



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.07.2008 Patentblatt 2008/27

(51) Int Cl.:
C25D 5/08 (2006.01) C25D 17/02 (2006.01)
C25D 21/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06027073.3**

(22) Anmeldetag: **29.12.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(71) Anmelder: **Rena Sondermaschinen GmbH**
78148 Gütenbach (DE)

(72) Erfinder:
• **Habermann, Dirk**
79199 Kirchzarten (DE)

• **Hartmannsgruber, Ernst**
82544 Egling (DE)
• **Müller, Patrik**
9411 Reute (CH)

(74) Vertreter: **Stürken, Joachim**
Joachim Stürken
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Engesserstrasse 4 a
79108 Freiburg i. Br. (DE)

(54) **Bausatz zur Herstellung eines Prozessreaktors für die Ausbildung metallischer Schichten auf einem oder auf mehreren Substraten**

(57) Die Erfindung betrifft einen Bausatz zur Herstellung eines Prozessreaktors für die Ausbildung metallischer Schichten auf einem oder mehreren Substraten, wobei die Schichten durch Abscheiden von in einem Fluid betindlichen Metallionen auf den Substraten entstehen, wobei der Bausatz im Wesentlichen folgende Bauelemente umfasst:

- ein Reaktorgehäuse (3) mit zwei Enden (4; 5), wobei das Innere des Reaktorgehäuses von dem Fluid vom einen zum anderen Ende durchströmbar ist;
- eine im Bereich der Ausströmung (4) aus dem Reaktorgehäuse (3) angeordnete Einrichtung (6) zur Aufnahme des Substrats;
- mindestens einen Überlauf (8) im Bereich der Ausströmung (4) aus dem Reaktorgehäuse (3), über den das in Richtung Substrat (2) strömende Fluid (F) aus dem Reaktorgehäuse (3) austreten kann;
- einen Auffangbehälter (10) zur Aufnahme des über den Überlauf (8) austretenden Fluids (F);
- Mittel zur Rückführung des aufgefangenen Fluids in das Reaktorgehäuse (3); sowie
- mindestens eine Anode,

wobei der Prozessreaktor zur Erzielung einer weitgehend gleichmäßigen homogenen Beschichtung ferner wahlweise eines oder mehrere der nachstehenden Bauelemente umfasst:

- mindestens eine Strömungseinstelleinrichtung (S) zur gezielten Steuerung des Fluids (F) innerhalb des Reaktorgehäuses (3);

- mindestens eine Feldeinstelleinrichtung (E) zur gezielten Steuerung des innerhalb des Reaktorgehäuses (3) aufgebauten elektrischen Feldes;
- mindestens eine Hilfselektrode (H), die wahlweise ein positives oder negatives Potential annehmen kann und zwischen dem zu beschichtenden Substrat (2) und dem gegenüberliegenden Ende (5) des Reaktorgehäuses (3) angeordnet ist;
- mindestens eine Blende (B) zur Ausrichtung des innerhalb des Reaktorgehäuses (3) aufgebauten elektrischen Feldes;
- mindestens eine Blende (B) zur Ausrichtung der Strömung des Fluids (F) innerhalb des Reaktorgehäuses (3); und
- mindestens ein Ringelement (R) zur Verkleinerung des Innendurchmessers (3i) des Reaktorgehäuses (3).

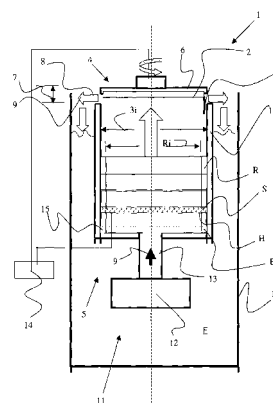


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Bausatz zur Herstellung eines Prozessreaktors sowie ein Verfahren unter Verwendung desselben. Dieser Prozessreaktor dient der Ausbildung von metallischen Schichten auf einem oder mehreren Substraten, wobei die Substrate beispielsweise im Wesentlichen flach ausgebildete Halbleiterwafer sein können.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere die Galvanotechnik, unter der man die elektrochemische Abscheidung von metallischen Niederschlägen (Überzügen) auf Gegenständen versteht. Dabei wird durch ein elektrolytisches Bad Strom geschickt. Am Pluspol (Anode) befindet sich das Metall, das aufgebracht werden soll (z.B. Kupfer oder Nickel), am Minuspol (Kathode) der zu bearbeitende oder veredelnde Gegenstand. Der elektrische Strom löst dabei Metallionen von der Verbrauchselektrode ab und lagert sie durch Reduktion auf dem Substrat ab. Alternativ zu der Verbrauchsanode ist auch die Verwendung einer Inert-Anode möglich, wobei die für die Galvanisierung benötigten Metallionen dann beispielsweise durch Zugabe in die Galvanisierlösung bereitgestellt werden. Auf diese Weise wird das zu behandelnde Substrat mehr oder weniger gleichmäßig mit dem eingesetzten Metall beschichtet. Je länger sich der Gegenstand im Bad befindet und je höher der elektrische Strom ist, desto stärker wird die Metallschicht.

[0003] Generell wird zwischen funktionaler und dekorativer Galvanotechnik unterschieden, und die vorliegende Erfindung ist insbesondere auf dem Gebiet der funktionellen Galvanotechnik anwendbar. Während die dekorative Galvanotechnik vorwiegend der Verschönerung von Gegenständen dient, wird die funktionale Galvanotechnik vorwiegend zum Korrosionsschutz, Verschleißschutz oder zur Katalyse sowie zur Veränderung bzw. Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit eingesetzt. Die vorliegende Erfindung ist dabei insbesondere auf dem Gebiet der Halbleitertechnologie geeignet für die in diesem Zusammenhang bekannten Verfahren zur strukturierten oder auch unstrukturierten Aufbringung elektrisch leitfähiger Schichten für die Kontaktierung, Umverdrahtung oder auch Verlotung mikroelektrischer Schaltkreise, ebenso zur strukturierten oder auch unstrukturierten Aufbringung funktioneller Schichten mit beispielsweise diffusionssperrenden, haftvermittelnden, katalytischen, sowie auch speziellen optischen, mechanischen, magnetischen oder wärmeleitenden Eigenschaften. Ebenso geeignet ist die vorliegende Erfindung auch für die galvanotechnische Herstellung von strukturierten Formeinsätzen (sog. Mastering) für die Abformung von Mikrobauteilen oder auch optischer Datenträger (CDs/DVDs), sowie für die elektrochemische Replikation.

[0004] Bei der erfindungsgemäß interessierenden elektrochemischen Variante der Galvanotechnik werden die Grundwerkstoffe (vorliegend Substrate genannt) einem elektrischen Feld ausgesetzt. Da ein elektrisches

Feld sowie Strömungsbedingungen eines elektrolytischen Fluids sich nicht gleichmäßig einstellen, sondern insbesondere an unterschiedlich großen zu beschichtenden Strukturen sowie an den Rändern des Substrates unterschiedlich hohe Feldstärken bzw. Strömungen wirken, werden sich die abgeschiedenen Schichtstärken zu diesen Stellen unterschiedlich einstellen. Diese Inhomogenitäts-Effekte verstärken sich zusätzlich durch höher werdenden Feldstärken bzw. Flussraten, welche andererseits wiederum vorteilhaft wären zur Erreichung höherer Abscheideraten und damit höherer Durchsatzraten in der Produktion.

[0005] Die im Rahmen der vorliegenden Erfindung dargelegten Ausführungsformen sind grundsätzlich für eine große Bandbreite an Substraten unterschiedlicher Größe, Anzahl und Materialbeschaffenheit anwendbar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird die vorliegende Erfindung jedoch am bevorzugten Beispiel der Behandlung von im Wesentlichen halbleitenden Substraten, sogenannten Wafern, dargelegt.

[0006] Der erfindungsgemäße Prozessreaktor umfasst ein Reaktorgehäuse, das mit Fluid befüllbar ist und zwei Enden aufweist. Das Reaktorgehäuse ist derart ausgestaltet, dass es vom Fluid vom einen zum anderen Ende durchströmt wird. Ferner ist im Bereich der Auströmung aus dem Reaktorgehäuse eine Einrichtung zur Aufnahme des Substrats/der Substrate vorzugsweise derart angeordnet, dass sie relativ zum Reaktorgehäuse um dessen zentrale Längsachse rotieren kann. Der Prozessreaktor kann als sogenannter Überlaufreaktor ausgebildet sein. Dies bedeutet, dass das Fluid das Innere des Reaktorgehäuses vom unteren Ende zum oberen Ende durchströmt und über einen Überlauf verlässt, um von dort über einen Auffangbehälter mittels definierter Mittel wieder in das Reaktorgehäuse des Prozessreaktors zurückgeführt zu werden. Nach einer weiteren, alternativ bevorzugten Ausführungsform kann das Reaktorgehäuse auch in jedem beliebigen Winkel schräg, horizontal oder auch umgedreht gestellt sein, so dass das Fluid anstatt von unten nach oben entsprechend auch in jedem beliebigen Winkel entsprechend der Reaktorneigung strömen kann. Nachfolgend wird die Erfindung am Beispiel der senkrechten Strömung von unten nach oben veranschaulicht, wobei ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass die einzelnen Elemente des erfindungsgemäßen Bausatzes vom Neigungswinkel des Reaktorgehäuses bzw. der Fluidströmung unabhängig sind und in beliebig geneigten Prozessreaktorgehäusen entsprechend anwendbar sind.

[0007] Ferner umfasst der Prozessreaktor mindestens eine Anode mit einem positiven Potential, wohingegen sich das Substrat am Minuspol (Kathode) befindet und daher ein negatives Potential aufweist. Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit, die Polaritäten der beteiligten Elektroden zu wechseln. Dies bedeutet, dass die ursprüngliche Anode ein negatives Potential und die ursprüngliche Kathode ein positives Potential annehmen. Ferner ist die Einstellung unterschiedlicher Potentialgrö-

ßen denkbar.

[0008] Im Stand der Technik sind sogenannte Überlaufprozessreaktoren bekannt, die ein Reaktorgehäuse umfassen, in dem eine Fluidströmung erzeugt wird. Das Fluid wird durch eine sich selbst auflösende Anode (Verbrauchselektrode) mit den gewünschten Metallionen angereichert, die aufgrund der Potentialunterschiede innerhalb des Prozessreaktors am zu beschichtenden Substrat abgeschieden werden und dort eine mehr oder weniger homogene, d.h. gleichmäßig starke Schicht ausbilden.

[0009] Aus dem Stand der Technik ist auch die Verwendung sogenannter Inert-Anoden bekannt, die anstelle der sich auflösenden Verbrauchsanoden eingesetzt werden. Die für die Galvanisierung erforderlichen Metallionen werden dem Fluid in anderer Weise wie z.B. durch Zugabe bereitgestellt.

[0010] In der US 5,000,827 wird ein Prozessreaktor für das Aufbringen von Kontaktierungspunkten auf mikroelektrischen Schaltkreisen beschrieben. Dieser Reaktor umfasst ein Reaktorgehäuse, in dessen unteres Ende mittels einer Pumpe ein Fluid eingebracht wird. Aufgrund seiner Einleitung strömt das Fluid in Richtung des zu beschichtenden Substrats. Zwischen dem Substrat und dem oberen Ende des Reaktorgehäuses ist ein Abstand vorgesehen, so dass ein ringförmiger Spalt entsteht, der als Überlauf ausgebildet ist. Aufgrund der herkömmlichen Reaktortypen eigenen Strömungscharakteristik und der daraus resultierenden bzw. damit einhergehenden Ausprägung unterschiedlicher Feldstärken am Substrat entstehen üblicherweise und insbesondere in dessen Randbereichen Überhöhungen, da die dort vorliegenden Parameter der Galvanotechnik wie die Ionenkonzentration des Fluids oder der Widerstand eine Materialabscheidung in diesen Bereichen begünstigen. Die im Stand der Technik vorgestellte Vorrichtung beschreibt Mittel zur Verhinderung einer Anhäufung von Material in diesen Randbereichen, wodurch der Erhalt einer gleichmäßigen Schichtdicke ermöglicht werden soll. Insbesondere werden strömungsrelevante Maßnahmen vorgeschlagen, durch die insbesondere im Überlaufbereich eine andere Strömungsqualität erzeugt werden soll.

[0011] Ein Nachteil des Standes der Technik besteht darin, dass er sich auf die Bereitstellung starrer Vorrichtungen konzentriert, die ausschließlich für eine festgelegte Größe eines Substrates und nur eine galvanotechnische Anwendung anwendbar sind. Zur gewünschten Bearbeitung anders dimensionierter Substrate, die beispielsweise größer sind oder mehrere Elemente umfassen, muss daher ein anderer, in seinem Durchmesser größerer Reaktor bereitgestellt werden. Ferner lassen die im Stand der Technik bekannten Prozessreaktoren keine alternativen, bausatzähnlichen Ausbildungen zu, mit denen man den Reaktor einfach und flexibel hinsichtlich unterschiedlicher Anforderungen der möglichen Anwendungen konfigurieren kann.

[0012] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher in der

Breitstellung eines Bausatzes zur Herstellung eines Prozessreaktors für die Ausbildung metallischer Schichten auf einem oder mehreren Substraten, mit dem die erwähnten Nachteile des Standes der Technik überwunden werden.

[0013] Zur Lösung der gestellten Aufgabe werden der erfindungsgemäße Bausatz und die verschiedenen Ausführungsformen des Prozessreaktors sowie Verfahren unter Verwendung derselben bereitgestellt.

[0014] Einer der wesentlichen Vorteile des erfindungsgemäßen Bausatzes besteht darin, dass er sowohl hinsichtlich der gewünschten Bearbeitungsart als auch hinsichtlich der Dimensionierung eines zu bearbeitenden Substrats vollständig und flexibel an die jeweils konkret beabsichtigte Anwendung angepasst werden kann. Erfindungsgemäß wird daher ein Prozessreaktor in einer definierten Größe, vorzugsweise in einer Standardgröße, vorgeschlagen, der durch einfache Maßnahmen optimiert werden kann, so dass unterschiedlich dimensionierte wie z.B. kleine, mittlere und große Substrate mit demselben Prozessreaktor bearbeitet werden können.

[0015] Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht in der Ermöglichung homogener, d.h. uniformer Abscheidungen mit im Wesentlichen gleichmäßiger Schichtdicke auf den jeweiligen Substraten. Die hierfür auch alternativ oder in Kombination vorgesehenen Mittel des erfindungsgemäßen Prozessreaktors betreffen beispielsweise Strömungseinstelleinrichtungen zur Herbeiführung oder Kontrolle einer gezielten bzw. gerichteten Fluidströmung innerhalb des Reaktorgehäuses, als auch Feldeinstelleinrichtungen, mit denen das innerhalb des Reaktorgehäuses aufzubauende bzw. aufgebaute elektrische Feld kontrolliert oder beeinflusst bzw. optimiert werden kann. Ferner sind in bevorzugten Ausführungsformen Blenden vorgesehen, mit denen sowohl die Felder als auch die Strömungen abgeschattet werden können, so dass insbesondere im Randbereich des zu beschichtenden Substrats keine Überhöhungen der aufgetragenen Schicht eintritt. Die bevorzugte Verwendung von Ringelementen dient der ggf. gewünschten Verkleinerung des Innendurchmessers des standardisierten Prozessreaktors und ermöglicht damit dessen Anpassung an das zu beschichtende

[0016] Substrat.

[0017] Weitere nachfolgend beschriebene erfindungsgemäße Mittel dienen der weiteren oder alternativen Optimierung des Beschichtungsverfahrens. Sämtliche erfindungsgemäßen Mittel können in Abhängigkeit der konkreten Anwendung jeweils einzeln, mehrfach oder auch in Kombination miteinander sowie in Modulform eingesetzt werden.

[0018] Die erfindungsgemäß vorgesehenen Strömungseinstelleinrichtungen dienen dazu, die Strömung innerhalb des Reaktorgehäuses von dessen unteren (einen) Ende bis hin zum Substrat auszubilden oder zu beeinflussen. Ist beispielsweise während der Bearbeitung erkannt worden, dass in den Substratrandbereichen eine Anhäufung von Material stattfindet, die zu einer ungleich-

mäßigen Schichtdicke führen könnte, so kann die Strömung in diesen Bereichen gezielt verkleinert werden. Die Möglichkeit der variablen und flexiblen Einstellung der Strömung, die auf das Substrat trifft bzw. an dem Substrat vorbeigeführt wird, bietet Vorteile beim Anpassen des Reaktors an die unterschiedlichsten Anwendungen.

[0019] Für die Einstellung der Strömung innerhalb des Prozessreaktors sind unterschiedliche Mittel vorgesehen, die erfindungsgemäß einzeln oder auch in Kombination sowohl in Einzahl als auch in Mehrzahl eingesetzt werden können. Diese Mittel haben die gemeinsame Eigenschaft, den Fluidstrom vom einen wie z.B. unteren Ende des Prozessreaktors zum anderen wie z.B. oberen Ende des Prozessreaktors zu beeinflussen. Die Änderungen des Fluidstroms (beispielsweise Volumen und/oder Geschwindigkeit) können einheitlich über den Querschnitt des Prozessreaktors und/oder einheitlich über dessen Längserstreckung erfolgen, oder der Fluidstrom kann derart beeinflusst werden, dass segmentweise, d.h. innerhalb definierter Bereiche über den Querschnitt und/oder in Längsrichtung unterschiedliche Parameter des Fluidstroms vorliegen.

[0020] Ein erfindungsgemäß bevorzugtes Mittel einer Strömungseinstelleinrichtung ist ein Diffusor. Der Diffusor ist scheibenartig ausgebildet und erstreckt sich vorzugsweise über den Querschnitt des Reaktorgehäuses. Der Diffusor hat die Eigenschaft, sowohl gerichtete als auch ungerichtete Strömung derart zu verändern, dass in Strömungsrichtung hinter dem Diffusor ein Fluidstrom entsteht, der nicht mehr richtungsorientiert ausgerichtet ist. Eine weitere alternative oder zusätzliche Eigenschaft des Diffusors besteht darin, dass man die Strömungsparameter (Volumen und/oder Geschwindigkeit) über den Querschnitt unterschiedlich gestalten kann.

[0021] Ein weiteres erfindungsgemäß bevorzugtes Mittel einer Strömungseinstelleinrichtung ist ein sogenanntes Düsenarray. Es handelt sich dabei um eine scheibenartige Ausbildung, die sich vorzugsweise über den Querschnitt des Prozessreaktors erstreckt. Über den Querschnitt des Arrays regelmäßig oder unregelmäßig verteilt sind eine oder mehrere Durchtrittsöffnungen mit jeweils gleichem oder unterschiedlichem Durchmesser vorgesehen. Die Achsen der Durchtrittsöffnungen stehen vorzugsweise senkrecht zum zu beschichtenden Substrat und sind damit parallel zur Längsachse des Reaktorgehäuses ausgerichtet.

[0022] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die einzelnen Durchtrittsöffnungen geöffnet oder geschlossen werden können.

[0023] Das Düsenarray weist vorzugsweise die Eigenschaft auf, dass jede Durchtrittsöffnung mit anderen Parametern des Fluidstroms (Volumen und Geschwindigkeit) beaufschlagt werden kann.

[0024] Eine weitere erfindungsgemäß bevorzugte Ausführungsform einer Strömungseinstelleinrichtung betrifft die Anordnung röhrenartiger bzw. ringröhrenartiger Ausbildungen in Längserstreckung des Reaktorgehäuses, wobei die einzelnen Ausbildungen unterschied-

liche Querschnitte aufweisen. Auch aufgrund der innerhalb dieser Röhren stattfindenden Strömung können unterschiedliche Qualitäten an der Oberfläche des Substrates erzielt werden. Hervorgerufen wird dies durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten, die innerhalb der Röhren aufgrund ihrer unterschiedlichen Durchmesser erzielt werden können.

[0025] Eine Ausführungsform sieht vor, die Röhren nebeneinander anzuordnen, so dass im Querschnitt gesehen eine Art Wabenkonstruktion entsteht. Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass die Röhren ineinander angeordnet sind und zwar angefangen von einem kleinen Durchmesser bis zu einem großen Durchmesser. Die Röhren können entweder achsgleich oder auch versetzt zueinander angeordnet werden. Vorzugsweise erstrecken sich die Röhren von dem unteren (einen) Ende des Prozessreaktors bis in den Bereich des oberen (anderen) Endes des Prozessreaktors.

[0026] Somit ist Sinn und Zweck der Strömungseinstelleinrichtung, die Strömung innerhalb des Reaktorgehäuses derart zu modulieren, dass eine Strömungscharakteristik entsteht, durch die eine weitgehend homogene bzw. gleichmäßige Stärke oder Dicke der Beschichtung sichergestellt werden kann. Die Modulierung kann derart ausgestaltet sein, dass bestimmte Bereiche des Substrats mit dem Fluidstrom unterschiedlich in Kontakt gelangen. Dadurch kann gezielt einer ungleichmäßigen Ablagerung an dem Substrat entgegengewirkt werden, so dass über die gesamte Längserstreckung des Substrats eine homogene, uniforme Schicht erzielt wird.

[0027] Ferner umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhafterweise Feldeinstelleinrichtungen. Innerhalb des Prozessreaktors wird zwischen dem einen z.B. unteren Ende und dem anderen z.B. oberen Ende des Reaktorgehäuses ein elektrisches Feld aufgebaut. In der Regel bildet das Substrat die Kathode, während die Anode im gegenüberliegenden Bereich des Reaktorgehäuses angeordnet ist.

[0028] Das innerhalb des Reaktorgehäuses bestehende elektrische Feld kann beispielsweise durch eine oder mehrere innerhalb des Reaktorgehäuses angeordnete Feldeinstelleinrichtungen wie z.B. durch Hilfselektroden eingestellt oder kontrolliert bzw. geändert werden. Der vorliegend verwendete Begriff der "Hilfselektrode" ist als Überbegriff für Hilfsanode und Hilfskathode zu verstehen, wobei eine Hilfsanode durch ein positives und eine Hilfskathode durch ein negatives Potential gekennzeichnet sind.

[0029] Die Verwendung von Hilfselektroden innerhalb des Reaktorgehäuses, die vorzugsweise an beliebigen Stellen in das Gehäuse eingebracht und/oder verschiebbar angeordnet sind, unterstützt die Herbeiführung der erfindungsgemäß verfolgten gleichmäßigen Beschichtung. Die Position einer oder mehrerer Hilfselektroden kann sich über den gesamten Querschnitt des Prozessreaktorgehäuses erstrecken. In der Regel wird als Hilfsanode eine beschichtete Elektrode eingesetzt, so dass Anlagerungen an dieser vermieden werden.

[0030] Alternative bevorzugte Ausführungsformen betreffen den Einsatz sogenannter Anodenarrays. Dabei handelt es sich um segmentierte Hilfsanoden, die sich über den gesamten Querschnitt des Prozessreaktors erstrecken, wobei jede einzelne Hilfsanode mit einem jeweiligen Potential belegt werden kann. Die Segmentierung ermöglicht den Erhalt unterschiedlicher Feldstärken und unterschiedlicher Potentiale, wodurch die Verfahrensweise weiter optimiert werden kann. Zudem befinden sich in dem Anodenarray Durchtrittsöffnungen, die es erlauben, dass der Fluidstrom vom einen Ende zum anderen Ende des Prozessreaktors gelangen kann. Alternativ ist auch vorgesehen, die Hilfsanoden entweder teilweise oder vollständig durch Hilfskathoden zu ersetzen.

[0031] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass insbesondere im Austritts- bzw. Überlaufbereich Hilfelektroden vorgesehen sind. Durch diese Anordnung wird ein elektrisches Feld erzeugt, mit dessen Hilfe in Abhängigkeit des gewählten Potentials eine Anhäufung abgeschiedener Metallionen, insbesondere im Randbereich, vermieden oder gefördert werden kann.

[0032] Eine weitere alternative Ausführungsform sieht vor, dass die Hilfelektroden ggf. zusätzlich an Blindrohren angeordnet werden können, die ringförmig in dem Reaktorgehäuse positionierbar sind. Dabei sind die Hilfelektroden am oberen Ende des Reaktorgehäuses wie vorzugsweise im Bereich des Überlaufs und auf der gegenüberliegenden Seite, nämlich in der Aufnahmeeinrichtung für das Substrat angeordnet. Auch hier kann das gewünschte Potential in Abhängigkeit des angestrebten Ergebnisses gezielt ausgewählt werden.

[0033] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform betrifft die kombinierte Verwendung von Düsenarray und Anodenarray. Dabei werden die bei einem Anodenarray vorgesehenen Durchtrittsöffnungen einzeln mit definierten Parametern eines Fluidstroms angesteuert.

[0034] Die Entstehung der gewünschten Produkteigenschaften kann durch erfindungsgemäß vorgeschlagene Blenden zur selektiven Abschattung innerhalb der aufgebauten Strömung bzw. des elektrischen Feldes positiv beeinflusst werden.

[0035] Sofern ein in seinen Abmaßen gegenüber einer Standardgröße kleineres Substrat oder ein Substrat, dessen zu beschichtende Strukturen nur partiell über das Substrat verteilt sind, bearbeitet werden soll, so können zur Verkleinerung des inneren Durchmessers des Reaktorgehäuses die vorliegend genannten Ringelemente und/oder sogenannte Blendrohre eingesetzt werden. Durch diese Maßnahme wird in Bezug auf das Substrat wieder eine selektive Abschattung des elektrischen Feldes und der Strömung bewirkt.

[0036] Eine weitere vorteilhafte Ausführung des Reaktorgehäuses sieht vor, dass in Strömungsrichtung, d.h. in Richtung des zu beschichtenden Substrats eine Blende angeordnet ist. Diese Blende ist unmittelbar an dem Substrat bzw. an der Aufnahmeeinrichtung für das Substrat befestigt. Sie dient dazu, die zwischen Anode und

Kathode aufgebauten Feldlinien auszublenden, so dass eine ungleichmäßige Beschichtung verhindert bzw. eine Uniformität der Beschichtung herbeigeführt werden kann. Die als Flat-Blende bezeichnete Blende dient insbesondere dem Ausgleich eventueller Asymmetrien des Substrats, wie sie beispielsweise bei einem Waferflat angetroffen werden.

[0037] Um den Innendurchmesser des Reaktorgehäuses zu verkleinern oder zu vergrößern, sind erfindungsgemäß Ringsegmente vorgesehen, die in ihrer Höhe bzw. Länge nur einen Teil des Innenraumes des Reaktorgehäuses einnehmen und deren Innendurchmesser geringer ist als derjenige des Reaktorgehäuses. Durch diese Mittel kann der Innenraum des Reaktorgehäuses segmentartig verkleinert werden, wobei diese Verkleinerung sowohl stufenartig als auch homogen über die gesamte Längserstreckung gleich oder unterschiedlich ausgebildet werden kann. Ferner bietet die segmentartige Ausbildung den Vorteil, dass nach Einlegen der jeweiligen Segmente weitere Hilfselemente wie beispielsweise Hilfsanoden oder Hilfskathoden oder aber auch Diffusoren angeordnet bzw. eingelegt werden können. Auch diese Ausführungen zeigen, dass mit dem erfindungsgemäßen Bausatz unterschiedlichsten Anforderungen auf hohem Qualitätsniveau reproduzierbar entsprochen werden kann, ohne dass der Grundkörper der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgetauscht oder gewechselt werden muss.

[0038] Vorteilhafterweise ist ferner ein Regelkreis vorgesehen und vorzugsweise derart ausgebildet, dass die Schichtdicke während des Beschichtungsprozesses gewünschtenfalls kontinuierlich gemessen werden kann, wodurch eventuell auftretende Unregelmäßigkeiten detektiert und Regelfunktionen ausgelöst werden können, durch welche die Strömungseinstelleinrichtungen und/oder die Feldsteuerungseinrichtungen den Anforderungen entsprechend aktiviert, deaktiviert oder in sonstiger Weise geregelt werden können. Alternativ kann der Regelkreis auch so ausgebildet werden, dass das Beschichtungsergebnis nach der erfolgten Abscheidung separat gemessen wird und aufgrund des Messergebnisses die oben beschriebenen Regelfunktionen für die nachfolgende Beschichtung ausgelöst oder eingestellt werden.

[0039] Eine andere alternative Ausführungsform sieht vor, dass anstelle eines Überlaufbereiches ein Fluidkanal vorgesehen ist, so dass das Fluid nur an einer bestimmten Stelle austreten kann. Durch die Rotation des Substrats gegenüber dem Reaktorgehäuse wird eine gleichmäßige Verteilung erreicht, und die in dem Fluidkanal bevorzugt angeordnete Hilfsanode trägt dazu bei, dass eine Anhäufung von Material insbesondere in den Randbereichen des Substrats vermieden wird.

[0040] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform betrifft die Ausstattung des Reaktorgehäuses mit einer Verstelleinrichtung, durch welche der Abstand des Substrates zum Reaktorgehäuse geregelt werden kann.

[0041] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die mindestens eine Anode (Hilfsanode) or-

thogonal zu dem zu beschichtenden Substrat rotieren. Die zuvor beschriebenen Blenden können entweder mit rotieren oder sind feststehend.

[0042] Ein bevorzugt vorgesehener Schnellspanverschluss erlaubt ein schnelles Austauschen der ein Substrat aufweisenden Aufnahmeeinrichtung, so dass die Prozesszyklen entsprechend verkürzt werden können. Vorteilhafterweise werden die Substrate hierfür bereits außerhalb des Prozessreaktors auf bzw. an der Aufnahmeeinrichtung fixiert, so dass eine kontinuierliche Prozessierung durch den einfachen Austausch entsprechend beladener Aufnahmeeinrichtungen mit äußerst niedrigen Taktzeiten sichergestellt werden kann.

[0043] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus der nachfolgenden Beschreibung, den Zeichnungen sowie den Ansprüchen hervor.

Zeichnungen

[0044] Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Prozessreaktors mit erfindungsgemäßen Bauelementen;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Prozessreaktors, im Wesentlichen bestehend aus Hilfselektrode und Diffusor;
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform des Prozessreaktors mit Blendrohren;
- Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ausbildung eines Prozessreaktors mit einem ausgebildeten Fluidkanal im Bereich des Überlaufs;
- Fig. 5 eine weitere alternative Ausführung des Prozessreaktors mit einer alternativen Überlauf-einrichtung und im Überlaufbereich angeordneten Hilfselektroden;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Düsenarrays in Draufsicht;
- Fig. 7A eine schematische Darstellung eines Anodenarrays in Draufsicht;
- Fig. 7B eine schematische Darstellung der Anordnung des Anodenarrays gemäß Fig. 7A in einem Prozessreaktor (nur teilweise dargestellt), im Schnitt;
- Fig. 8A eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Prozessreaktors mit einer Ausführung einer Strömungseinstelleinrichtung;

Fig. 8B eine schematische Draufsicht auf die Strömungseinstelleinrichtung gemäß Fig. 8A;

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Prozessreaktors mit einer Flat-Blende, die im Bereich des Substrats angeordnet ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0045] In Fig. 1 ist eine Standardausführung eines erfindungsgemäßen Prozessreaktors 1 gezeigt. In der Regel umfasst der Prozessreaktor 1 zur Beschichtung eines Substrats 2 aus einem Reaktorgehäuse 3. Das Reaktorgehäuse 3 weist ein oberes Ende 4 und ein unteres Ende 5 auf. Auf der dem unteren Ende 5 gegenüberliegenden Seite ist eine Einrichtung 6 zur Aufnahme des Substrats 2 vorgesehen. Die Aufnahmeeinrichtung 6 rotiert bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel gegenüber dem feststehenden Reaktorgehäuse 3 um seine Längsachse. Die Aufnahmeeinrichtung 6 ist im Bereich des oberen Endes 4 gegenüber dem Reaktorgehäuse 3 derart angeordnet, dass ein Abstand 7 entsteht, der einen Überlauf 8 bildet. Der Überlauf 8 wird von einem Fluid F, das innerhalb des Reaktorgehäuses 3 in Strömung versetzt wird, in Pfeilrichtung 9 überströmt. Das überströmende Fluid F gelangt in einen das Reaktorgehäuse 3 zumindest teilweise umgebenden Auffangbehälter 10, wo es durch entsprechende Mittel 11 wieder in das Reaktorgehäuse 3 zurückgeführt wird. Eine Pumpe 12 sorgt dafür, dass der Kreislauf in Pfeilrichtung 9 erhalten bleibt. Zwischen der Pumpe 12 und dem unteren Ende 5 des Reaktorgehäuses 3 ist eine Zuleitung 13 vorgesehen. Der untere Bereich 5 kann jedoch auch anders ausgestaltet sein. Beispielsweise kann vorgesehen werden, dass der untere Bereich 5 trichterförmig ausgebildet ist, wobei der Trichter sich zu den Wandungen des Reaktorgehäuses 3 hin aufweitet.

[0046] Ferner ist eine Stromversorgung 14 vorgesehen, mit der die eine Anode 15 sowie das zu beschichtende Substrat 2 (als Kathode) mit einem Potential beaufschlagt werden.

[0047] Die Anode 15 kann unterschiedlich ausgestaltet sein; beispielsweise kann es eine Inert-Anode sein oder aber auch eine sich auflösende Anode, wobei eine solche Verbrauchselektrode in regelmäßigen Abständen erneuert werden muss.

[0048] Der erfindungsgemäße Bausatz sieht zur Optimierung der Beschichtung des Substrats 2 wahlweise mindestens ein der nachstehenden Bauelemente in Ein- oder auch Mehrzahl, gewünschtenfalls auch in Kombination vor:

eine Strömungseinstelleinrichtung S,
eine Feldeinstelleinrichtung E,
mindestens eine Hilfselektrode H,
mindestens ein Ringelement R,
mindestens eine Blende B.

[0049] Nachfolgend werden die einzeln ausgewählten Bauelemente und Kombinationen derselben anhand unterschiedlicher nichtbeschränkender Ausführungsbeispiele beschrieben. Dabei dient der in Fig. 1 als Prozessreaktor 1 dargestellte standardisierte Reaktortyp als Grundmuster.

[0050] In Fig. 1 ist zusätzlich zu dem Grundmuster mindestens ein als Strömungseinstelleinrichtung S und Feldeinstelleinrichtung E definiertes Ringelement R vorgesehen. Ein solches bereits zuvor erwähntes Ringelement R dient der Verkleinerung des Innendurchmessers 3_i des Reaktorgehäuses 3. Vorzugsweise werden mehrere Segmente von Ringelementen R in den Innenraum des Reaktorgehäuses 3 eingelegt. Dadurch verringert sich der Innenraum von dem ursprünglichen Innendurchmesser 3_i auf den Innendurchmesser R_i, der durch den Innendurchmesser des kleinsten Ringelements R vorgegeben ist. Dadurch wird der Innenraum des Reaktorgehäuses 3 segmentartig verkleinert, wobei diese Verkleinerung sowohl stufenartig als auch homogen über die gesamte Längserstreckung gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein kann. Zwischen die einzelnen Ringelemente R kann eine Strömungseinstelleinrichtung S, beispielsweise ein Diffusor oder aber auch andere gewünschte Mittel wie z.B. eine Hilfselektrode, ein Anodenarray und/oder ein Düsenarray eingelegt werden.

[0051] In Fig. 2 ist zusätzlich zu dem Grundmuster mindestens eine als Feldeinstelleinrichtung E definierte Hilfsanode 16 vorgesehen. Diese in den Zeichnungen nur schematisch dargestellte Hilfsanode 16 weist Durchtrittsöffnungen auf, durch die Fluid F (Pfeile 17) hindurchtreten kann. Das Fluid F strömt somit von der Anode 15 durch Durchtrittsöffnungen der Hilfsanode 16 in Richtung Substrat 2.

[0052] Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Substrat 2 ein negatives Potential auf und bildet somit die Kathode.

[0053] Die Hilfsanode 16 kann derart ausgebildet sein, dass der Querschnitt der vorzugsweise scheibenartig ausgebildeten Hilfsanode 16 segmentiert ist, wobei Segmente mit positivem Potential (Anode) und Segmente mit Durchtrittsöffnungen vorgesehen sind. Die Anzahl, die Anordnung sowie die Belegung mit unterschiedlichen Parametern sind abhängig vom gewünschten Beschichtungsergebnis. Auch die Durchtrittsöffnungen können entweder mit einheitlichen oder unterschiedlichen Fluidströmen beaufschlagt werden.

[0054] Ferner ist bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ein als Strömungseinstelleinrichtung S definierter Diffusor 19 vorgesehen. Er ist im unteren Bereich 5 des Reaktorgehäuses 3 angeordnet und sorgt dafür, dass in Strömungsrichtung hinter ihm eine über den Querschnitt des Reaktorgehäuses gleichmäßig verteilte Strömung ausgebildet wird.

[0055] Eine Weiterbildung der Hilfsanode 16 sieht vor, dass sie innerhalb des Reaktorgehäuses 3 in und gegen die Pfeilrichtung 18 positionierbar ist.

[0056] In Fig. 3 ist zusätzlich zu dem Grundmuster min-

destens ein als Strömungseinstelleinrichtung S und Feldeinstelleinrichtung E definiertes Blendrohr 20 vorgesehen. In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem das zu bearbeitende Substrat 2 in seinen Abmessungen kleiner ist als der Durchmesser des Reaktorgehäuses 3. Durch Einführen eines zylinderförmigen Blendrohres 20 wird der für das strömende Fluid innerhalb des Reaktorgehäuses 3 relevante Durchmesser auf die gewünschte Größe gebracht. Vorzugsweise sind an den freien, zu dem Substrat 2 hinweisenden Enden der Blendrohre 20 Hilfselektroden 21 vorgesehen. Bei einer Weiterbildung können zusätzliche Hilfselektroden 26 auf der gegenüberliegenden Seite an der Aufnahmeeinrichtung 6 angeordnet sein. Durch Erzeugung eines elektrischen Feldes zwischen den Hilfselektroden 21 wird erreicht, dass insbesondere in den Randbereichen des Substrats 2 keine Materialanhäufung stattfindet und so gleichförmig beschichtete Substrate 2 erzeugt werden können. Die Hilfselektroden 21 weisen bei dieser Ausführungsform vorzugsweise ein negatives Potential auf, weshalb sie auch als Hilfskathoden bezeichnet werden können.

[0057] In Fig. 4 ist eine weitere Abwandlung des Grundmusters dargestellt. Sie umfasst einen als Strömungseinstelleinrichtung S definierten Fluidkanal 22. Im Gegensatz zur Fig. 1 ist bei dem hier vorgesehenen Ausführungsbeispiel kein umlaufender Überlauf 8 im Bereich des oberen Endes 4 des Reaktorgehäuses 3 vorgesehen. Bei dem hier aufgezeigten Ausführungsbeispiel des Prozessreaktors 1 ist ein Fluidkanal 22 ausgebildet, der vorzugsweise nur in einer Richtung radial nach außen hin eine fluidmäßige Verbindung zwischen dem Inneren des Reaktorgehäuses 3 und dem Auffangbehälter 10 herstellt. Auch hier ist im Bereich des Überlaufs 8 innerhalb des Fluidkanals 22 mindestens eine Hilfselektrode 23 vorgesehen, wobei die Anordnung zwei sich jeweils gegenüberliegender Hilfselektroden 23 besonders bevorzugt ist. Durch Erzeugung eines elektrischen Feldes zwischen den Hilfselektroden 23 wird erreicht, dass insbesondere in den Randbereichen des Substrats 2 keine Materialanhäufung stattfindet und Substrate 2 mit im Wesentlichen gleichförmiger Beschichtung erzeugt werden können. Die Hilfselektroden 23 weisen dabei vorzugsweise ein negatives Potential auf, weshalb sie auch als Hilfskathoden bezeichnet werden können.

[0058] Fig. 5 zeigt eine weitere alternative Ausführung des definierten Grundmusters des Prozessreaktors 1. Im Gegensatz zu den Figuren 1 bis 3 verläuft die Strömungsrichtung des Fluids F innerhalb des Reaktorgehäuses 3 nicht zunächst senkrecht nach oben und dann parallel zum Substrat 2, sondern die Strömung verläuft gleichbleibend in Längserstreckung des Reaktorgehäuses 3. Hierfür sind seitlich an der Aufnahmeeinrichtung 6 eine oder mehrere Durchtrittsöffnungen 24 oder eine ringförmige Durchtrittsöffnung 24 vorgesehen. Vorteilhafterweise sind in den Bereichen der Durchtrittsöffnung 24 Hilfselektroden 25 vorgesehen. Die Hilfselektroden 25 oder weitere Hilfselektroden können auch in der Aufnahmeeinrichtung 6 angeordnet sein.

[0059] In Fig. 6 ist als Strömungseinstelleinrichtung S ein definiertes Düsenarray 30 vorgesehen. Das Düsenarray 30 ist vorzugsweise scheibenförmig ausgestaltet und derart bemessen, dass es sich über den gesamten Querschnitt des Reaktorgehäuses 3 erstreckt. Es kann an jeder beliebigen Stelle des Reaktorgehäuses 3 angeordnet werden.

[0060] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dieses Düsenarrays 30 sieht vor, dass auf der scheibenartigen Ausbildung eine Vielzahl von Durchtrittsöffnungen 31 vorgesehen sind, wobei der übrige Teil von der Umfassung 32 der Durchtrittsöffnungen 31 gebildet wird. Die Durchtrittsöffnungen 31 sind gleichmäßig angeordnet und weisen die gleiche Größe auf.

[0061] Eine Weiterbildung sieht vor, dass die einzelnen Durchtrittsöffnungen 31 einzeln ansteuerbar sind. Dies bedeutet, dass jede Durchtrittsöffnung 31 oder eine Matrix von Durchtrittsöffnungen 31, d.h. mehrere miteinander verbundene Durchtrittsöffnungen 31, den Fluidstrom separat und unabhängig voneinander steuern können. So treffen unterschiedliche Fluidströme auf das Substrat 2 auf, was wiederum bewirkt, dass die Beschichtungen unterschiedlich angelegt werden. Die Wahl der Parameter wird derart getroffen, dass die Beschichtung uniform und homogen ist.

[0062] In Fig. 7A und 7B ist als Feldeinstelleinrichtung E ein definiertes Anodenarray 33 vorgesehen. Das Anodenarray 33, wie es in Fig. 7A in Draufsicht dargestellt ist, ist scheiben- bzw. kreisförmig ausgebildet und weist im Wesentlichen zwei unterschiedliche Merkmale auf. Das erste Merkmal der Scheibe betrifft die Durchtrittsöffnungen 34, durch die das Fluid F das Innere des Reaktorgehäuses 3 in Pfeilrichtung 9 (Fig. 1) durchströmen kann. Das weitere Merkmal ist, dass Bereiche vorgesehen sind, die ein entsprechendes Potential annehmen können. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind diese Anoden 35 flächig (dunkel) dargestellt.

[0063] Die Verteilung von Durchtrittsöffnungen 34 und Anoden 35 kann beliebig oder nach einem definierten Muster erfolgen.

[0064] In Fig. 7B ist in Schnittdarstellung die Anordnung des Anodenarrays 33 innerhalb eines Grundmusters des Prozessreaktors 1 gezeigt. Hieraus ist ersichtlich, dass das Anodenarray 33 diskrete Bereiche mit Anoden 35 sowie diskrete Bereiche mit Durchtrittsöffnungen 34 aufweist. Durch die Durchtrittsöffnungen 34 strömt das Fluid in Pfeilrichtung 17.

[0065] In Fig. 8A und 8B sind als Strömungseinstelleinrichtung S eine oder mehrere Strömungsröhren 28 vorgesehen. In Längserstreckung des Reaktorgehäuses 3 sind Strömungsröhren 28 mit unterschiedlichen Querschnitten vorgesehen. Aufgrund der innerhalb dieser Röhren vorherrschenden Strömung können an der Oberfläche des Substrates unterschiedliche Beschichtungsqualitäten erzielt werden. Hervorgerufen wird dies durch die unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten (dargestellt in Fig. 8A durch unterschiedlich gestaltete Strömungspfeile (Pfeilrichtung 9)), die innerhalb der

Röhren aufgrund der unterschiedlichen Durchmesser erzeugt werden.

[0066] Fig. 8B zeigt eine Draufsicht auf diese Strömungsröhren 28. Hieraus ist ersichtlich, dass die Strömungsröhren 28 unterschiedliche Durchmesser bzw. Abstände zueinander aufweisen, wodurch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten und damit auch unterschiedliche Ionenanreicherungen im Bereich des Substrats 2 realisiert werden können.

[0067] In Fig. 9 sind als Feldeinstelleinrichtung E eine Flat-Blende 29 vorgesehen. Die Flat-Blende 29 ist unmittelbar an der Aufnahmeeinrichtung 6 angeordnet und in einem Winkel zu der Aufnahmeeinrichtung bzw. zu dem Substrat 2 stellbar. Dadurch wird eine entsprechende Abschattung auf dem Substrat erreicht, wodurch die Feldstärke in diesem Bereich reduziert und damit eine geringere Ionenabscheidung erzielt werden kann.

[0068] Sämtliche der zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Erreichung eines möglichst homogenen Beschichtungsergebnisses können sowohl einzeln als auch kombiniert miteinander angewendet werden. Dabei ist die Kombination nicht auf bereits dargestellte Ausführungsbeispiele begrenzt. Vielmehr kann jedes Bauelement zur erfindungsgemäß gewünschten Erzielung einer gleichmäßigen Beschichtung mit einem oder mehreren anderen Bauelementen kombiniert werden. Die Bauelemente sind derart ausgebildet, dass sie als Bausatz ausgebildet sind und daher je nach Anforderungsprofil wahlweise einzeln oder in Kombination miteinander zur Ausbildung eines Grundmusters eines Prozessreaktors herangezogen werden können.

Bezugszeichenliste

[0069]

1. Prozessreaktor
2. Substrat
3. Reaktorgehäuse
4. Oberes (ein) Ende / Bereich der Ausströmung
5. Unteres (andere) Ende / Bereich der Einströmung
6. Aufnahmeeinrichtung
7. Abstand
8. Überlauf
9. Pfeilrichtung (der Strömungsrichtung)
10. Auffangbehälter
11. Mittel
12. Pumpe
13. Zuleitung zum unteren (anderen) Ende / zum Bereich der Einströmung
14. Stromversorgung
15. Hilfselektrode
16. Hilfsanode
17. Pfeil (Strömung)
18. Pfeilrichtung (Position der Hilfsanode)
19. Diffusor
20. Blendrohr
21. Hilfselektrode

22.	Fluidkanal	
23.	Hilfselektrode	
24.	Durchtrittsöffnung	
25.	Hilfselektrode	
26.	Durchtrittsöffnung	5
27.	- -	
28.	Strömungsröhre	
29.	Flat-Blende	
30.	Düsenarray	
31.	Durchtrittsöffnung	10
32.	Fassung	
33.	Anodenarray	
34.	Durchtrittsöffnung	
35.	Anode	15
Ri	Innendurchmesser Ringelement	
R	Ringelement	
3i	Innendurchmesser Reaktorgehäuse 3	
S	Strömungseinstelleinrichtung	
H	Hilfselektrode	20
B	Blende	
E	Feldeinstelleinrichtung	
F	Fluid	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ausbildung metallischer Schichten auf einem oder mehreren Substraten durch Abscheiden von in einem Fluid befindlichen Metallionen auf den Substraten unter Verwendung eines Bausatzes zur Herstellung eines Prozessreaktors (1), welcher im Wesentlichen folgende Bauelemente umfasst:
 - ein Reaktorgehäuse (3) mit zwei Enden (4; 5), wobei das Innere des Reaktorgehäuses von dem Fluid vom einen zum anderen Ende durchströmt wird;
 - eine im Bereich der Ausströmung (4) aus dem Reaktorgehäuse (3) angeordnete Einrichtung (6) zur Aufnahme des Substrats;
 - mindestens einen Überlauf (8) im Bereich der Ausströmung (4) aus dem Reaktorgehäuse (3), über den das in Richtung Substrat (2) strömende Fluid (F) aus dem Reaktorgehäuse (3) austreten kann;
 - einen Auffangbehälter (10) zur Aufnahme des über den Überlauf (8) austretenden Fluids (F);
 - Mittel zur Rückführung des aufgefangenen Fluids in das Reaktorgehäuse (3); sowie
 - mindestens eine Anode,
 wobei der Prozessreaktor zur Erzielung einer weitgehend gleichmäßigen homogenen Beschichtung ferner wahlweise eines oder mehrere der nachstehenden Bauelemente umfasst:
 - mindestens eine Strömungseinstelleinrichtung

(S) zur gezielten Steuerung des Fluids (F) innerhalb des Reaktorgehäuses (3);

- mindestens eine Feldeinstelleinrichtung (E) zur gezielten Steuerung des innerhalb des Reaktorgehäuses (3) aufgebauten elektrischen Feldes;
- mindestens eine Hilfselektrode (H), die wahlweise ein positives oder negatives Potential annehmen kann und zwischen dem zu beschichtenden Substrat (2) und dem gegenüberliegenden Ende (5) des Reaktorgehäuses (3) angeordnet ist;
- mindestens eine Blende (B) zur Ausrichtung des innerhalb des Reaktorgehäuses (3) aufgebauten elektrischen Felds;
- mindestens eine Blende (B) zur Ausrichtung der Strömung des Fluids (F) innerhalb des Reaktorgehäuses (3); und
- mindestens ein Ringelement (R) zur Verkleinerung des Innendurchmessers (3i) des Reaktorgehäuses (3).

2. Bausatz zur Herstellung eines Prozessreaktors für die Ausbildung metallischer Schichten auf einem oder mehreren Substraten (2), wobei die Schichten durch Abscheiden von in einem Fluid (F) befindlichen Metallionen auf den Substraten entstehen und der Prozessreaktor (1) im Wesentlichen folgende Bauelemente umfasst:

- ein Reaktorgehäuse (3) mit zwei Enden (4; 5), wobei das Innere des Reaktorgehäuses von dem Fluid vom einen zum anderen Ende durchströmbar ist;
- eine im Bereich der Ausströmung (4) aus dem Reaktorgehäuse (3) angeordnete Einrichtung (6) zur Aufnahme des Substrats;
- mindestens einen Überlauf (8) im Bereich der Ausströmung (4) aus dem Reaktorgehäuse (3), über den das in Richtung Substrat (2) strömende Fluid (F) aus dem Reaktorgehäuse (3) austreten kann;
- einen Auffangbehälter (10) zur Aufnahme des über den Überlauf (8) austretenden Fluids (F);
- Mittel zur Rückführung des aufgefangenen Fluids in das Reaktorgehäuse (3); sowie
- mindestens eine Anode,

wobei der Prozessreaktor zur Erzielung einer weitgehend gleichmäßigen homogenen Beschichtung ferner wahlweise eines oder mehrere der nachstehenden Bauelemente umfasst:

- mindestens eine Strömungseinstelleinrichtung (S) zur gezielten Steuerung des Fluids (F) innerhalb des Reaktorgehäuses (3);
- mindestens eine Feldeinstelleinrichtung (E) zur gezielten Steuerung des innerhalb des Re-

- aktorgehäuses (3) aufgebauten elektrischen Feldes;
- mindestens eine Hilfselektrode (H), die wahlweise ein positives oder negatives Potential annehmen kann und zwischen dem zu beschichtenden Substrat (2) und dem gegenüberliegenden Ende (5) des Reaktorgehäuses (3) angeordnet ist;
 - mindestens eine Blende (B) zur Ausrichtung des innerhalb des Reaktorgehäuses (3) aufgebauten elektrischen Felds;
 - mindestens eine Blende (B) zur Ausrichtung der Strömung des Fluids (F) innerhalb des Reaktorgehäuses (3); und
 - mindestens ein Ringelement (R) zur Verkleinerung des Innendurchmessers (3i) des Reaktorgehäuses (3).
3. Bausatz nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strömungseinstelleinrichtung (S) ein an jeder beliebigen Position innerhalb des Reaktorgehäuses (3) positionierbarer scheibenartig ausgebildeter Diffusor (19) vorgesehen ist.
 4. Bausatz nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strömungseinstelleinrichtung (S) ein Düsenarray (30) mit mindestens einer Durchtrittsöffnung (31) vorgesehen ist.
 5. Bausatz nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittsöffnungen (31) des Düsenarrays (30) einzeln und unabhängig voneinander mit anderen Parametern des Fluidstroms beaufschlagbar sind.
 6. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strömungseinstelleinrichtung (S) zur Segmentierung der Strömung des Fluids (F) vom einen Ende (5) zum anderen Ende (4) des Reaktorgehäuses (3) quer über den Durchmesser des Reaktorgehäuses (3) mindestens eine Strömungsröhre (28) vorgesehen ist.
 7. Bausatz nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Strömungsröhren (28) unterschiedlicher Durchmesser ineinander gesteckt sind.
 8. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Hilfselektrode (H) eine innerhalb des Reaktorgehäuses (3) anordbare und in Längserstreckung des Reaktorgehäuses (3) verschiebbare Hilfsanode (16) vorgesehen ist.
 9. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Hilfselektrode (H) ein scheibenartig ausgebildetes Anodenarray (33) vorgesehen ist, das Segmente mit Anoden (35) und
- Segmente mit Durchtrittsöffnungen (34) aufweist.
10. Bausatz nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anoden (35) des Anodenarrays (33) mit unterschiedlichem Potential beaufschlagbar sind.
 11. Bausatz nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittsöffnungen (34) einzeln und unabhängig voneinander mit anderen Parametern des Fluidstrom beaufschlagbar sind.
 12. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungseinstelleinrichtung (S) Blendrohre (20) umfasst.
 13. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feldeinstelleinrichtung (E) Blendrohre (20) umfasst.
 14. Bausatz nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blendrohre (20) auf der zu dem Substrat (2) hinweisenden Seite Hilfselektroden (21) aufweisen.
 15. Bausatz nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** gegenüber den innerhalb des Reaktorgehäuses (3) positionierten Hilfselektroden (21) im Bereich der Aufnahmeeinrichtung (6) weitere Hilfselektroden angeordnet sind.
 16. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strömungseinstelleinrichtung (S) Mittel zur Regelung der Stärke des elektrischen Feldes in Abhängigkeit der auf dem Substrat (2) festgestellten Schichtdicke vorgesehen sind.
 17. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hilfselektrode (15; 21; 23; 25) beschichtet ist.
 18. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strömungseinstelleinrichtung (S) im Bereich des Überlaufs (8) mindestens eine Hilfselektrode (21; 23; 25) angeordnet ist.
 19. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Aufnahmeeinrichtung (6) im Bereich des Substrats (2) eine Flat-Blende (29) anbringbar ist.
 20. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmeeinrichtung (6) über eine Schnellspanneinrichtung wechselbar ist.

21. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überlauf (8) mindestens einen Fluidkanal (22) aufweist.

22. Bausatz nach einem der Ansprüche 2 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position des Substrats (2) relativ zum Reaktorgehäuse (3) verstellbar ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

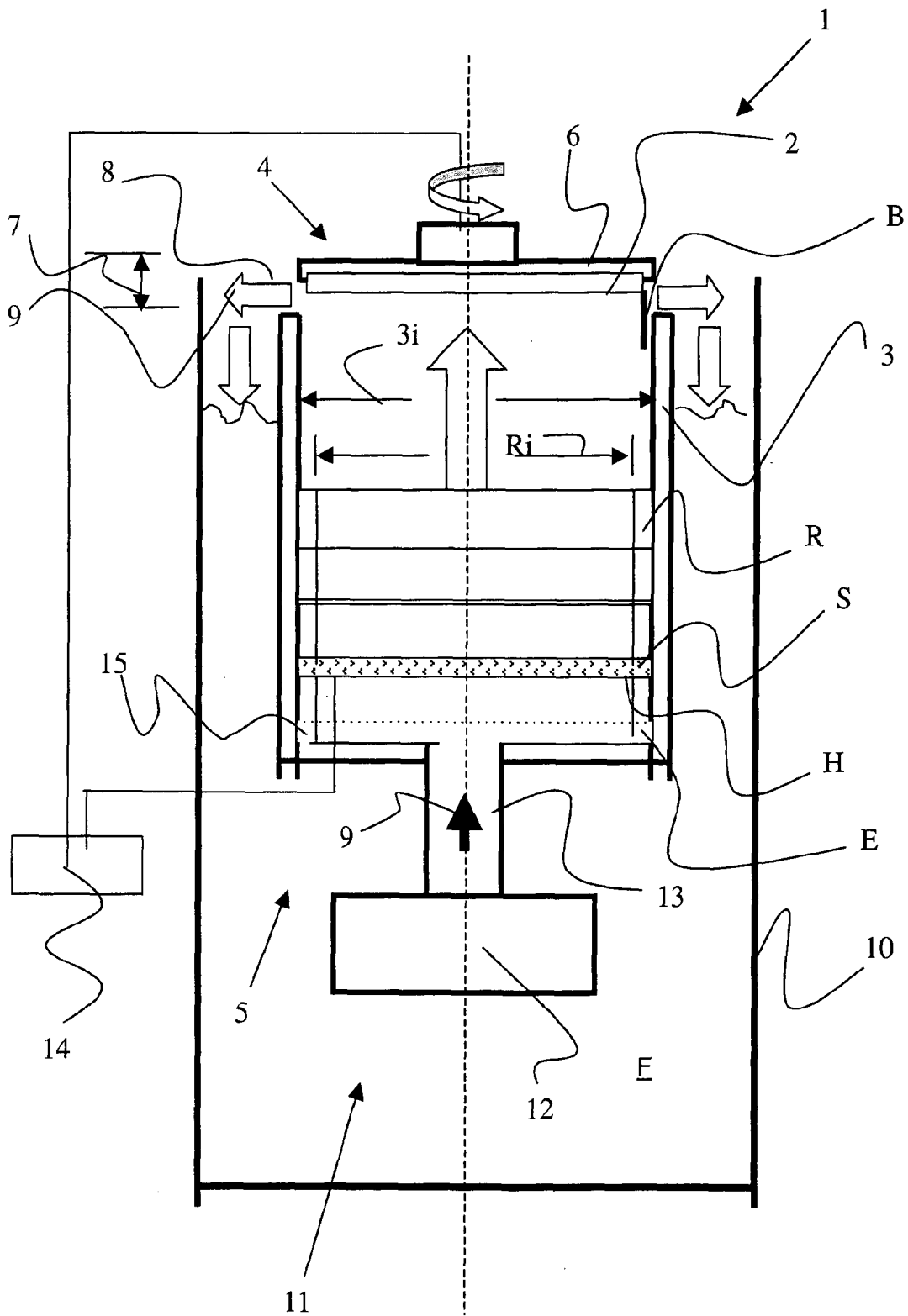


Fig. 1

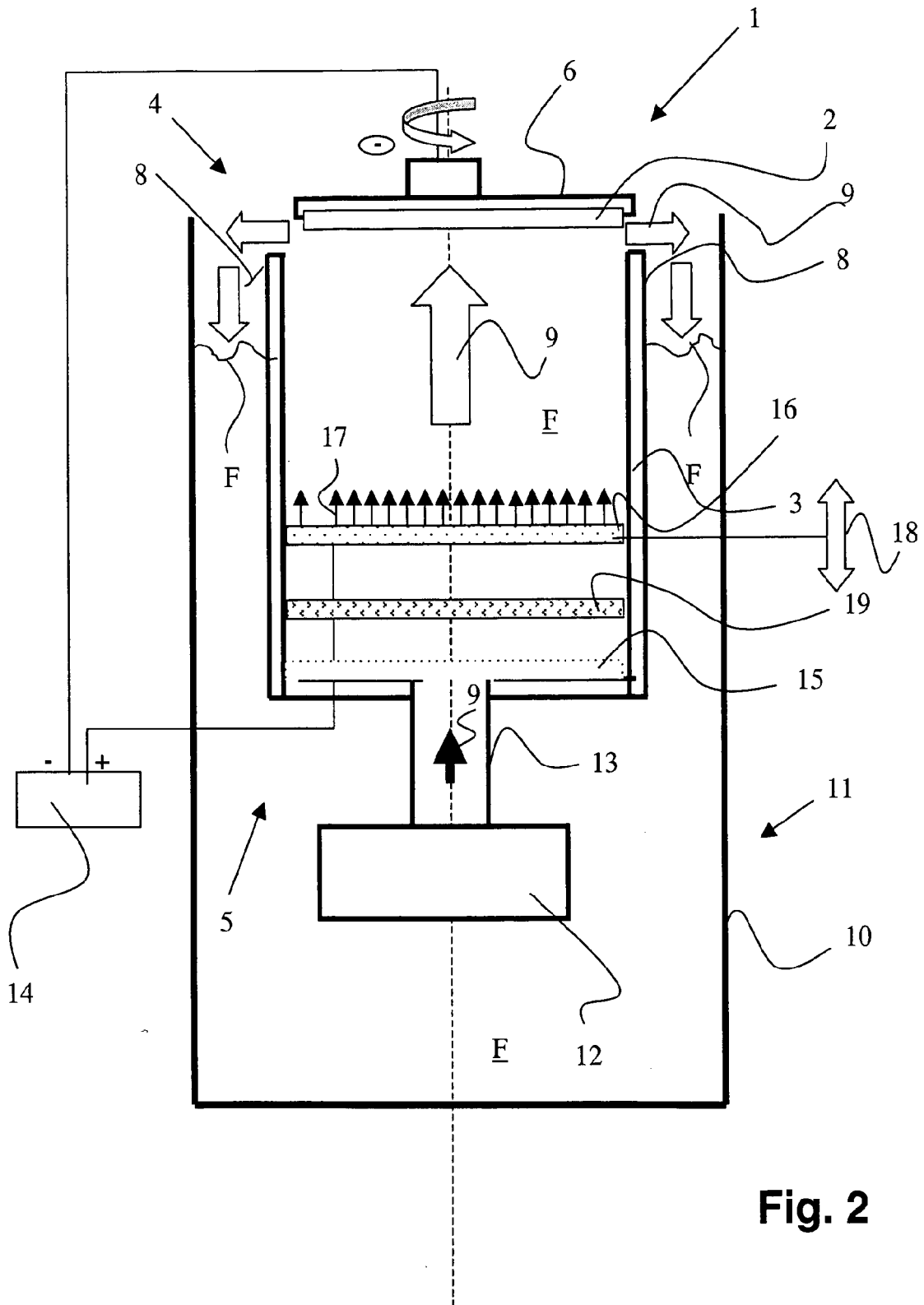


Fig. 2

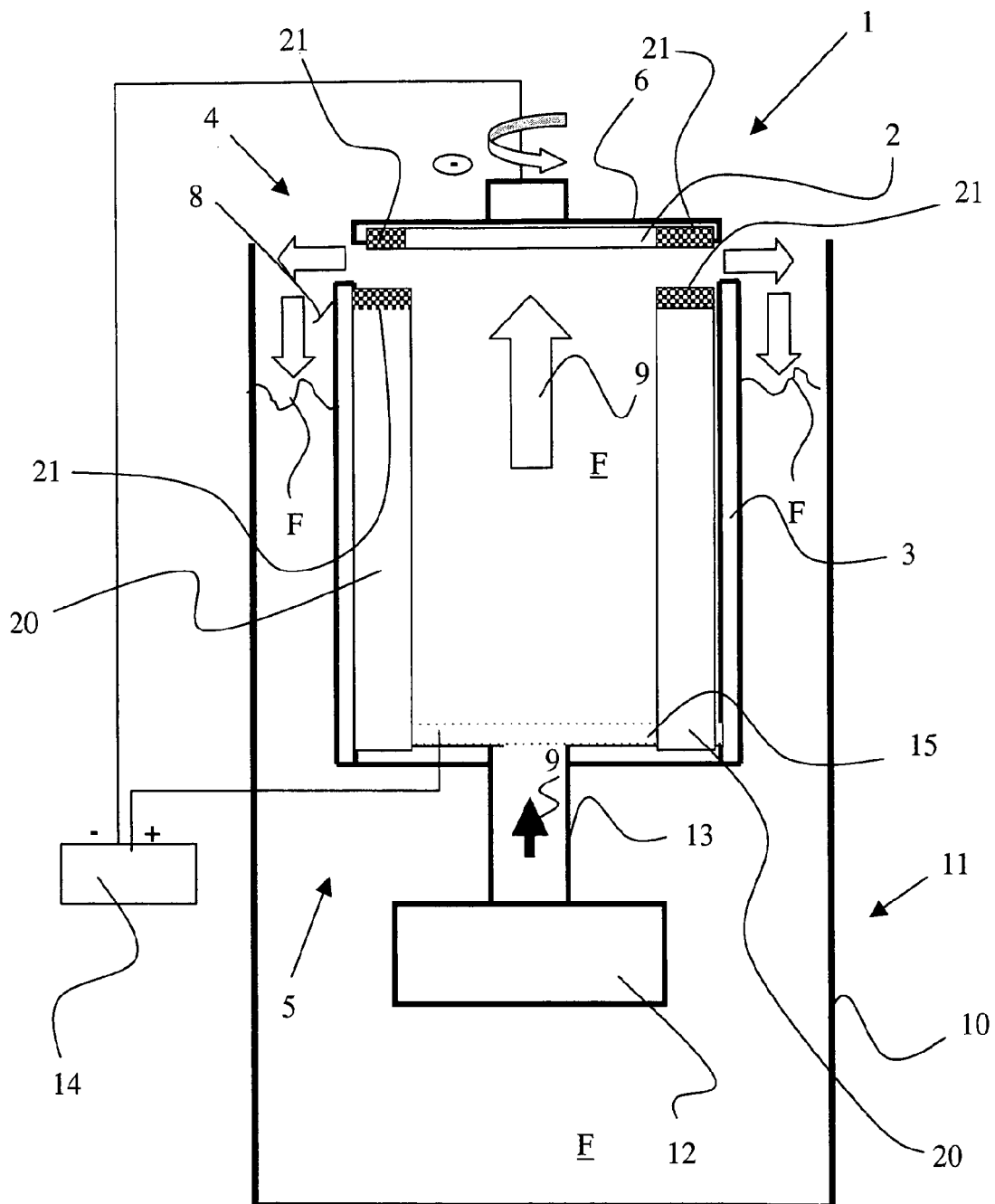


Fig. 3

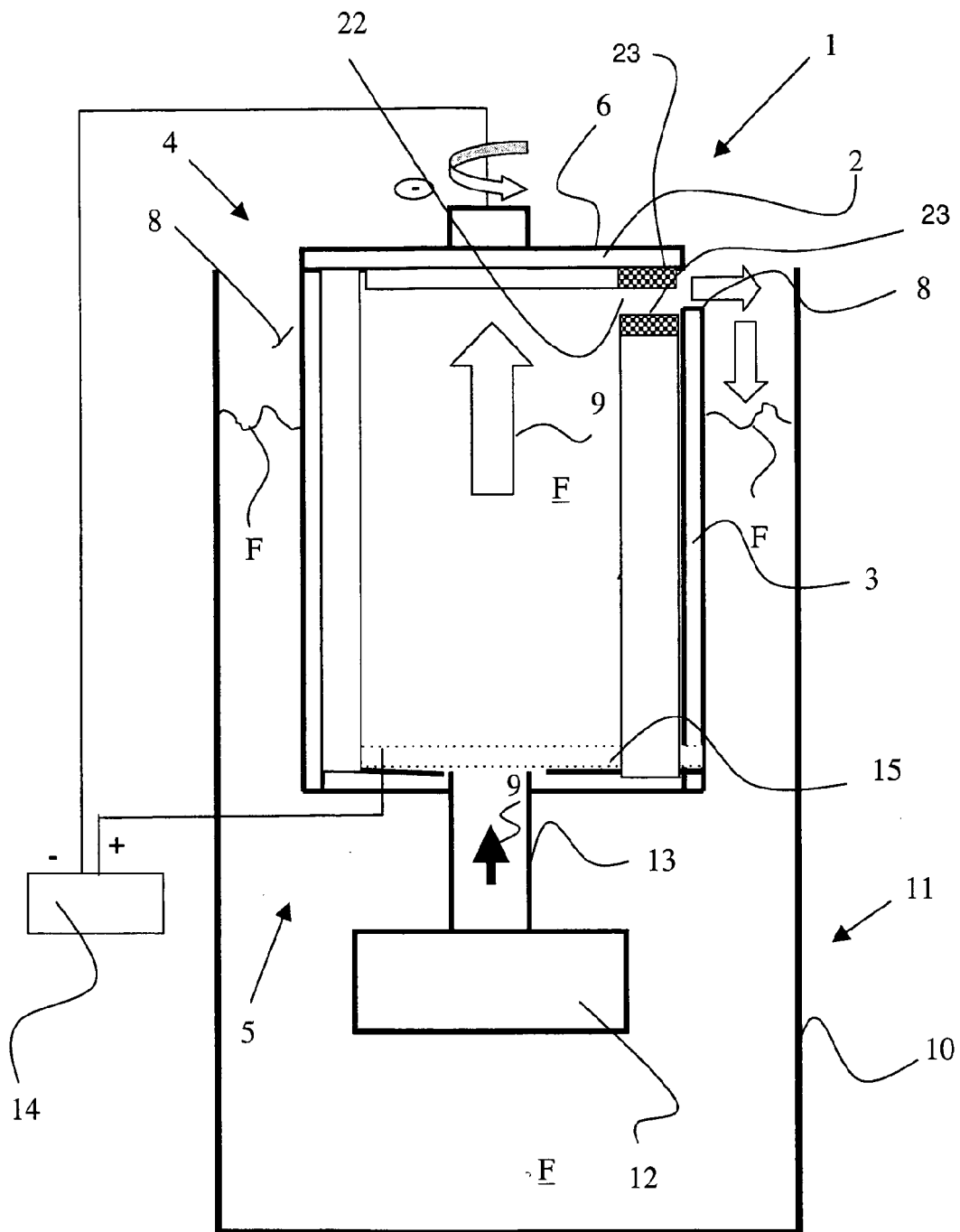


Fig. 4

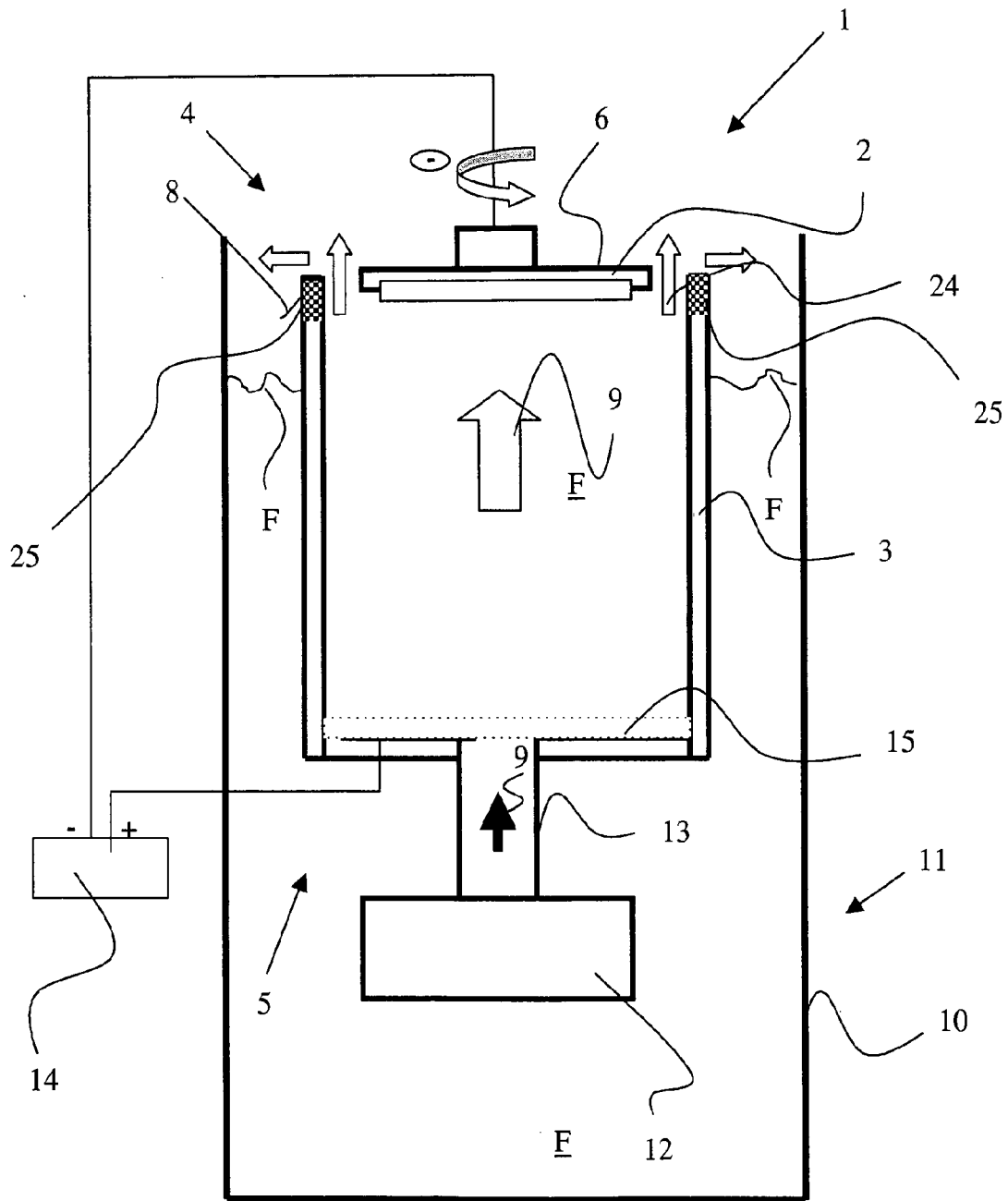


Fig. 5

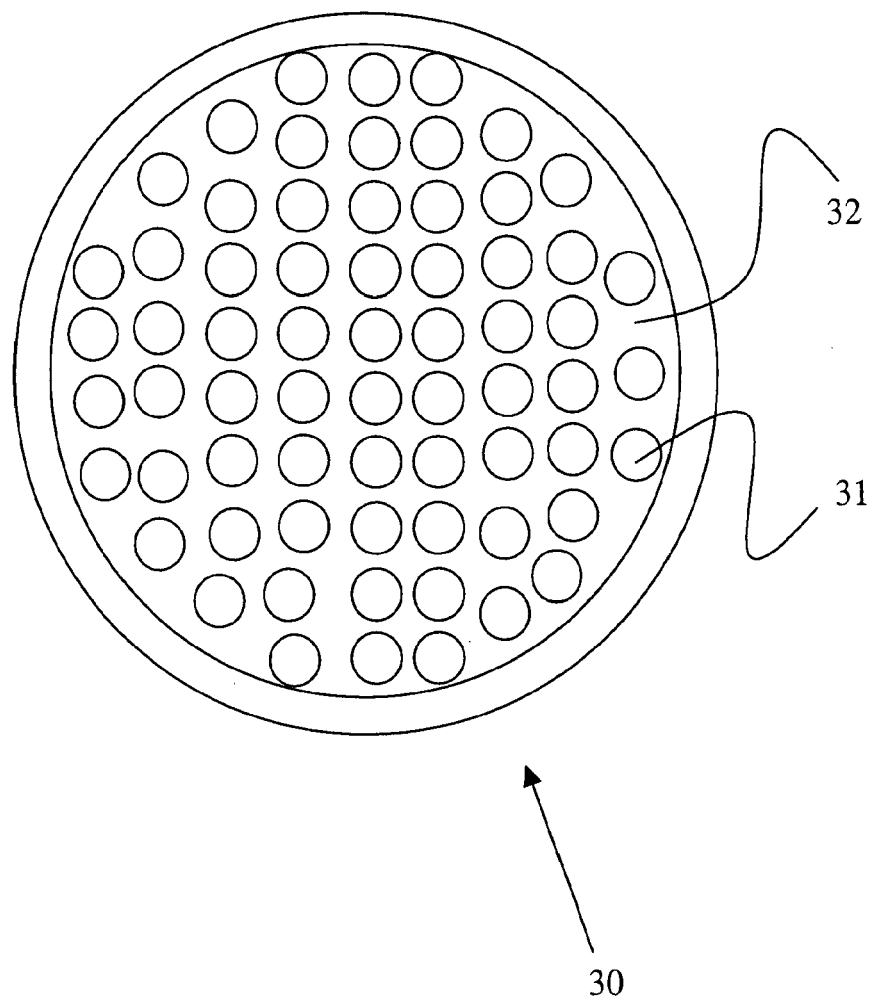


Fig. 6

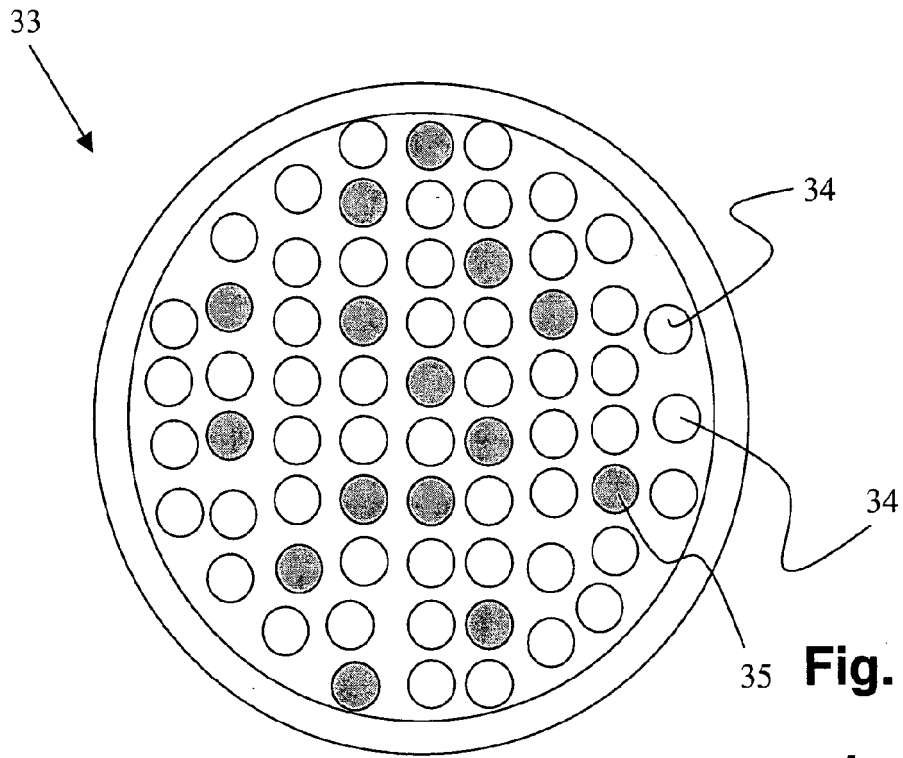


Fig. 7A

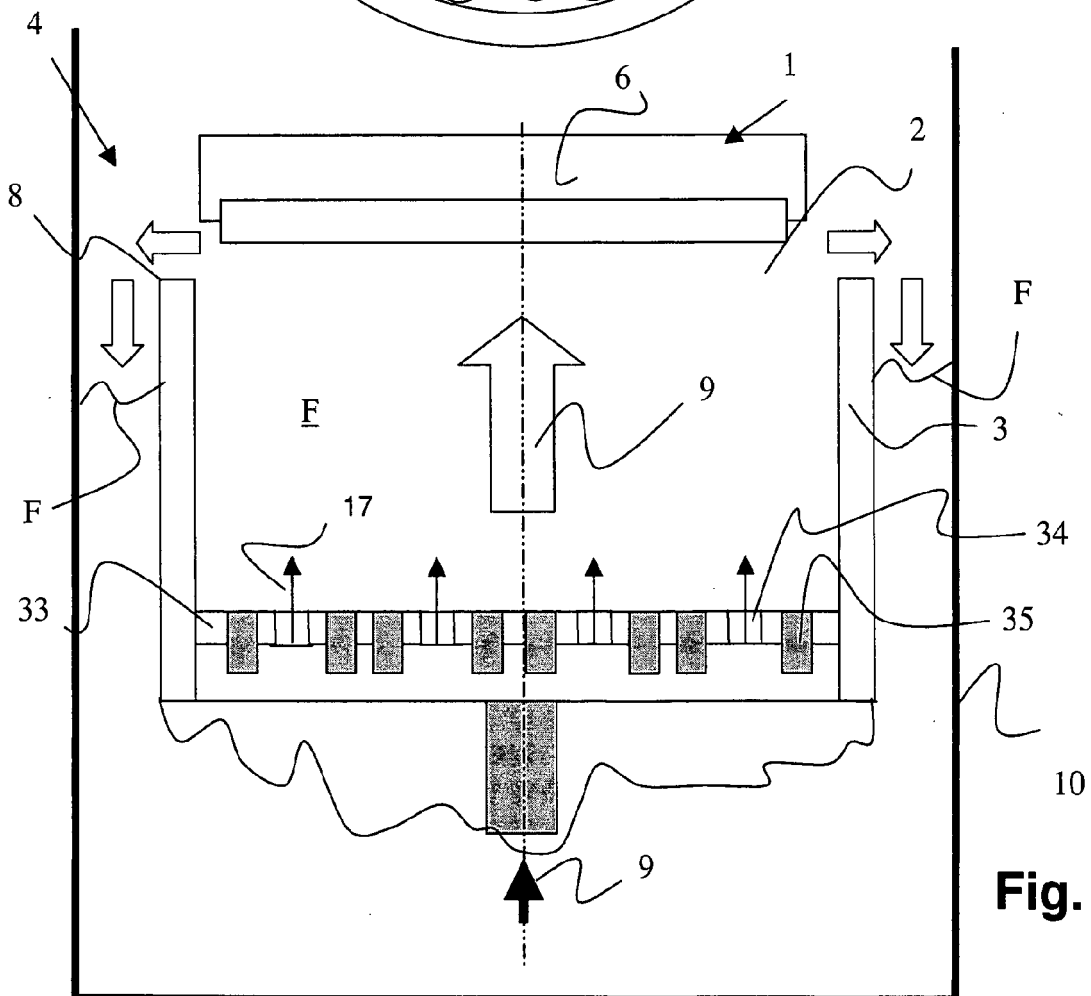


Fig. 7B

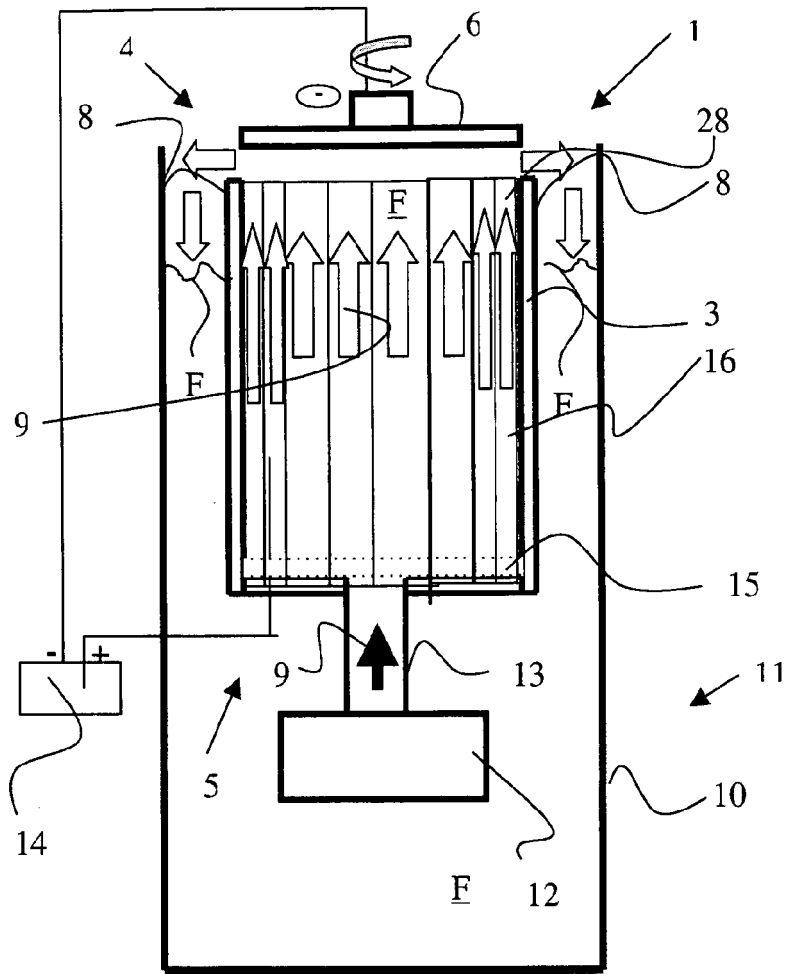


Fig. 8A

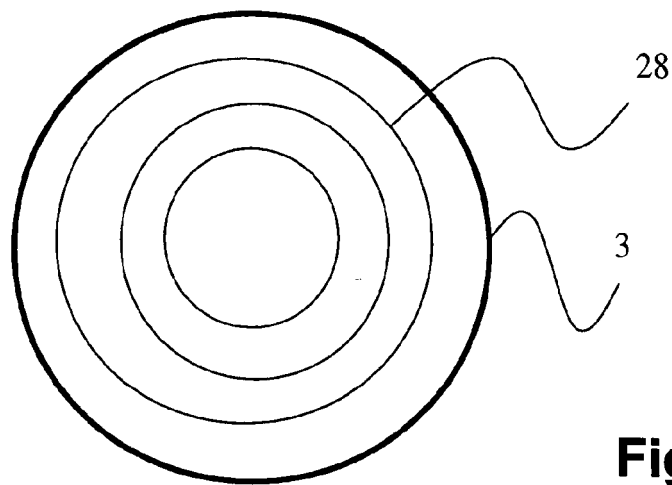


Fig. 8B

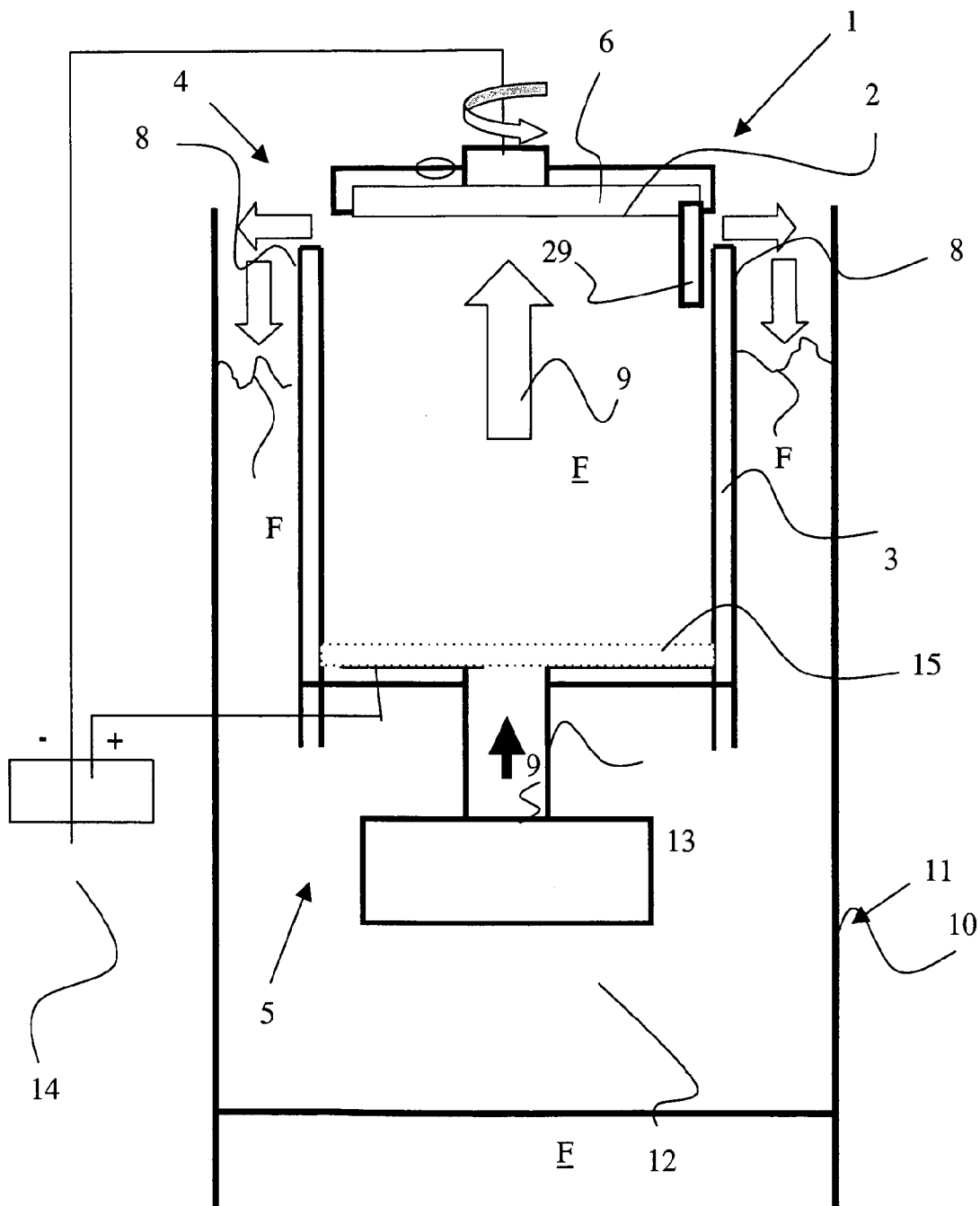


Fig. 9



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER TEILRECHERCHENBERICHT

der nach Regel 63 des Europäischen Patent-
übereinkommens für das weitere Verfahren als
europäischer Recherchenbericht gilt

Nummer der Anmeldung

EP 06 02 7073

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	EP 1 031 647 A (SOLID STATE EQUIPMENT CORP [US]) 30. August 2000 (2000-08-30) * Absätze [0031] - [0036] * * Ansprüche 1-6,16,19 * * Abbildung 4 *	1-4, 20-22 6,7	INV. C25D5/08 C25D17/02 C25D21/18
X A	US 6 964 792 B1 (MAYER STEVEN T [US] ET AL) 15. November 2005 (2005-11-15) * Abbildungen 1,2A-2D * * Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 12 * * Spalte 4, Zeilen 45-50 * * Spalte 5, Zeilen 34-59 * * Spalte 6, Zeile 56 - Spalte 7, Zeile 35 *	1-4,20, 22 6,7	
X	US 6 103 085 A (WOO CHRISTY MEI-CHU [US] ET AL) 15. August 2000 (2000-08-15) * Abbildungen 1-4 * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 5 *	1-4,20, 22	
X	US 2002/056636 A1 (TOYODA YOSHIHIKO [JP] ET AL) 16. Mai 2002 (2002-05-16) * das ganze Dokument *	1-4,16, 20,22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C25D
-/-			
UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE			
Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß ein oder mehrere Ansprüche, den Vorschriften des EPÜ in einem solchen Umfang nicht entspricht bzw. entsprechen, daß sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik für diese Ansprüche nicht, bzw. nur teilweise, möglich sind. Vollständig recherchierte Patentansprüche: Unvollständig recherchierte Patentansprüche: Nicht recherchierte Patentansprüche: Grund für die Beschränkung der Recherche: Siehe Ergänzungsblatt C			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Dezember 2007	Prüfer Haering, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

5

EPO FORM 1503 03.82 (P04E09)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER
TEILRECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 02 7073

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	
X	US 2006/201814 A1 (HAFEZI HOOMAN [US] ET AL) 14. September 2006 (2006-09-14) * Absätze [0078], [0080] - [0085] * -----	1-4, 8-10, 12-14, 16,20,22	
X	US 2006/102467 A1 (HERCHEN HARALD [US] ET AL) 18. Mai 2006 (2006-05-18) * Absätze [0028] - [0041], [0047] * -----	1-4,16, 20-22	
X	EP 1 391 540 A (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]) 25. Februar 2004 (2004-02-25) * Zusammenfassung * * Abbildungen 3a,3b,5 * * Absätze [0019], [0020], [0040] - [0042] * -----	1-4,16, 20-22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	US 2003/155231 A1 (WENG CHAO-FU [TW]) 21. August 2003 (2003-08-21) * Absätze [0009], [0024], [0025] * -----	1-4,16, 20-22	
X	US 6 391 168 B1 (UENO KAZUYOSHI [JP]) 21. Mai 2002 (2002-05-21) * Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 4, Zeile 65 * * Abbildungen 3,5 * -----	1-4, 20-22	
X	US 2005/284751 A1 (KOVARSKY NICOLAY [US] ET AL) 29. Dezember 2005 (2005-12-29) * Absätze [0021] - [0025], [0027], [0029], [0034] * * Abbildung 1 * ----- -/--	1-4,10, 12,16, 20-22	



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER
TEILRECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 02 7073

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	
X	US 2005/051425 A1 (WANG CHIH-CHENG [TW] ET AL) 10. März 2005 (2005-03-10) * Zusammenfassung * * Abbildungen 3,5,6 * * Absätze [0036], [0039], [0040], [0022], [0062], [0063] * * Ansprüche 1,2,5,6 * -----	1,2,15, 19-22	
X	US 2006/163058 A1 (WATANABE KIYONORI [JP]) 27. Juli 2006 (2006-07-27) * Abbildungen 3,4 * * Absätze [0009] - [0012], [0035] - [0041] * -----	1,2, 19-22	
X	US 5 000 827 A (SCHUSTER VIRGIL E [US] ET AL) 19. März 1991 (1991-03-19) * Abbildung 11 * * Spalte 5, Zeilen 18-30 * * Spalte 6, Zeilen 6-16 * -----	1,2, 19-22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	US 6 261 426 B1 (UZOH CYPRIAN E [US] ET AL) 17. Juli 2001 (2001-07-17) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 15 - Spalte 4, Zeile 10 * -----	1,2,16, 19-22	



Unvollständig recherchierte Ansprüche:
1-7,12,14-16,18-22

Grund für die Beschränkung der Recherche:

Wie bereits auf Ergänzungsblatt B erklärt wurde, wurde der Umfang der ersten Recherche auf die erste Erfindung, die Strömungseinstelleinrichtung, eingeschränkt.

Aufgrund der Bezahlung für zwei zusätzlichen Recherchen, wurden die Ansprüche 13, bzw. 8 bis 11 und 17, die sich auf die Feldeinstelleinrichtung bzw. die Hilfselektrode beziehen, ebenfalls recherchiert.

Es ist unmöglich zu bestimmen, welches genaue Bauelement der Ansprüche 1 und 2 den Gegenstand definieren, für den ein Schutzanspruch gerechtfertigt wäre (Artikel 84 EPÜ).

Der Begriff "Strömungseinstelleinrichtung" ist so breit, dass er auch als eine Ionenmembran, eine Feldeinstelleinrichtung, eine Blende, u.s.w. interpretiert werden kann.

Aus diesen Gründen konnte keine sinnvolle Recherche der beanspruchten Strömungseinstelleinrichtung des Anspruchs 1 oder 2 durchgeführt werden (Regel 45 EPÜ).

Der Umfang der Recherche wurde daher speziell auf Diffusoren oder Düsenarrays beschränkt, die Ionenmembranen sowie alle anderen Möglichkeiten (Blendens, ...) wurden ausgeschlossen, denn sie beziehen sich auf die anderen "Erfindungen".



Europäisches
Patentamt

Nummer der Anmeldung

EP 06 02 7073

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung mehr als zehn Patentansprüche.

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn sowie für jene Patentansprüche erstellt, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn Patentansprüche erstellt.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- ☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- ☒ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- 1-22
- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPU).



Europäisches
Patentamt

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 06 02 7073

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7,12,14-16,18-22

Strömungseinstelleinrichtung

2. Ansprüche: 1,2,13,16

Feldeinstelleinrichtung

3. Ansprüche: 1,2,8-11,14,15,17,18

Hilfselektrode

4. Ansprüche: 1,2

Blende zur Ausrichtung des elektrischen Feldes

5. Ansprüche: 1,2

Blende zur Ausrichtung der Stömung des Fluids

6. Ansprüche: 1,2

Ringelement zur Verkleinerung des Innendurchmessers

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 02 7073

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-12-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1031647	A	30-08-2000	JP	2000239893 A	05-09-2000
US 6964792	B1	15-11-2005	KEINE		
US 6103085	A	15-08-2000	KEINE		
US 2002056636	A1	16-05-2002	JP	2002097598 A	02-04-2002
US 2006201814	A1	14-09-2006	KEINE		
US 2006102467	A1	18-05-2006	WO	2006055145 A2	26-05-2006
EP 1391540	A	25-02-2004	JP	2004068158 A	04-03-2004
US 2003155231	A1	21-08-2003	TW	240034 Y	01-08-2004
US 6391168	B1	21-05-2002	JP	3255145 B2	12-02-2002
			JP	2000290798 A	17-10-2000
US 2005284751	A1	29-12-2005	KR	20070027753 A	09-03-2007
			WO	2006012112 A2	02-02-2006
US 2005051425	A1	10-03-2005	TW	240766 B	01-10-2005
US 2006163058	A1	27-07-2006	KEINE		
US 5000827	A	19-03-1991	KEINE		
US 6261426	B1	17-07-2001	US	2001050233 A1	13-12-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5000827 A [0010]