

(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
05. März 2020 (05.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/043678 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/072746

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. August 2019 (27.08.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 214 496.6
28. August 2018 (28.08.2018) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE). **ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG** [DE/DE]; Fahnbergplatz, 79085 Freiburg (DE).

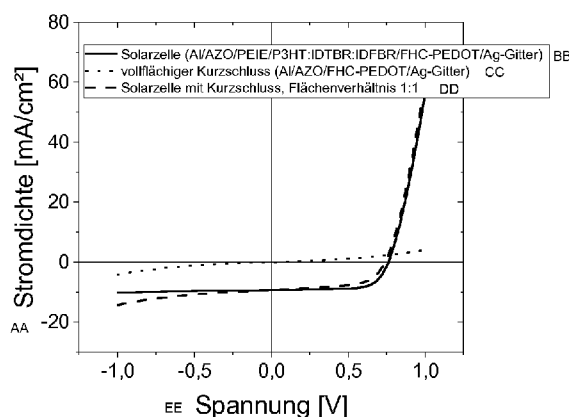
(72) **Erfinder: ZIMMERMANN, Birger**; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg (DE). **VEIT, Clemens**; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg (DE). **SCHLEIERMACHER, Hans-Frieder**; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg (DE). **KOHLSTÄDT, Markus**; Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fahnbergplatz, 79085 Freiburg (DE). **KROYER, Thomas**; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg (DE).

(74) **Anwalt: MAIWALD PATENTANWALTS- UND RECHTSANWALTS GMBH**; Elisenhof, Elisenstr. 3, 80335 Munich (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** SHORT-CIRCUIT RESISTANT ELECTRODE SYSTEM FOR ELECTRONIC COMPONENTS

(54) **Bezeichnung:** KURZSCHLUSSFESTES ELEKTRODENSYSTEM FÜR ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE



Figur 1

AA Current density [mA/cm²]
BB Solar cell (Al/AZO/PEIE/P3HT:IDTBR:IDFBR/FHC-PEDOT/Silver lattice)
CC Full-area short circuit (Al/AZO/FHC-PEDOT/Silver lattice)
DD Solar cell with short circuit, area ratio 1:1
EE Voltage [V]

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing an electronic component, wherein (i) an electrically conductive substrate coating is applied to a substrate, (ii) a photoactive or light-emitting coating is applied to the substrate coating, and (iii) an electrically conductive material is applied to the photoactive or light-emitting coating by means of a liquid deposition medium; wherein the outermost layer of the substrate coating from step (i) is soluble in the coating medium from step (iii) or is modifiable by said deposition medium.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements, wobei (i) eine elektrisch leitfähige Substratbeschichtung auf einem Substrat aufgebracht wird, (ii) eine photoaktive oder lichtemittierende Beschichtung auf der Substratbeschichtung aufgebracht wird und (iii) ein elektrisch leitfähiges Material auf der photoaktiven oder lichtemittierenden Beschichtung durch ein flüssiges Abscheidungsmedium aufgebracht wird; wobei die äußerste Schicht der Substratbeschichtung aus Schritt (i) in dem Abscheidungsmedium aus Schritt (iii) löslich ist oder durch dieses Abscheidungsmedium chemisch modifizierbar ist.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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)

5

10

Kurzschlussfestes Elektrodensystem für elektronische Bauelemente

- 15 Die vorliegende Erfindung betrifft elektronische Bauelemente mit verbesserter Kurzschlussfestigkeit und ein Verfahren zu deren Herstellung.

Organische elektronische Bauelemente wie organische Leuchtdioden (OLEDs) und organische Solarzellen enthalten als aktive Schichten organische Halbleiterschichten, die photoaktiv (Solarzelle) oder lichtemittierend (Leuchtdiode) sind und zwischen
20 zwei schichtartigen Elektroden vorliegen. Um eine möglichst effiziente Extraktion der photogenerierten Ladungsträger an den entsprechenden Kontakten zu erzielen, werden bei Solarzellen häufig ladungsselektive Transportschichten zwischen der photoaktiven Schicht und den beiden Elektroden angebracht. Eine
25 Elektronentransportschicht weist eine hohe Elektronenaffinität und hohe Elektronenmobilität auf, während eine Lochtransportschicht eine hohe Lochmobilität und ein hohes Ionisationspotential aufweist.

Aufgrund der niedrigen Ladungsträgermobilitäten ist es erforderlich, dass die
30 organischen Halbleiterschichten sehr geringe Schichtdicken aufweisen, beispielsweise im Bereich von 100-300 nm. Dadurch sind elektronische Bauelemente mit sehr dünnen organischen Halbleiterschichten sehr anfällig für Defekte durch Benetzungsprobleme, Staub und Zerkratzen. Diese Defekte in den Halbleiterschichten führen schnell zu Kurzschlüssen zwischen den Elektroden,

- 2 -

wodurch die Funktion der elektronischen Bauelemente stark beeinträchtigt ist. Es resultiert eine geringe technische Ausbeute und eine kostengünstige Produktion wird verhindert.

- 5 Auch für andere Dünnschichtbauteile wie anorganische Dünnschichtsolarzellen oder Perowskitsolarzellen ist das Problem von Kurzschlüssen durch Defekte in den dünnen Schichten bekannt.

- Die Problematik der durch Defekte in den dünnen Halbleiterschichten verursachten Kurzschlüsse zeigt sich deutlich bei dem Versuch, die Herstellung solcher elektronischen Bauelemente auf Rolle-zu-Rolle-Beschichtungsverfahren aufzuskalieren. Häufig scheitern entsprechende Versuche aufgrund vollständig kurzgeschlossener Bauteile. Bisherige Lösungsansätze basieren auf der Verwendung sehr hoher Schichtdicken (was sich in einer deutlich verminderten Effizienz der Bauteile und erhöhten Kosten niederschlägt), sehr aufwändigen Prozessbedingungen (Vakuum oder Reinraum), sehr hohen Anforderungen an die Oberflächengüte der Umlenkwalzen (bis zu deren Vermeidung) oder aufwändigen Reinigungsprozeduren. Dies führt zu einer Erhöhung der Produktionskosten.
- 10
- 15

- 20 US 2010/062550 A1 beschreibt das nachträgliche Isolieren defekter Stellen mittels Laser, was einen hohen prozesstechnischen Aufwand und damit hohe Kosten bedeutet.

- A. Oostra et al., Organic Electronics, 15, 2014, 1166-1172, beschreiben ein Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode, bei dem zunächst elektrisch leitfähige Schichten aus Indiumzinnoxid (ITO, fungiert als erste Elektrode) und PEDOT:PSS (fungiert als HIL, „Hole-Injection-Layer“) auf einem transparenten Substrat abgeschieden werden. Auf der Lochinjektionsschicht wird anschließend die aktive, d.h. lichtemittierende Polymerschicht aufgebracht. Aufgrund ihrer geringen Schichtdicke können in der aktiven Schicht Defekte vorhanden sein, durch die die
- 25
- 30

- darunter liegende PEDOT:PSS-Schicht freigelegt wird. Vor der Abscheidung eines als zweite Elektrode fungierenden Metalls wird die aktive Schicht zunächst mit einer wässrigen NaClO-Lösung in Kontakt gebracht. In den defekten Bereichen der aktiven Schicht kommt die NaClO-Lösung mit der darunterliegenden PEDOT:PSS-
- 5 Schicht in Berührung und bewirkt eine Oxidation des PEDOT, was zu einer signifikanten Reduzierung der elektrischen Leitfähigkeit des Polymers in diesen Kontaktbereichen führt. Anschließend erfolgt das Aufbringen von Aluminium, das als zweite Elektrode fungiert, über eine physikalische Gasphasenabscheidung.
- 10 P. Apilo et al., Prog. Photovolt.:Res. Appl., 2015, 23, S. 918-928 beschreiben die Verwendung von Zwischenschichten mit niedriger Leitfähigkeit, so dass Defekte mit kleiner Fläche einen ausreichend hohen Widerstand haben und daher nur ein kleiner Teil des Gesamtstroms über diesen Kurzschluss fließen kann.
- 15 DE 103 26 546 A1 beschreibt eine Solarzelle mit einer photoaktiven Schicht und zwei Elektroden, wobei zwischen der photoaktiven Schicht und den Elektroden jeweils eine Zwischenschicht mit asymmetrischer Leitfähigkeit angeordnet ist. Dieser Ansatz ist sehr von der Kontaktausbildung der beiden Schichten abhängig, da auf gleiche Weise auch sogenannte Rekombinationsschichten für Tandemsolarzellen
- 20 hergestellt werden können, sofern Oberflächenzustände an der Grenzfläche vorhanden sind oder die Leitfähigkeiten sehr hoch sind, z.B. durch Dotierung. Das geforderte Merkmal der asymmetrischen Leitfähigkeiten reicht nach heutigem Kenntnisstand nicht aus, den gewünschten hohen Parallelwiderstand sicher zu gewährleisten.
- 25 T.R. Andersen et al., Solar Energy Materials & Solar Cells, 149, 2016, S. 103-109, beschreiben eine über ein Rolle-zu-Rolle-Verfahren hergestellte organische Solarzelle. Auf einem Kunststoffsubstrat wird eine Silber/PEDOT:PSS-Elektrode und auf dieser Elektrode eine photoaktive Schicht aufgebracht. Anschließend erfolgt
- 30 das Aufbringen von Aluminium-dotiertem Zinkoxid (AZO) auf der photoaktiven

Schicht über ein flüssiges Abscheidungsmedium und zuletzt wird eine Schicht aus Aluminium durch Sputtern aufgebracht. In dem Herstellungsverfahren werden keine Maßnahmen getroffen, um Kurzschlüsse, die aus Defekten in der photoaktiven Schicht resultieren könnten, zu vermeiden.

5

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Herstellung eines elektronischen Bauelements, insbesondere eines optoelektronischen Bauelements wie z.B. einer Solarzelle oder einer organischen Leuchtdiode, über ein Verfahren, das effizient durchgeführt werden kann (z.B. auch als Rolle-zu-Rolle-Verfahren) und das Risiko von Kurzschlüssen im fertigen elektronischen Bauelement reduziert.

10

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements, folgende Schritte umfassend:

- (i) Aufbringen einer oder mehrerer elektrisch leitfähiger Schichten auf einem Substrat unter Erhalt einer elektrisch leitfähigen Substratbeschichtung, wobei die zuletzt aufgebrachte elektrisch leitfähige Schicht die Außenschicht der Substratbeschichtung darstellt;
- (ii) Aufbringen einer aktiven Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist, auf der Außenschicht der Substratbeschichtung;
- (iii) Aufbringen eines elektrisch leitfähigen Materials auf der aktiven Beschichtung durch ein flüssiges Abscheidungsmedium;
wobei zumindest die Außenschicht der Substratbeschichtung (d.h. die in Schritt (i) zuletzt aufgebrachte und in Kontakt mit der aktiven Beschichtung stehende Schicht) in dem Abscheidungsmedium löslich ist oder durch das Abscheidungsmedium chemisch modifizierbar ist.

15

20

25

Die elektrisch leitfähigen Schichten der Substratbeschichtung fungieren üblicherweise als erste Elektrode und optional als Ladungsträger-selektive Schichten (Elektronen- und Lochtransportschichten) des elektronischen Bauelements. In Schritt (iii) wird über ein flüssiges Abscheidungsmedium ein elektrisch leitfähiges Material

30

auf der aktiven (d.h. photoaktiven oder lichtemittierenden) Beschichtung aufgebracht. Dieses elektrisch leitfähige Material bildet beispielsweise die zweite Elektrode oder eine weitere Ladungsträger-selektive Schicht.

- 5 Sofern in der aktiven Beschichtung des elektronischen Bauelements ein Defekt vorliegt, kann das flüssige Abscheidungsmedium mit der Außenschicht der Substratbeschichtung in Kontakt kommen. Das in Schritt (iii) verwendete flüssige Abscheidungsmedium und die in Schritt (i) aufgebrachte Außenschicht der Substratbeschichtung sind so aufeinander abgestimmt, dass bei einem
- 10 entsprechenden Kontakt das Abscheidungsmedium die Außenschicht auflöst oder chemisch modifiziert. Dies wiederum ermöglicht, dass die elektrische Leitfähigkeit der Substratbeschichtung in den Defektbereichen der aktiven Beschichtung gezielt modifiziert werden kann. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung übt das in Schritt (iii) verwendete flüssige Abscheidungsmedium also eine doppelte Funktion aus.
- 15 Einerseits bewirkt es das Aufbringen einer weiteren funktionalen Schicht (z.B. der zweiten Elektrode oder einer weiteren Ladungsträger-selektiven Schicht), andererseits kann es in den Bereichen, in denen die aktive Beschichtung Defekte aufweist, eine gezielte Modifizierung der elektrischen Leitfähigkeit der Substratbeschichtung bewirken.

20

In einer bevorzugten Ausführungsform

- ist zumindest eine der elektrisch leitfähigen Schichten der Substratbeschichtung eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall, einem selbstpassivierenden Halbleiter oder einem elektrisch leitfähigen Metalloxid,
- 25 - ist die Außenschicht der Substratbeschichtung in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich und
- liegt die Außenschicht der Substratbeschichtung direkt auf der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, selbstpassivierenden Halbleiter oder elektrisch leitfähigen Metalloxid vor oder weist die Substratbeschichtung eine oder mehrere
- 30 elektrisch leitfähige Zwischenschichten zwischen der Schicht aus dem

- 6 -

selbstpassivierenden Metall, selbstpassivierenden Halbleiter oder elektrisch leitfähigen Metalloxid und der Außenschicht auf und jede der Zwischenschichten ist in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich.

- 5 Wie dem Fachmann bekannt ist, handelt es sich bei selbstpassivierenden Metallen oder Halbleitern um solche Metalle oder Halbleiter, die an Luft bei Raumtemperatur (25°C) spontan eine passivierende, sehr dünne Oxidschicht ausbilden können.

- Geeignete selbstpassivierende Metalle sind insbesondere Aluminium, Titan, Nickel,
10 Chrom, Zink, Blei oder Zirkon oder eine Legierung eines dieser Metalle. Besonders bevorzugt als selbstpassivierendes Metall ist Aluminium oder eine Aluminiumlegierung.

Ein geeigneter selbstpassivierender Halbleiter ist beispielsweise Silizium.

15

Ein geeignetes elektrisch leitfähiges Metalloxid ist insbesondere ein Titanoxid oder ein Chromoxid. Besonders bevorzugt ist ein Titanoxid.

- Kommt das in Schritt (iii) verwendete flüssige Abscheidungsmedium über defekte
20 Bereiche in der aktiven Beschichtung mit der Substratbeschichtung in Kontakt, so wird diese Substratbeschichtung also in diesen Kontaktbereichen soweit aufgelöst, bis die selbstpassivierende Metall- oder Halbleiterschicht oder die Schicht aus dem elektrisch leitfähigen Metalloxid (insbesondere ein Titanoxid) freigelegt ist.

- 25 Die selbstpassivierende Metall- oder Halbleiterschicht bildet nach ihrer Freilegung spontan einen dünnen, elektrisch isolierenden Oxidfilm aus, wodurch Kurzschlüsse im fertigen elektronischen Bauelement verhindert werden. Auch nach seiner Freilegung ist also das Metall (z.B. Al oder eine Al-Legierung) oder der Halbleiter (z.B. Si) durch die spontan gebildete oberflächliche Oxidschicht gegenüber dem in
30 Schritt (iii) aufgetragenen elektrisch leitfähigen Material (z.B. einem elektrisch

leitfähigen Polymer wie PEDOT:PSS) elektrisch isoliert, wodurch Kurzschlüsse verhindert werden.

- 5 Durch die Ausbildung des oberflächlichen Oxidfilms ist die selbstpassivierende Metall- oder Halbleiterschicht auch vor einem Auflösen durch das in Schritt (iii) verwendete flüssige Abscheidungsmedium geschützt. Die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter wird also durch das in Schritt (iii) verwendete flüssige Abscheidungsmedium nicht oder nur teilweise (bis sich der schützende oberflächliche Oxidfilm gebildet hat) gelöst.

10

- Wenn die Schicht aus dem elektrisch leitfähigen Metalloxid (insbesondere ein Titanoxid) freigelegt wird, kommt dieses Metalloxid mit dem in Schritt (iii) aufgetragenen elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise einem elektrisch leitfähigen Polymer wie PEDOT:PSS, in Kontakt. Da beide Materialien, d.h. das
- 15 Metalloxid (insbesondere ein Titanoxid) sowie das Polymer (z.B. PEDOT:PSS) an sich elektrisch leitfähig sind, wäre zu erwarten, dass sich in diesen Kontaktbereichen Kurzschlüsse bilden. Es hat sich jedoch überraschenderweise gezeigt, dass das elektrische Bauelement trotzdem eine hohe Kurzschlussfestigkeit aufweist.

- 20 Die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall wird beispielsweise durch eine physikalische Gasphasenabscheidung (z.B. Sputtern, thermisches Verdampfen, Elektronenstrahlverdampfen), eine chemische Gasphasenabscheidung (CVD), eine elektrochemische bzw. galvanische Abscheidung oder in Form einer Folie (die gewalzt oder nicht gewalzt sein kann) aufgebracht. Besonders bevorzugt erfolgt das
- 25 Aufbringen der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall über eine physikalische Gasphasenabscheidung.

Die Schicht aus dem selbstpassivierenden Halbleiter, insbesondere Silizium, wird beispielsweise durch eine physikalische Gasphasenabscheidung (z.B. Sputtern,

- 8 -

thermisches Verdampfen) oder eine chemische Gasphasenabscheidung (bevorzugt eine Plasma-unterstützte Gasphasenabscheidung) aufgebracht.

Die Schicht aus dem elektrisch leitfähigen Metalloxid, insbesondere ein Titanoxid, wird beispielsweise über eine chemische Gasphasenabscheidung, eine physikalische Gasphasenabscheidung (z.B. Sputtern) oder eine Abscheidung über eine flüssige Phase (z.B. über eine Rotationsbeschichtung, ein Tauchverfahren, ein Spritzverfahren, eine nasschemische Abscheidung) aufgebracht.

Die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, dem selbstpassivierenden Halbleiter oder dem elektrisch leitfähigen Metalloxid kann direkt auf dem Substrat aufgebracht werden. Alternativ ist es auch möglich, zunächst eine oder mehrere elektrisch leitfähige Schichten (beispielsweise eine oder mehrere Haftvermittlerschichten aus einem Metalloxid (z.B. ein dotiertes Zinkoxid wie AZO) oder einem Metall (z.B. Cr, Ni), eine oder mehrere Schichten aus einem nicht selbstpassivierenden Metall (z.B. Cu oder Ag), einem elektrisch leitfähigen Polymer oder einem transparenten, elektrisch leitfähigen Oxid (z.B. einem Indiumzinnoxid) auf dem Substrat aufzubringen und erst danach die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, dem selbstpassivierenden Halbleiter oder dem elektrisch leitfähigen Metalloxid aufzubringen. Die Schicht aus dem elektrisch leitfähigen Metalloxid (bevorzugt ein Titanoxid) liegt bevorzugt auf einer Schicht aus Silber oder einem TCO vor.

Geeignete Substrate für das Aufbringen elektrisch leitfähiger Schichten in elektronischen Bauelementen sind dem Fachmann bekannt. Üblicherweise ist das Substrat elektrisch nicht leitfähig (d.h. ein elektrischer Isolator). Das Substrat kann gegebenenfalls optisch transparent sein. Beispielsweise ist das Substrat ein Kunststoff-, Glas- oder Keramiksubstrat.

Geeignete Schichtdicken für die elektrisch leitfähigen Schichten in einem elektronischen Bauelement wie z.B. einer Solarzelle oder einer Leuchtdiode sind dem Fachmann bekannt. Die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, dem selbstpassivierenden Halbleiter oder dem elektrisch leitfähigen Metalloxid weist
5 beispielsweise eine Dicke im Bereich von 0,1 nm bis 400 nm auf. Soll die Schicht transparent oder semitransparent sein, wird bevorzugt eine Schichtdicke im Bereich von 0,1-20 nm, bevorzugter 1-20 nm, noch bevorzugter 5-10 nm gewählt.

Die in dem flüssigen Abscheidungsmedium lösliche Außenschicht der
10 Substratbeschichtung ist beispielsweise eine Schicht aus einem Metalloxid, das optional dotiert ist, oder einen Metallsulfid oder eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, oder eine Dipolschicht.

Das in dem flüssigen Abscheidungsmedium lösliche Metalloxid ist beispielsweise
15 ein transparentes, elektrisch leitfähiges Metalloxid (englisch: „*transparent conductive oxides*“, „*TCOs*“). Solche als TCO bezeichnete Oxide sind dem Fachmann bekannt. Bevorzugt ist das im Abscheidungsmedium lösliche Metalloxid ein Zinkoxid, das optional dotiert ist, z.B. mit Aluminium, Indium oder Gallium oder einer Kombination von mindestens zwei dieser Dotierelemente.

20 Das in dem flüssigen Abscheidungsmedium lösliche Metallsulfid ist beispielsweise ein Zinksulfid.

Enthält die in dem flüssigen Abscheidungsmedium lösliche Außenschicht ein
25 elektrisch leitfähiges Polymer, so ist dieses beispielsweise ein Polythiophen (z.B. Poly-3,4-ethylendioxythiophen (PEDOT), optional in Kombination mit einer weiteren Komponente wie z.B. einem Polystyrolsulfonat (PEDOT:PSS)); ein Polytriarylamin (PTAA); ein Polyethylenimin (PEI); ein ethoxyliertes Polyethylenimin (PEIE) oder ein Polyfluoren (beispielsweise Poly[(9,9-bis(3'-(N,N-dimethylamino) propyl)-2,7-fluorene)-alt-2,7-(9,9-dioctylfluorene)]).

30

Das Aufbringen der in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslichen Außenschicht der Substratbeschichtung erfolgt beispielsweise über eine chemische Gasphasenabscheidung (z.B. ALD; Atomic-Layer-Deposition-Verfahren), eine
5 physikalische Gasphasenabscheidung (z.B. Sputtern) oder eine Abscheidung über eine flüssige Phase (z.B. über eine Rotationsbeschichtung, ein Tauchverfahren, ein Spritzverfahren, eine nasschemische Abscheidung).

Wie oben bereits erwähnt, kann die in dem flüssigen Abscheidungsmedium lösliche
10 Außenschicht direkt auf der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall (bevorzugt Al oder eine Al-Legierung), dem selbstpassivierenden Halbleiter (bevorzugt Si) oder dem elektrisch leitfähigen Metalloxid (bevorzugt ein Titanoxid) vorliegen oder es können alternativ eine oder mehrere elektrisch leitfähige Zwischenschichten zwischen der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, dem selbstpassivierenden
15 Halbleiter oder dem elektrisch leitfähigen Metalloxid und der Außenschicht vorliegen, wobei jede der Zwischenschichten ebenfalls in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich ist. Hinsichtlich geeigneter Materialien für die Ausbildung einer solchen Zwischenschicht kann auf die oben genannten Materialien der Außenschicht (z.B. eine Zwischenschicht aus einem optional dotierten
20 Metalloxid oder einem Metallsulfid oder eine Zwischenschicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält) verwiesen werden.

Hinsichtlich geeigneter Abscheidungsverfahren für die Ausbildung einer solchen Zwischenschicht kann ebenfalls auf die oben genannten Abscheidungsverfahren der
25 Außenschicht (insbesondere eine chemische oder physikalische Gasphasenabscheidung oder eine Abscheidung über eine flüssige Phase) verwiesen werden.

Die Schichtdicke der Außenschicht und, sofern vorhanden, einer Zwischenschicht beträgt jeweils beispielsweise 0,1-100 nm, bevorzugter 0,1-50 nm, noch bevorzugter 0,1-20 nm.

- 5 Bevorzugt erfolgen das Aufbringen der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter und der darauf vorliegenden Zwischenschicht oder Außenschicht so, dass die Ausbildung eines oberflächlichen Oxidfilms auf dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter nicht oder nur in einem sehr geringen Ausmaß erfolgt.
- 10 Beispielsweise erfolgen das Aufbringen der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall oder selbstpassivierenden Halbleiter und der darauf vorliegenden Zwischenschicht oder Außenschicht unter Vakuum oder einer inerten oder reduzierenden Atmosphäre.
- 15 Gegebenenfalls kann die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter vor dem Aufbringen der nächsten Schicht (d.h. einer Zwischenschicht oder der Außenschicht) noch einer Depassivierung unterzogen werden, um eine möglicherweise gebildete oberflächliche Oxidschicht wieder zu entfernen. Die Depassivierungsbehandlung kann z.B. durch Behandlung mit einem alkalischen
- 20 Medium, durch Plasmabehandlung oder Ionenimplantation erfolgen.

- In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall oder selbstpassivierenden Halbleiter und die darauf vorliegende Außenschicht oder, sofern vorhanden, Zwischenschicht durch eine
- 25 physikalische Gasphasenabscheidung unter Vakuum (insbesondere Sputtern) aufgebracht, wobei das Aufbringen dieser Schichten bevorzugt in derselben Abscheidungsanordnung ohne Brechen des Vakuums erfolgt.

Wie oben bereits erwähnt, fungieren die elektrisch leitfähigen Schichten, die die Substratbeschichtung bilden, beispielsweise als eine erste Elektrode und optional als Loch- oder Elektronentransportschichten des elektronischen Bauelements.

- 5 Nachdem in Schritt (i) die Substratbeschichtung, die mindestens eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall, selbstpassivierenden Halbleiter oder elektrisch leitfähigen Metalloxid sowie eine in dem flüssigen Abscheidungsmedium lösliche Außenschicht und optional eine oder mehrere Zwischenschichten, die ebenfalls in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich sind, enthält, aufgebracht wurde, erfolgt
10 in Schritt (ii) das Aufbringen der aktiven Beschichtung auf der Substratbeschichtung. Die aktive Beschichtung ist photoaktiv (z.B. Solarzelle) oder lichtemittierend (z.B. organische Leuchtdiode).

- In Abhängigkeit von dem Typ des herzustellenden elektronischen Bauelements ist
15 dem Fachmann bekannt, welche Materialien für die photoaktive oder lichtemittierende Beschichtung verwendet werden können. Das elektronische Bauelement ist beispielsweise eine organische Solarzelle, eine anorganische Dünnschichtsolarzelle, eine Perowskitsolarzelle oder eine organische Leuchtdiode (OLED).

- 20 Die photoaktive Beschichtung einer organischen Solarzelle kann beispielsweise eine organische, insbesondere eine polymere Akzeptorkomponente und/oder eine organische, insbesondere polymere Donorkomponente enthalten. Eine Übersicht geeigneter Materialien für die photoaktive Beschichtung einer organischen Solarzelle
25 liefert beispielsweise A. Facchetti, Materials Today, 16, April 2013, S. 123-132.

Die photoaktive Beschichtung einer anorganischen Dünnschichtsolarzelle enthält beispielsweise Cadmiumtellurid, Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid oder amorphes oder polykristallines Silizium.

Das Aufbringen der aktiven Beschichtung erfolgt über Verfahren, die dem Fachmann bekannt sind, z.B. ein Druckverfahren (wie Flexodruck, Tampondruck, Gravurdruck, Inkjetdruck, Aerosoldruck), ein Gießen wie Schlitzdüsengießen oder Vorhanggießen, eine Sprühbeschichtung, eine Rotationsbeschichtung, eine Tauchbeschichtung, eine
5 physikalische Gasphasenabscheidung oder eine chemische Gasphasenabscheidung (z.B. eine Plasma-unterstützte chemische Gasphasenabscheidung).

In Schritt (iii) wird auf der aktiven Beschichtung ein elektrisch leitfähiges Material durch ein flüssiges Abscheidungsmedium aufgebracht.

10

Das in Schritt (iii) aufgebrachte elektrisch leitfähige Material fungiert in dem elektronischen Bauelement beispielsweise als zweite Elektrode oder als Loch- oder Elektronentransportschicht. Bevorzugt ist das elektrisch leitfähige Material ein Polymer, ein transparentes, elektrisch leitfähiges Oxid (TCO) wie z.B. ein
15 Indiumzinnoxid (ITO), ein Kohlenstoff-basiertes Material (z.B. Ruß, Graphit, Graphen oder Kohlenstoffnanoröhren) oder Silber. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das in Schritt (iii) aufgebrachte elektrisch leitfähige Material ein elektrisch leitfähiges Polymer.

20 Elektrisch leitfähige Polymere, die als Elektrode oder als Ladungsträger-selektive Transportschicht fungieren können, sind dem Fachmann bekannt. Beispielsweise ist das elektrisch leitfähige Polymer ein Polythiophen (z.B. Poly-3,4-ethylendioxythiophen (PEDOT), optional in Kombination mit einer weiteren Komponente wie z.B. einem Polystyrolsulfonat (PEDOT:PSS)); ein Polytriarylamin
25 (PTAA); ein Polyethylenimin (PEI); ein ethoxyliertes Polyethylenimin (PEIE) oder ein Polyfluoren (beispielsweise Poly[(9,9-bis(3'-(N,N-dimethylamino) propyl)-2,7-fluorene)-alt-2,7-(9,9-dioctylfluorene)]).

Das elektrisch leitfähige Material oder eine Vorstufe dieses elektrisch leitfähigen Materials liegt in dem flüssigen Abscheidungsmedium bevorzugt gelöst oder dispergiert vor.

- 5 Das flüssige Abscheidungsmedium ist beispielsweise ein wässriges Abscheidungsmedium oder ein Abscheidungsmedium, das ein oder mehrere organische Lösungsmittel (beispielsweise einen Alkohol) enthält. Die Wahl einer geeigneten Flüssigkeit, in der die Außenschicht der Substratbeschichtung löslich ist, kann der Fachmann aufgrund seines allgemeinen Fachwissens vornehmen. Optional
10 kann das flüssige Abscheidungsmedium ein Tensid enthalten.

- Sofern in der aktiven Beschichtung des elektronischen Bauelements ein Defekt vorliegt, kann das flüssige Beschichtungsmedium mit der Außenschicht der Substratbeschichtung in Kontakt kommen. Das in Schritt (iii) verwendete
15 Abscheidungsmedium und die in Schritt (i) aufgebrachte Außenschicht und optionale Zwischenschicht der Substratbeschichtung sind so aufeinander abgestimmt, dass bei einem entsprechenden Kontakt das Abscheidungsmedium die Außenschicht und, sofern vorhanden, die Zwischenschicht auflöst.

- 20 Bevorzugt weist das flüssige (z.B. wässrige) Abscheidungsmedium einen sauren pH-Wert (z.B. im Bereich von 0-4, bevorzugter 0,5-3) oder einen basischen pH-Wert auf. Der saure oder basische pH-Wert des flüssigen Abscheidungsmediums kann die Auflösung der Außenschicht (beispielsweise eines Metalloxids wie dotiertes oder undotiertes Zinkoxid) und, sofern vorhanden, der Zwischenschichten fördern.

- 25 Nach Schritt (iii) können optional noch weitere Abscheidungsschritte erfolgen, in denen weitere elektrisch leitfähige Schichten aufgebracht werden.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform

- 15 -

- ist zumindest eine der elektrisch leitfähigen Schichten der Substratbeschichtung eine Schicht aus einem nicht selbstpassivierenden Metall,
- ist die Außenschicht der Substratbeschichtung in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich,
- 5 - liegt die Außenschicht der Substratbeschichtung direkt auf der Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall vor oder weist die Substratbeschichtung eine oder mehrere elektrisch leitfähige Zwischenschichten zwischen der Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall und der Außenschicht auf und jede der Zwischenschichten ist in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich, und
- 10 - ist das nicht selbstpassivierende Metall durch das flüssige Abscheidungsmedium oxidierbar.

Das nicht selbstpassivierende Metall ist beispielsweise Kupfer, Silber, Gold oder Eisen oder eine Legierung eines dieser Metalle.

15

- Hinsichtlich geeigneter Methoden für das Aufbringen der Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall kann auf die oben beschriebenen Methoden für das Aufbringen der selbstpassivierenden Metallschicht verwiesen werden, insbesondere eine physikalische Gasphasenabscheidung (z.B. Sputtern, thermisches Verdampfen,
- 20 Elektronenstrahlverdampfen), eine chemische Gasphasenabscheidung (CVD), eine elektrochemische bzw. galvanische Abscheidung oder ein Aufbringen in Form einer Folie.

- Hinsichtlich einer geeigneten Außenschicht und, sofern vorhanden, geeigneter
- 25 Zwischenschichten kann ebenfalls auf die obigen Ausführungen verwiesen werden, d.h. eine Schicht aus einem Metalloxid, das optional dotiert ist, oder einem Metallsulfid oder eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, oder eine Dipolschicht.

Die Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall kann direkt auf dem Substrat aufgebracht werden. Alternativ ist es auch möglich, zunächst eine oder mehrere elektrisch leitfähige Schichten (beispielsweise eine oder mehrere Haftvermittlerschichten aus einem Metalloxid (z.B. ein dotiertes Zinkoxid wie AZO) oder einem Metall (z.B. Cr, Ni), eine oder mehrere Schichten aus einem nicht selbstpassivierenden Metall (z.B. Cu oder Ag), einem elektrisch leitfähigen Polymer oder einem transparenten, elektrisch leitfähigen Oxid (z.B. einem Indiumzinnoxid)) auf dem Substrat aufzubringen und erst danach die Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall aufzubringen. Geeignete Substrate für das Aufbringen elektrisch leitfähiger Schichten in elektronischen Bauelementen sind dem Fachmann bekannt. Üblicherweise ist das Substrat elektrisch nicht leitfähig (d.h. ein elektrischer Isolator). Das Substrat kann gegebenenfalls optisch transparent sein. Beispielsweise ist das Substrat ein Kunststoff-, Glas- oder Keramiksubstrat.

Hinsichtlich des Schritts (ii), d.h. Aufbringen der aktiven Beschichtung, kann ebenfalls auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

In Schritt (iii) wird in dieser bevorzugten Ausführungsform ein flüssiges Abscheidungsmedium verwendet, das bei entsprechendem Kontakt (d.h. in defekten Bereichen der aktiven Beschichtung) nicht nur die Außenschicht und, sofern vorhanden, die Zwischenschichten auflösen kann, sondern auch die Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall in den freigelegten Bereichen zumindest oberflächlich oxidieren kann.

Das flüssige, bevorzugt wässrige Abscheidungsmedium weist bevorzugt einen pH-Wert auf, der so eingestellt ist, dass die Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall bei Kontakt mit dem flüssigen Abscheidungsmedium (also wenn Defekte in der aktiven Beschichtung vorliegen) an ihrer Oberfläche einen Oxidfilm ausbildet. Geeignete pH-Werte können anhand von Pourbaix-Diagrammen (auch als Potential-pH-Diagramme bezeichnet) bestimmt werden. In Pourbaix-Diagrammen sind

Reduktionspotentiale von Halbreaktionen, jeweils für verschiedene Oxidationsstufen eines Elements, in Abhängigkeit vom pH-Wert graphisch dargestellt. Damit kann der Fachmann bestimmen, unter welchen pH-Bedingungen sich an der Oberfläche eines Metalls ein Oxidfilm ausbildet.

5

Außerdem kann das flüssige Abscheidungsmedium mindestens ein Oxidationsmittel, welches das nicht selbstpassivierende Metall in eine oxidierte Verbindung überführen kann, enthalten. Das Oxidationsmittel ist z.B. eine oxidierende Säure (beispielsweise Salpetersäure oder Schwefelsäure) oder Lauge. Die oxidierte

10 Verbindung des nicht selbstpassivierenden Metalls ist insbesondere eine Verbindung mit einem oder mehreren Elementen der Gruppe 14 (z.B. C oder Si), Gruppe 15 (z.B. N oder P), Gruppe 16 (O oder S) und/oder Gruppe 17 (z.B. F, Cl, Br oder I) des Periodensystems der Elemente (IUPAC 2016).

15 Hinsichtlich geeigneter elektrisch leitfähiger Materialien, die in Schritt (iii) mit dem flüssigen wässrigen Abscheidungsmedium aufgebracht werden können, kann auf die obigen Ausführungen verwiesen werden, d.h. das elektrisch leitfähige Material ist bevorzugt ein Polymer, ein transparentes, elektrisch leitfähiges Oxid (TCO) wie z.B. ein Indiumzinnoxid (ITO), ein Kohlenstoff-basiertes Material (z.B. Ruß, Graphit,
20 Graphen oder Kohlenstoffnanoröhren) oder Silber. Das in Schritt (iii) aufgebrachte elektrisch leitfähige Material fungiert in dem elektronischen Bauelement beispielsweise als zweite Elektrode oder als Loch- oder Elektronentransportschicht. Das elektrisch leitfähige Material oder eine Vorstufe dieses elektrisch leitfähigen Materials liegt in dem flüssigen Abscheidungsmedium bevorzugt gelöst oder
25 dispergiert vor.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind alle Schichten der Substratbeschichtung (d.h. die Außenschicht und, sofern vorhanden, alle weitere Schichten zwischen der Außenschicht und dem Substrat) in dem flüssigen

30 Abscheidungsmedium löslich.

In dieser bevorzugten Ausführungsform kann also in den Bereichen, in denen die aktive Beschichtung Defekte aufweist, die darunter liegende Substratbeschichtung bis zum Substrat abgetragen werden. Wie oben erwähnt, wird das Substrat
5 üblicherweise durch ein elektrisch nicht leitfähiges Material gebildet (z.B. ein Kunststoff-, Glas- oder Keramiksubstrat). Da in der aktiven Beschichtung üblicherweise nur kleinflächige Defekte vorhanden sind, wird die Funktionalität des elektronischen Bauelements durch die Entfernung der unterhalb dieser Defekte liegenden Substratbeschichtung nicht signifikant eingeschränkt.

10

Hinsichtlich geeigneter Schichten der Substratbeschichtung und eines geeigneten flüssigen Abscheidungsmediums, die so aufeinander abgestimmt sind, dass sich diese Schichten bei entsprechendem Kontakt (also beim Vorliegen von Defekten in der aktiven Beschichtung) mit dem Abscheidungsmedium auflösen, kann auf die obigen
15 Ausführungen verwiesen werden.

In den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen waren die Außenschicht und, sofern vorhanden, die mindestens eine Zwischenschicht der in Schritt (i) aufgetragenen Substratbeschichtung und das in Schritt (iii) verwendete flüssige
20 Abscheidungsmedium so aufeinander abgestimmt, dass bei entsprechendem Kontakt die Außenschicht und die optionalen Zwischenschichten in dem flüssigen Abscheidungsmedium gelöst werden. Alternativ ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch möglich, dass das flüssige Beschichtungsmedium die Außenschicht bei entsprechendem Kontakt (d.h. bei Defekten in der aktiven Beschichtung) nicht
25 auflöst, sondern chemisch modifiziert.

Durch die chemische Modifizierung wird der elektrische Kontaktwiderstand in den Bereichen, wo die aktive Beschichtung defekt ist, erhöht, so dass ein Kurzschluss verhindert wird.

30

Die chemische Modifikation der Außenschicht bei Kontakt mit dem Abscheidungsmedium kann beispielsweise eine Oxidation oder eine Änderung der chemischen Zusammensetzung sein.

- 5 Beispielsweise ist die Außenschicht eine Schicht aus einem Metall und der pH-Wert des flüssigen, bevorzugt wässrigen Beschichtungsmediums ist so eingestellt, dass bei entsprechendem Kontakt an der Oberfläche der Metallschicht ein Oxidfilm ausgebildet wird. Wie oben bereits erwähnt, können geeignete pH-Werte anhand von Pourbaix-Diagrammen bestimmt werden.

10

Das durch Kontakt mit dem flüssigen Beschichtungsmedium oxidierbare Metall ist z.B. Kupfer, Silber, Gold oder Eisen oder eine Legierung eines dieser Metalle.

- 15 Außerdem kann das flüssige Beschichtungsmedium ein Oxidationsmittel enthalten, so dass bei einem Kontakt des Beschichtungsmediums mit der Außenschicht der Substratbeschichtung die Außenschicht im Kontaktbereich zumindest oberflächlich oxidiert wird. Das Oxidationsmittel ist z.B. eine oxidierende Säure (beispielsweise Salpetersäure oder Schwefelsäure) oder Lauge.

- 20 Weiterhin ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich, dass die Außenschicht der Substratbeschichtung einen Halbleiter enthält, dessen Dotierungsgrad sich bei einem Kontakt mit dem flüssigen Beschichtungsmedium zumindest in diesem Kontaktbereich ändert.

- 25 Beispielsweise enthält das flüssige Beschichtungsmedium einen Dotierstoff, der in die Außenschicht der Substratbeschichtung diffundieren kann. Alternativ ist es auch möglich, dass die Außenschicht einen dotierten Halbleiter enthält und die Dotierstoffe des dotierten Halbleiters bei einem Kontakt mit dem flüssigen Beschichtungsmedium zumindest in diesem Kontaktbereich in das

Beschichtungsmedium diffundieren (also durch das Beschichtungsmedium aus der durch den dotierten Halbleiter gebildeten Außenschicht „herausgelöst“ werden).

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein elektronisches Bauelement, das nach
5 einem der oben beschriebenen Verfahren erhältlich ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das elektronische Bauelement der vorliegenden Erfindung

- (a) ein Substrat,
- 10 (b) eine auf dem Substrat vorliegende elektrisch leitfähige Substratbeschichtung, die mindestens zwei Schichten S1 und S2 aufweist, wobei
 - die Schicht S2 die Außenschicht der Substratbeschichtung ist,
 - die Schicht S2 direkt auf der Schicht S1 vorliegt oder die Schicht S2 auf einer Zwischenschicht S3 vorliegt und die Zwischenschicht S3 auf
15 der Schicht S1 vorliegt,
 - die Schicht S1 eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall oder einem selbstpassivierenden Halbleiter ist,
 - die Schicht S2 und, sofern vorhanden, die Schicht S3 eine Schicht aus einem Zinkoxid, das optional dotiert ist, oder einem Zinksulfid oder
20 eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, ist,
- (c) eine auf der Schicht S2 vorliegende aktive Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist,
- (d) eine auf der aktiven Beschichtung vorliegende elektrisch leitfähige Schicht S4, wobei die Schicht S4 eine Schicht ist, die ein elektrisch leitfähiges
25 Polymer, ein transparentes, elektrisch leitfähiges Oxid (z.B. ein Indiumzinnoxid), ein Kohlenstoff-basiertes Material (z.B. Ruß, Graphit, Graphen oder Kohlenstoffnanoröhren) oder metallisches Silber enthält.

Bevorzugt ist die Schicht S1 eine Schicht aus Aluminium oder einer
30 Aluminiumlegierung.

Hinsichtlich geeigneter elektrisch leitfähiger Polymere für die Außenschicht S2 und/oder die optionale Zwischenschicht S3 kann auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

5

Sofern das Zinkoxid dotiert ist, können als Dotierelement beispielsweise Aluminium, Indium oder Gallium oder eine Kombination von mindestens zwei dieser Dotierelemente verwendet werden.

- 10 Sofern vorhanden, ist die Zwischenschicht S3 bevorzugt eine Schicht aus einem dotierten Zinkoxid, insbesondere einem Zinkoxid, das mit Aluminium, Indium oder Gallium oder eine Kombination von mindestens zwei dieser Dotierelemente dotiert ist. Wie oben bereits erwähnt, wird das Material für die Außenschicht S2 der Substratbeschichtung aus einem elektrisch leitfähigen Polymer, einem Zinkoxid, das
15 optional dotiert ist, und einem Zinksulfid ausgewählt.

Hinsichtlich geeigneter elektrisch leitfähiger Polymere für die Schicht S4 kann ebenfalls auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

- 20 Hinsichtlich eines geeigneten Substrats kann auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

Hinsichtlich geeigneter photoaktiver oder lichtemittierender Beschichtungen für elektronische Bauelemente wie Solarzellen oder Leuchtdioden kann auf die obigen

- 25 Ausführungen verwiesen werden.

Die Schicht S1 kann direkt auf dem Substrat vorliegen. Alternativ kann es bevorzugt sein, dass eine oder mehrere elektrisch leitfähige Haftvermittlungsschichten zwischen der Schicht S1 und dem Substrat vorliegen. Geeignete

- 30 Haftvermittlungsschichten sind dem Fachmann bekannt. Die Haftvermittlungsschicht

ist beispielsweise eine Schicht aus einem Metall (z.B. Cr oder Ni oder eine Legierung eines dieser Metalle).

5 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform enthält das elektronische Bauelement der vorliegenden Erfindung

- (a) ein Substrat,
- (b) eine auf dem Substrat vorliegende elektrisch leitfähige Substratbeschichtung, die mindestens zwei Schichten S1 und S2 aufweist, wobei
 - 10 - die Schicht S2 die Außenschicht der Substratbeschichtung ist,
 - die Schicht S2 direkt auf der Schicht S1 vorliegt oder die Schicht S2 auf einer Zwischenschicht S3 vorliegt und die Zwischenschicht S3 auf der Schicht S1 vorliegt,
 - die Schicht S1 eine Schicht aus einem Titanoxid ist,
 - die Schicht S2 und, sofern vorhanden, die Schicht S3 eine Schicht aus
 - 15 einem Zinkoxid, das optional dotiert ist, oder einem Zinksulfid oder
 - eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, ist,
- (c) eine auf der Schicht S2 vorliegende aktive Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist,
- (d) eine auf der aktiven Beschichtung vorliegende elektrisch leitfähige Schicht
 - 20 S4, wobei die Schicht S4 eine Schicht ist, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält.

Sofern das Zinkoxid dotiert ist, können als Dotierelement beispielsweise Aluminium, Indium oder Gallium oder eine Kombination von mindestens zwei dieser
25 Dotierelemente verwendet werden.

Sofern vorhanden, ist die Zwischenschicht S3 bevorzugt eine Schicht aus einem dotierten Zinkoxid, insbesondere einem Zinkoxid, das mit Aluminium, Indium oder Gallium oder eine Kombination von mindestens zwei dieser Dotierelemente dotiert
30 ist. Wie oben bereits erwähnt, wird das Material für die Außenschicht S2 aus einem

elektrisch leitfähigen Polymer, einem Zinkoxid, das optional dotiert ist, und einem Zinksulfid ausgewählt.

Hinsichtlich geeigneter elektrisch leitfähiger Polymere für die Schicht S4 kann auf
5 die obigen Ausführungen verwiesen werden. In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Schicht S4 ein Polythiophen (z.B. Poly-3,4-ethylendioxythiophen (PEDOT), optional in Kombination mit einer weiteren Komponente wie z.B. einem Polystyrolsulfonat (PEDOT:PSS)).

10 Hinsichtlich eines geeigneten Substrats kann auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

Hinsichtlich geeigneter photoaktiver oder lichtemittierender Beschichtungen für elektronische Bauelemente wie Solarzellen oder Leuchtdioden kann auf die obigen
15 Ausführungen verwiesen werden.

Die Schicht S1 kann direkt auf dem Substrat vorliegen. Alternativ kann es bevorzugt sein, dass eine oder mehrere elektrisch leitfähige Schichten zwischen der Schicht S1 und dem Substrat vorliegen. Beispielsweise liegt die Schicht S1 auf einer Schicht aus
20 einem Metall (bevorzugt Silber) vor und zwischen dieser Metallschicht und dem Substrat liegen eine oder mehrere elektrisch leitfähige Haftvermittlungsschichten (z.B. eine oder mehrere Schichten aus einem transparenten, elektrisch leitfähigen Metalloxid) vor.

25 Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein elektronisches Bauelement, enthaltend

- (a) ein Substrat,
- (b) eine auf dem Substrat vorliegende elektrisch leitfähige Substratbeschichtung, die mindestens zwei Schichten S1 und S2 aufweist, wobei

30 - die Schicht S2 die Außenschicht der Substratbeschichtung ist,

- 24 -

- die Schicht S2 direkt auf der Schicht S1 vorliegt oder die Schicht S2 auf einer Zwischenschicht S3 vorliegt und die Zwischenschicht S3 auf der Schicht S1 vorliegt,
 - die Schicht S1 eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall oder einem selbstpassivierenden Halbleiter ist,
 - die Schicht S2 eine Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material LM2 und, sofern vorhanden, die Schicht S3 eine Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material LM3 ist,
- (c) eine auf der Schicht S2 vorliegende aktive Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist,
- (d) eine auf der aktiven Beschichtung vorliegende elektrisch leitfähige Schicht S4 aus einem elektrisch leitfähigen Material LM4,

wobei

- die aktive Beschichtung und die äußerste Schicht S2 sowie, wenn vorhanden, die Zwischenschicht S3 der Substratbeschichtung jeweils mindestens einen Bereich aufweisen, der das elektrisch leitfähige Material LM4 enthält,

- die Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder selbstpassivierenden Halbleiter auf der der aktiven Beschichtung zugewandten Seite mindestens einen oxidierten Bereich aufweist, in dem die Schicht S1 oberflächlich oxidiert ist,
- der oxidierte Bereich der Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder selbstpassivierenden Halbleiter an den das elektrisch leitfähige Material LM4 enthaltenden Bereich der äußersten Schicht S2 oder, sofern vorhanden, der Zwischenschicht S3 grenzt.

- Wie oben bereits erwähnt, sind geeignete Substrate für das Aufbringen elektrisch leitfähiger Schichten in elektronischen Bauelementen dem Fachmann bekannt. Üblicherweise ist das Substrat elektrisch nicht leitfähig (d.h. ein elektrischer Isolator). Das Substrat kann gegebenenfalls optisch transparent sein. Beispielsweise ist das Substrat ein Kunststoff-, Glas- oder Keramiksubstrat.

Geeignete selbstpassivierende Metalle sind insbesondere Aluminium, Titan, Nickel, Chrom, Zink, Blei oder Zirkon oder eine Legierung eines dieser Metalle. Besonders bevorzugt als selbstpassivierendes Metall ist Aluminium oder eine Aluminiumlegierung.

5

Ein geeigneter selbstpassivierender Halbleiter ist beispielsweise Silizium.

Die Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter kann direkt auf dem Substrat vorliegen. Alternativ ist es auch möglich, zunächst eine oder mehrere elektrisch leitfähige Schichten (z.B. mindestens eine Schicht aus einem nicht selbstpassivierenden Metall wie Cu oder Ag, einem elektrisch leitfähigen Polymer oder einem transparenten, elektrisch leitfähigen Oxid (TCO) wie z.B. einem Indiumzinnoxid (ITO)) auf dem Substrat aufzubringen und erst danach die Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter aufzubringen.

15

Die selbstpassivierende Metall- oder Halbleiterschicht S1 weist beispielsweise eine Dicke im Bereich von 0,1 nm bis 400 nm auf. Soll die selbstpassivierende Metall- oder Halbleiterschicht S1 transparent oder semitransparent sein, wird bevorzugt eine Schichtdicke im Bereich von 0,1-20 nm, bevorzugter 1-20 nm, noch bevorzugter 5-10 nm gewählt.

20

Das elektrisch leitfähige Material LM2 der äußersten Schicht S2 (nachfolgend auch als Außenschicht bezeichnet) der elektrisch leitfähigen Substratbeschichtung ist beispielsweise ein Metalloxid, das optional dotiert ist, oder ein elektrisch leitfähiges Polymer.

25

Das Metalloxid der Außenschicht S2 ist beispielsweise ein transparentes, elektrisch leitfähiges Metalloxid (englisch: „*transparent conductive oxides*“, „*TCOs*“). Solche als TCO bezeichnete Oxide sind dem Fachmann bekannt. Bevorzugt ist das

- 26 -

Metalloxid ein Zinkoxid, das optional dotiert ist, z.B. mit Aluminium, Indium oder Gallium oder einer Kombination von mindestens zwei dieser Dotierelemente.

Handelt es sich bei dem elektrisch leitfähigen Material LM2 der Außenschicht S2 der Substratbeschichtung um ein elektrisch leitfähiges Polymer, so ist dieses
5 beispielsweise ein Polythiophen (z.B. Poly-3,4-ethylendioxythiophen (PEDOT), optional in Kombination mit einer weiteren Komponente wie z.B. einem Polystyrolsulfonat (PEDOT:PSS)); ein Polytriarylammin (PTAA); ein Polyethylenimin (PEI); ein ethoxyliertes Polyethylenimin (PEIE) oder ein Polyfluoren (beispielsweise
10 Poly[(9,9-bis(3'-(N,N-dimethylamino) propyl)-2,7-fluorene)-alt-2,7-(9,9-dioctylfluorene)]).

Die Außenschicht S2 der Substratbeschichtung kann direkt auf der selbstpassivierenden Metall- oder Halbleiterschicht S1 vorliegen. Alternativ kann
15 eine Zwischenschicht S3 aus einem elektrisch leitfähigen Material LM3 zwischen der Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder Halbleiter und der Außenschicht S2 vorliegen. Hinsichtlich geeigneter Materialien für die Ausbildung einer solchen Zwischenschicht S3 kann auf die oben genannten Materialien der Außenschicht S2 (z.B. eine Zwischenschicht aus einem optional dotierten Metalloxid
20 wie AZO oder einem Metallsulfid oder eine Zwischenschicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält) verwiesen werden.

Sofern vorhanden, ist die Zwischenschicht S3 bevorzugt eine Schicht aus einem Zinkoxid, das mit Aluminium, Gallium oder Indium oder einer Kombination von
25 mindestens zwei dieser Dotierelemente dotiert ist.

Die Schichtdicke der Außenschicht S2 und, sofern vorhanden, einer Zwischenschicht S3 beträgt jeweils beispielsweise 0,1-100 nm, bevorzugter 0,1-50 nm, noch bevorzugter 0,1-20 nm.

In Abhängigkeit von dem Typ des herzustellenden elektronischen Bauelements ist dem Fachmann bekannt, welche Materialien für die photoaktive oder lichtemittierende Beschichtung verwendet werden können. Das elektronische Bauelement ist beispielsweise eine organische Solarzelle, eine anorganische
5 Dünnschichtsolarzelle, eine Perowskitesolarzelle oder eine organische Leuchtdiode (OLED).

Die photoaktive Beschichtung einer organischen Solarzelle kann beispielsweise eine organische, insbesondere eine polymere Akzeptorkomponente und/oder eine
10 organische, insbesondere polymere Donorkomponente enthalten. Eine Übersicht geeigneter Materialien für die photoaktive Beschichtung einer organischen Solarzelle liefert beispielsweise A. Facchetti, Materials Today, 16, April 2013, S. 123-132.

Die photoaktive Beschichtung einer anorganischen Dünnschichtsolarzelle enthält
15 beispielsweise Cadmiumtellurid, Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid oder amorphes oder polykristallines Silizium.

Das elektrisch leitfähige Material LM4, das die auf der photoaktiven oder lichtemittierenden Beschichtung vorliegende Schicht S4 bildet, fungiert in dem
20 elektronischen Bauelement beispielsweise als zweite Elektrode oder als Loch- oder Elektronentransportschicht. Bevorzugt ist das elektrisch leitfähige Material LM4 ein Polymer, ein transparentes, elektrisch leitfähiges Oxid (TCO) wie z.B. ein Indiumzinnoxid (ITO), ein Kohlenstoff-basiertes Material (z.B. Ruß, Graphit, Graphen oder Kohlenstoffnanoröhren) oder Silber.

25

Elektrisch leitfähige Polymere, die als Elektrode oder als Ladungsträger-selektive Transportschicht fungieren können, sind dem Fachmann bekannt. Beispielsweise ist das elektrisch leitfähige Polymer ein Polythiophen (z.B. Poly-3,4-
ethyldioxythiophen (PEDOT), optional in Kombination mit einer weiteren
30 Komponente wie z.B. einem Polystyrolsulfonat (PEDOT:PSS)); ein Polytriarylamin

(PTAA); ein Polyethylenimin (PEI); ein ethoxyliertes Polyethylenimin (PEIE) oder ein Polyfluoren (beispielsweise Poly[(9,9-bis(3'-(N,N-dimethylamino) propyl)-2,7-fluorene)-alt-2,7-(9,9-dioctylfluorene)]).

- 5 Das elektronische Bauelement ist beispielsweise eine organische Solarzelle, eine anorganische Dünnschichtsolarzelle, eine Perowskitsolarzelle oder eine organische Leuchtdiode (OLED).

- Herstellungsbedingt kann die aktive (d.h. photoaktive oder lichtemittierende)
- 10 Beschichtung des elektronischen Bauelements einen oder mehrere defekte Bereiche aufweisen. In dem defekten Bereich ist die aktive Beschichtung unterbrochen, d.h. in dem defekten Bereich liegt kein photoaktives oder lichtemittierendes Material vor. Beim Aufbringen der aus dem elektrisch leitfähigen Material LM4 gebildeten Schicht S4 kann dieses Material LM4 die defekten Bereiche teilweise oder
- 15 vollständig ausfüllen. Es bildet sich in der aktiven Beschichtung zumindest ein Bereich aus, der das elektrisch leitfähige Material LM4 enthält.

- Wie oben beschrieben, wird im Falle eines defekten Bereichs der aktiven Beschichtung die Außenschicht S2 und, sofern vorhanden, die Zwischenschicht S3
- 20 der Substratbeschichtung in diesem defekten Bereich während des Herstellungsverfahrens abgelöst und das darunter liegende selbstpassivierende Metall (oder der selbstpassivierende Halbleiter) der Schicht S1 freigelegt. Dies bewirkt eine oberflächliche Oxidation der selbstpassivierenden Schicht S1 in dem freigelegten Bereich. Da die Außenschicht S2 und, sofern vorhanden, die Zwischenschicht S3 der
- 25 Substratbeschichtung unterhalb des defekten Bereichs der aktiven Beschichtung entfernt wurden, liegt in diesen Bereichen nun jeweils das elektrisch leitfähige Material LM4 vor.

- In benachbarten Schichten grenzen die oben beschriebenen Bereiche (d.h. die LM2-
- 30 haltigen Bereiche der aktiven Beschichtung, der Außenbeschichtung und der

optionalen Zwischenschicht sowie der oxidierte Bereich der selbstpassivierenden Schicht) aneinander.

5 Der oxidierte Bereich der selbstpassivierenden Metall- oder Halbleiterschicht S1 grenzt an den das elektrisch leitfähige Material LM4 enthaltenden Bereich der Außenschicht S2 oder, sofern vorhanden, der Zwischenschicht S3 der Substratbeschichtung, d.h. diese Bereiche weisen eine gemeinsame Grenzfläche auf.

10 Außerdem grenzen die Bereiche der aktiven Beschichtung und der Außenschicht S2, die das elektrisch leitfähige Material LM4 enthalten, aneinander.

Die jeweilige Fläche der das elektrisch leitfähige Material LM4 enthaltenden Bereiche der aktiven Beschichtung, der Außenschicht S2 und der optionalen Zwischenschicht S3 sowie des oxidierten Bereichs der selbstpassivierenden Schicht
15 S1 hängt von der Fläche des Defekts, der während der Herstellung in der aktiven Beschichtung entstanden ist, ab. Die LM4-haltigen Bereiche der aktiven Beschichtung, der Außenschicht und der optionalen Zwischenschicht sowie der oxidierte Bereich der selbstpassivierenden Schicht können jeweils beispielsweise eine Fläche (in einer Ebene parallel zur Substratoberfläche) von weniger als 10 mm²
20 oder weniger als 1 mm² oder weniger als 100 µm² aufweisen.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beispiele eingehender beschrieben.

Beispiele

25

Beispiel 1

In Beispiel 1 wurde eine organische Solarzelle folgendermaßen hergestellt:

Als Substrat wurde Glas verwendet. Auf diesem Substrat wurde zunächst eine Schicht aus Aluminium (d.h. eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall) und auf der Al-Schicht anschließend eine Schicht aus einem Aluminium-dotierten Zinkoxid (AZO) abgeschieden. Beide Schichten wurden durch Sputtern in der
5 gleichen Sputtervorrichtung ohne Brechen des Vakuums aufgebracht.

Die Aluminium-Schicht und die AZO-Schicht stellen die Substratbeschichtung dar, wobei die AZO-Schicht die Außenschicht der Substratbeschichtung ist.

10 Auf der AZO-Schicht wurde P3HT:PCBM als photoaktive Beschichtung aufgebracht. Das Aufbringen der photoaktiven Beschichtung erfolgte durch Spincoating.

Auf der photoaktiven Beschichtung wurde anschließend PEDOT:PSS als elektrisch
15 leitfähiges Material aufgebracht. Das Aufbringen erfolgte durch eine wässrige Dispersion, die PEDOT:PSS enthielt, also ein wässriges Beschichtungsmedium. Der pH-Wert des wässrigen Beschichtungsmediums betrug 1,5. Bei diesem pH-Wert ist AZO in einem wässrigen Medium löslich.

20 **Vergleichsbeispiel 1**

Vergleichsbeispiel 1 unterscheidet sich von Beispiel 1 lediglich dadurch, dass anstelle der selbstpassivierenden Aluminiumschicht eine Schicht aus Silber aufgebracht wurde. Die Substratbeschichtung des Vergleichsbeispiels 1 enthielt
25 also eine Ag-Schicht und eine als Außenschicht fungierende AZO-Schicht. Die auf der AZO-Schicht vorliegende photoaktive Schicht sowie die auf der photoaktiven Schicht vorliegende PEDOT:PSS-Schicht wurden unter den in Beispiel 1 beschriebenen Bedingungen aufgebracht. Silber ist weder ein selbstpassivierendes Metall noch kann eine Ag-Schicht durch ein wässriges Medium mit einem pH-Wert

- 31 -

von 1,5 (d.h. dem pH-Wert des wässrigen PEDOT:PSS-haltigen Abscheidungsmediums) oxidiert werden.

5 Sofern die Substratbeschichtung eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall und darauf aufgebracht eine elektrisch leitfähige Schicht, die in dem in Schritt (iii) verwendeten flüssigen Abscheidungsmedium löslich ist, aufweist, werden Kurzschlüsse weitgehend vermieden.

Dieser Effekt ist aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich.

10

Figur 1 zeigt die Stromdichte als Funktion der Spannung für das System Al/AZO/PEDOT:PSS, während Figur 2 die Stromdichte als Funktion der Spannung für das System Ag/AZO/PEDOT:PSS zeigt.

15 Aus Figur 2 ist ersichtlich, dass bei vollflächigem Kontakt von erster und zweiter Elektrode ein Kurzschluss entsteht, der so stark ist, dass eine Solarzelle gleicher Größe keine elektrische Leistung mehr an einen Verbraucher abgeben kann, wenn diese Flächen elektrisch miteinander verbunden sind. Aus Figur 1 ist ersichtlich, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der damit erhaltenen erfindungsgemäßen
20 Schichtabfolge selbst dann ein akzeptabler Wirkungsgrad erreicht werden kann, wenn die kurzgeschlossene und die intakte Solarzellenfläche gleich groß sind.

Die Forschungsarbeiten, die zu diesem Ergebnis geführt haben, wurden von der Europäischen Union gefördert.

25

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauelements, folgende
5 Schritte umfassend:
 - (i) Aufbringen einer oder mehrerer elektrisch leitfähiger Schichten auf einem Substrat unter Erhalt einer elektrisch leitfähigen Substratbeschichtung, wobei die zuletzt aufgebraachte elektrisch leitfähige Schicht die Außenschicht der Substratbeschichtung darstellt;
 - 10 (ii) Aufbringen einer aktiven Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist, auf der Außenschicht der Substratbeschichtung;
 - (iii) Aufbringen eines elektrisch leitfähigen Materials auf der aktiven Beschichtung durch ein flüssiges Abscheidungsmedium; wobei zumindest die Außenschicht der Substratbeschichtung in dem
15 Abscheidungsmedium löslich ist oder durch das Abscheidungsmedium chemisch modifizierbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei
20 zumindest eine der elektrisch leitfähigen Schichten der Substratbeschichtung eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall, einem selbstpassivierenden Halbleiter oder einem elektrisch leitfähigen Oxid ist,
die Außenschicht der Substratbeschichtung in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich ist und
25 die Außenschicht der Substratbeschichtung direkt auf der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, selbstpassivierenden Halbleiter oder elektrisch leitfähigen Oxid vorliegt oder die Substratbeschichtung eine oder mehrere elektrisch leitfähige Zwischenschichten zwischen der Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall, selbstpassivierenden Halbleiter oder

elektrisch leitfähigen Oxid und der Außenschicht aufweist und jede der Zwischenschichten in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das selbstpassivierende Metall
5 Aluminium, Titan, Nickel, Chrom, Zink, Blei oder Zirkon oder eine Legierung eines dieser Metalle ist; der selbstpassivierende Halbleiter Silizium ist; und/oder das elektrisch leitfähige Metalloxid ein Titanoxid ist.
4. Das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die in dem
10 flüssigen Abscheidungsmedium lösliche Außenschicht und, sofern vorhanden, Zwischenschicht der Substratbeschichtung eine Schicht aus einem Metalloxid, das optional dotiert ist, oder einem Metallsulfid oder eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, ist.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Metalloxid ein Zinkoxid ist, das optional mit Aluminium, Indium oder Gallium oder einer Kombination von mindestens zwei dieser Dotierelemente dotiert ist; oder das Metallsulfid ein Zinksulfid ist; oder das elektrisch leitfähige Polymer ein Polythiophen, ein Polytriarylamin, ein Polyethylenimin, ein ethoxyliertes Polyethylenimin oder
20 ein Polyfluoren ist
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-5, wobei die Schicht aus dem selbstpassivierenden Metall oder selbstpassivierenden Halbleiter und die darauf aufgebraute Zwischenschicht oder Außenschicht der
25 Substratbeschichtung durch eine physikalische Gasphasenabscheidung unter Vakuum, insbesondere Sputtern, aufgebracht werden und das Aufbringen beider Schichten in derselben Abscheidungsanordnung ohne Brechen des Vakuums erfolgt.

- 34 -

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das in Schritt (iii) aufgebraute elektrisch leitfähige Material ein Polymer; ein transparentes, elektrisch leitfähiges Oxid; ein Kohlenstoff-basiertes Material oder Silber ist; und/oder wobei das flüssige Abscheidungsmedium einen sauren oder basischen pH-Wert aufweist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei
 zumindest eine der elektrisch leitfähigen Schichten der Substratbeschichtung eine Schicht aus einem nicht selbstpassivierenden Metall ist,
 die Außenschicht der Substratbeschichtung in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich ist,
 die Außenschicht der Substratbeschichtung direkt auf der Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall vorliegt oder die Substratbeschichtung eine oder mehrere elektrisch leitfähige Zwischenschichten zwischen der Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall und der Außenschicht aufweist und jede der Zwischenschichten in dem flüssigen Abscheidungsmedium löslich ist, und
 das nicht selbstpassivierende Metall durch das flüssige Abscheidungsmedium oxidierbar ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das nicht selbstpassivierende Metall Kupfer, Silber, Gold oder Eisen oder eine Legierung eines dieser Metalle ist.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das flüssige Abscheidungsmedium einen pH-Wert aufweist, der so eingestellt ist, dass die Schicht aus dem nicht selbstpassivierenden Metall bei Kontakt mit dem flüssigen Abscheidungsmedium an ihrer Oberfläche einen Oxidfilm ausbildet; und/oder wobei das Abscheidungsmedium mindestens ein Oxidationsmittel enthält.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Außenschicht der Substratbeschichtung eine Schicht aus einem Metall ist und der pH-Wert des Beschichtungsmediums so eingestellt ist, dass die Außenschicht aus dem Metall bei Kontakt mit dem flüssigen Abscheidungsmedium an ihrer Oberfläche einen Oxidfilm ausbildet.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-11, wobei das elektronische Bauelement eine Solarzelle, insbesondere eine organische Solarzelle, eine anorganische Dünnschichtsolarzelle oder eine Perowskitesolarzelle, oder eine organische Leuchtdiode ist.
13. Elektronisches Bauelement, enthaltend
- (a) ein Substrat,
 - (b) eine auf dem Substrat vorliegende elektrisch leitfähige Substratbeschichtung, die mindestens zwei Schichten S1 und S2 aufweist, wobei
 - die Schicht S2 die Außenschicht der Substratbeschichtung ist,
 - die Schicht S2 direkt auf der Schicht S1 vorliegt oder die Schicht S2 auf einer Zwischenschicht S3 vorliegt und die Zwischenschicht S3 auf der Schicht S1 vorliegt,
 - die Schicht S1 eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall oder einem selbstpassivierenden Halbleiter ist,
 - die Schicht S2 und, sofern vorhanden, die Schicht S3 eine Schicht aus einem Zinkoxid, das optional dotiert ist, oder einem Zinksulfid oder eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, ist,
 - (c) eine auf der Schicht S2 vorliegende aktive Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist,
 - (d) eine auf der aktiven Beschichtung vorliegende elektrisch leitfähige Schicht S4, wobei die Schicht S4 eine Schicht ist, die ein elektrisch

leitfähiges Polymer, ein transparentes, elektrisch leitfähiges Oxid (z.B. ein Indiumzinnoxid), ein Kohlenstoff-basiertes Material (z.B. Ruß, Graphit, Graphen oder Kohlenstoffnanoröhren) oder metallisches Silber enthält.

5

14. Elektronische Bauelement, enthaltend

- (a) ein Substrat,
- (b) eine auf dem Substrat vorliegende elektrisch leitfähige Substratbeschichtung, die mindestens zwei Schichten S1 und S2 aufweist, wobei
 - die Schicht S2 die Außenschicht der Substratbeschichtung ist,
 - die Schicht S2 direkt auf der Schicht S1 vorliegt oder die Schicht S2 auf einer Zwischenschicht S3 vorliegt und die Zwischenschicht S3 auf der Schicht S1 vorliegt,
 - die Schicht S1 eine Schicht aus einem Titanoxid ist,
 - die Schicht S2 und, sofern vorhanden, die Schicht S3 eine Schicht aus einem Zinkoxid, das optional dotiert ist, oder einem Zinksulfid oder eine Schicht, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält, ist,
- (c) eine auf der Schicht S2 vorliegende aktive Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist,
- (d) eine auf der aktiven Beschichtung vorliegende elektrisch leitfähige Schicht S4, wobei die Schicht S4 eine Schicht ist, die ein elektrisch leitfähiges Polymer enthält.

10

15

20

25

15. Elektronisches Bauelement, enthaltend

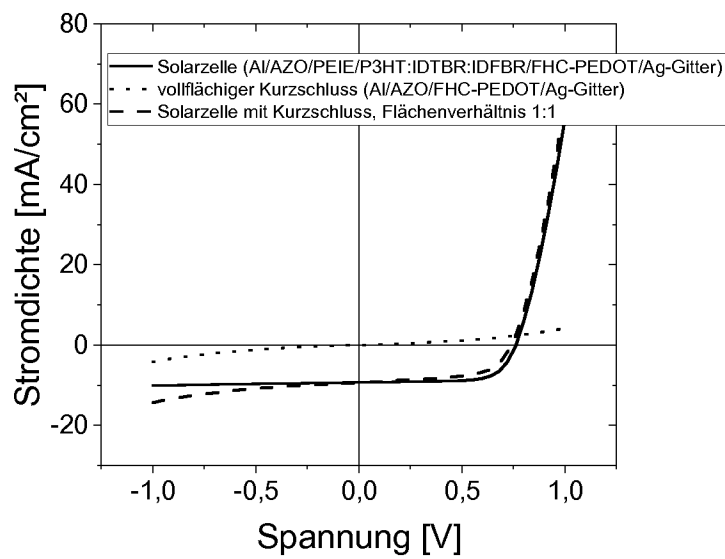
- (a) ein Substrat,
- (b) eine auf dem Substrat vorliegende elektrisch leitfähige Substratbeschichtung, die mindestens zwei Schichten S1 und S2 aufweist, wobei

30

- 37 -

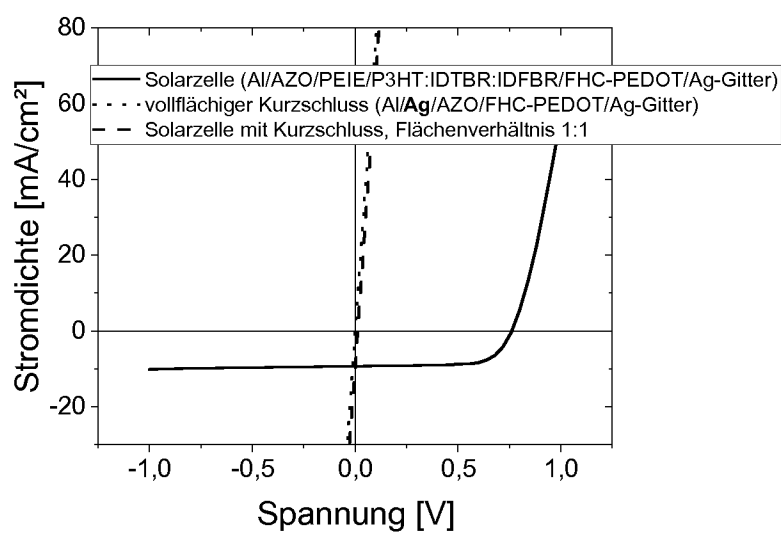
- die Schicht S2 die Außenschicht der Substratbeschichtung ist,
- die Schicht S2 direkt auf der Schicht S1 vorliegt oder die Schicht S2 auf einer Zwischenschicht S3 vorliegt und die Zwischenschicht S3 auf der Schicht S1 vorliegt,
- 5 - die Schicht S1 eine Schicht aus einem selbstpassivierenden Metall oder einem selbstpassivierenden Halbleiter ist,
- die Schicht S2 eine Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material LM2 und, sofern vorhanden, die Schicht S3 eine Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material LM3 ist,
- 10 (c) eine auf der Schicht S2 vorliegende aktive Beschichtung, die photoaktiv oder lichtemittierend ist,
- (d) eine auf der aktiven Beschichtung vorliegende elektrisch leitfähige Schicht S4 aus einem elektrisch leitfähigen Material LM4,
- wobei
- 15 die aktive Beschichtung und die Außenschicht S2 sowie, wenn vorhanden, die Zwischenschicht S3 der Substratbeschichtung jeweils mindestens einen Bereich aufweisen, der das elektrisch leitfähige Material LM4 enthält,
- die Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder
- 20 selbstpassivierenden Halbleiter auf der der aktiven Beschichtung zugewandten Seite mindestens einen oxidierten Bereich aufweist, in dem die Schicht S1 oberflächlich oxidiert ist,
- der oxidierte Bereich der Schicht S1 aus dem selbstpassivierenden Metall oder selbstpassivierenden Halbleiter an den das elektrisch leitfähige
- 25 Material LM4 enthaltenden Bereich der äußersten Schicht S2 oder, sofern vorhanden, der Zwischenschicht S3 grenzt.

Figuren



Figur 1

5



Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/072746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 51/10**(2006.01)i

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	WO 2014064126 A1 (LUNALEC AB [SE]) 01 May 2014 (2014-05-01) page 33, line 26 - page 35, line 30; figures 5a-d	1,2,4,5,7,12 3,6,8-11
X	US 2015144899 A1 (VERILHAC JEAN-MARIE [FR] ET AL.) 28 May 2015 (2015-05-28) paragraphs [0041] - [0119]; figure 3; example 4	13,14
X	US 2012205709 A1 (YAMAZAKI SHUNPEI [JP] ET AL.) 16 August 2012 (2012-08-16) paragraphs [0032] - [0042], [0053] - [0055]; figures 1a,2a	15
A	DE 102007009530 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 28 August 2008 (2008-08-28) paragraph [0039]	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

20 December 2019

Date of mailing of the international search report

08 January 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Bakos, Tamás

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/072746

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2014064126	A1	01 May 2014	EP	2912708 A1	02 September 2015
				JP	2016507885 A	10 March 2016
				SE	1251316 A1	27 April 2014
				US	2015243920 A1	27 August 2015
				WO	2014064126 A1	01 May 2014
				WO	2014064298 A1	01 May 2014
US	2015144899	A1	28 May 2015	EP	2856530 A1	08 April 2015
				FR	2991505 A1	06 December 2013
				JP	6352906 B2	04 July 2018
				JP	2015522947 A	06 August 2015
				KR	20150023571 A	05 March 2015
				US	2015144899 A1	28 May 2015
				WO	2013182970 A1	12 December 2013
US	2012205709	A1	16 August 2012	JP	5889659 B2	22 March 2016
				JP	2012182444 A	20 September 2012
				US	2012205709 A1	16 August 2012
DE	102007009530	A1	28 August 2008	CN	101622732 A	06 January 2010
				DE	102007009530 A1	28 August 2008
				EP	2126998 A1	02 December 2009
				JP	5409392 B2	05 February 2014
				JP	2010519711 A	03 June 2010
				KR	20090127291 A	10 December 2009
				TW	200847501 A	01 December 2008
				US	2010084674 A1	08 April 2010
				WO	2008104164 A1	04 September 2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L51/10

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	WO 2014/064126 A1 (LUNALEC AB [SE]) 1. Mai 2014 (2014-05-01) Seite 33, Zeile 26 - Seite 35, Zeile 30; Abbildungen 5a-d	1,2,4,5, 7,12 3,6,8-11
X	US 2015/144899 A1 (VERILHAC JEAN-MARIE [FR] ET AL) 28. Mai 2015 (2015-05-28) Absätze [0041] - [0119]; Abbildung 3; Beispiel 4	13,14
X	US 2012/205709 A1 (YAMAZAKI SHUNPEI [JP] ET AL) 16. August 2012 (2012-08-16) Absätze [0032] - [0042], [0053] - [0055]; Abbildungen 1a,2a	15
A	DE 10 2007 009530 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 28. August 2008 (2008-08-28) Absatz [0039]	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

20. Dezember 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/01/2020

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/EP2019/072746

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2014064126	A1	01-05-2014	EP	2912708 A1	02-09-2015
			JP	2016507885 A	10-03-2016
			SE	1251316 A1	27-04-2014
			US	2015243920 A1	27-08-2015
			WO	2014064126 A1	01-05-2014
			WO	2014064298 A1	01-05-2014

US 2015144899	A1	28-05-2015	EP	2856530 A1	08-04-2015
			FR	2991505 A1	06-12-2013
			JP	6352906 B2	04-07-2018
			JP	2015522947 A	06-08-2015
			KR	20150023571 A	05-03-2015
			US	2015144899 A1	28-05-2015
WO	2013182970 A1	12-12-2013			

US 2012205709	A1	16-08-2012	JP	5889659 B2	22-03-2016
			JP	2012182444 A	20-09-2012
			US	2012205709 A1	16-08-2012

DE 102007009530	A1	28-08-2008	CN	101622732 A	06-01-2010
			DE	102007009530 A1	28-08-2008
			EP	2126998 A1	02-12-2009
			JP	5409392 B2	05-02-2014
			JP	2010519711 A	03-06-2010
			KR	20090127291 A	10-12-2009
			TW	200847501 A	01-12-2008
			US	2010084674 A1	08-04-2010
WO	2008104164 A1	04-09-2008			
