

(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
6. März 2008 (06.03.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/025352 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 16/452 (2006.01) C23C 16/54 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/48 (2006.01)

(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR;
Gostritzer Strasse 61-63, 01217 Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/001579

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:

29. August 2007 (29.08.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2006 042 328.3

1. September 2006 (01.09.2006) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DRESLER, Birte** [DE/DE]; Thalheimstrasse 7, 01445 Radebeul (DE). **HOPFE, Volkmar** [DE/DE]; Dorfstrasse 30, 01814 Kleingießhübel (DE). **DANI, Ines** [DE/DE]; Garnsdorfer Strasse 9, 09244 Lichtenau (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(54) Title: APPARATUS AND METHOD OF FORMING THIN LAYERS ON SUBSTRATE SURFACES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR AUSBILDUNG DÜNNER SCHICHTEN AUF SUBSTRATOBERFLÄCHEN

(57) Abstract: The invention relates to an apparatus and a method of forming thin layers on substrate surfaces. It is an object of the invention to provide possibilities allowing thin layers to be produced on substrate surfaces, exhibiting a defined layered-material formation having desired properties. The apparatus of the invention is designed so that at a reaction chamber region, above a substrate surface to be coated, there is a supply for at least one gaseous precursor that contributes to layer formation. Moreover, a source emitting electromagnetic radiation, which is a plasma source, is disposed in such a way that the electromagnetic radiation emitted effects photolytic activation of atoms and/or molecules of the precursor(s). The plasma source ought to be so disposed, and is also to be operated in such a way, that there is no direct influence of the plasma on the substrate surface and on the precursors that lead to layer formation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ausbildung dünner Schichten auf Substratoberflächen. Es ist Aufgabe der Erfindung Möglichkeiten zur Verfügung zu stellen, mit denen dünne Schichten auf Substratoberflächen hergestellt werden können, die eine bestimmte Schichtwerkstoffausbildung mit gewünschten Eigenschaften aufweisen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dabei so ausgebildet, dass an einem Reaktionskammerbereich oberhalb einer zu beschichtenden Substratoberfläche eine Zuführung für mindestens einen gasförmigen Precursor vorhanden ist, der zur Schichtbildung beiträgt. Außerdem ist eine elektromagnetische Strahlung emittierende Quelle, die eine Plasmaquelle ist, so angeordnet, dass mit der emittierten elektromagnetischen Strahlung eine photolytische Aktivierung von Atomen und/oder Molekülen des/der Precursor (en) erfolgt. Die Plasmaquelle sollte dabei so angeordnet sein und soll auch so betrieben werden, dass kein unmittelbarer Einfluss des Plasma auf die Substratoberfläche und die zur Schichtausbildung führenden Precursoren auftritt.

WO 2008/025352 A2

Vorrichtung und Verfahren zur Ausbildung dünner Schichten auf Substratoberflächen

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ausbildung dünner Schichten auf Substratoberflächen.

10 In der Dünnschichttechnik sind die verschiedensten Verfahren bekannt, um dünne Schichten auf Substratoberflächen auszubilden. Die Ausbildung erfolgt dabei überwiegend unter Vakuumbedingungen, beispielsweise durch thermische CVD-, PVD oder PECVD-Techniken erfolgen. Es liegt auf der Hand, dass der Herstellungsaufwand erheblich ist und es sind nur begrenzte Substratflächen so beschichtbar.

20 Es können häufig nur geringe Beschichtungsraten erzielt oder es müssen Probleme durch Beschichtungsfehler (z.B. Droplets oder eine inhomogene Schichtausbildung) in Kauf genommen werden. Bestimmte Eigen-

schaften einer Beschichtung können nicht erreicht werden, was auch auf weitere noch zu erwähnende Verfahren zu treffen kann. Insbesondere bei einer CVD-Beschichtung kann durch die erforderlichen hohen Temperaturen auch eine Beeinträchtigung von Schicht- und Substrat auftreten.

Es ist auch bekannt elektromagnetische Strahlung im Vakuum für CVD-Beschichtungen einzusetzen. Dabei wird von einer Quelle emittierte elektromagnetische Strahlung von außen durch ein Fenster in eine Beschichtungskammer gerichtet. Solche Fenster müssen aber sehr aufwendig gereinigt werden und es treten Transmissionsverluste auf.

Schichten können auch in Sol-Gel-Technik ausgebildet werden. Hierbei sind aber nicht alle gewünschten Schichtwerkstoffe realisierbar und es sind sehr hohe Temperaturen zum Formieren und Aushärten der Schichten erforderlich.

Eine Schichtausbildung mittels Plasmaquellen unter Atmosphärendruckbedingungen ist aus DE 102 39 875 A1, DE 10 2004 015 216 B4 und die Bildung dünner Schichten aus Siliciumnitrid aus DE 10 2004 015 217 B4 bekannt. Bei diesen Lösungen wird eine Plasmaquelle eingesetzt, der ein Gas oder Gasgemisch zur Plasma-bildung zugeführt wird. Das Plasmagas enthält auch zumindest eine Komponente, die auch zur Schichtbildung genutzt wird. Es kann aber auch mindestens ein Precursorgas zusätzlich in das Plasma oder in den abströmenden Plasmagasfluss eingeführt und für die Schichtbildung genutzt werden („Remote Plasmaaktivierung“). In jedem Fall wird aber Plasma unmittelbar auf die zu beschichtende Substratoberfläche gerichtet und für die reaktive Ausbildung von Schichten auf

Substratoberflächen direkt und aktiv wirksam. Als Plasmaquellen können Lichtbogen- oder Mikrowellenplasmaquellen eingesetzt werden.

5 Es hat sich gezeigt, dass sich mit diesen bekannten technischen Lösungen verschiedenste Schichten ausbilden lassen, wie dies für Siliciumnitrid aus DE 10 2004 015 217 B4 explizit bekannt ist.

10 Bestimmte Eigenschaften und Schichtwerkstoffkompositionen können in dieser Form aber auch nicht erreicht werden.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung Möglichkeiten zur
15 Verfügung zu stellen, mit denen dünne Schichten auf Substratoberflächen hergestellt werden können, die eine bestimmte Schichtwerkstoffausbildung mit gewünschten Eigenschaften aufweisen.

20 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Vorrichtung, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Dabei kann mit einem Verfahren nach Anspruch 12 gearbeitet werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen und
25 Weiterbildungen der Erfindung können mit in untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen erreicht werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dabei so ausgebildet, dass an einem Reaktionskammerbereich oberhalb
30 einer zu beschichtenden Substratoberfläche eine Zuführung für mindestens einen gasförmigen Precursor vorhanden ist, der zur Schichtbildung beiträgt. Außerdem ist eine elektromagnetische Strahlung emittierende Quelle, die eine Plasmaquelle ist, so angeordnet,
35 dass mit der emittierten elektromagnetischen Strahlung eine photolytische Aktivierung von Atomen

und/oder Molekülen des/der Precursor(en) erfolgt. Die Plasmaquelle sollte dabei so angeordnet sein und soll auch so betrieben werden, dass kein unmittelbarer Einfluss des Plasma auf die Substratoberfläche und die zur Schichtausbildung führenden Precursoren auftritt und ausschließlich die emittierte elektromagnetische Strahlung wirkt.

Bevorzugt soll die Plasmaquelle innerhalb des Reaktionskammerbereichs angeordnet sein, wobei auf ein dazwischen angeordnetes Fenster verzichtet werden kann, um die im einleitenden Teil der Beschreibung bereits erwähnten Nachteile zu vermeiden.

Die Erfindung kann unter Vakuumbedingungen aber auch bei Atmosphärendruck eingesetzt werden, wobei unter Atmosphärendruck ein Druckbereich von ± 300 Pa um den jeweiligen Umgebungsatmosphärendruck verstanden werden soll.

Besonders bevorzugt soll mit der Plasmaquelle elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen kleiner als 230 nm emittiert werden. Elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich des UV-Lichts und darunter ist für die gewünschte photolytische Aktivierung besonders geeignet. Dies kann mit geeigneten Gasen für die Plasmabildung erreicht werden. Das jeweilige Gas oder Gasgemisch hat einen Einfluss auf das Emissionsspektrum der Strahlung und kann daher auf den/die für Schichtbildung eingesetzten Precursor(en) angepasst werden. Für die Bildung des Plasmas können folgende Gase jeweils allein aber auch als Gemisch mindestens zwei dieser Gase eingesetzt werden: Argon, Neon, Helium, Stickstoff, Ammoniak, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoffdioxid und Wasserdampf.

Mit der Erfindung können verschiedene Schichten aus verschiedenen Werkstoffen, mit bestimmten Stöchiometrien und Gitteraufbau, bzw. Netzwerkstruktur ausgebildet werden.

5

Sollen Schichten mit Silicium ausgebildet werden, können organische Siliciumverbindungen als Precursoren eingesetzt werden. Alternativ oder im Gemesich können das auch Silane oder auch Halogensilane sein, die auch als Gasgemisch zugeführt und photolytisch für die Schichtbildung aktiviert werden können. Durch chemische Reaktionen kann dann der jeweils gewünschte Schichtwerkstoff als dünne Schicht auf der Substratoberfläche gebildet werden.

10

15

So kann beispielsweise mit SiH_4 und Ammoniak eine amorphe wasserstoffhaltige Siliciumnitridschicht, als Schicht auf Silicium-Wafern für Solarzellen ausgebildet werden, um die optischen Eigenschaften für diesen Einsatzfall gegenüber bekannten Lösungen zu verbessern und gleichzeitig eine Passivierungswirkung gegenüber Defekten zu erzielen.

20

25

Als Plasmagas zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung kann Argon-Stickstoff oder ein Argon-Ammoniak-Gemisch im Verhältnis von 100:1 eingesetzt werden. Das Verhältnis von schichtbildendem Ammoniak zu Silan beträgt beispielsweise 4:1. Die Substrattemperatur während der Schichtausbildung beträgt ca. 150 °C, kann zur Verbesserung der Schichteigenschaften aber bis auf 400 °C erhöht werden. Die Abscheiderate liegt üblicherweise im Bereich von 1 bis 2 nm/s. Der Brechungsindex der Schichten kann in weiten Grenzen durch die Wahl der Verhältnisses von Ammoniak zu Silan zwischen 1,7 und 2,3 eingestellt werden.

30

35

Für die Schichtbildung mit Kohlenstoff enthaltenden Verbindungen können als Precursoren gesättigte oder ungesättigte Kohlenwasserstoffe aber auch Halogenkohlenwasserstoffe, beispielsweise C_2H_2 , CH_4 oder C_2H_4 in Verbindung mit Stickstoff, Ammoniak oder Wasserstoff eingesetzt werden.

Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden.

Dabei zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Figur 2 eine Schnittdarstellung einer Vorrichtung nach Figur 1.

Die für die Erfindung und in Figuren 1 und 2 gezeigte Vorrichtung kann zumindest ähnlich aufgebaut sein, wie dies in der Beschreibungseinleitung für die Ausbildung von Schichten bei Atmosphärendruck mittels Plasma bereits angesprochen worden ist. Es ist lediglich eine davon abweichende Anordnung und/oder ein abweichender Betrieb der Plasmaquelle 2 gewählt worden.

Durch einen Spalt 7 wird ein Substrat 1, das an einer Oberfläche beschichtet werden soll, eingeführt und durch die Vorrichtung hindurchgeführt. Es erfolgt dabei eine Relativbewegung zwischen Substrat 1 und der Vorrichtung. So kann die gesamte zumindest jedoch ein großer Teil der Oberfläche beschichtet werden.

Ein Plasma wird mit einem Lichtbogen, der zwischen

einer Kathode und einer Anode ausgebildet ist, gebildet. Die Plasmaquelle 2 ist in einem fensterlosen Reaktionskammerbereich 11 angeordnet. Dem Lichtbogen wird ein Plasmagas zugeführt.

5

Dabei wird ein Volumenstrom und auch ein Druck für zugeführtes Plasmagas gewählt, der zur Plasmaausbildung und damit zur Emission elektromagnetischer Strahlung ausreicht aber verhindert, dass Plasma in einen Bereich des Reaktionskammerbereichs 11 gelangt in dem Precursor für die Ausbildung dünner Schichten vorhanden ist.

10

15

Ein oder auch mehrere gasförmige Precursor(en) werden über die Zuführung 9 in den Reaktionskammerbereich 11 eingeführt. Die Aktivierung der Atome und/oder Moleküle des/der Precursor(en) erfolgt ausschließlich photolytisch mittels der von der Plasmaquelle 2 emittierten elektromagnetischen Strahlung. Durch diese Aktivierung erfolgen chemische Reaktionen des/der Precursor(en) und die dünne Schicht kann auf der Oberfläche des Substrates 1 ausgebildet werden.

20

25

Mit Figur 2 soll weiter verdeutlicht werden, wie eine für einen Einsatz unter Atmosphärendruck geeignete Vorrichtung ausgebildet sein kann.

30

Dabei ist an der Zufuhr für Plasmagas ein Sensor 10 vorhanden, mit dessen Hilfe eine Regelung durch eine Bestimmung von Druck und/oder Volumenstrom des zugeführten Plasmagases erfolgen kann.

35

Die in die Zeichnungsebene hinein ausgerichtete entsprechend lang gestreckte Lichtbogen-Plasmaquelle 2 ist hier oben in einem in Schlitzform ausgebildeten Reaktionskammerbereich 11 angeordnet. Vom Plasma

emittierte elektromagnetische Strahlung trifft auf die Oberfläche des zu beschichtenden Substrats 1 auf und durchdringt dabei gasförmige(n) Precursor(en), der/die über die Zufuhr 9 dicht oberhalb der Substratoberfläche in den Reaktionskammerbereich 11 eingeführt wird/werden.

Die überflüssigen Reaktionsprodukte können als Abgas über eine Abgasabsaugung 5 und 5' abgeführt werden. Dies kann in Vorschubrichtung vor und hinter dem Reaktionskammerbereich 11 aber auch umlaufend erfolgen.

Für eine Abdichtung gegenüber der Umgebung kann ein inertes Spülgas über um den Reaktionskammerbereich 11 umlaufend ausgebildete Zuführungen 4 und 4' in einen Spalt 7 zugeführt werden. Das Spülgas strömt dabei in eine Richtung aus der Vorrichtung heraus und in entgegengesetzter Richtung auf den Reaktionskammerbereich 11 hin. Spülgas kann aber mit dem Abgas über die Absaugung 5 und 5' wieder entfernt werden, so dass kein zumindest aber der größte Teil des zugeführten Spülgases in den Reaktionskammerbereich 11 gelangt und der Schichtbildungsprozess dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Für eine Regelung der Spülgaszuführung und Absaugung von Abgas sind hier weitere Sensoren 6 und 8 vorhanden.

Im Gegensatz zur Darstellung, kann der Reaktionskammerbereich 11 auch so ausgebildet sein, dass er ausgehend von der Plasmaquelle 11 sich möglichst konisch verbreitert. Dadurch kann ein größerer Flächenbereich genutzt werden, da sich die emittierte elektromagnetische Strahlung ohnehin divergent ausbreitet. So kann zumindest die gegenüber plasmaunterstützter Ver-

fahrensführung reduzierte Beschichtungsrate wieder kompensiert werden.

Die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Vorrichtung hat gegenüber anderen auch mit der Erfindung einsetzbaren Vorrichtungen einen weiteren Vorteil. Sie kann temporär, falls gewünscht nämlich auch in herkömmlicher Form betrieben werden. Dies ist insbesondere bei einer Schichtausbildung mit mindestens zwei Schichten, die übereinander angeordnet sind, günstig. Beispielsweise kann das Substrat 1, wie mit dem Pfeil in Figur 1 angedeutet, erst von links nach rechts durch die Vorrichtung hindurchgeführt werden. Die Ausbildung der Schicht erfolgt dabei erfindungsgemäß allein durch photolytische Aktivierung. Nachfolgend erfolgt eine entgegengesetzt dazu gerichtete Bewegung des Substrates durch die Vorrichtung. Dabei wird Druck und/oder Volumenstrom des Plasmagases so erhöht, dass die Schichtbildung in herkömmlicher Weise erfolgen kann.

Selbstverständlich kann auch in umgekehrter Reihenfolge verfahren werden. Die Verfahrensweise kann aber auch alternierend gewechselt werden, um beispielsweise Oberflächenbereiche des Substrates 1 mit unterschiedlichen dünnen Schichten zu versehen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ausbildung dünner Schichten auf Substratoberflächen, bei der an einem Reaktionskammerbereich oberhalb der jeweiligen Substratoberfläche eine Zuführung für mindestens einen gasförmigen Precursor vorhanden ist und mindestens eine elektromagnetische Strahlung emittierende Quelle so angeordnet ist, dass mittels emittierter elektromagnetischer Strahlung für die Ausbildung einer Schicht, eine photolytische Aktivierung von Atomen und/oder Molekülen des/der Precursor erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung emittierende Quelle eine Plasmaquelle (2) ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Plasmaquelle (2) innerhalb des Reaktionskammerbereichs (11) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Plasmaquelle (2) innerhalb des Reaktionskammerbereichs (11) so angeordnet und so betreibbar ist, dass das Plasma den/die Precursor(en) nicht unmittelbar beeinflusst.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest innerhalb des Reaktionskammerbereichs (11) Atmosphärendruck vorliegt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Druck im Bereich ± 300 Pa um den Atmosphärendruck eingehalten ist.

- 5 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Plasmaquelle (2) elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen kleiner als 230 nm emittiert wird.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Substrat (1) und Reaktionskammerbereich (11) mit Plasmaquelle (2) relativ zueinander bewegbar sind.
- 10 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abgasabsaugung (5, 5') angeschlossen ist.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spülgaszuführung (4, 4') vorhanden ist.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Spülgas in einen Spalt (7) zwischen Substratoberfläche und Reaktionskammerbereich (11) zuführbar ist und dadurch eine Abdichtung gegenüber der Umgebungsatmosphäre ausgebildet ist.
- 25 11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Plasmaquelle (2) eine Lichtbogen- oder Mikrowellenplasmaquelle ist.
- 30 12. Verfahren zur Ausbildung dünner Schichten auf Substratoberflächen, bei dem mindestens ein gasförmiger Precursor oberhalb der jeweiligen Substratoberfläche in einen Reaktionskammerbereich zugeführt wird;
im Reaktionskammerbereich (11) eine Plasmaquelle (2) so angeordnet und betrieben wird, dass die

Ausbildung einer dünnen Schicht ausschließlich in Folge photolytischer Aktivierung von Atomen und/oder Molekülen des/der Precursor(s) durch von der Plasmaquelle (2) emittierte elektromagnetische Strahlung erreicht wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausbildung der Schicht bei Atmosphärendruck durchgeführt wird.

10

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasma mit einem Plasma-gas gebildet wird, mit dem elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen kleiner als 230 nm emittiert wird.

15

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung Silicium enthaltender Schichten eine gasförmige organische Siliciumverbindung, als Precursor zugeführt wird.

20

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Silan und/oder ein Halogensilan zugeführt wird/werden.

25

17. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung Kohlenstoff enthaltender Schichten ein gasförmiger Precursor, der ausgewählt ist aus gesättigten oder ungesättigten Kohlenwasserstoffen und Halogenkohlenwasserstoffen zugeführt wird.

30

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass für die Plasmabildung der Volumenstrom von der Plasmaquelle (2) zugeführtem Plasmagas temporär erhöht und dabei eine abweichende Parameter aufweisende Schicht-

ausbildung unter diesen Bedingungen erreicht wird.

- 5 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass für die Plasmabildung ein Gas, das ausgewählt ist aus Argon, Stickstoff, Ammoniak, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoffdioxid und Wasser eingesetzt wird.
- 10 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass gasförmige Reaktionsprodukte als Abgas abgesaugt werden.
- 15 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem zugeführten inerten Spülgas eine Abdichtung zwischen Substratoberfläche, Reaktionskammerbereich (11) und Umgebungsatmosphäre erreicht wird.

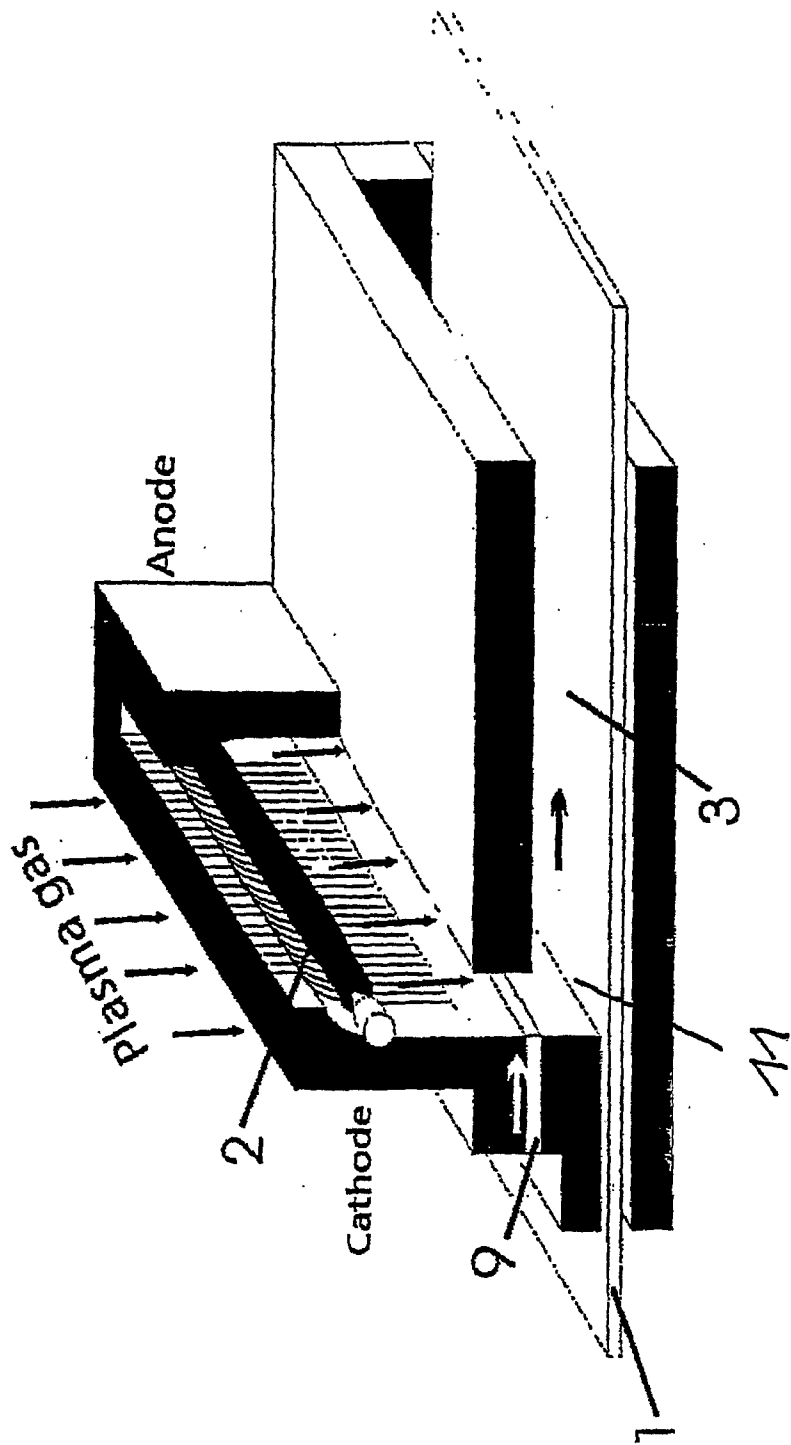


Fig. 1

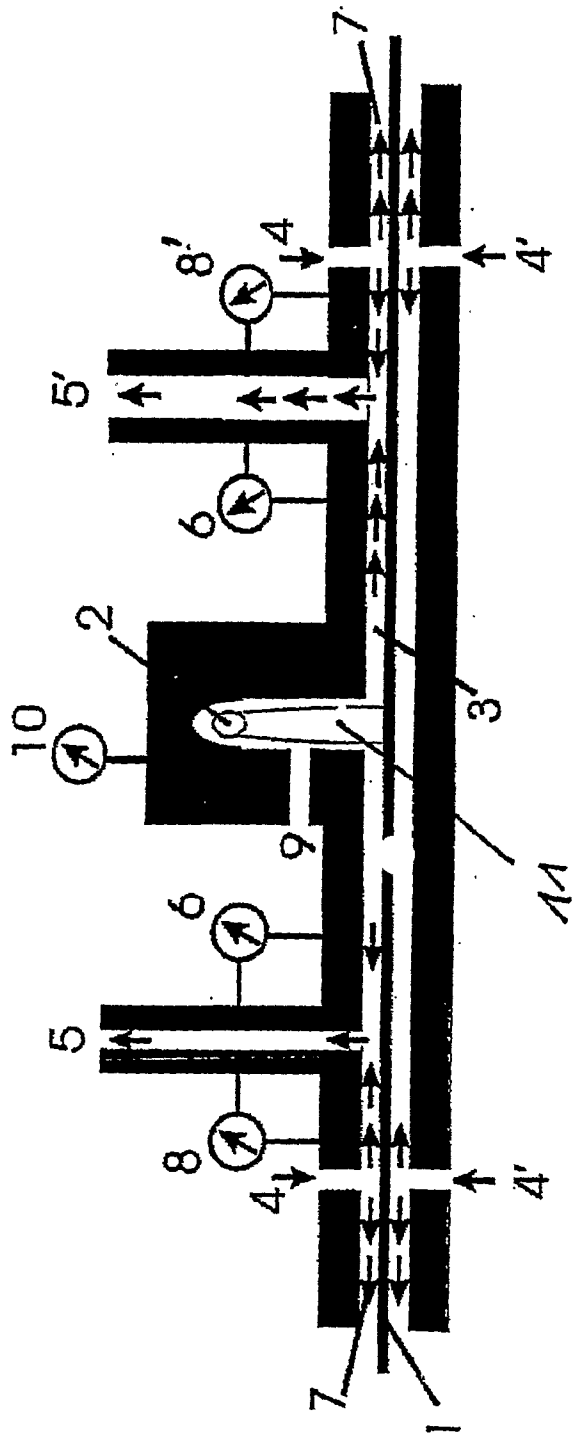


Fig. 2