

(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
29. März 2007 (29.03.2007)

PCT

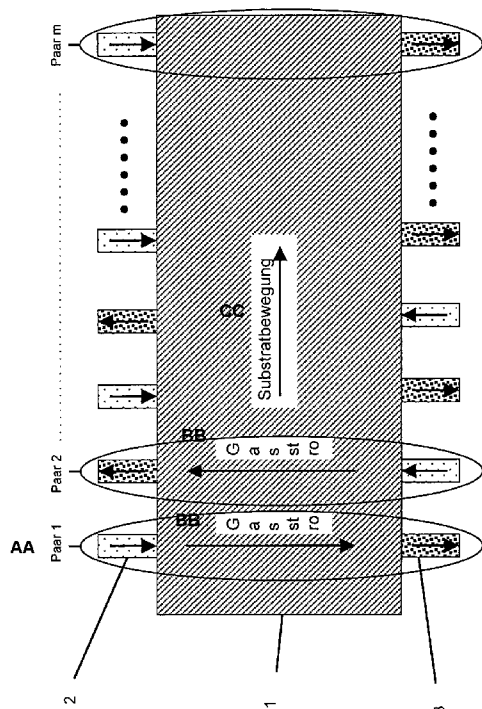
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/033832 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **Nicht klassifiziert**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/009228
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. September 2006 (22.09.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2005 045 582.4
23. September 2005 (23.09.2005) DE
- (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): **REBER, Stefan** [DE/DE]; Weiherweg 9, 79194 Gundelfingen (DE). **HURRE, Albert** [DE/DE]; Schillerstrasse 26, 79183 Waldkirch (DE). **SCHILLINGER, Norbert** [DE/DE]; Rheinstrasse 16, 79241 Ihringen (DE).
- (74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR**; Theresienhöhe 13, 80339 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTINUOUS CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION UNDER ATMOSPHERIC PRESSURE AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN GASPHASENABSCHIEDUNG UNTER ATMOSPÄRENDRUCK UND DEREN VERWENDUNG



AA ... PAIR
BB ... GAS FLOW
CC ... SUBSTRATE DISPLACEMENT

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for continuous chemical vapour deposition onto substrates under atmospheric pressure. The device is based around a reaction chamber and the substrates are guided along the open sides of said chamber. The substrates are subsequently coated on the side that faces the interior of the chamber.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur kontinuierlichen Gasphasenabscheidung unter Atmosphärendruck auf Substraten. Die Vorrichtung basiert hierbei auf einer Reaktionskammer, an deren offenen Seiten die Substrate entlanggeführt werden, wodurch auf der dem Kammerinneren zugewandten Seite der Substrate die entsprechenden Beschichtungen erfolgen können.

WO 2007/033832 A2



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.

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).

(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,

Veröffentlicht:

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

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung und Verfahren zur kontinuierlichen Gasphasenabscheidung unter Atmosphärendruck und deren Verwendung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur kontinuierlichen Gasphasenabscheidung unter Atmosphärendruck auf Substraten. Die Vorrichtung basiert hierbei auf einer Reaktionskammer, an deren
10 offenen Seiten die Substrate entlanggeführt werden, wodurch auf der dem Kammerinneren zugewandten Seite der Substrate die entsprechenden Beschichtungen erfolgen können.

15 Die Herstellung von dünnen Schichten aus gasförmigen Ausgangsmaterialien (sog. Precursor) wird mit einer Vielzahl von technischen Realisierungen durchgeführt. Gemeinsam ist allen Verfahren, dass ein gasförmiger oder in die Gasphase gebrachter Precursor in einen Reaktionsraum geleitet wird, dort durch die Einkopp-
20 lung von Energie zersetzt wird und sich Bestandteile

des Gases an zu beschichteten Teilen ablagern. Eines dieser Verfahren ist die Atmosphärendruck-Gasphasenabscheidung (genannt APCVD nach dem englischen atmospheric pressure chemical vapor deposition). Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass sich der Precursor und der Prozessraum nahezu auf Atmosphärendruck befinden. Ein Beispiel für APCVD ist die APCVD-Epitaxie von Siliciumschichten aus Chlorsilanen. Bei ihr wird das Chlorsilan üblicherweise mit Wasserstoff vermischt im Reaktionsraum bei Temperaturen um 1000 - 1200 °C zersetzt, und Silicium scheidet sich mit der gleichen Kristallorientierung auf einem kristallinen Siliciumsubstrat ab. Dieser Prozess wird u.a. für Solarzellen eingesetzt, die aus dünnen, kristallinen Si-Schichten bestehen. Insbesondere für diesen Anwendungsfall sind Silicium-Abscheidereaktoren vonnöten, die eine etwa 10-20 µm dicke Si-Schicht sehr kostengünstig (unter 30€/m²) und mit hohem Durchsatz (> 20 m²/h) abscheiden können. Die dem Stand der Technik entsprechenden Reaktoren können diese Anforderungen nicht erreichen, weil sie a) zu wenig Durchsatz haben (z.B. ASM Epsilon 3000: 1 m²/h) und b) das im Precursor enthaltene Silicium nur sehr unvollständig ausnutzen (wenige Prozent). Eine neue Entwicklung betrifft die Realisierung eines Hochdurchsatz-Reaktors für die Gasphasenabscheidung / -epitaxie von Silicium (Hurrle, S. Reber, N. Schillinger, J. Haase, J.G. Reichart, „High Throughput Continuous CVD Reactor for Silicon Deposition“, In Proc. 19th European Conference on Photovoltaic Energy Conversion, (WIP - Munich, ETA-Florence 2004, S. 459). Neben der Abscheidung von Silicium sind prinzipiell dabei auch alle anderen im Atmosphärendruck abscheidbaren Schichten in diesem Reaktor darstellbar.

Der Reaktor realisiert folgendes Prinzip (s. Fig. 1):
Durch eine Gasschleuse werden 2 parallele Reihen von
Substraten 1, 1' in ein Rohr 2 eingefahren. Im Innen-
ren des Rohrs befindet sich eine links und rechts of-
fene Kammer 3. Diese Öffnungen der Kammer werden im
5 Folgenden auch "Abscheidezone" genannt. Je eine Sub-
stratreihe wird an einer offenen Seite der Kammer
vorbeibewegt, verschließt die Öffnung und dichtet da-
bei das Kammervolumen gegen das Rohrvolumen ab. In
10 die Kammer wird der Precursor von vorne (d.h. der
Seite der Eingangs-Gasschleuse) durch einen Gasein-
lass 4 eingelassen und im hinteren Bereich der Kammer
durch einen Gasauslass 5 abgesaugt. Ein besonderes
Merkmal der Abscheidekammer ist, dass gegenüber dem
15 außerhalb der Kammer liegenden Volumen ein kleiner
Unterdruck gehalten wird. Dieser verhindert, dass
große Mengen an Prozessgas aus der Kammer austreten.
Bei den o.g. Temperaturen zersetzt sich der Precursor
(hier: $\text{SiHCl}_3/\text{H}_2$) und Silicium scheidet sich vornehm-
20 lich auf den sich kontinuierlich nach hinten bewegen-
den Innenseiten der Substratreihen ab. Die Prozess-
gasmischung wird bevorzugt so gewählt, dass am hinte-
ren Ende der Kammer das Gas vollständig verarmt ist
und keine weitere Abscheidung auftritt. Dadurch ent-
steht naturgemäß ein Abscheideprofil (d.h. ein Profil
25 unterschiedlicher Abscheidedicke), was aber durch die
Bewegung der Substrate vollständig ausgeglichen wird.
Die Substrate verlassen die Anlage am hinteren Ende
des Rohres wieder durch eine Gasschleuse. Eine weite-
30 re Besonderheit des Reaktors ist, dass die Substrate
kontinuierlich mit gleichmäßiger Vorschubgeschwindig-
keit beschichtet werden können, d.h. es ist kein ge-
takteter, steuerungsmäßig aufwendiger Betrieb notwen-
dig.

An den aus Graphit hergestellten Teilen 6 der Kammer sowie anderen Flächen entstehen unerwünschte, "parasitäre" Abscheidungen. Diese müssen regelmäßig entfernt werden, damit sämtliche Querschnitte erhalten bleiben und damit sich keine störenden Flitter bilden. Von parasitären Abscheidungen sind neben Kammerflächen z.B. auch die Gaseinlassdüse bzw. die Gasauslassöffnung betroffen.

5

10

Eine für die Produktion von Solarzellen geeignete Anlage muss das beschriebene Prinzip im Durchsatz skalieren, sowie die Betriebszeit der Anlage möglichst optimieren, d.h. möglichst einen unterbrechungsfreien Dauerbetrieb gewährleisten. Dieser Anforderung nimmt sich die vorliegende Erfindung an.

15

Ausgehend hiervon war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Abscheideanlage für die chemische Gasphasenabscheidung bereitzustellen, mit der der Durchsatz gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren deutlich erhöht werden kann.

20

Diese Aufgabe wird durch die gattungsgemäße Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, den Gasphasenabscheidungsreaktor mit den Merkmalen des Anspruchs 12 und das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Die weiteren abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

25

Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Gasphasenabscheidung unter Atmosphärendruck auf Substraten bereitgestellt, die eine an zwei sich gegenüberliegenden Seiten offene Reaktionskammer aufweist. An den offenen Seiten entlang können die zu beschichtenden Substrate transportiert werden, wodurch die Reaktionskammer verschlossen wird. Die Re-

30
35

aktionskammer ist dabei so aufgebaut, dass sie jeweils eine zur Transportrichtung der Substrate stirn- und rückseitige Wand oder ein anderes Verschlussmittel aufweist, die sich über zwei sich gegenüberliegende Seitenwände verbunden sind. Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist es nun, dass die Seitenwände der erfindungsgemäßen Vorrichtung mindestens jeweils zwei Ein- und Auslässe für Prozessgase aufweisen, die zumindest bereichsweise in Transportrichtung der Substrate alternierend angeordnet sind. Durch die alternierende Anordnung der Gasein- und -auslässe passieren die Gasströme die Vorrichtung im Gegenstromprinzip. Hierdurch kann die Bildung parasitärer Beschichtungen in der Vorrichtung, d.h. an Stellen, die nicht beschichtet werden sollen, minimiert oder ganz verhindert werden. Eine Unterbrechung des kontinuierlichen Betriebs ist hierfür im Gegensatz zum Stand der Technik nicht erforderlich, wodurch ein deutlich höherer Durchsatz erreichbar ist.

Das erfindungsgemäße Konzept basiert hierbei auf den folgenden Ansätzen:

- Die Anzahl parallel durch die Vorrichtung transportierter Substratreihen kann erhöht werden.
- Die Länge der Abscheidezone wird vergrößert.
- Im laufenden Abscheidebetrieb kann die Bildung parasitärer Beschichtungen verhindert werden oder parasitär beschichtete Flächen können in kontinuierlichem Betrieb gereinigt werden.

Diese Ansätze können durch folgende Maßnahmen gelöst werden:

- Durch geschickte Anordnung der Gaseinlässe und Gasauslässe sowie der zugehörigen Gasströmung.

- Durch geschickte Verschiebung des in der Gas Mischung vorhandenen Reaktionsgleichgewichtes.
- Vorzugsweise sind die Gaseinlässe und Gasauslässe in Form von Düsen an den Seitenwänden angeordnet.

5

Bei dieser Variante ist der Gaseinlass auf einer ersten Seitenwand angeordnet, während der Gasauslass auf der gegenüberliegenden Seitewand angeordnet ist. Dadurch kommt es zur Ausbildung eines im wesentlichen senkrecht zur Transportrichtung verlaufenden Gasstroms. Werden diese nun alternierend angeordnet, kommt es zur Anwendung des Gegenstrom-Prinzips, da die Gasströme der aufeinanderfolgenden Gaseinlässe bzw. Gasauslässe in entgegengesetzter Richtung verlaufen.

10

15

Vorzugsweise weist die Vorrichtung mindestens einen Gaseinlass für die Einleitung eines Precursors zur Abscheidung auf den Substraten auf. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist diese ebenso mindestens einen Gaseinlass für die Einleitung eines Ätzgases zur Beseitigung parasitärer Abscheidungen auf.

25

Eine zweite Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung beruht darauf, dass die Gaseinlässe und die Gasauslässe in Form von sich senkrecht zur Transportrichtung erstreckenden Rohren mit mehreren sich über die Rohrlänge ausbreitenden Düsen ausgebildet sind. Somit verwendet man hier ein System mit mindestens einem Gaseinlassrohr und einem Gasauslassrohr. Die einzelnen Rohre sind dabei vorzugsweise in Form von Blöcken angeordnet. Eine bevorzugte Variante sieht dabei vor, dass ein Block aus zwei Gaseinlassrohren mit dazwischenliegenden Gasauslassrohren besteht. Die

30

35

Vorrichtung kann dabei insgesamt eine Vielzahl derartiger in Transportrichtung sequentiell angeordneter Blöcke aufweisen. Ebenso ist es möglich, dass in dem Block auch ein zusätzliches Gaseinlassrohr für ein Ätzgas angeordnet ist.

Als zu beschichtende Substrate werden vorzugsweise Silicium, Keramik, Glas und/oder deren Verbunde oder Schichtsysteme eingesetzt.

Erfindungsgemäß wird auch ein Gasphasenabscheidungsreaktor bereitgestellt, der einen Heizofen enthält, in dem mindestens zwei parallel zueinander angeordnete Vorrichtungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet sind. Ein weiterer Gasphasenabscheidungsreaktor enthält ebenfalls ein Heizofen, in dem allerdings die erfindungsgemäßen Vorrichtungen sequentiell angeordnet sind.

Erfindungsgemäß wird ebenso ein Verfahren zur kontinuierlichen Gasphasenabscheidung unter Atmosphärendruck auf Substraten bereitgestellt, bei dem die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Einsatz kommt. Dabei wird die Gaszuführung so gesteuert, dass gleichzeitig während der Abscheidung auf den Substraten parasitäre Abscheidungen in der Vorrichtung verhindert und/oder entfernt werden.

Vorzugsweise wird über mindestens einen Gaseinlass mindestens ein Precursor zugeführt, der dann während des Beschichtungsvorganges auf den Substraten abgeschieden wird. Über mindestens einen Gasauslass wird Gas dabei aus der Vorrichtung abgesaugt. Die Absaugung kann dabei vorzugsweise über eine Pumpe erfolgen.

Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht nun vor, dass durch periodische Änderung der Zusammensetzung des mindestens einen zugeführten Gases parasitäre Abscheidungen in der Vorrichtung während des Abscheidevorgangs verhindert und/oder entfernt werden können. Sollen parasitäre Abscheidungen entfernt werden, so wird vorzugsweise mindestens ein Ätzgas zugeführt, um diese zu entfernen. Dies erfolgt dann über ein Gaseinlass für mindestens ein Ätzgas. Hierbei ist es sowohl möglich, dass das Ätzgas über einen separaten Gaseinlass zugeführt wird, als auch, dass das Ätzgas und der Precursor über die gleichen Gaseinlässe zugeführt werden, was dann zeitlich getaktet erfolgt.

Besonders bevorzugt ist es beim erfindungsgemäßen Verfahren, den mindestens einen Precursor und das mindestens eine Ätzgas sich periodisch abwechselnd über unterschiedliche Gaseinlässe der Vorrichtung zuzuführen. Weiterhin ist es bevorzugt, dass das mindestens eine Ätzgas und der mindestens eine Precursor zueinander chemisch kompatibel sind.

Vorzugsweise sollten die Gaseinlässe in den Seitenwänden bzw. die Düsen in den Gaseinlass so positioniert sein, dass sie auf die Substrate gerichtet sind, so dass eine Gasströmung in Richtung der Substrate erzeugt werden kann. Hingegen sollten die Gaseinlässe bzw. die Düsen der Gaseinlassrohre für das mindestens eine Ätzgas auf die Flächen der Vorrichtung mit parasitären Abscheidungen gerichtet sein, so dass die parasitären Abscheidungen auf diesen Bauteilen der Vorrichtung zurückgeätzt werden können.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass bei dem zuvor beschriebenen blockweisen Aufbau innerhalb der Vorrich-

tung unterschiedliche Prozessgase zugeführt werden, so dass unterschiedliche Schichten oder Schichtzusammensetzungen während des Transports der Substrate auf diesen abgeschieden werden können.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren kann nach zwei verschiedenen Varianten durchgeführt werden. In einer ersten Variante sind Schlitze zwischen den Begrenzungen der Prozesskammer und den Substraten vorhanden, deren Dimension sich zu keinem Zeitpunkt wesentlich ändert. Dadurch wird sowohl ein kontinuierlicher Transport der Substrate durch die Vorrichtung ermöglicht (d.h. es kommt zu keinem Zeitpunkt zu einem Stillstand des Substrats), als auch ein getakteter Transport bestehend aus einem Transporttakt und einem Ruhetakt. Ein Austritt von Prozessgasen wird durch eine geeignete Spülgasführung verhindert. Alternativ können auch Gleitdichtungen verwendet werden, um eine Abdichtung zwischen Substrat und Prozesskammer zu erreichen. Allerdings kann bei hohen Temperatur und hohen Reinheitsanforderungen bezüglich einer derartigen Abdichtung Probleme auftreten.

10

15

20

25

30

35

Eine zweite bevorzugte Variante sieht vor, dass sich die Breite der Schlitze während des Prozesses periodisch ändert und die Substrate getaktet durch die Vorrichtung transportiert werden. Während eines Abscheidetakts ruhen die Substrate auf den Begrenzungen der Prozesskammer und schließen selbige ausreichend gasdicht ab. Während eines kurzen Transporttakts heben die Substrate von der Kammer ab, werden weitertransportiert und wieder abgesetzt. Der Gasaustritt aus den während des Transporttakts entstehenden Schlitzen wird durch geeignete Spülgasführung verhindert. Dies erfolgt wie bei der zuvor beschriebenen Variante dadurch, dass der Druck in der Kammer gegenüber dem um-

gebenden Druck soweit abgesenkt wird, dass ein ausreichender Spülgasfluss ermöglicht wird oder zumindest ein Fluss nach außen verhindert wird. Die Vorteile dieser zweiten Variante bestehen zum einen in einer höheren Toleranz gegenüber Druck- oder Flussschwankungen und zum anderen in einem kontaminationsärmeren Abscheidevolumen, z.B. bezüglich des Spülgases und der damit mitgeschleppten Verunreinigung.

5

10

Anhand der nachfolgenden Beispiele soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier dargestellten speziellen Ausführungsformen einschränken zu wollen.

15

Fig. 1 zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Gasphaseabscheidereaktor.

20

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit in Transportrichtung alternierenden Gaseinlässen und Gasauslässen.

25

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der blockweise angeordnete Gaseinlassrohre und Gasauslassrohre verwendet werden.

30

Fig. 4 zeigt die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsvariante in der Draufsicht.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit blockweiser Anordnung von Gaseinlassrohren und Gasauslassrohren sowie zusätzlichen Rückätzrohren.

35

Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung, in der mehrere erfindungsgemäße Vorrichtungen gemäß Fig. 5 parallel zueinander angeordnet sind.

Beispiel 1

In einer ersten bevorzugten Ausführungsform wird der Precursor durch Einlassdüsen in die Abscheidekammer 1 befördert, die sich an den Längsseiten der Abscheidekammer befinden, die nicht durch die Substrate gebildet wird (s. Fig. 2). Je ein Gaseinlass 2 und Gasauslass 3 stehen sich ungefähr gegenüber, zwei aufeinanderfolgende Paare (z.B. Paar 1 und Paar 2 aus Fig. 2) sind gespiegelt angeordnet. Die Gasströme der aufeinanderfolgenden Paare laufen dann im Gegenstrom. Erfindungsgemäß wird das System so betrieben, dass vom Gaseinlass bis zum Gasauslass eines Paares der Precursor zu einem hohen Prozentsatz des theoretisch möglichen Wertes ausgenutzt wird, d.h. dass ein Profil entsteht, bei dem an irgendeinem Punkt aufgrund Gasanreicherung nahezu keine Abscheidung mehr geschieht. Das Rückätzen parasitärer Schichten geschieht durch die Verwendung von chemisch kompatibelem Ätzgas in einem oder mehreren Einlass-Paaren, während die übrigen Paare sich im Abscheidebetrieb befinden. Alternativ kann das Rückätzen durch Ändern der Gaszusammensetzung des Precursors realisiert werden (z.B. Anheben des Cl/H-Verhältnisses bei Chlorsilanen). Die Gasströmung wird beim Rückätzen so geändert, dass bevorzugt die parasitär beschichteten Flächen angegriffen werden, und die später zu nutzende Schicht weitestgehend geschont wird. Dabei muss mindestens die eine Düsenpaar zugeordnete, parasitär beschichtete Fläche effektiv rückgeätzt werden. Nach erfolgtem Rückätzen wird das Düsenpaar wieder mit Precursor für Abscheidung beaufschlagt, und das Rückätzen beginnt erneut an einem anderen Düsenpaar. Dieser Prozess wird periodisch weitergeführt.

Falls es für den Prozess Vorteile bringt, kann periodisch die Rolle der Gaseinlässe und -auslässe vertauscht werden.

5 Je m Paare bilden eine Abscheidkammer.

Beispiel 2

10 Eine zweite Ausprägung der Erfindung ist folgendermaßen charakterisiert: statt einer Einlass-/ bzw. Auslassdüse seitlich der Abscheidkammer durchqueren Gaseinlassrohre mit mehreren auf der Rohrlänge verteilten Einlass-/Auslassdüsen die Abscheidkammer senkrecht zur Bewegungsrichtung. Einem Gasauslassrohr sind je ein Gaseinlassrohr davor und dahinter zugeordnet (s. Fig. 3 und 4). Das Gas wird bevorzugt in Richtung Substrate aus den Gaseinlassrohren ausgeblasen. Im folgenden wird diese Anordnung "Block" genannt. Im Abscheidebetrieb wird Precursor in die beiden Gaseinlassrohre eingelassen, das verbrauchte Gas wird vom Gasauslassrohr dazwischen abgesaugt. In der Abscheidkammer sind beliebig viele dieser Blöcke hintereinander angeordnet. Zum Rückätzen werden ein oder mehrere Blöcke mit Ätzgas betrieben, das in seinem Fluss so gewählt wird, dass die parasitär beschichteten Flächen bevorzugt begast und damit rückgeätzt werden. Die Ausprägung 2 findet folgende Erweiterung: statt je 2 Gaseinlassrohren pro Rückätzrohr werden der Block durch zusätzliche Gaseinlassrohre vor bzw. nach dem Gasauslassrohr ergänzt ("erweiterter Block"). Je m Stück (erweiterter) Blöcke bilden eine Abscheidkammer.

15

20

25

30

Beispiel 3

In einer dritten Ausprägung wird der Block der Ausprägung 2 durch ein vorangestelltes, separates Rückätzrohr ergänzt (s. Fig. 5). Dieses Rückätzrohr kann mit Ätzgas beaufschlagt werden, und die jeweils benachbarten Gasein- und auslassrohre rückätzen. Die Richtung des Ätzgasstroms wird so gewählt, dass die Orte parasitärer Abscheidungen bevorzugt geätzt werden. Das Rückätzen kann sowohl getaktet wie in Ausprägung 1 und 2 geschehen (d.h. die Zufuhr an Precursor an den benachbarten Gaseinlassrohren wird während des Rückätzens unterbrochen), als auch im laufenden Abscheidebetrieb aller Gaseinlassrohre. Ein wesentliches Merkmal dieses Betriebs ist, dass durch das Ätzgas die Gaszusammensetzung am Ort der Gaseinlass- und Gasauslassrohre so geändert wird, dass das Reaktionsgleichgewicht von Abscheidung in Richtung Ätzen verschoben wird. Durch die Richtungsgebung und Menge des Ätzgases wird weitestgehend verhindert, dass am Substrat selbst geätzt wird. Auch die Blöcke der Ausprägung 3 können wie in Ausprägung 2 durch zusätzliche Gaseinlassrohre erweitert werden. Je m der Blöcke sind zu einer Abscheidekammer seriell hintereinander angeordnet, ein Rückätzrohr nach dem m-ten Block schließt eine Abscheidekammer ab.

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur kontinuierlichen Gasphasenab-
scheidung unter Atmosphärendruck auf Substraten
enthaltend eine an zwei sich gegenüberliegenden
Seiten offene Reaktionskammer, an deren offenen
10 Seiten entlang unter Verschluss der Reaktions-
kammer die Substrate transportierbar sind, wobei
die Reaktionskammer jeweils eine zur Transport-
richtung der Substrate stirn- und rückseitige
Wand aufweist, die über zwei sich gegenüberlie-
15 gende Seitenwände verbunden sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20

dass die Seitenwände mindestens jeweils zwei
Ein- und Auslässe für Prozessgase aufweisen, die
zumindest bereichsweise in Transportrichtung al-
ternierend angeordnet sind.

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gaseinlässe und
Gasauslässe in Form von Düsen an den Seitenwän-
den angeordnet sind.

30

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Gaseinlass auf
einer Seitenwand einem Gasauslass auf der gege-
nüberliegenden Seitenwand unter Ausbildung eines
im wesentlichen senkrecht zur Transportrichtung

verlaufenden Gasstroms zugeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung mindestens einen Gaseinlass für die Einleitung eines Precursors zur Abscheidung auf den Substraten aufweist.
- 10 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung mindestens einen Gaseinlass für die Einleitung von Ätzgas zur Beseitigung parasitärer Abscheidungen aufweist.
15
6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gaseinlässe und Gasauslässe in Form von sich senkrecht zur
20 Transportrichtung ersteckenden Rohren mit mehreren sich über die Rohrlänge ausbreitenden Düsen ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
25 dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Rohre in Form von Blöcken angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
30 dadurch gekennzeichnet, dass ein Block aus zwei Gaseinlassrohren mit dazwischen liegendem Gasauslassrohr besteht.

- 5
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Vielzahl von in Transportrichtung sequentiell angeordneten Blöcken aufweist.
- 10
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Block ein zusätzliches Gaseinlassrohr für ein Ätzgas aufweist.
- 15
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Substrate aus Silicium, Keramik, Glas und/oder deren Verbunden oder Schichtsystemen bestehen.
- 20
12. Gasphasenabscheidungsreaktor enthaltend einen Heizofen, in dem mindestens zwei parallel zueinander angeordneten Vorrichtungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet sind.
- 25
13. Gasphasenabscheidungsreaktor enthaltend einen Heizofen, in dem mindestens zwei sequentiell angeordnete Vorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 11 angeordnet sind.
- 30
14. Verfahren zur kontinuierlichen Gasphasenabscheidung unter Atmosphärendruck auf Substraten unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem die Gaszuführung so gesteuert wird, dass gleichzeitig während der Abscheidung auf den Substraten parasitäre Abscheidungen in der Vorrichtung verhindert

und/oder entfernt werden.

- 5 15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass über mindestens
einen Gaseinlass mindestens ein Precursor zuge-
führt wird.
- 10 16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass über mindestens ei-
nen Gasauslass Gas aus der Vorrichtung abgesaugt
wird.
- 15 17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugung über
eine Pumpe erfolgt.
- 20 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass durch periodische
Änderung der Zusammensetzung des mindestens ei-
nen zugeführten Gases parasitäre Abscheidungen
in der Vorrichtung verhindert und/oder entfernt
werden.
- 25 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass durch Zuführung
mindestens eines Ätzgases parasitäre Abscheidun-
gen in der Vorrichtung entfernt werden.
- 30 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass über mindestens ei-
nen Gaseinlass mindestens ein Ätzgas zur Entfer-

nung parasitärer Abscheidungen zugeführt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine
5 Ätzgas über mindestens einen Gaseinlass separat
zugeführt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine
10 Precursor und das mindestens eine Ätzgas über
die gleichen Gaseinlässe zugeführt werden.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine
15 Precursor und das mindestens eine Ätzgas sich
periodisch abwechselnd über unterschiedliche
Gaseinlässe der Vorrichtung zugeführt werden.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine
20 Precursor und das mindestens eine Ätzgas zuein-
ander chemisch kompatibel sind.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 24,
dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Gasstrom
25 von einem Gaseinlass in der ersten Seitenwand zu
einem Gasauslass in der zweiten Seitenwand und
parallel dazu ein zweiter Gasstrom von einem
Gaseinlass in der zweiten Seitenwand zu einem
30 Gasauslass in der ersten Seitenwand im Gegen-
stromprinzip geführt wird.

- 5 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen der Gas-einlassrohre für den mindestens einen Precursor auf die Substrate gerichtet sind, so dass eine Gasströmung in Richtung der Substrate erzeugt wird.
- 10 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen der Gas-einlassrohre für das mindestens eine Ätzgas auf die Flächen der Vorrichtung mit parasitären Ab-scheidungen gerichtet sind, so dass die parasi-tären Abscheidungen zurückgeätzt werden.
- 15 28. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem Block un-terschiedliche Prozessgase zugeführt werden, so dass unterschiedliche Schichten oder Schichtzu-sammensetzungen abgeschieden werden.
- 20 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass Schlitze zwischen den Begrenzungen der Prozesskammer und den Sub-straten vorhanden sind, wobei sich die Dimensio-nen der Schlitze zwischen den Begrenzungen der 25 Prozesskammer und den Substraten zeitlich nicht wesentlich ändern.
- 30 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass Schlitze zwischen den Begrenzungen der Prozesskammer und den Sub-straten vorhanden sind, wobei sich die Dimensio-nen der Schlitze zwischen den Begrenzungen der Prozesskammer und den Substraten periodisch än- dern.

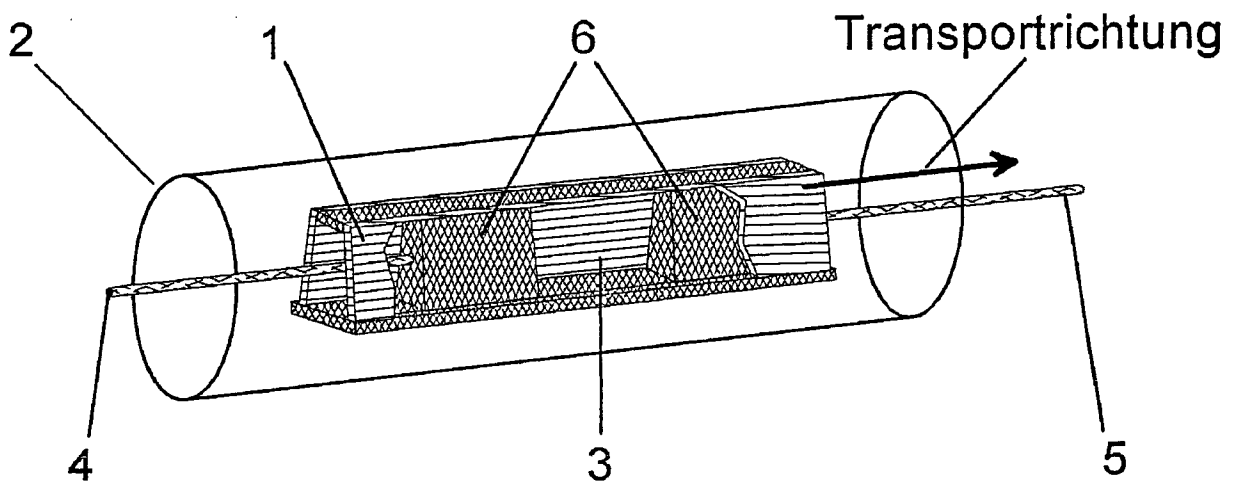


Fig. 1

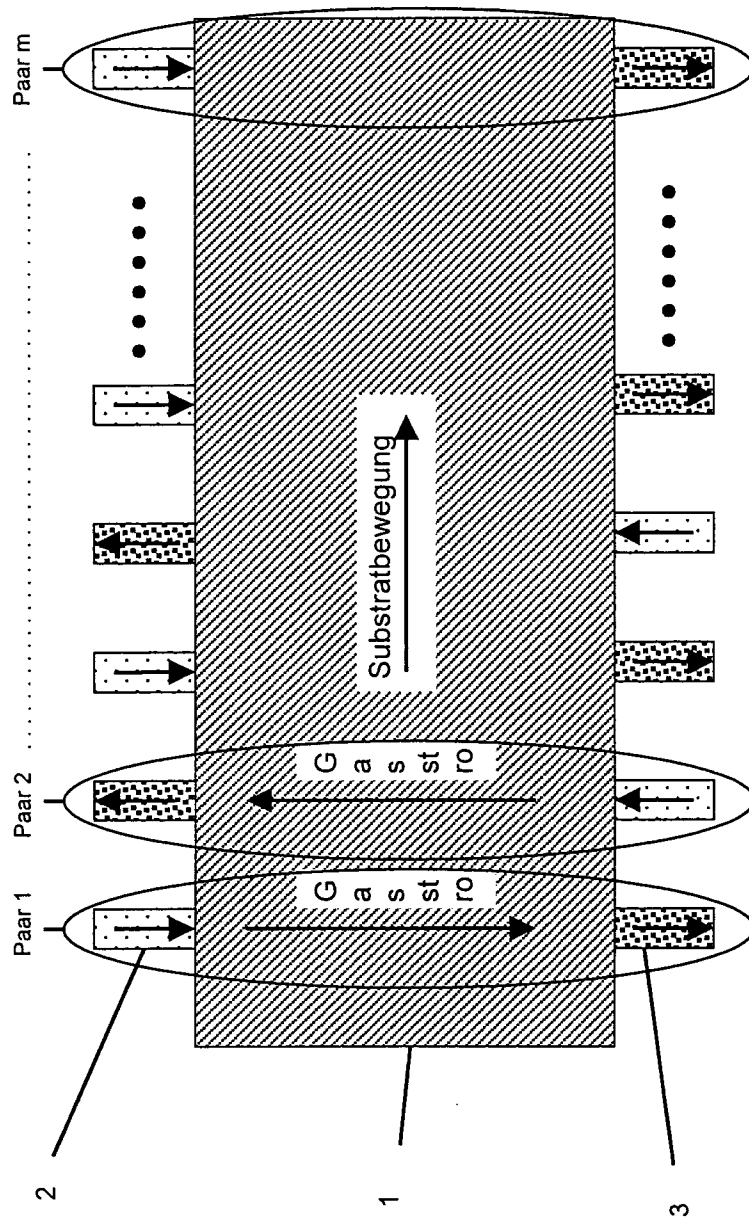


Fig. 2

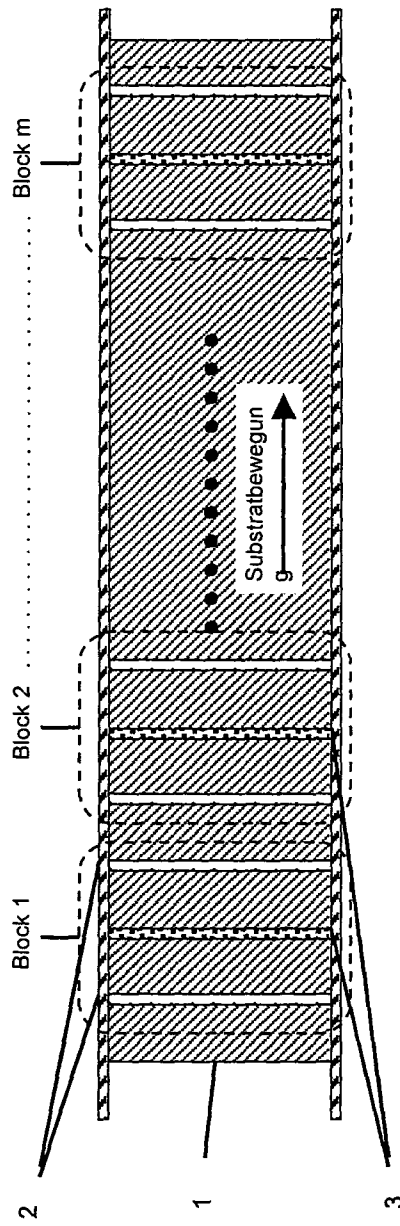


Fig. 3

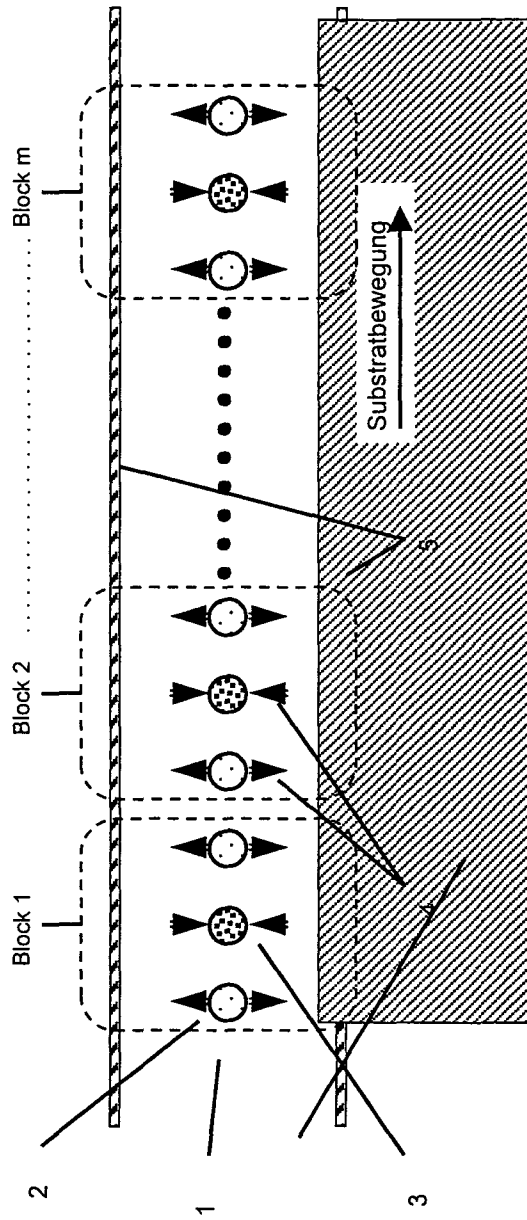


Fig. 4

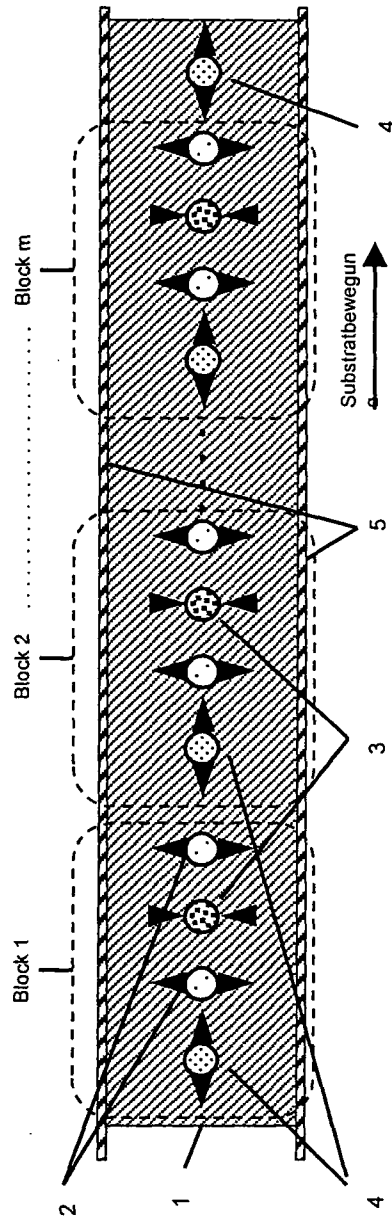


Fig. 5

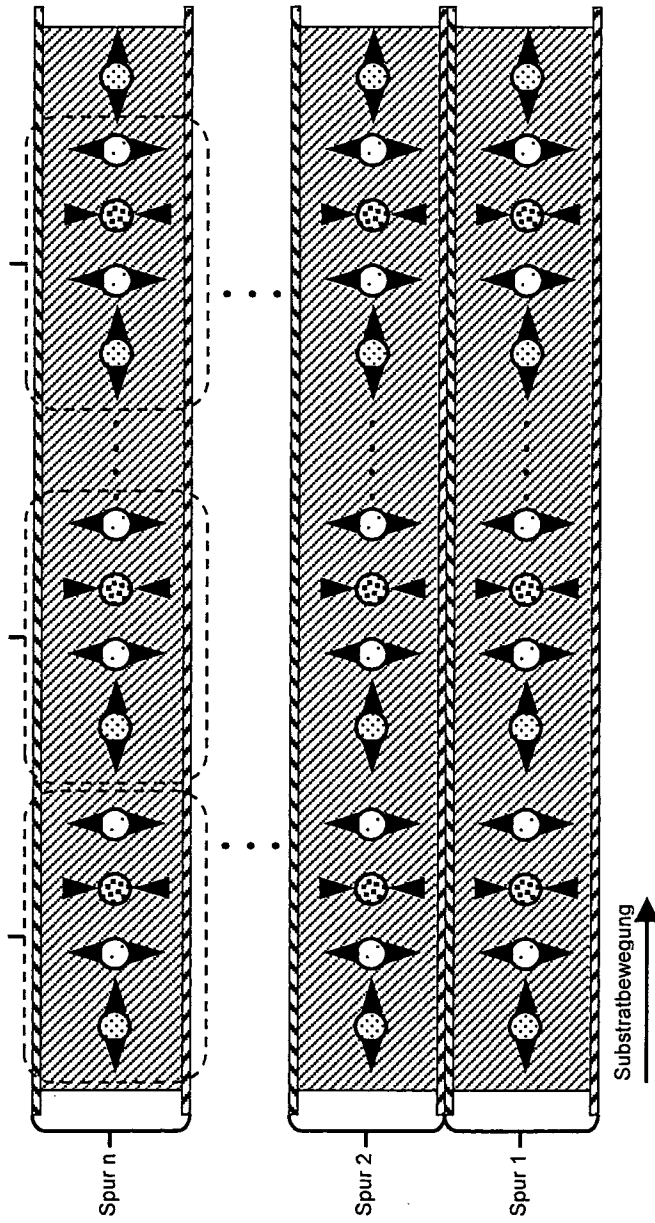


Fig. 6