



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2008 018 939 A1 2009.10.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2008 018 939.1

(22) Anmeldetag: 15.04.2008

(43) Offenlegungstag: 22.10.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: H05K 3/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80686 München,  
DE; Mühlbauer AG, 93426 Roding, DE

(74) Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80802 München

(72) Erfinder:

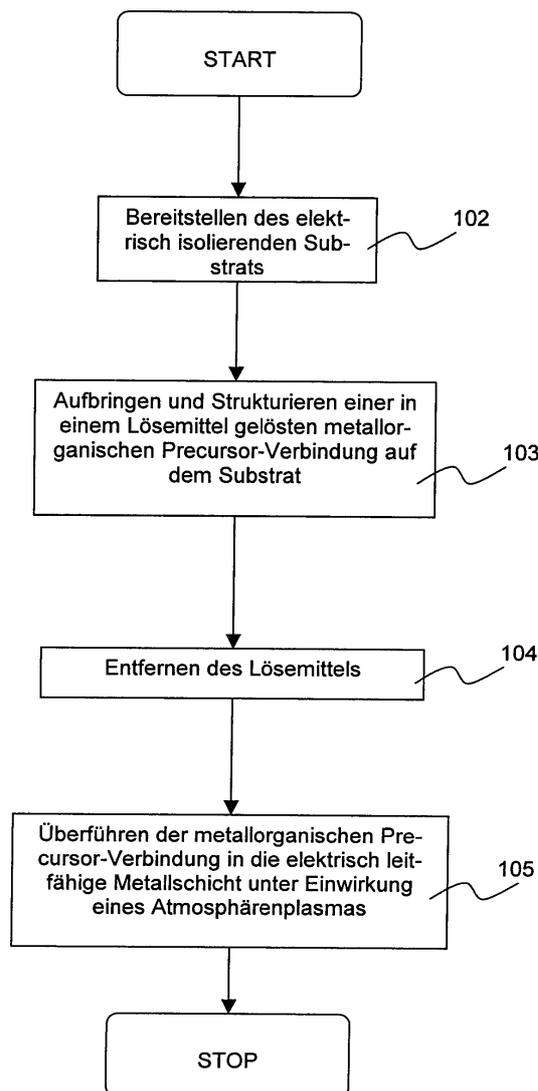
Yacoub-George, Erwin, 81929 München, DE; God,  
Ralf, 01099 Dresden, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Struktur auf einem temperaturempfindlichen Foliensubstrat**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen strukturierter elektrisch leitfähiger Schichten auf einem elektrisch isolierenden Substrat. Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren die folgenden Schritte: Bereitstellen des elektrisch isolierenden Substrats; Aufbringen und Strukturieren einer in einem Lösemittel gelösten metallorganischen Precursor-Verbindung auf dem Substrat; Entfernen des Lösemittels; Überführen der metallorganischen Precursor-Verbindung in die elektrisch leitfähige Metallschicht unter Einwirkung eines Atmosphärenplasmas.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen strukturierter elektrisch leitfähiger Schichten auf einem elektrisch isolierenden Substrat.

**[0002]** Drucktechniken zur Herstellung von elektronischen Schaltungen und Antennenstrukturen sind insbesondere in den Bereichen Low-cost Elektronik und Large Area Elektronik (z. B. RFID-Tags bzw. -Antennen, Smart Labels) aufgrund der niedrigen Prozesskosten gegenüber photolithographischen Prozessen favorisiert. Ihr wesentlicher Vorteil liegt darin, dass sie ohne eine Maskentechnik auskommen. Oft werden die Strukturen, die aus silbergefüllten Leitpasten bestehen, mittels Siebdrucktechnik auf Foliensubstrate gedruckt (wie dies beispielsweise aus der EP 1 813 654 A1: „Radiation curable conductive ink and manufacturing method for using the same“ bekannt ist).

**[0003]** Niederviskose elektrisch leitende Tinten, die z. B. mit einem Inkjet-Drucker verdruckbar sind, können ebenfalls zur Herstellung flexibler elektronischer Schaltungen auf Folienmaterialien eingesetzt werden (siehe hierzu JP 2006-257403 A2: „Method for Producing Circuit Board with Ag-Pd Alloy Nanoparticles“; H. H. Lee, K. S. Chou, K. C. Huang, Inkjet printing of nanosized silver colloids, Nanotechnology 16 (2005) 2436–2441). Von diesem alternativen Druckverfahren erwartet man sich eine bessere Strukturauflösung und eine höhere Flexibilität. Inzwischen sind solche Tinten von verschiedenen Anbietern kommerziell erhältlich (Harima Nanopaste; <http://www.harima.co.jp>; Cabot ink <http://www.cabot-ink.com>; Mitsui Silver SPQ03S Particles; <http://www.mitsui-chem.co.jp>).

**[0004]** Bekannte niederviskose elektrisch leitende Tinten basieren in der Regel auf kolloidal in einem Lösungsmittel gelösten Silber-Nanopartikeln. Oft ist dieser kolloidalen Lösung ein Stabilisator zugesetzt, der eine Agglomeration der Partikel verhindert (US 5,622,652: „Electrically-conductive liquid for directly printing an electrical circuit component onto a substrate, and a method for making such a liquid“). Obwohl sich mit solchen Tinten relativ zufriedenstellende Druckergebnisse erzielen lassen, haben sie den Nachteil, dass ihre Herstellung sehr teuer ist und eine aufwändige Qualitätssicherung erfordert. Ferner muss oft ein Sinterungsschritt nachgeschaltet werden, um eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit zu erzielen (J. Perelaer, B. de Gans, U. S. Schubert, Ink-jet Printing and Microwave Sintering of Conductive Silver Tracks, Adv. Mater. 2006, 18, 2101–2104).

**[0005]** Thermisch zersetzbare, gelöste metallorganische Verbindungen werden in der Literatur ebenfalls als Basismaterialien für elektrische Leittinten be-

schrieben (K. F. Teng, R. W. Vest, Metallization of Solar Cells with Ink Jet Printing and Silver Metallo-Organic Inks, IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, HYBRIDS AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, Vol. 11, No. 3, September 1988, 291).

**[0006]** Die europäische Patentanmeldung EP 1 323 846 A2 befasst sich mit einem Verfahren zum Abscheiden von Metallen, wobei eine flüssige Lösung einer Vorläuferverbindung („Precursor“), die das abzuscheidende Metall enthält, auf dem Substrat abgeschieden wird, die Flüssigkeit entfernt wird und anschließend das beschichtete Substrat in einer Plasma-Reaktionskammer mit einem Niederdruck-Plasma behandelt wird, um den Precursor in das elementare Metall überzuführen. Allerdings ist das in der EP 1 323 846 A2 beschriebene Verfahren zum einen technologisch sehr aufwändig, da eine eigene Reaktionskammer benötigt wird, und zum anderen sind die in dieser Druckschrift vorgeschlagenen Precursor-Verbindungen für die Anwendung auf porösen Substraten optimiert und nicht unbedingt für die Beschichtung auf Kunststofffolien geeignet.

**[0007]** Eine im Zusammenhang mit der Herstellung von inkjet-druckbaren Leittinten gut untersuchte Verbindung ist Silberneodekanoat  $C_9H_{19}COOAg$  (J. J. Lee, J. C. Park, M. H. Kim, T. S. C. hang, S. T. Kim, S. M. Koo, Y. C. You, S. J. Lee, Silver complex inks for ink-jet printing: the synthesis and conversion to a metallic particulate ink, Journal of Ceramic Processing Research. Vol. 8, No. 3, pp. 219–223 (2007)).

**[0008]** Diese Verbindung lässt sich einfach synthetisieren, ist bei Raumtemperatur stabil, löst sich in einigen organischen Lösungsmitteln und kann thermisch zu elementarem Silber zersetzt werden. Aufgrund ihrer guten Löslichkeit in Toluol oder Xylol kann sie gut mit Inkjetdruckern verdruckt werden (A. L. Dearden, P. J. Smith, D. Y. Shin, N. Reis, B. Derby, P. O'Brien, A Low Curing Temperature Silver Ink for Use in Ink-Jet Printing and Subsequent Production of Conductive Tracks, Macromol. Rapid Commun. 2005, 26, 315–318).

**[0009]** Der wesentliche Nachteil der bekannten metallorganischen Leittinten besteht jedoch darin, dass zur Umwandlung der metallorganischen Precursor-Verbindung in das elementare Metall hohe Temperaturen erforderlich sind. So benötigt z. B. Silberneodekanoat Temperaturen von über 150°C für die Umwandlung in einen Silberfilm. Fast alle gängigen Folienmaterialien (außer dem sehr teuren Polyimid) halten diesen Temperaturen nicht stand.

**[0010]** Ferner ist die Haftung der mit diesen bekannten Verfahren hergestellten Metallschicht je nach Substratmaterial und Vorbehandlung schlecht bis mäßig. Vor allem aufgrund der hohen Zersetzungstemperaturen haben sich daher inkjetfähige Leittinten

auf Basis von metallorganischen Verbindungen wie Silberneodekanoat für den Druck auf Foliensubstraten bisher nicht durchgesetzt.

**[0011]** Die Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt, besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung strukturierter leitfähiger Schichten anzugeben, das auch auf Substraten angewendet werden kann, die temperaturempfindlich sind, und das gleichzeitig besonders kostengünstig und ohne großen apparativen Aufwand durchführbar ist.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0013]** Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

**[0014]** Dabei basiert die vorliegende Erfindung auf der Idee, dass strukturierte leitfähige Schichten auf billigen Substratfolien besonders einfach dadurch hergestellt werden können, dass eine in einem Lösemittel gelöste metallorganische Vorläuferverbindung (im Folgenden durchgängig als Precursor-Verbindung bezeichnet) auf dem Substrat abgeschieden wird, anschließend das Lösemittel entfernt wird und zuletzt die metallorganische Precursor-Verbindung unter Einwirkung eines Atmosphärenplasmas in die elektrisch leitfähige Metallschicht umgewandelt wird.

**[0015]** Die erfindungsgemäße Verwendung von Atmosphärenplasma hat einerseits den Vorteil, dass das Foliensubstrat keinen erhöhten Temperaturen zum Umwandeln der Precursor-Verbindung in eine elektrisch leitfähige Metallschicht mehr ausgesetzt werden muss und dass somit auch kostengünstige Materialien wie z. B. Polyethylenterephthalat (PET) eingesetzt werden können. Zum anderen besitzt die Verwendung eines Atmosphärendruckplasmas die folgenden Vorteile: Es ist keine Vakuumtechnik notwendig (also keine Kammern, Pumpen, etc.), es kann durch die räumliche Begrenzung des Plasmas ein lokaler Einsatz angestrebt werden. Weiterhin kann ein kontinuierlicher sogenannter Inlinebetrieb erzielt werden. Die Prozesse können flexibel und komplex gestaltet werden, da durch Variation der Prozessparameter, wie Gasfluss, Leistung und Abstand zum Substrat, die Wirkungsweise des Plasmas geändert werden kann. Darüber hinaus erfolgt eine nur geringfügige thermische und mechanische Belastung des Substrats und die Technologie hat den Vorteil eines hohen Maßes an Umweltverträglichkeit und Arbeitssicherheit.

**[0016]** Eine mögliche Ausführungsform für ein Gerät zur Behandlung der abgeschiedenen Precursor-Verbindungen ist in der US 6,800,336 B1 beschrieben.

**[0017]** Bei den erfindungsgemäß eingesetzten Atmosphärenplasmen handelt es sich um thermisch kalte Plasmen, die sich nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befinden. Bei solchen Plasmen ist die Elektronenenergie wesentlich höher als die Energie der Gasmoleküle, so dass außer durch Elektronenstoß keine nennenswerte Energieübertragung zwischen den Teilchen stattfinden kann. Makroskopisch betrachtet liegt das System somit bei Raumtemperatur, enthält aber einen gewissen Anteil an Teilchen, nämlich Elektronen, die sehr hohe Energien aufweisen. Diese energiereichen Elektronen und die energiereiche Strahlung von Elektronenübergängen sind zur Induktion der chemischen Reaktionen an der Oberfläche bzw. in den oberflächennahen Bereichen befähigt. Selbst die Modifizierung sehr stabiler chemischer Strukturen kann auf diese Art und Weise durchgeführt werden. Gleichzeitig findet aber keine thermische Belastung der Oberfläche statt, da die makroskopische Temperatur der Umgebung angepasst ist.

**[0018]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der zugehörigen Zeichnung näher erläutert.

**[0019]** [Fig. 1](#) zeigt schematisch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens zum Herstellen strukturierter elektrisch leitfähiger Schichten auf einem elektrisch isolierenden Substrat.

**[0020]** Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren die folgenden Schritte: Bereitstellen des elektrisch isolierenden Substrats (Schritt **102**); Aufbringen und Strukturieren einer in einem Lösemittel gelösten metallorganischen Precursor-Verbindung auf dem Substrat (Schritt **103**); Entfernen des Lösemittels (Schritt **104**) sowie Überführen der metallorganischen Precursor-Verbindung in die elektrisch leitfähige Metallschicht unter Einwirkung eines Atmosphärenplasmas (Schritt **105**).

**[0021]** Gemäß der vorliegenden Erfindung erfolgt die Umwandlung der nicht flüchtigen metallorganischen Precursor-Verbindung in das Metall nach deren Aufbringung aus Lösung (z. B. eine Lösung von Silberneodekanoat in Xylol) auf das Substrat, z. B. ein Foliensubstrat, nicht thermisch, sondern durch Einwirkung eines Atmosphärenplasmas.

**[0022]** Als Atmosphärendruckplasma (auch AD-Plasma oder Normaldruckplasma) bezeichnet man den Sonderfall eines Plasmas, bei welchem der Druck ungefähr dem der umgebenden Atmosphäre – dem sogenannten Normaldruck – entspricht.

**[0023]** Atmosphärendruckplasmen haben eine hervorgehobene technische Bedeutung, weil im Gegensatz zum Niederdruckplasma oder Hochdruckplasma

kein Reaktionsgefäß nötig ist, das für die Aufrechterhaltung eines zum Atmosphärendruck unterschiedlichen Druckniveaus sorgt. Je nach Erzeugungsprinzip lassen sich diese Plasmen deshalb direkt in der Produktionslinie einsetzen. Kostenintensive Kammern zur Erzeugung eines Unterdrucks, wie sie in der Niederdruckplasmatechnik eingesetzt werden, entfallen. Bei der Erzeugung des Plasmas unterscheidet man verschiedene Anregungsarten: AC (Alternating Current)-Anregung, DC (Direct Current)- und Niederfrequenzanregung, Anregung mit Radiowellen, Mikrowellenanregung.

**[0024]** Eine erwähnenswerte industrielle Bedeutung haben aber nur Atmosphärendruckplasmen erlangt, die durch AC-Anregung erzeugt werden (Koronaentladung und Plasmadüsen). Im folgenden Abschnitt wird näher auf die Plasmadüse eingegangen, wie sie beispielsweise aus der US 6,800,336 B1 bekannt ist. Weitere Plasmaerzeuger finden sich in Tendero, C.; Tixier, C.; Tristant, P.; Desmaison, J.; Leprince, P.: Atmospheric pressure plasmas: A review; *Spectrochimica Acta Part B*: 61, (2006) 2–30..

**[0025]** In der Plasmadüse wird mittels Hochspannungsentladung (5–15 kV, 10–100 kHz) ein gepulster Lichtbogen erzeugt. Ein Prozessgas, gewöhnlich wird ölfreie Druckluft eingesetzt, das an dieser Entladungsstrecke vorbeiströmt, wird angeregt und in den Plasmazustand überführt. Dieses Plasma gelangt anschließend durch einen Düsenkopf auf die Oberfläche des zu behandelnden Materials. Der Düsenkopf liegt auf Massepotential und hält so potentialführende Teile des Plasmastromes weitgehend zurück. Zusätzlich bestimmt er die Geometrie des austretenden Strahls.

**[0026]** Der Plasmastrahl kann, abhängig von der Leistung der Düse, bis zu 40 mm lang sein und eine Behandlungsbreite von 15 mm erzielen. Spezielle Rotationssysteme ermöglichen heute eine Behandlungsbreite pro Düsenteil von bis zu 13 cm. Die Plasmaquelle wird je nach erforderlicher Behandlungsleistung im Abstand von 10–40 mm mit einer Geschwindigkeit von 5–400 m/min relativ zur Oberfläche des zu behandelnden Materials bewegt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Systeme liegt in der sogenannten Inlinefähigkeit, das heißt, ein Einbau in bestehende Produktionsanlagen ist meist problemlos möglich. Die Kosten sind hingegen vergleichsweise gering. Zudem ist die erzielbare Aktivierung deutlich höher als bei potentialbehafteten Vorbehandlungsmethoden (Koronaentladung).

**[0027]** In dem Schritt **103** der [Fig. 1](#) wird zunächst eine Lösung der Precursor-Verbindung durch Drucktechniken (z. B. Inkjetdruck), oder durch Rakeln bzw. Spin-coating auch in Verbindung mit einer vorab durchgeführten gezielten lokalen Modifikation der Oberfläche bezüglich ihres Benetzungsverhaltens

(hydrophobe und hydrophile Bereiche auf der Substratoberfläche) strukturiert oder flächig aufgebracht. Nach dem Abdampfen des Lösungsmittels (Schritt **104**) bleibt die metallorganische Precursor-Verbindung als dünner Film auf dem Substrat zurück.

**[0028]** Durch die Einwirkung eines Atmosphärenplasmas wandelt sich die dünne Precursorschicht um (Schritt **105**). Es verbleibt eine dünne elektrisch leitende Metallschicht auf den Bereichen der Substratoberfläche, die zuvor mit der Precursorschicht bedeckt waren.

**[0029]** Auf diese Weise können auf temperatursensitiven Foliensubstraten wie z. B. PET elektrisch leitende Strukturen erzeugt werden, ohne dass ein kritischer thermischer Prozessschritt erforderlich ist.

**[0030]** Die erfindungsgemäße Methode unterscheidet sich im Wesentlichen durch zwei Aspekte von den weitverbreiteten Plasma-enhanced chemical vapor deposition (PE-CVD)-Verfahren:

- 1.) Die Precursor-Verbindung ist nicht flüchtig; sie wird nicht aus der Gasphase auf dem Substrat abgeschieden
- 2.) Die Precursor-Verbindung wird vor dem Plasmaprozess auf das Substrat strukturiert oder unstrukturiert aufgebracht und erst anschließend umgewandelt. Abscheidung und Zersetzung erfolgen anders als bei einem PE-CVD Prozess in zwei unabhängigen Schritten.

**[0031]** Die Leitfähigkeit der metallischen Schicht kann außerdem durch nachfolgende Anwendung eines galvanischen Prozesses (elektrisch oder chemisch) verstärkt werden. Die Haftung und/oder die Stabilität des Metallfilms auf der Substratoberfläche kann weiterhin durch das Zumischen eines geeigneten nicht flüchtigen organischen Bindemittels zur metallorganischen Lösung erhöht werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 1813654 A1 [0002]
- JP 2006-257403 A2 [0003]
- US 5622652 [0004]
- EP 1323846 A2 [0006, 0006]
- US 6800336 B1 [0016, 0024]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- H. H. Lee, K. S. Chou, K. C. Huang, Inkjet printing of nanosized silver colloids, Nanotechnology 16 (2005) 2436–2441 [0003]
- <http://www.harima.co.jp> [0003]
- <http://www.cabot-ink.com> [0003]
- <http://www.mitsui-chem.co.jp> [0003]
- J. Perelaer, B. de Gans, U. S. Schubert, Ink-jet Printing and Microwave Sintering of Conductive Silver Tracks, Adv. Mater. 2006, 18, 2101–2104 [0004]
- K. F. Teng, R. W. Vest, Metallization of Solar Cells with Ink Jet Printing and Silver Metallo-Organic Inks, IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, HYBRIDS AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, Vol. 11, No. 3, September 1988, 291 [0005]
- J. J. Lee, J. C. Park, M. H. Kim, T. S. C.hang, S. T. Kim, S. M. Koo, Y. C. You, S. J. Lee, Silver complex inks for ink-jet printing: the synthesis and conversion to a metallic particulate ink, Journal of Ceramic Processing Research. Vol. 8, No. 3, pp. 219–223 (2007) [0007]
- A. L. Dearden, P. J. Smith, D. Y. Shin, N. Reis, B. Derby, P. O'Brien, A Low Curing Temperature Silver Ink for Use in Ink-Jet Printing and Subsequent Production of Conductive Tracks, Macromol. Rapid Commun. 2005, 26, 315–318 [0008]
- Tendero, C.; Tixier, C.; Tristant, P.; Desmaison, J.; Leprince, P.: Atmospheric pressure plasmas: A review; Spectrochimica Acta Part B: 61, (2006) 2–30. [0024]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Herstellen strukturierter elektrisch leitfähiger Metallschichten auf einem elektrisch isolierenden Substrat mit den folgenden Schritten:  
Bereitstellen des elektrisch isolierenden Substrats;  
Aufbringen und Strukturieren einer in einem Lösemittel gelösten metallorganischen Precursor-Verbindung auf dem Substrat;  
Entfernen des Lösemittels;  
Überführen der metallorganischen Precursor-Verbindung in die elektrisch leitfähige Metallschicht unter Einwirkung eines Atmosphärenplasmas.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Atmosphärenplasma eine Corona-Entladung umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Atmosphärenplasma mit einer Plasmadüse erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei ein Prozessgas in dem Atmosphärenplasma Luft, ein Inertgas, vorzugsweise Stickstoff oder Argon, oder ein Inertgas/Wasserdampfgemisch umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die metallorganische Precursor-Verbindung Silberneodekanolat umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Lösemittel Xylol, Toluol oder Anisol umfasst.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Substrat eine Folie aus Polyethylenterephthalat umfasst.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Aufbringens und Strukturierens der in einem Lösemittel gelösten metallorganischen Precursor-Verbindung auf dem Substrat umfasst:

Bedrucken des Substrats mit einer strukturierten Schicht der metallorganischen Precursor-Verbindung.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Bedrucken des Substrats mittels eines Inkjetdrucks erfolgt.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Schritt des Aufbringens und Strukturierens der in einem Lösemittel gelösten metallorganischen Precursor-Verbindung auf dem Substrat umfasst:

Beschichten des Substrats mit einer flächigen Schicht der metallorganischen Precursor-Verbindung;

Strukturieren der flächigen Schicht mittels eines materialabhebenden Strukturierungsprozesses.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der ma-

terialabhebende Strukturierungsprozess eine maskengestützte Phototechnik oder eine direkte Trockenätztechnik umfasst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei der Schritt des Beschichtens des Substrats mit einer flächigen Schicht der metallorganischen Precursor-Verbindung mittels Spincoating oder Rakeln erfolgt.

13. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei vor dem Schritt des Aufbringens und Strukturierens der in einem Lösemittel gelösten metallorganischen Precursor-Verbindung auf dem Substrat der folgende Schritt durchgeführt wird:

gezielte lokale Modifikation der Oberfläche des Substrats bezüglich ihres Benetzungsverhaltens.

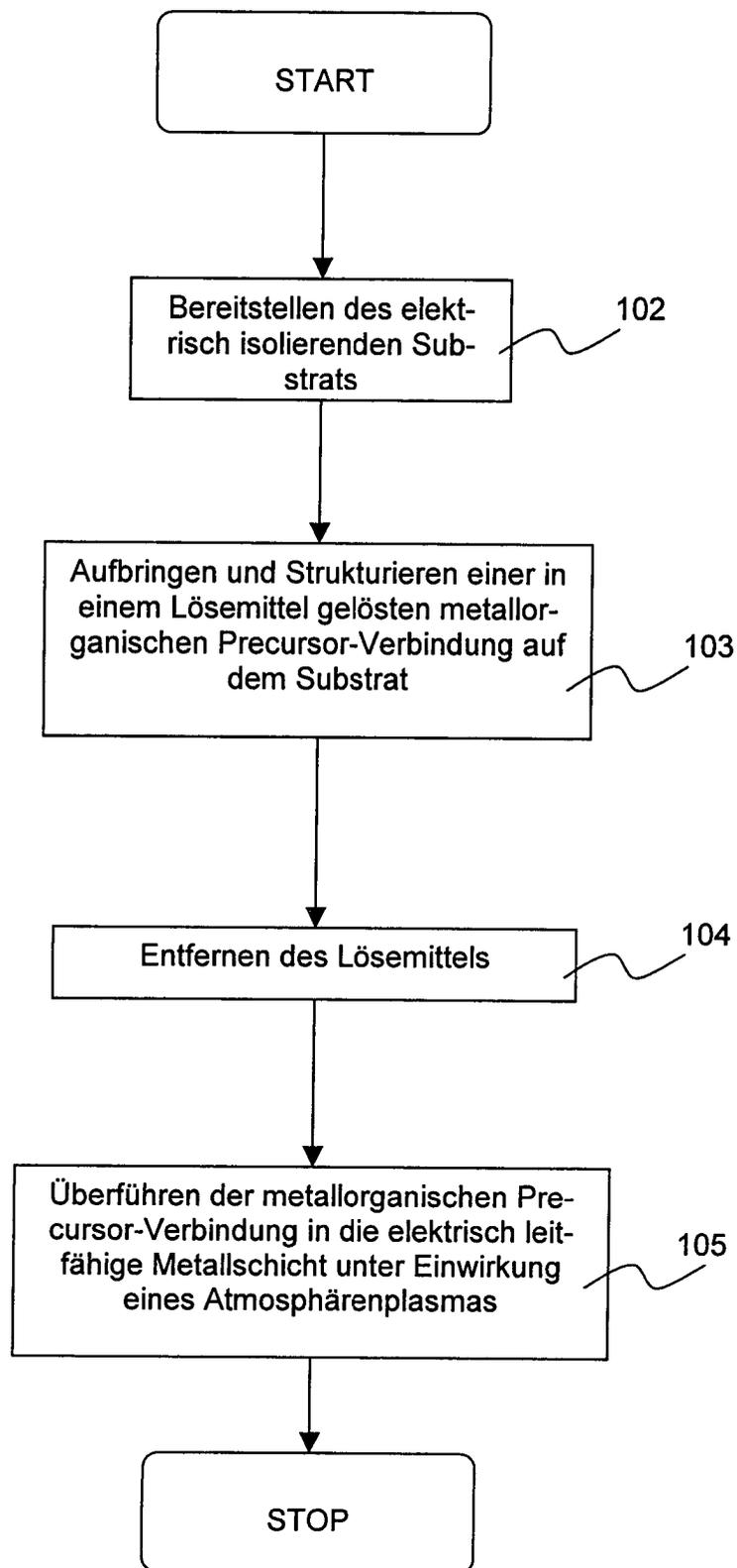
14. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei nach dem Schritt des Überführens der metallorganischen Precursor-Verbindung in die elektrisch leitfähige Metallschicht unter Einwirkung eines Atmosphärenplasmas der folgende Schritt durchgeführt wird:

Erhöhen der elektrischen Leitfähigkeit der metallischen Schicht durch Anwendung eines elektrischen oder chemischen Galvanikprozesses.

15. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Precursor-Verbindung ein organisches Polymer zur Erhöhung der Haftung auf dem Foliensubstrat zugesetzt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



**FIGUR 1**