



(11) **EP 1 939 329 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.05.2011 Patentblatt 2011/19

(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**

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

Kit for the manufacture of a process reactor for forming metallic layers on one or more substrate

Lot de pièces pour la fabrication d'un réacteur de procédé pour la formation de couches métalliques sur un ou plusieurs substrats

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.07.2008 Patentblatt 2008/27

(73) Patentinhaber: **RENA 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
Kirchhölzle 18
79104 Freiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 031 647 EP-A- 1 391 540
US-A- 5 000 827 US-A- 6 103 085
US-A1- 2002 056 636 US-A1- 2003 155 231
US-A1- 2005 051 425 US-A1- 2005 284 751
US-A1- 2006 102 467 US-A1- 2006 163 058
US-A1- 2006 201 814 US-B1- 6 261 426
US-B1- 6 391 168 US-B1- 6 964 792

EP 1 939 329 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Bausatz zur Herstellung eines Prozessreaktors. 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 Verlötung 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 elektrolyti-

schen 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 Bausatz zur Herstellung eines Prozessreaktors gemäß Hauptanspruch 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 Ausströmung 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 ist als sogenannter Überlaufreaktor ausgebildet. Dies bedeutet, dass das Fluid das Innere des Reaktorgehäuses wie z.B. 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 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

Bereitstellung 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 wird der erfindungsgemäße Bausatz gemäß Hauptanspruch bereitgestellt.

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen des Prozessreaktors sind in den Unteransprüchen sowie in der vorliegenden Beschreibung dargelegt.

[0015] 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. Vorliegend 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.

[0016] 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 Substrat.

[0017] Weitere nachfolgend beschriebene Mittel dienen der weiteren oder alternativen Optimierung des Beschichtungsverfahrens. Sämtliche 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 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 gemäß Hauptanspruch weist 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 Prozessreaktors 1 gezeigt. In der Regel umfasst der Prozessreaktor 1 zur Beschichtung eines Substrats 2 ein 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
27.	- -
28.	Strömungsröhre
29.	Flat-Blende
30.	Düsenarray
31.	Durchtrittsöffnung
32.	Fassung
33.	Anodenarray
34.	Durchtrittsöffnung
35.	Anode
Ri	Innendurchmesser Ringelement
R	Ringelement
3i	Innendurchmesser Reaktorgehäuse 3
S	Strömungseinstelleinrichtung
H	Hilfselektrode
B	Blende
E	Feldeinstelleinrichtung
F	Fluid

Patentansprüche

1. 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);
- mindestens eine Anode (15); sowie
- mindestens eine Einstelleinrichtung (S und/oder E) zur gezielten Steuerung der Strömung des Fluids (F) und/oder des elektrischen Feldes innerhalb des Reaktorgehäuses (3);

dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens ei-

ne Einstelleinrichtung wahlweise als Düsenarray (30), dessen Durchtrittsöffnungen (31) einzeln und unabhängig voneinander mit anderen Parametern des Fluidstroms beaufschlagbar sind, als Strömungsröhre (28), und/oder als Blendrohr (20) ausgestaltet ist, und/oder dass der Prozessreaktor als Einstelleinrichtung ferner mindestens eine Hilfselektrode (H) umfasst, die wahlweise ein positives oder negatives Potential annehmen kann und zwischen dem zu beschichtenden Substrat (2) und dem gegenüberliegenden Ende (5) des Reaktorgehäuses (3) als eine in Längserstreckung des Reaktorgehäuses (3) verschiebbare Hilfsanode (16), oder als ein Segmente mit Anoden (35) und Segmente mit Durchtrittsöffnungen (34) aufweisendes, scheibenartig ausgebildetes Anodenarray (33) angeordnet ist.

2. Bausatz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anoden (35) des Anodenarrays (33) mit unterschiedlichem Potential beaufschlagbar sind.

3. Bausatz nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittsöffnungen (34) des Anodenarrays (33) einzeln und unabhängig voneinander mit anderen Parametern des Fluidstroms beaufschlagbar sind.

4. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Blendrohr (20) auf der zum Substrat (2) hinweisenden Seite eine Hilfselektrode (21) aufweist.

5. Bausatz nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** gegenüber der Hilfselektrode (21) im Bereich der Aufnahmeeinrichtung (6) weitere Hilfselektroden angeordnet sind.

6. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Einstelleinrichtung im Bereich des Überlaufs (8) mindestens eine Hilfselektrode (21; 23; 25) angeordnet ist.

7. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hilfselektrode (15; 21; 23; 25) beschichtet ist.

8. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Strömungsröhren (28) unterschiedlicher Durchmesser ineinander gesteckt sind.

9. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Einstelleinrichtung Mittel zur Regelung der Stärke des elektrischen Feldes in Abhängigkeit der auf dem Substrat

(2) festgestellten Schichtdicke vorgesehen sind.

10. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Aufnahmeeinrichtung (6) im Bereich des Substrats (2) eine Flat-Blende (29) angeordnet ist. 5
11. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmeeinrichtung (6) über eine Schnellspanneinrichtung wechselbar ist. 10
12. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überlauf (B) mindestens einen Fluidkanal (22) aufweist. 15
13. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position des Substrats (2) relativ zum Reaktorgehäuse (3) verstellbar ist. 20
14. Bausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozessreaktor (1) ferner mindestens ein Ringelement (R) zur Verkleinerung des Innendurchmessers (Ri) des Reaktorgehäuses (3) umfasst. 25

Claims

1. Kit for the fabrication of a process reactor for the formation of metallic layers on one or more substrates (2), wherein the layers are produced on the substrates by deposition of metal ions present within a fluid (F), and wherein the process reactor (1) essentially comprises the following components: 30
 - a reactor housing (3) with two ends (4; 5), wherein the interior of the reactor housing can be streamed through by a fluid from one end to the other; 40
 - a device (6) for the reception of the substrate that is arranged in the region of the outflow (4) from the reactor housing (3);
 - at least one overflow (8) in the region of the outflow (4) from the reactor housing (3), over which the fluid (F) that streams in direction of the substrate (2) can exit from the reactor housing (3); 45
 - a catchment tank (10) for reception of the fluid (F) that exits over the overflow (8); 50
 - means for recirculation of the collected fluid into the reactor housing (3);
 - at least one anode (15); as well as
 - at least one adjustment device (S and/or E) for the specific control of the stream of the fluid (F) and/or the electric field within the reactor housing (3); 55

characterized in that the at least one adjustment device is designed either as nozzle array (30) whose passage openings (31) can individually and independently from each other be exposed to different parameters of the fluid stream, as flow tube (28), and/or as a blind tube (20), and/or that the process reactor as adjustment device further comprises at least one auxiliary electrode (H) which can either take a positive or a negative potential and which is arranged between the substrate (2) to be coated and the opposite end (5) of the reactor housing (3) either as an auxiliary anode (16) which can be moved along the longitudinal extension of the reactor housing (3), or as an anode array (33) with a disc-like design which comprises segments with anodes (35) and segments with passage openings (34).

2. Kit according to claim 1, **characterized in that** the anodes (35) of the anode array (33) can be exposed to different potentials.
3. Kit according to claim 1 or 2, **characterized in that** the passage openings (34) of the anode array (33) can individually and independently from each other be exposed to different parameters of the fluid stream.
4. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** the at least one blind tube (20) has an auxiliary electrode (21) on that side which points towards the substrate (2).
5. Kit according to claim 4, **characterized in that** further auxiliary electrodes are arranged opposite to the auxiliary electrode (21) in the region of the reception device (6).
6. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** at least one auxiliary electrode (21; 23; 25) is arranged as adjustment device in the region of the overflow (8).
7. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** the auxiliary electrode (15; 21; 23; 25) is coated.
8. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** several flow tubes (28) of different diameters are nested into each other.
9. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** means for adjustment of the strength of the electrical field in dependence of the layer thickness detected on the substrate (2) are provided as adjustment device.
10. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** a flat-blind (29) is arranged at the

reception device (6) in the region of the substrate (2).

11. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** the reception device (6) is exchangeable by means of a quick-clamping device. 5
12. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** the overflow (8) has at least one fluid channel (22). 10
13. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** the position of the substrate (2) is changeable relative to the reactor housing (3).
14. Kit according to any of the preceding claims, **characterized in that** the process reactor (1) further comprises at least one ring element (R) for the reduction of the inner diameter (Ri) of the reactor housing (3). 15 20

Revendications

1. Kit de construction d'un réacteur épitaxial pour la formation de couches métalliques sur un ou plusieurs substrats (2), dans lequel les couches se forment par la déposition sur le substrat d'ions métalliques se trouvant dans un fluide (F) et le réacteur épitaxial (1) comprend en substance les éléments suivants: 25
 - une enceinte du réacteur (3) avec deux extrémités (4,5), dans laquelle l'intérieur de l'enceinte du réacteur peut être traversé par un fluide d'une extrémité à l'autre;
 - un dispositif (6) situé au niveau du flux de sortie (4) hors de l'enceinte du réacteur (3) pour la réception du substrat;
 - au moins un déversoir (8) au niveau du flux de sortie (4) hors de l'enceinte du réacteur (3) par lequel le fluide (F) coulant en direction du substrat (2) peut sortir hors de l'enceinte du réacteur (3); 40
 - une cuvette de récupération (10) pour récupérer le fluide (F) sortant par le déversoir (8); 45
 - un dispositif pour le retour du fluide récupéré dans l'enceinte du réacteur (3);
 - au moins une anode (15); ainsi que
 - au moins un dispositif de réglage (S et/ou E) pour une commande ciblée du flux du fluide (F) et/ou du champ électrique à l'intérieur de l'enceinte du réacteur (3); 50

caractérisé en ce que le, au moins un, dispositif de réglage est constitué au choix d'un réseau de tuyères (30) dont les ouvertures (31) sont alimentées individuellement et indépendamment les unes des autres avec d'autres paramètres pour le flux du fluide,

de, de tube modulateur du courant de fluide (28), et/ou de tube déflecteur (20), et/ou le réacteur épitaxial contient de plus au moins une électrode (H) comme dispositif de réglage qui peut adopter au choix un potentiel positif ou négatif et qui est localisée entre le substrat (2) à recouvrir et l'extrémité (5) opposée de l'enceinte du réacteur (3) comme une électrode (16) mobile dans la dimension verticale de l'enceinte du réacteur (3), ou comme un réseau d'anode (33) en forme de disque présentant un segment avec anodes (35) et un segment avec un des ouvertures (34).

2. Kit de construction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les anodes (35) du réseau d'anode (33) sont alimentées avec des potentiels différents.
3. Kit de construction selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les ouvertures (34) du réseau d'anode sont alimentées (33) individuellement et indépendamment les unes des autres avec d'autres paramètres pour le flux de fluide.
4. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le, au moins un, tube déflecteur (20) possède une électrode (21) sur le côté regardant le substrat (2).
5. Kit de construction selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** des électrodes supplémentaires sont placées en face de l'électrode (21) au niveau du dispositif de réception (6).
6. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** au moins une électrode (21; 23; 25) est placée au niveau du déversoir (8) comme dispositif de réglage.
7. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'électrode (15; 21; 23; 25) est recouverte.
8. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs tubes modulateurs de courant de fluide (28) de diamètres différents sont enfilés les uns dans les autres.
9. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des agents comme dispositif de réglage sont prévus pour la régulation de la force du champ électrique en fonction de l'épaisseur de la couche observée sur le substrat (2).
10. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** chicane plate (29) est placée au niveau du substrat (2) sur le dispositif de réception (6).

11. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de réception (6) est changeable par l'intermédiaire d'un dispositif de serrage rapide.

5

12. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le déversoir (8) comprend au moins un canal pour l'évacuation du fluide (22).

10

13. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position du substrat (2) est modifiable relativement à l'enceinte du réacteur.

15

14. Kit de construction selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réacteur épitaxial (1) comprend de plus au moins un anneau (R) pour rétrécir le diamètre interne (Ri) de l'enceinte du réacteur (3).

20

25

30

35

40

45

50

55

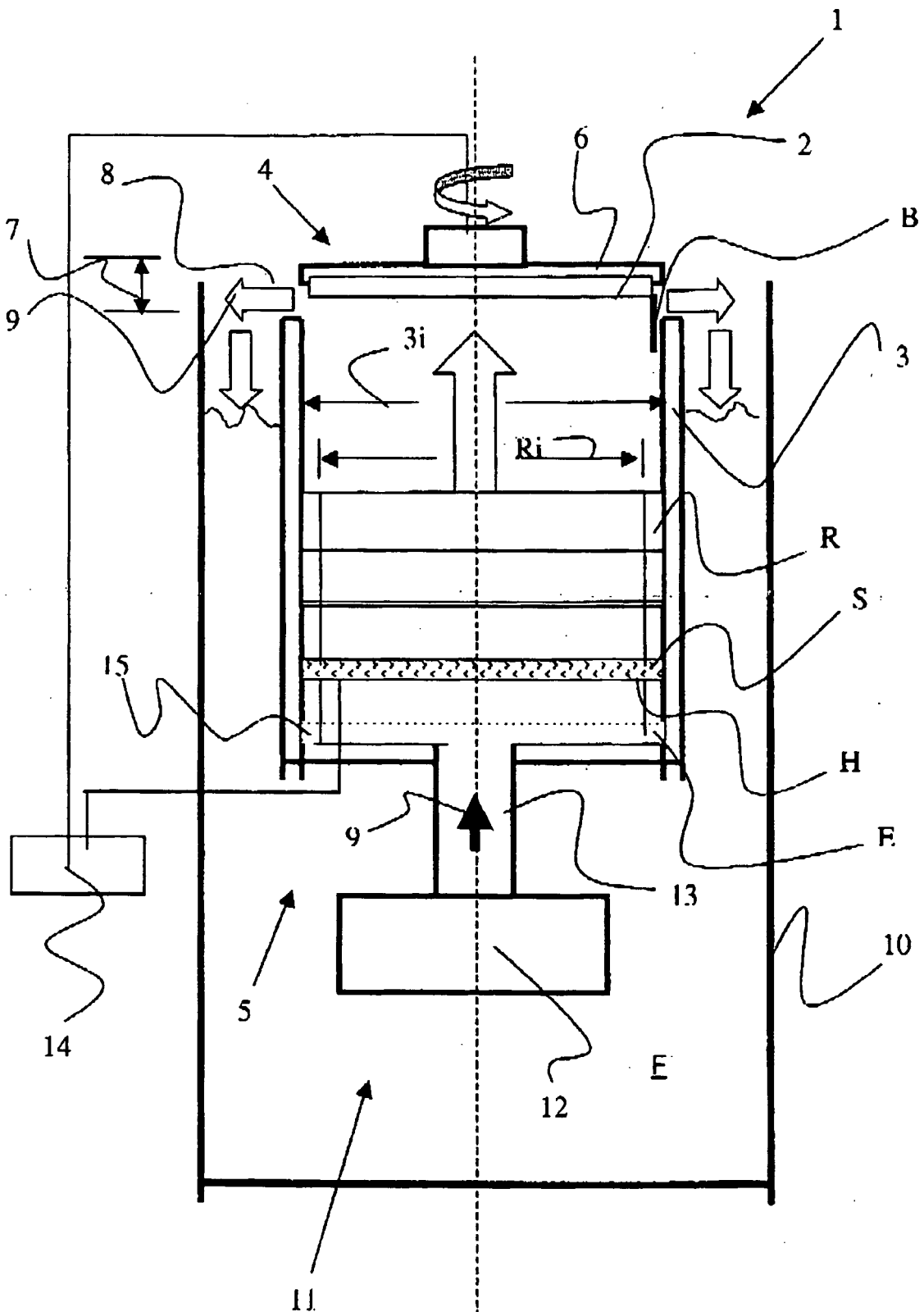
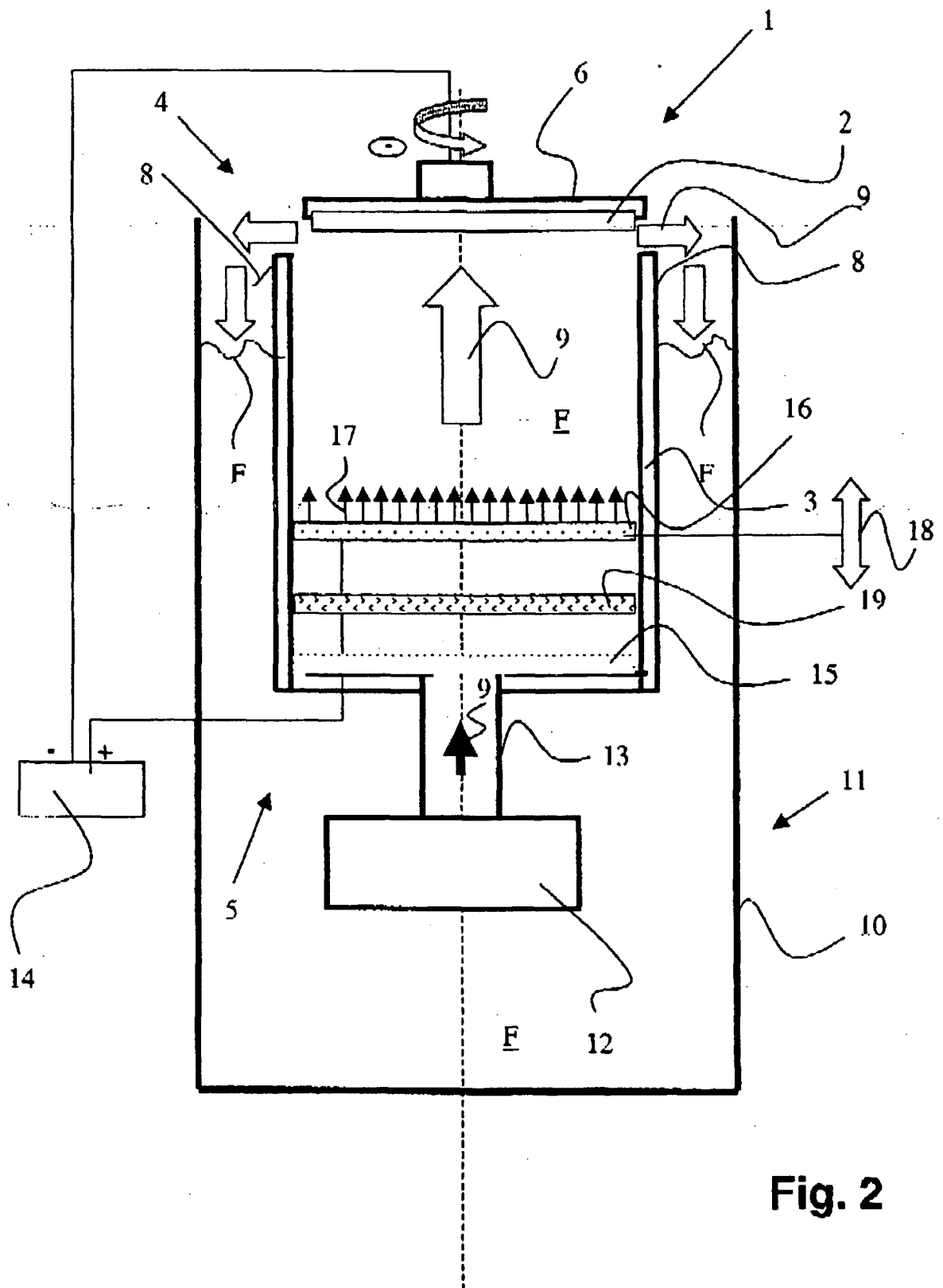


Fig. 1



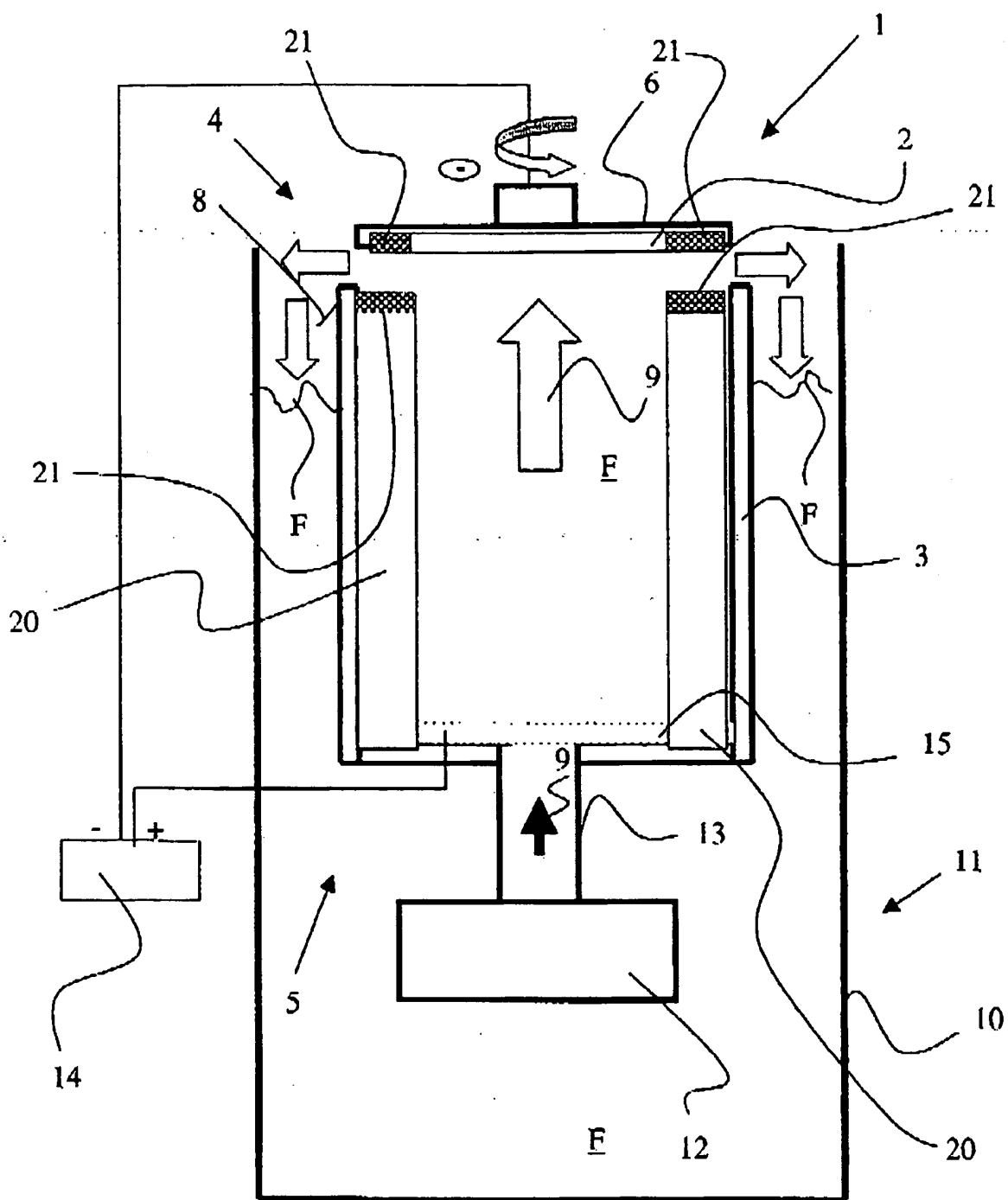


Fig. 3

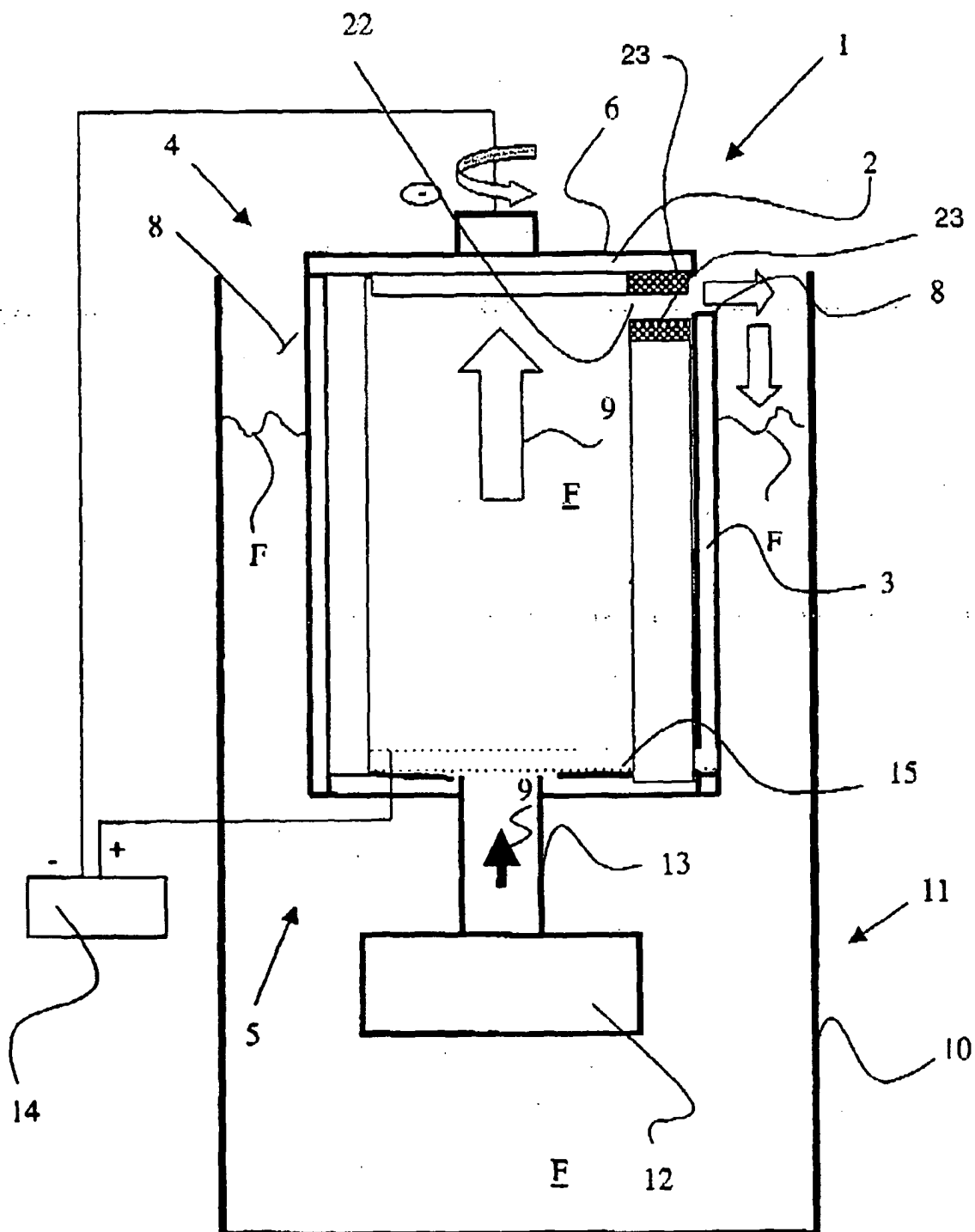


Fig. 4

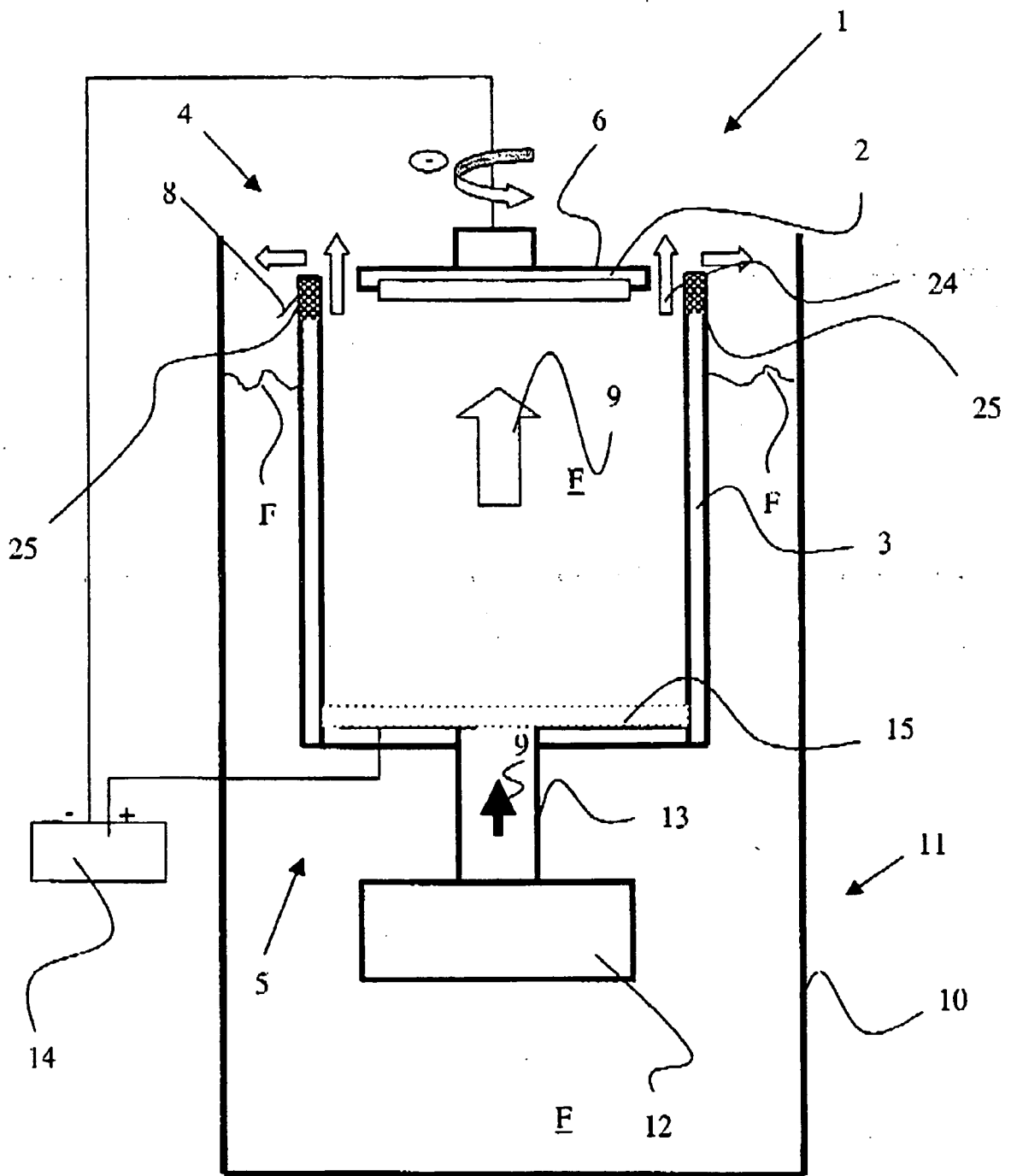


Fig. 5

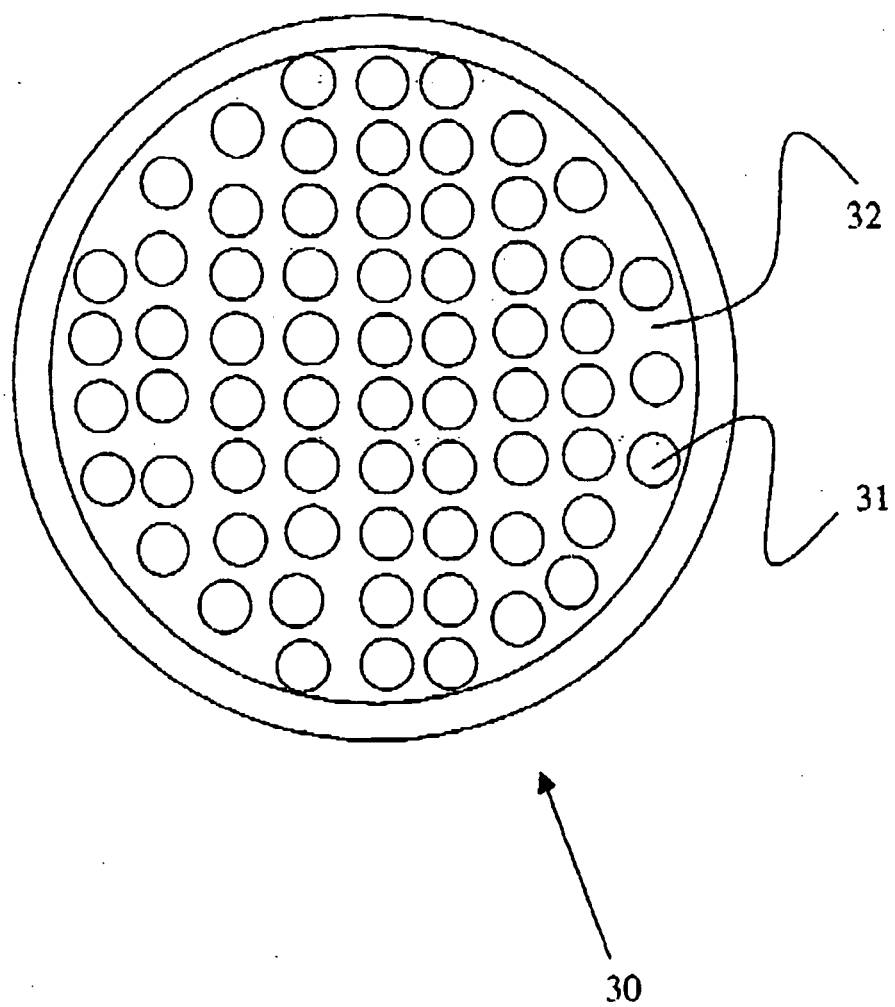


Fig. 6

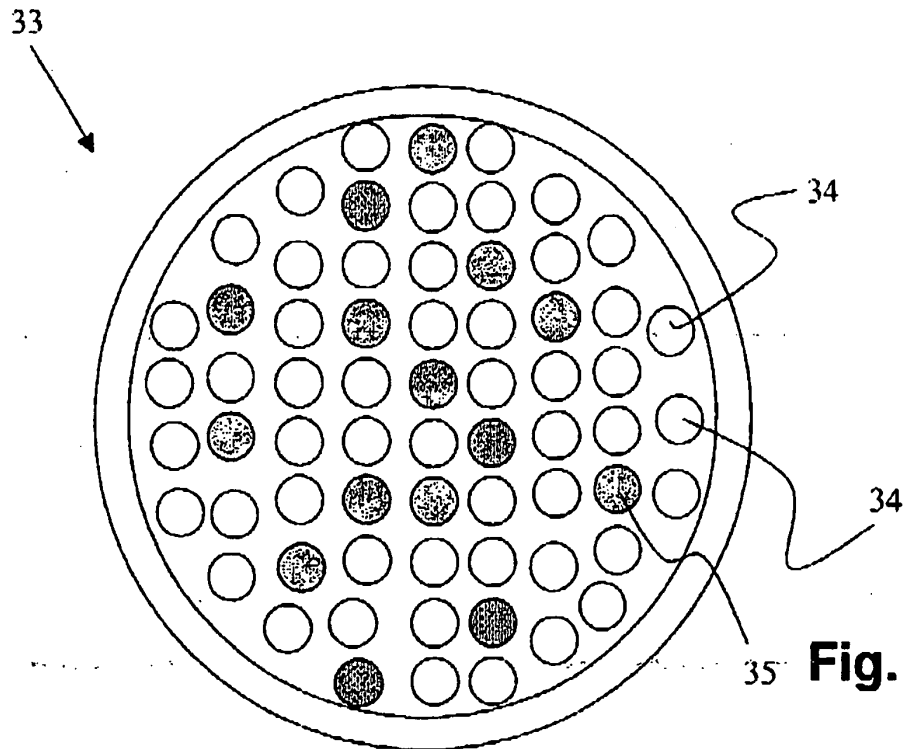


Fig. 7A

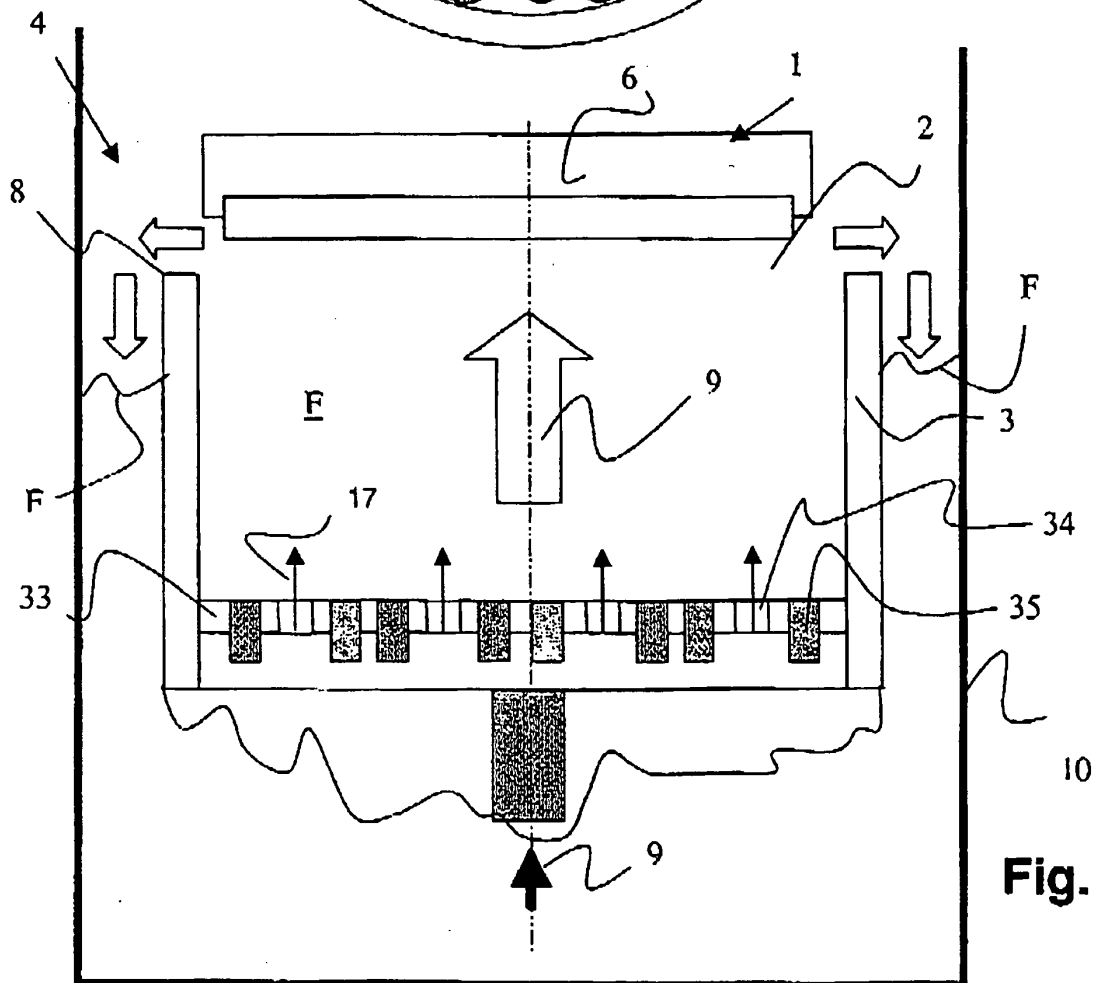


Fig. 7B

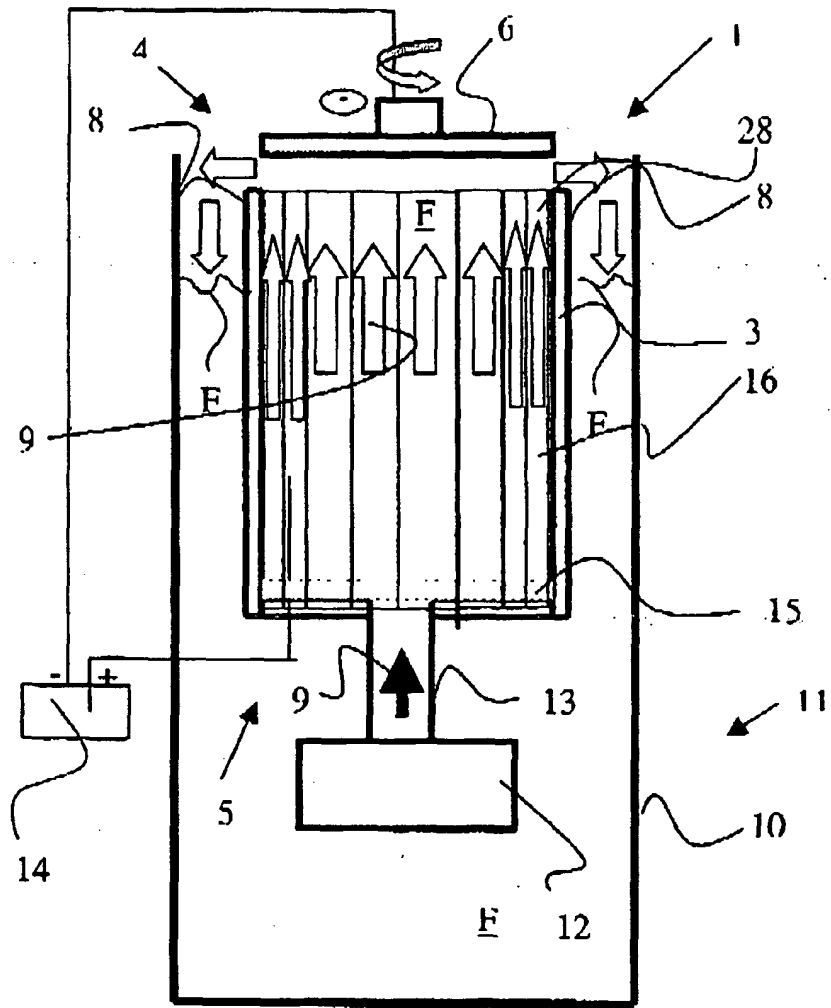


Fig. 8A

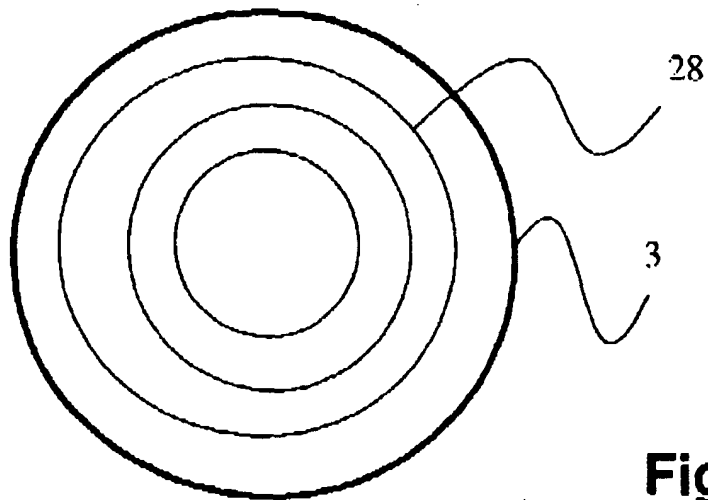


Fig. 8B

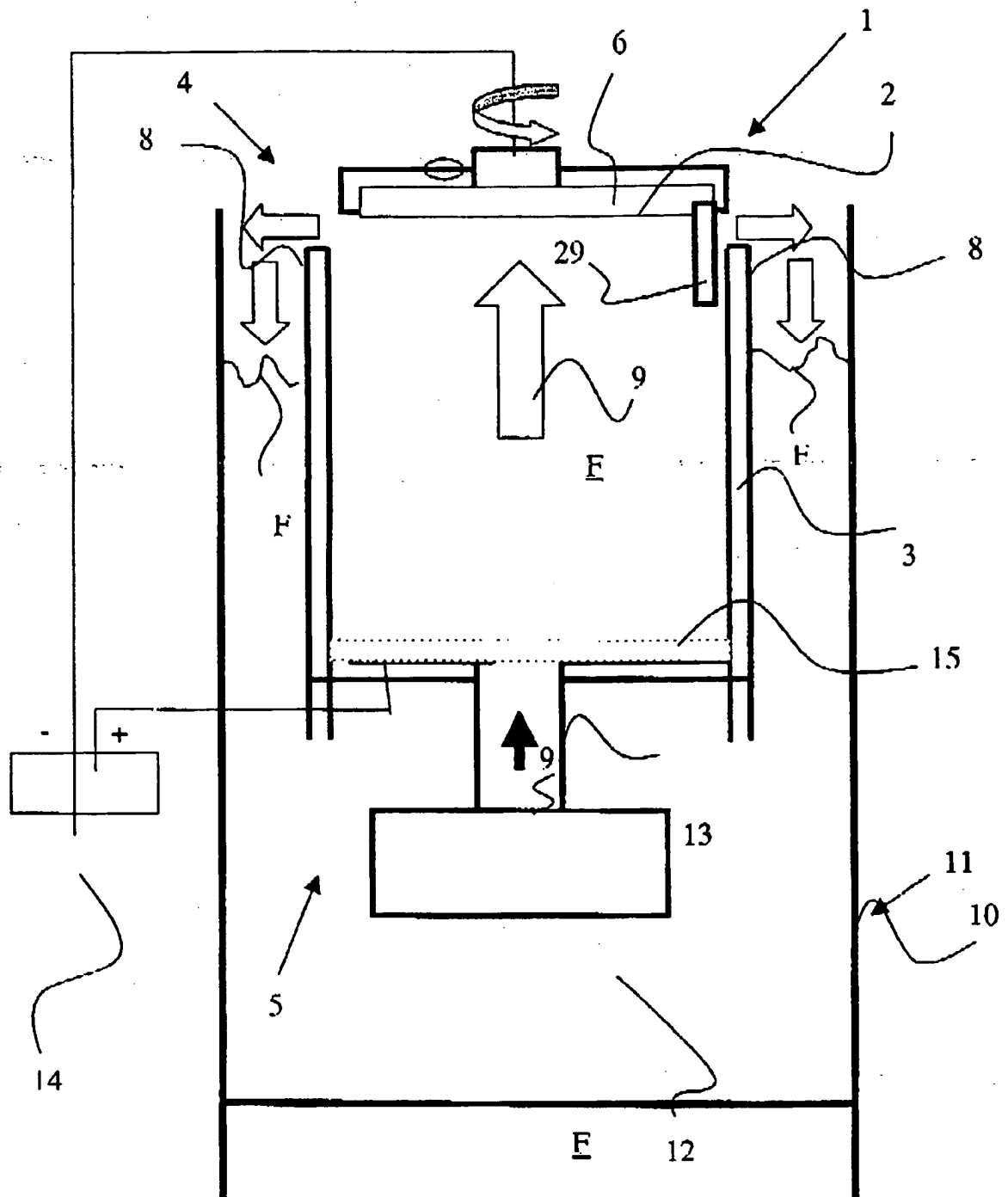


Fig. 9

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]