



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2006 001 278 T5** 2008.06.26

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/123167**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 001 278.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2006/001854**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.05.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.11.2006**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **26.06.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 51/00** (2006.01)
C09D 11/00 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
0510382.5 **20.05.2005** **GB**

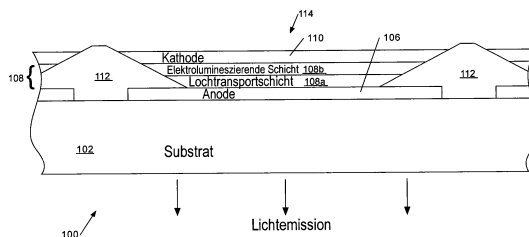
(71) Anmelder:
**Cambridge Display Technology Ltd., Cambourne
Business Park, Cambridgeshire, GB**

(74) Vertreter:
Prinz und Partner GbR, 80335 München

(72) Erfinder:
**Carter, Julian, Dry Drayton, Cambridgeshire, GB;
Lyon, Peter, Histon, Cambridgeshire, GB;
Creighton, Colin, Cherry Hinton, Cambridgeshire,
GB; Gregory, Haydn, San Jose, Calif., US**

(54) Bezeichnung: **Organisches, Licht emittierendes Display und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Zusammensetzung zum Tintenstrahldrucken einer optoelektrischen Vorrichtung, wobei die Zusammensetzung ein elektrolumineszierendes oder organisches Ladungstransportmaterial und ein hochsiedendes Lösungsmittel mit einem Siedepunkt höher als der von Wasser umfasst.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Zusammensetzungen zum Tintenstrahldrucken von leitenden oder halbleitenden organischen Materialien, unter Verwendung dieser Zusammensetzungen hergestellte optoelektrische Vorrichtungen sowie Verfahren zur Herstellung dieser optoelektrischen Vorrichtungen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Eine Klasse optoelektrischer Vorrichtungen ist die, bei der ein organisches Material für die Lichtemission (bzw. Lichtdetektion im Fall von Photovoltaikzellen und dergleichen) eingesetzt wird. Die Grundstruktur dieser Vorrichtungen ist eine organische Lichtemissionsschicht, z. B. ein Film aus PPV (PPV = Poly-(p-phenylenvinyl)) oder Polyfluoren zwischen einer Kathode zur Injektion negativer Ladungsträger (Elektronen) und einer Anode zur Injektion positiver Ladungsträger (Löcher) in die organische Schicht. Die Elektronen und Löcher erzeugen bei Kombination in der organischen Schicht Photonen. In der WO90/13148 ist das organische, Licht emittierende Material ein Polymer. In der US 4,539,507 stammt das organische, Licht emittierende Material aus der Klasse kleinmoleküliger Materialien wie z. B. 8-Hydroxychinolin-aluminium ("Alq3"). In einer praktischen Vorrichtung ist eine der Elektroden lichtdurchlässig, um den Austritt der Photonen aus der Vorrichtung zu erlauben.

[0003] Eine typische organische Lichtemissionsvorrichtung ("OLED") wird auf einem Glas- oder Kunststoffsubstrat hergestellt, das mit einer lichtdurchlässigen Anode wie z. B. Indiumzinnoxid ("ITO") beschichtet ist. Eine Schicht eines Dünnschichtfilms aus mindestens einem elektrolumineszierenden organischen Material bedeckt die erste Elektrode. Schließlich bedeckt eine Kathode die Schicht aus dem elektrolumineszierenden organischen Material. Die Kathode ist typischerweise ein Metall oder eine Legierung und kann eine Einzelschicht wie z. B. Aluminium oder eine Vielzahl von Schichten wie z. B. Calcium und Aluminium umfassen.

[0004] Während des Betriebs werden durch die Anode Löcher und durch die Kathode Elektronen in die Vorrichtung injiziert. Die Löcher und Elektronen erzeugen bei Kombination in der organischen elektrolumineszierenden Schicht ein Exziton, das anschließend unter Lichterzeugung radiativ zerfällt (in Lichtdetektorvorrichtungen läuft dieser Prozess im Wesentlichen umgekehrt ab).

[0005] Diese Vorrichtungen besitzen ein großes Potential für Displays. Es bestehen jedoch einige erhebliche Probleme. Eines davon ist, die Vorrichtung effizient zu machen, insbesondere bezüglich ihres externen Energiewirkungsgrades und ihrer externen Quantenausbeute. Ein weiteres Problem ist die Optimierung (z. B. Reduktion) der Spannung, bei der die höchste Wirksamkeit erzielt wird. Ein weiteres Problem ist die Stabilisierung der Spannungseigenschaften der Vorrichtung im Laufe der Zeit. Ein weiteres Problem ist die Verlängerung der Lebensdauer der Vorrichtung.

[0006] Zu diesem Zweck wurde die oben beschriebene Grundstruktur der Vorrichtung häufig modifiziert, um eines oder mehrere dieser Probleme zu lösen.

[0007] Eine solche Modifikation ist die Bereitstellung einer Schicht eines leitenden Polymers zwischen der organischen Lichtemissionsschicht und einer der Elektroden. Es hat sich herausgestellt, dass die Bereitstellung einer solchen leitenden Polymerschicht die Schaltspannung, die Helligkeit der Vorrichtung bei geringer Spannung, den Wirkungsgrad, die Lebensdauer und die Stabilität der Vorrichtung verbessern kann. Um diese Vorteile zu erzielen, können diese leitenden Polymerschichten typischerweise einen Schichtwiderstand von weniger als 10^6 Ohm/sq aufweisen, wobei die Leitfähigkeit durch Dotierung der Polymerschicht steuerbar ist. Bei manchen Vorrichtungsanordnungen kann eine nicht zu hohe Leitfähigkeit vorteilhaft sein. Ist in einer Vorrichtung z. B. eine Vielzahl von Elektroden vorgesehen, aber nur eine durchgehende Schicht aus einem leitenden Polymer, die sich über alle Elektroden erstreckt, kann eine zu hohe Leitfähigkeit zu einer seitlichen Leitung und einem Kurzschluss zwischen den Elektroden führen.

[0008] Die leitende Polymerschicht kann auch so ausgewählt sein, dass sie eine geeignete Austrittsarbeit besitzt, um die Loch- oder Elektroneninjektion und/oder die Blockierung der Löcher oder Elektronen zu unterstützen. Es gibt daher zwei elektrische Hauptmerkmale: die Gesamtleitfähigkeit des leitenden Polymers und die Austrittsarbeit der leitenden Polymerzusammensetzung. Die Stabilität der Zusammensetzung und die Reaktivität mit anderen Komponenten in einer Vorrichtung sind für eine akzeptable Lebensdauer in einer praktischen Vorrichtung ebenfalls ausschlaggebend. Die Verarbeitbarkeit der Zusammensetzung ist für eine leichte Her-

stellung ausschlaggebend.

[0009] Leitende Polymerformulierungen werden in einer früheren Anmeldung des Anmelders (GB-A-0428444.4) diskutiert. Es besteht nach wie vor der Bedarf an der Optimierung der in der Lichtemissionsschicht und der leitenden Polymerschicht dieser Vorrichtungen verwendeten organischen Formulierungen.

[0010] OLEDs können eine besonders vorteilhafte Form eines optoelektrischen Displays darstellen. Sie sind hell, farbig, schnellschaltend, bieten einen weiten Sichtwinkel und lassen sich auf einer Vielzahl von Substraten leicht und kostengünstig herstellen. Organische (d. h. hier z. B. auch organometallische) LEDs können je nach Art der verwendeten Materialien mit Hilfe von Polymeren oder kleinen Molekülen in verschiedenen Farben (oder in mehrfarbigen Displays) hergestellt werden. Wie zuvor beschrieben umfasst eine typische OLED-Vorrichtung zwei Schichten aus einem organischen Material, von denen eine eine Schicht aus einem Licht emittierenden Material wie z. B. einem Licht emittierenden Polymer (LEP), einem Oligomer oder einem Licht emittierenden, niedermolekularen Material ist und die andere eine leitende Polymerschicht, z. B. eine Schicht aus einem Lochtransportmaterial wie z. B. einem Polythiophenderivat oder einem Polyanilinderivat.

[0011] Organische LEDs können auf einem Substrat in einer Pixelmatrix abgeschieden werden, so dass ein Display mit ein- oder mehrfarbigen Pixeln entsteht. Ein mehrfarbiges Display kann mit Hilfe von Gruppen rotes, grünes und blaues Licht emittierender Pixel konstruiert werden. Sogenannte Aktivmatrixdisplays besitzen ein Speicherelement, typischerweise einen Speicherkondensator und einen Transistor, pro Pixel, wohingegen Passivmatrixdisplays kein solches Speicherelement aufweisen und stattdessen wiederholt abgetastet werden, so dass der Eindruck eines steten Bildes entsteht.

[0012] [Fig. 1](#) stellt einen vertikalen Querschnitt durch eine beispielhafte OLED-Vorrichtung **100** dar. In einem Aktivmatrixdisplay ist ein Teil der Pixelfläche durch einen damit assoziierten Antriebsstromkreis (nicht dargestellt in [Fig. 1](#)) belegt. Die Struktur der Vorrichtung ist zum Zwecke der Illustration etwas vereinfacht.

[0013] Die OLED **100** umfasst ein typischerweise 0,7 mm oder 1,1 mm großes Substrat **102** aus Glas oder wahlweise durchsichtigem Kunststoff, auf dem eine Anodenschicht **106** abgeschieden ist. Die Anodenschicht umfasst typischerweise eine etwa 150 nm dicke Schicht aus ITO (Indiumzinnoxid), auf der eine Metallkontaktschicht, typischerweise eine etwa 500 nm dicke Aluminiumschicht vorgesehen ist, die zuweilen als Anodenmetall bezeichnet wird. Mit ITO und Kontaktmetall beschichtete Glassubstrate können von Corning, USA bezogen werden. Das Kontaktmetall (und wahlweise das ITO) wird nach einem herkömmlichen Photolithographieverfahren gefolgt von Ätzen nach Wunsch so gemustert, dass es das Display nicht verdeckt.

[0014] Auf dem Anodenmetall ist eine im Wesentlichen lichtdurchlässige Lochtransportschicht **108a** und auf dieser wiederum eine elektrolumineszierende Schicht **108b** vorgesehen. Auf dem Substrat können Wälle **112** ausgebildet sein, z. B. aus positivem oder negativem Photoresistmaterial zur Definition von Vertiefungen **114**, in die diese aktiven organischen Schichten z. B. mittels Tröpfchenabscheidung oder Tintenstrahl-drucktechnik selektiv abgeschieden werden können. Die Vertiefungen definieren also Licht emittierende Flächen oder Pixel des Displays.

[0015] Anschließend wird eine Kathodenschicht **110** abgeschieden, z. B. mittels physikalischer Dampfab-scheidung. Die Kathodenschicht umfasst typischerweise ein Metall mit geringer Austrittsarbeit wie z. B. Calcium oder Barium, das mit einer dickeren Deckschicht aus Aluminium bedeckt ist und wahlweise eine weitere, unmittelbar an die elektrolumineszierende Schicht angrenzende Schicht, z. B. eine Schicht aus Lithiumfluorid für eine verbesserte Angleichung der Elektronenenergieniveaus enthält. Die wechselseitige elektrische Isolierung der Kathodenleitungen kann durch Einsatz von Kathodenseparatoren (Element **302** in [Fig. 3b](#)) erzielt werden. Typischerweise wird eine Reihe von Displays auf einem einzigen Substrat hergestellt, das Substrat am Ende des Herstellungsprozesses angerissen und die Displays getrennt. Um eine Oxidation oder das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, kann ein Verkapselungsmaterial wie z. B. eine Glasplatte oder eine Metallhülle verwendet werden.

[0016] Organische LEDs dieses allgemeinen Typs lassen sich mittels einer Reihe von Materialien wie Polymeren, Dendrimeren und sogenannten kleinen Molekülen zur Emission bei unterschiedlicher Wellenlänge, unterschiedlicher Antriebsspannung und unterschiedlichem Wirkungsgrad herstellen. Beispiele für OLED-Materialien auf Polymerbasis sind in der WO90/13148, der WO95/06400 und der WO99/48160 beschrieben, Beispiele für Materialien auf Dendrimerbasis in der WO 99/21935 und der WO 02/067343 und Beispiele für OLED-Materialien aus kleinen Molekülen in der US 4,539,507. Die zuvor genannten Polymere, Dendrimere und kleinen Moleküle emittieren Licht durch radiativen Zerfall von Singulettexzitonen (Fluoreszenz). Bis zu

75% der Exzitonen sind jedoch Triplettexzitonen, die normalerweise nicht radiativ zerfallen. Elektrolumineszenz durch radiativen Zerfall von Triplettexzitonen (Phosphoreszenz) ist z. B. in "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence", M. A. Baldo, S. Lamansky, P. E. Burrows, M. E. Thompson und S. R. Forrest, *Applied Physics Letters*, Band 75(1), S. 4–6, 5. Juli 1999 offenbart. Im Falle einer OLED auf Polymerbasis umfassen die Schichten **108** eine Lochtransportschicht **108a** und eine elektrolumineszierende Schicht **108b** aus einem Licht emittierenden Polymer (LEP). Die elektrolumineszierende Schicht kann z. B. etwa 70 nm dickes (trockenes) PPV (Poly(p-phenylenvinyl)) enthalten; die Lochtransportschicht, die die Angleichung der Lochenergieniveaus der Anodenschicht und der elektrolumineszierenden Schicht unterstützt, kann z. B. etwa 50 bis 200 nm dickes, vorzugsweise etwa 150 nm dickes (trockenes) PE-DOT:PSS (mit Polystyrolsulphonat dotiertes Polyethylenedioxythiophen) umfassen.

[0017] [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht (kein Querschnitt des Substrats) eines Teils eines OLED-Displays **200** mit einer Aktivmatrix mit dreifarbigem Pixeln nach der Abscheidung einer der aktiven Farbschichten. Die Figur stellt eine Gruppe von Wällen **112** und Vertiefungen **114** dar, die die Pixel des Displays definieren.

[0018] [Fig. 3a](#) ist eine Draufsicht des Substrats **300** zum Tintenstrahl drucken eines OLED-Displays mit Passivmatrix. [Fig. 3b](#) ist ein Querschnitt durch das Substrat von [Fig. 3a](#) entlang der Linie Y-Y'.

[0019] Mit Bezug auf die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) besitzt das Substrat eine Vielzahl unterstützter Kathodenseparatoren **302** zur Trennung aneinander angrenzender Kathodenleitungen (die in den Bereichen **304** abgeschieden werden). Durch Wälle **310**, die entlang des Umfangs der einzelnen Vertiefungen **308** konstruiert sind, wird eine Vielzahl von Vertiefungen **308** definiert, so dass eine am Boden der Vertiefung frei liegende Anodenschicht **306** übrig bleibt. Die Ränder oder Flächen der Wälle verjüngen sich wie dargestellt in einem Winkel von 10 bis 40 Grad zur Oberfläche des Substrats hin. Die Wälle stellen eine hydrophobe Oberfläche dar, so dass sie durch die Lösung des abgeschiedenen organischen Materials nicht benetzt werden, und tragen so dazu bei, dass das abgeschiedene Material in der Vertiefung verbleibt. Dies wird wie in der EP 0989778 offenbart durch Behandlung des Wallmaterials (z. B. eines Polyimids) mit einem O_2/CF_4 -Plasma erzielt. Alternativ kann der Plasmabehandlungsschritt wie in der WO 03/083960 offenbart durch Einsatz eines fluorierten Materials wie z. B. eines fluorierten Polyimids vermieden werden.

[0020] Wie zuvor erwähnt können die Wall- und Separatorstrukturen aus Resistmaterial hergestellt werden, z. B. aus einem positiven (oder negativen) Resist für die Wälle und einem negativen (oder positiven) Resist für die Separatoren. Beide Resiste können auf Polyimid basieren und mittels Schleuderbeschichten auf das Substrat aufgebracht werden; es kann aber auch ein fluorierter oder quasi fluorierter Photoresist eingesetzt werden. In dem dargestellten Beispiel sind die Kathodenseparatoren etwa 5 µm hoch und etwa 20 µm breit. Die Wälle sind im Allgemeinen 20 µm bis 100 µm breit; in dem dargestellten Beispiel verjüngen sie sich zum Rand hin jeweils um 4 µm (so dass die Wälle etwa 1 µm hoch sind). Die Pixel von [Fig. 3a](#) sind etwa 300 µm² groß, doch die Größe eines Pixels kann, wie später beschrieben, je nach Verwendungszweck erheblich variieren.

[0021] Die Abscheidung von Material für organische, Licht emittierende Dioden (OLEDs) mittels Tintenstrahl-drucktechniken ist in einer Reihe von Dokumenten beschrieben, z. B. in: T. R. Hebner, C. C. Wu, D. Marcy, M. H. Lu und J. C. Sturm, "Ink-jet Printing of Doped Polymers for Organic Light Emitting Devices", *Applied Physics Letters*, Band 72, Nr. 5, S. 519–521, 1998; Y. Yang, "Review of Recent Progress on Polymer Electroluminescent Devices", SPIE Photonics West: Optoelectronics '98, Conf. 3279, San Jose, Januar 1998; EP 0 880 303 und "Ink-Jet Printing of Polymer Light-Emitting Devices", Paul C. Duineveld, Margreet M. de Kok, Michael Buechel, Aad H. Sempel, Kees A. H. Mutsaers, Peter van de Weijer, Ivo G. J. Camps, Ton J. M. van den Biggelaar, Jan-Eric J. M. Rubingh und Eliav I. Haskal, *Organic Light-Emitting Materials and Devices*, V. Zakya und H. Kafafi, Herausgeber, Protokoll SPIE, Band 4464 (2002). Tintenstrahltechniken können zur Abscheidung von Materialien für kleinmolekulige und Polymer-LEDs eingesetzt werden.

[0022] Zur Abscheidung eines molekularen elektronischen Materials wird im Allgemeinen ein flüchtiges Lösungsmittel eingesetzt, wobei 0,5% bis 4% des Materials gelöst werden. Das Trocknen kann ein paar Sekunden bis ein paar Minuten dauern und führt zu einem relativ dünnen Film im Vergleich zu dem ursprünglichen "Tinten"-Volumen. Häufig werden mehrere Tropfen abgeschieden, vorzugsweise vor Beginn des Trocknens, damit das trockene Material ausreichend dick ist. Typische eingesetzte Lösungsmittel sind z. B. Cyclohexylbenzol und alkylierte Benzole, insbesondere Toluol oder Xylol; weitere sind in der WO 00/59267, der WO 01/16251 und der WO 02/18513 beschrieben. Ein Lösungsmittel aus einer Mischung davon kann ebenfalls verwendet werden. Es werden Präzisions-tintenstrahl-drucker wie z. B. Geräte der Litrex Corporation, Kalifornien, USA eingesetzt; geeignete Druckerköpfe sind von Xaar, Cambridge, Großbritannien und Spectra, Inc., NH, USA erhältlich. Einige besonders vorteilhafte Druckstrategien sind in der britischen Patentanmeldung Nr.

0227778.8 des Anmelders, eingereicht am 28. November 2002, beschrieben.

[0023] Tintenstrahldrucken weist zahlreiche Vorteile bei der Abscheidung von Materialien für molekulare elektronische Vorrichtungen auf, doch es gibt auch einige Nachteile bei dieser Technik. Wie zuvor erwähnt verjüngen sich die die Vertiefungen definierenden Photoresistwälle bislang für gewöhnlich, so dass ein flacher Winkel (typischerweise etwa 15°) zu dem Substrat entsteht. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass gelöstes molekulares elektronisches Material, das in eine Vertiefung mit flachen Rändern abgeschieden wird, zu einem Film mit einem relativ dünnen Rand trocknet. Die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) stellen diesen Prozess dar.

[0024] [Fig. 4a](#) ist ein vereinfachter Querschnitt **400** durch eine mit einem gelösten Material **402** gefüllte Vertiefung **308**; [Fig. 4b](#) stellt dieselbe Vertiefung nach dem Trocknen des Materials zu einem festen Film **404** dar. In diesem Beispiel beträgt der Winkel der Wälle etwa 15° und ihre Höhe etwa $1,5\text{ }\mu\text{m}$. Wie ersichtlich wird eine Vertiefung im Allgemeinen gefüllt, bis sie überläuft. Die Lösung **402** weist einen Kontaktwinkel θ_c zu dem plasmabehandelten (Wall)material von typischerweise 30° bis 40° , z. B. etwa 35° auf; hierbei handelt es sich um den Winkel zwischen der Oberfläche des gelösten Materials **402** und dem Wallmaterial, mit dem es in Kontakt steht (z. B. Winkel **402a** in [Fig. 4a](#)). Mit Verdunsten des Lösungsmittels wird die Lösung konzentrierter und die Oberfläche der Lösung bewegt sich entlang der sich verjüngenden Fläche eines Walls nach unten in Richtung des Substrats; an einem Punkt zwischen dem ursprünglich abgefasten nassen Rand und dem Fuß des Walls (Boden der Vertiefung) auf dem Substrat haftet der trocknende Rand unter Umständen an. Das Ergebnis (siehe [Fig. 4b](#)) ist, dass der Film aus dem trockenen Material **404** in einem Bereich **404a**, wo er an die Fläche eines Walls angrenzt, unter Umständen sehr dünn ist, z. B. in der Größenordnung von 10 nm oder weniger. In der Praxis wird das Trocknen durch andere Effekte wie z. B. den Kaffeeeringeffekt verkompliziert. Da die Dicke der Lösung am Rand eines Tropfens geringer ist als in der Mitte, nimmt die Konzentration des gelösten Materials beim Trocknen des Randes zu. Da die Ränder zum Anhaften neigen, fließt die Lösung nun von der Mitte des Tropfens zum Rand, um den Konzentrationsgradienten zu senken. Dieser Effekt kann dazu führen, dass gelöstes Material häufig ringförmig und nicht gleichmäßig abgeschieden wird. Die Physik der Wechselwirkungen einer trocknenden Lösung mit einer Oberfläche ist außerordentlich kompliziert; eine vollständige Theorie muss noch entwickelt werden.

[0025] Ein weiterer Nachteil sich lang und flach verjüngender Wälle ist, dass ein Tintentröpfchen, das nicht genau in eine Vertiefung fällt, sondern statt dessen teilweise auf der Abschrägung des Walls landet, dort unter Umständen trocknet, was zu Ungleichmäßigkeiten in dem fertigen Display führt.

[0026] Ein weiteres Problem bei der Tintenstrahlabscheidung entsteht beim Auffüllen von Vertiefungen, die größer sind als ein Tintenstrahltröpfchen. Ein typisches Tröpfchen eines Tintenstrahldruckerkopfes besitzt in Bewegung einen Durchmesser von etwa $30\text{ }\mu\text{m}$; nach dem Auftreffen und Benetzen wächst das Tröpfchen auf einen Durchmesser von etwa $100\text{ }\mu\text{m}$. Es ist allerdings schwierig, Tropfen eines Durchmessers von z. B. $100\text{ }\mu\text{m}$ (in Bewegung) in einem Druckerkopf zu erzeugen.

[0027] Das Füllen einer Vertiefung oder eines Pixels mit einer tropfenähnlichen Größe stellt kein größeres Problem dar, da sich der Tropfen beim Auftreffen ausbreitet und die Vertiefung auffüllt. Dies ist in [Fig. 5a](#) dargestellt, die eine Vertiefung **500** für einen langen dünnen Pixel eines Typs zeigt, wie er typischerweise in einem ROB-Display (RGB = Rot/Grün/Blau) zum Einsatz kommt. In dem Beispiel von [Fig. 5a](#) weist der Pixel eine Breite von $50\text{ }\mu\text{m}$ und eine Länge von $150\text{ }\mu\text{m}$ bei $20\text{ }\mu\text{m}$ breiten Wällen auf (was einen Pixelabstand von $70\text{ }\mu\text{m}$ und einen Vollfarbenabstand von $210\text{ }\mu\text{m}$ ergibt). Eine solche Vertiefung kann mit drei $50\text{ }\mu\text{m}$ -Tröpfchen **502a**, **b**, **c** wie dargestellt gefüllt werden. [Fig. 5b](#) zeigt eine Vertiefung **510** für einen Pixel, die etwa viermal größer ist als die einzelnen Abmessungen, was eine Pixelbreite von etwa $200\text{ }\mu\text{m}$ ergibt, die sich für Anwendungszwecke wie Farbfernseher besser eignet. Wie aus der Figur ersichtlich sind zahlreiche Tröpfchen **512** notwendig, um solch einen Pixel zu füllen. In der Praxis verbinden sich diese häufig und bilden ein größeres Tröpfchen **514**, das die Ecken des Pixels oftmals nicht richtig ausfüllt (die [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) sind idealisiert; in der Praxis sind die Ecken im Allgemeinen nicht so scharf wie dargestellt). Eine Lösungsmöglichkeit für dieses Problem ist, die Vertiefung ausreichend zu überfüllen, so dass das gelöste Material in die Ecken der Vertiefung gedrückt wird. Dies kann durch Einsatz einer großen Anzahl von verdünnten Tröpfchen und einer hohen Barriere um die Vertiefung herum erreicht werden. Techniken zur Abscheidung großer Flüssigkeitsmengen sind in der WO03/065474 beschrieben; sie beschreibt die Verwendung sehr hoher Barrieren (z. B. auf Seite 8, Zeile 8 bis 20), damit die Vertiefungen eine große Flüssigkeitsmenge aufnehmen können, ohne dass die Flüssigkeit in angrenzende Vertiefungen überfließt. Solche Strukturen lassen sich jedoch nicht einfach mittels Photolithographie herstellen; stattdessen wird ein Kunststoffsubstrat geprägt oder spritzgegossen. Es ist außerdem wünschenswert, eine Vertiefung mit weniger (höher konzentrierten) Tröpfchen füllen zu können, da dies unter anderem ein rascheres Drucken ermöglicht.

[0028] Eine Lösung für die zuvor genannten Probleme ist die Modifikation der Wallstruktur wie in der früheren Anmeldung GB-A-0402559.9 des Anmelders der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0029] Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit dem Tintenstrahldrucken organischer optoelektrischer Vorrichtungen wie den zuvor diskutierten ist, dass sich die organische Lochinjektionsschicht in der entstandenen Vorrichtung über die darüber liegende organische halbleitende Schicht hinaus erstrecken kann, so dass am Rand der Vertiefung zwischen der Kathode und der Anode ein Kurzschlussweg entstehen kann. Dieses Problem wird verschärft, wenn der Kontaktwinkel zwischen der leitenden organischen Zusammensetzung und dem Wallmaterial zu gering ist. Dieses Problem wird weiter verschärft, wenn die Leitfähigkeit der organischen Lochinjektionsschicht zu hoch ist.

[0030] Eine Lösung für das zuvor genannte Problem ist die Modifikation der Wallstruktur durch z. B. Bereitstellung einer gestuften Wallstruktur, die die Länge des Kurzschlussweges und damit seinen Widerstand erhöht, was zu einem geringeren Kurzschluss führt. Eine solche Lösung wurde von Seiko Epson vorgeschlagen. Die Bereitstellung einer komplexeren Wallstruktur ist jedoch teuer und erhöht die Komplexität des Herstellungsverfahrens für die Vorrichtung.

[0031] Bezüglich des zuvor genannten Problems gilt: je leitfähiger die organische Zusammensetzung, um so größer das Kurzschlussproblem. Daher verschärft die Zugabe von Polyollösungsmitteln zu PEDOT zur Erhöhung der Leitfähigkeit, wie in der WO 2003/048229 (die PEDOT mit Ethylenglycol, Diethylenglycol und Glycerin offenbart), der WO 2003/048228 (die PEDOT mit Diethylenglycol offenbart) und in Polymer (2004), 45(25), 8443–8450 (die PEDOT mit Ethylenglycol offenbart) beschrieben, dieses Problem. Weiterhin wird in diesen Dokumenten Tintenstrahldrucken zwar beiläufig erwähnt, bei den in diesen Dokumenten beispielhaft dargestellten Abscheidungstechniken handelt es sich jedoch nicht um Tintenstrahldrucken, und die offenbarten Formulierungen erscheinen infolge der hohen Konzentration der in diesen Zusammensetzungen verwendeten Polyollösungsmittel zu viskos für das Tintenstrahldrucken.

[0032] Der Anmelder der vorliegenden Erfindung möchte die zuvor dargelegten Probleme durch Adaption von Zusammensetzungen zum Tintenstrahldrucken, die leitendes oder halbleitendes organisches Material umfassen, lösen oder zumindest reduzieren. Diese adaptierten Zusammensetzungen sind zur Verwendung bei der Herstellung von Lichtemissionsvorrichtungen besonders geeignet.

[0033] Es ist belegt, dass Lochleitungs- und elektrolumineszierende Schichten in einem OLED-Display mittels Tintenstrahldrucken definiert werden können. Die besondere Motivation zur Verwendung des Tintenstrahldruckens wurde durch die Aussicht auf die Entwicklung skalierbarer und adaptierbarer Herstellungsverfahren angetrieben, die die Bearbeitung großer Substrate ohne die Notwendigkeit einer teuren produktspezifischen Werkzeugbestückung ermöglichen. In der vorliegenden Anmeldung wird der Einfluss skalierbarer und adaptierbarer Kriterien für den Prozess des Tintenstrahldruckens diskutiert und belegt, wie sich dies durch Entwicklung geeigneter Tintenformulierungen erreichen lässt.

[0034] In den letzten fünf Jahren wurde das Tintenstrahldrucken zur Abscheidung elektronischer Materialien zunehmend weiter entwickelt. Insbesondere wurde das Tintenstrahldrucken von Lochleitungs- (HC) und elektrolumineszierenden (EL) Schichten von OLED-Vorrichtungen von mehr als einem Dutzend Display-Herstellern belegt. Eine Reihe dieser Firmen hat eine Pilotproduktionsanlage errichtet und die Massenherstellung für 2007–2008 angekündigt [M. Fleuster, M. Klein, P. v. Roosmalen, A. de Wit, H. Schwab. Mass Manufacturing of Full Colour Passive Matrix and Active Matrix PLED Displays. Protokoll SID 2004, 4.2].

[0035] Die Hauptgründe für das Interesse am Tintenstrahldrucken sind seine Skalierbarkeit und Adaptierbarkeit. Erstere erlaubt die Musterbildung auf beliebig großen Substraten, letztere würde bedeuten, dass die Kosten für die Werkzeugbestückung im Zusammenhang mit dem Wechsel von einem Produkt zum anderen vernachlässigbar sind, da das auf einem Substrat gedruckte Punktbild mittels Software definiert wird. Auf den ersten Blick würde dies dem Drucken eines graphischen Bildes ähneln – im Handel sind Druckvorrichtungen erhältlich, die das Bedrucken reklametafelgroßer Substrate mit beliebigen Bildern ermöglichen [Inca digital website: <http://www.incadigital.com/>]. Der entscheidende Unterschied zwischen den Graphikdruckern und Display-Panels liegt jedoch darin, dass erstere poröse Substrate oder UV-härtbare Tinten verwenden, was bewirkt, dass die Trocknungsumgebung nur einen sehr geringen Einfluss auf die Filmbildung hat. Im Vergleich dazu werden die bei der Herstellung von OLED-Displays verwendeten Tinten auf nicht-poröse Oberflächen gedruckt und der Prozess des Wechsels von der nassen Tinte zum trockenen Film wird von der Trocknungsumgebung der Tinte in dem Pixel dominiert. Da beim Druckprozess Streifen (oder Schwaden) von Tinte (entsprechend der Breite des Tintenstrahlkopfes) gedruckt werden, besteht von vornherein eine Asymmetrie in der

Trocknungsumgebung. Darüber hinaus ist es bei OLED-Vorrichtungen notwendig, dass die Filme bis auf Nanometertoleranz gleichmäßig sind. Daraus folgt, dass zum Erreichen der Skalierbarkeit und Adaptierbarkeit eine Steuerung der Filmbildungseigenschaften der Tinte und eine Widerstandsfähigkeit dieses Verfahrens gegenüber Veränderungen der Pixelabmessungen und zeitlichen Schwadenfolge erforderlich sind. In der vorliegenden Anmeldung wird belegt, wie sich dies mit geeigneten Tintenformulierungen erreichen lässt.

[0036] Allgemein wird das Verhalten trockender Tropfen von HC- und EL-Tinten durch den erstmals von Deegan [R. D. Deegan, O. Bakajin, T. F. Dupont, G. Huber, S. R. Nagel und T. A. Witten. Capillary flow as the cause of ring stains from dried liquid drops. Nature 389, 827 (1997)] dargestellten Kaffeeringeffekt erklärt. Im Falle kreisförmiger Pixel bildet die nasse Tinte ein Kugelsegment; der Winkel zwischen der Oberfläche des Tropfens und dem Substrat ist der Kontaktwinkel. Beim Anhaften (was bei den Tinten und Oberflächen, die bei der Herstellung von Polymer-OLED-Displays verwendet werden, unweigerlich geschieht) behält der trocknende Tropfen seinen Durchmesser bei und das gelöste Material wird zu den Rändern des Tropfens transportiert, so dass an den Außenrändern des Pixels ein Ring aus dem Material entsteht. Die Menge des an den Rand transportierten Materials hängt von einer Reihe von Faktoren ab – insbesondere davon, wie lang der Prozess des Materialtransfers erfolgen kann, bevor der trocknende Tropfen geliert, und von der Gleichmäßigkeit der Trocknungsumgebung. Am Rand einer Schwade erfolgt die Trocknung auf der unbedruckten Seite stärker, da die Lösungsmittelkonzentration in der Atmosphäre über dem Substrat geringer ist als auf der bedruckten Seite. Da es auf der unbedruckten Seite zu einer stärkeren Verdunstung kommt, wird auf dieser Seite mehr gelöstes Material abgeschieden und das Filmprofil wird asymmetrisch.

[0037] Mit den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung soll das Problem im Zusammenhang mit einem raschen Wechsel des Profils organischer Schichten innerhalb der Pixel und zwischen den Pixeln um eine Anschluss- oder Verbindungsstelle von Schwaden herum gelöst werden.

Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung

[0038] Entsprechend einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Zusammensetzung zum Tintenstrahldrucken einer optoelektrischen Vorrichtung bereitgestellt, wobei die Zusammensetzung ein leitendes oder halbleitendes organisches Material sowie ein hochsiedendes Lösungsmittel, dessen Siedepunkt höher ist als der von Wasser, umfasst.

[0039] Die Löslichkeit, Verarbeitbarkeit und funktionellen Eigenschaften des organischen Materials können für Veränderungen des Lösungsmittels sehr empfindlich sein. Dementsprechend kann es vorteilhaft sein, einen Teil des Lösungsmittels, in dem das organische Material stabil ist, beizubehalten. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird also eine Zusammensetzung mit einem leitenden oder halbleitenden organischen Material, einem ersten Lösungsmittel und einem zweiten Lösungsmittel bereitgestellt, wobei das zweite Lösungsmittel einen höheren Siedepunkt aufweist als das erste Lösungsmittel. Das erste Lösungsmittel ist typischerweise das zum Erreichen guter Löslichkeit, Verarbeitbarkeit und Leitfähigkeitseigenschaften eines organischen Materials üblicherweise verwendete Lösungsmittel.

[0040] Die Bereitstellung eines hochsiedenden Lösungsmittels erhöht die Trocknungszeit der Zusammensetzung. Daher wird die in der Zeit zwischen der Abscheidung von aneinander angrenzenden Schwaden erfolgende Verdunstung während des Tintenstrahldruckens reduziert, was zu einer größeren Gleichmäßigkeit bei der Trocknung und einer symmetrischeren Filmbildung um die Verbindungsstelle der Schwaden herum führt.

[0041] Typischerweise vergehen nur einige Sekunden vor dem Drucken der nächsten Schwade. Aufgrund des hohen Oberfläche/Volumen-Verhältnisses einer Tinte liegen die Trocknungszeiten jedoch in der Größenordnung von Sekunden. Als Ergebnis kann es vor der Abscheidung einer angrenzenden Schwade zu einem erheblichen Trocknen kommen. Durch Einsatz hochsiedender Lösungsmittel kann die in dieser Zeit erfolgende Verdunstung reduziert werden. Nach Abscheidung aneinander angrenzender Schwaden wird die Trocknungsumgebung symmetrisch, was zu symmetrischen Schichtprofilen um die Verbindungsstelle der Schwaden herum führt.

[0042] Menge und Art des einer Zusammensetzung zuzusetzenden hochsiedenden Lösungsmittels hängen davon ab, wie stark die Trocknungszeit reduziert werden soll. Dies hängt davon ab, wie lange das Drucken aneinander angrenzender Schwaden dauert. Daher ist für langsamere Druckzeiten eine langsamer trocknende Zusammensetzung wünschenswert und ein größeres Volumen und/oder ein höhersiedendes Lösungsmittel erforderlich. Die Zugabe von zu viel des hochsiedenden Lösungsmittels oder der falschen Art Lösungsmittel kann jedoch wie nachfolgend diskutiert verschiedene problematische Auswirkungen haben.

[0043] Menge und/oder Art des zu verwendenden Lösungsmittels hängen von der Geschwindigkeit des Tintenstrahldruckens (d. h. davon, wie lange das Drucken aufeinander folgender Schwaden dauert) ab. Menge und/oder Art des zu verwendenden Lösungsmittels hängen außerdem vom Oberflächen/Volumen-Verhältnis des Tintentröpfchens ab. Bei größeren Tintentröpfchen erfolgt die Verdunstung langsamer; bei einer bestimmten Druckgeschwindigkeit ist im Vergleich zu einer Anordnung mit kleineren Tröpfchen ein Lösungsmittel mit einem niedrigeren Siedepunkt erforderlich. Ein Schlüsselmerkmal der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist, dass die Druckgeschwindigkeit, die Tröpfchengröße, die Größe der Vertiefungen und der Siedepunkt des Lösungsmittels so ausgewählt sind, dass die Druckgeschwindigkeit beim aufeinander folgenden Drucken einer ersten Schwade und einer daran angrenzenden zweiten Schwade dergestalt ist, dass die erste Schwade vor dem vollständigen Drucken der zweiten Schwade nicht signifikant trocknet.

[0044] Vorzugsweise liegt das hochsiedende Lösungsmittel in der Zusammensetzung in einer Menge zwischen 10 und 50 bzw. 20 und 40 Vol.-% vor oder beträgt etwa 30 Vol.-%. Vorzugsweise liegt der Siedepunkt des Lösungsmittels zwischen 110 und 400, 150 und 250 bzw. 170 und 230°C.

[0045] Bei kleineren Pixeln wird im Allgemeinen ein höherer Feststoffgehalt verwendet. Bei größeren Pixeln wird ein niedrigerer Feststoffgehalt verwendet. Bei größeren Pixeln wird die Konzentration der Zusammensetzung reduziert, um gute Filmbildungseigenschaften zu erzeugen.

[0046] Ist das Lösungsmittel sehr viskos, wird ein Tintenstrahldrucken der Zusammensetzung unter Umständen schwierig. Wird die Viskosität der Zusammensetzung zu hoch, eignet diese sich nicht zum Tintenstrahldrucken ohne Erwärmen des Druckerkopfes. Die Viskosität der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise dergestalt, dass ein Erwärmen des Druckerkopfes zum Tintenstrahldrucken der Zusammensetzungen nicht erforderlich ist.

[0047] Ist außerdem der Kontaktwinkel zwischen dem Lösungsmittel und dem Wallmaterial zu groß, sind die Wälle unter Umständen nicht ausreichend benetzt. Umgekehrt nehmen die Wälle bei einem zu kleinen Kontaktwinkel zwischen dem Lösungsmittel und den Wällen unter Umständen die Zusammensetzung nicht auf, was zu einem Überlaufen der Vertiefungen führt.

[0048] Daher kann die Wahl eines beliebigen hochsiedenden Lösungsmittels die Benetzungseigenschaften der Zusammensetzung verändern. Ist der Kontaktwinkel zwischen der Zusammensetzung und dem Wall beispielsweise zu groß, weist der Film beim Trocknen dünne Ränder auf, was zu einer ungleichmäßigen Emission führt. Ist alternativ der Kontaktwinkel zwischen der Zusammensetzung und dem Wall zu klein, läuft die Vertiefung über. Bei einer solchen Anordnung wird das leitende/halbleitende organische Material beim Trocknen auf der Wallstruktur abgeschieden, was zu Kurzschlussproblemen führt.

[0049] Der Kontaktwinkel zwischen der Zusammensetzung und dem Wall sollte vorzugsweise dergestalt sein, dass der Wall benetzt wird, die Vertiefung aber nicht überläuft. Bei dieser Anordnung tritt beim Trocknen ein Kaffeeringeffekt auf, der zu einer Verdickung der Ränder führt. Es entsteht eine gleichmäßigere Filmmorphologie, die eine gleichmäßigere Emission in der fertigen Vorrichtung bewirkt.

[0050] Ist der Kontaktwinkel zwischen dem elektrolumineszierenden Material und dem leitenden Material zu hoch, wird das leitende Material durch das elektrolumineszierende Material nicht ausreichend benetzt.

[0051] Eine Lösung für das Problem des Überlaufens ist die Auswahl eines hochsiedenden Lösungsmittels, dessen Kontaktwinkel ausreicht, dass es adäquat in den Vertiefungen verbleibt. Umgekehrt ist eine Lösung für das Problem der unzureichenden Benetzung der Wälle die Auswahl eines hochsiedenden Lösungsmittels, das keinen großen Kontaktwinkel zu dem Bodenmaterial der Vertiefung und keinen zu großen Kontaktwinkel mit den Wällen aufweist.

[0052] Das Problem der unzureichenden Benetzung bzw. des Überlaufens lässt sich durch Zugabe eines geeigneten Tensids zur Modifikation des Kontaktwinkels steuern, so dass die Vertiefung ausreichend benetzt wird ohne überzulaufen. Die Bereitstellung eines Tensids kann auch flachere Filmmorphologien erzeugen. Vorzugsweise liegt das Tensid in einer geringen Menge vor, um Veränderungen anderer Aspekte des Verhaltens der Zusammensetzung zu vermeiden. Es hat sich z. B. herausgestellt, dass der Bereich von 0,5–5, 0,5–3 bzw. 1–2 Vol.-% für viele Tintenformulierungen ausreicht. Beispiele für geeignete Tenside sind z. B. Glycolether wie Ethylenglycolether und Propylenglycolether. Ein bevorzugtes Tensid ist 2-Butoxyethanol. Es ist davon auszugehen, dass diese Zusatzstoffe keine herkömmlichen Tenside sind. Sie können jedoch in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen als oberflächenaktive Substanzen fungieren und so im Zusammenhang mit der

vorliegenden Erfindung als Tenside gelten.

[0053] Die Viskosität hängt darüber hinaus vom Feststoffgehalt ab (die Viskosität nimmt mit steigendem Feststoffgehalt zu). Die Viskosität sollte dergestalt sein, dass die Zusammensetzung einen Strahl bilden kann. Der Feststoffgehalt der Zusammensetzung kann zwischen 0,5% und 6%, 1% und 4% bzw. 1% und 2% liegen und beträgt in manchen Fällen vorzugsweise 1,5%. Der Feststoffgehalt beeinflusst auch die Form des Films nach dem Trocknen. Ist der Feststoffgehalt zu hoch, bildet der Film eine Kuppelform; ist der Feststoffgehalt zu gering, tritt ein übermäßiger Kaffeeringeffekt auf.

[0054] Ein weiteres Problem bei der Verwendung hochsiedender Lösungsmittel ist, dass die Leitfähigkeit der Zusammensetzung durch das hochsiedende Lösungsmittel modifiziert werden kann. Eine Lösung für dieses Problem ist die Auswahl eines Lösungsmittels, das die Leitfähigkeit der Zusammensetzung nicht signifikant modifiziert. Alternativ oder zusätzlich kann ein Leitfähigkeitsmodifikator in der Zusammensetzung enthalten sein, um Veränderungen der Leitfähigkeit auszugleichen, die durch das hochsiedende Lösungsmittel entstehen. Die Zugabe eines hochsiedenden Lösungsmittels kann beispielsweise zu einer Erhöhung der Leitfähigkeit der Zusammensetzung führen, was in Problemen infolge eines Kurzschlusses zwischen den Elektroden resultiert. Dementsprechend ist in einer Anordnung ein Leitfähigkeitsmodifikator in der Zusammensetzung enthalten, um die Leitfähigkeit der Zusammensetzung zu reduzieren.

[0055] Ein spezielles Problem bei organischen optoelektrischen Vorrichtungen ist demnach, dass sich die leitende organische Lochinjektionsschicht über die darüber liegende organische halbleitende Schicht hinaus erstrecken kann, so dass ein Kurzschlussweg zwischen der darauf abgeschiedenen Kathode und der darunter liegenden Anode entsteht. Dieses Problem wird verschärft, wenn der Kontaktwinkel zwischen der leitenden organischen Zusammensetzung und dem Wallmaterial zu gering ist. Dieses Problem wird weiter verschärft, wenn die Leitfähigkeit der organischen Lochinjektionsschicht zu hoch ist. Dieses Problem wird weiter verschärft, wenn der Kontaktwinkel zwischen der elektrolumineszierenden Zusammensetzung und der leitenden Schicht zu groß ist.

[0056] Eine Lösung für dieses Problem ist die Modifizierung der Wallstruktur, z. B. durch Bereitstellung einer gestuften Wallstruktur, die die Länge des Kurzschlussweges und damit seinen Widerstand erhöht, was zu einem geringeren Kurzschluss führt. Die Bereitstellung einer komplexeren Wallstruktur ist jedoch teuer und erhöht die Komplexität des Herstellungsverfahrens für die Vorrichtung.

[0057] Dementsprechend wäre es vorteilhaft dieses Problem zu lösen, ohne dass eine komplexe Wallstruktur notwendig ist, indem die in den Vertiefungen abgeschiedenen Zusammensetzungen so gestaltet werden, dass sich die darunter liegenden Schichten nicht über die darauf abgeschiedenen Schichten hinaus erstrecken, so dass kein Kurzschlussweg zwischen den Elektroden entsteht. Dies kann z. B. dadurch erfolgen, dass die leitende organische Zusammensetzung so gestaltet wird, dass der Kontaktwinkel zwischen der leitenden Polymerzusammensetzung und dem Wallmaterial nicht zu gering ist, und/oder die leitende organische Zusammensetzung so gestaltet wird, dass ihre Leitfähigkeit nicht zu hoch ist, und/oder die elektrolumineszierende Zusammensetzung und/oder die leitende Zusammensetzung so gestaltet wird, dass der Kontaktwinkel zwischen ihnen nicht zu hoch ist.

[0058] Asymmetrisches Trocknen an der Verbindungsstelle der Schwaden kann ebenfalls zur Entstehung von Kurzschlusswegen an der Schwadenverbindung führen. Dementsprechend reduziert die Verwendung eines hochsiedenden Lösungsmittels, das das asymmetrische Trocknen verringert, das Kurzschlussproblem aufgrund der schlechten Filmmorphologien ebenfalls. Der Anmelder der vorliegenden Anmeldung hat aber festgestellt, dass in manchen Fällen genau der gegenteilige Effekt auftritt, d. h. die Zugabe eines hochsiedenden Lösungsmittels verstärkt den Kurzschluss an den Schwadenverbindungen. Es hat sich herausgestellt, dass der Grund hierfür eine Zunahme der Leitfähigkeit des leitenden Polymerfilms ist. Daher kann in solchen Fällen ein Leitfähigkeitsmodifikator zur Reduktion der Leitfähigkeit eingesetzt werden.

[0059] Das hochsiedende Lösungsmittel kann Ethylenglycol und/oder Glycerin und/oder Diethylenglycol und/oder Propylenglycol und/oder Butan-1,4-diol und/oder Propan-1,3-diol und/oder Dimethyl-2-imidazolidinon und/oder N-Methyl-2-pyrrolidon und/oder Dimethylsulfoxid entweder alleine oder in einer Mischung umfassen.

[0060] Das hochsiedende Lösungsmittel ist vorzugsweise ein Polyol (z. B. Ethylenglycol, Diethylenglycol, Glycerin). Es hat sich herausgestellt, dass diese Lösungsmittel die Filmgleichmäßigkeit innerhalb der Pixel und über die Schwadenverbindungen verbessern. Weiterhin beeinträchtigen sie andere Aspekte der Tintenleistung

nicht.

[0061] Es hat sich herausgestellt, dass die Zusammensetzung auf den Wällen eine größere Benetzungskapazität besitzt, wenn das verwendete Lösungsmittel "organischer" ist, d. h. weniger Hydroxylgruppen aufweist. Daher besitzen Diole eine größere Benetzungskapazität als Triole.

[0062] Eine Lichtemissionsschicht kann als Zusammensetzung aus einem halbleitenden organischen Material in einem hochsiedenden Lösungsmittel abgeschieden werden. Vorzugsweise umfasst das organische Material ein Polymer und ganz bevorzugt ist das Polymer entweder vollständig oder teilweise konjugiert.

[0063] Eine Ladungsinjektionsschicht kann als Zusammensetzung aus einem leitenden organischen Material in einem hochsiedenden Lösungsmittel abgeschieden werden. Vorzugsweise umfasst das organische Material ein Polymer und ganz bevorzugt umfasst das organische Material PEDOT mit einem geeigneten Polyanion, z. B. PSS.

[0064] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf neue PEDOT-Tintenformulierungen für eine verbesserte Filmgleichmäßigkeit innerhalb der Pixel und an den Schwadenverbindungen. Es wurden langsamer trocknende Tinten formuliert, die andere Aspekte der Tintenleistung nicht beeinträchtigen. Dies stellt eine Alternative zum sehr langsamen Vernetzen (Interlacing) dar.

[0065] Der Anmelder der vorliegenden Anmeldung hat festgestellt, dass das Problem ungleichmäßiger PEDOT-Filme für die Leistung der Vorrichtung sehr bedeutsam ist. Die Leistung der Vorrichtung sollte durch die Dicke des PEDOT-Films nicht direkt signifikant beeinträchtigt werden. Die Gleichmäßigkeit des PEDOT-Films beeinträchtigt jedoch die Gleichmäßigkeit der darüber liegenden elektrolumineszierenden Schicht. Die EL-Schicht ist für Veränderungen der Dicke sehr empfindlich. Dementsprechend hat der Anmelder der vorliegenden Erfindung festgestellt, dass es überaus wichtig ist, gleichmäßige PEDOT-Filmprofile zu erzeugen, um gleichmäßige EL-Profile zu erzielen.

[0066] Im Falle von PEDOT hat sich herausgestellt, dass der Schwadenverbindungseffekt für das PEDOT/Gegenion-Verhältnis empfindlich ist. Zusammensetzungen mit höherem Gegenionanteil führen zu einer Verringerung des Problems. Das PEDOT/Gegenion-Verhältnis liegt vorzugsweise im Bereich von 1:20 bis 1:75, 1:20 bis 1:50, 1:25 bis 1:45 bzw. 1:30 bis 1:40.

[0067] In einer Ausführungsform führt eine PEDOT:PSS-Zusammensetzung von 1:20 beispielsweise zu einer schlechten Schwadenverbindung und eine Zusammensetzung von 1:30 zu einer guten Schwadenverbindung; eine Zusammensetzung von 1:40 eliminiert den Schwadenverbindungseffekt vollständig. Ein PSS-Anstieg senkt die Leitfähigkeit der Zusammensetzung. Dementsprechend dient überschüssiges PSS (mehr als 1:20) als Isoliermaterial/Leitfähigkeitsmodifikator. PSS erhöht außerdem die Oberflächenenergie und unterstützt so die Benetzung.

[0068] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung einer optoelektrischen Vorrichtung durch Tintenstrahldrucken einer Zusammensetzung nach einem der beigefügten Ansprüche bereitgestellt, z. B. ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung durch Tintenstrahldrucken einer Formulierung aus PEDOT (oder möglicherweise anderen Lochinjektionsmaterialien) und einem hochsiedenden Lösungsmittel (mit einem Siedepunkt höher als der von Wasser).

[0069] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine optoelektrische Vorrichtung bereitgestellt, die durch Verwendung der hierin beschriebenen Zusammensetzungen hergestellt wird.

[0070] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines organischen Lichtemissionsdisplays bereitgestellt, das Folgendes umfasst: Bereitstellen eines Substrats aus einer ersten Elektrodenschicht und einer Wallstruktur, die eine Vielzahl von Vertiefungen definiert, Abscheiden einer leitenden Polymerschicht auf der ersten Elektrode, Abscheiden einer organischen Lichtemissionsschicht auf der leitenden Polymerschicht und Abscheiden einer zweiten Elektrode auf der organischen Lichtemissionsschicht, wobei mindestens eine der leitenden Polymerschicht und der organischen Lichtemissionsschicht durch Tintenstrahldrucken einer Zusammensetzung in die Vielzahl von Vertiefungen wie hierin beschrieben abgeschieden wird.

Kurze Zusammenfassung der Zeichnungen

[0071] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun ausschließlich mittels Beispielen und mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0072] [Fig. 1](#) einen vertikalen Querschnitt durch eine beispielhafte OLED-Vorrichtung darstellt;

[0073] [Fig. 2](#) eine Draufsicht eines Teils eines OLED-Displays mit dreifarbigem Pixeln darstellt;

[0074] die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) eine Draufsicht bzw. einen Querschnitt durch ein OLED-Display mit Passivmatrix darstellen;

[0075] die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) einen vereinfachten Querschnitt durch eine mit gelöstem Material bzw. trockenem Material gefüllte Vertiefung eines OLED-Display-Substrates darstellen;

[0076] die [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) Beispiele für das Füllen eines kleinen Pixels bzw. eines großen Pixels mit Tröpfchen von gelöstem OLED-Material darstellen;

[0077] [Fig. 6](#) die Asymmetrie von Trocknungsprofilen einer EL-Tinte an einer Schwadenverbindung darstellt. Die Koordinaten geben die Zeilen- (Zeile 20 in diesem Fall) und Spaltenzahl an, Spalte 1 ist der Rand der Schwade. Je röter die Farbe, umso dicker der Film. Die Linien geben an, wo Dickenprofile genommen werden – das horizontale Profil dient der Berechnung der Massenmittelpunktposition;

[0078] [Fig. 7](#) ein verbessertes Filmprofil mit einer neu formulierten Baytron P-HC-Tinte darstellt. Die Schwadenverbindung entsteht zwischen Spalte 32 und 33. Vor der Neuformulierung variiert die Position des Massenmittelpunkts um 25 Mikrometer;

[0079] [Fig. 8\(a\)](#) eine Mikrophotographie eines gedruckten, neu formulierten PEDOT und [Fig. 8\(b\)](#) eine Weißlicht-Interferometrie-Darstellung eines PEDOT-Filmprofils in einer der Vertiefungen darstellt – die gleichmäßig gefärbten Flächen stellen eine Dickenvariation von ± 2 nm dar;

[0080] [Fig. 9](#) Filmprofile eines leitenden Polymers für eine Reihe von Pixeln auf einem Display darstellt, die durch Einsatz einer neu formulierten Baytron P-HC-Tinte gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt wurden;

[0081] [Fig. 10](#) die mittlere Abweichung von der mittleren Dicke der Filme in [Fig. 9](#) darstellt;

[0082] [Fig. 11](#) Filmprofile für ein elektrolumineszierendes Material auf den leitenden Filmen von [Fig. 9](#) darstellt und

[0083] [Fig. 12](#) die mittlere Abweichung von der mittleren Dicke der Filme in [Fig. 11](#) darstellt.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0084] Die vorliegende Erfindung wird mit Bezug auf ein elektrolumineszierendes Display aus einer PEDOT-Lochinjektionsschicht und einer halbleitenden elektrolumineszierenden Polymerschicht aus einem vollständig oder teilweise konjugierten Polymermaterial beschrieben. Insbesondere wird die Zusammensetzung der PEDOT-Formulierungen für die Lochinjektionsschicht beschrieben.

[0085] Der asymmetrische Trocknungseffekt ist aus [Fig. 6](#) ersichtlich. Die Aufnahmen zeigen Höhenprofile einer in quadratische Vertiefungen gedruckten EL-Tinte. Das Profil verändert sich von asymmetrisch am Rand einer Schwade zu symmetrisch Richtung Mitte der Schwade. In diesem speziellen Fall wurde jeder einzelne Pixel mit einer einzelnen Düse eines vertikal die Seite hinablaufenden Spectra SX-Druckerkopfes in einem Litrex 140P-Drucker gedruckt.

[0086] Zur Quantifizierung der Ungleichmäßigkeit des Schwadenrandes und damit Bestimmung des Effekts einer Veränderung der Tintenformulierung und Trocknungsbedingung berechneten wir den Massenmittelpunkt des Filmprofils in der senkrecht zur Druckrichtung verlaufenden Achse. Dies entspricht dem Massenmittelpunkt des entlang der horizontalen Linien verlaufenden Profils von [Fig. 6](#). Der Massenmittelpunkt des tintenstrahlgedruckten PEDOT:PSS (Poly(3,4-ethyldioxythiophen)/Poly(styrolsulfonat)), einer üblichen

HC-Schicht, über eine Schwadenverbindung ist in [Fig. 7](#) dargestellt. Die PEDOT-Filme weisen eine rasche Veränderung des Profils um die die Schwadenverbindung umgebenden Pixel herum auf – in diesem Fall zwischen Spalte 32 und 33. Es sind mehr als 5 Pixel notwendig, damit der Massenmittelpunkt durch die Schwadenverbindung nicht beeinträchtigt wird. Ungleichmäßige PEDOT-Profile können zu ungleichmäßigen EL-Profilen führen und diese wiederum zu Ungleichmäßigkeiten im Display [J. Carter, A. Wehrum, M. Dowling, M. Cachiero-Martinez, N. Baynes. Recent Developments in Materials and Processes for Ink Jet Printing High Resolution Polymer OLED Displays. Protokoll SPIE 4800, 34 (2003)].

[0087] Um den Schwadenverbindungseffekt durch die Tintenformulierung zu überwinden, ist die Entwicklung von Tinten erforderlich, deren Trocknung erheblich länger dauert als der Druckvorgang – was die Verwendung von hochsiedenden Lösungsmitteln in der Tinte notwendig macht. Die Zugabe hochsiedender Lösungsmittel kann jedoch einen negativen Einfluss auf andere Aspekte der Tintenleistung haben. Die Tinte muss die Vorgaben einer zuverlässigen Strahlbildung erfüllen und Filme erforderlicher Flachheit und Morphologie erzeugen; der entstandene Film muss eine adäquate Leistung als elektronisches Material, z. B. einen geeigneten Wirkungsgrad und eine geeignete Lebensdauer aufweisen [J. Carter, A. Wehrum, M. Dowling, M. Cachiero-Martinez, N. Baynes. Recent Developments in Materials and Processes for Ink Jet Printing High Resolution Polymer OLED Displays. Protokoll SPIE 4800, 34 (2003)].

[0088] [Fig. 7](#) stellt die Massenmittelpunktsdaten für eine neu formulierte PEDOT-Tinte dar, welche die Vorgaben bezüglich Strahlbildung, Filmmorphologie und -flachheit sowie Leistung erfüllt. Diese Tinte weist keine erkennbare Filmprofilvariation innerhalb der Schwadenverbindung auf. [Fig. 8\(a\)](#) stellt Mikrophotographien dieser in Vertiefungen gedruckten PEDOT-Formulierung dar, [Fig. 8\(b\)](#) die Gleichmäßigkeit des Filmprofils in einer der Vertiefungen. Diese Tinte weist eine hervorragende Filmgleichmäßigkeit auf.

[0089] Es wurde belegt, dass Tintenformulierungen hergestellt werden können, die für Schwadenverbindungen unempfindlich sind. Dies wurde durch Herstellung langsamer trocknender Tinten erreicht, die andere Aspekte der Tintenleistung nicht beeinträchtigen. Die Bedeutung dieser Tinten liegt darin, dass sie nicht nur in Displays sichtbare schwadenbedingte Defekte entfernen, sondern den Tintenstrahlprozess auch gegenüber Größe und Anordnung der Displayfelder auf dem Substrat widerstandsfähiger machen.

[0090] Die der Tinte innewohnende Skalierbarkeitsfunktion kann die Entwicklungszeit signifikant reduzieren, indem sie die Risiken bei der Übertragung von Verfahren von kleinen R&D-Substraten auf größere Glassubstratgenerationen senkt.

[0091] Es wurde darüber hinaus belegt, dass sich Tinten ungeachtet der Geometrie der Vertiefungen ähnlich verhalten können. Die Adaptionsfähigkeitsfunktion einer Tinte führt dazu, dass das Druckverfahren bei Produkten mit unterschiedlicher Pixelgröße besser eingesetzt werden kann. Diese Funktionalität reduziert die Kosten für die Werkzeugbestückung im Zusammenhang mit einem Wechsel des Display-Produktes signifikant. Zwar gibt es infolge der grundlegenden Beschaffenheit des Prozesses zum Füllen von Vertiefungen hinsichtlich der Adaptierbarkeit von Tinten Grenzen, doch wir haben belegt, dass ein signifikanter Spielraum bei der Anwendbarkeit einer einzelnen Tinte auf verschiedene Pixelgrößen besteht.

Beispiele

[0092] Es wurden zwei neue PEDOT-Formulierung auf Glycerinbasis (Drucken ohne Vernetzung) hinsichtlich der Schwadenverbindungen bewertet:

Formulierung A: 1% Feststoffgehalt (30:1 PSS:PEDOT), 30% Glycerin, 69% Wasser

Formulierung B: 1% Feststoffgehalt (40:1 PSS:PEDOT), 30% Glycerin, 69% Wasser

Formulierung A

[0093] Diese Formulierung erzeugte Filme, die im Querschnitt schwadenfrei waren und bei Beleuchtung der Displays drastisch verbesserte Schwadenverbindungen aufwiesen. Hinweise auf eine Veränderung des LEP-Profils der PEDOT-Zusammensetzung an der Schwadenverbindung lagen nicht vor. Die Zusammensetzung war wie das LEP noch immer in den Pixeln enthalten.

[0094] [Fig. 9](#) stellt mit Hilfe der erfindungsgemäßen Zusammensetzung gebildete Filmprofile für eine Reihe von Pixeln auf einem Display dar. Es ist ersichtlich, dass sich die Profile auf dem Display zwischen dem 15. und dem 40. Pixel sehr ähneln. [Fig. 10](#) stellt die mittlere Abweichung von der mittleren Dicke der Filme in [Fig. 9](#) dar. An der Schwadenverbindung (Spalte 30/31) tritt keine signifikante Veränderung auf.

[0095] [Fig. 11](#) stellt mit Hilfe der erfindungsgemäßen Zusammensetzung gebildete LEP-Filmprofile auf den leitenden Filmen dar. Es ist ersichtlich, dass sich die Profile auf dem Display zwischen dem 15. und dem 40. Pixel sehr ähneln (mit Ausnahme dreier schlechter Punkte 16, 17 und 25). [Fig. 12](#) stellt die mittlere Abweichung von der mittleren Dicke der LEP-Filme in [Fig. 11](#) dar. An der Schwadenverbindung tritt weder bei PEDOT (Spalte 24/25) noch bei LEP (Spalte 30/31) eine signifikante Veränderung auf.

Formulierung B

[0096] Diese Formulierung erzeugte Filme, die im Querschnitt und bei Beleuchtung der Displays schwadenfrei waren. Die PEDOT-Formulierung war wie das LEP noch immer in den Pixeln enthalten.

Trocknungsbedingungen

[0097] Die neuen Formulierungen wurden bei 100°C (schnelles Vakuum bis 5×10^{-2} mbar) getrocknet. Eine Temperatur von 130°C über 10 Minuten war ebenfalls erfolgreich. Die Ergebnisse des ersten Durchgangs deuten auf eine Verbesserung der blauen Emission bei Anwendung der zuvor genannten Formulierungen und Trocknungsbedingungen.

[0098] Tabelle 1 fasst einen Musterbereich der bislang formulierten Zusammensetzungen zusammen. Die Tabelle stellt den Feststoffgehalt (PEDOT-PSS), das PSS:PEDOT-Verhältnis und das prozentuale Volumen der Zusatzstoffe in den Zusammensetzungen dar. Zum Rest bestehen die Zusammensetzungen aus Wasser.

Tabelle 1

% Feststoffgehalt	PSS:PEDOT-Verhältnis	% Zusatzstoff
1,0	30:1	30% Glycerin 0,5% 2-Butoxyethanol
1,0	30:1	30% Glycerin 2% 2-Butoxyethanol
1,0	30:1	30% Ethylenglycol 0,5% 2-Butoxyethanol
1,0	30:1	30% Ethylenglycol 2% 2-Butoxyethanol
1,0	30:1	30% Propylenglycol
1,0	30:1	30% Propylenglycol 0,5% 2-Butoxyethanol
1,0	40:1	30% Ethylenglycol 0,5% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	30% Ethylenglycol 0,5% 2-Butoxyethanol
2,0	40:1	30% Ethylenglycol 0,5% 2-Butoxyethanol
1,0	40:1	30% Ethylenglycol 2% Glycerin 0,5% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	30% Ethylenglycol 2% Glycerin 0,5% 2-Butoxyethanol
2,0	40:1	30% Ethylenglycol 2% Glycerin 0,5% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	30% Ethylenglycol 2% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	30% Ethylenglycol 3% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	30% Ethylenglycol 5% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	20% Ethylenglycol 2% 2-Butoxyethanol
1,5	40:1	10% Ethylenglycol 2% 2-Butoxyethanol

Zusammenfassung

ORGANISCHES, LICHT EMITTIERENDES DISPLAY UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

[0099] Zusammensetzung zum Tintenstrahldrucken einer optoelektrischen Vorrichtung, wobei die Zusammensetzung ein elektrolumineszierendes oder organisches Ladungstransportmaterial und ein hochsiedendes Lösungsmittel mit einem Siedepunkt höher als der von Wasser umfasst.

Patentansprüche

1. Zusammensetzung zum Tintenstrahldrucken einer optoelektrischen Vorrichtung, wobei die Zusammensetzung ein elektrolumineszierendes oder organisches Ladungstransportmaterial und ein hochsiedendes Lösungsmittel mit einem Siedepunkt höher als der von Wasser umfasst.
2. Zusammensetzung zum Tintenstrahldrucken einer optoelektrischen Vorrichtung, wobei die Zusammensetzung ein elektrolumineszierendes oder organisches Ladungstransportmaterial, ein erstes Lösungsmittel, das sich zum Lösen des organischen Materials eignet, und ein zweites Lösungsmittel umfasst, wobei das zweite Lösungsmittel ein hochsiedendes Lösungsmittel mit einem höheren Siedepunkt als der des ersten Lösungsmittels ist.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 2, bei der das erste Lösungsmittel Wasser umfasst.
4. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das hochsiedende Lösungsmittel in der Zusammensetzung in einer Menge zwischen 10 und 50 bzw. 20 und 40 Vol.-% vorliegt oder etwa 30 Vol.-% vorhanden ist.
5. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der der Siedepunkt des Lösungsmittels zwischen 110 und 400, 110 und 300, 150 und 250 bzw. 170 und 230°C liegt.
6. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der das hochsiedende Lösungsmittel ein Polyol umfasst.
7. Zusammensetzung nach Anspruch 6, bei der das hochsiedende Lösungsmittel ein Diol oder ein Triol umfasst.
8. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der das hochsiedende Lösungsmittel Ethylenglycol und/oder Glycerin und/oder Diethylenglycol und/oder Propylenglycol und/oder Butan-1,4-diol und/oder Propan-1,3-diol und/oder Dimethyl-2-imidazolidinon und/oder N-Methyl-2-pyrrolidon und/oder Dimethylsulfoxid umfasst.
9. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Zusammensetzung weiterhin einen Leitfähigkeitsmodifikator umfasst.
10. Zusammensetzung nach Anspruch 9, bei der der Leitfähigkeitsmodifikator die Leitfähigkeit der Zusammensetzung senkt.
11. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der das organische Material ein Polymer ist.
12. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der das organische Material ein organisches elektrolumineszierendes Material umfasst.
13. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der das organische Material ein Lochinjektionsmaterial umfasst.
14. Zusammensetzung nach Anspruch 13, bei der das Lochinjektionsmaterial PEDOT mit einem ladungsausgleichenden Gegenion umfasst.
15. Zusammensetzung nach Anspruch 14, bei der das PEDOT/Gegenion-Verhältnis zwischen 1:10 und 1:75, 1:20 und 1:50, 1:25 und 1:45 bzw. 1:30 und 1:40 liegt.
16. Zusammensetzung nach Anspruch 14 oder 15, bei der das Gegenion PSS ist.
17. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Zusammensetzung weiterhin ein Tensid umfasst.
18. Zusammensetzung nach Anspruch 17, bei der das Tensid in einem Bereich von 0,1 bis 5, 0,5 bis 3 bzw. 1 bis 2 Vol.-% vorliegt.

19. Zusammensetzung nach Anspruch 17 oder 18, bei der das Tensid ein Glycolether ist.
20. Zusammensetzung nach Anspruch 19, bei der das Tensid ein Ethylenglycolether oder ein Propylenglycolether ist.
21. Zusammensetzung nach Anspruch 20, bei der das Tensid 2-Butoxyethanol ist.
22. Zusammensetzung zum Tintenstrahldrucken einer organischen Lichtemissionsvorrichtung, wobei die Zusammensetzung PEDOT mit Gegenion, Wasser und ein hochsiedendes Lösungsmittel mit einem Siedepunkt höher als der von Wasser umfasst.
23. Zusammensetzung nach Anspruch 22, bei der das hochsiedende Lösungsmittel ein Polyol ist.
24. Zusammensetzung nach Anspruch 23, bei der das hochsiedende Lösungsmittel ein Diol oder ein Triol umfasst.
25. Zusammensetzung nach Anspruch 24, bei der das hochsiedende Lösungsmittel Ethylenglycol und/oder Glycerin und/oder Diethylenglycol und/oder Propylenglycol umfasst.
26. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 25, wobei das hochsiedende Lösungsmittel in der Zusammensetzung in einer Menge zwischen 10 und 50 bzw. 20 und 40 Vol.-% oder zu etwa 30 Vol.-% vorliegt.
27. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 26, wobei die Zusammensetzung weiterhin ein Tensid umfasst.
28. Zusammensetzung nach Anspruch 27, bei der das Tensid in einem Bereich von 0,1–5, 0,5–3 bzw. 1–2 Vol.-% vorliegt.
29. Zusammensetzung nach Anspruch 27 oder 28, bei der das Tensid ein Glycolether ist.
30. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 29, wobei das PEDOT mit Gegenion in der Zusammensetzung mit einem Feststoffgehalt von 0,5%–6%, 1%–4% bzw. 1%–2% vorliegt.
31. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 30, bei der das PEDOT mit Gegenion BAYTRON P oder eine Lösung mit einem erhöhten PSS-Gehalt im Vergleich zu BAYTRON P ist.
32. Zusammensetzung nach Anspruch 31, bei der das PEDOT:PSS-Verhältnis im Bereich zwischen 1:20 und 1:75, 1:20 und 1:50 bzw. 1:25 und 1:45 liegt.
33. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 32, wobei die Zusammensetzung weiterhin einen Leitfähigkeitsmodifikator umfasst.
34. Zusammensetzung nach Anspruch 33, bei der der Leitfähigkeitsmodifikator die Leitfähigkeit der Zusammensetzung senkt.
35. Zusammensetzung nach Anspruch 34, bei der der Leitfähigkeitsmodifikator durch überschüssiges PSS über ein PEDOT:PSS-Verhältnis von 1:20 hinaus bereitgestellt wird.
36. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 35, wobei Wasser in der Zusammensetzung in einer Menge von 50% bis 90% vorliegt.
37. Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Viskosität der Zusammensetzung im Bereich von 2 bis 30 mPa, 2 bis 20 mPa, 4 bis 12 mPa, noch bevorzugter 6 bis 8 mPa liegt und am bevorzugtesten etwa 8 mPa, jeweils bei 20°C, beträgt.
38. Verfahren zur Herstellung einer optoelektrischen Vorrichtung, das das Tintenstrahldrucken einer Zusammensetzung nach einem der vorangegangenen Ansprüche umfasst.
39. Optoelektrische Vorrichtung, die unter Anwendung der Zusammensetzung nach einem der Ansprüche

1 bis 37 hergestellt ist.

40. Verfahren zur Herstellung eines organischen Lichtemissionsdisplays, das Folgendes umfasst: Bereitstellen eines Substrats aus einer ersten Elektrodenschicht und einer Wallstruktur, die eine Vielzahl von Vertiefungen definiert, Abscheiden einer leitenden organischen Schicht auf der ersten Elektrode, Abscheiden einer organischen Lichtemissionsschicht auf der leitenden organischen Schicht und Abscheiden einer zweiten Elektrode auf der organischen Lichtemissionsschicht, wobei mindestens eine der leitenden organischen Schicht und der organischen Lichtemissionsschicht durch Tintenstrahldrucken einer Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 37 in die Vielzahl von Vertiefungen abgeschieden wird.

41. Verfahren nach Anspruch 40, bei dem die leitende organische Schicht durch Tintenstrahldrucken einer Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 37 abgeschieden wird.

42. Verfahren nach Anspruch 40 oder 41, bei dem das Substrat eine Vielzahl von Kathodenseparatoren über den Wällen umfasst.

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 42, bei dem die organische Lichtemissionsschicht mittels Tintenstrahldrucken abgeschieden wird.

44. Verfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 43, bei dem das Display in Schwaden gedruckt wird.

45. Verfahren nach Anspruch 44, bei dem nacheinander eine erste Schwade und eine daran angrenzende zweite Schwade gedruckt werden, wobei die Druckgeschwindigkeit dergestalt ist, dass die erste Schwade vor dem vollständigen Drucken der zweiten Schwade nicht signifikant trocknet.

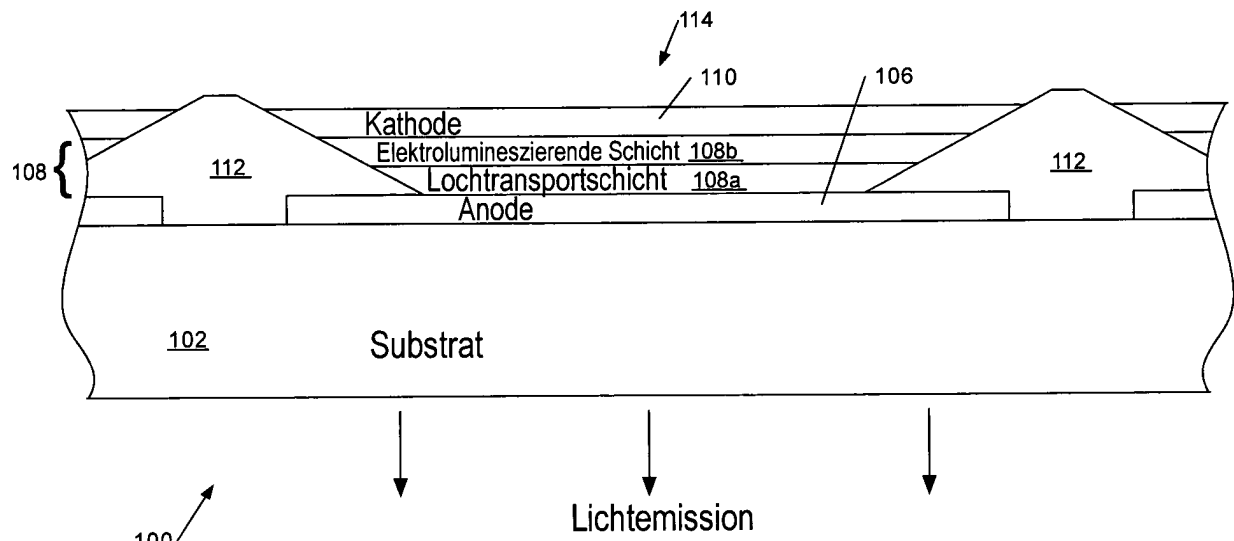
46. Verfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 45, bei dem das Material der Wälle und die zur Abscheidung der leitenden Polymerschicht verwendete Zusammensetzung so ausgewählt werden, dass der Kontaktwinkel zwischen der Zusammensetzung und dem Wall im Bereich von 30 bis 110 bzw. 65 bis 80 Grad liegt und vorzugsweise etwa 70 Grad beträgt.

47. Verfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 46, bei dem das Material der ersten Elektrode und die zur Abscheidung der leitenden Polymerschicht verwendete Zusammensetzung so ausgewählt werden, dass ein statischer Kontaktwinkel zwischen der Zusammensetzung und der ersten Elektrode weniger als 13,5, noch bevorzugter weniger als 10 Grad beträgt.

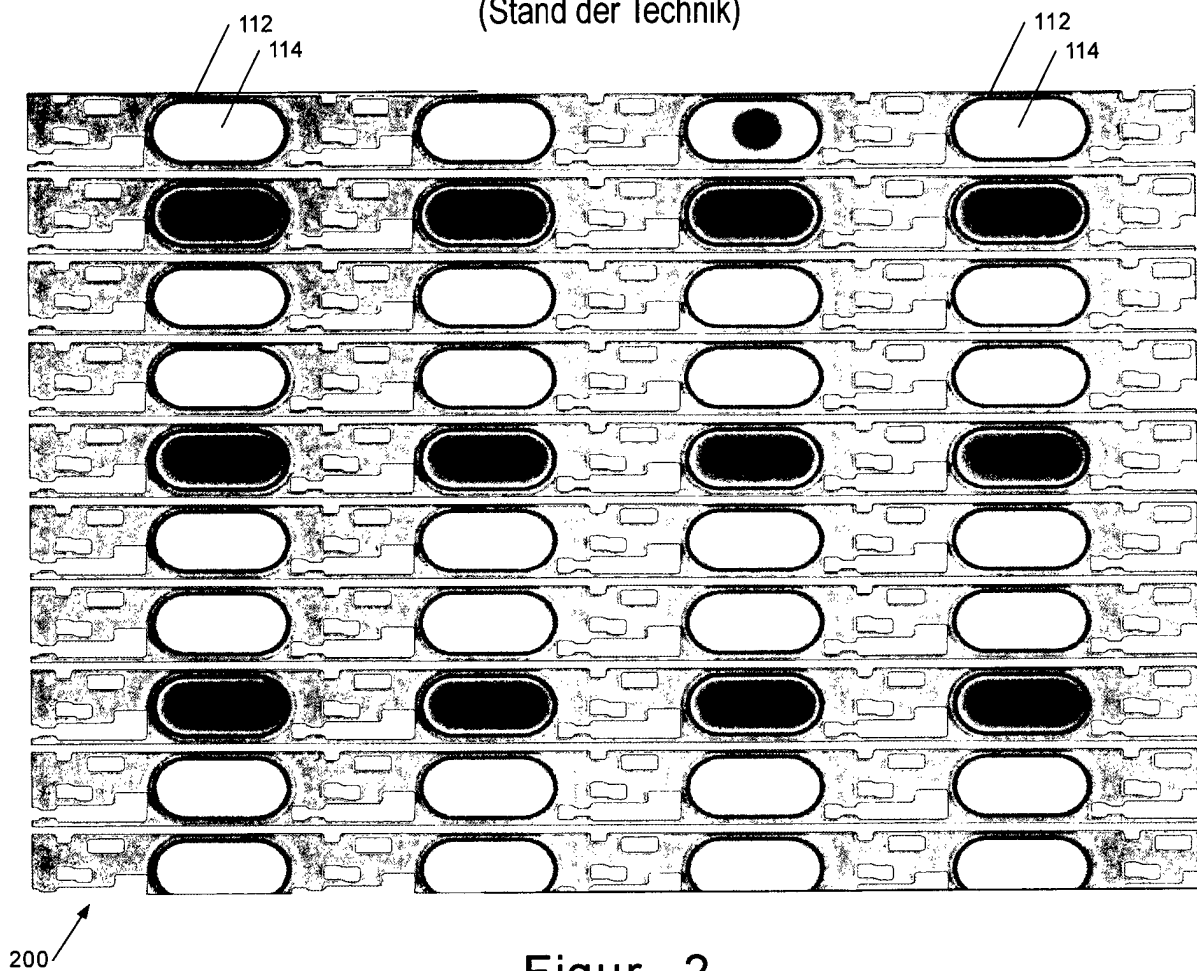
48. Verfahren nach einem der Ansprüche 40 bis 47, bei dem das Display bei einer Temperatur im Bereich von 40 bis 150°C vakuumgetrocknet wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

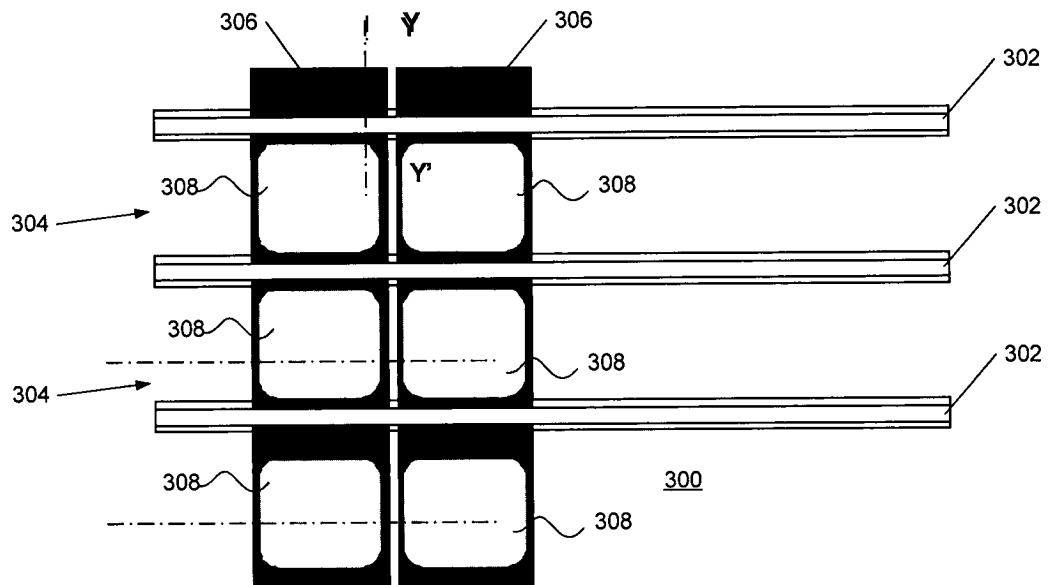
Anhängende Zeichnungen



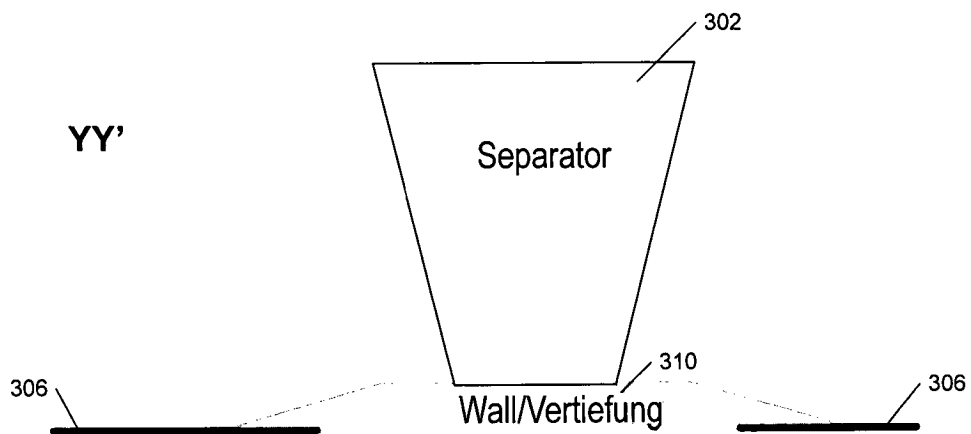
Figur 1
(Stand der Technik)



Figur 2



Figur 3a



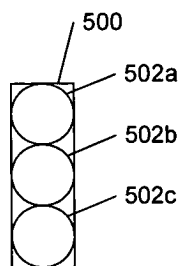
Figur 3b



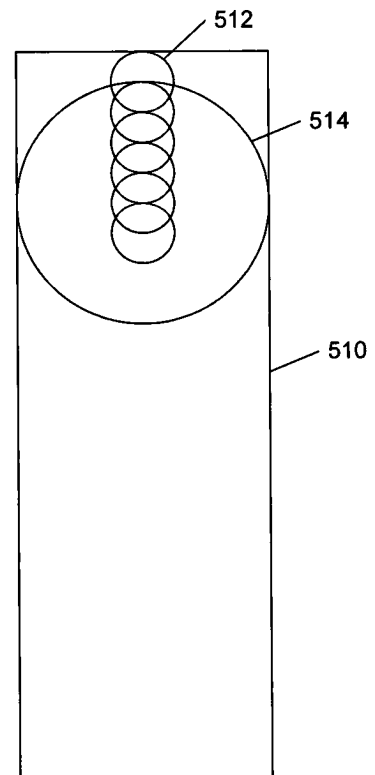
Figur 4a



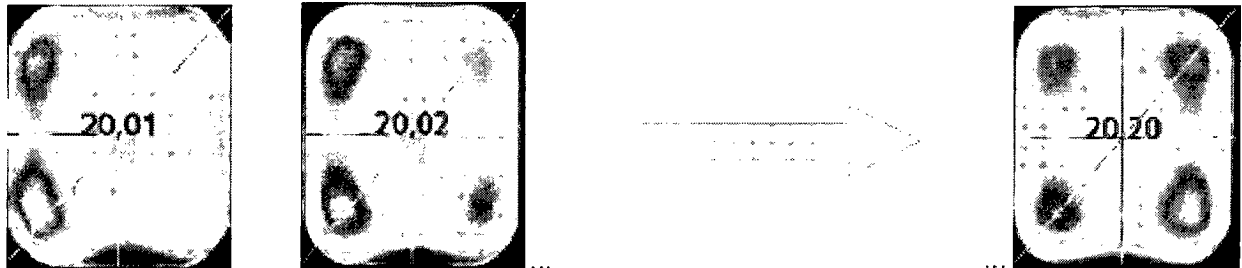
Figur 4b



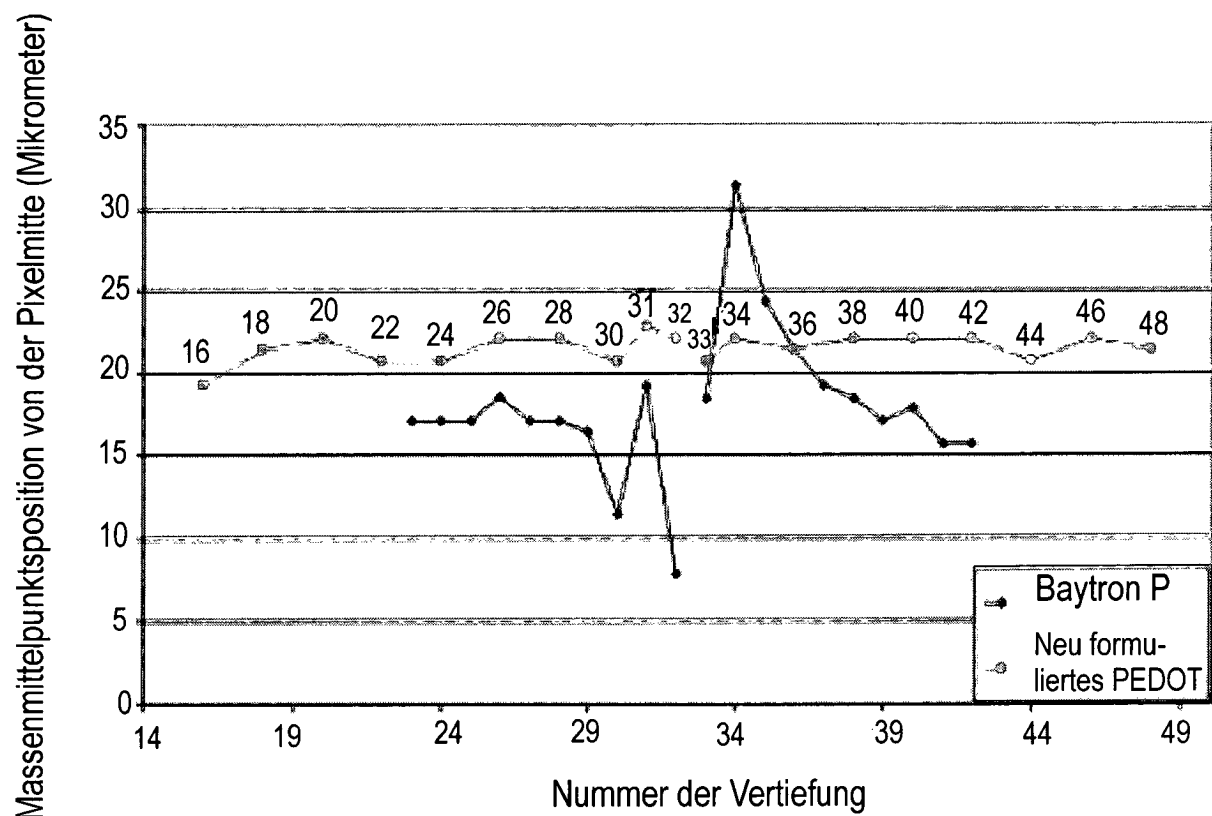
Figur 5a



Figur 5b



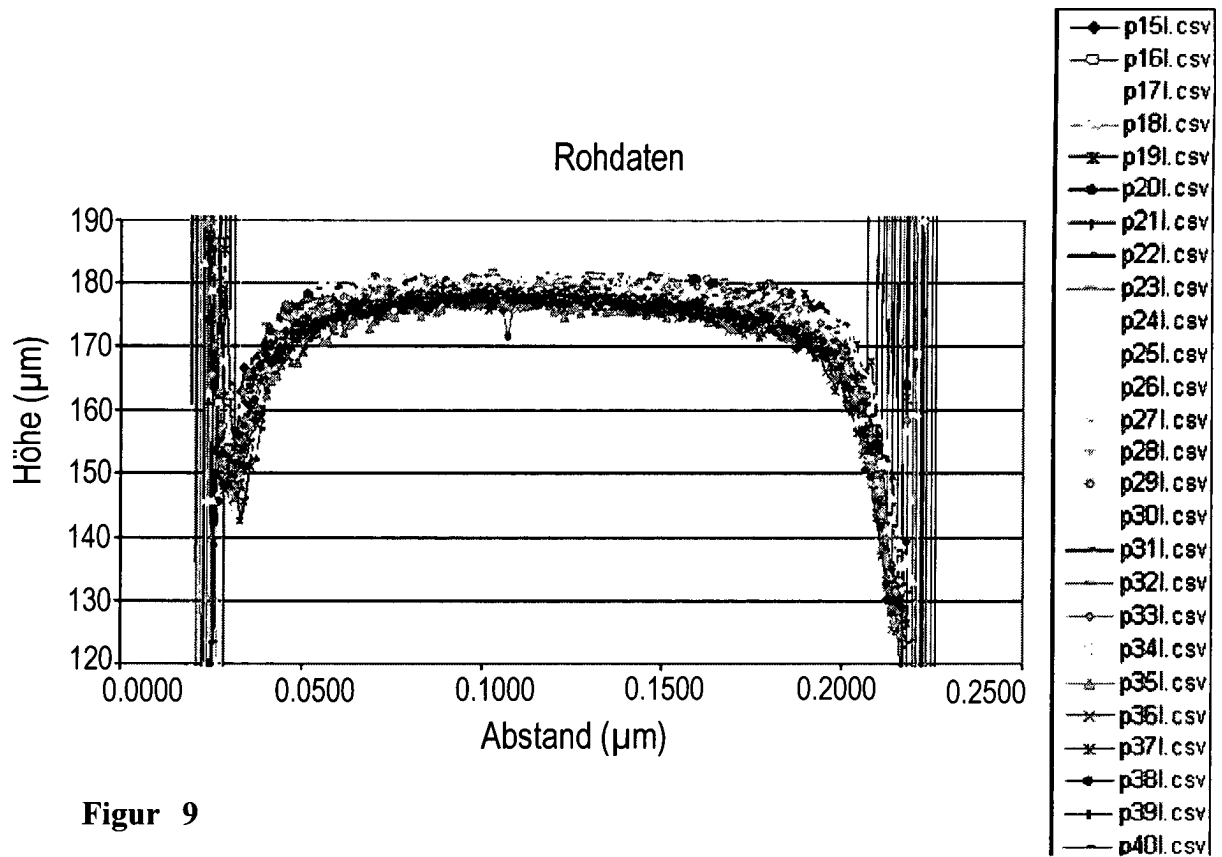
Figur 6



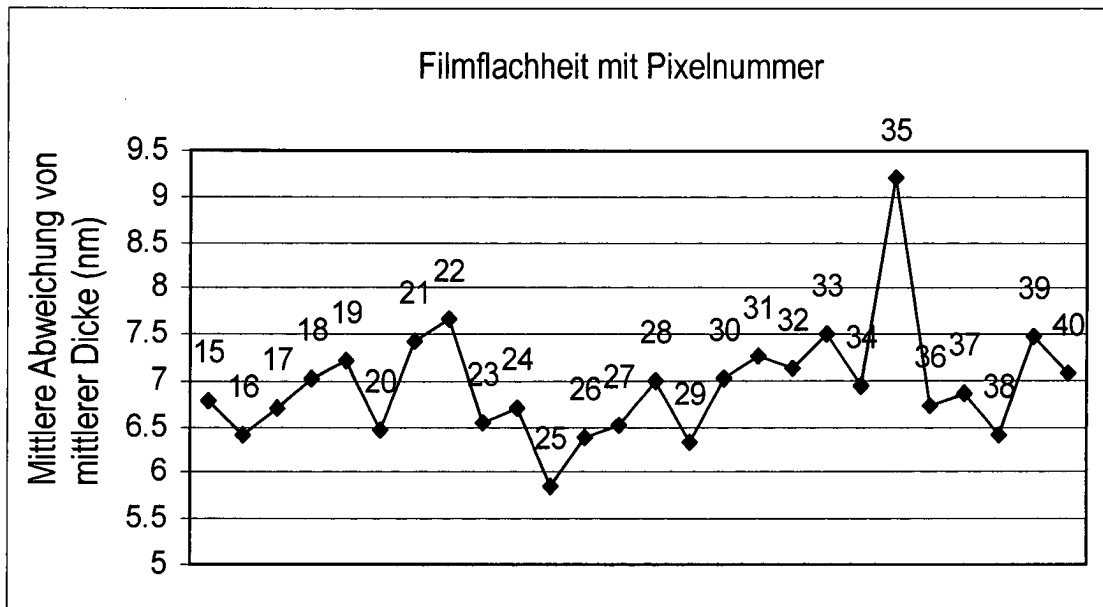
Figur 7



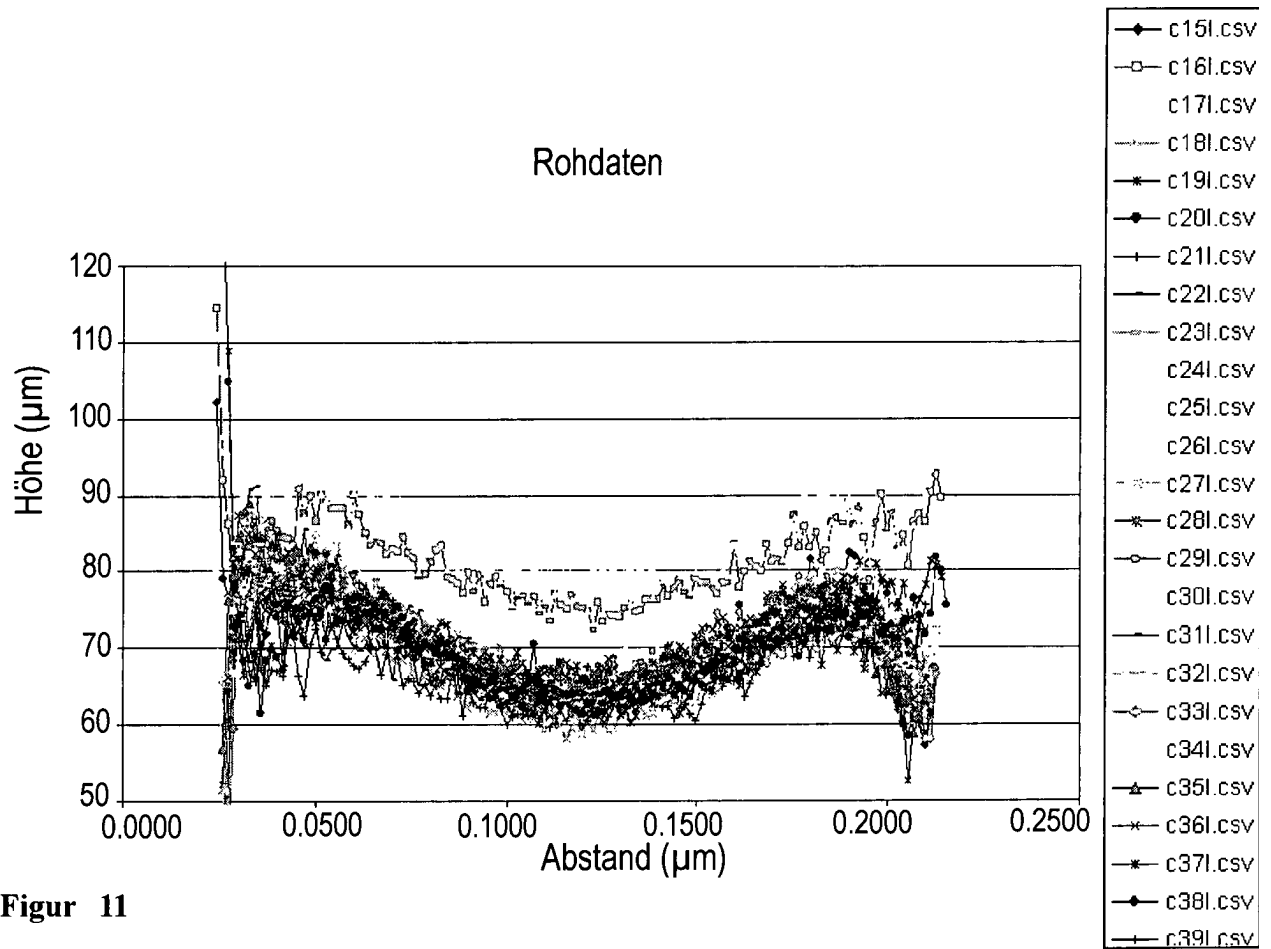
Figur 8(a) und (b)



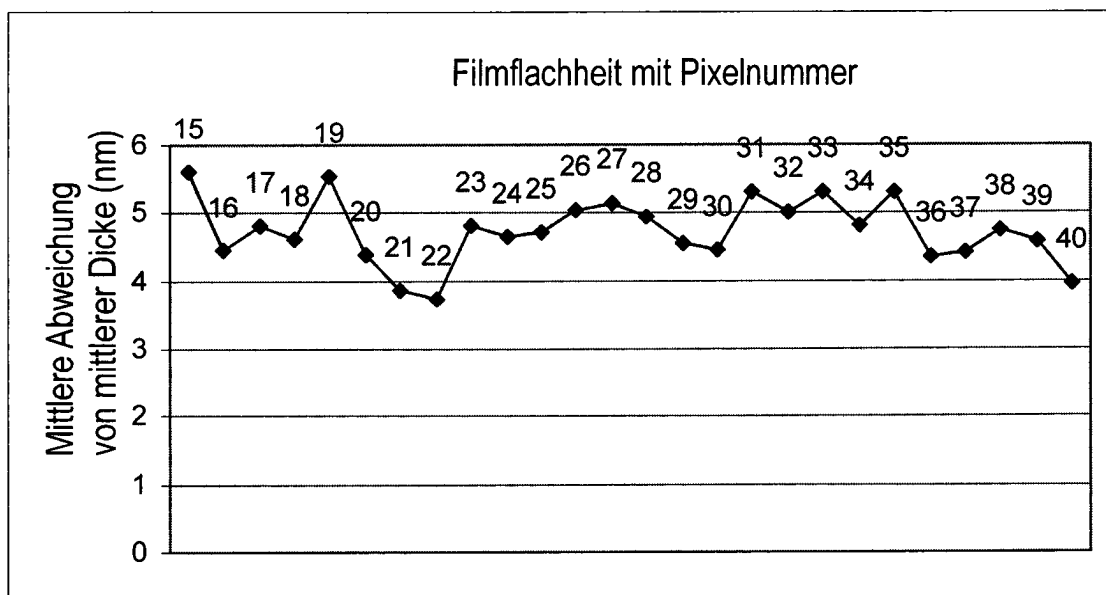
Figur 9



Figur 10



Figur 11



Figur 12