

(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
31. März 2016 (31.03.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/045668 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H01L 51/48 (2006.01) *H01L 51/56* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE2015/100407
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
28. September 2015 (28.09.2015)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2014 114 035.4
26. September 2014 (26.09.2014) DE
- (71) **Anmelder:** HELIATEK GMBH [DE/DE]; Treidlerstrasse
3, 01139 Dresden (DE).
- (72) **Erfinder:** ANDERSON, Merve; Fritz-Hoffmann-Strasse
6, 01097 Dresden (DE). HERMENAU, Martin; Am
Jochhöh 21a, 01705 Freital (DE). PFEIFFER, Martin;
Spenerstrasse 21, 01309 Dresden (DE). GERDES, Olga;
Ringstraße 102, 89081 Ulm (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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) **Title:** METHOD FOR APPLYING A PROTECTIVE LAYER, PROTECTIVE LAYER AND SEMI-FINISHED PRODUCT WITH A PROTECTIVE LAYER

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM AUFBRINGEN EINER SCHUTZSCHICHT, SCHUTZSCHICHT SELBST UND HALBFABRIKAT MIT EINER SCHUTZSCHICHT

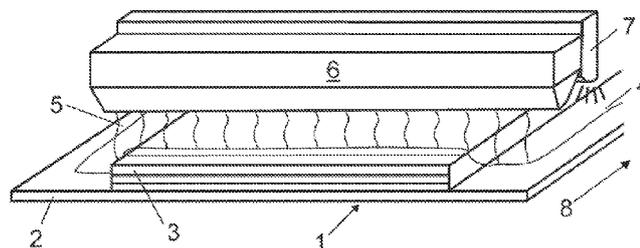


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a protective layer and to a method for applying the protective layer (4) during a continuous reel-to-reel method for producing a semi-finished product and a semi-finished product of an organic electronic component, comprising a layer stack (3) on a substrate film (2). The protective layer protects the layer stack prior to and during the final production from environmental influences and from the damages related to handling. The aim of the invention is to produce a protective layer and to provide a method for the production thereof, said method being simple, flexible and economical, and at the same time, the method and the protective layer themselves having as few disadvantageous effects as possible on the functional layers which are to be protected. Said aim is achieved in that a protective layer material which is at least temporarily fluid, and which can be cross-linked or hardened in the application phase, and which is compatible with the layer stack in the fluid and solid phase and also with the conditions during the reel-to-reel method, is applied in such a manner that a functional protective layer is produced.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/045668 A1



Die Erfindung betrifft eine Schutzschicht und ein Verfahren zum Aufbringen der Schutzschicht (4) im Rahmen eines kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Verfahrens zur Herstellung eines Halbfabrikats organischer elektronischer Bauelemente, umfassend einen Schichtstapel (3) auf einer Substratfolie (2), wobei die Schutzschicht den Schichtstapel vor und während der Endfertigung vor Umwelteinflüssen und durch die Handhabung bedingten Beschädigungen schützt. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schutzschicht für die Fertigung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung anzubieten, das einfach, flexibel und kostengünstig ist und dabei weder das Verfahren, noch die Schutzschicht selbst möglichst wenige nachteilige Auswirkungen auf die zu schützenden Funktionsschichten hervorrufen. Die Aufgabe wird gelöst durch ein zumindest temporär in der Phase des Auftragens fluides, vernetz- oder aushärtbares und mit dem Schichtstapel in fluiden und in fester Phase sowie mit den Bedingungen während des Rolle-zu-Rolle-Verfahrens kompatibles Schutzschichtmaterial in der Weise aufgetragen wird, dass sich eine funktionelle Schutzschicht herausbildet.

VERFAHREN ZUM AUFBRINGEN EINER SCHUTZSCHICHT, SCHUTZSCHICHT SELBST UND HALBFABRIKAT MIT EINER SCHUTZSCHICHT

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schutzschicht, auch als Wickelschutzschicht bezeichnet,
5 und ein Verfahren zum Aufbringen einer Schutzschicht im Rahmen eines
kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Verfahrens zur Herstellung eines beschädigungsfrei
handhabbaren Halbfabrikats organischer elektronischer Bauelemente,
insbesondere optoelektronischer Bauelemente, wie Solarzellen oder LED, TFT etc.

Stand der Technik

10 Organische Elektronik ist ein Teilgebiet der Elektronik, das elektronische
Schaltungen aus elektrisch leitfähigen Polymeren oder kleineren organischen
Verbindungen verwendet.

Merkmal der organischen Elektronik ist die Verwendung mikroelektronischer
Bauelemente auf Trägermaterialien aus organischen Folien sowie Leiterbahnen und
15 Bauelemente, die aus leitfähigen organischen Molekülen (organischen Halbleitern)
gefertigt werden. Die organischen Materialien werden dabei in Form dünner Filme
oder kleiner Volumen auf die Folien aufgedruckt, aufgeklebt, gecoated, aufgedampft
oder anderweitig angebracht. Für die Herstellung der dünnen Schichten kommen
ebenso alle Verfahren in Betracht, die auch für Elektronik auf keramischen oder
20 halbleitenden Trägern verwendet werden.

Optoelektronische Bauelemente finden heute eine breite Anwendung im alltäglichen
sowie industriellen Umfeld. Von besonderem Interesse sind dabei Bauelemente mit
organischen Schichten, welche aufgrund ihrer flexiblen Ausgestaltung eine
Anordnung auf gekrümmten oder gewölbten Oberflächen erlauben.

25 Organische Elektronik ist in vielen Anwendungsgebieten redundant zur
Siliziumtechnologie, weist aber Vorteile auf wie niedrige Kosten, wodurch sie unter
anderem geeignet ist Einwegelektronik, oder niedrige Gesamtdicke der
Bauelemente, wodurch sie leichter integrierbar ist. Die Herstellung der dünnen
Schichten ist unter sehr viel milderer Bedingungen möglich, so dass als Substrate
30 auch flexible Kunststofffolien möglich sind und so in sich flexible und zum Teil
dehnbare Bauelemente möglich sind.

Bekannt sind zudem organische Leuchtdioden (OLED), welche aufgrund der nicht benötigten Hintergrundbeleuchtung sehr dünn und damit auch flexibel ausgestaltet werden können. Weiterhin bekannt sind auch Solarzellen mit organischen aktiven Schichten, welche flexibel ausgestaltet sind. Die organischen aktiven Schichten
5 können dabei aus Polymeren, beispielsweise beschrieben in der Druckschrift US 7 825 326 B2, oder kleinen Molekülen, wie aus der Druckschrift EP 2 385 556 A1 bekannt, aufgebaut sein. Weitere Anwendungen finden sich zum Beispiel in Lichtsensoren oder Feldeffekttransistoren.

Die elektronischen Bauelemente umfassen mindestens zwei Elektroden, wobei eine
10 auf dem Substrat aufgebracht ist und die andere als Gegenelektrode auf der vom Substrat abgewandt aufgebracht ist. Zwischen den Elektroden befindet sich mindestens eine photoaktive Schicht, vorzugsweise eine organische photoaktive Schicht. Weitere Schichten, beispielsweise Transportschichten, können zwischen den Elektroden angeordnet sein.

15 Während Polymere sich dadurch auszeichnen, dass diese nicht verdampfbar und daher nur aus Lösungen aufgebracht werden können, sind kleine Moleküle meist verdampfbar und können durch verdampfen oder sublimieren mit oder ohne Trägergas lösungsmittelfrei verarbeitet werden.

Der Vorteil solcher Bauelemente auf organischer Basis gegenüber den
20 konventionellen Bauelementen auf anorganischer Basis, insbesondere Halbleitern wie Silizium oder Galliumarsenid, sind die teilweise extrem hohen optischen Absorptionskoeffizienten organischer Materialien bis zu $2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$, so dass sich die Möglichkeit bietet, mit geringem Material- und Energieaufwand sehr dünne Bauelemente herzustellen. Weitere technologische Aspekte sind die niedrigen
25 Kosten, die Möglichkeit, flexible großflächige Bauteile auf Plastikfolien herzustellen, und die nahezu unbegrenzten Variationsmöglichkeiten und die unbegrenzte Verfügbarkeit der organischen Chemie.

Eine Solarzelle wandelt Lichtenergie in elektrische Energie um, während eine OLED elektrische Energie in Licht umwandelt. Der Begriff *photoaktiv* bezeichnet hierbei
30 ebenfalls die Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie und umgekehrt. Im Gegensatz zu anorganischen Solarzellen werden bei organischen Solarzellen

durch das Licht nicht direkt freie Ladungsträger erzeugt, sondern es bilden sich zunächst Exzitonen, also elektrisch neutrale Anregungszustände (gebundene Elektron-Loch-Paare). Erst in einem zweiten Schritt werden diese Exzitonen in freie Ladungsträger getrennt, die dann zum elektrischen Stromfluss beitragen. Bekannte
5 Ausgestaltungen organischer Solarzellen sind beispielsweise in den Druckschriften WO 2004 083 958 A2, WO 2006 092 135 A1, WO 2006 092 134 A1, EP 107 25 079 A1, WO 2010 139 804 A1 sowie WO 2011 064 330 A1 offenbart.

Die Herstellung von optoelektronischen Bauelementen erfolgt in Abhängigkeit der verwendeten organischen Materialien in der aktiven organischen Schicht durch
10 Sputtern, Spin Coating oder Bedrucken sowie durch Abscheidung aus der Dampfphase (CVD, OVPD) und durch Strukturierungsmaßnahmen wie Laserstrukturierung oder nasslithographische Strukturierung.

Unter einem Rolle-zu-Rolle-Verfahren wird dabei eine kontinuierliche Verfahrensführung verstanden, die im Gegensatz zu einem Batch-Verfahren, in dem
15 einzelne Bauteile nacheinander prozessiert werden, steht. Im Allgemeinen bedeutet eine kontinuierliche Verfahrensführung, dass ein technischer Herstellungsprozess ohne Unterbrechungen durchgeführt wird. Dabei wird vorzugsweise das Substrat bzw. das herzustellende Bauelement kontinuierlich weitergeführt. Im Speziellen bedeutet dies, dass zumindest Halbfertigteile oder Halbzeuge oder Bauelemente in
20 mehr als einem Verfahrensschritt mit einem kontinuierlichen Verfahren hergestellt werden, z.B. eine Substratfolie aus einer Trägerfolie mit einem leitfähigen Schichtstapel. Das Rolle-zu-Rolle-Verfahren ist beispielsweise durch ein fortlaufendes Band aus einer Kunststofffolie, beispielsweise PET oder PEN, gekennzeichnet. Auf dieses Band werden zur Ausbildung elektronischer
25 Bauelemente Materialien aufgetragen, insbesondere durch Aufdampfen, Drucken, Coaten, Sputtern oder Plasmaabscheiden und strukturiert durch beispielsweise lasern, ätzen, kratzen oder schneiden

Ein Problem bei der Herstellung optoelektronischer Bauelemente mit organischen Schichten im Rolle-zu-Rolle-Verfahren ist, dass die Substrate nur durch eine
30 elektrische Isolierung voneinander getrennt sind, in der Regel eingebracht durch Laserprozesse oder lithographisch-chemische oder mechanische Prozesse. Die Substrate befinden sich auf der Rolle und müssen zur Fertigstellung sowohl

voneinander getrennt als auch hinreichend vor äußeren Umwelteinflüssen versiegelt werden, sobald sie das kontinuierliche Rolle-zu-Rolle-Verfahren verlassen.

Zwar ist es vorteilhaft für die vollständige Produktion mehrere, aufeinanderfolgende Rolle-zu-Rolle-Anlagen zu verwenden, welche je nach Anforderung unter
5 atmosphärischen, inerten oder Niederdruckbedingungen betrieben werden können, um die Komplexität der Einzelanlagen zu verringern. So ist es beispielsweise sinnvoll eine Rolle-zu-Rolle-Anlage zur Herstellung der organischen Bauelemente und eine weitere Anlage zur weiterführenden Verkapselung dieser zu verwenden, da die Prozessumgebungen dieser beiden Produktionsschritte maßgeblich
10 voneinander verschieden sein können. Die prozesstechnische Trennung geschieht hierbei beispielsweise nach der vollständigen Abscheidung und Strukturierung der funktionalen organischen Bauelemente (vgl. Druckschrift DE 10 2012 106 607 A1).

Problematisch ist jedoch dabei, dass die schon fertigen Schichten zwischen den Arbeitsschritten immer vor Feuchtigkeit, Lösungsmitteln und/oder mechanischem
15 Stress bewahrt werden müssen. Hinzu kommt die zumeist geringe Haftung zwischen dem organischen Schichtstapel und der Gegenelektrode, weswegen eine Auf- und Abwicklung des fortlaufenden Substrates mitsamt dem vollständigen Schichtstapel mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Schädigung der organischen Bauelemente, welche sich auf dem fortlaufenden Substrat befinden, führt.

20 Zum Schutz des Halbfabrikats wird daher eine Schutzschicht benötigt (vgl. z. B. die Druckschriften DE 10 2004 024 461 A1, DE 10 2011 075 081 A1 und DE 10 2010 014 299 A1). Diese gibt Gewähr für einen schadensfreien Transfer in eine Folgemaschine sowie eine unempfindlichere Weiterverarbeitung des Halbfabrikats, bei der auch Berührungen auf beiden Seiten der Folie möglich sind.

25 Als Schutzschicht wird nach dem Stand der Technik eine Polymerfolie aufgebracht. Eine vorgefertigte Folie weist aber ohne besondere Maßnahmen, beispielsweise eine aufwändige Trocknung, eine hohe Feuchtigkeit auf. Dies führt jedoch zu Schäden am abzudeckenden, feuchteempfindlichen Bauelement.

Andere Verfahren für die Ausbildung einer Deckschicht sind bekannt, können jedoch
30 für die Herstellung einer Schutzschicht nach dem Oberbegriff der Erfindung nicht herangezogen werden. So sieht das Verfahren nach der Druckschrift

DE 10 2008 026 216 B4 den Auftrag eines Lacks vor, dessen den Schichtstapel schädigender Lösemittelgehalt das Verfahren aber für den vorliegenden Zweck ungeeignet macht. Weiterhin ist es aus der Druckschrift DE 10 2009 025 123 A1 bekannt, Schichten durch die Extrusion eines Polymers aus einer Breitschlitzdüse aufzubringen. Die relativ hohen Temperaturen, die zum Schmelzen des Polymers erforderlich sind, und die aus dem Extrusionsvorgang resultierende mechanische Belastung führen dazu, dass dieses Verfahren ebenfalls nicht eingesetzt werden kann, um eine Schutzschicht, die unmittelbar den organischen Schichtstapel bedecken soll, aufzubringen.

10 **Zusammenfassung der Erfindung**

Technische Aufgabe

Es besteht daher ein besonderes Bedürfnis, Verfahren zu entwickeln, mit welchen eine permanente Schutzschicht auf der Gegenelektrode eines Schichtstapels eines elektronischen Bauelements aufgebracht werden kann, die sich dadurch auszeichnet, dass keine negativen Wechselwirkungen mit dem zu schützenden Schichtstapel des elektronischen Bauelements auftreten. Das Verfahren soll zudem in die zur Herstellung des organischen Halbfabrikats verwendeten Rolle-zu-Rolle-Prozesse integrierbar sein.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein Halbfabrikat mit einer Schutzschicht bereitzustellen, so dass der Schichtstapel des elektronischen Bauelements für die Phase der Endfertigung vor Umwelteinflüssen und durch Beschädigungen bei der Weiterverarbeitung geschützt ist. Weder die aufgebrachte Schutzschicht selbst noch das Verfahren zur Herstellung bzw. zum Aufbringen der Schutzschicht dürfen nachteilige Auswirkungen auf die weitere Verarbeitung des Halbfabrikats oder die zu schützenden Funktionsschichten des Schichtstapels aufweisen. Weiterhin ist gefordert, dass das Verfahren zur Herstellung der Schutzschicht einfach, flexibel und kostengünstig ist und in den Rolle-zu-Rolle-Prozess integrierbar ist.

Eine weitere Aufgabe besteht darin Eigenschaften der Schutzschicht anzugeben und das Verfahren zum Aufbringen der Schutzschicht anzugeben.

Technische Lösung

Verfahren zum Aufbringen einer Schutzschicht

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Aufbringen einer Schutzschicht im Rahmen eines kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Verfahrens zur Herstellung eines Halbfabrikats organischer elektronischer Bauelemente, umfassend einen Schichtstapel auf einer Substratfolie, wobei die Schutzschicht den Schichtstapel vor und während der Endfertigung vor Umwelteinflüssen und durch die Handhabung bedingten Beschädigungen schützt, wobei mittels Auftrags durch ein zumindest temporär in der Phase des Auftrags flüdes, vernetz- oder aushärtbares und mit dem Schichtstapel in flüder und in fester Phase sowie mit den Bedingungen während des Rolle-zu-Rolle-Verfahrens kompatibles Schutzschichtmaterial in der Weise aufgetragen wird, dass sich eine funktionelle Schutzschicht herausbildet. Kompatibel zu dem Schichtstapel ist das Material, wenn es keine nachteiligen Einflüsse auf den Schichtstapel ausübt, kompatibel zu dem Verfahren ist das Material, wenn es weder Störungen im Verfahrensablauf hervorruft, noch sich selbst durch die Bedingungen während des Verfahrensablaufs in einer Weise verändert, die mit Nachteilen für das Material selbst, den Schichtstapel oder das Verfahren verbunden wäre.

Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, dass es sich bei dem mit der Schutzschicht zu versehenen Halbfabrikat um ein optoelektronisches Bauelement handelt. Dazu gehören emittierende Bauelemente wie OLEDs oder Energiewandler wie Photovoltaikmodule und Lichtsensoren, aber auch Feldeffekttransistoren.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform umfasst als zu schützenden Schichtstapel, ein optoelektronisches Bauelement, umfassend mindestens zwei Elektroden, wobei eine Elektrode auf einem Substrat, das optional eine Barrierefunktion gegen Wasserdampf, Sauerstoff oder Wasser umfasst, aufgebracht ist und die andere als Gegenelektrode auf der vom Substrat abgewandten Seite aufgebracht ist, weiterhin umfassend mindestens eine photoaktive Schicht zwischen den Elektroden. Bevorzugt wird der zu schützende Schichtstapel überwiegend durch Verdampfen oder Sublimieren kleiner Moleküle mit oder ohne Trägergas auf einem Substrat hergestellt. Der zu schützende Schichtstapel kann noch weitere

funktionale Schichten, beispielsweise Transport- oder Passivierungsschichten, umfassen.

Es hat sich als sinnvoll herausgestellt, dass Schutzschichtmaterialien verwendet werden, die im flüssigen Zustand wasser- und lösungsmittelfrei sind. Dadurch wird
5 die Auslösung/Auflösung der organischen Materialien aus dem Schichtstapel, beispielsweise durch Diffusion, vermieden oder verringert.

Weiterhin ist die optimale Anpassung an die Bedingungen im Herstellungsprozess des Halbfabrikats vorgesehen, so kann das Aufbringen der Schutzschicht unter
10 niedrigerem Druck, also Unterdruck, erfolgen.

Weiterhin ist vorgesehen, dass der Herstellungsprozess zum Aufbringen der Schutzschicht im Vakuum erfolgt, bevorzugt im Grob- oder Feinvakuum.

Alternativ erfolgt die Anpassung auch durch eine Vorbehandlung des Druckmaterials, z. B. durch Ausgasen gelöster Gase vor dem Einsatz im Vakuum.

15 Eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Auftrag des Schutzmaterials mit oder ohne Trägergas erfolgt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die funktionelle Schutzschicht mit einer Dicke von mindestens 50 nm und höchstens 200 µm hergestellt, besonders bevorzugt mit einer Dicke von mindestens 5 µm und höchstens 100 µm.

20 Als besonders vorteilhaft hat sich jedoch der Auftrag des Schutzschichtmaterials in einem Druckverfahren herausgestellt. Beim Drucken ist eine große Vielfalt von einzusetzenden Materialien verfügbar, so dass die Auswahl nach Kriterien erfolgen kann, die insbesondere die Verträglichkeit mit dem Schichtstapel und mit den vorgesehenen Prozessbedingungen berücksichtigen. So wird auf Druckmaterialien
25 verzichtet, die mit dem organischen Schichtstapel unverträgliche Lösemittel oder Feuchtigkeit aufweisen, bei denen ein Verdampfen die Aushärtung der aufgetragenen Schicht bewirken soll. Stattdessen sind andere, an die Anforderungen des Schichtstapels angepasste Verfahren zur Vernetzung (Aushärten) des Schutzschichtmaterials nach dem Drucken vorgesehen. Bevorzugt
30 werden aber lösungsmittelfreie Tinten eingesetzt.

Als Druckverfahren ist wenigstens eines der Verfahren Siebdruck, Flexoprint, Schlitzdüse, Plotten oder Tintenstrahldruck oder ein zum 3-D-Druck geeignetes Verfahren vorgesehen. Dabei ist Siebdruck geeignet, schnell große Flächen zu beschichten. Es sind eine Ebenenjustierung und der Einsatz der
5 Dickschichttechnologie (einige 100 nm) möglich. Der Tintenstrahldruck wiederum ist leicht anwendbar. Besonders vorteilhaft für polymere LEDs ist das Plotten, da es leicht anwendbar ist, große Flächen beschichtet werden können und gleichfalls eine Ebenenjustierung möglich ist.

Durch den Einsatz von Verfahren, die beim 3-D-Druck genutzt werden, ist es
10 hingegen besonders einfach, der erzeugten Schutzschicht eine gewünschte Topografie zu verleihen. Der Aufbau beim 3-D-Druck erfolgt computergesteuert aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen (CAD). Beim Aufbau finden physikalische oder chemische Härtungs- oder Schmelzprozesse statt. Typische Werkstoffe für das 3D-Drucken sind
15 Kunststoffe, Kunstharze, Keramiken und Metalle – demnach ein sehr breites Spektrum an einsetzbaren Werkstoffen. Insbesondere umfasst das erfindungsgemäße Verfahren die folgenden Verfahren.

In einer Ausführungsform der Erfindung hat sich das Verfahren *Fused Deposition Modeling* (FDM, deutsch: Schmelzschichtung) herausgestellt, dass ein
20 Fertigungsverfahren aus dem Bereich des *Rapid Prototyping* bezeichnet, mit dem ein Werkstück schichtweise aus einem schmelzfähigem Kunststoff aufgebaut wird. Dieses Verfahren basiert auf der Verflüssigung eines drahtförmigen Kunststoff- oder Wachsmaterials durch Erwärmung. Beim anschließenden Abkühlen erstarrt das Material. Der Materialauftrag erfolgt durch Extrudieren mit einer in der
25 Fertigungsebene frei verfahrbaren Heizdüse. Die Schichtdicken liegen nach dem bislang bekannten Stand der Technik zwischen 0,025 bis 1,25 mm. Dadurch lässt sich die erfindungsgemäße Schutzschicht besonders einfach mit einer gewünschten Textur versehen. Vorteilhaft vor allem gegenüber anderen Verfahren der Extrusion von Polymeren ist die geringe Materialmenge, die die Heizdüse auf einmal verlässt.
30 Dadurch kann auch – trotz unter Umständen höherer Materialtemperatur – der Wärmeeintrag auf den Untergrund, beispielsweise den Schichtstapel kontrollieren. So kann gezielt die Menge an heißem Schutzschichtmaterial, die in einer bestimmten Zeit an einer bestimmten Stelle aufgetragen wird, so eingestellt werden,

dass die Temperatur im Untergrund einen Grenzwert nicht überschreitet. Ist das aufgetragene Material an einer Stelle entsprechend abgekühlt, kann nochmals Material aufgetragen werden, um die gewünschte Schichtdicke oder Textur zu erhalten.

- 5 Ein weiteres zur Ausführung der vorliegenden Erfindung geeignetes 3-D-Druckverfahren ist das *Multi Jet Modeling*. Der Begriff *Multi-Jet Modeling (MJM)* (auch *Polyjet-Modeling*) bezeichnet ein Verfahren des *Rapid Prototyping*, bei dem ein Modell durch einen Druckkopf mit mehreren linear angeordneten Düsen, der ähnlich wie der Druckkopf eines Tintenstrahldruckers funktioniert, schichtweise
- 10 aufgebaut wird. Aufgrund der geringen Größe der mit diesen Systemen erzeugten Tröpfchen können auch feine Details bzw. dünne Schichten dargestellt werden. Eine Druckauflösung von 450 dpi und besser ist technisch möglich. Als Werkstoffe für eine derart gefertigte Schutzschicht kommen UV-empfindliche Photopolymere in Frage. Diese Druckmaterialien in Form von Monomeren werden unmittelbar nach
- 15 dem Aufdrucken mittels UV-Licht polymerisiert und dabei vom flüssigen Ausgangszustand in den festen Endzustand überführt. Durch den Einsatz eines Zweikopfsystems können auch unterschiedliche Materialien kombiniert werden, etwa um verschiedene Eigenschaften zu kombinieren oder einen optischen Effekt zu erzielen.
- 20 Die Vernetzung oder Aushärtung des Schutzschichtmaterials umfasst wenigstens eines der Verfahren UV-Vernetzung, wie zuvor bereits zum *Multi Jet Modeling* dargelegt, thermische Vernetzung durch den bevorzugt lokalen Einsatz einer Wärmequelle, die den Schichtstapel nicht schädigt, und Trocknung. Mit Trocknung ist dabei nicht die Trocknung durch das Verdampfen von Wasser oder
- 25 Lösungsmitteln gemeint, da Wasser oder Lösungsmittel im Schutzschichtmaterial den Schichtstapel schädigen würden.

Zum Einsatz kommt ein Schutzschichtmaterial, das im flüssigen Zustand wasser- und lösungsmittelfrei ist, um keine Schädigung des organischen Schichtstapels hervorzurufen. Bevorzugt ist das Schutzschichtmaterial elektrisch isolierend,

30 zumindest nach der Vernetzung. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das Schutzschichtmaterial einen Dampfdruck aufweist, der unter dem beim Herstellungsverfahren vorgesehenen Umgebungsdruck liegt. Dadurch kann es unter

dem gegebenenfalls niedrigen Druck bei der Verarbeitung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren in der jeweiligen Anlage nicht zu einem unerwünschten Verdampfen des Schutzschichtmaterials kommen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass als Schutzschichtmaterial Materialien
5 wenigstens eine der Materialgruppe Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere verwendet werden.

Weiterhin ist nach der Erfindung vorgesehen, dass wenigstens eine der Materialgruppen Phenoplaste, Aminoplaste, ungesättigte Polyester-Harze, Vinylester-Harze, Epoxid-Harze, Silicon-Harze z.B. Silizium-Acrylat basierte Harze,
10 Epoxysiloxane, Dicyclopentadien oder Diallylphthalat-Harze als Schutzschichtmaterial vorgesehen ist.

Weiterhin erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass als Schutzschichtmaterialien aromatische, aliphatische, halogenfreie oder halogenhaltige Polyolefine, oder aromatische, aliphatische, gesättigte oder ungesättigte Polyester, oder Polyamide,
15 oder Polyurethane, oder Phenolformaldehydharze oder Poly(organo)siloxane verwendet werden.

Bei Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass das aufzutragende Schutzschichtmaterial eine bestimmte Mindestviskosität aufweisen muss, damit das Schutzschichtmaterial nicht von dem Schichtstapel herstellungsbedingt
20 herunterläuft, wenn keine speziellen Randbegrenzungen vorgesehen sind. Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn die Viskosität des Schutzschichtmaterials während des Auftragens mindestens bei 10 mPa.s liegt, bevorzugt größer als 50 mPa.s, besonders bevorzugt größer als 10^2 mPa.s liegt.

Weiterhin ist um einen formflüssigen Auftrag des Schutzschichtmaterial zu
25 gewährleisten sicher zu stellen, dass das Schutzschichtmaterial eine entsprechende Maximalviskosität während des Auftragens besitzt, damit das Schutzschichtmaterial noch erfindungsgemäß sauber aufgetragen werden kann, und herstellungsbedingte Unebenheiten, beispielsweise durch das Laserprozessieren, komplett eingebettet werden. Ist die Viskosität des Schutzschichtmaterials zu hoch, besteht die Gefahr,
30 dass die Deckkontakte in die darunter liegenden Schichten des Stacks gedrückt werden, was zu einer ungewünschten Beschädigung führt. Als besonders günstig

hat es sich erwiesen, wenn die Viskosität des flüssigen Schutzschichtmaterials maximal bei $5 \cdot 10^5$ mPa.s, besonders bevorzugt maximal bei 10^4 mPa.s ist; ganz besonders bevorzugt maximal etwa 10^3 mPa.s liegt .

Alternativ kann das verwendete Schutzschichtmaterial vopolymerisiert sein, um
5 eine bestimmte Mindestviskosität zu erreichen.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn die funktionelle Schutzschicht
zumindest eine der Zusatzfunktionen Glätten des Schichtstapels, Höhenausgleich
mit dem Schichtstapel, verbesserte Haftung einer Verkapselung und Freihalten von
10 Kontaktierungsstellen ausfüllt oder beigemischte Getter aufweist.

Der Höhenausgleich kann beispielsweise dazu genutzt werden, um ein Halbfabrikat
zu erhalten, dass eine gleichmäßige Schichtdicke aufweist. Das wird dadurch
erreicht, dass auf herstellungsbedingt tieferliegende Bereiche mehr
Schutzschichtmaterial aufgetragen wird als auf höherliegende Bereiche, wie den
15 Schichtstapel. Nach dem Auftrag der Schutzschicht ist das Halbfabrikat mit
Schutzschicht planar.

Dies erleichtert die nachfolgende Weiterverarbeitung, beispielsweise die Einbettung
zwischen rigide Materialien.

Im Gegensatz dazu wird erfindungsgemäß unter dem Glätten des Schichtstapels
20 verstanden, wenn das Halbfabrikat mit einer Schutzschicht versehen wird, so dass
kleine herstellungsbedingte „Grate“ ausgeglichen werden, aber an sich eine etwa
gleichmäßige Schichtdicke der Schutzschicht aufgetragen wird, so dass die
Schutzschicht das optoelektronische Bauelement abdeckt und herstellungsbedingte
Unstetigkeiten abgedeckt werden. Dadurch erhält man ein Halbfabrikat mit
25 Schutzschicht, welches nicht vollständig planar ist. Fig. 13 zeigt den Unterschied
zwischen Höhenausgleich (a) und Glätten (b). In den Bereichen der gestrichelten
Kreise beim Glätten soll der Unterschied der Begriffe hervorgehoben werden.

Bei beiden Verfahren Glätten des Schichtstapels und Höhenausgleich ist zu
gewährleisten, dass das optoelektronische Bauelement mindestens so weit

abgedeckt wird, dass die durch das Herstellen bedingten Unebenheiten, beispielsweise durch die Laserprozessierung der Deckelektrode, abgedeckt sind.

Die Haftung der anschließenden Verkapselung auf der Schutzschicht kann verbessert werden, indem die Schutzschicht eine entsprechende Struktur erhält, 5 beispielsweise eine raue Struktur zur Verbesserung der Kleberhaftung. Zudem wäre es möglich, die Verkapselung durch einen Formschluss mit der Schutzschicht zu verbinden, indem bevorzugt zueinander komplementäre Strukturen in Schutzschicht und Verkapselung eingebracht werden,

Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Zusatzschicht auf die 10 Schutzschicht aufgebracht ist. Diese ist so ausgewählt, dass diese ein Ablösen der Elektrode von dem Stack beim Abrollen verhindert, insbesondere bei längeren Lagerzeiten bis zur Weiterverarbeitung.

Die Zusatzschicht kann temporär in Form einer Folie aufgebracht werden, um bei der Weiterverarbeitung beim Abrollen des Halbfabrikats wieder entfernt werden zu 15 können.

Alternativ kann die Zusatzschicht auch als permanente Schicht aufgebracht werden, beispielsweise zur Haftvermittlung bei einer direkt anschließenden Verkapselung. Die Materialien für die Zusatzschicht sind aus den Materialien der Schutzschicht ausgewählt. Alternativ können auch transparente anorganische Materialien zum 20 Einsatz kommen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass vor dem Aufbringen der Schutzschicht eine Zusatzschicht auf dem Schichtstapel des optoelektronischen Bauelements aufgebracht wird, um attraktive Zusatzfunktionen, wie beispielsweise Lichteinkopplung, einzubinden.

25 Als Vorteil hat sich auch die einfache Möglichkeit eines Freihaltens von Kontaktierungsstellen erweisen. Ohne diese zuvor abdecken oder nachträglich von einer Schutzschicht befreien zu müssen, kann beim Druckvorgang, besonders flexibel bei allen kopfbasierten Druckverfahren, die Oberfläche so beschichtet werden, dass der Bereich der Kontakte und/oder der busbars von vornherein von 30 Schutzschichtmaterial freigehalten und nicht mit bedruckt wird.

In dem Zusammenhang ist es auch vorgesehen, das Freihalten der Kontakte auf einfache Weise auch dann zu erreichen, wenn das gewählte Druckverfahren dies zunächst nicht ermöglicht. Dies ist insbesondere auch bei einem Auftrag des Schutzschichtmaterials mit Hilfe einer Breitschlitzdüse der Fall, die die Fläche auf
5 der gesamten Düsenbreite mit dem flüssigen Schutzschichtmaterial bedeckt, ohne dass einzelne Bereiche davon ausgenommen werden könnten. Erfolgt dann die Vernetzung durch einen UV-Strahler oder eine andere geeignete Strahlungsquelle, kann dies selektiv so erfolgen, dass die vorgesehenen Kontaktbereiche unvernetzt bleiben und leicht abgewischt, abgespült oder sonst wie von dem flüssigen
10 Schutzschichtmaterial befreit werden können, während die übrigen Bereiche bereits vernetzt und fest mit dem Untergrund verbunden sind.

Weiterhin ist es vorgesehen, wenigstens einen Getter beizumischen. Ein Getter ist im Grunde ein reaktives Material, das in der Regel dazu dient, unerwünschte Stoffe wie beispielsweise Wasser oder Sauerstoff an sich zu binden. An der Oberfläche
15 eines Getters gehen Gasmoleküle mit den Atomen des Gettermaterials eine direkte chemische Verbindung ein oder die Gasmoleküle werden durch Sorption festgehalten. Ein entsprechender Effekt soll gemäß der vorliegenden Erfindung durch das Einbringen bzw. Beimischen eines Gettermaterials in die aufzubringende Schutzschicht, demnach in das Schutzschichtmaterial, erfolgen. Ebenfalls ist es
20 vorgesehen, das Gettermaterial in einem gesonderten Arbeitsschritt zumindest auf den Schichtstapel aufzubringen, bevor das Schutzschichtmaterial aufgetragen wird.

Durch einen solchen Getter können unerwünschte Stoffe vom Schichtstapel ferngehalten werden, wie z. B. eindringende Feuchtigkeit. Hier zeigt sich wiederum die Überlegenheit des erfindungsgemäßen Verfahrens, denn in einer fertigen Folie,
25 wie sie nach dem Stand der Technik als Schutzschicht aufgebracht wird, wäre ein in die Folie eingebrachtes Gettermaterial schon vor dem Aufbringen „verbraucht“, da die Folie stets Feuchtigkeit aufnimmt und diese an den Getter abgibt. Entsprechendes ist bei einem gesondert aufgebrachtem Gettermaterial der Fall. Dann würde zwar der Getter die feuchte Folie teilweise „trocknen“, stünde aber dann
30 für die Aufnahme zusätzlich eingedrungener Feuchtigkeit und zum Schutz eines Schichtstapels nicht mehr zur Verfügung.

Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schutzschicht sieht vor, dass die funktionelle Schutzschicht als eine der Zusatzfunktionen eine Vorbereitung von nach der Verkapselung wirksamen optischen Effekten umfasst. Dies kann beispielsweise eine die Lichtein- oder -auskopplung verstärkende Schicht umfassen. Die vorgenannten Druckverfahren ermöglichen dabei die Herstellung einer diese Effekte unterstützenden Textur.

Schutzschicht

Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin gelöst durch eine Schutzschicht zum Einsatz in einem kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Verfahren zur Herstellung eines Halbfabrikats organischer elektronischer Bauelemente, umfassend einen Schichtstapel auf einer Substratfolie. Dabei schützt die Schutzschicht den Schichtstapel vor und während der Endfertigung vor Umwelteinflüssen und durch die Handhabung bedingten Beschädigungen. Der besondere Vorzug besteht darin, dass für die vollständige Produktion mehrere, aufeinanderfolgende Rolle-zu-Rolle Anlagen verwendet werden können, betrieben je nach Anforderung unter atmosphärischen, inerten oder Niederdruckbedingungen. Damit wird die Komplexität und Größe der Einzelanlagen verringert. So ist es beispielsweise sinnvoll eine Rolle-zu-Rolle-Anlage zur Herstellung der organischen Bauelemente zu verwenden und eine weitere Anlage zur weiterführenden Verkapselung dieser, da die Prozessumgebung dieser beiden Produktionsschritte maßgeblich voneinander verschieden sein kann. Die prozesstechnische Trennung geschieht hierbei beispielsweise nach der vollständigen Abscheidung und Strukturierung der funktionalen organischen Bauelemente. Die bereits gefertigten Schichten werden durch die erfindungsgemäße Schutzschicht zwischen den Arbeitsschritten vor Lösungsmitteln und/oder mechanischem Stress bewahrt. Hinzu kommt, dass Schäden an dem organischen Schichtstapel, die durch die fertigungsbedingt geringe Haftung zwischen organischem Schichtstapel und Elektrode bei Auf- und Abwicklung des fortlaufenden Substrates hervorgerufen werden können, vermieden werden, weil die Schutzschicht ein Ablösen verhindert oder erschwert. Im Sinne der erfindungsgemäßen Schutzschicht ist es zudem vorgesehen, dass zu ihrer Herstellung wenigstens eines der zuvor beschriebenen Verfahren Anwendung findet, und dass die funktionelle Schutzschicht eines der Materialien umfasst, das die zuvor genannten Anforderungen erfüllt.

Eine weitere Funktion der Schutzschicht ist das komplette Einbetten von Partikeln und Materialaufwürfen der Laserstrukturierung, zur Vermeidung von Kurzschlusspfaden durch Eindrücken dieser in darunterliegenden organischen Schichtstapel.

In einer Ausführungsform der Erfindung deckt die erfindungsgemäße Schutzschicht dabei den kompletten organischen Schichtstapel ab.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung deckt die Schutzschicht den Bereich des Busbars und/oder der Kontakte nicht ab.

Sinnvoll ist ebenfalls, wenn vor dem Aufrollen des Halbfabrikats eine Zusatzschicht aufgebracht wird, welche trotz längerer Lagerzeiten in einem großen Rollenwickel eine Anhaftung der gegen die Zusatzschicht gewickelten Substratunterseite des Halbfabrikatrolle verhindert.

Diese Zusatzschicht kann sowohl permanent als auch temporär aufgebracht werden. Unter „temporär“ wird erfindungsgemäß verstanden, wenn diese Zusatzschicht bei einer weiteren Verarbeitung des Halbfabrikats rückstandlos entfernt werden kann und dabei durch das Entfernen der Zusatzschicht keine Beschädigungen an den Funktionsschichten des Stacks und/oder der Schutzschicht hervorgerufen werden.

Als temporäre Zusatzschicht kann beispielsweise eine Folie verwendet werden. Alternativ kann auch ein Lack, als permanente Zusatzschicht, ein Material, ausgewählt aus den Materialien der Schutzschicht, oder sonstige transparente Materialien mit einer geringen Affinität zur Polymersubstratfolie, aufgebracht werden.

Halbfabrikat mit Schutzschicht

Eine weitere Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe stellt ein organisches elektronisches Rolle-zu-Rolle Halbfabrikat auf einem fortlaufenden Substrat mit mindestens einem optoelektronischen Bauelement dar, umfassend ein Substrat, eine auf dem Substrat angeordnete Elektrode, einen organischen Schichtstapel und eine Gegenelektrode auf der dem Substrat abgewandten Seite des Schichtstapels, mindestens eine photoaktive organische Schicht zwischen der Elektrode und der

Gegenelektrode, und eine Schutzschicht auf der dem Substrat abgewandten Seite des mindestens einen optoelektronischen Bauelements, wobei die Schutzschicht den organischen Schichtstapel komplett bedeckt, aus einer lösungsmittelfreien auf Silikon basierten Komposition besteht, welche sowohl klar sein muss, also im sichtbaren Spektralbereich weitestgehend transparent, als auch Füllstoffe enthalten kann, und mittels UV-, Elektronen-Bestrahlung oder thermisch verlinkt wird, elektrisch isolierend ist und in einem fortlaufenden Prozess abgeschieden wird, beispielsweise gedruckt wird, auch im Vakuum.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform umfasst als zu schützenden Schichtstapel, ein optoelektronisches Bauelement, vorzugsweise ein organisches optoelektronisches Bauelement, umfassend mindestens zwei Elektroden, wobei eine Elektrode auf dem Substrat, das eine Barrierefunktion gegen Wasserdampf, Sauerstoff oder Wasser umfassen kann, aufgebracht ist und die andere als Gegenelektrode auf der vom Substrat abgewandten Seite aufgebracht ist, weiterhin umfassend mindestens eine photoaktive Schicht zwischen den Elektroden. Bevorzugt wird der zu schützende Schichtstapel überwiegend durch Verdampfen oder Sublimieren kleiner Moleküle mit oder ohne Trägergas auf einem Substrat hergestellt. Der zu schützende Schichtstapel kann noch weitere funktionale Schichten, beispielsweise Transport- oder Passivierungsschichten, umfassen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein in die Rolle-zu-Rolle-Produktion eines solchen organisch-elektronischen Halbfabrikats integrierbares Verfahren, um diese Schutzschicht aufzubringen. Im Anschluss an das kontinuierliche Rolle-zu-Rolle-Verfahren kann ein Transfer in eine Folgemaschine erfolgen, in der weitere Bearbeitungsschritte vollzogen werden. Dann liegt nach Abschluss des Rolle-zu-Rolle-Verfahrens nur ein Halbfabrikat vor, beispielsweise bestehend aus mindestens drei aufeinander folgenden organischen elektronischen photovoltaischen und/oder elektrochromen Modulen, welche auf einem flexiblen Substrat wie beispielsweise PET-Folie im Rolle-zu-Rolle-Verfahren hergestellt wurden. Für die weiteren Bearbeitungsschritte können neben der gesamten Rolle auch Abschnitte des Halbzeugs in geeigneter Länge verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Schutzschicht, das erfindungsgemäße Rolle-zu-Rolle Produktionsverfahren als auch das erfindungsgemäße Halbfabrikat sind ebenso auf

weitere organische halbleitende Bauelemente und deren Verfahren zur Herstellung in einem Rolle-zu-Rolle Verfahren übertragbar.

Bevorzugt sind die wesentlichen Merkmale der verwendbaren Polymerzusammensetzung diese, dass sie keine Schädigung der organischen
5 Schichten hervorruft, wie oben bereits beschrieben.

Die Erfindung stellt vorteilhafte aus dem Stand der Technik teilweise bekannte Einzelkomponenten neu zusammen, wobei die konkrete Auswahl der Einzelkomponenten sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat. Diese Zusammenstellung stellt in ihrem Zusammenspiel eine neue Anwendung dieser
10 Einzelkomponenten dar.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

15 Fig. 1: schematisch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats in Schnittdarstellung;

Fig. 2: schematisch eine Ausführungsform einer Anlage zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Halbfabrikat im Rolle-zu-Rolle-Verfahren;

20 Fig. 3: schematisch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Auftrag des Schutzschichtmaterials durch eine Druckeinrichtung und nachfolgender Vernetzung;

Fig. 4: schematisch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei eine besondere Topographie erzielt wird;

25 Fig. 5: schematisch ein Halbfabrikat, bei dem die Schutzschicht Unterbrechungen für eine elektrische Kontaktierung aufweist;

Fig. 6: schematisch das Aufbringen einer Zusatzschicht zwischen Schichtstapel und Schutzschicht zum Einfügen weiterer Zusatzfunktionen in

das Halbfabrikat oder zur Verbesserung der Haftung der Schutzschicht auf dem Schichtstapel;

5 Fig. 7: schematisch das Aufbringen einer Zusatzschicht auf der Schutzschicht zur Verringerung ungewollter Beschädigung bei dem Auf- und Abrollen des Halbfabrikats;

Fig. 8: schematisch eine Kombination von Fig. 6 und Fig. 7

Fig. 9 und Fig. 10: schematisch das Aufbringen einer Schutzschicht ohne bzw. unter Einbeziehung der busbars;

10 Fig. 11: schematisch eine Variante des Aufbringens einer temporären Zusatzschicht auf der Schutzschicht;

Fig. 12 und Fig. 13: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen von aufgetragenen Schutzmaterialien auf Schichtstapeln mit laserprozessierten Elektroden;

15 Fig. 14: schematisch den Vergleich zwischen Höhenausgleich und Glätten durch die aufgetragene Schutzschicht auf einem Schichtstapel

Beschreibung der Ausführungsformen

20 Fig. 1 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 in Schnittdarstellung, wobei ein Substrat 2 erkennbar ist, auf dem ein Schichtstapel 3, der ein organisches elektronisches Bauelement bildet, aufgebaut ist. Beides ist mit der Schutzschicht 4 überdeckt.

Hierbei wird erkennbar, dass bereits ohne weiteres die erfindungsgemäße Schutzschicht 4 Vorteile gegenüber der herkömmlichen, als eine gesonderte Folie aufgetragenen Schutzschicht aufweist. So sind die Ränder des Schichtstapels 3 vollständig von der Schutzschicht 4 umschlossen, da diese auch den Rand der
25 Schichtstapels 3 umfließt. Dies sorgt für einen besseren Halt des Schichtstapels 3 auf dem Substrat 2 und verhindert ein Ablösen des Schichtstapels 3 von dem Substrat 2, beispielsweise beim Auf- und Abrollen.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer Anlage zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 im Rolle-zu-Rolle-Verfahren. Dabei ist das Substrat 2 auf eine Rolle 10 aufgerollt und läuft dadurch quasikontinuierlich in die geschlossene Anlage 20 ein. Dort wird entsprechend der technologischen Vorgaben und unter den erforderlichen Bedingungen der Schichtstapel zur Herstellung des elektronischen Bauelementes gebildet. Bevorzugt erfolgt die Fertigung des Schichtstapels 3 unter Vakuum, so dass in der Anlage 20 ein sehr niedriger Druck herrscht.

Das so geschaffene Halbfabrikat 1 wird auf die Rolle 11 aufgewickelt. So kann das Halbfabrikat 1 der weiteren, gegebenenfalls abschnittsweise unterschiedlichen Bearbeitung zugeführt werden. Wegen der vorhandenen Schutzschicht, wie sie die Erfindung vorsieht, wird das Halbfabrikat 1 weder durch das Aufrollen auf die Rolle 11, noch durch Berührung der Oberflächen beschädigt. Beides verhindert die Schutzschicht auf dem Halbfabrikat 1.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Auftrag des Schutzschichtmaterials 5 durch eine Druckeinrichtung 6 und nachfolgender Vernetzung zur Erzeugung eines Halbfabrikats 1. Die Druckeinrichtung 6 ist besonders bevorzugt als Breitschlitzdüse ausgeführt, so wie hier dargestellt. Hierbei bewegt sich die Substratfolie 2 mit dem zuvor gebildeten Schichtstapel 3 in Vorschubrichtung 8 unter der Druckeinrichtung 6 hindurch. Währenddessen gibt die Druckeinrichtung 6 kontinuierlich einen Schwall Schutzschichtmaterial 5 über die gesamte Bearbeitungsbreite ab, der dadurch die Substratfolie 2 mit dem Schichtstapel 3 überzieht.

Dadurch kann auf der gesamten zu schützenden Breite des Substrats 2 das Schutzschichtmaterial 5 aufgebracht werden kann. Dies sorgt für eine effiziente Prozessführung, hohe Produktivität und eine gleichmäßige Ausbildung der Schutzschicht 4.

Damit das flüssige, beispielsweise monomere Schutzschichtmaterial 5 eine feste Schutzschicht 4 bildet, ist zum Aushärten eine Vernetzung erforderlich. Diese wird nach der bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens mittels UV-Strahlung hervorgerufen, die eine Vernetzungseinrichtung 7 abgibt, wenn es sich bei dem

Schutzschichtmaterial 5 um ein durch UV-Strahlung vernetzbares Polymermaterial handelt, was bevorzugt zum Einsatz kommt. Die Vernetzungseinrichtung 7 ist benachbart zu der Druckeinrichtung 6 angeordnet.

Hier wird als eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die
5 gesamte Breite der entstehenden Schutzschicht gleichzeitig belichtet. Es sind aber auch andere Formen der Belichtung vorgesehen, die z. B. die Möglichkeit lokaler Auslassungen bieten durch eine quer zur Vorschubrichtung 8 bewegliche Vernetzungseinrichtung 7 oder durch die separate Ansteuerbarkeit einzelner UV-Lichtquellen auf der leistenförmigen Vernetzungseinrichtung 7.

10 Fig. 4 zeigt schematisch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei eine besondere Topographie erzielt wird. Über den Schichtstapel 3 wird eine Schutzschicht 4 mithilfe der Druckeinrichtung 6, die das Schutzschichtmaterial 5 aufträgt, in ausreichender Dicke aufgebracht. Die Aushärtung erfolgt wiederum mit der Vernetzungseinrichtung, die hier nicht sichtbar ist.

15 Die Besonderheit besteht vorliegend aber darin, dass über dem Substrat 2, wo also kein Schichtstapel 3 vorhanden ist, das Schutzschichtmaterial in einer solchen Menge und Stärke aufgebracht wird, dass die Höhendifferenz ausgeglichen wird. Im Ergebnis entsteht eine gleichmäßige, ebene Oberfläche der Schutzschicht 4, ungeachtet dessen, ob sich nur das Substrat 2 oder der Schichtstapel 3 unter der
20 Schutzschicht befindet.

Nach der dargestellten Ausführungsform der Druckeinrichtung 6, einer Breitschlitzdüse, muss der Schlitz entsprechend modifiziert und inhomogen sein, damit er in einem mittleren Bereich eine dünnere Schutzschicht 4 hervorruft, hingegen in den Randbereichen dickere Schutzschichten 4 hinterlässt. Ein gute
25 Möglichkeit, um eine solche oder eine andersartige inhomogene Topografie zu erreichen, bietet auch die Ausführungsform der Druckeinrichtung 6 als Druckkopf, wie sie in der nachfolgenden Fig. 5 dargestellt ist.

Fig. 5 zeigt schematisch ein Halbfabrikat 1, das in Vorschubrichtung 8 durch eine Fertigungsanlage geführt wird und bei dem die Schutzschicht 4 Unterbrechungen
30 aufweist, die elektrische Kontaktierungsstellen 9 dienen, indem dort eine leitfähige Verbindung zur späteren Kontaktierung des fertigen Bauelements hergestellt

werden kann. Die Herstellung der Schutzschicht 4 erfolgt mittels eines Druckkopfes, der die Druckeinrichtung 6 bildet. Dieser bewegt sich quer zur Vorschubrichtung 8 des Substrats 2.

Dabei kann die Druckeinrichtung 6 nicht nur eine Topographie ähnlich der in Fig. 4 dargestellten hervorrufen, sondern auch einzelne Stellen, wie zum Beispiel die Kontaktierungsstelle 9, von der Beschichtung mit dem Schutzschichtmaterial ausnehmen. Bei der bevorzugten Ausgestaltung weist die Druckeinrichtung 6 zugleich die Vernetzungseinrichtung 7 auf, so dass Auftrag und Vernetzung der Schutzschicht 4 in einem Arbeitsgang erfolgen können.

10 Fig. 6 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 in Schnittdarstellung, wobei ein Substrat 2 erkennbar ist, auf dem ein Schichtstapel 3, der ein organisches elektronisches Bauelement bildet, aufgebaut ist und eine Zusatzschicht Z1 umfasst. Alles ist mit der Schutzschicht 4 überdeckt. Die Zusatzschicht Z1 erfüllt eine zusätzliche Funktion außerhalb der elektrischen
15 Funktionalität des elektronischen Bauelements, z.B. Getterwirkung, Lichteinkopplung oder eine Haftvermittlung zwischen Elektrode und Schutzschicht 4.

Fig. 7 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 in Schnittdarstellung, wobei ein Substrat 2 erkennbar ist, auf dem ein
20 Schichtstapel 3, der ein organisches elektronisches Bauelement bildet, aufgebaut ist. Beides ist mit der Schutzschicht 4 überdeckt, welche wiederum von einer Zusatzschicht Z2 überdeckt ist, welche eine zusätzliche Funktion zur Ergänzung der Eigenschaft der Schutzschicht besitzt, z.B. zur Haftvermittlung für einen darauffolgenden Laminationsprozess einer Barrierefolie bzw. der Abscheidung von
25 Verkapselungsschichten zur Fertigstellung des Halbfabrikats oder einer Antihaf-Schicht zur Verbesserung der Auf- und Abwicklung des Halbfabrikates bzw. der Lagerung des Halbfabrikates im aufgewickelten Zustand. Die Zusatzschicht Z2 kann je nach Ausführung sowohl eine abgeschiedene Schicht oder auch eine temporäre Trennfolie 401 darstellen.

30 Fig. 8 zeigt eine schematische Ausführung eines Halbfabrikats 1 in Schnittdarstellung, wobei ein Substrat 2 erkennbar ist, auf dem ein Schichtstapel 3,

der ein organisches elektronisches Bauelement bildet, aufgebaut ist und eine Zusatzschicht Z1. Alles ist mit der Schutzschicht 4 überdeckt, welche wiederum von einer Zusatzschicht Z2 überdeckt ist. Die Eigenschaften der Zusatzschichten Z1 und Z2 sind beispielhaft in der Erläuterung von Fig. 6 und Fig. 7 beschrieben.

5 Fig. 9 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 in Schnittdarstellung, wobei ein Substrat mit leitfähiger Elektrode 201 erkennbar ist, auf dem ein mit Hilfe von Lasern strukturierter Schichtstapel 301 (die Laserstrukturierungen sind mit kleinen „v“ auf der Oberfläche des Schichtstapels angedeutet), der ein organisches elektronisches Bauelement bildet, aufgebaut ist,
10 auf dessen Oberfläche aufgrund der Laserstrukturierung und anderer Prozesseigenschaften Materialaufwürfe und/oder Partikel vorhanden sind. Zudem ist ein busbar 40 für die Kontaktierung des organischen elektronischen Bauelementes aufgebracht. Die Schutzschicht 4 ist in diesem Falle so aufgebracht, dass mindestens der funktionale und strukturierte organische Bereich des
15 Halbfabrikates bedeckt ist.

Fig. 10 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 in Schnittdarstellung, wobei ein Substrat mit optionaler Barriere und mit leitfähiger Elektrode 201 erkennbar ist, auf dem ein mit Hilfe von Lasern strukturierter Schichtstapel 301, der ein organisches elektronisches Bauelement
20 bildet, aufgebaut ist, auf dessen Oberfläche aufgrund der Laserstrukturierung und anderer Prozesseigenschaften Materialaufwürfe und/oder Partikel vorhanden sind. Zudem ist eine busbar 40 für die Kontaktierung des organischen elektronischen Bauelementes aufgebracht. Die Schutzschicht 4 ist in diesem Falle so aufgebracht, dass sowohl der funktionale organische Bereich als auch die busbar bedeckt ist.
25 Gemäß Fig. 5 können einzelne Bereiche auf der busbar zur späteren Kontaktierung frei gehalten werden.

Fig. 11 zeigt schematisch eine weitere Ausführungsform einer Anlage zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Halbfabrikats 1 im Rolle-zu-Rolle-Verfahren gemäß Fig. 2. Das in der Anlage 20 geschaffene Halbfabrikat 1 wird in diesem
30 Ausführungsbeispiel zusammen mit einer Zusatzschicht Z2, welche in diesem Fall aus einer separaten Folie 401 gebildet wird, aufgewickelt.

Fig. 12 zeigt eine Rasterelektronenmikroskopieaufnahme eines Halbfabrikats gemäß Fig. 9. Zu sehen ist ein Ausschnitt mit einer laserstrukturierten Elektrodenschicht. Durch den Eintrag hoher Energien zur Auftrennung der Elektrode wird diese etwas aufgebogen. Man kann erkennen, dass die Schutzschicht 4 perfekt um die abstehende Elektrodenkante geflossen ist und die darauffolgende Vernetzung zu einer Fixierung des Elektrodenaufwurfes führt. Dem Fachmann ist ersichtlich, dass das Einbetten der Aufwürfe in eine zunächst flüssige Schutzschicht 4 vorteilhaft gegenüber der Verwendung einer Polymerfolie gemäß dem Stand der Technik ist, da bei dieser die Gefahr besteht, dass die Aufwürfe gegen den organischen Schichtstapel gepresst werden und so zu unerwünschten Kurzschlusspfaden führen.

Fig. 13 zeigt eine weitere Rasterelektronenmikroskopieaufnahme eines Halbfabrikats gemäß Fig. 9. Zu sehen ist erneut ein Ausschnitt mit einer laserstrukturierten Elektrodenschicht. Durch den Eintrag hoher Energien zur Auftrennung der Elektrode wird diese etwas aufgebogen. Zudem ist ein irgendwo aus dem Laserkanal herausgetrenntes Stück der Elektrode auf dem Bauelement verblieben. Man kann erkennen, dass die Schutzschicht 4 erneut perfekt um die abstehende Elektrodenkante geflossen ist und zudem das herausgelöste jedoch auf dem Bauelement verblieben Elektrodenstück fixiert. Der Vorteil der Verwendung einer im Vergleich zum Schichtstapel des organischen elektronischen Bauelementes sehr dicken und zunächst fluiden Schutzschicht ist auch in diesem Falle dem Fachmann sofort ersichtlich. Bei der weiteren Verarbeitung lässt sich eine auf diese Art und Weise geglättete Oberfläche wesentlich gutmütiger behandeln und verringert die technologische Herausforderung für die nachfolgenden Prozesse wesentlich.

Fig. 14 verdeutlicht die beiden Eigenschaften Höhenausgleich und Glätten des Schichtstapels. Deutlich zu erkennen ist, in beiden Abbildungen ein Substrat 2 auf dem ein Schichtstapel 3 angeordnet ist der mit einer Schutzschicht 4 bedeckt ist. Beim Höhenausgleich a) erhält man klar erkennbar ein planares Halbfabrikat mit Schutzschicht. Im Gegensatz dazu ist beim Glätten b) etwa eine gleichdicke Schutzschicht aufgetragen, so dass alle Unebenheiten abgedeckt sind.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-----|--|
| | 1 | Halbfabrikat |
| | 2 | Substrat / Substratfolie mit optionaler Barrierefunktion |
| | 201 | Substrat mit optionaler Barrierefunktion und mit leitfähiger Elektrode |
| 5 | 3 | Schichtstapel |
| | 301 | laser-strukturierter Schichtstapel mit Material-Aufwürfen |
| | 4 | Schutzschicht |
| | 401 | temporärer Schutzfilm |
| | Z1 | Zusatzschicht 1 |
| 10 | Z2 | Zusatzschicht 2 |
| | 5 | Schutzschichtmaterial |
| | 6 | Druckeinrichtung |
| | 7 | Vernetzungseinrichtung |
| | 8 | Vorschubrichtung |
| 15 | 9 | Kontaktierungsstelle |
| | 10 | Rolle (Substrat) |
| | 11 | Rolle (Halbfabrikat) |
| | 20 | Anlage |
| | 40 | busbar |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen einer Schutzschicht (4) im Rahmen eines kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Verfahrens zur Herstellung eines Halbfabrikats (1) organischer elektronischer Bauelemente, umfassend einen Schichtstapel (3) auf einer Substratfolie (2) optional mit Barrierefunktion, wobei die Schutzschicht (4) den Schichtstapel (3) vor und während der Endfertigung vor Umwelteinflüssen und durch die Handhabung bedingten Beschädigungen schützt, dadurch gekennzeichnet, dass mittels Auftrags durch ein zumindest temporär in der Phase des Auftragens fluides, vernetz- oder aushärtbares und mit dem Schichtstapel (3) in fluider und in fester Phase sowie mit den Bedingungen während des Rolle-zu-Rolle-Verfahrens kompatibles Schutzschichtmaterial (5) in der Weise aufgetragen wird, dass sich eine funktionelle Schutzschicht (4) herausbildet, wobei das flüssige Schutzschichtmaterial (5) wasser- und lösungsmittelfrei ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die funktionelle Schutzschicht (4) mit einer Dicke von mindestens 50 nm und höchstens 200 µm hergestellt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die funktionelle Schutzschicht (4) mit einer Dicke von mindestens 5 µm und höchstens 100 µm hergestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Auftrag des Schutzschichtmaterials (5) in einem Druckverfahren erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Druckverfahren wenigstens eines der Verfahren Siebdruck, Flexoprint, Plotten oder Tintenstrahldruck oder ein zum 3-D-Druck geeignetes Verfahren umfasst und die Vernetzung oder Aushärtung des Schutzschichtmaterials (5) wenigstens eines der Verfahren UV-Vernetzung, thermische Vernetzung, Abkühlung und Trocknung umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei für den Auftrag des Schutzschichtmaterials (5) eine Breitschlitzdüse vorgesehen ist, gefolgt von einem Vernetzungsvorgang, der eines der Verfahren UV-Vernetzung, thermische Vernetzung und Trocknung umfasst.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Schutzschichtmaterial (5) im flüssigen Zustand wasser- und lösungsmittelfrei ist und einen Dampfdruck aufweist, der unter dem beim Herstellungsverfahren vorgesehenen Umgebungsdruck liegt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei wenigstens eine der Materialgruppen
10 Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere als Schutzschichtmaterial (5) vorgesehen ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei wenigstens eine der Materialgruppen
15 Phenoplaste, Aminoplaste, ungesättigte Polyester-Harze, Vinylester-Harze, Epoxid-Harze, Silicon-Harze, Dicyclopentadien, oder Diallylphthalat-Harze als Schutzschichtmaterial (5) vorgesehen ist.
10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei als Schutzschichtmaterial (5) aromatisch,
aliphatisch, halogenfrei oder halogenhaltig Polyolefine; aromatisch,
aliphatisch, gesättigt oder ungesättigt Polyester; Polyamide, Epoxidharze,
Epoxyloxane, Polyurethane, Phenolformaldehydharze oder
20 Poly(organo)siloxane vorgesehen ist.
11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein
verwendetes Schutzschichtmaterial (5) vorpolymerisiert ist, um eine
bestimmte Mindest- oder Maximalviskosität zu erreichen.
12. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der das Schutzschichtmaterial (5) eine
25 Mindestviskosität von etwa 10 mPa.s, bevorzugt von ca. 10² mPa.s.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei eine Kombination mehrerer Materialien der in einem der Ansprüche 7 bis 12 genannten Materialgruppen als Schutzschichtmaterial verwendet werden.
- 5 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass, nach dem Aufbringen der funktionellen Schutzschicht (4), eine Zusatzschicht (Z2) auf die funktionelle Schutzschicht (4) aufgebracht wird, so dass die funktionelle Schutzschicht (4) bei der weiteren Bearbeitung des Halbfabrikats sich nicht von dem Schichtstapel (3) löst oder als späterer Haftvermittler bei einer Verkapselung .
- 10 15. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Material der Zusatzschicht (Z2) aus den Materialgruppen entsprechend dem Schutzschichtmaterial (5) ausgewählt ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Material der Zusatzschicht (Z2) als transparentes oder halbtransparentes Material aufgebracht wird.
- 15 17. Verfahren nach Anspruch 15, dass die Zusatzschicht (Z2) als temporäre Film (401) aufgebracht wird, und vor dem Weiterverarbeiten zu einem späteren Zustand wieder rückstandsfrei entfernt werden kann, wobei die Schichtstapel (3) beim Abwickeln nicht beschädigt wird, vorzugsweise als sich wieder entfernbares Material, beispielsweise eine Folie.
- 20 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass busbars vor oder nach dem Aufbringen der Schutzschicht (4) aufgebracht werden.
- 25 19. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die funktionelle Schutzschicht (4) zumindest eine der Zusatzfunktionen Höhenausgleich mit dem Schichtstapel (3), Glätten des Schichtstapels (3), verbesserte Haftung einer Verkapselung und Freihalten von Kontaktierungsstellen (9) ausfüllt oder beigemischtes oder in einem vorhergehenden Verfahrensschritt zumindest auf den Schichtstapel (3) aufgetragenes Gettermaterial aufweist.

20. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Halbfabrikat (1) ein organisches optoelektronisches Bauelement ist.
21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei das Halbfabrikat (1) ein organisches optoelektronisches Bauelement ist, vorzugsweise ein organisches photoaktives Bauelement, mit einem aus mehreren Schichten bestehenden Stack, wobei mindestens die photoaktive Schicht bzw. die photoaktiven Schichten teilweise oder vollständig aus kleinen organischen Molekülen bestehen, die vorzugsweise durch Verdampfen aufgebracht sind.
22. Verfahren nach Anspruch 20, wobei die funktionelle Schutzschicht (4) als Zusatzfunktionen eine Vorbereitung von nach der Verkapselung wirksamen optischen Effekten umfasst.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schutzschichtmaterial (5) unter Unterdruck, vorzugsweise im Vakuum aufgetragen wird.
24. Schutzschicht (4) zum Einsatz in einem kontinuierlichen Rolle-zu-Rolle-Verfahren zur Herstellung eines Halbfabrikats (1) organischer elektronischer Bauelemente, umfassend einen Schichtstapel (3) auf einer Substratfolie (2) optional mit Barrierefunktion, wobei die Schutzschicht (4) den Schichtstapel (3) vor und während der Endfertigung vor Umwelteinflüssen und durch die Handhabung bedingten Beschädigungen schützt, dadurch gekennzeichnet, dass die funktionelle Schutzschicht (4) ein nach einem der vorherigen Ansprüche aufgebracht Material umfasst.
25. Schutzschicht nach Anspruch 24, wobei die Schutzschicht den organischen Schichtstapel komplett abdeckt.
26. Schutzschicht nach Anspruch 24, wobei die Schutzschicht die Bereiche des busbars und/oder der Kontakte nicht abdeckt.

27. Schutzschicht (4) nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei ein weiteres Material (Z2) auf die Schutzschicht aufgebracht ist.
28. Organisches elektronisches Rolle-zu-Rolle Halbfabrikat (1) auf einem fortlaufenden Substrat (2) mit mindestens einem optoelektronischen Bauelement umfassend ein Substrat (2) mit optionaler Barrierefunktion, eine auf dem Substrat (2) angeordnete Elektrode, einen organischen Schichtstapel (3) und eine Gegenelektrode auf der dem Substrat (2) abgewandten Seite des Schichtstapels (3), mindestens einer photoaktiven organischen Schicht zwischen der Elektrode und der Gegenelektrode, und einer Schutzschicht (4) auf der dem Substrat (2) abgewandten Seite des mindestens einen optoelektronischen Bauelements, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (4) den organischen Schichtstapel (3) komplett oder soweit bedeckt, dass nur die Kontakte nicht unbedeckt sind, wobei das Schutzschichtmaterial (5) aus einer wasser- und lösungsmittelfreien Komposition besteht, welche sowohl klar transparent sein als auch Füllstoffe enthalten kann, und mittels UV-, Elektronen-Bestrahlung oder thermisch verlinkt wird, elektrisch isolierend wirkt und in einem fortlaufenden Prozess abgeschieden wird
29. Organisches elektronisches Rolle-zu-Rolle Halbfabrikat (1) gemäß Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das optoelektronische Bauelement ein organisches, optoelektronisches Bauelement umfassend eine Schichtstapel mit mindestens zwei Elektroden, weiterhin umfassend mindestens eine photoaktive Schicht, vorzugsweise als organische photoaktive Schicht, zwischen den Elektroden, wobei die Schichten vorzugsweise durch Verdampfen kleiner organischer Moleküle aufgebracht sind.

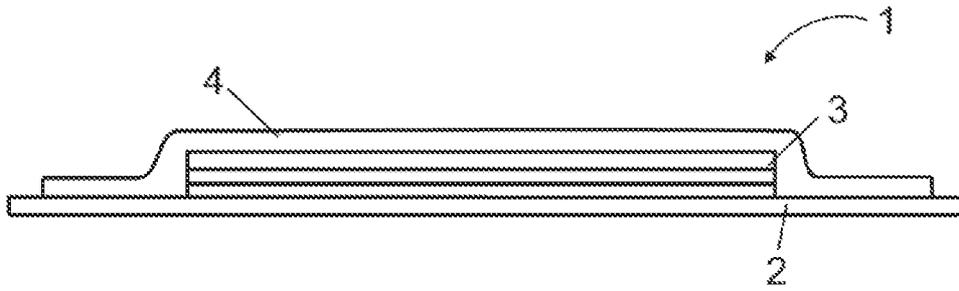


Fig. 1

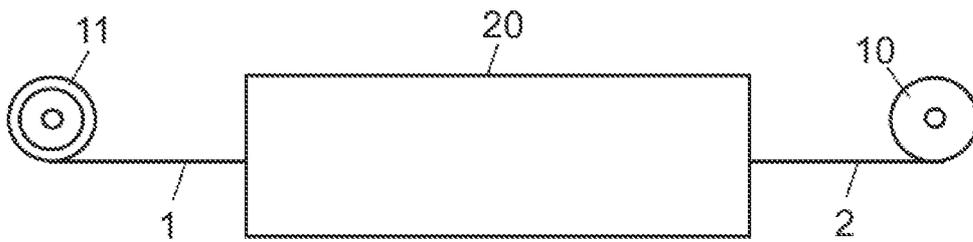


Fig. 2

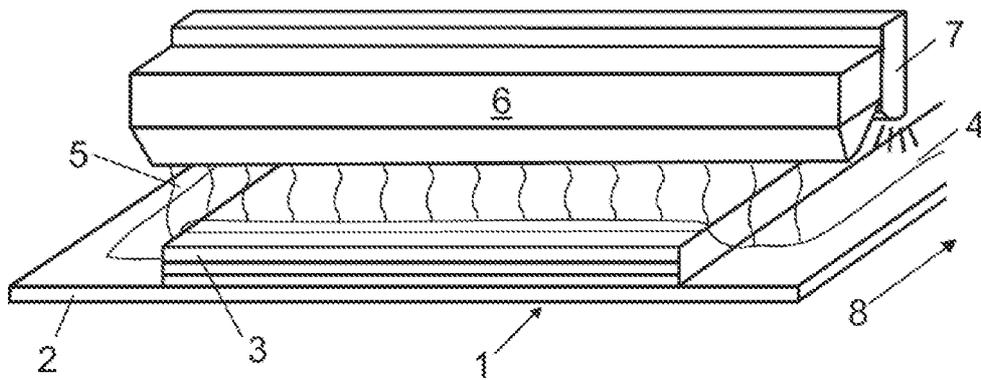


Fig. 3

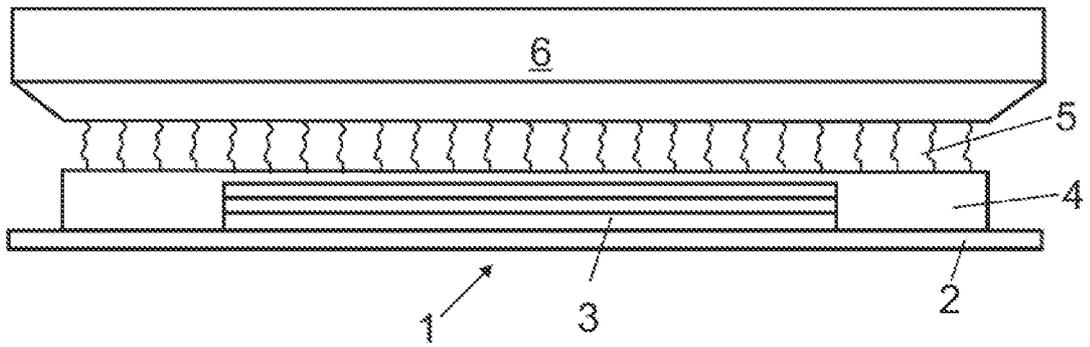


Fig. 4

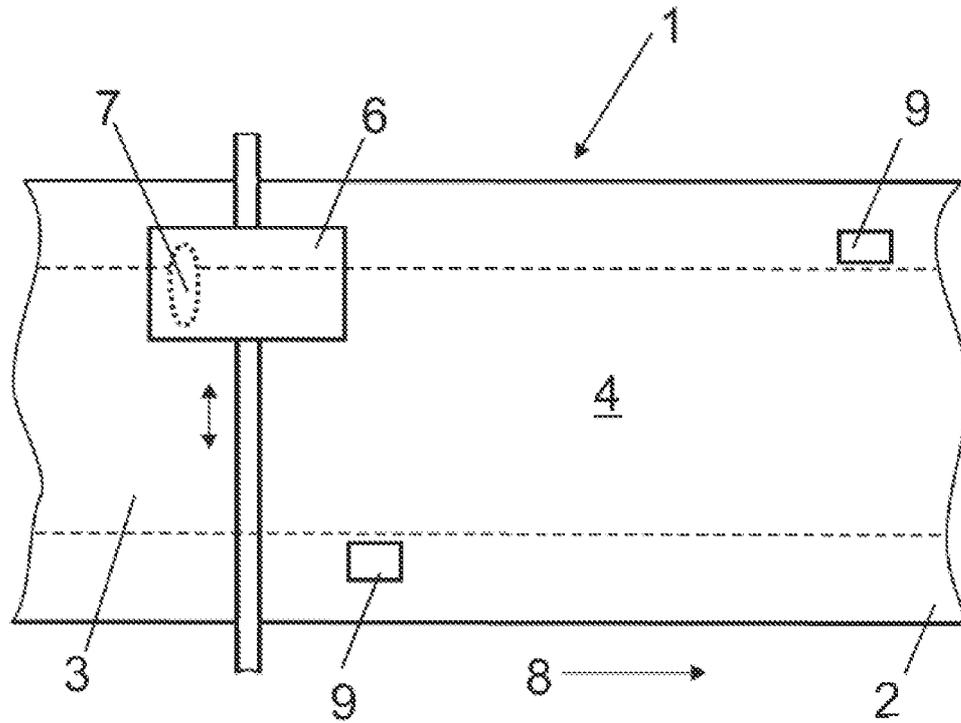


Fig. 5

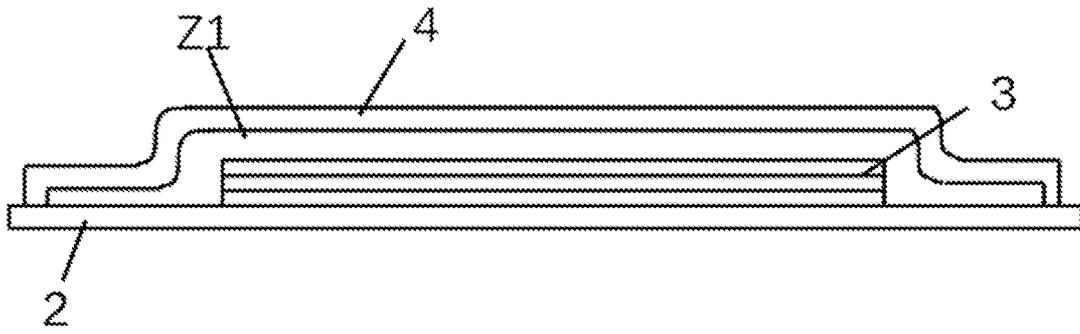


Fig. 6

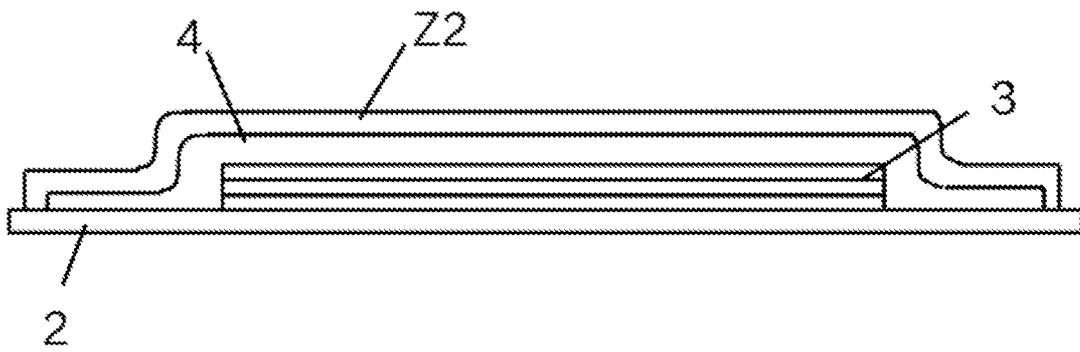


Fig. 7

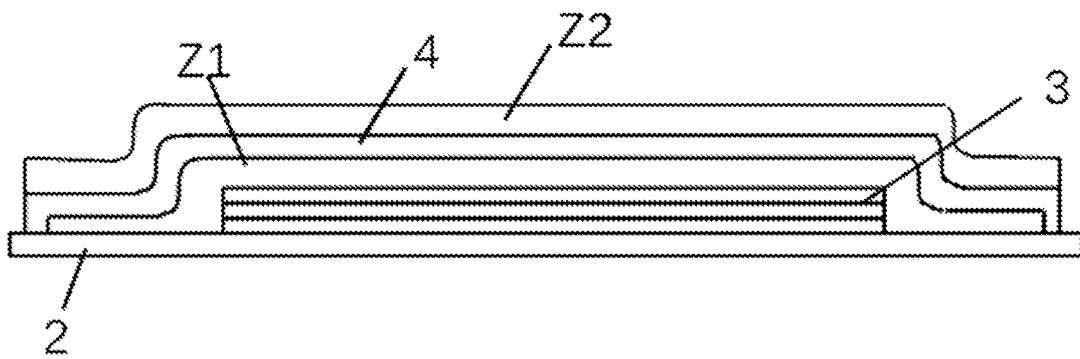


Fig. 8

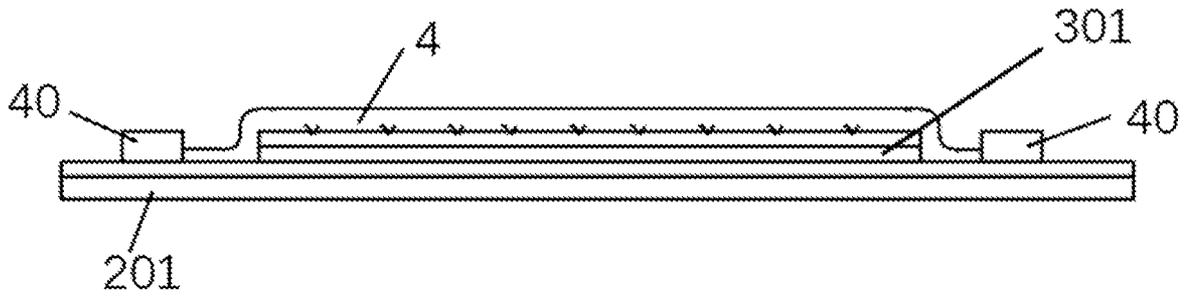


Fig. 9

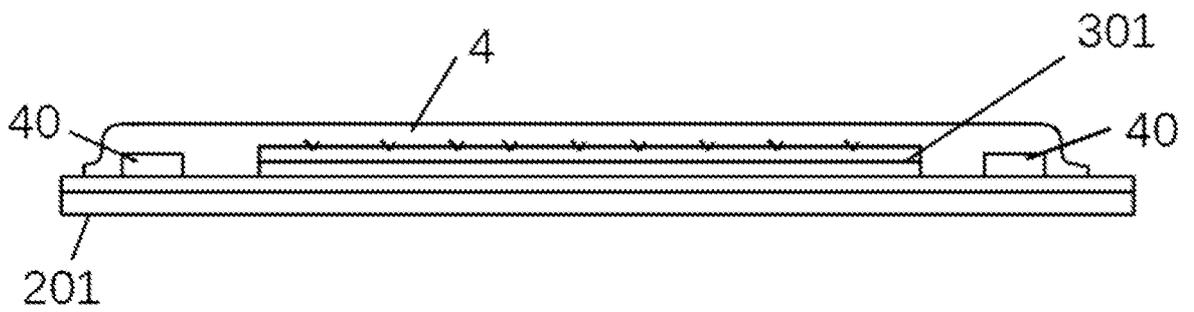


Fig. 10

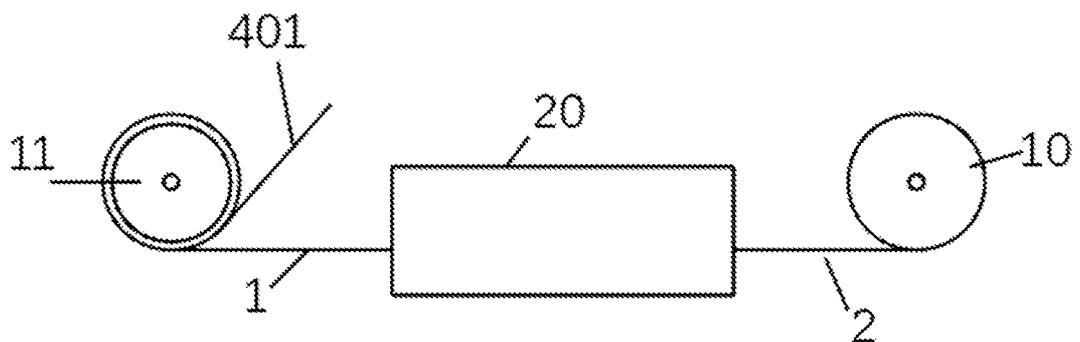


Fig. 11

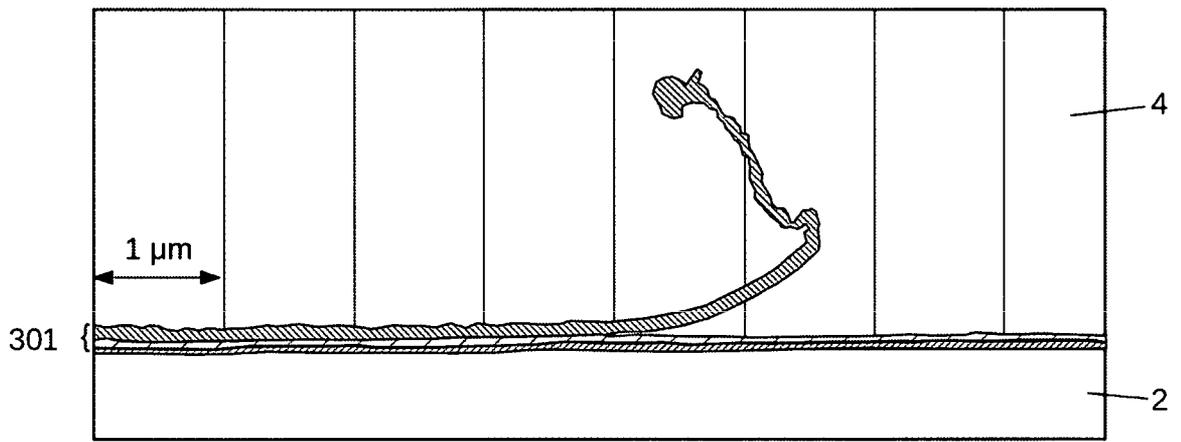


Fig. 12

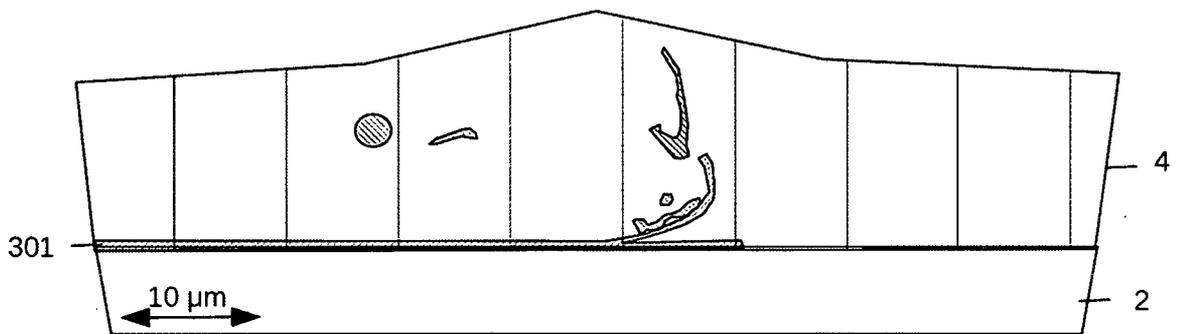


Fig. 13

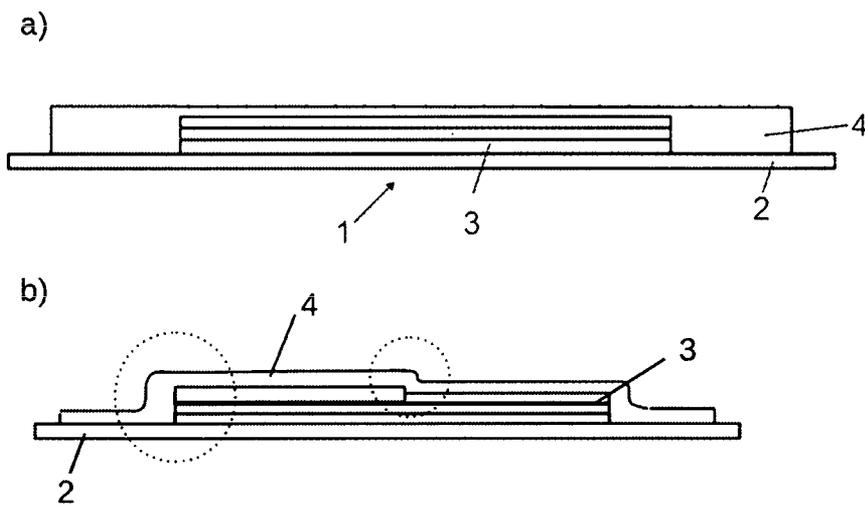


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/100407

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/48 H01L51/56
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

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, COMPENDEX, 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 | EP 2 200 105 A2 (TESA SE [DE]) 23 June 2010 (2010-06-23) | 1-4, 6-10,12, 13, 18-21, 23-26, 28,29 |
| Y | paragraph [0104]; figure 2 paragraph [0034] - paragraph [0035] paragraph [0096] paragraph [0003] paragraph [0109] paragraph [0054] paragraph [0029] paragraph [0087] paragraph [0101] - paragraph [0102] paragraph [0107] ----- -/-- | 5,11, 14-17, 22,27 |

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 23 February 2016 | Date of mailing of the international search report 03/03/2016 |
|---|--|

| | |
|--|--|
| 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 Beierlein, Udo |
|--|--|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/100407

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | DE 10 2006 015043 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 October 2007 (2007-10-11) paragraph [0013] - paragraph [0015] ----- | 5 |
| Y | US 2013/118582 A1 (TSUI MENG-CHIN [TW] ET AL) 16 May 2013 (2013-05-16) paragraph [0016] ----- | 11 |
| Y | US 2014/230846 A1 (DUDLEY WILLIAM R [US] ET AL) 21 August 2014 (2014-08-21) paragraph [0075] ----- | 14-17,27 |
| Y | DE 10 2009 025123 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; BAYER MATERIALSCIENCE AG [DE]) 23 December 2010 (2010-12-23) cited in the application paragraph [0128] ----- | 22 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

| |
|---|
| International application No PCT/DE2015/100407 |
|---|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| EP 2200105 | A2 | 23-06-2010 | CA 2688618 A1 16-06-2010 |
| | | | CN 101752276 A 23-06-2010 |
| | | | DE 102008062130 A1 17-06-2010 |
| | | | EP 2200105 A2 23-06-2010 |
| | | | JP 2010144169 A 01-07-2010 |
| | | | KR 20100069624 A 24-06-2010 |
| | | | TW 201029077 A 01-08-2010 |
| | | | US 2010148127 A1 17-06-2010 |
| ----- | | | |
| DE 102006015043 | A1 | 11-10-2007 | DE 102006015043 A1 11-10-2007 |
| | | | WO 2007113177 A1 11-10-2007 |
| ----- | | | |
| US 2013118582 | A1 | 16-05-2013 | TW 201320439 A 16-05-2013 |
| | | | US 2013118582 A1 16-05-2013 |
| ----- | | | |
| US 2014230846 | A1 | 21-08-2014 | BR PI0923756 A2 19-01-2016 |
| | | | CN 102326233 A 18-01-2012 |
| | | | EP 2382650 A2 02-11-2011 |
| | | | JP 5551713 B2 16-07-2014 |
| | | | JP 2012513899 A 21-06-2012 |
| | | | KR 20110110784 A 07-10-2011 |
| | | | US 2011250401 A1 13-10-2011 |
| | | | US 2014230846 A1 21-08-2014 |
| | | | WO 2010078414 A2 08-07-2010 |
| ----- | | | |
| DE 102009025123 | A1 | 23-12-2010 | CN 102484212 A 30-05-2012 |
| | | | DE 102009025123 A1 23-12-2010 |
| | | | EP 2443681 A1 25-04-2012 |
| | | | JP 5686797 B2 18-03-2015 |
| | | | JP 2012530336 A 29-11-2012 |
| | | | KR 20120052935 A 24-05-2012 |
| | | | TW 201108847 A 01-03-2011 |
| | | | US 2012193645 A1 02-08-2012 |
| | | | WO 2010146091 A1 23-12-2010 |
| ----- | | | |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L51/48 H01L51/56
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

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, COMPENDEX, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--|
| X | EP 2 200 105 A2 (TESA SE [DE]) 23. Juni 2010 (2010-06-23) | 1-4, 6-10,12, 13, 18-21, 23-26, 28,29 |
| Y | Absatz [0104]; Abbildung 2 Absatz [0034] - Absatz [0035] Absatz [0096] Absatz [0003] Absatz [0109] Absatz [0054] Absatz [0029] Absatz [0087] Absatz [0101] - Absatz [0102] Absatz [0107] ----- -/-- | 5,11, 14-17, 22,27 |



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

23. Februar 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/03/2016

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

Beierlein, Udo

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|---|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| Y | DE 10 2006 015043 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. Oktober 2007 (2007-10-11) Absatz [0013] - Absatz [0015] ----- | 5 |
| Y | US 2013/118582 A1 (TSUI MENG-CHIN [TW] ET AL) 16. Mai 2013 (2013-05-16) Absatz [0016] ----- | 11 |
| Y | US 2014/230846 A1 (DUDLEY WILLIAM R [US] ET AL) 21. August 2014 (2014-08-21) Absatz [0075] ----- | 14-17,27 |
| Y | DE 10 2009 025123 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; BAYER MATERIALSCIENCE AG [DE]) 23. Dezember 2010 (2010-12-23) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0128] ----- | 22 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2015/100407

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2200105 | A2 | 23-06-2010 | CA 2688618 A1 16-06-2010 |
| | | | CN 101752276 A 23-06-2010 |
| | | | DE 102008062130 A1 17-06-2010 |
| | | | EP 2200105 A2 23-06-2010 |
| | | | JP 2010144169 A 01-07-2010 |
| | | | KR 20100069624 A 24-06-2010 |
| | | | TW 201029077 A 01-08-2010 |
| | | | US 2010148127 A1 17-06-2010 |
| ----- | | | |
| DE 102006015043 | A1 | 11-10-2007 | DE 102006015043 A1 11-10-2007 |
| | | | WO 2007113177 A1 11-10-2007 |
| ----- | | | |
| US 2013118582 | A1 | 16-05-2013 | TW 201320439 A 16-05-2013 |
| | | | US 2013118582 A1 16-05-2013 |
| ----- | | | |
| US 2014230846 | A1 | 21-08-2014 | BR PI0923756 A2 19-01-2016 |
| | | | CN 102326233 A 18-01-2012 |
| | | | EP 2382650 A2 02-11-2011 |
| | | | JP 5551713 B2 16-07-2014 |
| | | | JP 2012513899 A 21-06-2012 |
| | | | KR 20110110784 A 07-10-2011 |
| | | | US 2011250401 A1 13-10-2011 |
| | | | US 2014230846 A1 21-08-2014 |
| | | | WO 2010078414 A2 08-07-2010 |
| ----- | | | |
| DE 102009025123 | A1 | 23-12-2010 | CN 102484212 A 30-05-2012 |
| | | | DE 102009025123 A1 23-12-2010 |
| | | | EP 2443681 A1 25-04-2012 |
| | | | JP 5686797 B2 18-03-2015 |
| | | | JP 2012530336 A 29-11-2012 |
| | | | KR 20120052935 A 24-05-2012 |
| | | | TW 201108847 A 01-03-2011 |
| | | | US 2012193645 A1 02-08-2012 |
| | | | WO 2010146091 A1 23-12-2010 |
| ----- | | | |