

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Mai 2022 (19.05.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/101241 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/081188

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. November 2021 (10.11.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 130 230.4
16. November 2020 (16.11.2020) DE

(71) Anmelder: LIGHTPAT GMBH [DE/DE]; Friedberger
Landstraße 645, 60389 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder: EMDE, Thomas; Friedberger Landstraße 645,
60389 Frankfurt (DE). WICHTENDAHL, Ralph; Mar-
tin-Luther-Platz 3, 01099 Dresden (DE).

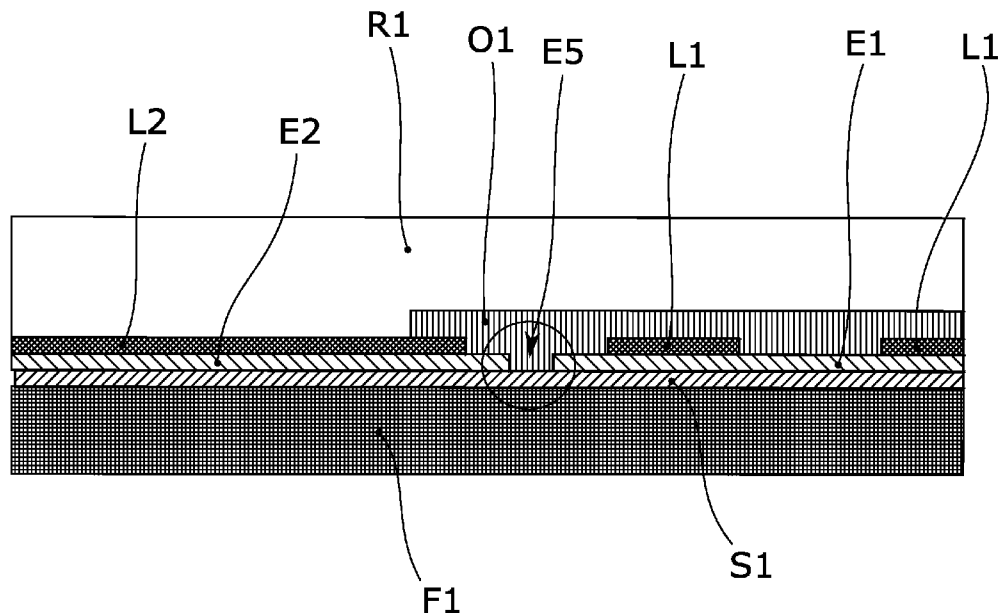
(74) Anwalt: FRITZ & BRANDENBURG PATENTAN-
WÄLTE; Malteserstraße 10A, 50859 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ASSEMBLY COMPRISING ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODES ON A FLEXIBLE SUBSTRATE

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG UMFASSEND ORGANISCHE LEUCHTDIODEN AUF EINEM FLEXIBLEN SUBSTRAT

Figur 1



(57) Abstract: The present invention relates to an assembly comprising organic light-emitting diodes (OLED) with a layer structure that comprises: --a flexible substrate (F1), --at least one barrier layer (S1) applied to the substrate, --at least one transparent electrode (E1), --a light-emitting layer sequence (O1) comprising organic materials (OLED stack), --at least one return electrode (R1), --at least one top encapsulation layer which seals the layer structure against the influence of moisture and oxygen, --wherein, according to the invention, the top encapsulation layer is used simultaneously as the return electrode (R1) and consists of an electrically conductive material. The solution according to the invention allows simplified process control by direct encapsulation. The encapsulation layer according to the invention can be applied in particular over the whole surface, and can advantageously consist of highly water-vapour-



WO 2022/101241 A2

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Rechenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

diffusion-tight materials, in particular of metals, which are also electrically conductive.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung umfassend organische Leuchtdioden (OLED) mit einem Schichtaufbau umfassend: --ein flexibles Substrat (F1), --mindestens eine auf das Substrat aufgebrachte Barrierschicht (S1), --mindestens eine transparente Elektrode (E1), --eine Licht emittierende Schichtenfolge (O1) umfassend organische Materialien (OLED-Stack), --mindestens eine Rückelektrode (R1), --mindestens eine oberste Verkapselungsschicht, die den Schichtaufbau gegen den Einfluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff versiegelt, --wobei erfindungsgemäß die oberste Verkapselungsschicht gleichzeitig als Rückelektrode (R1) dient und aus einem elektrisch leitenden Material besteht. Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht eine vereinfachte Prozessführung durch Direktverkapselung. Die erfindungsgemäße Verkapselungsschicht kann insbesondere ganzflächig aufgebracht werden und vorteilhafter Weise aus sehr wasserdampfdiffusionsdichten Materialien, insbesondere aus Metallen, bestehen, die auch elektrisch leitfähig sind.

5

Anordnung umfassend organische Leuchtdioden auf einem flexiblen Substrat

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung umfassend organische Leuchtdioden (OLED) mit einem Schichtaufbau umfassend:

- 10 ein flexibles Substrat,
mindestens eine auf das Substrat aufgebrachte Barrierschicht,
mindestens eine transparente Elektrode,
eine Licht emittierende Schichtenfolge umfassend organische Materialien (OLED-Stack),
mindestens eine Rückelektrode,
15 mindestens eine oberste Verkapselungsschicht, die den Schichtaufbau gegen den Einfluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff versiegelt.

Stand der Technik

Aus der DE 10 2014 202 945 B4 ist ein flächiges organisches elektronisches Bauelement, insbesondere eine organische Leuchtdiode bekannt, die im sogenannten roll-to-roll-Verfahren hergestellt werden kann. Hier wird auf das Substrat eine Grundelektrode aufgebracht, darauf eine Passivierungsschicht, dann die OLED-Schicht und dann eine zweite Elektrodenschicht, die als Rückelektrode dient. Die gesamte Schichtenfolge ist mit einer Verkapselungsschicht bedeckt. Die Grundelektrode und die Rückelektrode werden jeweils
25 mit elektrischen Kontakten verbunden. Die Grundelektrode ist hier direkt auf das Substrat aufgebracht. Die Passivierungsschicht liegt über und nicht unter der Grundelektrode. Die Verkapselungsschicht schützt die aktiven Schichten gegen mechanische Einflüsse und gegen das Eindringen von Wasser und Sauerstoff. Die Passivierungsschicht besteht aus einem durch Flexodruck aufgebrachten Harz, welches durch UV-Strahlung oder thermisch
30 gehärtet wird. Die Verkapselungsschicht muss bei dieser bekannten OLED aus einem elektrisch nicht leitenden Material bestehen.

In der EP 3 035 404 A1 werden Barrierschichten für OLEDs beschrieben, die im roll-to-roll Verfahren hergestellt werden. Dabei wird auf ein Substrat eine organische Schicht
35 aufgebracht, die zwischen zwei Barrierschichten liegt. In diese mehrschichtige Barrierschicht wird eine Nut geschnitten, die mit einem Versiegelungsmaterial gefüllt wird,

welches eine hohe Leitfähigkeit aufweisen kann. Anschließend wird ein elektrisch leitender Widerstand (als shunt 47 bezeichnet) über den Schichten aufgebracht und mit dem Versiegelungsmaterial verbunden. Anschließend wird eine erste Elektrodenschicht auf die mehrschichtige Barrierschicht aufgebracht, über der ersten Elektrode wird eine elektrooptische Schicht abgeschieden, darüber eine zweite Elektrodenschicht und darauf schließlich als oberste Schicht eine Versiegelungsschicht, wobei die untere Elektrodenschicht aus der Versiegelung herausgeführt ist und mit dem Leiter verbunden wird, der mit dem Versiegelungsmaterial verbunden ist. Die oberste Schicht, die den Schichtaufbau der aktiven, Licht emittierenden Schichten versiegelt, muss aus einem elektrisch nicht-leitenden Material bestehen.

Ein zentrales Problem insbesondere der großflächigen OLEDs ist die Kombination aus der Frontelektrode, die eine sehr hohe Transparenz aufweisen sollte, die aber gleichzeitig auch sehr leitfähig sein muss. Die wird nach dem bisherigen Stand der Technik oft gelöst durch die Verwendung von serienverschalteten Elementen. Diese bedingen auch verschiedene elektrische Potentiale auf der Rückseite, was wiederum eine elektrische Isolation auf der Rückseite gegenüber der rückseitigen Barriere erfordert.

Sehr gute Barrierschichten auf der Vorderseite und auf der Rückseite sind erforderlich, von denen mindestens eine transparent sein muss, ebenso muss eine wasserdampfdichte Fügung der beiden Barriereseiten entlang der Ränder stattfinden, damit auch zwischen diese keine Wasser- und Sauerstoffmoleküle eindiffundieren können. Typischerweise sind Metalle sehr dicht gegenüber der Wasserdampfdiffusion, was aber der oben genannten Forderung einer elektrisch nicht-leitenden Rückseitenbarriere widerspricht.

Bisherige Ansätze bei OLEDs, die im roll-to-roll-Verfahren hergestellt werden, verwenden bevorzugt aktive Flächen, die in einzelne Zellen strukturiert werden, welche dann in einer Serienschaltung aneinandergereiht werden, um die maximalen Stromstärken zu begrenzen.

Als transparente Barriere können beispielsweise Glas, Dünnglas (unter Dünnglas versteht man eine sehr dünn ausgewalzte Glasschicht von vorzugsweise etwa 10 bis 100µm, die teilweise wiederum auf Trägerfolien aufgebracht ist) oder Kunststofffolien (PET, PEN) mit verschiedenen keramischen sehr dünnen Schichten verwendet werden (beispielsweise Al_2O_3 , SiN, SiOxNy), vorteilhaft in einer mehrschichtigen Folge mit dünnen organischen Ausgleichsschichten aufgebracht, bei denen die Ausgleichsschichten die Aufgabe haben,

Schichtdefekte voneinander zu entkoppeln und teilweise eindiffundiertes Wasser durch eingebrachte Gettermaterialien zu binden.

Die zweite Barriere kann entweder auch eine der vorab beschriebenen transparenten Materialien sein, oder eine intransparente Schicht. Diese entstehen oft durch dickere Schichten, wie sie auch bei den transparenten Schichten benutzt werden. Es sind auch beidseitig in Folien einkaschierte Metallfolien gebräuchlich, die in der Fläche sehr gut funktionieren, aber an den Rändern stets durch die untere Kaschierungsfolie(n) Wasserdampfdiffusion zulassen.

10

Aufgedampfte Aluminium-Metallschichten werden nicht als Barriere verwendet, da sie zu der Ausbildung kleiner Löcher (Pinholes) beim Aufwachsen neigen. Andere Materialien (z.B. Silber) sind bislang nur in sehr dünnen, noch transparenten und beidseitig mit Dielektrika stabilisierten Schichten auf Wasserdampfdiffusion getestet.

15

Barriereverkapselungen werden bislang oft durch Lamination der mehrerer Barriersysteme hergestellt. Das zu schützende Bauteil wird dabei zwischen den Barrieren eingeklebt. Zur Lamination kommen flüssige Klebstoffe oder auch PSA-Folien zum Einsatz. Der systematische Nachteil dieser Lamination sind die großen Mengen fremder Materialien (Klebstoffe, Schutz- und Trägerfolien), die zwischen den wirksamen Barrierschichten außer der eigentlich sensitiven Schicht mit eingefügt werden, die damit neben den Eigenschaften, die die Lamination fordert, auch chemisch inert gegenüber der Nutzschrift (OLED-Stack) sein müssen und selber kein Wasser oder anhaftendes Atmosphärenwasser enthalten dürfen.

25

Üblicherweise verlangt das Schema der herzustellenden OLEDs eine transparente und/oder nichtleitende rückseitige Barriere.

Die genannten Nachteile werden nach dem Stand der Technik oft durch die Direktverkapselung gelöst. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass die zweite Barriere direkt auf die erste Barriere und die darauf aufgebaute Schichtenfolge (OLED, Display, OPV, CIGS-PV) aufgebracht wird. Damit wird eine zwischenliegende Klebstoffschicht vermieden. Um elektrisch und topologisch gegen Unebenheiten und den oben beschriebenen Potentialdifferenzen zu isolieren, sind diese Direktverkapselungen mit einer unterliegenden nichtleitenden Planarisierungsschicht ausgeführt und die Barrieren mit durch ALD, CVD,

35

PECVD oder Sputtern abgeschiedenen Al_2O_3 , SiO , SiN , SiOxNy ausgeführt, wiederum vorteilhaft als Mehrschichtsystem (bekannt als Vitex-Aufbau).

Die Direktverkapselung bedingt eine recht komplexe Prozessfolge, die zwar schon
5 großtechnisch in der Displayproduktion, aber noch nicht erfolgreich in einer kostensparenden und großflächigen Rolle-zu-Rolle Fertigung durchgeführt wird. Die Schwierigkeit in der Rolle-zu-Rolle Fertigung besteht in dem Zwang zu einem kontinuierlichen Prozess mit gleichen Prozessgeschwindigkeiten aller Komponenten. Sollen mehrere gleichartige Schichten aufgebracht werden und darf die unterliegende Schicht nicht zwischendurch berührt werden,
10 etwa durch Aufrollen, müssen die entsprechenden Beschichtungsvorrichtungen mehrfach in der Anlage vorhanden sein.

Schließlich bildet der Schnitt zwischen zwei in Rolle-zu-Rolle hergestellten Produkten oft ein technisches Problem, da entlang der Schnittlinie auch die laterale Abdichtung der Barriere
15 gewährleistet sein muss.

Das Problem der Querleitfähigkeit der transparenten Elektrode wird, wenn nicht durch Umgehung mithilfe der Serienschaltung, oft durch eingebrachte oder aufgebrachte Leiterbahnen gelöst. Üblicherweise soll die Leitungsverstärkung aber möglichst unsichtbar
20 sein und die Leiterbahnen werden nicht als dekoratives Element genutzt.

Ausgehend von dem zuvor genannten Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Anordnung umfassend organische Leuchtdioden mit den eingangs genannten Merkmalen zur Verfügung zu stellen, die bei der Herstellung eine vereinfachte Prozessführung mit Direktverkapselung zulässt, und dadurch insbesondere eine
25 kostengünstige Fertigung auch großflächiger OLEDs für den Beleuchtungssektor ermöglicht.

Die Lösung der vorgenannten Aufgabe liefert eine Anordnung umfassend organische Leuchtdioden der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die in den
30 Unteransprüchen genannten Merkmale beziehen sich auf bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung.

Lösungsansatz der vorliegenden Erfindung

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Verkapselungsschicht gleichzeitig als
35 Rückelektrode dient und aus einem elektrisch leitenden Material besteht.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht eine vereinfachte Prozessführung durch Direktverkapselung. Die erfindungsgemäße Verkapselungsschicht kann insbesondere ganzflächig aufgebracht werden und vorteilhafter Weise aus sehr wasserdampfdiffusionsdichten Materialien, insbesondere aus Metallen, bestehen, die auch elektrisch leitfähig sind, so dass die Verkapselungsschicht gleichzeitig als Rückelektrode dienen kann. Damit wird durch die vorliegende Erfindung eine kostengünstige Rolle-zu-Rolle Produktionsmöglichkeit für eine neue Anwendung großflächiger OLEDs erschlossen.

Bei der Herstellung der großflächigen OLED wird erfindungsgemäß eine Prozessreihenfolge angewandt, die eine Direktverkapselung mittels elektrisch leitender Materialien erlaubt.

Insbesondere erfolgt gemäß einer Weiterbildung der Erfindung die Verwendung einer metallischen Schicht oder einer Kombination metallischer Schichten, deren Eigenschaft es ist, keine Pinholes auszubilden bzw. aus der vorangegangenen Schicht gebildete Pinholes bevorzugt zu schließen, beispielsweise als zweite Barrierschicht in einer Direktverkapselung.

Vorzugsweise umfasst gemäß einer Weiterbildung der Erfindung die oberste Verkapselungsschicht mindestens eine metallische Schicht, insbesondere aus Ag, Al, Cu oder Au und/oder sie umfasst mindestens eine keramische Schicht.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst die Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) eine Schichtfolge mehrerer metallischer Schichten und/oder eine Schichtfolge mehrerer keramischer Materialien.

Vorzugsweise ist gemäß der Erfindung die Schichtleitfähigkeit der Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) größer ist als diejenige der transparenten Elektrode (E1) ohne Leitungsverstärkung durch eine leitfähige Bahn (L1). Die Anwendung einer metallischen Leitungsverstärkung auf der transparenten Elektrode kann in vorteilhafter Weise als dekoratives Element für die OLED verwendet werden.

Es können erfindungsgemäß Metallschichtsysteme oder alternativ beispielsweise eine Metallfolie als zweite Barrierschicht in einer laminierten Barrierschichtanordnung verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) in einem Kontaktierungsbereich zum äußeren Rand hin unterbrochen und das Potential der transparenten Elektrode (E1) ist nach außen geführt ist und/oder die Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) ist in anderen Bereichen zum äußeren Rand hin nicht unterbrochen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist ein zusammenhängender leitfähiger Bereich der transparenten Elektrode (E1) in Richtung der Breite der OLED schmäler als die Licht emittierende Schichtenfolge (O1). Damit ist die gesamte innere transparente Elektrode E1 elektrisch gegen die darüber liegende Rückelektrode R1 isoliert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist in Teilbereichen die transparente Elektrode in Richtung der Breite der OLED gesehen zwei elektrisch gegeneinander isolierte Bereiche (E1) und (E2) auf, die durch einen Bereich (E5) voneinander getrennt sind, in dem keine transparente Elektrode vorgesehen ist, wobei in einem Kontaktierungsbereich die transparente Elektrode (E1) in Richtung der Breite durchgehend ist.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind auf die transparente Elektrode (E1) wenigstens eine, bevorzugt mehrere nicht transparente leitfähige Bahnen (L1) aufgebracht und/oder nicht transparente leitfähige Bahnen (L1) sind unter der transparenten Elektrode (E1) auf die Barrierschicht (S1) aufgebracht.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind weitere leitfähige Bahnen (L2) für den Anschluss der Frontelektrode (E2) vorgesehen, die nicht elektrisch leitend mit dem Bereich (E1) der transparenten Elektrode verbunden sind und/oder weitere leitfähige Bahnen (L3) sind vorgesehen, die in einem Kontaktierungsbereich mit einem unterbrochenen Bereich der äußeren Rückelektrode (R1) verbunden und auf die transparente Elektrode (E2) aufgebracht sind.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung überdeckt die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) den zusammenhängenden schmaleren leitfähigen Bereich der transparenten Elektrode (E1) vollständig, wobei jedoch in einem Kontaktierungsbereich die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) die in Richtung der Breite durchgehende transparente Elektrode über deren Breite nicht vollständig überdeckt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst die Anordnung weiterhin eine nicht leitende Schicht (B1), die im Kontaktierungsbereich über die Breite gesehen mindestens den Randbereich der Licht emittierenden Schichtenfolge (O1) überdeckt und im Kontaktierungsbereich über die Breite gesehen mindestens bis zum Rand der Rückelektrode (R1) reicht, dort wo diese unterbrochen ist, wobei die Rückelektrode (R1) auf die nicht leitende Schicht (B1) aufgebracht ist.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung erstreckt sich die nicht leitende Schicht (B1) im Kontaktierungsbereich bis in den Bereich einer weiteren leitfähigen Bahn (L3) und die nicht leitende Schicht (B1) erstreckt sich vorzugsweise bis zu einem Bereich der Rückelektrode (R3), der durch eine Unterbrechung von einem Bereich (R1) der Rückelektrode getrennt ist.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die nicht leitende Schicht (B1) vor der Abscheidung der Licht emittierenden Schichtenfolge (O1) aufgebracht und wird von letzterer teilweise überdeckt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die erfindungsgemäße Anordnung insbesondere gekennzeichnet durch die nachfolgend genannte Schichtenfolge:

- ein flexibles Substrat (F1),
mindestens eine auf das flexible Substrat (F1) aufgebrachte Barrierschicht (S1),
mindestens eine auf die Barrierschicht (S1) aufgebrachte transparente Elektrode (E1),
mindestens eine auf die transparenten Elektroden (E1, E2) aufgebrachte leitfähige Bahn (L1, L2, L3),
eine auf die leitfähige Bahn aufgebrachte Licht emittierende Schichtenfolge (O1) umfassend organische Materialien (OLED-Stack),
mindestens eine auf die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) aufgebrachte Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1, R3),
oder durch die nachfolgend genannte Schichtenfolge:
ein flexibles Substrat (F1),
mindestens eine auf das flexible Substrat (F1) aufgebrachte Barrierschicht (S1),
mindestens eine auf die Barrierschicht (S1) aufgebrachte leitfähige Bahn (L1, L2, L3),
mindestens eine auf die leitfähige Bahn (L1, L2, L3) aufgebrachte transparente Elektrode (E1),
eine auf die transparente Elektrode (E1) aufgebrachte Licht emittierende Schichtenfolge (O1) umfassend organische Materialien (OLED-Stack),

mindestens eine auf die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) aufgebrachte Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1, R3),
wobei die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) in Richtung der Breite des Schichtaufbaus
gesehen, vorzugsweise durch Verwendung einer Schattenmaske bei der Aufbringung,
5 schmaler ist als der Schichtaufbau insgesamt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Anordnung als großflächige OLED in Dünnschichtverkapselung auf transparentem rollbaren Substrat ausgeführt.

10 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) in Längsrichtung (Bandrichtung) des flexiblen Substrats (F1) nicht strukturiert und/oder
die transparente Elektrode (E1) oder die Rückelektrode (R1) ist in Längsrichtung nicht strukturiert oder
15 die transparente Elektrode (E1) und die Rückelektrode (R1) sind in Längsrichtung nicht strukturiert.

Erfindungsgemäß bevorzugt verwendete Materialien und Abscheideverfahren

Nachfolgend werden erfindungsgemäß bevorzugt verwendete Materialien und
20 Abscheideverfahren aufgelistet.

F: Substrat oder **Trägerfolie**, typischerweise PET, PEN oder rollbares dünnes Glas, als Teil einer bekannten transparenten Barrierefolie.

S: Als Barrierschicht können an sich bekannte Barrierefolien dienen, typischerweise aus
25 SiO, SiOxNy, SiN, Al₂O₃ oder ähnlichen keramischen Schichten. Die Folien zeichnen sich durch eine Oberfläche in Richtung der aktiven Schicht aus, die selber nicht wasserhaltig ist, insbesondere also keine Schutzschicht aus PET hat.

E: Die **transparente Elektrode** wird bevorzugt mit Dünnschichtabscheideverfahren direkt auf die transparente Barriere aufgebracht, bevorzugt durch Sputtern (PVD), bevorzugt ITO
30 (Indium-Zinn-Oxid) oder DMD (Dielektrikum-Metall-Dielektrikum, wobei das Dielektrikum beispielsweise MgO oder Al₂O₃, und das Metall beispielsweise Ag ist).

L: Diese **leitfähigen Bahnen** werden beispielsweise durch einen Druck (Tintenstrahldruck, Gravur-, Siebdruck) mit leitfähiger Tinte ausgeführt. Die leitfähige Tinte besteht bevorzugt aus Cu, Ag oder Ni-Suspensionen und zeichnet sich durch geringe Oberflächenrauigkeit,
35 Lösemittelfreiheit nach dem Trocknungsprozess und Schichtdicken von 0,1µm bis 10µm aus.

Alternativ werden die leitfähigen Bahnen durch Aufdampfen von Metallen (beispielsweise aber nicht ausschließlich Ag, Al, Au, Cu) durch strukturierte Masken ausgeführt.

5 Alternativ können die leitfähigen Bahnen durch feine eingelegte Drähte in oder unter E1 ausgeführt sein.

B: Bei einer vorteilhaften Ausprägung der Erfindung kann ein Teilbereich der transparenten Elektrode zusätzlich mit einer **nicht-leitenden Schicht** abgedeckt werden. Dabei kommt ein Material zum Einsatz, das selber kein gelöstes Wasser enthält, chemisch inert gegenüber dem OLED-Stack (O) ist und einen niedrigen Wasserdampfdiffusionskoeffizienten hat. Besonders eignen sich Polymere, die sich in demselben Verfahren wie (L) beschichten lassen und dabei ähnliche Schichtdicken erreichen.

15 Diese Schicht kann beispielsweise aus einem Lack ausgeführt werden, der wiederum vorteilhafterweise Getterpartikel enthält, die wiederum eindiffundierendes Wasser binden und damit den Fortschritt der Diffusionsfront lateral so verlangsamen, dass diese länger als die angestrebte Lebensdauer des Produktes braucht, um den Überlappungsbereich zu durchqueren. Der Lack wird vorteilhafterweise durch Inkjet oder steuerbare Schlitzdüsen aufgebracht, zur Vermeidung von Wasserdampfanlagerungen und insbesondere bei Lacken mit Getterpartikeln unter Inertatmosphäre oder Vakuum (20 bis 100mbar).

25 Alternativ kann die Trennschicht beispielsweise mit einer nichtleitenden und wasserdampfdiffusionshemmenden aufgedampften Dünnschicht in der Stärke von 20 bis 2000 nm aufgebracht werden. Da diese Schicht nur sehr lokal und außerhalb des Sichtbereiches des Produktes aufgebracht wird, besteht eine besondere Wahlfreiheit in den Materialien und deren Schichtdicke. Dabei können auch Verfahren mit geladenen Teilchen verwendet werden, da an diesen Stellen die aktive OLED Schicht zerstört werden darf, sofern sie ihre isolierende Wirkung behält (beispielsweise ALD, Sputtern, PVD, CVD, PECVD: Al₂O₃, SiO, SiN, SiON, SiOCH, Parylen). Diese Schicht kann vorteilhaft aus einem Lack ausgeführt werden, der sich durch einen niedrigen Wasserdampfdiffusionskoeffizienten auszeichnet.

35 **O:** Aktive Schicht oder Schichtenfolge aus organischen Materialien, die geeignet sind, eine organische Leuchtdiode herzustellen (bekannt als **OLED-Stack**). Diese Schicht kann beispielsweise aus Monomeren oder Polymeren bestehen, und per thermischer

Verdampfung im Vakuum oder aus flüssiger Beschichtung (Schlitzdüse, Druck, Ink-Jet) aufgetragen sein.

5 Als unterste und/oder oberste Schicht der OLED Schichtenfolge kann vorteilhaft noch eine hinreichend leitfähige Planarisierungsschicht verwendet werden, die genauso wie die OLED Schichten aufgetragen wird.

10 **R:** Die **Rüchkelektrode** bildet damit gleichzeitig die zweite Barrierschicht. Zu diesem Zweck werden bevorzugt Metalle (beispielsweise Al, Ag, Cu, Au), Co-Verdampfung von Metallen und Schichtenfolgen von Metallen verwendet, aber auch Schichtfolgen mit keramischen Materialien. Sie zeichnen sich bevorzugt durch eine Schichtleitfähigkeit aus, die besser ist als die Schichtleitfähigkeit der transparenten Elektrode (E) ohne Leitungsverstärkung (L). Die Schichtdicke der einzelnen Schichten beträgt vorzugsweise zwischen 10 und 2000nm. Die unterste und zur OLED kontaktierende Schicht besteht bevorzugt aus Al oder Cu.

15

Eine etwaige zweite Schicht besteht bevorzugt aus einem Material, welches sich durch eine größere Oberflächenenergie als das unterliegende Metall auszeichnet, und damit bevorzugt an den Defekten in der unterliegenden Schicht aufwächst.

20 Vorteilhaft kann zusätzlich eine Entkopplung der Defekte der folgenden Lage der Rückelektrode R zur vorhergehenden Lage, auch durch eine nichtleitende Schicht erfolgen, wobei diese Schicht wiederum bevorzugt eine Schichtdicke von 10 bis 2000 nm hat, falls sie in einem Dünnschichtverfahren aufgetragen wird (ALD: Al₂O₃, CVD: SiO, SiOCH, SiN, SiON).

25

Alternativ hat diese Schicht wiederum eine Schichtdicke von 100 bis 10000 nm, falls sie in einem Flüssigabscheideverfahren als Lackschicht aufgetragen wird (mittels Ink-Jet, Schlitzdüse, Gravurdruck, Siebdruck; thermisch- oder UV-härtender Lacke).

30 An mindestens einer Stelle, bevorzugt außerhalb des aktiven Bereiches der OLED, sind die metallischen Schichten der Rückelektrode und Barriere R (Verkapselungsschicht) elektrisch durch Auslassungen der nicht-leitfähigen Teilschichten von R miteinander verbunden.

Erfindungsgemäß bevorzugte Prozessreihenfolge und Strukturierung

35 Nachfolgend werden bevorzugte Prozessreihenfolgen und Strukturierungen bei der Herstellung erfindungsgemäßer OLED-Anordnungen näher erläutert. Die hier verwendeten

Bezugszeichen nehmen auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug. Für die laterale Strukturierung können zwei Bereiche unterschieden werden:

5 a) der normale Randbereich, der sich dadurch auszeichnet, dass die Rückelektrode R1 zum äußeren Rand hin nicht unterbrochen ist und

b) der Kontaktierungsbereich, der sich dadurch auszeichnet, dass die Rückelektrode R1 zum äußeren Rand hin unterbrochen ist und das Potential der transparenten Frontelektrode E1 nach außen geführt wird.

10

Auf einer Trägerfolie (F) mit ganzflächiger Barriere (S) wird die Elektrode (E) auf der Seite der transparenten Barriere (S) so ausgeführt, dass der zusammenhängende **leitfähige** Bereich kleiner ist als die später ganzflächig überdeckende aktive Schicht (O1). Damit wird die gesamte innere transparente Elektrode (E1) elektrisch gegen die darüber liegenden Rückelektrode R1 isoliert, mit Ausnahme der Kontaktstellen.

15

Die Elektrode wird mittels Schattenmasken bei der Abscheidung strukturiert, so dass außer der transparenten Elektrode E1 kein weiteres Gebiet existiert (siehe Figur 2),

20 alternativ mittels Laserablation oder

alternativ lithographisch (chemisches Ätzen durch entsprechend strukturierte Lackmasken mit anschließender Entfernung der Lackmaske), wobei ein Bereich E5 der Elektrode entfernt wird und damit zwei elektrisch gegeneinander isolierte Bereiche E1 und E2 existieren (vgl. Figur 1).

25

Im Kontaktierungsbereich dagegen ist die Elektrode E1 durchgängig. Zum Erreichen einer ausreichenden Leitfähigkeit werden auf der Elektrode E1 nicht transparente, leitfähige Bahnen (L1) aufgebracht. Die Bahnen können in beliebigen Formen aufgebracht werden, dürfen aber den Bereich der Elektrode E1 nicht verlassen und insbesondere nicht die Isolationsgräben E5 überbrücken. Die leitfähigen Bahnen werden zur Gestaltung des Bauelementes genutzt.

30

Alternativ können die leitfähigen Bahnen L auch vor der transparenten Elektrode E aufgebracht werden.

35

Außerhalb des Bereiches, vorteilhaft insbesondere an den Stellen, wo später die elektrischen Kontakte angebracht werden, können gegebenenfalls weitere leitfähige Strukturen L2 (Anschluss der Frontelektrode) und L3 angebracht werden. Für den Anschluss der Rückelektrode ist L2 nicht elektrisch leitend mit E1, L1 und L3 verbunden.

5

Auf die so in der elektrischen Querleitfähigkeit verstärkte Elektrode E1 wird die aktive Schichtenfolge der OLED (O) angebracht, und zwar in der Weise, dass diese aktive Schicht den mit der Leuchfläche kontaktierten Teil der Elektrode E1 an allen Stellen bis auf den Kontaktierungsbereich überdeckt. (siehe Figuren 1 und 2)

10

Im Kontaktierungsbereich sind die Elektrode E1, vorteilhafterweise auch die leitfähigen Strukturen oder Bahnen L1 zu L3, durchgehend. (siehe Figuren 3, 4, 5 und 6)

15

Am Kontaktierungsbereich kann vorteilhafterweise ein Bereich durch eine nicht-leitende Schicht B abgedeckt sein, die mindestens den Bereich vom Rand der OLED-Schicht bis zum Rand der später angebrachten Rückelektrode R1 überlappend überdeckt (siehe Figuren 4, 5 und 6).

20

Gemäß einer optionalen Variante der Erfindung kann sich die zusätzliche nicht-leitende Schicht B vorteilhafterweise nach außen bis in den Bereich des Anschlusses L3 und vorteilhafterweise auch bis zur Rückelektrode R3 hin erstrecken (siehe Figur 6).

25

Alternativ kann die nicht-leitende Schicht B auch vor Abscheiden der OLED-Schicht O aufgetragen werden (siehe beispielsweise Figuren 5 und 6).

Auf der Seite gegenüber der transparenten Barriere wird eine zweite Elektrode R angebracht, die den zweiten elektrischen Anschluss der aktiven Schicht der OLED darstellt. Diese Elektrode überdeckt die Schichten E1 und O vollständig mit Ausnahme an der Kontaktierung von E1.

30

An der Kontaktierung erreicht E1 nicht den Rand von O1, oder einer vorteilhaft eingesetzten B1.

35

Die Elektrode wird vorzugsweise mittels Schattenmasken bei der Abscheidung strukturiert, alternativ mittels Laserablation oder lithographisch (chemisches Ätzen durch entsprechend strukturierte Lackmasken mit anschließender Entfernung der Lackmaske).

Auf diese Weise ist eine außen mit der Front- (E1) und Rückelektrode (R3) kontaktierbare Folie entstanden, die in der Innenfläche leuchtet. Die Kontaktierung mit Kabeln (K1 und K2) und weiterer Schutz der aktiven Folie erfolgen mittels bekannter Verfahren (zum Beispiel
5 Löten, Krimpen, leitfähige PSA; Verkapselung mit weiteren klassischen Folien in nasser oder PSA-Kaschierung).

Alternativ wird der Schutz des Isolationsgrabens durch Überkleben mit einer Barrierefolie, welche mit einem diffusionshemmenden PSA (Selbstklebefolie) ausgerüstet ist,
10 durchgeführt.

Vorteilhaft wird dazu eine Metallfolie oder Metall-Kunststofffolienlaminat mittels eines durchgehenden PSA auf die gesamte Fläche aufkaschiert.

15 **Konkrete Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung**

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von konkreten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine erste beispielhafte
20 erfindungsgemäße Anordnung außerhalb des Kontaktierungsbereichs;

Figur 2 einen weiteren schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine zweite beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung außerhalb des Kontaktierungsbereichs;

25 Figur 3 einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine weitere beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung außerhalb des Kontaktierungsbereichs;

Figur 3 a einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine beispielhafte
30 erfindungsgemäße Anordnung im Kontaktierungsbereich;

Figur 4 einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine vierte beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung im Kontaktierungsbereich;

35 Figur 5 einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine fünfte beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung im Kontaktierungsbereich;

Figur 6 einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine sechste beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung im Kontaktierungsbereich;

Figur 7 eine schematisch vereinfachte Draufsicht auf eine beispielhafte erfindungsgemäße Ausführungsform;

Figur 8 eine schematisch vereinfachte Draufsicht auf eine alternative beispielhafte erfindungsgemäße Ausführungsform;

Figur 9 eine schematisch vereinfachte Draufsicht auf eine weitere alternative beispielhafte erfindungsgemäße Ausführungsform;

Figur 10 eine schematisch vereinfachte Draufsicht auf eine weitere alternative beispielhafte erfindungsgemäße Ausführungsform.

15

Nachfolgend wird zunächst unter Bezugnahme auf die Figur 1 ein erstes mögliches Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Die Abbildung zeigt einen schematisch vereinfachten Querschnitt durch eine beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung außerhalb der Kontaktierungsbereichs, deren Schichtaufbau nachfolgend erläutert wird. Das mit F1 bezeichnete Substrat kann beispielsweise ein Dünnglas sein, welches flexibel ist und sich daher von einer Rolle (nicht dargestellt) abrollen und nach der Beschichtung wieder auf eine Rolle aufrollen lässt. Dieses an sich bekannte Beschichtungsverfahren wird auch als roll-to-roll bezeichnet und hat den Vorteil, dass es die Herstellung von vergleichsweise großflächigen OLEDs ermöglicht, welche bevorzugter

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind. Die Darstellung gemäß Figur 1 ist nicht maßstäblich, d.h. die Größenverhältnisse und die relativen Schichtdicken in der Zeichnung müssen nicht den tatsächlichen Größenverhältnissen entsprechen. Auf das Substrat F1 ist zunächst eine Barrierschicht S1, beispielsweise eine Barrierefolie aufgebracht, die zum Beispiel aus SiO, SiOxNy, SiN, Al₂O₃ oder ähnlichen keramischen Schichten bestehen kann.

30

Auf diese Barrierschicht S1 wird die transparente Elektrode E1 aufgebracht, die insbesondere mit einem Dünnschichtverfahren, bevorzugt durch Sputtern (PVD), aufgebracht werden kann und die beispielsweise aus ITO (Indium-zinn-Oxid) oder DMD (Dielektrikum-Metall-Dielektrikum) bestehen kann, wobei das Dielektrikum beispielsweise MgO oder Al₂O₃ sein kann und das Metall beispielsweise Ag sein kann.

Wie aus Figur 1 erkennbar ist, ist die transparente Elektrode E1 an einer mit E5 bezeichneten Stelle unterbrochen, so dass über die Breite (in Querrichtung) gesehen zwei voneinander getrennte Bereiche dieser unteren Elektrode entstehen, nämlich ein in der Zeichnung rechter Bereich E1, der innen liegt, und ein in der Zeichnung linker Bereich E2, der außen liegt. Der Zweck dieser Trennung der transparenten unteren Elektrode liegt darin, den inneren Bereich E1 der transparenten Elektrode von der Rückelektrode R1 zu trennen. Um die Leitfähigkeit der transparenten Elektrode E1 zu erhöhen, sind auf dieser leitfähige Bahnen L1 aufgebracht. Es können mehrere dieser leitfähigen Bahnen L1 sein, die voneinander beabstandet sind und die aus einem nicht transparenten Material bestehen können, so dass sie für den Betrachter bei eingeschalteter OLED sichtbar sind, was aber im Rahmen der vorliegenden Erfindung bewusst angestrebt wird, um durch die leitfähigen Bahnen L1 sichtbare dekorative Elemente zu schaffen, die die Licht abgebende Fläche der OLED strukturieren. Diese leitfähigen Bahnen L1 dürfen den Isolationsgraben E5, der die transparente Elektrode unterbricht, nicht überbrücken.

15

Anschließend wird die aktive Schicht, das heißt die OLED-Schichtenfolge O1 aufgebracht, die einen an sich bekannten Schichtaufbau haben kann, in der Regel mindestens umfassend eine Lochleitungsschicht, eine Emitterschicht, die den organischen Farbstoff enthält und eine Elektronenleitungsschicht, wobei diese zwischen den beiden Elektroden liegen. Die im Einzelnen für diese Schichten verwendeten Substanzen sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht kritisch und werden daher an dieser Stelle nicht näher erläutert. Man sieht in Figur 1, dass sich die Licht emittierende OLED-Schichtenfolge O1 in dem in Figur 1 dargestellten Bereich nicht über die gesamte Breite der Anordnung erstreckt. An der Innenseite in der Zeichnung rechts wird die Schichtenfolge O1 über die Darstellung hinaus fortgesetzt, aber an der Außenseite in der Zeichnung links endet die Schichtenfolge O1 mit einigem Abstand zum Rand. Der rechte Bereich E1 der transparenten Elektrode wird von der Schichtenfolge O1 vollständig überdeckt, ebenso wie die beiden leitfähigen Bahnen L1, die die Leitfähigkeit erhöhen. Auf dem außen liegenden Bereich E2 der transparenten Elektrode, der durch den Isolationsgraben E5 von dem Bereich E1 getrennt ist, befindet sich ebenfalls eine leitfähige Bahn L2, die aber vor dem Isolationsgraben E5 endet, damit dieser nicht überbrückt wird. Die OLED Schichtenfolge O1 überdeckt den Isolationsgraben E5 und erstreckt sich nach links (außen) hin bis über den zweiten Bereich E2 der transparenten Elektrode und die leitfähige Bahn L2. Die gesamte Anordnung der zuvor beschriebenen Schichten S1, E1, E2 und O1 wird von der Rückelektrode R1 überdeckt und somit zur Oberseite des Schichtaufbaus hin verkapselt. Die Rückelektrode R1 besteht aus einem elektrisch leitenden, beispielsweise einem metallischen, Material und somit übernimmt diese

35

oberste Schicht R1 erfindungsgemäß neben der Funktion der Rückelektrode gleichzeitig diejenige der Verkapselungsschicht oder Barrierschicht, die die darunter liegenden Schichten gegen Feuchtigkeit und Sauerstoff schützt.

- 5 Wenn in der vorliegenden Erfindung in Bezug auf die beiden Seiten des im Querschnitt gezeigten Schichtaufbaus von „außen“ und „innen“ die Rede ist, dann ist mit „außen“ diejenige Seite der im Schnitt gezeigten Materialbahn gemeint, über die die OLED-Anordnung elektrisch kontaktiert wird, während die andere Seite (in Querrichtung gesehen) mit „innen“ bezeichnet wird. Der Schichtaufbau ist aus diesem Grunde asymmetrisch, wie die
10 Zeichnungen zeigen.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figur 2 eine zweite, etwas abgewandelte Variante des Schichtaufbaus einer erfindungsgemäßen Anordnung näher erläutert. Das Substrat F1, die Barrierschicht S1, die Licht emittierende Schichtenfolge O1 und die
15 Rückelektrode und Verkapselungsschicht R1 sind im Prinzip gleich ausgeführt wie bei der zuvor unter Bezugnahme auf Figur 1 beschriebenen Ausführungsvariante, so dass auf die dortigen Ausführungen Bezug genommen werden kann. Jedoch ist im Unterschied zu der Variante von Figur 1 bei derjenigen gemäß Figur 2 die transparente Elektrode E1 in Querrichtung gesehen schmaler ausgeführt. In dem außen liegenden Bereich ist keine
20 transparente Elektrode vorgesehen, stattdessen ist eine leitfähige Bahn L2 direkt auf die untere Barrierschicht S1 aufgebracht und wird von der Rückelektrode R1 überdeckt. Die Schichtenfolge O1 erstreckt sich nach außen hin bis zu der leitfähigen Bahn L2. Auf die im inneren Bereich vorhandene transparente Elektrode E1 sind ebenfalls leitfähige Bahnen L1 aufgebracht, die sich aber nicht über das Ende der transparenten Elektrode E1 hinaus
25 erstrecken. Die Rückelektrode R1 deckt oberseitig die gesamte Breite der Anordnung der zuvor beschriebenen Schichten ab, so dass eine vollständige Verkapselung gegeben ist. Die Schichtenfolge O1 wird somit von der Rückelektrode nicht nur oberseitig sondern auch in ihrem äußeren Randbereich überdeckt. Die Schichtenfolge O1 liegt vollständig über der transparenten Elektrode E1 und reicht soweit nach außen, dass sie die Leiterbahn L2
30 überlappt, die Schichtenfolge O1 erstreckt sich aber ebenso wie in Figur 1 in Querrichtung nicht über die gesamte Breite der Anordnung.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figur 3 ein Querschnitt gemäß einer Variante der Erfindung im Bereich einer normalen Kante der Schichtanordnung (außerhalb des
35 Kontaktierungsbereichs) näher erläutert. Hier geht die OLED-Schichtanordnung O1 über die gesamte Breite in Querrichtung durch. Die untere Elektrodenschicht E1 erstreckt sich

hingegen in Querrichtung nur auf den innen liegenden Bereich der Schichtanordnung. Auf der unteren Elektrode E1 sind leitfähige Bahnen L1 angeordnet. In dem außen liegenden Bereich, in dem keine untere Elektrode E1 vorhanden ist, ist eine nicht-leitende Schicht B1 unmittelbar auf die untere Barrierschicht S1 aufgebracht. Die Rückelektrode und Verkapselungsschicht R1 kann sich hier in Querrichtung der Anordnung durchgehend über die gesamte OLED-Schichtanordnung erstrecken.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figur 3 a ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Hier handelt es sich um eine Schnittansicht in Querrichtung durch eine erfindungsgemäße Anordnung im Kontaktierungsbereich. Auch hier ist zunächst auf das Substrat F1 eine Barrierschicht S1 aufgebracht, auf die dann die Schicht E1 der transparenten unteren Elektrode aufgebracht ist. Durch Vergleich mit den Figuren 1 und 2 erkennt man, dass der Schichtaufbau im Kontaktierungsbereich gemäß Figur 3 a von demjenigen außerhalb des Kontaktierungsbereichs etwas abweicht. Zunächst ist es so, dass hier die transparente Elektrode E1 in Querrichtung der Anordnung nicht unterbrochen ist, sondern durchgeht. Auf die Elektrodenschicht E1 können auch hier leitfähige Bahnen L1 aufgebracht sein, um die Leitfähigkeit zu erhöhen und dekorative Bereiche (Muster oder dergleichen) zu schaffen. Die Licht emittierende Schichtenfolge O1 mit der organischen Schicht erstreckt sich auch hier in Querrichtung nur über einen Teilbereich der Anordnung, ähnlich wie außerhalb des Kontaktierungsbereichs. Anders als bei den Figuren 1 und 2 erstreckt sich im Kontaktierungsbereich die Rückelektrode hier nicht durchgehend über die Breite in Querrichtung, sondern die Rückelektrode ist getrennt in zwei Bereiche, von denen der eine Bereich R1 (in der Zeichnung rechts) von der inneren Seite ausgehend etwa bis zum Ende der Licht emittierenden Schichtenfolge O1 geht. Wenn hier der Kantenbereich nicht verkapselt ist, wie in dem Beispiel von Figur 3 a, ist dies unproblematisch, da dieser Aufbau nur den Kontaktierungsbereich betrifft und daher ein gewisser Aktivitätsverlust im Kontaktierungsbereich in Kauf genommen werden kann. Es sei darauf hingewiesen, dass es im Rahmen der Erfindung in erster Linie um großflächige OLEDs für Beleuchtungszwecke geht und nicht um OLED-Displays, so dass ein Aktivitätsverlust im Kantenbereich bezogen auf die Gesamtfläche der OLED vergleichsweise unproblematisch ist.

Auf die von der Innenseite ausgehende Rückelektrode R1, die auch zur Verkapselung dient, folgt dann nach einer Unterbrechung in Querrichtung ein außenliegender (in der Zeichnung links) zweiter Bereich R3 der Rückelektrode. Aus Figur 3 a ist somit ersichtlich, dass im Kontaktierungsbereich die substratferne Rückelektrode R1, R3 in Querrichtung gesehen

unterbrochen ist, während die substratnahe untere transparente Elektrode E1 hier in Querrichtung durchgehend ist.

Figur 4, auf die nachfolgend Bezug genommen wird, zeigt eine gegenüber Figur 3 a etwas
5 abgewandelte Ausführungsvariante, wiederum in einem Querschnitt gesehen, der im Kontaktierungsbereich liegt. Abweichend zu den anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Varianten ist hier eine zusätzliche nicht-leitende Schicht B1 vorgesehen, die über der OLED-Schichtenfolge O1 abgeschieden ist und einen Teilbereich der transparenten Elektrode E1 abdeckt. Besonders geeignet für diese nicht-leitende Schicht B1 sind Polymere, die
10 chemisch inert gegenüber der OLED-Schichtenfolge sind. Bevorzugte Eigenschaften und Materialien für diese nicht-leitende Schicht B1 sind oben bei der Erläuterung der verwendeten Materialien genannt. Diese nicht-leitende Schicht B1 deckt auch den Kantenbereich der OLED-Schichtenfolge O1 ab und sie ist von der als Verkapselungsschicht dienenden leitenden Rückelektrodenschicht R1 überdeckt. Auch hier ist die Rückelektrode in
15 Querrichtung gesehen unterbrochen, so dass zwei voneinander getrennte Bereiche R1 und R3 entstehen. Die untere Barrierschicht S1 auf der Substratfolie F1 und die untere transparente Elektrode E1 sind in Querrichtung in dem in Figur 4 gezeigten Kontaktierungsbereich durchgehend. Auf der transparenten Elektrode E1 können in dem Bereich, der von der OLED-Schichtenfolge O1 überdeckt ist, leitfähige Bahnen L1
20 aufgebracht sein, um die Leitfähigkeit der transparenten Elektrode zu erhöhen.

Figur 5 zeigt den Kontaktierungsbereich einer weiteren, gegenüber den zuvor beschriebenen Ausführungsformen etwas abweichenden Variante. Im Gegensatz zu der zuvor anhand von
Figur 4 beschriebenen Variante ist bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 5 die nicht-
25 leitende Schicht B1 auf der transparenten Elektrode E1 abgeschieden und die OLED-Schichtenfolge O1 wird nach der nicht-leitenden Schicht B1 abgeschieden, so dass sie diese überdeckt. In dem abgetrennten außen liegenden Bereich R3 befindet sich eine leitfähige Bahn L3 auf der unteren transparenten Elektrode E1 (Frontelektrode), die unterhalb des außen liegenden Bereichs R3 der Rückelektrode liegt, um wiederum die Leitfähigkeit der
30 Elektrode zu erhöhen. Im Übrigen ist der Aufbau der Schichten bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 5 ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Variante von Figur 4.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Hier sind ähnlich wie bei dem Beispiel von Figur 5 eine durchgehende
35 Barrierschicht S1 auf dem Substrat und auf dieser eine in Querrichtung durchgehende transparente Elektrode E1 vorhanden. Auch der Aufbau der Licht emittierenden OLED-

Schichtenfolge O1 entspricht dem zuvor beschriebenen Beispiel, ebenso wie die in zwei getrennte Bereiche R1 und R3 geteilte Rückelektrode, die gleichzeitig als Verkapselungsschicht dient. Abweichend zu dem Beispiel von Figur 5 ist jedoch bei Figur 6 die nicht-leitende Schicht B1 in ihrer Erstreckung in Querrichtung größer, so dass sich die Schicht B1 von der diese überlappenden OLED-Schichtenfolge O1 an der Außenseite bis unterhalb des Bereichs R3 der Rückelektrode und bis zu der leitfähigen Bahn L3 hin erstreckt, so dass hier die nicht-leitende Schicht B1 quasi den Zwischenraum zwischen den beiden Bereichen R1 und R3 der Rückelektrode überbrückt und von beiden Bereichen überdeckt wird. Wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 4 und 5 wird die aktive Schichtenfolge des OLED-Stacks von dem innen liegenden Bereich R1 der Rückelektrode vollständig überdeckt. Wie bei der Variante von Figur 5 befindet sich unterhalb eines Teilbereichs der nicht-leitenden Schicht B1 eine leitfähige Bahn L3.

Figur 7 zeigt ein mögliches Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer schematisch vereinfachten Draufsicht. Die Vorschubrichtung des Bandtransports bei der roll-to-roll Fertigung ist entsprechend dem Pfeil rechts in der Zeichnung von unten nach oben. Man sieht in Figur 7 den Kontaktierungsbereich mit den beiden Kontakten K1 und K2 für die Kontaktierung der beiden Elektroden E1 und R1 des Schichtaufbaus. Zur bildlichen Vereinfachung sind die Schichten des Schichtaufbaus teilweise übereinander liegend dargestellt, wobei die Schraffuren denjenigen aus den Schnittdarstellungen entsprechen, so dass sich diese zuordnen lassen. Man erkennt in der Figur 7, dass die untere transparente Elektrode E1 an der Außenseite über den Kontakt K1 kontaktiert wird, die in der Zeichnung links liegt. Oberseitig quer verläuft die Schnittlinie zum Nachbarmodul der quasi endlosen OLED-Schicht Anordnung. Man sieht in Figur 7, dass die Rückelektrode und Verkapselungsschicht in zwei getrennte Bereiche R1 und R3 geteilt ist, wobei der Kontakt K2 mit dem weiter innen liegenden Bereich R1 der Rückelektrode verbunden ist. Die untere Elektrode E1 erstreckt sich im Kontaktierungsbereich gemäß Figur 7 über die gesamte Breite der Schichtanordnung wie auch beispielsweise in dem Beispiel von Figur 3, so dass die untere Elektrode E1 an der Außenseite über den Kontakt K1 kontaktiert werden kann. In Bandtransportrichtung endet hingegen die untere Elektrode E1 jeweils mit etwas Abstand zur Querkante und Schnittlinie zum Nachbarmodul, wobei hier die obere Rückelektrode und Verkapselungsschicht R1 über den Kontakt K2 kontaktiert wird.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die schematische Draufsicht von Figur 8 ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. In der

Darstellung gemäß Figur 8 kann man gut erkennen, dass sich der Schichtaufbau im Schnitt gesehen in dem „normalen“ Bereich von dem Kontaktierungsbereich unterscheidet, wie dies bereits unter Bezugnahme auf die verschiedenen Schnittzeichnungen Figuren 1 und 2 einerseits und Figuren 3 bis 6 andererseits erläutert wurde. Man sieht, dass bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 dort, wo keine Kontaktierung erfolgt die Rückelektrode und Verkapselungsschicht R1 über die gesamte Breite der Anordnung durchgeht und sowohl die untere Elektrode E1 als auch die OLED-Schichtenfolge O1 sich über den größten Teil der Breite der Anordnung erstrecken, das heißt, dass hier weder die untere Elektrode E1 noch die Rückelektrode R1 in Richtung der Breite der Anordnung unterbrochen sind. In dem Kontaktierungsbereich (in der Zeichnung oben) erstreckt sich hingegen die Rückelektrode R1 nicht ganz zum linken Rand, sondern endet ein Stück vorher und wird dort von dem Kontakt K2 kontaktiert. Die untere Elektrode E1 erstreckt sich im (in der Zeichnung) oberen Eckbereich weiter nach links als die Rückelektrode R1, nämlich bis zu einer Leiterbahn L2, die in der linken oberen Ecke der Zeichnung zu sehen ist und die wiederum elektrisch mit dem Kontakt K1 verbunden ist, über den die OLED angeschlossen wird. In dem genannten Eckbereich wäre somit keine Abdeckung der OLED-Schichtenfolge durch die sonst vorhandene Verkapselungsschicht gegeben, die auch als Rückelektrode R1 dient. Dies wird aber in Kauf genommen, da eine Verschlechterung der Lichtausbeute in diesem vergleichsweise kleinflächigen Bereich akzeptiert werden kann.

20

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 ist außerdem erkennbar, dass zahlreiche Leiterbahnen L1 auf die untere Elektrode E1 aufgebracht sind, die nach Art eines Dekordrucks angeordnet sind und ein dekoratives Muster ergeben. Diese Leiterbahnen L1 dienen zum einen wie oben erläutert zur Erhöhung der Leitfähigkeit der unteren Elektrode und zum anderen ermöglichen sie eine dekorative Gestaltung der Licht abgebenden OLED-Fläche. Dort wo sich keine Leiterbahnen befinden, ist das Material transparent und es wird Licht abgestrahlt. Dort wo sich die Leiterbahnen befinden, wird die OLED-Fläche abgedeckt, wodurch sich zwar die Lichtabgabe der Fläche insgesamt reduziert. Dies ist aber unerheblich, weil die Licht abgebende Fläche bei diesem durch roll-to-roll hergestellten OLED-Typ ausreichend groß ist und somit über die gesamte Fläche eine ausreichende Lichtausbeute erzielt wird und weil bei diesen OLED-Anordnungen nicht die Optimierung der Beleuchtungsstärke im Vordergrund steht.

Bei der Ausführungsvariante gemäß Figur 9, auf die nachfolgend Bezug genommen wird, ist der Aufbau der OLED-Anordnung über weite Bereiche ähnlich demjenigen gemäß Figur 8. Lediglich die Kontaktierung in dem Eckbereich (links oben in der Zeichnung) ist etwas

35

anders ausgeführt, da hier noch ein Bereich vorgesehen ist, der mit einer nicht-leitenden Schicht B1 versehen ist, wie sie beispielsweise ähnlich bereits oben bei der Ausführungsvariante gemäß Figur 6 beschrieben wurde. Die Leiterbahn L1 ist hier in Querrichtung gesehen innenseitig mit der unteren Elektrode E1 verbunden und erstreckt sich
5 dann in Querrichtung weiter nach außen, wo sie mit dem Kontakt K1 verbunden ist. Um die Leiterbahn (und damit die mit dieser verbundene untere Elektrode) gegenüber der Rückelektrode R1 zu isolieren, ist hier eine nicht-leitende Schicht B1 vorgesehen, da anders als bei dem zuvor anhand von Figur 8 beschriebenen Ausführungsbeispiel die Rückelektrode R1 bei Figur 9 im Eckbereich nicht unterbrochen ist. Auch bei unterbrochener Rückelektrode
10 R1 lässt sich somit eine elektrische Trennung der beiden Elektroden voneinander erzielen, indem eine nicht-leitende Schicht B1 in den entsprechenden Bereichen eingefügt wird. Auch bei dieser Variante sind wie oben bei Figur 8 beschrieben zahlreiche Leiterbahnen L1 aufgebracht, die ein dekoratives Muster auf der Fläche der Licht abstrahlenden Anordnung ausbilden.

15

Figur 10 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsvariante in der Draufsicht, bei der die Rückelektrode R1 anders als bei Figur 7 in Querrichtung nicht unterbrochen ist. Dafür ist hier eine nicht-leitende Schicht B1 vorgesehen, die sich im (in der Zeichnung) oberen
Kantenbereich, das heißt dort wo der Übergang zu der in Transportrichtung nächsten OLED-
20 Anordnung vorgesehen ist und dort wo die Kontaktierung der jeweiligen OLED-Anordnung erfolgt, über die gesamte Breite der Anordnung in Querrichtung erstreckt. Wie man sieht erstreckt sich der Bereich der nicht-leitenden Schicht im äußeren Bereich (in der Zeichnung links) zusätzlich auch noch ein Stück in Längsrichtung, so dass man dort eine Leiterbahn L1 anordnen kann, die bis zu der unteren Elektrode E1 hin geführt ist, so dass diese über die
25 Leiterbahn L1 kontaktiert werden kann. Diese Leiterbahn L1 erstreckt sich von der Schichtanordnung nach außen und ist abgewinkelt, so dass sie sich anschließend in Bandtransportrichtung erstreckt. Diese Leiterbahn L1 ist in den Bereich außerhalb der die Schichtanordnung abdeckenden Rückelektrode R1 geführt und dort wo sich die Rückelektrode befindet durch die nicht-leitende Schicht B1 abgedeckt, so dass die
30 Leiterbahn L1 außenseitig mit dem Kontakt K1 verbunden werden kann, mittels dessen so die untere Elektrode kontaktiert wird. Die Rückelektrode R1 kann etwas weiter innen (in Querrichtung gesehen) über den Kontakt K2 kontaktiert werden. Im Bereich der Schnittlinie zum Nachbarmodul ist die untere Elektrode E1 durch die sich dort über die gesamte Breite erstreckende nicht-leitende Schicht B1 gegen die Rückelektrode R1 isoliert.

35

Bezugszeichenliste

	F1	Substrat oder Trägerfolie
5	S1	Barrierschicht oder Barrierefolie
	E1	transparente Elektrode
	E2	transparente Elektrode
	E5	Unterbrechung der transparenten Elektrode
	L1	leitfähige Bahn
10	L2	leitfähige Bahn
	L3	leitfähige Bahn
	B1	zusätzliche nicht-leitende Schicht
	O1	aktive Schichtenfolge, OLED-Stack
	R1	Rüchkelektrode, Barrierschicht, Verkapselungsschicht
15	R3	außenliegender Bereich der Rüchkelektrode, Barrierschicht, Verkapselungsschicht
	K1	Kontakt für die untere Elektrode
	K2	Kontakt für die Rüchkelektrode

Patentansprüche

- 5 1. Anordnung umfassend organische Leuchtdioden (OLED) mit einem Schichtaufbau umfassend:
ein flexibles Substrat (F1),
mindestens eine auf das Substrat aufgebrachte Barrierschicht (S1),
mindestens eine transparente Elektrode (E1),
10 eine Licht emittierende Schichtenfolge (O1) umfassend organische Materialien (OLED-Stack),
mindestens eine Rückelektrode (R1),
mindestens eine oberste Verkapselungsschicht, die den Schichtaufbau gegen den Einfluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff versiegelt,
dadurch gekennzeichnet, dass die oberste Verkapselungsschicht gleichzeitig als
15 Rückelektrode (R1) dient und aus einem elektrisch leitenden Material besteht.
- 20 2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oberste Verkapselungsschicht mindestens eine metallische Schicht, insbesondere aus Ag, Al, Cu oder Au umfasst und/oder mindestens eine keramische Schicht umfasst.
- 25 3. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtleitfähigkeit der Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) größer ist als diejenige der transparenten Elektrode (E1) ohne Leitungsverstärkung durch eine leitfähige Bahn (L1).
- 30 4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) eine Schichtfolge mehrerer metallischer Schichten und/oder eine Schichtfolge mehrerer keramischer Materialien umfasst.
- 35 5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) in einem Kontaktierungsbereich zum äußeren Rand hin unterbrochen ist und das Potential der transparenten Elektrode (E1) nach außen geführt ist und/oder die Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1) in anderen Bereichen zum äußeren Rand hin nicht unterbrochen ist.

- 5
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zusammenhängender leitfähiger Bereich der transparenten Elektrode (E1) in Richtung der Breite der OLED schmaler ist als die Licht emittierende Schichtenfolge (O1).
- 10
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Teilbereichen die transparente Elektrode in Richtung der Breite der OLED gesehen zwei elektrisch gegeneinander isolierte Bereiche (E1) und (E2) aufweist, die durch einen Bereich (E5) voneinander getrennt sind, in dem keine transparente Elektrode vorgesehen ist, wobei in einem Kontaktierungsbereich die transparente Elektrode (E1) in Richtung der Breite durchgehend ist.
- 15
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die transparente Elektrode (E1) wenigstens eine, bevorzugt mehrere nicht transparente leitfähige Bahnen (L1) aufgebracht sind und/oder nicht transparente leitfähige Bahnen (L1) unter der transparenten Elektrode (E1) auf die Barrierschicht (S1) aufgebracht sind.
- 20
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 5, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** weitere leitfähige Bahnen (L2) für den Anschluss der Frontelektrode (E1?) vorgesehen sind, die nicht elektrisch leitend mit dem Bereich (E1) der transparenten Elektrode verbunden sind und/oder dass weitere leitfähige Bahnen (L3) vorgesehen sind, die in einem Kontaktierungsbereich mit einem unterbrochenen Bereich der äußeren Rückelektrode (R1) verbunden und auf die transparente Elektrode (E1)
- 25
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) den zusammenhängenden schmaleren leitfähigen Bereich der transparenten Elektrode (E1) vollständig überdeckt, jedoch in einem Kontaktierungsbereich die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) die in Richtung der Breite durchgehende transparente Elektrode über deren Breite nicht vollständig überdeckt.
- 30
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese weiterhin eine nicht leitende Schicht (B1) umfasst, die im Kontaktierungsbereich über die Breite gesehen mindestens den Randbereich der
- 35

Licht emittierenden Schichtenfolge (O1) überdeckt und im Kontaktierungsbereich über die Breite gesehen mindestens bis zum Rand der Rückelektrode (R1) reicht, dort wo diese unterbrochen ist, wobei die Rückelektrode (R1) auf die nicht leitende Schicht (B1) aufgebracht ist.

5

12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die nicht leitende Schicht (B1) im Kontaktierungsbereich bis in den Bereich einer weiteren leitfähigen Bahn (L3) erstreckt und sich die nicht leitende Schicht (B1) vorzugsweise bis zu einem Bereich der Rückelektrode (R3) erstreckt, der durch eine Unterbrechung von einem Bereich (R1) der Rückelektrode getrennt ist.

10

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht leitende Schicht (B1) vor der Abscheidung der Licht emittierenden Schichtenfolge (O1) aufgebracht ist und von letzterer teilweise überdeckt wird.

15

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** die nachfolgend genannte Schichtenfolge:

ein flexibles Substrat (F1),

mindestens eine auf das flexible Substrat (F1) aufgebrachte Barrierschicht (S1),

mindestens eine auf die Barrierschicht (S1) aufgebrachte transparente Elektrode (E1),

20

mindestens eine auf die transparente Elektrode (E1) aufgebrachte leitfähige Bahn (L1, L2, L3),

eine auf die leitfähige Bahn aufgebrachte Licht emittierende Schichtenfolge (O1) umfassend organische Materialien (OLED-Stack),

25

mindestens eine auf die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) aufgebrachte Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1, R3),

oder die nachfolgend genannte Schichtenfolge:

ein flexibles Substrat (F1),

mindestens eine auf das flexible Substrat (F1) aufgebrachte Barrierschicht (S1),

30

mindestens eine auf die Barrierschicht (S1) aufgebrachte leitfähige Bahn (L1, L2, L3),

mindestens eine auf die leitfähige Bahn (L1, L2, L3) aufgebrachte transparente Elektrode (E1),

35

eine auf die transparente Elektrode (E1) aufgebrachte Licht emittierende Schichtenfolge (O1) umfassend organische Materialien (OLED-Stack),

mindestens eine auf die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) aufgebrachte Verkapselungsschicht und Rückelektrode (R1, R3),

wobei die Licht emittierende Schichtenfolge (O1) in Richtung der Breite des Schichtaufbaus gesehen, vorzugsweise durch Verwendung einer Schattenmaske bei der Aufbringung, schmaler ist als der Schichtaufbau insgesamt.

5

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese als großflächige OLED in Dünnschichtverkapselung auf transparentem rollbarem Substrat ausgeführt ist.

10

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtenfolge (O1) in Längsrichtung (Bandrichtung) des flexiblen Substrats (F1) nicht strukturiert ist und/oder die transparente Elektrode (E1) oder die Rückelektrode (R1) in Längsrichtung nicht strukturiert ist oder die transparente Elektrode (E1) und die Rückelektrode (R1) in Längsrichtung nicht strukturiert sind.

15

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtenfolge (O1) jeweils parallel zu und in der Nähe von den Schnittkanten außerhalb des Bereiches von (E1) oder im Bereich von (B1) unterbrochen ist (bevorzugt durch Laserablation), jeweils in Bandrichtung gesehen am Anfang und Ende der Module.

20

25

30

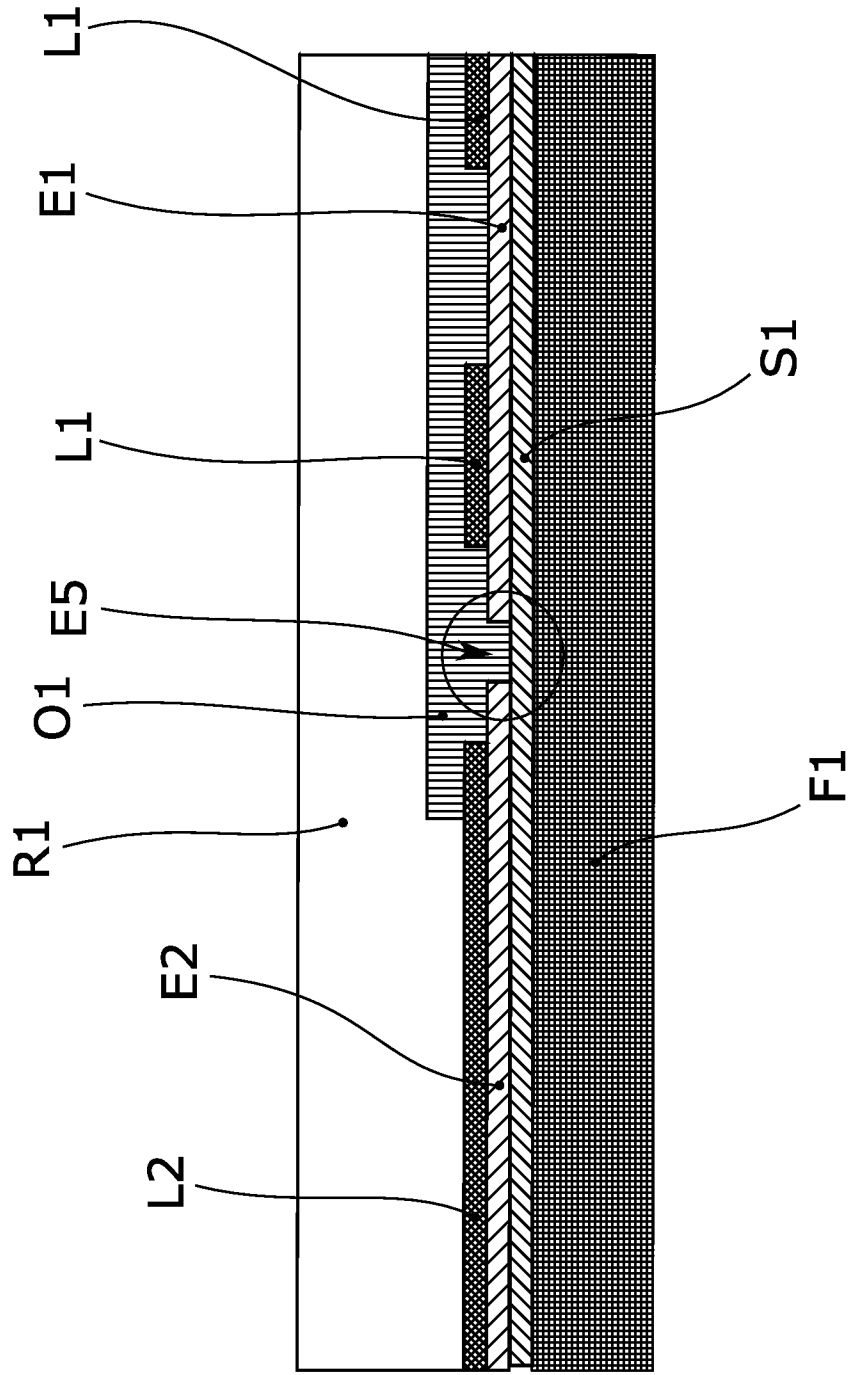
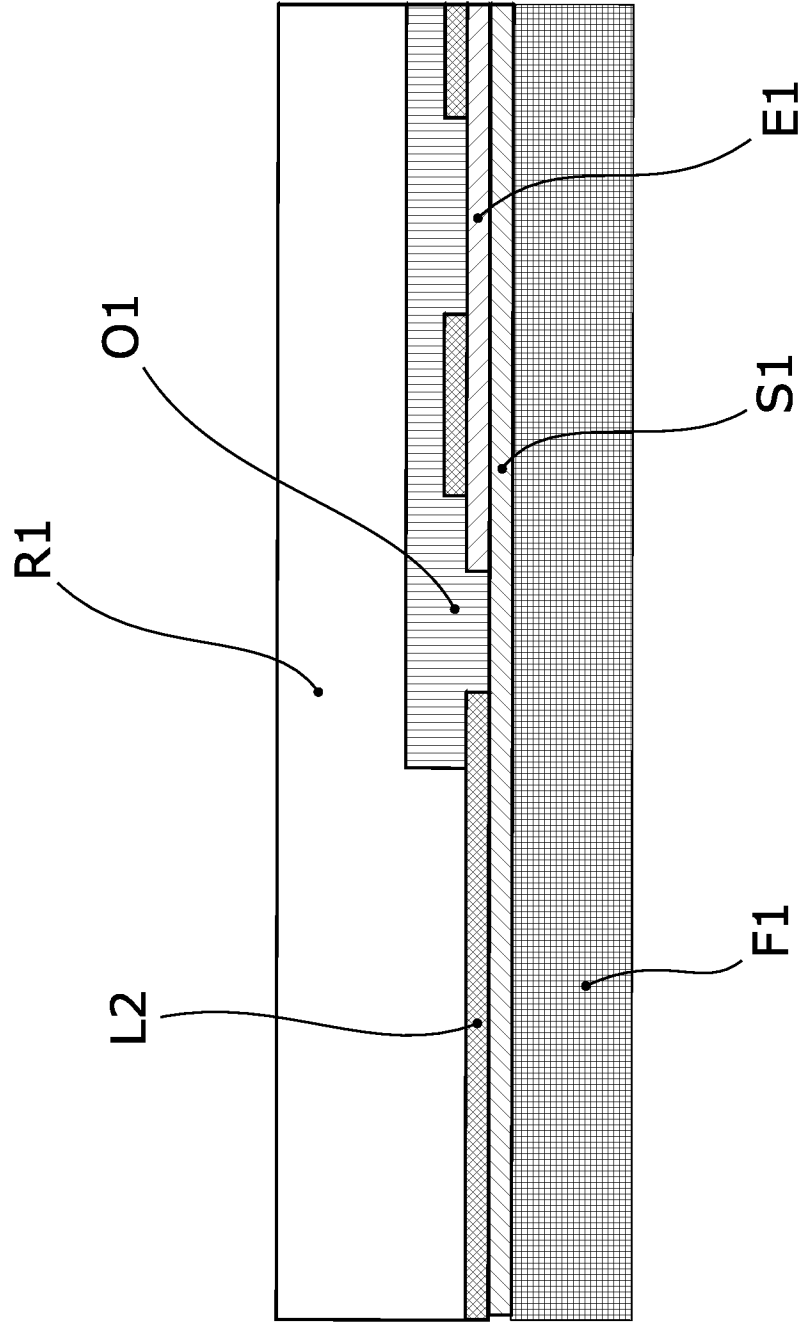
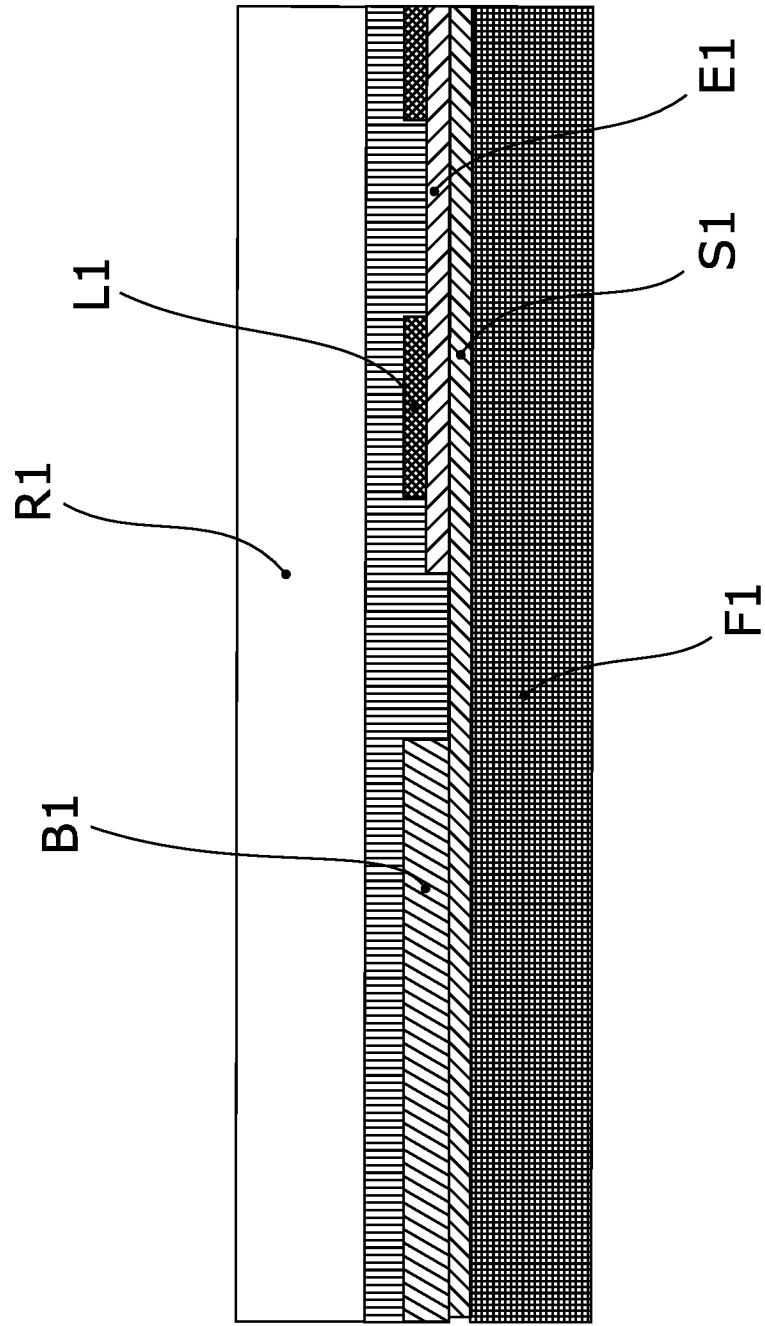


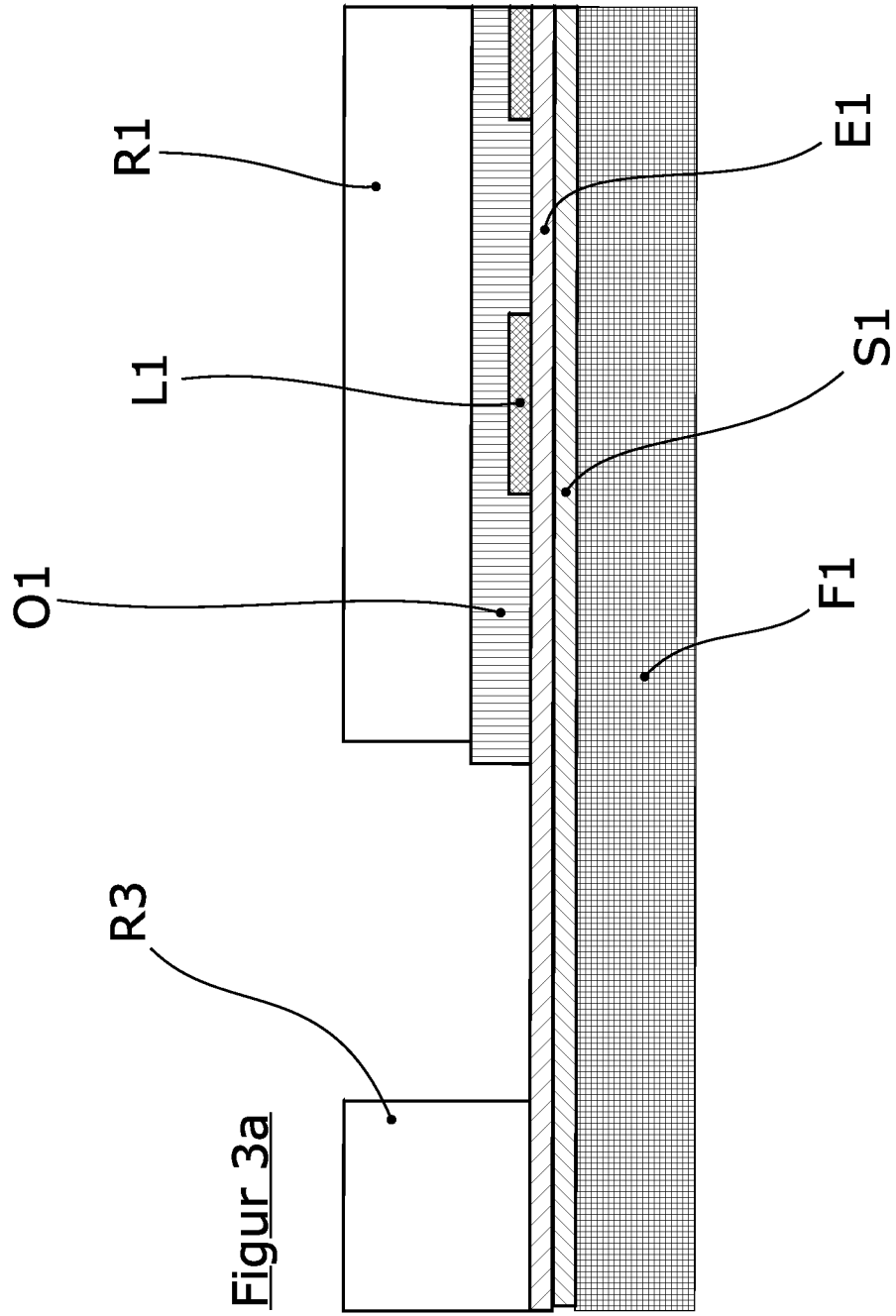
Figure 1

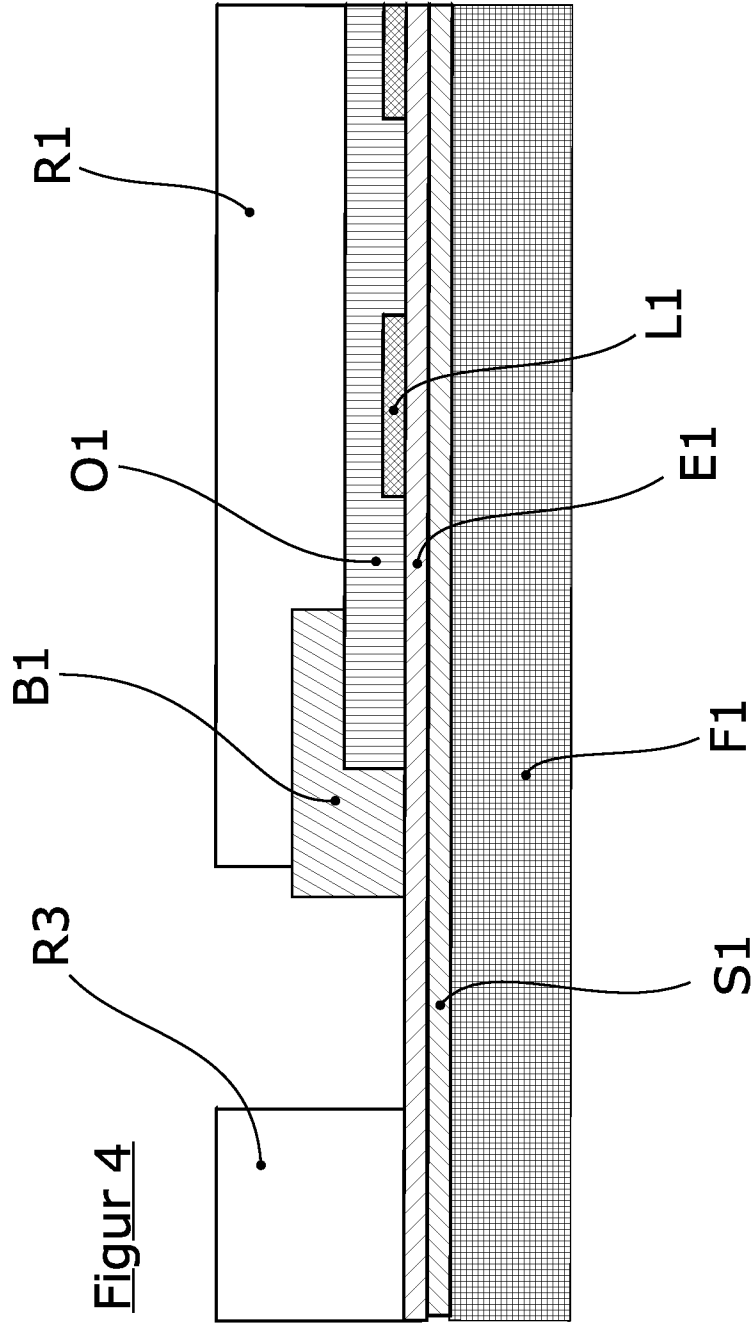
Figur 2



Figur 3

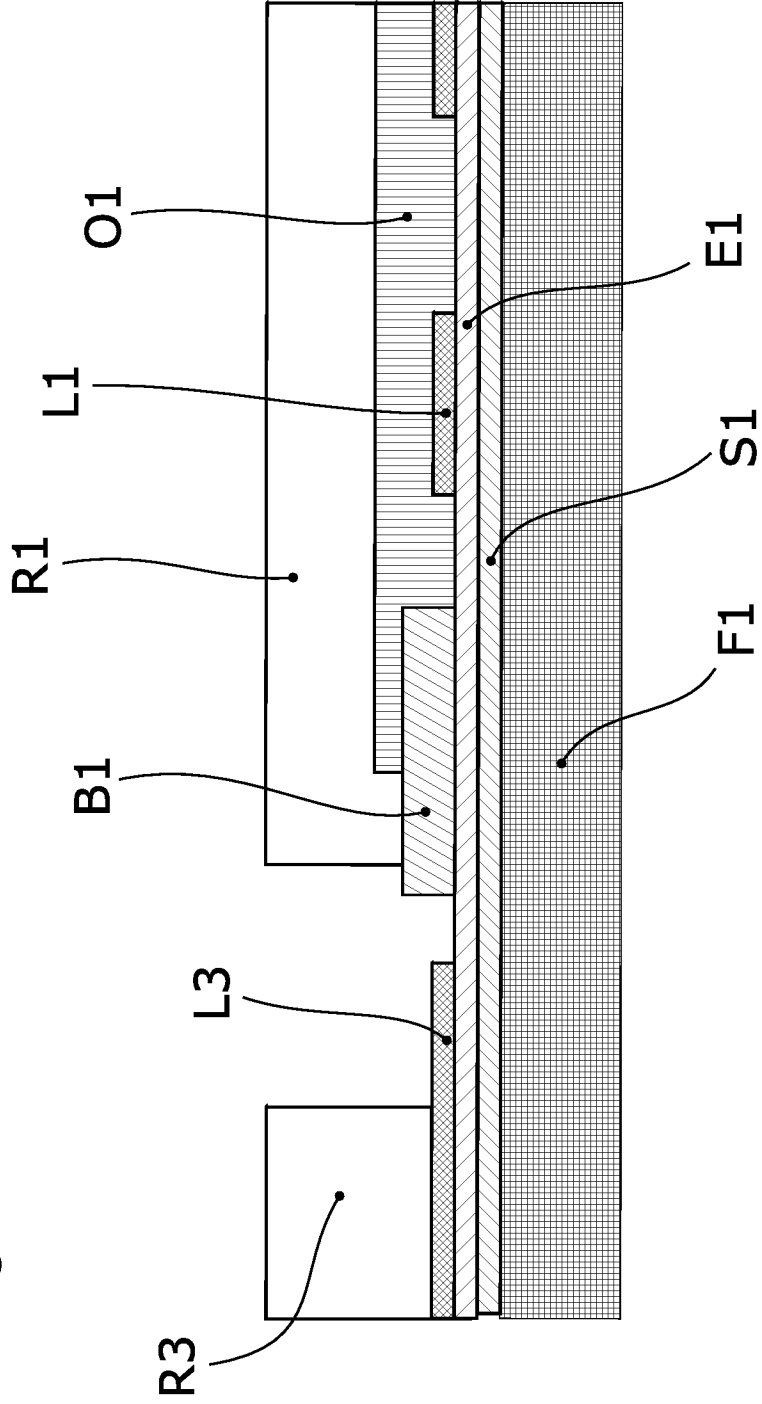




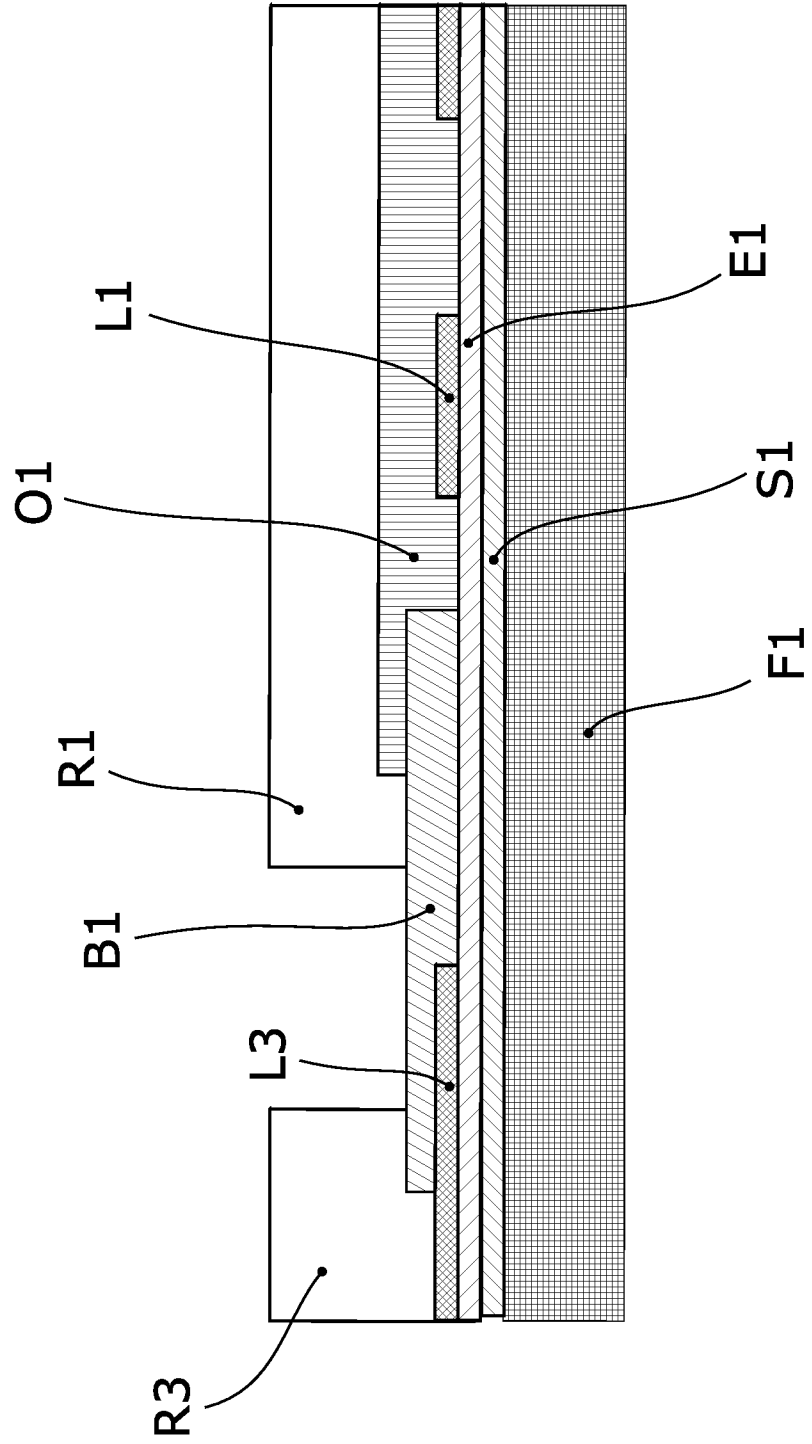


Figur 4

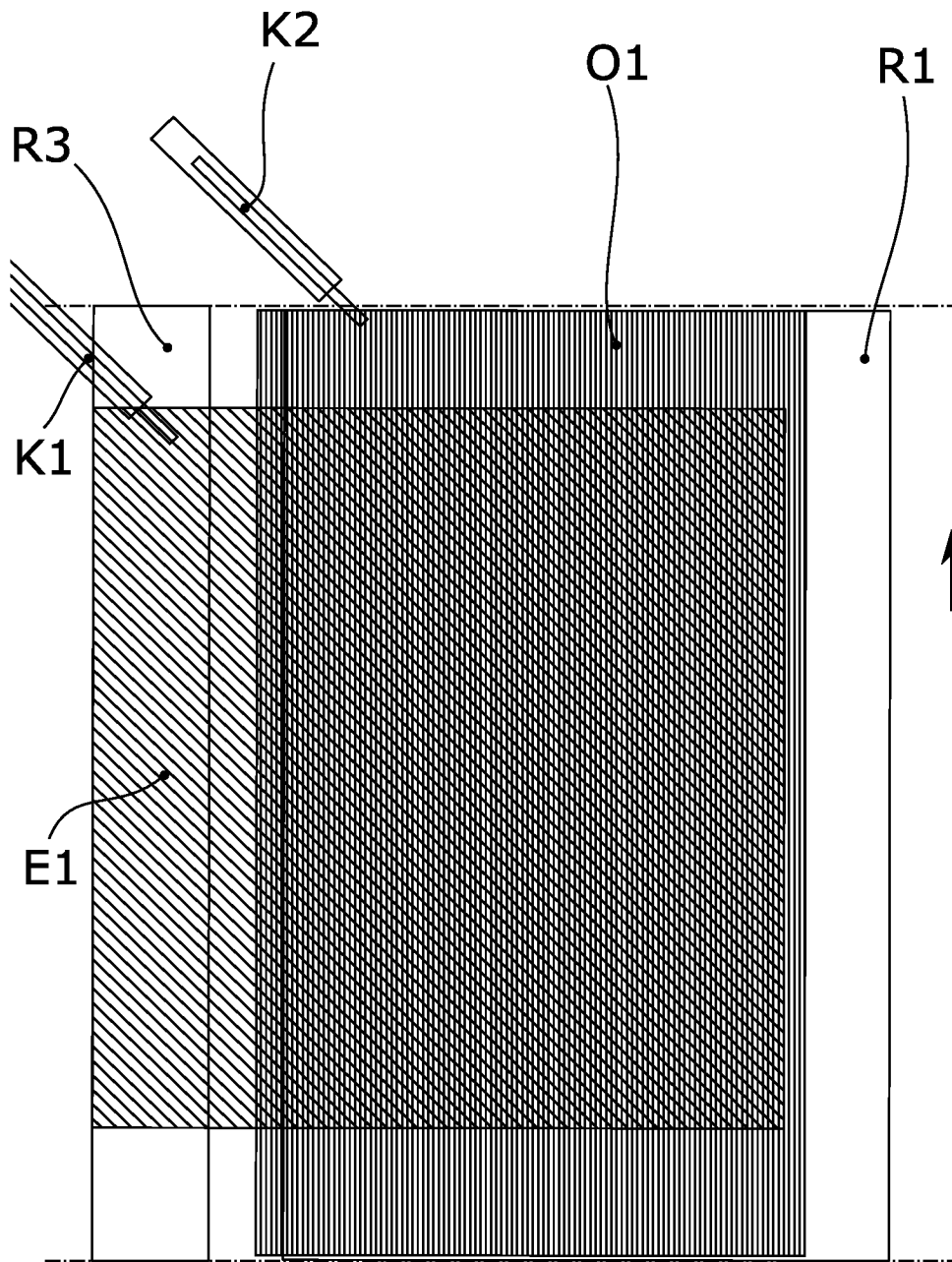
Figur 5



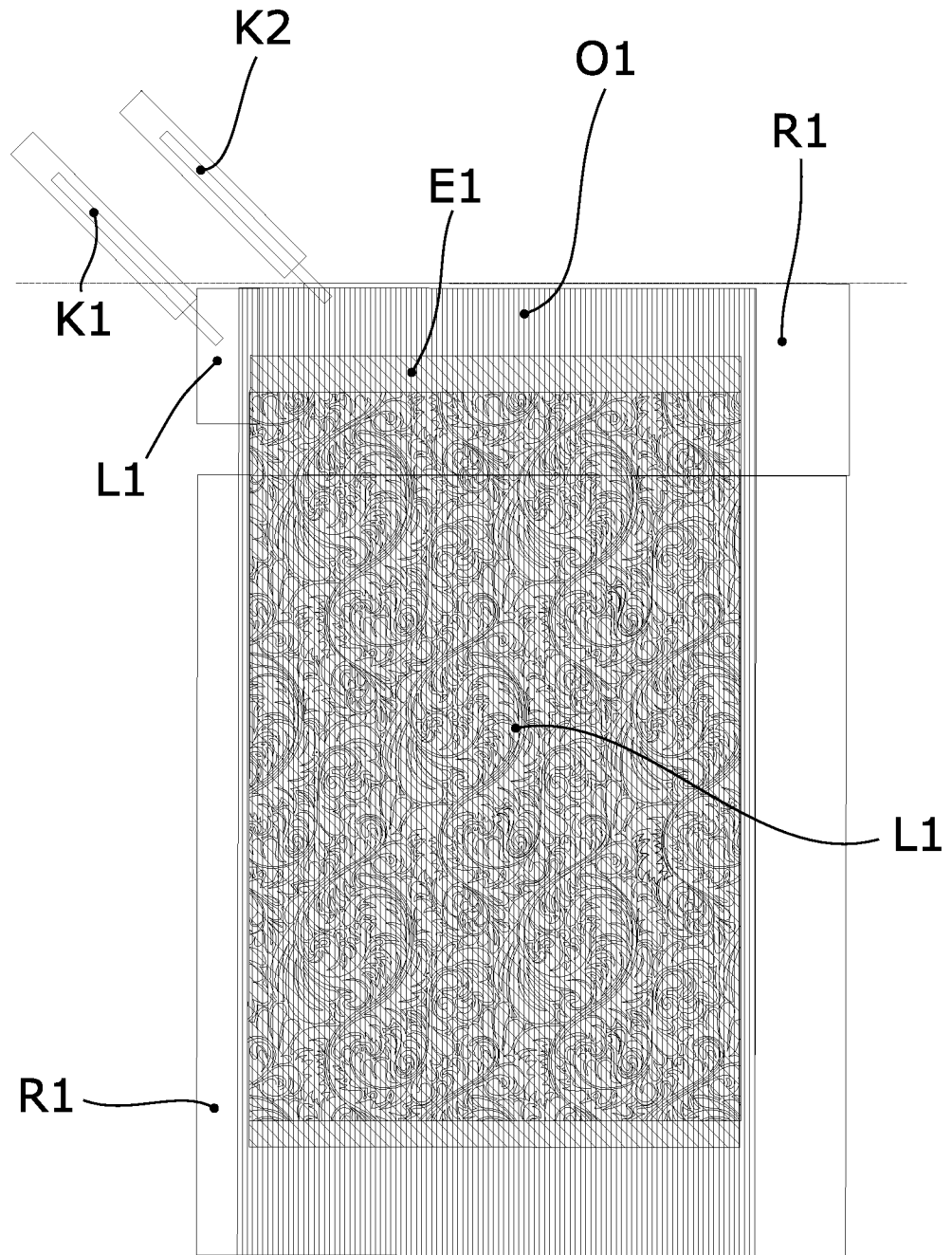
Figur 6



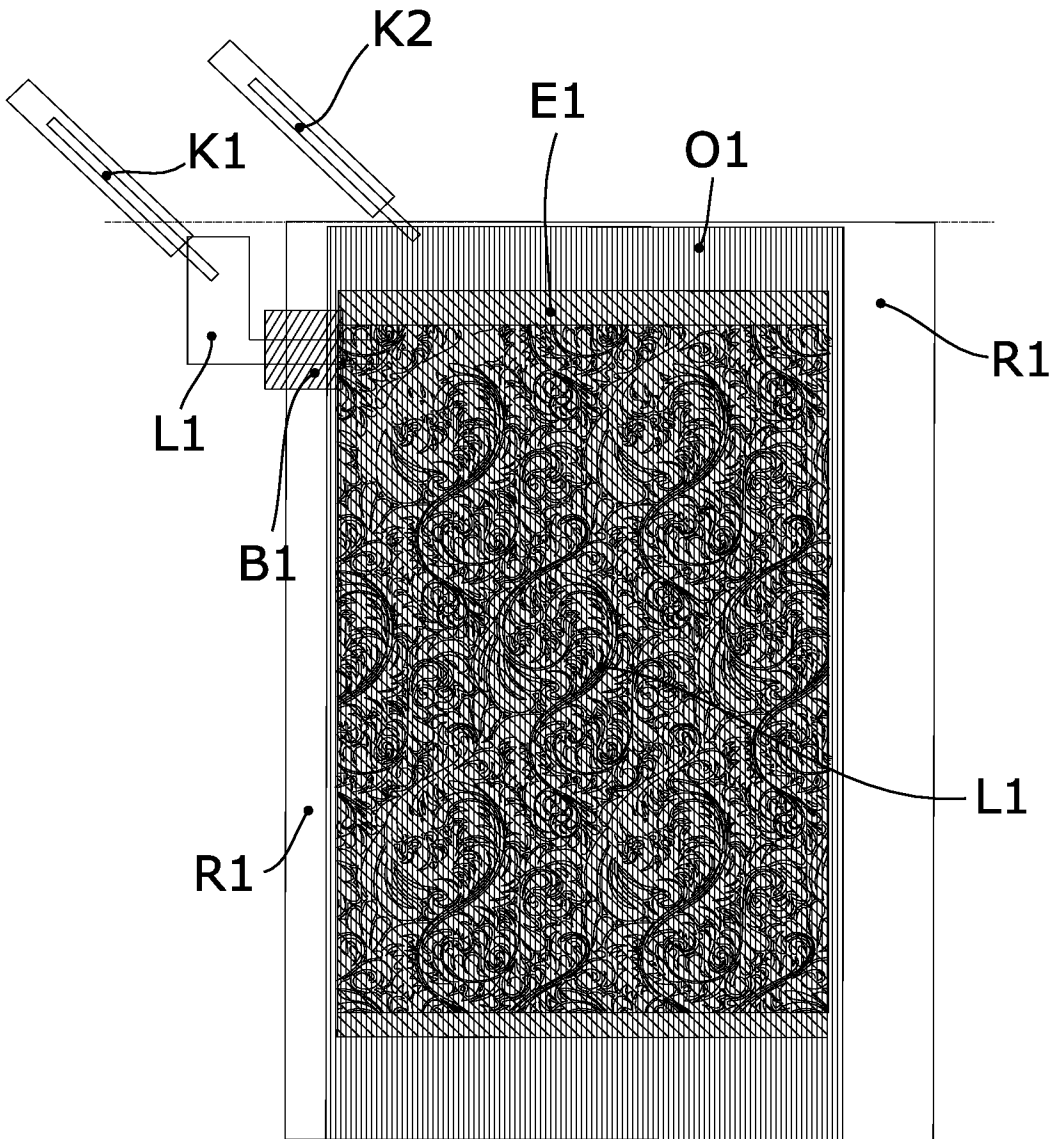
Figur 7



Figur 8



Figur 9



Figur 10

