

(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
18. August 2016 (18.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/128324 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/052518

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Februar 2016 (05.02.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 101 820.9
9. Februar 2015 (09.02.2015) DE
10 2015 102 784.4
26. Februar 2015 (26.02.2015) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE];
Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **SCHARNER, Silke**; Richard-Wagner-Str. 6,
93055 Regensburg (DE). **WEHLUS, Thomas**; Auf den
Höhen 13, 93138 Lappersdorf (DE). **RIEGEL, Nina**;
Waldweg 16, 93105 Tegernheim (DE). **FLEISSNER,**
Arne; Alte Nürnberger Str. 48, 93059 Regensburg (DE).
ROSENBERGER, Johannes; Roter-Brach-Weg 21,
93049 Regensburg (DE). **RIEDEL, Daniel**; Hans-Huber-
Str. 4, 93049 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Schlossschmidstr. 5, 80639 München (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, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

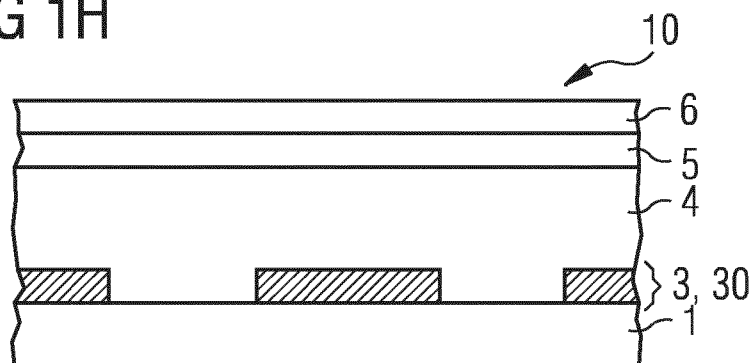
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE, AND ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ORGANISCHEN LEUCHTDIODE UND ORGANISCHE LEUCHTDIODE

FIG 1H



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing organic light-emitting diodes (10), having the following steps: A) providing a substrate (1) with a continuous application surface (11), B) generating multiple adhesion regions (13) on the application surface (11), the adhesion regions (13) being completely surrounded by the application surface (11), C) applying metal nanowires (3) over the entire surface of the application surface (11), D) removing the metal nanowires (3) outside of the adhesion regions (13) by means of a washing process using a solvent (7) such that the remaining metal nanowires (3) completely or partly form a light-permeable electrode (30) of the organic light-emitting diode (10), and E) applying an organic layer sequence (4) onto the light-permeable electrode (30).

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren ist zur Herstellung von organischen Leuchtdioden (10) eingerichtet und umfasst die folgenden Schritte : A) Bereitstellen eines

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/128324 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Substrats (1) mit einer durchgehenden Aufbringfläche (11), B) Erzeugen von mehreren Anhaftbereichen (13) an der Aufbringfläche (11), wobei die Anhaftbereiche (13) vollständig von der Aufbringfläche (11) umfasst sind, C) Aufbringen von Metall-Nanodrähten (3) ganzflächig auf die Aufbringfläche (11), D) Entfernen der Metall-Nanodrähte (3) außerhalb der Anhaftbereiche (13) mittels Abwaschen mit einem Lösungsmittel (7), sodass die verbleibenden Metall-Nanodrähte (3) vollständig oder teilweise eine lichtdurchlässige Elektrode (30) der organischen Leuchtdiode (10) ausbilden, und E) Auftragen einer organischen Schichtenfolge (4) auf die lichtdurchlässige Elektrode (30).

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode und organische Leuchtdiode

5

Es wird ein Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode angegeben. Darüber hinaus wird eine entsprechend hergestellte organische Leuchtdiode angegeben.

- 10 Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem effizient eine Elektrode einer organischen Leuchtdiode strukturierbar ist.

- 15 Diese Aufgabe wird unter anderem durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der weiteren Ansprüche.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird mit dem Verfahren eine organische Leuchtdiode hergestellt. Die organische
20 Leuchtdiode ist bevorzugt zur Emission von sichtbarem Licht, etwa von farbigem Licht oder von weißem Licht, eingerichtet. Die Erzeugung von Strahlung erfolgt dabei in mindestens einer organischen Schichtenfolge mit einer oder mehreren aktiven Zonen. Die organische Schichtenfolge weist dabei eine oder
25 mehrere Teilschichten auf, die je auf mindestens einem organischen Material basieren.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren den Schritt des Bereitstellens eines Substrats auf. Das Substrat
30 beinhaltet eine Aufbringfläche. Bei der Aufbringfläche handelt es sich bevorzugt um eine durchgehende, unstrukturierte Fläche. Die Aufbringfläche kann eine plane Hauptseite des Substrats sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren den Schritt des Erzeugens von einem oder mehreren Anhaftbereichen auf. Die Anhaftbereiche sind dabei bevorzugt vollständig von
5 der Aufbringfläche umfasst. Mit anderen Worten stellen die Anhaftbereiche dann mehrere Teile der Aufbringfläche dar. In Draufsicht gesehen liegen die Anhaftbereiche vollständig innerhalb der Aufbringfläche. Es ist möglich, dass die verschiedenen Anhaftbereiche voneinander separiert sind,
10 sodass die Anhaftbereiche nicht in sich miteinander verbunden sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden auf die Aufbringfläche Metall-Nanodrähte aufgebracht. Bevorzugt
15 werden die Metall-Nanodrähte ganzflächig auf der Aufbringfläche aufgebracht. Mit anderen Worten ist dann die gesamte Aufbringfläche nach dem Schritt C von den Metall-Nanodrähten bedeckt, sodass sich die Metall-Nanodrähte dann sowohl über die Anhaftbereiche als auch über die
20 verbleibenden Bereiche der Aufbringfläche erstrecken. Es ist möglich, dass die Metall-Nanodrähte in einer gleichmäßigen Dicke und/oder Konzentration über der gesamten Aufbringfläche aufgebracht werden.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Metall-Nanodrähte außerhalb der Anhaftbereiche entfernt. Das Entfernen umfasst oder besteht aus dem Schritt des Abwaschens der Metall-Nanodrähte. Das Abwaschen erfolgt mit einem oder mit mehreren Lösungsmitteln. Nach dem Schritt des Entferns
30 der Metall-Nanodrähte sind die von den Anhaftbereichen verschiedenen Gebiete der Aufbringfläche bevorzugt vollständig oder im Wesentlichen frei von den Metall-Nanodrähten.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bilden die in den Anhaftbereichen verbleibenden Metall-Nanodrähte vollständig oder zum Teil eine Elektrode, etwa eine Anode, der organischen Leuchtdiode aus. Bei dieser Elektrode handelt es sich bevorzugt um eine lichtdurchlässige Elektrode.

Lichtdurchlässig kann bedeuten, dass diese Elektrode einen mittleren Transmissionsgrad für die von der organischen Leuchtdiode im Betrieb erzeugten Strahlung von mindestens 70 % oder 80 % oder 90 % aufweist. Die lichtdurchlässige Elektrode kann neben den Metall-Nanodrähten auch ein weiteres Material, insbesondere ein organisches elektrisch leitfähiges Matrixmaterial, umfassen. Die Metall-Nanodrähte können in ein solches Matrixmaterial eingebettet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Auftragens einer organischen Schichtenfolge. Die organische Schichtenfolge wird mittelbar oder unmittelbar auf die lichtdurchlässige Elektrode aufgebracht. Alternativ ist es umgekehrt möglich, dass die lichtdurchlässige Elektrode auf die organische Schichtenfolge aufgebracht wird.

In mindestens einer Ausführungsform ist das Verfahren zur Herstellung einer oder mehrerer organischer Leuchtdioden eingerichtet und umfasst zumindest die folgenden Schritte, bevorzugt in der angegebenen Reihenfolge:

A) Bereitstellen eines Substrats mit einer durchgehenden Aufbringfläche,

B) Erzeugen von mehreren Anhaftbereichen an der

Aufbringfläche, wobei die Anhaftbereiche vollständig von der Aufbringfläche umfasst sind,

C) Aufbringen von Metall-Nanodrähten ganzflächig auf die Aufbringfläche,

D) Entfernen der Metall-Nanodrähte außerhalb der Anhaftbereiche mittels Abwaschens mit einem Lösungsmittel, sodass die verbleibenden Metall-Nanodrähte vollständig oder teilweise eine lichtdurchlässige Elektrode der organischen Leuchtdiode ausbilden, und

E) Auftragen einer organischen Schichtenfolge auf die lichtdurchlässige Elektrode.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Verfahrensschritte A bis E in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt, wobei der Schritt D ausschließlich mit einem einzigen Lösungsmittel durchgeführt wird, wobei die Metall-Nanodrähte zu mindestens 95 Gew.% aus Ag bestehen und einen mittleren Durchmesser von höchstens 100 nm sowie eine mittlere Länge von mindestens 5 µm aufweisen, und wobei die Metall-Nanodrähte perkoliert sind, wobei die Anhaftbereiche im Schritt B durch ein gezieltes, stellenweises Reinigen der Aufbringfläche erzeugt werden, wobei das Reinigen durch Bestrahlung mit ultravioletter Strahlung (R) in Kombination mit einer Ozon-Behandlung oder durch Bestrahlung mit einem Sauerstoffplasma erfolgt, wobei die Anhaftbereiche im Schritt B durch ein gezieltes, stellenweises Aufbringen einer Haftbeschichtung erzeugt werden, sodass die Haftbeschichtung nur in den Anhaftbereichen vorhanden ist.

Herkömmliche, lichtdurchlässige Elektroden für organische Leuchtdioden sind oft durch durchgehende Schichten auf der Basis von transparenten leitfähigen Oxiden wie ITO gebildet. Solche Oxide weisen jedoch eine begrenzte elektrische Leitfähigkeit und Transmissionsvermögen auf. Insbesondere geht eine hohe elektrische Leitfähigkeit solcher Oxide mit

einer geringen Transparenz einher und umgekehrt. Durch die hier verwendete Elektrode, die als Strom verteilende Komponente Metall-Nanodrähte aufweist, ist eine sowohl hinsichtlich Transparenz als auch elektrischer Leitfähigkeit optimierte Elektrode erreichbar. Zudem sind Metall-Nanodrähte durch Nassprozesse aus einer Flüssigphase aufbringbar.

Das Aufbringen der Metall-Nanodrähte erfolgt dabei vollflächig oder teilstrukturiert und eine Strukturierung einer Elektrode mit den Metall-Nanodrähten zu der gewünschten, endgültigen Form erfolgt dann herkömmlicherweise etwa über Laserstrahlung. Eine solche Rückstrukturierung etwa über Laserstrahlung ist allerdings zeitaufwendig und mit einer Steigerung von Anlagekosten verbunden. Außerdem besteht insbesondere bei einer Laserbehandlung die Gefahr, dass sich Partikel und/oder Rückstände bilden, die eine spätere Verkapselung der organischen Leuchtdiode negativ beeinflussen können. Durch das hier beschriebene Verfahren ist eine effiziente, vereinfachte, kostensparende und rückstandslose Methode zur Strukturierung solcher Metall-Nanodrahtschichten gegeben.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Entfernen der Nanodrähte außerhalb der Anhaftbereiche ausschließlich mit zumindest einem Lösungsmittel, insbesondere mit genau einem Lösungsmittel. Bei dem Lösungsmittel handelt es sich bevorzugt um deionisiertes Wasser, auch als DI-Wasser bezeichnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Metall-Nanodrähte einen mittleren Durchmesser von mindestens 5 nm oder 20 nm und/oder von höchstens 500 nm oder 250 nm oder 100 nm oder 50 nm auf. Alternativ oder zusätzlich liegt eine

mittlere Länge der Metall-Nanodrähte bei mindestens 1 μm oder 5 μm oder 10 μm und/oder bei höchstens 1 mm oder 250 μm .

Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei den Metall-Nanodrähten um Silber-Nanodrähte. Dies kann bedeuten, dass die Metall-Nanodrähte zu mindestens 95 Gew.% oder 99,5 Gew.% aus Silber bestehen. Bei den Metall-Nanodrähten kann es sich um hohlzylinderartige Gebilde oder auch um massive Drähte, ähnlich ausgefüllter Zylinder, handeln.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Metall-Nanodrähte in den Anhaftbereichen perkoliert. Das heißt, die Metall-Nanodrähte bilden dann ein zusammenhängendes Netzwerk, sodass durchgehende und miteinander verbundene Stromleitpfade aus den Metall-Nanodrähten gebildet sind. Eine mittlere Maschengröße von Maschen des Netzes, das aus den Metall-Nanodrähten gebildet sein kann, liegt bevorzugt bei mindestens 50 nm oder 100 nm oder 250 nm oder 0,5 μm und/oder bei höchstens 10 μm oder 5 μm oder 1 μm oder 500 nm oder 200 nm. Insbesondere übersteigt die mittlere Maschengröße den mittleren Durchmesser der Metall-Nanodrähte um mindestens einen Faktor 2 oder Faktor 5 und/oder um höchstens einen Faktor 100 oder 25.

Solche Metall-Nanodrähte und Verfahren zur Herstellung von entsprechenden Nanodrähten sind etwa den Druckschriften US 2008/0143906 A1 sowie US 2013/0105770 A1 zu entnehmen. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschriften hinsichtlich der Metall-Nanodrähte wird durch Rückbezug mit aufgenommen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Anhaftbereiche durch ein gezieltes, stellenweises Reinigen der Aufbringfläche erzeugt. Das Reinigen der Anhaftbereiche

erfolgt bevorzugt auf eine andere Art und Weise als das Reinigen von verbleibenden Bereichen der Aufbringfläche. Bei dem Reinigen handelt es sich jedoch nicht um ein Strukturieren der Aufbringfläche in dem Sinn, dass ein
5 signifikanter Abtrag eines Materials des Substrats erfolgt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Reinigen eine Bestrahlung mit ultravioletter Strahlung, kurz UV-Strahlung. Alternativ oder zusätzlich umfasst das Reinigen
10 den Einsatz eines Ozon-Plasmas und/oder einer Ozon-Behandlung. Bevorzugt werden die Bestrahlung mit UV-Strahlung und die Ozon-Behandlung miteinander kombiniert. Das beteiligte Ozon kann durch die UV-Strahlung erzeugt werden.

15 Insbesondere durch das Reinigen erfolgt eine Oberflächenaktivierung der Aufbringfläche, also speziell eine Erhöhung der Oberflächenenergie insbesondere durch die UV-Ozon-Behandlung und dadurch eine bessere Haftung von Materialien wie AgNW an der Aufbringfläche. Neben einer UV-
20 Ozon Behandlung können auch andere Plasmen wie Sauerstoffplasmen eingesetzt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Reinigen eine Behandlung mit Sauerstoffplasma. Die Behandlung mit
25 Sauerstoffplasma kann alternativ zur UV-Ozon- oder UV- oder Ozon-Behandlung oder zusätzlich zu diesen erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird vor dem Reinigen eine temporäre, zeitweilige Maskenschicht auf die
30 Aufbringfläche aufgebracht. Dabei sind bevorzugt die herzustellenden Anhaftbereiche nicht von der Maskenschicht bedeckt. Das heißt, in den späteren Anhaftbereichen ist die Aufbringfläche dann trotz der Maskenschicht frei zugänglich.

Die verbleibenden Bereiche der Aufbringfläche, die nicht als Anhaftbereiche vorgesehen sind, sind bevorzugt vollständig von der Maskenschicht bedeckt. Dabei kann die Maskenschicht undurchlässig für reaktive, insbesondere sauerstoffhaltige Gase wie Ozon und/oder undurchlässig für ultraviolette Strahlung sein. Beispielsweise handelt es sich bei einem Material der Maskenschicht um ein Metall wie Aluminium oder Edelstahl, sodass keine UV-Strahlung durch die Maskenschicht hindurch tritt. Ebenso können Mehrschichtsysteme für die Maskenschicht zum Einsatz kommen, zum Beispiel mit Chrom beschichtetes Glas oder Acrylglas (PMMA). Auch Kunststoffmasken etwa aus PEEK, PVDF oder PTFE sind verwendbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Maskenschicht vor dem Aufbringen der Metall-Nanodrähte entfernt, bevorzugt vollständig entfernt. Das heißt, beim Aufbringen der Metall-Nanodrähte ist die Maskenschicht dann nicht mehr vorhanden. Hierdurch können die Metall-Nanodrähte auf der gesamten Aufbringfläche aufgebracht werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt die Bestrahlung mit UV-Strahlung nur stellenweise und nicht ganzflächig. Insbesondere ist in diesem Fall keine Maskenschicht erforderlich, das heißt bevorzugt während des Bestrahleins mit der ultravioletten Strahlung oder auch während des gesamten Schritts des Erzeugens der Anhaftbereiche ist die Aufbringfläche, insbesondere die gesamte Aufbringfläche, dann frei zugänglich und nicht unmittelbar von einem Material in festem Aggregatzustand bedeckt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Anhaftbereiche durch ein Aufbringen einer Haftbeschichtung

erzeugt. Die Haftbeschichtung kann hierbei vollflächig auf die Aufbringfläche aufgebracht und erst nachträglich strukturiert werden. Bevorzugt jedoch wird die Haftbeschichtung gezielt und strukturiert nur stellenweise auf die Aufbringfläche aufgebracht, beispielsweise über ein Druckverfahren. Die Metall-Nanodrähte weisen zu der Haftbeschichtung eine gesteigerte Haftung auf, im Vergleich zu den nicht mit der Haftbeschichtung versehenen Gebieten der Aufbringfläche.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei der Haftbeschichtung um eine Streuschicht. Die Streuschicht ist dazu eingerichtet, das in der organischen Schichtenfolge erzeugte Licht zu streuen. Hierdurch ist eine

15

Lichtauskoppeleffizienz von Licht aus der organischen Leuchtdiode heraus steigerbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform beinhaltet die Haftbeschichtung ein Matrixmaterial. Bei dem Matrixmaterial kann es sich um ein anorganisches oder, bevorzugt, um ein organisches Material handeln. Ist die Haftbeschichtung als Streuschicht gestaltet, so sind in das Matrixmaterial bevorzugt Streupartikel eingebettet. Beispielsweise sind die Streupartikel aus einem hochbrechenden Material wie Titandioxid oder Zirkoniumdioxid gebildet. Alternativ können die Streupartikel auch aus einem vergleichsweise niedrig brechenden Material wie Siliziumdioxid hergestellt sein.

20

25

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Haftbeschichtung eine konstante und gleich bleibende Dicke auf, über die Anhaftbereiche hinweg. Beispielsweise liegt die Dicke oder die mittlere Dicke der Haftbeschichtung bei mindestens 0,5 µm oder 1 µm oder 5 µm. Alternativ oder

zusätzlich beträgt die Dicke der Haftbeschichtung höchstens 100 µm oder 50 µm oder 15 µm.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei dem
- 5 Matrixmaterial der Haftbeschichtung oder der Streuschicht um eines oder mehrere der folgenden Materialien oder das Matrixmaterial umfasst eines oder mehrere der folgenden Materialien: Kunststoffe wie Acrylate, Epoxide, Polyimide oder Silikon-Materialien; Siliziumoxid, insbesondere SiO₂;
- 10 Metalloxide wie Zinkoxid (ZnO), Zirkoniumoxid (ZrO₂), Indium-Zinn-Oxid (ITO), Antimon-Zinn-Oxid (ATO), Aluminium-Zink-Oxid (AZO), Indium-Zink-Oxid (IZO), Titanoxid, Aluminiumoxid, insbesondere Al₂O₃; Halbleiteroxide wie Galliumoxid Ga₂O_x.
- 15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Substrat um ein Glassubstrat. Alternativ kann das Substrat auch aus einem Kunststoff gebildet sein, der beispielsweise mit einer dünnen Schicht aus einem anorganischen, lichtdurchlässigen Material wie Siliziumnitrid, Siliziumoxid,
- 20 Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid versehen ist. Weiterhin kann es sich bei dem Substrat um ein Keramiksubstrat handeln. Das Substrat kann mechanisch starr oder auch mechanisch flexibel und somit biegsam gestaltet sein.
- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Metall-Nanodrähte mittels Schlitzdüsenbeschichtung, englisch Slot Dye Coating, aufgebracht. Bei diesem Verfahren wird eine Lösung, die die Metall-Nanodrähte oder Ausgangsstoffe für die Metall-Nanodrähte enthält, durch eine schlitzförmige Düse mit
- 30 konstantem Abstand und konstanter Geschwindigkeit relativ zu einem Substrattisch als homogener Nassfilm aufgetragen. Alternativ zu einem Schlitzdüsen-Beschichtungsverfahren können auch andere Verfahren wie Rotationsbeschichten,

englisch Spin Coating, oder Druckverfahren eingesetzt werden, um die Metall-Nanodrähte aufzubringen. Auch Verfahren wie Rakeln und Sprühbeschichtung sind möglich. Bevorzugt jedoch erfolgt das Aufbringen über Schlitzdüsenbeschichtung.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die organische Schichtenfolge unmittelbar auf die Metall-Nanodrähte aufgebracht. Es ist dabei möglich, dass die organische Schichtenfolge oder zumindest ein Material der organischen Schichtenfolge damit eine Matrix für die Metall-Nanodrähte bildet. Alternativ ist es möglich, dass zusammen mit den Metall-Nanodrähten gleichzeitig ein Matrixmaterial für die Metall-Nanodrähte aufgebracht wird. Eine unterschiedliche Haftung der Metall-Nanodrähte in den Anhaftbereichen sowie in den verbleibenden Bereichen der Aufbringfläche kann dann auch über dieses Matrixmaterial realisiert sein.

Darüber hinaus wird eine organische Leuchtdiode angegeben. Die organische Leuchtdiode ist mit einem Verfahren hergestellt, wie in Verbindung mit einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen angegeben. Merkmale des Verfahrens sind daher auch für die organische Leuchtdiode offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Haftschrift unmittelbar auf dem Substrat aufgebracht. Weiterhin sind die Metall-Nanodrähte bevorzugt unmittelbar auf der Haftschrift angebracht. Hierbei ist es möglich, dass die organische Schichtenfolge zumindest in den Anhaftbereichen nicht in direktem Kontakt mit dem Substrat steht, sondern von dem Substrat beabstandet angeordnet ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befinden sich die Metall-Nanodrähte unmittelbar auf dem Substrat und berühren folglich das Substrat zumindest stellenweise.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform stellt die organische Schichtenfolge eine Matrix für die Metall-Nanodrähte dar. In diesem Fall ist es möglich, dass die organische Schichtenfolge das Substrat stellenweise berührt, insbesondere in den Anhaftbereichen.

10

Nachfolgend werden ein hier beschriebenes Verfahren sowie eine hier beschriebene organische Leuchtdiode unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche
15 Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

20 Es zeigen:

Figuren 1 bis 3 schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen für Verfahrensschritte eines hier beschriebenen Verfahrens zur Herstellung von
25 hier beschriebenen organischen Leuchtdioden, und

Figur 4 schematische Draufsichten auf ein Ausführungsbeispiel einer Maskenschicht und einer lichtdurchlässigen Elektrode für hier beschriebene
30 organische Leuchtdioden.

In Figur 1 ist ein beispielhaftes Herstellungsverfahren für eine organische Leuchtdiode 10 gezeigt. Gemäß Figur 1A wird

ein Substrat 1, beispielsweise ein Glassubstrat, bereitgestellt. Das Substrat 1 weist eine ebene, planare Aufbringfläche 11 auf.

5 In Figur 1B ist dargestellt, dass stellenweise und strukturiert auf die Aufbringfläche 11 eine Maskenschicht 8 aufgebracht wird. Die Maskenschicht 8 wird beispielsweise aufgedruckt und kann aus einer abwaschbaren Tinte oder aus einem Fotolack gebildet sein. Bevorzugt handelt es sich bei
10 der Maskenschicht 8 um eine Metallmaske.

Gemäß Figur 1C wird das Substrat 1 mit ultravioletter Strahlung R behandelt, beispielsweise für eine Zeitdauer von 10 Minuten. Das Bestrahlen mit der UV-Strahlung R erfolgt
15 insbesondere in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre, sodass durch die UV-Strahlung R Ozon gebildet wird. Durch die kombinierte UV-Ozon-Behandlung erfolgt eine Oberflächenmodifikation und Reinigung der nicht von der Maskenschicht 8 bedeckten Bereiche der Aufbringfläche 11.
20 Diese Bereiche der Aufbringfläche 11 bilden mehrere Anhaftbereiche 13 aus. Auch in den Anhaftbereichen 13 weist das Substrat 1 eine ebene, nicht aufgeraute Oberfläche auf.

Nachfolgend wird die Maskenschicht 8 entfernt, bevorzugt
25 vollständig entfernt, siehe Figur 1D. Die Strukturierung in die Anhaftbereiche 13 ist unmittelbar nach dem Entfernen der Maskenschicht 8 nicht ohne Weiteres erkennbar.

Gemäß Figur 1E wird ganzflächig auf dem Substrat 1 eine
30 Schicht mit Metall-Nanodrähten 3 aufgebracht. Das Aufbringen der Metall-Nanodrähte 3 erfolgt bevorzugt mittels Schlitzdüsenbeschichtung, nicht gezeichnet. Dabei werden die

Metall-Nanodrähte 3 in einer Lösung unmittelbar auf die Aufbringfläche 11 aufgebracht.

Ein Lösungsmittel, in dem die Metall-Nanodrähte 3, bei denen es sich bevorzugt um Silber-Nanodrähte handelt, gelöst sind, wird im weiteren Herstellungsverfahren bevorzugt vollständig entfernt. Es ist möglich, dass allein die Metall-Nanodrähte 3 auf der Aufbringfläche 11 verbleiben. Alternativ kann der Lösung, in der die Metall-Nanodrähte 3 beim Aufbringen enthalten sind, auch ein Bindematerial oder ein Matrixmaterial für die Metall-Nanodrähte 3 beigegeben sein. In diesem Fall entsteht eine Schicht auf der Aufbringfläche 11, die die Metall-Nanodrähte 3 sowie das Bindemittel enthält.

Anders als in Figur 1E gezeichnet ist es auch möglich, dass die Metall-Nanodrähte 3 nur stellenweise auf der Aufbringfläche 11 aufgebracht werden, beispielsweise in rechteckförmigen Bereichen. Jedoch werden auch in diesem Fall die Metall-Nanodrähte 3 sowohl in den Anhaftbereichen 13 als auch außerhalb der Anhaftbereiche 13 auf die Aufbringfläche 11 aufgebracht.

Wie in Figur 1F dargestellt, erfolgt das Ablösen der Metall-Nanodrähte 3 außerhalb der Anhaftbereiche 13 durch ein Lösungsmittel 7. Bei dem Lösungsmittel 7 handelt es sich bevorzugt um desionisiertes Wasser, kurz DI-Wasser. Beispielsweise wird das Substrat 1 mit der anfangs durchgehenden Metall-Nanodrahtschicht 3 für mehrere Sekunden, beispielsweise für zehn Sekunden, in DI-Wasser eingetaucht. Hierdurch werden die Metall-Nanodrähte 3 aus den Bereichen außerhalb der Anhaftbereiche 13 von dem Substrat 1 gelöst.

Ist ein Bindemittel zusammen mit den Metall-Nanodrähten 3 aufgebracht worden, so handelt es sich bei dem Bindemittel bevorzugt um ein wasserlösliches Polymer, das entsprechend aufgelöst wird. Ist in diesem Verfahrensschritt noch eine
5 Maskenschicht 8 vorhanden, so wird bevorzugt die Maskenschicht 8 ebenfalls durch das Lösungsmittel 7 aufgelöst.

Abweichend von der Darstellung in Figur 1 ist es auch
10 möglich, dass die Maskenschicht 8 noch im Verfahrensschritt der Figur 1E vorhanden ist. In diesem Fall zeigen die Metall-Nanodrähte 3 bevorzugt ein schlechteres Anhaften an der Maskenschicht 8 oder die Maskenschicht 8 haftet schlechter an der Aufbringfläche 11 als die Metall-Nanodrähte 3. Hierdurch
15 ist, siehe Figur 1F, gewährleistet, dass die Metall-Nanodrähte 3 nur in den Anhaftbereichen 13 an dem Substrat 1 verbleiben.

In Figur 1G ist ein optionaler Verfahrensschritt dargestellt.
20 In Figur 1G wird nachträglich ein zusätzliches Bindemittel 33 auf die Metall-Nanodrähte 3 beaufschlagt, um diese an dem Substrat 1 weiter zu fixieren. Anders als dargestellt ist es möglich, dass das zusätzliche Bindemittel 33 ganzflächig auf die Aufbringfläche 11 aufgebracht wird.

25

In Figur 1H sind die weiteren Verfahrensschritte vereinfacht dargestellt. Auf die Metall-Nanodrähte 3, die eine transparente Elektrode 30 der fertigen organischen
Leuchtdiode 10 bilden, wird eine organische Schichtenfolge 4
30 aufgebracht. In der organischen Schichtenfolge 4 wird im Betrieb der Leuchtdiode 10 bevorzugt sichtbares Licht erzeugt. In Richtung weg von dem Substrat 1 folgt der organischen Schichtenfolge 4 eine zweite Elektrode 5 nach,

bei der es sich um eine reflektierende Elektrode oder auch um eine strahlungsdurchlässige Elektrode handeln kann. Auf der zweiten Elektrode 5 ist optional eine Verkapselungsschicht 6 aufgebracht.

5

Abweichend von der Darstellung in Figur 1H ist es auch möglich, dass die organische Schichtenfolge 4, die zweite Elektrode 5 und/oder die Verkapselungsschicht 6 nicht durchgehend, sondern strukturiert auf das Substrat 1 und/oder auf die transparente Elektrode 30 aufgebracht werden. In diesem Fall ist dann nicht die gesamte Aufbringfläche 11 von der organischen Schichtenfolge 4, der zweiten Elektrode 5 und/oder der Verkapselungsschicht 6 bedeckt. Zwischen den Anhaftbereichen 13 können nicht gezeichnete Separationsbereiche vorgesehen sein, in denen eine Vereinzelung des Substrats 1 zu kleineren Einheiten erfolgen kann.

Weitere Verfahrensschritte wie eine weitergehende Verkapselung oder ein Zerteilen zu einzelnen Leuchtdiodenelementen ist zur Vereinfachung der Darstellung in den Figuren jeweils nicht gezeichnet. Ebenso wenig sind weitere Elemente der Leuchtdioden 10 wie externe elektrische Anschlüsse oder ergänzende Stromverteilungsstrukturen illustriert.

Bei dem in Figur 1F dargestellten Schritt kann es sich bereits um einen Reinigungsschritt handeln, der zum Aufbringen der organischen Schichtenfolge 4 erforderlich ist. Eine entsprechende Vorreinigung vor dem Aufbringen der organischen Schichtenfolge 4, welche insbesondere mittels Verdampfens aufgebracht wird, kann über einen so genannten Spin Rinse Dryer oder kurz SRD erfolgen.

Bei dem Verfahren, wie in Figur 2 illustriert, erfolgt der Schritt gemäß Figur 1C durch ein gezieltes und nur stellenweises Bestrahlen der Aufbringfläche 11 mit der UV-Strahlung R. Hierdurch ist eine Maskenschicht 8 unmittelbar an der Aufbringfläche 11 entbehrbar. Diejenigen Bereiche der Aufbringfläche 11, die mit der UV-Strahlung R bestrahlt werden, stellen dann die Anhaftbereiche 13 dar. Die verbleibenden Verfahrensschritte können analog zu Figur 1 erfolgen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Herstellungsverfahrens ist in Figur 3 illustriert. Gemäß Figur 3A wird das Substrat 1 mit der Aufbringfläche 11 bereitgestellt.

In Figur 3B ist zu sehen, dass die Aufbringfläche 11 stellenweise mit einer Haftbeschichtung 2 versehen wird. Die mit der Haftbeschichtung 2 versehenen Bereiche stellen die Anhaftbereiche 13 dar. Bei der Haftbeschichtung 2 handelt es sich beispielsweise um eine Streuschicht für das in der Leuchtdiode 10 im Betrieb erzeugt Licht.

Gemäß Figur 3C werden die Metall-Nanodrähte 3 ganzflächig aufgebracht, wobei die Haftbeschichtung 2 mit den Metall-Nanodrähte 3 überformt wird.

In Figur 3D erfolgt das Strukturieren der Schicht mit den Metall-Nanodrähten 3 zu der transparenten Elektrode 30. Dieses Strukturieren erfolgt, analog zur Figur 1F, mit dem Lösungsmittel 7. Die Metall-Nanodrähte 3 werden in den nicht von der Haftbeschichtung 2 bedeckten Bereichen der Aufbringfläche 11 mittels des Lösungsmittels 7 abgewaschen.

Nachfolgend werden die organische Schichtenfolge, die zweite Elektrode 5 sowie die optionale Verkapselungsschicht 6 angebracht, siehe Figur 3E.

5 Mit dem hier beschriebenen Verfahren ist eine einfache Strukturierungsmöglichkeit vollflächiger Schichten mit den Metall-Nanodrähten 3 gegeben. Über den für das Aufbringen der organischen Schichtenfolge 4 erforderlichen Reinigungsschritt ist gleichzeitig ein strukturiertes Entfernen der Metall-
10 Nanodrähte 3 ermöglicht. Hierdurch werden die für ein entbehrbares Lasernachstrukturieren ansonsten erforderliche Zeit und Kosten eingespart. Dies gilt vor allem bei einer flächigen Rückstrukturierung anstelle von Linienisolation. Auch ist eine Gefahr von Partikelbildung und von Rückständen
15 durch ein Laserverfahren vermieden, sodass die organische Leuchtdiode sicherer verkapselt werden kann. Weiterhin besteht durch das hier beschriebene Verfahren eine größere Designfreiheit hinsichtlich der Strukturgebung, insbesondere bezüglich der transparenten Elektrode 30.

20

In Figur 4A ist in einer schematischen Draufsicht auf eine Aufbringfläche 11 eine metallische Maskenschicht 8 gezeigt. In Figur 4B ist die resultierende lichtdurchlässige Elektrode 30 aus Silbernanodrähten dargestellt. Ein Flächenanteil der
25 Silbernanodrähte 3 an der gesamten Aufbringfläche 11 liegt, wie dies auch in allen anderen Ausführungsbeispielen, insbesondere bei mindestens 25 % oder 35 % und/oder bei höchstens 80 % oder 60 %. Die Maskenschicht 8 ist dabei als Negativ zu der fertigen lichtdurchlässigen Elektrode 30
30 geformt und ist in der fertigen Leuchtdiode nicht mehr vorhanden. Die einzelnen, von den Nanodrähten 3 bedeckten Teilbereiche hängen nicht zusammen und sind, in Draufsicht gesehen, matrixförmig angeordnet und näherungsweise

rechteckig geformt. Insbesondere in einem Randbereich der Matrixanordnung können elektrische Kontaktbereiche und/oder Orientierungsmarkierungen angebracht sein.

- 5 Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn
10 dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

- Diese Patentanmeldung beansprucht die Prioritäten der
15 deutschen Patentanmeldungen 102015101820.9 und 102015102784.4, deren Offenbarungsgehalte hiermit durch Rückbezug aufgenommen werden.

Bezugszeichenliste

	1	Substrat
	11	Aufbringfläche
5	13	Anhaftbereich
	2	Haftbeschichtung
	3	Metallnanodrähte
	30	lichtdurchlässige Elektrode
	33	Bindemittel
10	4	organische Schichtenfolge
	5	reflektierende Elektrode
	6	Verkapselungsschicht
	7	Lösungsmittel
	8	Maskenschicht
15		
	10	organische Leuchtdiode
	R	ultraviolette Strahlung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode (10) mit den folgenden Schritten:

- 5 A) Bereitstellen eines Substrats (1) mit einer durchgehenden Aufbringfläche (11),
B) Erzeugen von mehreren Anhaftbereichen (13) an der Aufbringfläche (11), wobei die Anhaftbereiche (13) vollständig von der Aufbringfläche (11) umfasst sind,
10 C) Aufbringen von Metall-Nanodrähten (3) ganzflächig auf die Aufbringfläche (11),
D) Entfernen der Metall-Nanodrähte (3) außerhalb der Anhaftbereiche (13) mittels Abwaschen mit einem Lösungsmittel (7), sodass die verbleibenden Metall-
15 Nanodrähte (3) vollständig oder teilweise eine lichtdurchlässige Elektrode (30) der organischen Leuchtdiode (10) ausbilden, und
E) Auftragen einer organischen Schichtenfolge (4) auf die lichtdurchlässige Elektrode (30).
- 20
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Verfahrensschritte A bis E in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, wobei der Schritt D ausschließlich mit einem einzigen
25 Lösungsmittel (7) durchgeführt wird,
wobei die Metall-Nanodrähte (3) zu mindestens 95 Gew.% aus Ag bestehen und einen mittleren Durchmesser von höchstens 100 nm sowie eine mittlere Länge von mindestens 5 µm aufweisen, und
30 wobei die Metall-Nanodrähte (3) perkoliert sind, wobei die Anhaftbereiche (13) im Schritt B durch ein gezieltes, stellenweises Reinigen der Aufbringfläche (11) erzeugt werden, wobei das Reinigen durch

Bestrahlung mit ultravioletter Strahlung (R) in Kombination mit einer Ozon-Behandlung oder durch Bestrahlung mit einem Sauerstoffplasma erfolgt, wobei die Anhaftbereiche (13) im Schritt B durch ein
5 gezieltes, stellenweises Aufbringen einer Haftbeschichtung (2) erzeugt werden, sodass die Haftbeschichtung (2) nur in den Anhaftbereichen (13) vorhanden ist.

- 10 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verfahrensschritte A bis E in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, wobei der Schritt D ausschließlich mit einem einzigen Lösungsmittel (7) durchgeführt wird,
15 wobei die Metall-Nanodrähte (3) zu mindestens 95 Gew.% aus Ag bestehen und einen mittleren Durchmesser von höchstens 100 nm sowie eine mittlere Länge von mindestens 5 μm aufweisen, und wobei die Metall-Nanodrähte (3) perkoliert sind.

20

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Anhaftbereiche (13) im Schritt B durch ein gezieltes, stellenweises Reinigen der Aufbringfläche (11) erzeugt werden.

25

5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem das Reinigen durch Bestrahlung mit ultravioletter Strahlung (R) in Kombination mit einer Ozon-Behandlung erfolgt.

30

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei dem vor dem Reinigen eine temporäre Maskenschicht (8) aufgebracht wird, die bis auf die Anhaftbereiche

(13) die Aufbringfläche (11) vollständig abdeckt,
wobei die Maskenschicht (8) vor dem Schritt C entfernt
wird.

- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
bei dem das Reinigen die Bestrahlung mit ultravioletter
Strahlung (R) beinhaltet,
wobei die Bestrahlung nur stellenweise erfolgt, und
wobei während des gesamten Schritts B die
10 Aufbringfläche (11) frei zugänglich ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3,
bei dem die Anhaftbereiche (13) im Schritt B durch ein
gezieltes, stellenweises Aufbringen einer
15 Haftbeschichtung (2) erzeugt werden, sodass die
Haftbeschichtung (2) nur in den Anhaftbereichen (13)
vorhanden ist.
9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
20 wobei es sich bei der Haftbeschichtung (2) um eine
Streuschicht handelt, die ein organisches
Matrixmaterial und darin eingebettete Streupartikel
aufweist,
wobei eine Dicke der Haftbeschichtung (2) zwischen
25 einschließlich 0,5 μm und 50 μm liegt.
10. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem das Matrixmaterial zumindest eines der
folgenden Materialien umfasst oder hieraus besteht:
30 Acrylat, Epoxid, Polyimid, Silikon, SiO_2 , ZnO , ZrO_2 ,
Indium-Zinn-Oxid, Antimon-Zinn-Oxid, Aluminium-Zink-
Oxid, Indium-Zink-Oxid, TiO_2 , Al_2O_3 , Galliumoxid Ga_2O_3 .

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei es sich bei dem Lösungsmittel (7) um
deionisiertes Wasser handelt und wobei das Substrat (1)
ein Glassubstrat ist, und
5 wobei die Metall-Nanodrähte (3) im Schritt C mittels
Schlitzdüsenbeschichtung aufgebracht werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem im Schritt E die organische Schichtenfolge (4)
10 unmittelbar bis an die Metall-Nanodrähte (3)
heranreicht und eine Matrix für die Metall-Nanodrähte
(3) bildet.
13. Organische Leuchtdiode (10), die mit einem Verfahren
15 nach einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellt
ist.
14. Organische Leuchtdiode (10) nach dem vorhergehenden
Anspruch,
20 bei dem unmittelbar auf dem Substrat (1) die
Haftschicht (2), die eine Streuschicht ist, aufgebracht
ist,
wobei die Metall-Nanodrähte (3) unmittelbar auf der
Haftschicht (2) aufgebracht sind und die organische
25 Schichtenfolge (4) eine Matrix für die Metall-
Nanodrähte (3) bildet, und
wobei die organische Schichtenfolge (4) von dem
Substrat (1) beabstandet angeordnet ist.
- 30 15. Organische Leuchtdiode (10) nach Anspruch 13,
bei dem die Metall-Nanodrähte (3) unmittelbar auf dem
Substrat (1) aufgebracht sind,
wobei die organische Schichtenfolge (4) eine Matrix für

die Metall-Nanodrähte (3) bildet und das Substrat (1) stellenweise berührt.

FIG 1A

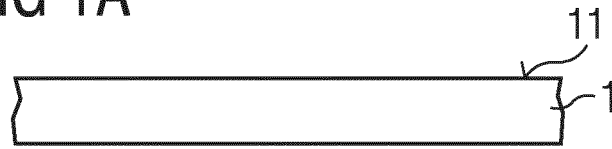


FIG 1B

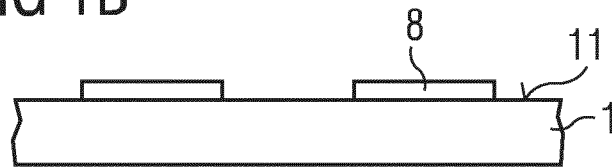


FIG 1C

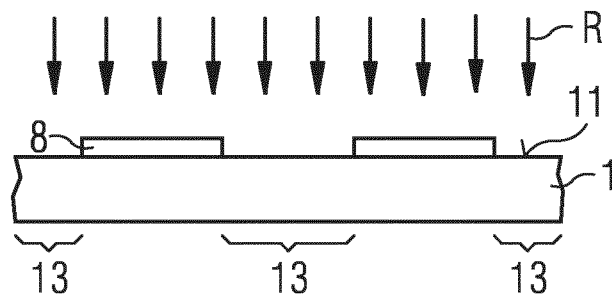


FIG 1D

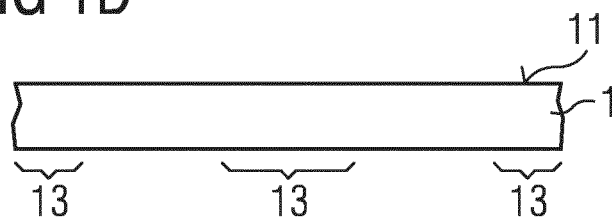


FIG 1E

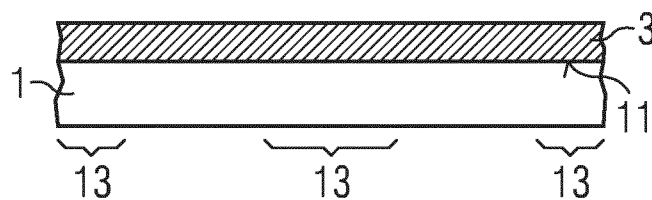


FIG 1F

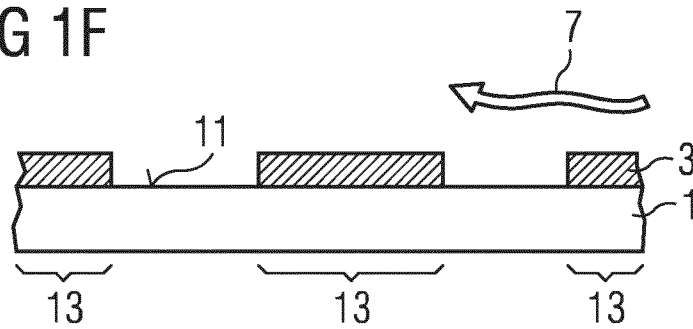


FIG 1G

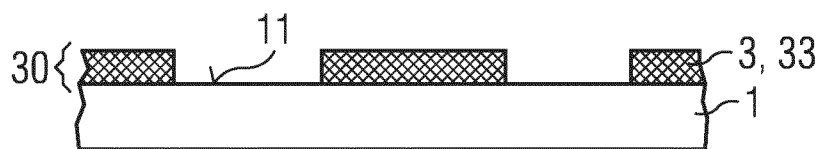


FIG 1H

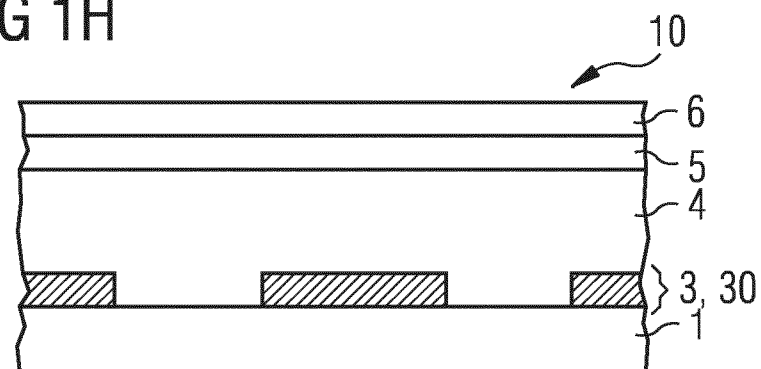


FIG 2

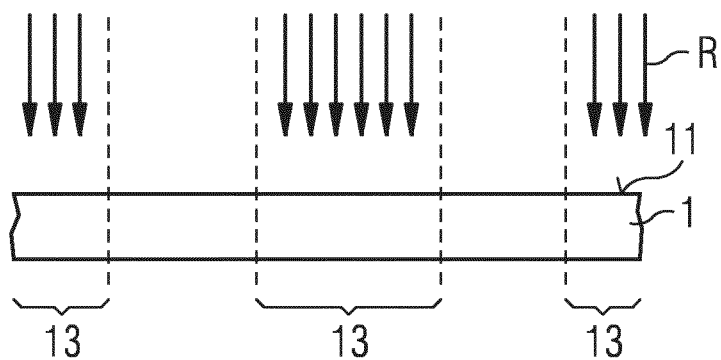


FIG 3A

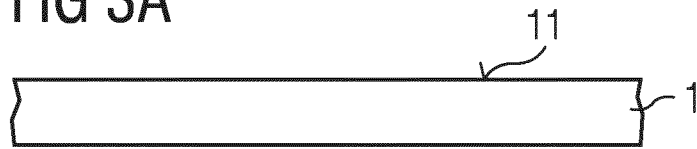


FIG 3B

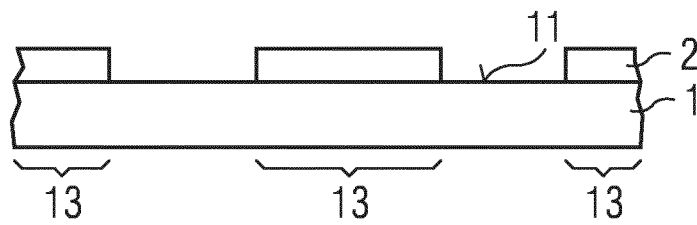


FIG 3C

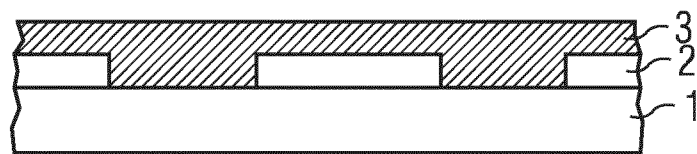


FIG 3D

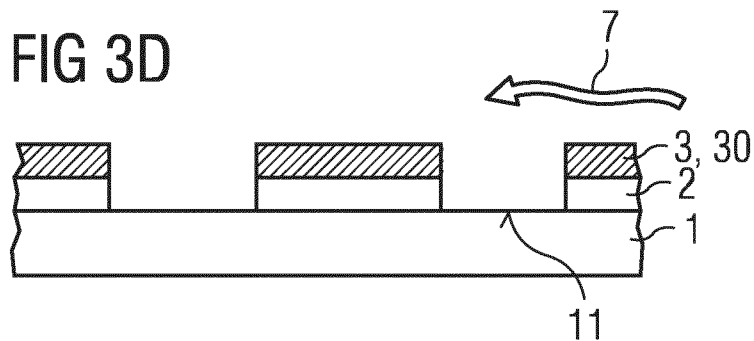


FIG 3E

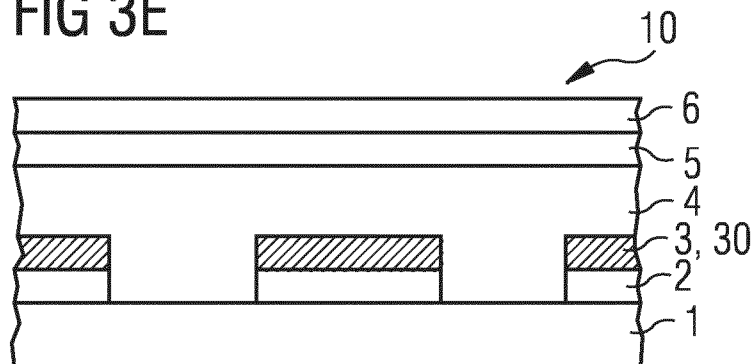


FIG 4A

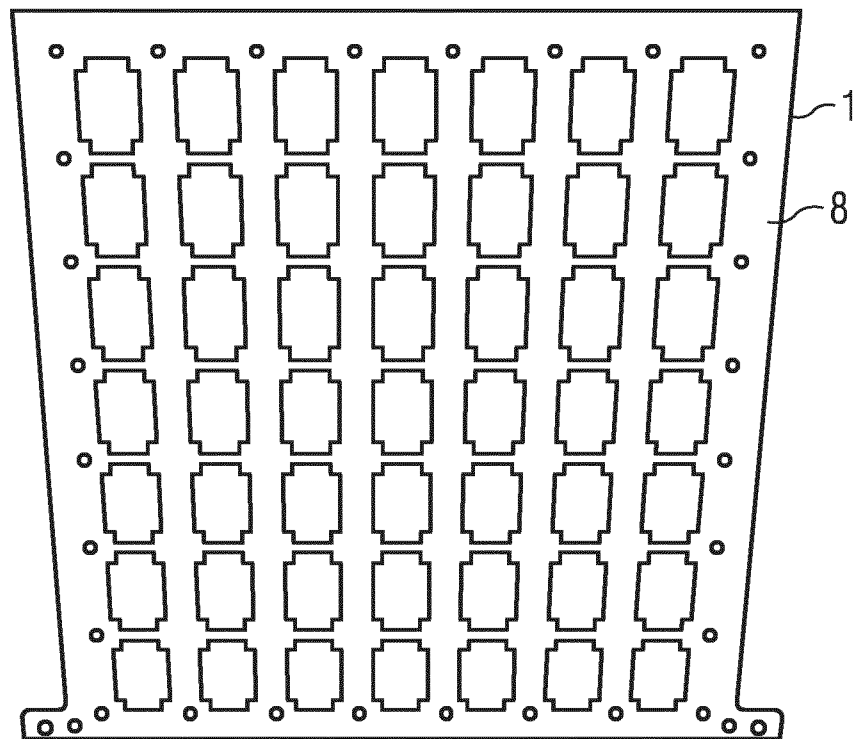
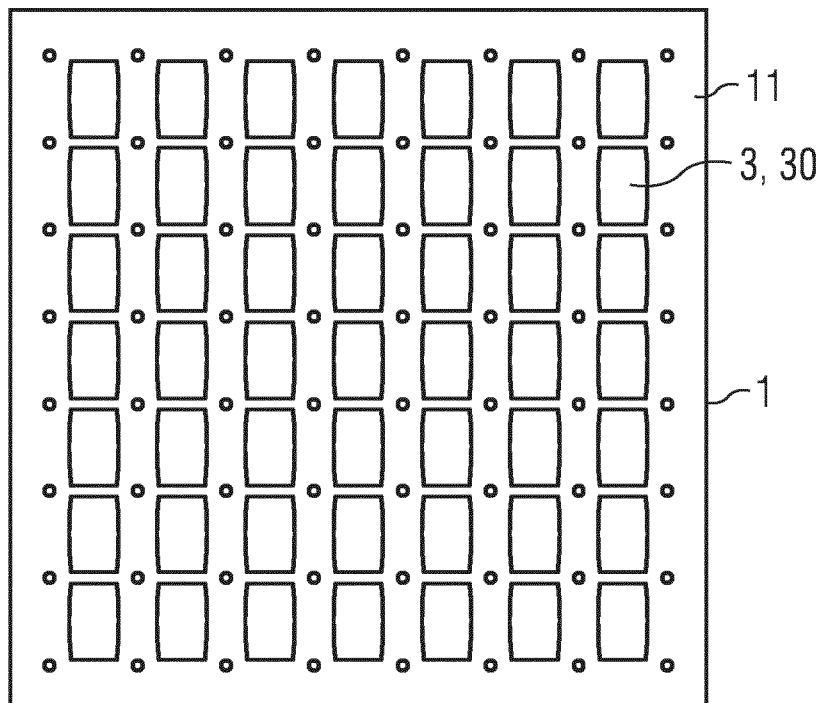


FIG 4B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2014/284083 A1 (SRINIVAS ARJUN [US] ET AL) 25 September 2014 (2014-09-25) paragraphs [0065], [0197] - [0202], [0222]; figures 16-21; examples 4,11,24 -----	1-8, 11-13,15 9,10
X	WO 2013/056155 A2 (CAMBRIOS TECHNOLOGIES CORP [US]) 18 April 2013 (2013-04-18) cited in the application page 7, line 27 - page 9, line 18; figure 3b page 26, line 20 - page 28, line 30 -----	13,14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 April 2016

Date of mailing of the international search report

15/04/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bakos, Tamás

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/052518

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014284083	A1	25-09-2014	
		AU 2012298650 A1	27-03-2014
		CA 2849394 A1	28-02-2013
		CN 104040642 A	10-09-2014
		EP 2748827 A2	02-07-2014
		HK 1201633 A1	04-09-2015
		JP 5813875 B2	17-11-2015
		JP 2014527237 A	09-10-2014
		KR 20140075689 A	19-06-2014
		US 2013056244 A1	07-03-2013
		US 2014284083 A1	25-09-2014
		US 2015129286 A1	14-05-2015
		WO 2013029028 A2	28-02-2013

WO 2013056155	A2	18-04-2013	
		EP 2766939 A2	20-08-2014
		JP 2014534572 A	18-12-2014
		KR 20140095488 A	01-08-2014
		TW 201321299 A	01-06-2013
		US 2013105770 A1	02-05-2013
		US 2014175407 A1	26-06-2014
		US 2015287955 A1	08-10-2015
		WO 2013056155 A2	18-04-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L51/52
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 2014/284083 A1 (SRINIVAS ARJUN [US] ET AL) 25. September 2014 (2014-09-25) Absätze [0065], [0197] - [0202], [0222]; Abbildungen 16-21; Beispiele 4,11,24 -----	1-8, 11-13,15 9,10
X	WO 2013/056155 A2 (CAMBRIOS TECHNOLOGIES CORP [US]) 18. April 2013 (2013-04-18) in der Anmeldung erwähnt Seite 7, Zeile 27 - Seite 9, Zeile 18; Abbildung 3b Seite 26, Zeile 20 - Seite 28, Zeile 30 -----	13,14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. April 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/04/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bakos, Tamás

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/052518

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
US 2014284083	A1	25-09-2014	AU	2012298650	A1	27-03-2014
			CA	2849394	A1	28-02-2013
			CN	104040642	A	10-09-2014
			EP	2748827	A2	02-07-2014
			HK	1201633	A1	04-09-2015
			JP	5813875	B2	17-11-2015
			JP	2014527237	A	09-10-2014
			KR	20140075689	A	19-06-2014
			US	2013056244	A1	07-03-2013
			US	2014284083	A1	25-09-2014
			US	2015129286	A1	14-05-2015
			WO	2013029028	A2	28-02-2013

WO 2013056155	A2	18-04-2013	EP	2766939	A2	20-08-2014
			JP	2014534572	A	18-12-2014
			KR	20140095488	A	01-08-2014
			TW	201321299	A	01-06-2013
			US	2013105770	A1	02-05-2013
			US	2014175407	A1	26-06-2014
			US	2015287955	A1	08-10-2015
			WO	2013056155	A2	18-04-2013
