Lösungsmitteln von der Planarisierungsschicht, das Härten der Planarisierungsschicht oder das Zulassen von Reaktionen in der Planarisierungsschicht zum Reifen beinhaltet, um eine stabilere und weniger reaktive Schicht auszubilden.

52. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 49 bis 51, wobei das Übertragen der Planarisierungsschicht (**915**) das thermische Übertragen der Planarisierungsschicht oder das Übertragen der Planarisierungsschicht unter Verwendung einer laserinduzierten thermischen Bildgebung beinhaltet.

53. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 49 bis 52, wobei das Aufbringen der Planarisierungsschicht (**915**) das selektive Aufbringen der Planarisierungsschicht beinhaltet.

54. Verkapselungsverfahren nach Anspruch 49, wobei die Planarisierungsschicht (**915**) strukturiert wird, wenn sie mindestens auf das OLED-Bauelement übertragen wird.

55. Verkapselungsverfahren nach einem der Ansprüche 49 bis 54, das weiterhin das Behandeln der Fehler der Planarisierungsschicht (**915**) beim Übertragen der Planarisierungsschicht umfasst.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

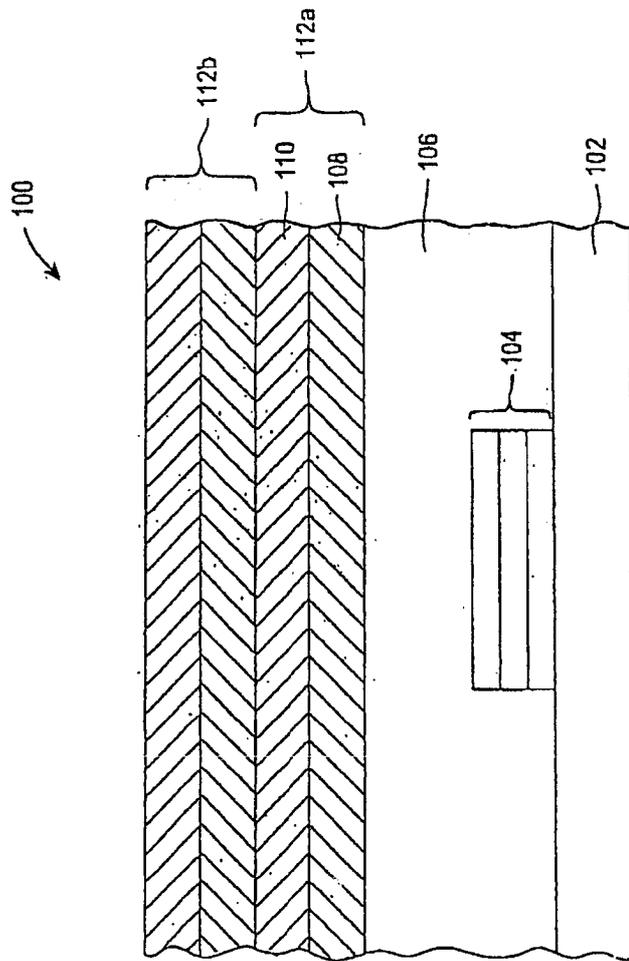


FIG. 1 (STAND DER TECHNIK)

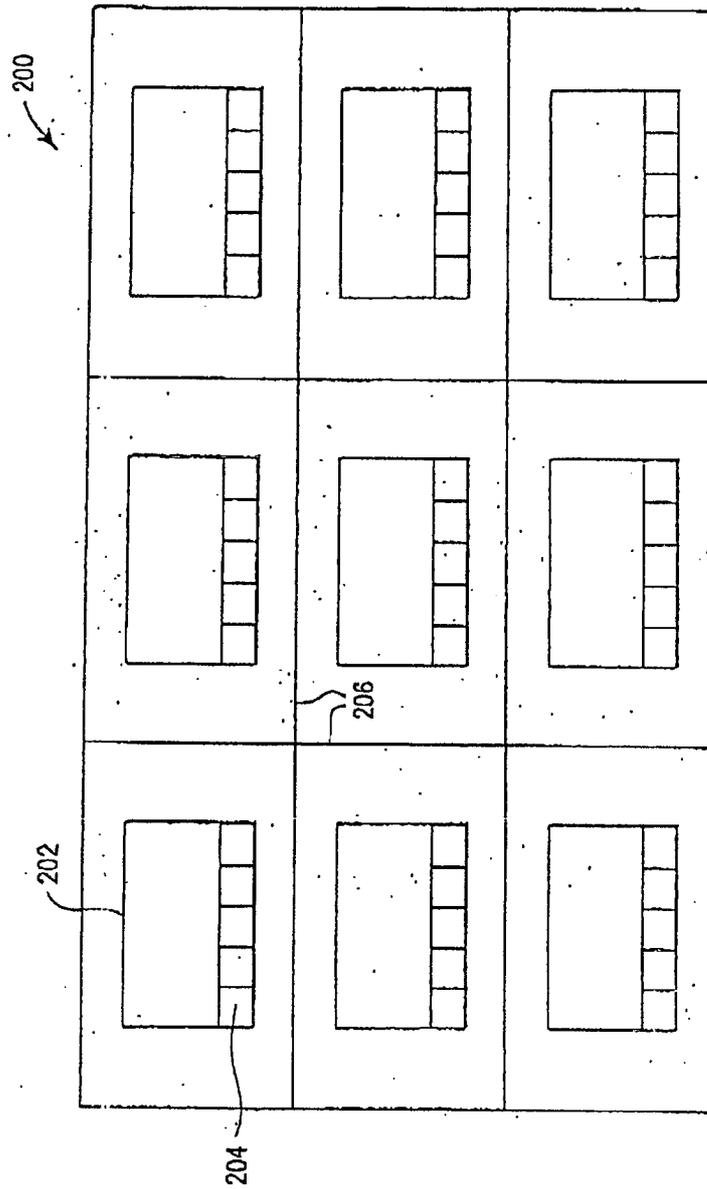


FIG. 2 (STAND DER TECHNIK)

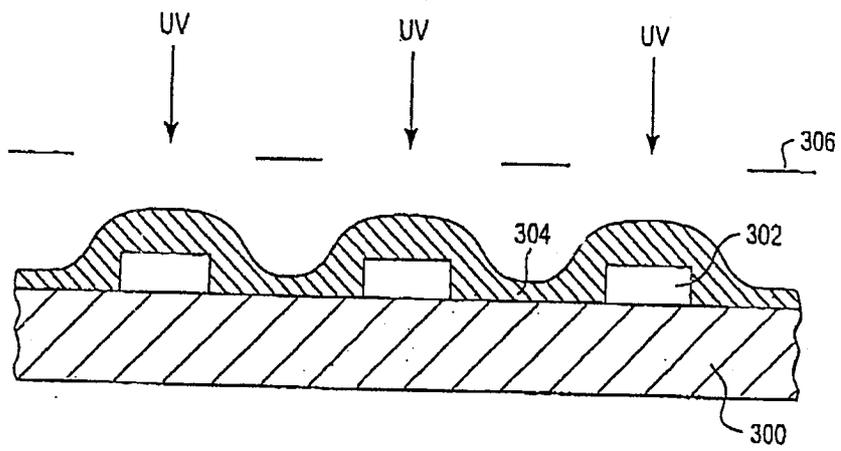


FIG. 3A

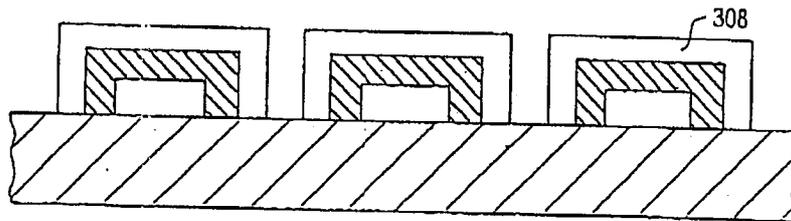


FIG. 3B

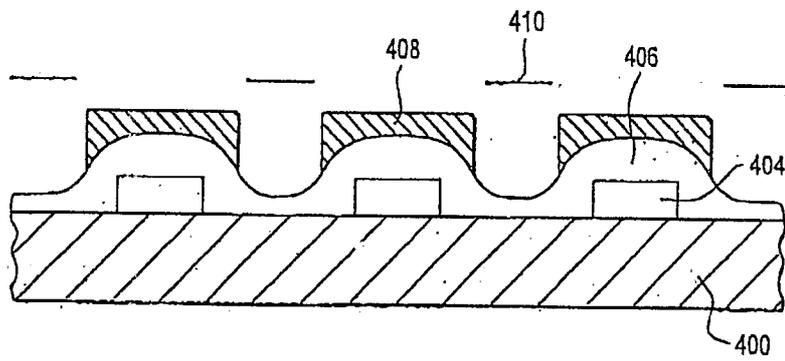


FIG. 4A

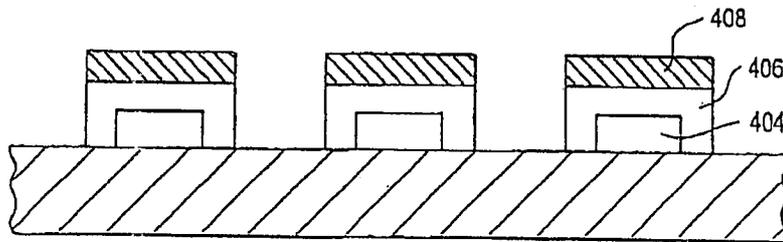


FIG. 4B

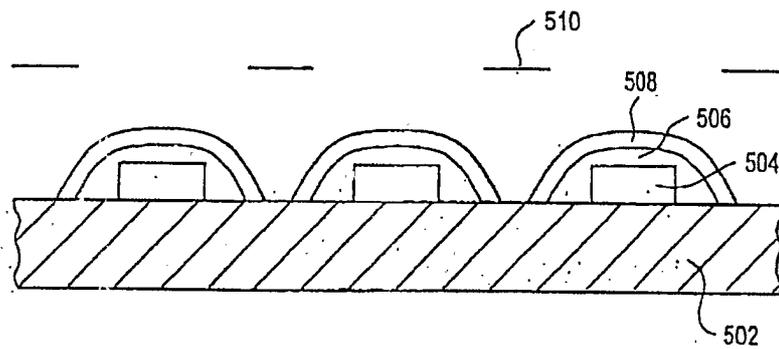
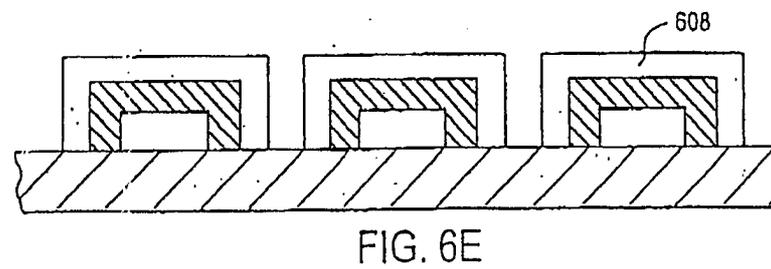
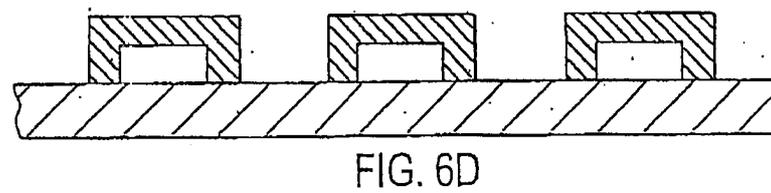
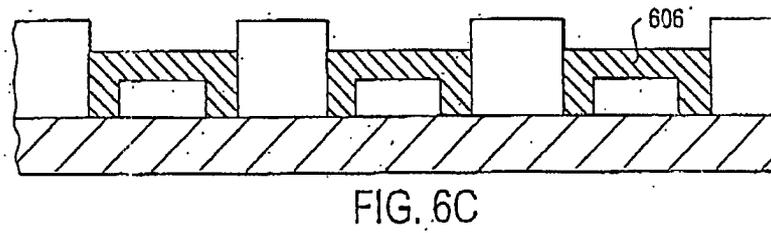
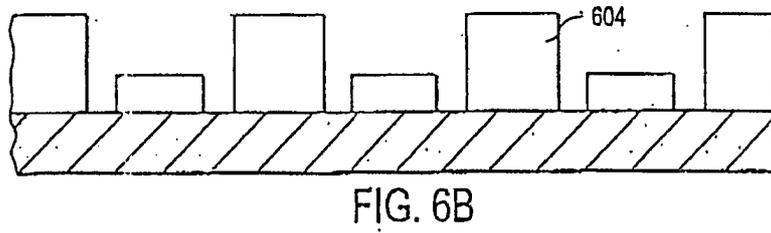
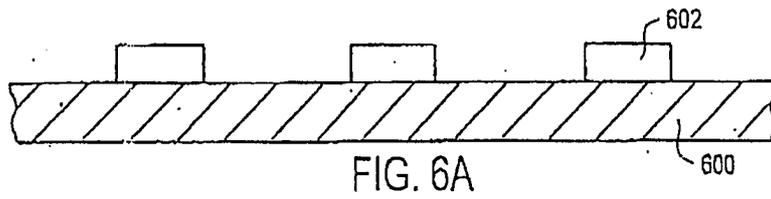


FIG. 5



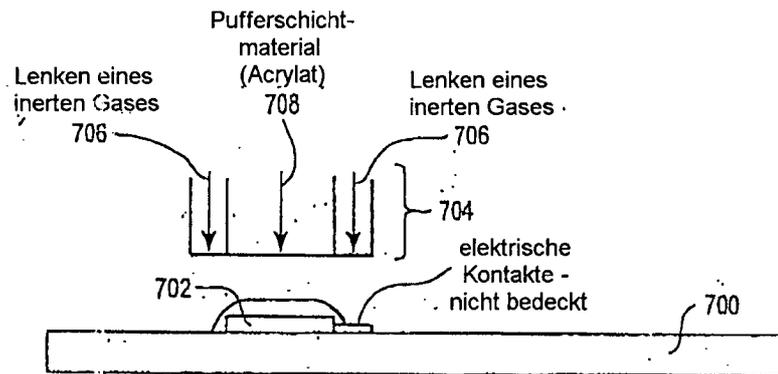


FIG. 7A

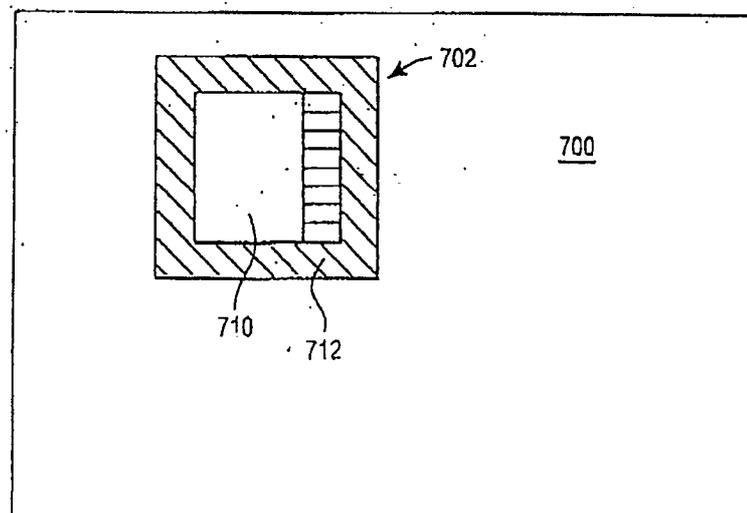


FIG. 7B

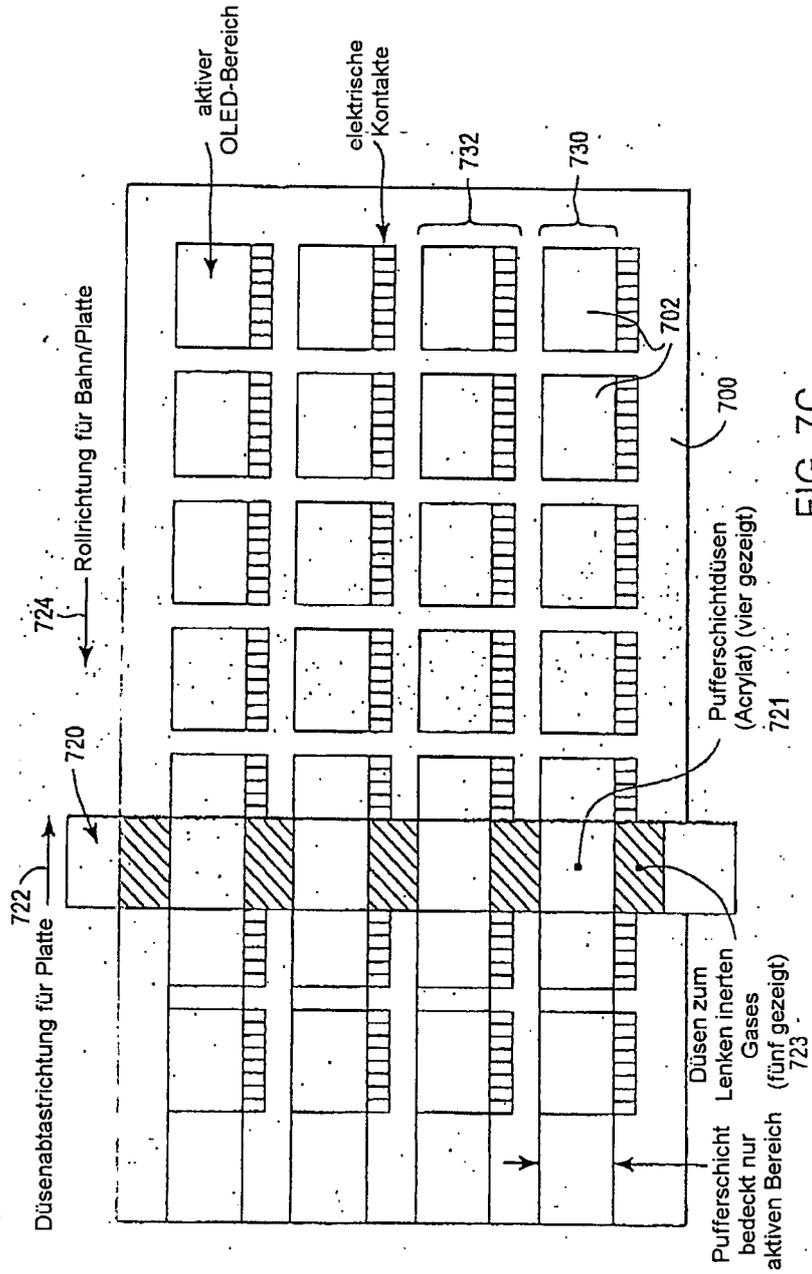
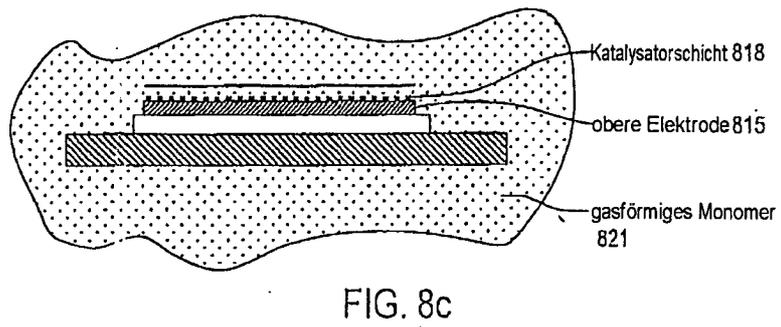
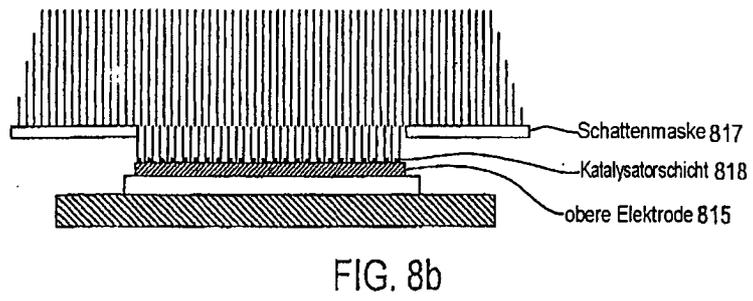
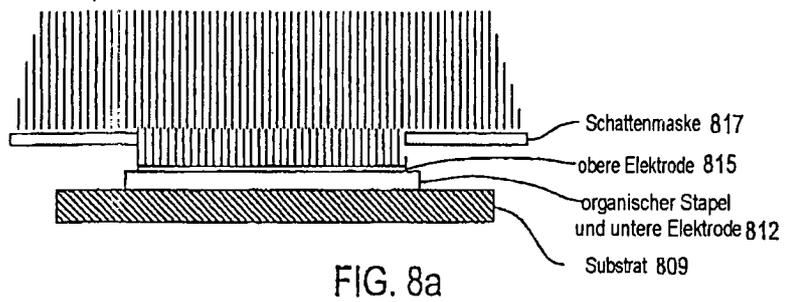


FIG. 7C



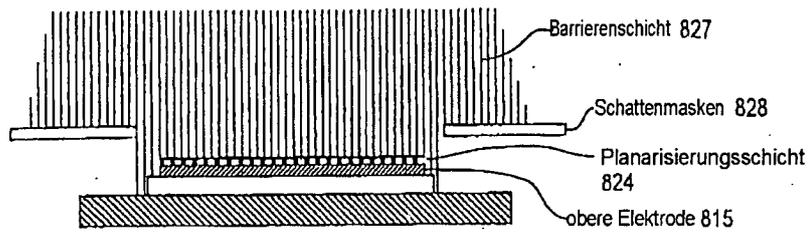


FIG. 8d

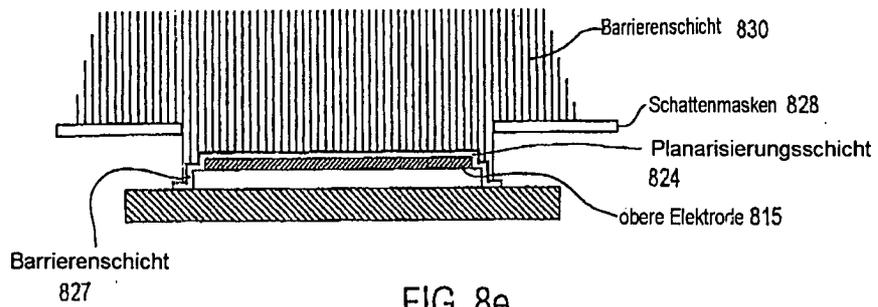


FIG. 8e



FIG. 8e (Fortsetzung)

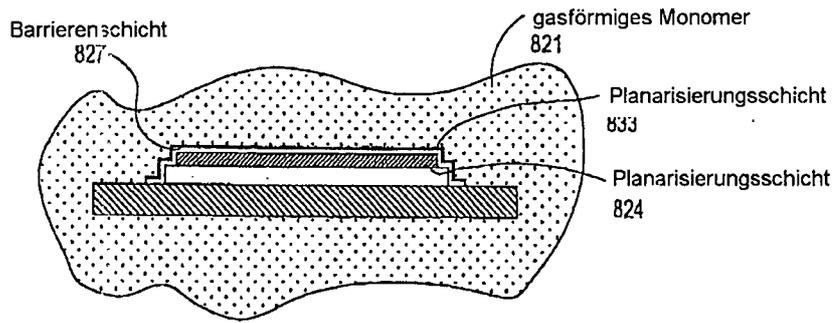


FIG. 8f

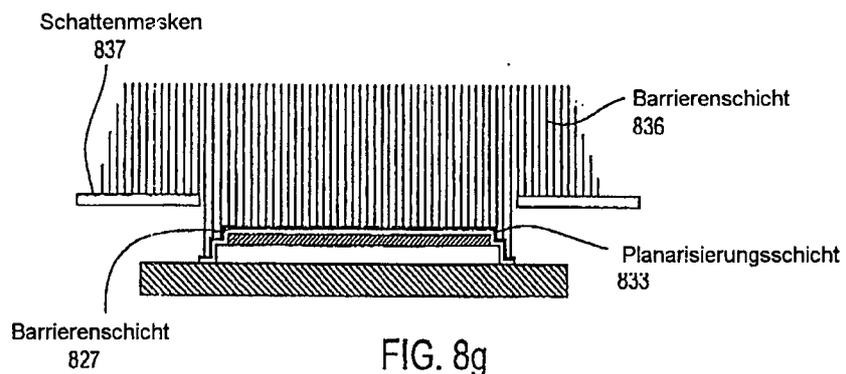


FIG. 8g

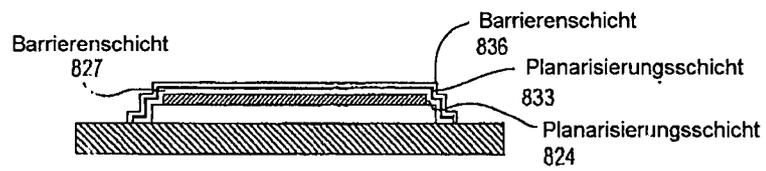


FIG. 8h

Figure 9

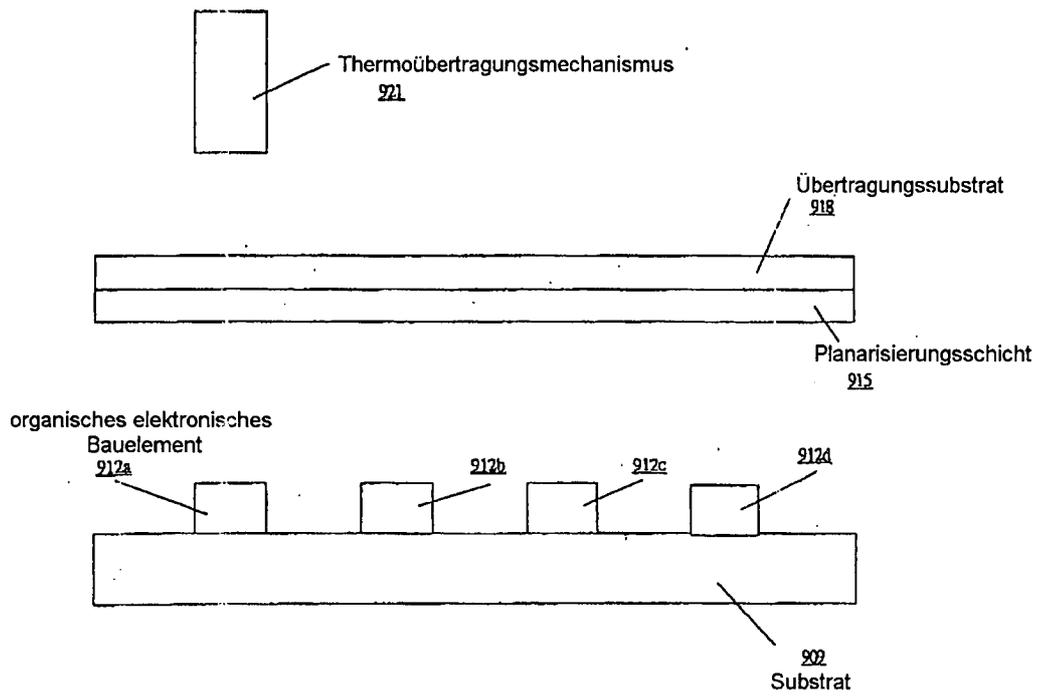


Figure 10

