



(10) **DE 10 2015 115 167 A1** 2017.03.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 115 167.7**

(22) Anmeldetag: **09.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2017**

(51) Int Cl.: **C23C 16/30 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Lisa Dräxlmaier GmbH, 84137 Vilsbiburg, DE

(72) Erfinder:

Scheinflug, Michael, 85435 Erding, DE; Maleika, Marek, Dr., 90766 Fürth, DE; Magunia, Robert, 84144 Geisenhausen, DE; Eder, Florian, 91052 Erlangen, DE; Pogadl, Nina, 84028 Landshut, DE; Ntourmas, Felix, 91052 Erlangen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 16 999	A1
DE	195 43 133	A1
DE	197 48 240	A1
US	2002 / 0 100 420	A1
EP	1 506 063	B1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Formkörper aufweisend eine Funktionsschicht, Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Formkörper, deren Oberfläche zumindest teilweise mit einer Funktionsschicht bedeckt ist, Verfahren zur Herstellung dieser Formkörper und ihre Verwendung; daneben betrifft die vorliegende Erfindung Systeme – insbesondere Werkzeuge – enthaltend den erfindungsgemäßen Formkörper, die eine verbesserte Stabilität gegenüber abrasiv-wirkenden Kräften aufweisen.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Formkörper, deren Oberfläche zumindest teilweise mit einer Funktionsschicht bedeckt ist, Verfahren zur Herstellung dieser Formkörper und ihre Verwendung; insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Werkzeuge, die mit einer plasmapolymere Funktionsschicht beschichtet sind, welche eine Antihafwirkung bezüglich der Anhaftung von Klebstoffen – wie z.B. sog. Hotmelt- und Dispersionsklebstoffen. Ergänzend betrifft die vorliegende Erfindung Systeme – insbesondere Werkzeuge –, die eine verbesserte Stabilität gegenüber abrasiv-wirkenden Kräften aufweisen.

Stand der Technik

[0002] Formkörper bzw. Gegenstände, die eine plasmapolymere Funktionsschicht aufweisen, sind aus dem Stand der Technik bekannt. So werden bereits in der Deutschen Offenlegungsschrift DE 42 16 999 A1 Gegenstände aus Silber beschrieben, die über eine sog. plasmapolymere Beschichtung verfügen.

[0003] Infolge einer schrittweisen Variation der Verfahrensparameter weisen die Beschichtungen einen Schichtaufbau auf, der eine Kopplungsschicht, eine permeationsverhindernde Schicht und eine harte, kratzfeste Oberflächenversiegelung beinhaltet.

[0004] Zur Herstellung der kratzfesten Schicht wird ein Gemisch aus Sauerstoff und Hexamethyldisiloxan (HMDSO) eingesetzt.

[0005] Ferner wird in der in der Deutschen Offenlegungsschrift DE 195 43 133 A1 ein Verfahren zur Erzeugung dünner, stark hydrophober Polymerschichten mittels Plasmapolymersation offenbart. Zur Plasmapolymersation werden als Monomere Vinylmethylsilan und Vinyltrimethoxysilan angegeben, bei denen es sich um Monomere handelt, die mindestens eine Gruppe mit einer geringen Affinität zu Sauerstoff aufweisen und die sich unter weitgehendem Strukturverlust plasmapolymersieren lassen.

[0006] Den genannten Monomeren können nichtpolymerisierbare Gase wie z. B. Edelgase, Stickstoff oder Wasserstoff als Hilfs- oder Trägergase zugesetzt werden. Derartige Hilfs- bzw. Trägergase dienen dazu, die Homogenität des Plasmas zu verbessern und um den Druck in der Gasphase zu erhöhen.

[0007] Der Nachteil der in der DE 195 43 133 offenbarten Beschichtung besteht insbesondere darin, dass sich auch diese – wie die zuvor beschriebene – leicht von Substrat entfernen lässt.

[0008] Des Weiteren werden der Deutschen Offenlegungsschrift DE 197 48 240 A1 Verfahren zur korrosionsfesten Beschichtung von Metallsubstraten auf dem Wege der Plasmapolymersation beschrieben, wobei das Metallsubstrat zunächst in einem ersten Vorbehandlungsschritt einer mechanischen, chemischen und/oder elektrochemischen Glättung und in einem zweiten Verfahrensschritt einer Plasmaaktivierung unterzogen wird, bevor dann die eigentliche plasmapolymere Beschichtung appliziert wird.

[0009] Als Hauptbestandteile des Plasmapolymere werden Kohlenwasserstoff- und/oder siliziumorganische Verbindungen genannt, wobei der Einsatz von Hexamethyldisiloxan und Hexamethylcyclotrisiloxan als besonders bevorzugt hervorgehoben wird.

[0010] In den Beispielen der oben genannten Offenlegungsschrift wird Hexamethyldisiloxan verwandt, wobei als Zusatz- bzw. Hilfsgase Sauerstoff und Stickstoff beigemischt werden können.

[0011] Detailliertere Angaben – wie z.B. zum Verhältnis von Monomeren und Sauerstoff – sind diesem Dokument nicht zu entnehmen. Daneben offenbart diese Offenlegungsschrift auch nicht, wie und auf welchem Substrat eine plasmapolymere Beschichtung aufgetragen werden muss, um eine besonders leicht zu reinigende Oberfläche erhalten zu können.

Beschreibung der Erfindung

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, Formkörper – insbesondere Werkzeuge – mit einer Funktionsschicht bzw. mit einer Funktionsbeschichtung sowie ein Verfahren Herstellung derartiger funktionsbeschichteter Formkörper bereitzustellen, deren Beschichtung Anti-Hafteigenschaften insbesondere gegenüber Klebstoffen – wie beispielsweise gegenüber den sog. Hotmeltklebstoffen oder Dispersionsklebstoffen – besitzt und anti-abrasive Eigenschaften aufweist, um so die Ausfallzeiten, die in der industriellen Produktion für die Reinigung (Entfernung von Kleberresten) bzw. für den Ersatz schadhafter bzw. abgenutzter Werkzeuge entstehen, minimieren zu können.

[0013] Gelöst wird die Aufgabe durch einen Formkörper, der nach dem folgenden Verfahren hergestellt werden kann:

- i. Einbringen und Positionieren des Substrats bzw. Formkörpers in einer ADP-(Atmosphärendruckplasma-), NP-(Niederdruckplasma-) oder in eine PACVD-(Plasma Activated Chemical Vapour Deposition-)Anlage;
- ii. Behandeln des Substrats unter Plasmabedingungen des jeweilig gewählten Plasmas, so dass eine Antihafbeschichtung mit anti-abrasiven zumindest auf einem Teil der Oberfläche des Substrats/Formkörpers ausgebildet wird.

[0014] Die Plasmatechnik hat sich in den letzten Jahren in nahezu allen technischen Bereichen etabliert. Entsprechend ist für die verschiedensten Ausführungsformen teilweise umfangreicher Stand Technik bekannt. Die Plasmatechnik eignet sich neben der Feinreinigung und der Aktivierung von Oberflächen insbesondere für das Modifizieren von Oberflächeneigenschaften sowie für die Beschichtung von Oberflächen – z.B. mit hydrophilen oder hydrophoben Schichten, reibungsreduzierenden Schichten oder Barrierschichten. Letztere Verwendung ist insbesondere für die Lösung der oben genannten Aufgaben, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegen, hinsichtlich der Beschichtung von Bauteilen oder Werkzeugen verschiedenster Art (Substrat) relevant.

[0015] Das erfindungsgemäße plasmagestützte Beschichtungsverfahren kann insbesondere auf der Basis von drei unterschiedlichen Verfahrensvarianten durchgeführt werden wozu das Niederdruckverfahren (Niederdruckplasma NP), das Atmosphärendruckverfahren (Atmosphärendruckplasma ADP) sowie das sog. PACVD-(Plasma Activated Chemical Vapour Deposition)Verfahren gehören.

[0016] Beim Niederdruck-Verfahren wird ein Gas im Vakuum durch Energiezufuhr – beispielsweise durch UV-Strahlung – angeregt. Hierdurch werden – neben Elektronen und anderen reaktiven Teilchen – energiereiche Ionen generiert, die das Plasma bilden. Zur Beschichtung kommen derartige Niederdruckplasmen vom Typ der Glimmentladung zum Einsatz. Hier werden in einem Druckbereich von 1–100 Pa diffuse Gasentladungen von 50–1000 mm Ausdehnung erzeugt. Bogenentladungen finden in einem weiten Druckbereich von Niederdruck bis hin zum Atmosphärendruck Anwendung und eignen sich ganz allgemein zur Erzeugung lokalisierter Plasmen von wenigen Millimetern Ausdehnung. Durch diese heißen Bereiche kann entweder für die Umsetzung von Gasen das zu behandelnde Gas geströmt werden oder es wird mittels eines Arbeitsgasstrahls die Energie aus dem Bogen zu der Behandlungszone transportiert (vgl. Atmosphärendruckvariante unten). Bei einer Zufuhr von reaktiven Gasen werden diese im Entladungsbereich zersetzt und an Oberflächen in der Umgebung, die zu Werkstücken gehören können, findet die Schichtdeposition statt. Das ionisierte Gas reagiert chemisch mit der Oberfläche des Substrats. Damit lassen sich Oberflächen wirkungsvoll modifizieren bzw. beschichten.

[0017] Bei der Atmosphärendruckvariante wird ein Gas mittels Hochspannung unter Umgebungsdruck derart angeregt, dass ein Plasma zündet. Das Plasma wird unter dem Einsatz von Druckluft aus der Düse herausgetrieben.

[0018] Durch die Variation der Prozessparameter – wie z.B. Behandlungsgeschwindigkeit und Abstand

zur Substratoberfläche – können, wie beim Niederdruckverfahren, die Behandlungsergebnisse in unterschiedlicher Richtung beeinflusst werden.

[0019] Bei der Plasmaerzeugung im atmosphärischen Druckbereich kommen vor allem Barrierenentladungen oder Koronaentladungen zum Einsatz, die es erlauben, trotz der hohen Stoßfrequenz zwischen Elektronen und schweren Teilchen eine nichtthermische Energieverteilung einzustellen. Im Fall der Barrierenentladung wird durch ein Selbstabschalten der Entladung die Energie nur während eines kurzen Zeitfensters von etwa 5–50 ns eingebracht, während die Koronaentladung mittels spitzer oder kantiger Elektroden ein stark inhomogenes elektrisches Feld erzeugt. In beiden Fällen wird den Elektronen nur kurz Energie zugeführt, so dass nur wenige Stöße stattfinden können.

[0020] Die Plasma-unterstützte chemische Gasphasenabscheidung-PACVD(englisch plasma-enhanced chemical vapour deposition, PECVD)- ist eine Sonderform der chemischen Gasphasenabscheidung (CVD), bei der die chemische Abscheidung durch ein Plasma unterstützt wird. Das Plasma kann direkt beim zu beschichtenden Substrat (Direktplasma-Methode) oder in einer getrennten Kammer (Remote-Plasma-Methode) brennen. Während bei der CVD die Dissoziation (das Aufbrechen) der Moleküle des Reaktionsgases durch externe Zufuhr von Wärme sowie die freigewordene Energie der folgenden chemischen Reaktionen geschieht, übernehmen diese Aufgabe bei der PECVD beschleunigte Elektronen im Plasma. Zusätzlich zu den auf diese Weise gebildeten Radikalen werden in einem Plasma auch Ionen erzeugt, die zusammen mit den Radikalen die Schichtabscheidung auf dem Substrat bewirken. Die Gastemperatur im Plasma erhöht sich dabei in der Regel nur um wenige hundert Grad Celsius, wodurch im Gegensatz zur CVD auch temperaturempfindlichere Materialien beschichtet werden können.

[0021] Bei der Direktplasma-Methode wird zwischen dem zu beschichtenden Substrat und einer Gegenelektrode ein starkes elektrisches Feld angelegt, durch das ein Plasma gezündet wird. Bei der Remote-Plasma-Methode ist das Plasma so angeordnet, dass es keinen direkten Kontakt zum Substrat hat. Dadurch erzielt man Vorteile bzgl. selektiver Anregung von einzelnen Komponenten eines Prozessgasgemisches und verringert die Möglichkeit einer Plasmaschädigung der Substratoberfläche durch die Ionen. Die Plasmen können auch induktiv/kapazitiv durch Einstrahlung eines elektromagnetischen Wechselfeldes erzeugt werden.

[0022] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter den angegebenen Durchführungsvarianten die Anwendung eines Niederdruck- oder Atmosphärendruckplasmas bevorzugt, worunter das Atmosphä-

rendruckplasma besonders bevorzugt wird. Ein derartiges Plasma ist mit kommerziell erhältlichen Geräten für die Plasmabehandlung – wie z.B. mit der Anlage Plasmatreater AS 400 des Herstellers Plasmatreater GmbH, Steinhagen (DE) – darstellbar.

[0023] Bei der Plasmapolymerisation werden unter den dort herrschenden Bedingungen dampfförmige organische Vorläuferverbindungen (Präkursor- bzw. Precursor-Monomere) in der Prozesskammer durch ein Plasma zunächst aktiviert. Die durch die Aktivierung entstehenden ionisierten Moleküle bilden bereits in der Gasphase erste Molekülfragmente in Form von Clustern oder Ketten. Die anschließende Kondensation dieser Fragmente auf der Substratoberfläche bewirkt dann unter Einwirkung von Substrattemperatur, Elektronen- und Ionenbeschuss eine Polymerisation und resultiert letztendlich in der Bildung einer geschlossenen Schicht.

[0024] Überraschenderweise wurde gefunden, dass mittels der Plasmabehandlung von Formkörpern – vorzugsweise unter Verwendung von Kohlenwasserstoffen und/oder Siloxanen als Präkursoren – Beschichtungen auf den eingesetzten Formkörpern erhalten werden können, die über die angestrebte Antihafwirkung gegenüber Klebstoffen – insbesondere gegenüber Hotmelt- und Dispersionsklebstoffen – verfügen und die den beschichteten Werkzeugen einen verbesserten Schutz gegenüber abrasiven Kräften vermitteln.

[0025] Dabei werden unter den oben genannten Kohlenwasserstoff-Präkursoren kurzkettige (1 bis 10 Kohlenstoffatome) gesättigte oder ungesättigte Kohlenwasserstoffe bevorzugt, worunter Methan, Ethan und Ethin (Acetylen) besonders bevorzugt werden.

[0026] Daneben werden unter den Kohlenwasserstoffen halogensubstituierte – insbesondere gesättigte oder ungesättigte, cyclische, Fluor-substituierte – Kohlenwasserstoffe – wie z.B. Hexafluorethan – bevorzugt. Daneben werden unter den cyclischen Kohlenwasserstoffen Octafluorocyclobutan und Octafluorocyclopenten besonders bevorzugt.

[0027] Unter den Siloxanen werden Poly(dimethylsiloxane) bevorzugt, worunter auch cyclische Siloxane wie Hexamethylcyclotrisiloxan fallen. Unter den Poly(dimethylsiloxanen) wird Hexamethyldisiloxan besonders bevorzugt.

[0028] Des Weiteren können auch Mischungen der genannten Präkursoren eingesetzt werden.

[0029] In Abhängigkeit von den jeweils eingesetzten Präkursoren kann es vorteilhaft sein, das Substrat – d.h. Formkörper bzw. Werkzeug – bei der Beschichtung zu erhitzen.

[0030] Die als Prozess- bzw. Ionisierungsgase einzusetzenden Gase sind ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt. Sie umfassen Gase bzw. Edelgase – wie Argon, Sauerstoff und/oder Stickstoff-, oder Gasgemische – wie Luft bzw. Druckluft – oder Formiergas (ein Gasgemisch aus 95 % Stickstoff und 5 % Wasserstoff).

[0031] Die Gasmoleküle werden in der (Vakuum-)Behandlungsanlage, in der durch ein elektrisches Feld ein Plasma erzeugt wird, ionisiert. Das Plasma zum Behandeln von Kunststoffen wird bevorzugt mittels Mikrowellenstrahlung und hochfrequenter Wechselspannung erzeugt, während bei der Plasmabeschichtung von Substraten aus Metall vorzugsweise ein gepulstes Gleichspannungsplasma eingesetzt wird.

Beispiele:

[0032] Die nachfolgenden beispielhaften Plasmamaparameter geben die Plasmabedingungen jeweils für eine Kohlenstoff-basierte und für eine Siloxan-basierte Beschichtung:

A) Apparate-Parameter

[0033] Freistrahldüse aus Wolfram und Kupfer, d ~4mm Gepulste AC-Lichtbogenentladung (Wechselstrom-Lichtbogenentladung) mit Zielkorridor:

- Wirkleistung ~300 W (Effektivspannung ~1 kV, Effektivstrom 0,3 A)
- ~2 Pulse pro Periode, Spitze ~3,8 kV, Pulsbreite ~1,4 µs
- Tolerante Abweichung ca. +/-25 % (erzielbar mit einer Plasmatreater AS 400 Anlage)
- Plasma-Spannung: 280 V
- Plasma-Frequenz: 21 kHz
- Plasma-Cycle-Time: 10–20 %

B) Exemplarische Schichtrezeptur für eine organische Kohlenstoff-basierte Schicht:

- Ionisierungsgas: Stickstoff (~1500 l/h)
- Präkursor: Acetylen (~38 l/h), 1-Punkt-Einspeisung
- Abstand Düsenausgang-Substrat: 5–10 mm
- Flächige (Mäanderförmige) Beschichtung mit Spurbstand: 1 4 mm (je Schichtdicke)
- Jetgeschwindigkeit: 5–10 m/min (je Schichtdicke)
- Optional: Temperung z.B. bei 200 °C für 1,5 h zur Verbesserung der Schichthftung/Sofortein-satz.

C) Exemplarische Schichtrezeptur
für Siloxan-basierte Schicht:

- Ionisierungsgas: Druckluft (~1500 l/h)
- Präkursor: Hexamethyldisiloxan (~30 g/h), 1-Punkt-Einspeisung
- Abstand Düsenausgang-Substrat: 5–10 mm;
- Flächige (Mäanderförmige) Beschichtung mit Spurabstand: 1–4 mm (je Schichtdicke)
- Jetgeschwindigkeit: 20–80 m/min (je Schichtdicke)
- Optional: Temperung z.B. bei 200 °C für 1,5 h zur Verbesserung der Schichthaftung/Sofortein-satz.

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

- DE 4216999 A1 [0002]
- DE 19543133 A1 [0005]
- DE 19543133 [0007]
- DE 19748240 A1 [0008]

Patentansprüche

1. Formkörper mit einer antiabrasiven Antihafbeschichtung gegenüber Hotmeltklebstoffen und/oder Dispersionsklebstoffen herstellbar durch Behandeln des unbeschichteten Formkörpers (Substrats) mit einem Plasma basierend auf einer gepulsten Wechselstrom-(AC)Lichtbogenentladung in Gegenwart eines organischen oder Silicium-organischen Präkursors bevorzugt ausgewählt aus einer Gruppe umfassend kurzkettige Kohlenwasserstoffe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen und Polysiloxane in Gegenwart eines Prozess- bzw. Ionisierungsgases; ggf. Tempern des beschichteten Formkörpers.

2. Formkörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Formkörper ein Werkzeug, vorzugsweise eine Abdeckungsvorrichtung oder ein Nähmesser ist.

3. Formkörper nach 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plasma ein Niederdruckplasma oder ein Atmosphärendruckplasma ist oder die Beschichtung mit einer Plasma-unterstützten chemischen Gasphasenabscheidung erfolgt.

4. Formkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der organische Präkursor ein kurzkettiger gesättigter oder ungesättigter aliphatischer Kohlenwasserstoff-Präkursor ist, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Methan, Ethan und Ethin.

5. Formkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass organische Präkursor ein gesättigter oder ungesättigter, Halogenkohlenwasserstoff ist und vorzugsweise ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend Hexafluorethan, Octafluorocyclobutan und Octafluorocyclopenten.

6. Formkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Silicium-organische Präkursor ein Poly(dimethylsiloxan) und bevorzugt Hexamethylcyclotrisiloxan oder Hexamethyldisiloxan ist.

7. Formkörper nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ionisierungsgas ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend Sauerstoff und Stickstoff; Gasgemische, bevorzugt Luft, Druckluft und Formiergas; Edelgase, bevorzugt Argon.

8. Formkörper nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1–7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Behandlung des unbeschichteten Formkörpers in einem Plasmabehandlungsgerät mit einer Wolfram-Kupfer-Freistrahldüse, mit einem Durchmesser von ~4mm mit einer gepulsten Wechselstrom-Lichtbogenentladung in einem Zielkorridor mit einer Wirk-

leistung von ~300 W bei einer Effektivspannung von ~1 kV und einem Effektivstrom 0,3 A mit ~2 Pulsen pro Periode bei einer Spitzenspannung von ~3,8 kV und einer Pulsbreite von ~1,4 µs mit einer toleranten Abweichung von +/-25 % und einer Plasma-Spannung von 280 V mit einer Plasma-Frequenz von 21 kHz und einer Plasmazyklenzeit (Plasma-Cycle-Time) von 10–20 % erfolgt.

9. Formkörper nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ionisierungsgas Stickstoff ist und mit einer Rate von ~1500 l/h in den Plasma-raum eingespeist wird und der Präkursor Ethin (Acetylen) ist, das mit einer Rate von ~38 l/h in den Plasma-raum eingespeist wird, wobei der Abstand vom Düsenausgang zum Substrat in einem Bereich von 5 bis 10 mm liegt und eine flächige, mäanderförmige Beschichtung mit einer Schichtdicke in einem Bereich von 1 bis 4mm bei einer Jetgeschwindigkeit in einem Bereich von 5 bis 10 m/min erfolgt.

10. Formkörper nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ionisierungsgas Druckluft ist und mit einer Rate von ~1500 l/h in den Plasma-raum eingespeist wird und der Präkursor Hexamethyldisiloxan ist, das mit einer Rate von ~30 g/h in den Plasma-raum eingespeist wird, wobei der Abstand vom Düsenausgang zum Substrat in einem Bereich von 5 bis 10 mm liegt und eine flächige, mäanderförmige Beschichtung mit einer Schichtdicke in einem Bereich von 1 bis 4mm bei einer Jetgeschwindigkeit in einem Bereich von 20 bis 80 m/min erfolgt.

11. Formkörper nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass anschließend eine Temperung bei 200 °C über einen Zeitraum von 1,5 h erfolgt.

12. Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers mit einer anti-abrasiven Antihafbeschichtung gegenüber Hotmeltklebstoffen und/oder Dispersionsklebstoffen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend folgende Verfahrensschritte

13. Behandeln des unbeschichteten Formkörpers (Substrats) mit einem Plasma basierend auf einer gepulsten Wechselstrom-(AC)Lichtbogenentladung in Gegenwart eines organischen oder Silicium-organischen Präkursors bevorzugt ausgewählt aus einer Gruppe umfassend kurzkettige Kohlenwasserstoffe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen und Polysiloxane in Gegenwart eines Prozess- bzw. Ionisierungsgases; ggf. Tempern des beschichteten Formkörpers.

14. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das im Verfahren eingesetzte Plasma ein Niederdruckplasma oder ein Atmosphärendruckplasma ist oder die Beschichtung mit einer Plasma-unterstützten chemischen Gasphasenabscheidung erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der organische Präkursor ein kurzkettiger gesättigter oder ungesättigter aliphatischer Kohlenwasserstoff-Präkursor mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Methan, Ethan und Ethin.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der organische Präkursor ein gesättigter oder ungesättigter Halogenkohlenwasserstoff ist und vorzugsweise ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend Hexafluorethan, Octafluorocyclobutan und Octafluorocyclopenten.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Silicium-organische Präkursor ein Poly(dimethylsiloxan) ist und vorzugsweise Hexamethylcyclotrisiloxan oder Hexamethylsiloxan ist.

18. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ionisierungsgas ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend Sauerstoff, Stickstoff; Gasgemische; bevorzugt Luft, Druckluft, Formiergas; Edelgase, bevorzugt Argon.

19. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 12–18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Behandlung des unbeschichteten Formkörpers in einem Plasmabehandlungsgerät mit einer Wolfram-Kupfer-Freistrahldüse, mit einem Durchmesser von ~4mm mit einer gepulsten Wechselstrom-Lichtbogenentladung) in einem Zielkorridor mit einer Wirkleistung von ~300 W bei einer Effektivspannung von ~1 kV und einem Effektivstrom 0,3 A mit ~2 Pulsen pro Periode bei einer Spitzenspannung von ~3,8 kV und einer Pulsbreite von ~1,4 µs mit einer toleranten Abweichung von +/-25 % und einer Plasma-Spannung von 280 V mit einer Plasma-Frequenz von 21 kHz und einer Plasmazyklenzeit (Plasma-Cycle-Time) von 10–20 % erfolgt.

20. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ionisierungsgas Stickstoff ist und mit einer Rate von ~1500 l/h in den Plasma-raum eingespeist wird und der Präkursor Acetylen ist, das mit einer Rate von ~38 l/h in den Plasma-raum eingespeist wird, wobei der Abstand vom Düsenausgang zum Substrat in einem Bereich von 5 bis 10 mm liegt und eine flächige, mäanderförmige Beschichtung mit einer Schichtdicke in einem Bereich von 1 bis 4mm bei einer Jetgeschwindigkeit in einem Bereich von 5 bis 10 m/min erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ionisierungsgas Druckluft ist und mit einer Rate von ~1500 l/h in den Plasma-raum eingespeist wird und der Präkursor Hexa-

methyldisiloxan ist, das mit einer Rate von ~30 g/h in den Plasma-raum eingespeist wird, wobei der Abstand vom Düsenausgang zum Substrat in einem Bereich von 5 bis 10 mm liegt und eine flächige, mäanderförmige Beschichtung mit einer Schichtdicke in einem Bereich von 1 bis 4mm bei einer Jetgeschwindigkeit in einem Bereich von 20 bis 80 m/min erfolgt.

22. Formkörper nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Temperung bei 200 °C über einen Zeitraum von 1,5 h erfolgt.

23. System enthaltend einen Formkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

24. System nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System durch ein Presskaschierwerkzeug oder eine Nähmaschine verkörpert wird.

25. Verwendung eines Formkörpers nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Presskaschierung oder zum Anfertigen von Nahtverbindungen.

Es folgen keine Zeichnungen