



(11) **EP 1 318 306 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2003 Patentblatt 2003/24

(51) Int Cl.7: **F04D 13/16, B24B 57/02**

(21) Anmeldenummer: **02405937.0**

(22) Anmeldetag: **04.11.2002**

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

(72) Erfinder: **Schröb, Reto**
8964 Rudolfstetten (CH)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
KS/Patente/0067
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **04.12.2001 EP 01811180**

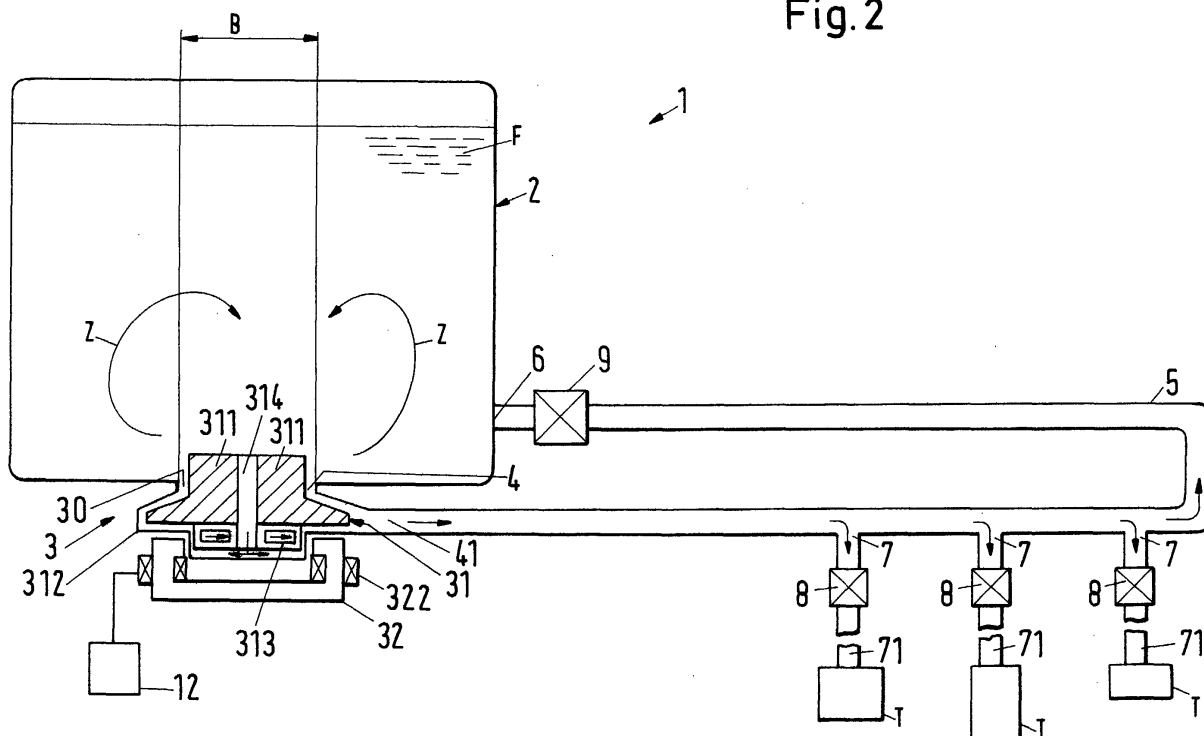
(71) Anmelder: **Levitronix LLC**
Waltham, MA 02451 (US)

(54) **Abgabevorrichtung für ein Fluid**

(57) Es wird eine Abgabevorrichtung für ein Fluid vorgeschlagen mit einem Vorratsbehälter (2) für das Fluid, der einen Ausgang (4) aufweist, welcher mit einer Druckleitung (5) für das Fluid (F) verbindbar ist, und mit

einer Rotationspumpe (3), die einen Rotor (31) zum Fördern des Fluids (F) in die Druckleitung aufweist, wobei der Rotor (31) zur Durchmischung des Fluids unmittelbar im Ausgang (4) des Vorratsbehälters (2) angeordnet ist.

Fig. 2



EP 1 318 306 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abgabevorrichtung für ein Fluid gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1 sowie die Verwendung einer solchen Abgabevorrichtung.

[0002] In vielen industriellen Prozessen, beispielsweise in der Halbleiter- und Chip-Herstellung, besteht die Notwendigkeit, Fluide in kontrollierter Weise über Düsen oder ähnliche Vorrichtungen abzugeben. Als ein Beispiel seien hier chemisch-mechanische Polierprozesse (CMP, chemical-mechanical polishing) genannt, wie sie in der Halbleiterindustrie eingesetzt werden. Bei solchen Prozessen wird eine üblicherweise als Slurry bezeichnete Suspension aus typischerweise sehr feinen Feststoffpartikeln und einer Flüssigkeit auf einen rotierenden Wafer aufgebracht und dient dort zum Polieren bzw. Läppen der sehr feinen Halbleiterstrukturen. Ein anderes Beispiel ist das Aufbringen von Fotolack auf den Wafer.

[0003] Eine hierfür geeignete und vom Stand der Technik bekannte Abgabevorrichtung ist in Fig. 1 veranschaulicht. Die Abgabevorrichtung 1' umfasst einen Vorratsbehälter 2', der mit dem Fluid, z. B. Slurry, gefüllt ist. Der Vorratsbehälter 2' hat einen Ausgang 4', an dem eine Druckleitung 5' angeschlossen ist, die sich über eine Rezirkulationspumpe R' bis zu einem Eingang 6' an dem Vorratsbehälter 2' erstreckt. Stromabwärts der Rezirkulationspumpe R' sind mehrere Entnahmestellen 7' in der Druckleitung 5' vorgesehen, die zu Düsen oder sonstigen - üblicherweise als Tool bezeichneten - Apparaturen führen, mit denen das Fluid auf die Wafer aufgebracht wird. Jede Entnahmestelle 7' ist mit einem Ventil 8' versehen, um die Strömungsverbindung zu der jeweiligen Apparatur zu öffnen oder zu verschliessen. Sind alle Entnahmestellen 7' geschlossen, so bewirkt die Rezirkulationspumpe R' eine blosse Zirkulation des Fluids.

[0004] Der gewünschte Druck, mit dem das Fluid durch die Druckleitung 5' und die offenen Entnahmestellen 7' zu den Apparaturen gefördert und dort bereitgestellt wird, lässt sich durch Druckbeaufschlagung des Fluids in dem Vorratsbehälter 2' generieren. Dazu ist an dem Vorratsbehälter 2' ein Einlass 10' vorgesehen, durch welchen über ein Druckregelventil 11' ein Druckmittel in den Vorratsbehälter einbringbar ist, wie dies symbolisch durch den Pfeil G dargestellt ist. Als Druckmittel wird üblicherweise ein Gas, z. B. Stickstoff, verwendet, mit dem im Vorratsbehälter 2' ein Überdruck von beispielsweise 0,5 bar aufrechterhalten wird.

[0005] Eine solche Vorrichtung weist jedoch Nachteile auf. Um den Überdruck im Vorratsbehälter 2' zu generieren, muss dieser gasdicht ausgestaltet sein, was apparativ ziemlich aufwändig ist. Zudem ist es nicht ohne weiteres möglich, neues Fluid in den Vorratsbehälter 2' einzufüllen, wenn der Füllstand zu niedrig wird. Auch ist eine Änderung des Drucks im Vorratsbehälter 2' und damit eine Änderung des Förderdrucks umständlich und zeitintensiv. Ferner ist es möglich, dass das

Druckmedium (Gas) in das Fluid eindringt bzw. in dem Fluid in Lösung geht, was zu unerwünschten Änderungen in der Zusammensetzung des Fluids führen kann. Ein weiteres Problem kann bei Suspensionen wie z. B. Slurry auftreten, oder bei Fluiden, die zu Separationen oder Verklumpungen neigen, weil die durch die Rezirkulationspumpe R' verursachte Zirkulation in der Regel zu gering ist, um im Vorratsbehälter 2' eine für eine stetige Durchmischung ausreichende Fluidbewegung zu gewährleisten. Daher sind oft zusätzliche Massnahmen notwendig, um eine ausreichende Bewegung bzw. Durchmischung des Fluids im Vorratsbehälter 2' dauerhaft zu sichern.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Abgabevorrichtung für ein Fluid bereitzustellen, welche die genannten Nachteile nicht aufweist. Die Abgabevorrichtung soll in einfacher Weise eine ausreichende Durchmischung des Fluids und seine Bereitstellung in einer Druckleitung ermöglichen.

[0007] Die diese Aufgabe lösende Abgabevorrichtung ist durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gekennzeichnet.

[0008] Erfindungsgemäss wird also eine Abgabevorrichtung für ein Fluid vorgeschlagen, mit einem Vorratsbehälter für das Fluid, der einen Ausgang aufweist, welcher mit einer Druckleitung für das Fluid verbindbar ist, und mit einer Rotationspumpe, die einen Rotor zum Fördern des Fluids in die Druckleitung aufweist, wobei der Rotor zur Durchmischung des Fluids unmittelbar im Ausgang des Vorratsbehälters angeordnet ist.

[0009] Die Rotationspumpe erfüllt somit zwei Funktionen: Zum einen fördert sie das Fluid in die Druckleitung (Pumpfunktion), und zum anderen gewährleistet die Anordnung des Rotors unmittelbar im Ausgang des Vorratsbehälters eine gute und ständige Durchmischung des Fluids im Vorratsbehälter (Rührfunktion). Damit kann ein Ausscheiden oder Absetzen von Partikeln in Suspensionen, ein Verklumpen oder eine Phasenseparation in dem Fluid wirkungsvoll verhindert werden.

[0010] Für eine möglichst gute Durchmischung ist es vorteilhaft, wenn die Rotationspumpe einen Einlass aufweist, dessen Öffnung mindestens dreissig Prozent, insbesondere mindestens fünfzig Prozent des Durchmessers des Rotors beträgt.

[0011] Vorzugsweise ist eine Kontrolleinheit für die Rotationspumpe vorgesehen, welche den Förderdruck der Rotationspumpe über die Drehzahl des Rotors einstellt. Wird die Rotationspumpe in einem Arbeitsbereich mit einem geringen Wirkungsgrad betrieben, so existiert für ein gegebenes Fluid ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Drehzahl des Rotors und dem Druck am Ausgang der Pumpe. Dies hat den grossen Vorteil, dass der Druck, mit dem das Fluid bereitgestellt wird, in einfacher Weise und in sehr kurzer Zeit, eingestellt bzw. verändert werden kann. Eine aufwändige Druckbeaufschlagung des Fluids im Vorratsbehälter ist somit nicht mehr notwendig.

[0012] Im Hinblick auf eine apparativ möglichst einfache Ausgestaltung ist es vorteilhaft, wenn der Rotor in einem Rotorgehäuse vorgesehen ist, das einen Teil der Wandung des Vorratsbehälters bildet.

[0013] Die Rührfunktion des Rotors lässt sich positiv beeinflussen, wenn der Rotor so ausgestaltet und angeordnet ist, dass er zumindest teilweise in den Vorratsbehälter hineinreicht.

[0014] Vorzugsweise umfasst der Rotor mehrere Flügel, die sich in den Vorratsbehälter hinein erstrecken. Dies lässt sich insbesondere dadurch realisieren, dass die Flügel im Vergleich zu bekannten Rotationspumpen überdimensioniert sind, also deutlich grösser sind. Die Flügel dienen somit neben der Druckerzeugung auch als Rührelemente, welche das Fluid im Vorratsbehälter in Bewegung halten.

[0015] Auch ist es vorteilhaft, wenn die Rotationspumpe einen Stator zum Antreiben des Rotors aufweist, wobei der Rotor bezüglich des Stators berührungslos magnetisch gelagert ist. Durch diese Massnahme sind keine Dichtungen an Wellenlagern notwendig und die Gefahr von Beschädigungen solcher Dichtungen, beispielsweise durch abrasive Partikel, wird vermieden.

[0016] Besonders bevorzugt ist die Rotationspumpe als lagerloser Motor ausgestaltet ist und der Rotor als Integralrotor, weil dies eine sehr kompakte und platzsparende Ausgestaltung darstellt.

[0017] Um die Durchmischung und/oder Homogenisierung des Fluids im Vorratsbehälter noch zu verbessern, kann es vorteilhaft sein, Leitelemente in dem Vorratsbehälter vorzusehen.

[0018] In einer bevorzugten Verwendung dient die erfindungsgemässe Abgabevorrichtung zum Abgeben von Suspensionen, insbesondere von Slurry, speziell in einem CMP-Prozess, oder zum Abgeben von Fotolack.

[0019] Weitere bevorzugte Verwendungen der erfindungsgemässen Abgabevorrichtung sind das Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit sowie die Überprüfung von Eigenschaften eines Fluids, insbesondere die Überprüfung des Mischungsverhältnisses in einem Fluid, das sich aus mehreren Komponenten zusammensetzt.

[0020] Weitere vorteilhafte Massnahmen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0021] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der schematischen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: Eine schematische Darstellung einer bekannten Abgabevorrichtung (Stand der Technik),

Fig. 2: eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Abgabevorrichtung,

Fig. 3: eine Variante für einen Vorratsbehälter, und

Fig. 4: eine schematische Darstellung eines weite-

ren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Abgabevorrichtung.

[0022] Fig. 1 zeigt eine Abgabevorrichtung 1', die Stand der Technik darstellt und bereits eingangs erläutert wurde.

[0023] Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Abgabevorrichtung, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Die Abgabevorrichtung 1 umfasst einen Vorratsbehälter 2 für ein Fluid F, der einen Ausgang 4 aufweist. Im Ausgang 4 ist eine Rotationspumpe 3 mit einem Rotor 31 vorgesehen, die hier als Zentrifugalpumpe ausgebildet ist. Der Auslass 41 der Rotationspumpe 3 ist mit einer Druckleitung 5 verbunden, die sich von diesem Auslass 41 der Rotationspumpe 3 über ein Druckreduzierventil 9 bis zu einem Eingang 6 des Vorratsbehälters 2 erstreckt. Die Druckleitung 5 weist stromaufwärts des Druckreduzierventils 9 mindestens eine - hier beispielsweise drei - Entnahmestelle 7 auf, von denen jede über eine Leitung 71 mit einer Apparatur T zum Abgeben des Fluids F, z. B. einer Düse, oder einem Tool verbunden ist. In jeder Leitung 71 ist ein Ventil 8 vorgesehen, mit welchem die Strömungsverbindung zwischen der Entnahmestelle 7 und dem Tool T separat geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

[0024] Der Ausgang 4 ist am Boden des Vorratsbehälters 2 angeordnet. Die Öffnung des Ausgangs 4 - womit sein Durchmesser gemeint ist - ist identisch mit der Öffnung B des Einlasses 30 der Rotationspumpe 3. Diese Öffnung B ist grösser als der halbe Durchmesser des Rotors 31.

[0025] Im Folgenden wird beispielhaft auf eine für die Praxis besonders wichtige Verwendung Bezug genommen, nämlich, dass die erfindungsgemässe Abgabevorrichtung 1 in einem CMP-Prozess (CMP: chemical-mechanical polishing) in der Halbleiterindustrie eingesetzt wird. Bei diesen Prozessen wird eine als Slurry bezeichnete Suspension von feinen Festkörperteilchen in einer Flüssigkeit auf einen rotierenden Wafer aufgebracht und dient dort zum Läppen bzw. Polieren der sehr feinen Halbleiterstrukturen. Das Fluid F ist in diesem Beispiel die als Slurry bezeichnete Suspension. Die Apparate oder Tools T umfassen jeweils eine Düse oder ein sonstiges Mittel, mit welchem das Fluid F auf den Wafer aufbringbar ist.

[0026] Mit Rotationspumpen, die auch als Kreisel-pumpen bezeichnet werden, sind alle diejenigen Pumpvorrichtungen gemeint, die einen Rotor 31 bzw. ein Flügelrad aufweisen, durch dessen Rotation ein Impulsübertrag auf das zu fördernde Fluid erfolgt. Der Begriff Rotationspumpe umfasst insbesondere Zentrifugalpumpen, Axialpumpen und Seitenkanalpumpen. Typischerweise stehen bei einer Rotationspumpe der Einlass und der Auslass in ständiger Strömungsverbindung. Es sind also beispielsweise keine Ventile zwischen Pumpeneinlass und Auslass 41 vorgesehen.

[0027] Erfindungsgemäss ist der Rotor 31 zur Durch-

mischung des Fluids F unmittelbar im Ausgang des Vorratsbehälters 2 angeordnet. Bei diesem Ausführungsbeispiel ragt der Rotor 31 zur Durchmischung des Fluids F zumindest teilweise in den Vorratsbehälter 2 hinein. Somit dient die Rotationspumpe 3 nicht nur dem Pumpen des Fluids F, sondern auch als Rührwerk, welches das Fluid F in dem Vorratsbehälter 2 durchmischt. Zu diesem Zwecke weist der Rotor 31 mehrere Flügel 311 auf, welche deutlich grösser ausgestaltet sind als bei bekannten Rotationspumpen vergleichbarer Dimensionierung. Wie dies Fig. 2 und auch Fig. 3 zeigen, reichen die Flügel 311 in den Vorratsbehälter 2 hinein und sorgen hier (bei Rotation des Rotors 3) für eine Zirkulation des Fluids wie sie durch die Pfeile Z angedeutet ist.

[0028] Die Darstellung der Flügel 311 in Fig. 2 und Fig. 3 ist natürlich nur beispielhaft zu verstehen. Die Flügel können noch weitere Ansätze oder grössere Flächen oder andere geeignete Mittel aufweisen, um die Rührfunktion positiv zu beeinflussen.

[0029] Der Rotor 31 ist in einem Rotorgehäuse 312 angeordnet, das einen Teil der Wandung des Vorratsbehälters 2 bildet. Das Rotorgehäuse 312 kann integraler Bestandteil des Vorratsbehälters 2 sein oder als separates Teil an diesem befestigt sein.

[0030] Die Rotationspumpe 3 umfasst ferner einen Stator 32 mit einer Statorwicklung 322, um den Rotor 31 elektrisch anzutreiben. Ferner ist eine Kontrolleinheit 12 vorgesehen, welche die Rotationspumpe 3 ansteuert und regelt. Der Stator 32 umgibt das Rotorgehäuse 312. Vorzugsweise ist der Stator 32 als Stator eines sogenannten Tempelmotors ausgestaltet. Das heisst (siehe Fig. 2 und Fig. 3), der Stator 32 weist mehrere durch einen Rückschluss verbundene Statorzähne auf, wobei jeder Statorzahn L-förmig mit einem kürzeren und einem längeren Schenkel ausgebildet ist. Der längere Schenkel erstreckt sich jeweils parallel zur Drehachse des Rotors und der kürzere Schenkel verläuft radial nach innen auf die Drehachse zu. Die längeren Schenkel tragen die Statorwicklung 322.

[0031] Insbesondere für solche Fluide, die Festkörperpartikel enthalten oder die hochrein sind, hat die Rotationspumpe 3 vorzugsweise einen vollständig magnetisch gelagerten Rotor 31, das heisst der Rotor 31 ist bezüglich des Stators 32 berührungslos magnetisch gelagert. Die Abwesenheit mechanischer Lager für den Rotor 31 hat mehrere Vorteile. So wird das Problem vermieden, dass abrasive Partikel mechanische Lager beschädigen können. Ferner besteht keine Gefahr der Verunreinigung des Fluids durch Schmiermittel oder Lagerabrieb. Auch werden Dichtungsprobleme vermieden.

[0032] Apparativ besonders einfach und energetisch günstig ist es, wenn der Rotor 31 permanentmagnetisch ist. Dazu umfasst der Rotor 31 einen Permanentmagnet, beispielsweise einen permanentmagnetischen Ring 313. Dieser Ring 313 ist um eine zentrale Bohrung 314 herum angeordnet, die sich entlang der Soll-Drehachse des Rotors 31 durch diesen hindurch erstreckt.

Die Magnetisierung des Rings 313 ist durch die Pfeile (ohne Bezugszeichen) in seinem Innern angedeutet.

[0033] Eine besonders bevorzugte Rotationspumpe wird z. B. in der EP-A-0 819 330 bzw. der US-A-6,100,618 offenbart. Diese Rotationspumpe weist einen sogenannten Integralrotor auf und ist als lagerloser Motor ausgestaltet. Mit dem Begriff Integralrotor ist dabei gemeint, dass der Pumpenrotor und der Rotor der Pumpe antreibenden Motors identisch sind. Der Rotor 31 fungiert sowohl als Rotor des motorischen Antriebs als auch als Rotor der Pumpe. Mit dem Begriff lagerloser Motor ist gemeint, dass der Rotor vollkommen magnetisch gelagert ist, wobei keine separaten Magnetlager vorgesehen sind. Der Stator 32 ist sowohl Stator des elektrischen Antriebs als auch Stator der magnetischen Lagerung. Dazu umfasst die Statorwicklung 322 eine Antriebswicklung der Polpaarzahl p sowie eine Steuerwicklung der Polpaarzahl $p \pm 1$. Damit ist es möglich, den Rotor 31 sowohl anzutreiben als auch vollkommen berührungslos magnetisch im Stator zu lagern. Bezüglich weiterer Details einer solchen Rotationspumpe sei hier auf die bereits zitierten Dokumente verwiesen.

[0034] Während des Betriebs generiert die von der Kontrolleinheit 12 angesteuerte Statorwicklung 322 ein Antriebsdrehfeld, das ein Drehmoment auf den Rotor 31 bewirkt und diesen in Rotation versetzt. Ferner generiert die Steuerwicklung der Statorwicklung 322 ein magnetisches Steuerfeld, mit welchem die Position des Rotors 31 bezüglich des Stators 32 regelbar ist.

[0035] Durch die Rotation des Rotors 31 wird das Fluid F durch den Einlass 30 der Rotationspumpe 3 angesaugt und durch den Auslass 41 in die Druckleitung 5 gefördert, wo das Fluid unter dem Förderdruck, beispielsweise 0,5 bar bis ein bar, bereitsteht. Ein kleiner Teil des Fluids F strömt durch die Bohrung 314 (wie dies der Doppelpfeil am darstellungsgemäss unteren Ende der Bohrung 314 in den Fig. 2 und 3 andeutet) und sorgt somit dafür, dass der Rotor 31 bezüglich des Axialschubs entlastet wird.

[0036] Je nachdem, welches oder welche der Ventile 8 geöffnet ist bzw. sind, gelangt das Fluid F aus der Druckleitung 5 durch die Leitungen 71 zu den einzelnen Tools T. Der Rest des Fluids F, der nicht an die Tools T abgegeben wird, gelangt über das Druckreduzierventil 9 und den Eingang 6 zurück in den Vorratsbehälter 2, wodurch eine Rezirkulation des Fluids F und damit eine Durchmischung im Vorratsbehälter 2 realisiert wird.

[0037] Neben dieser Pumpfunktion bewirkt die Rotationspumpe 3 auch noch direkt eine Durchmischung des Fluids F im Vorratsbehälter 2, weil die in den Vorratsbehälter 2 hineinragenden Flügel 311 als Rührwerkzeuge wirken und das Fluid 2 im Vorratsbehälter durchmischen.

[0038] Da bei diesem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Abgabevorrichtung 1 (Fig. 2) im Unterschied zu bekannten Abgabevorrichtungen (Fig. 1) der Förderdruck mit der Rotationspumpe 3 generiert wird und nicht durch Druckbeaufschlagung des Fluids mit ei-

nem Gas G, resultiert ein deutlich einfacherer Aufbau. Zudem muss der Vorratsbehälter 2 nicht gasdicht ausgelegt sein, was ein einfacheres Nachfüllen ermöglicht. Ausserdem besteht keine Gefahr, dass das als Druckmedium dienende Gas G das Fluid F im Vorratsbehälter 2 verunreinigt.

[0039] Ganz besonders bevorzugt stellt die Kontrolleinheit 12 den Förderdruck der Rotationspumpe 3 über die Drehzahl der Rotors 31 ein, was im Folgenden erläutert wird.

[0040] In der europäischen Patentanmeldung Nr. 01810790.4 der gleichen Anmelderin, wird vorgeschlagen, eine Rotationspumpe mit einem Wirkungsgrad zu betreiben, der deutlich kleiner ist als der maximale Wirkungsgrad der Rotationspumpe, beispielsweise höchstens 20 Prozent des maximalen Wirkungsgrads.

[0041] Mit dem Begriff Wirkungsgrad ist dabei der hydraulische Wirkungsgrad der Rotationspumpe gemeint, das heisst das Verhältnis aus hydraulischer Leistung (Förderleistung) der Pumpe und mechanischer Leistung für den Antrieb des Rotors (ohne gegebenenfalls vorhandene Reibungsverluste in Lagern oder ähnliches).

[0042] In der europäischen Patentanmeldung Nr. 01810790.4, deren Inhalt hiermit zum integralen Bestandteil der vorliegenden Anmeldung erklärt wird, wird erläutert, dass für solche Betriebsbereiche der Rotationspumpe 3, in denen der Wirkungsgrad deutlich unter dem maximalen Wirkungsgrad liegt, ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Drehzahl des Pumpenrotors und dem Förderdruck (Förderhöhe) und auch zwischen der Drehzahl und dem Volumenstrom (Fluss) existiert. In diesen Betriebsbereichen ist der Förderdruck näherungsweise proportional zum Quadrat der Drehzahl des Rotors. Dies eröffnet die Möglichkeit, den Förderdruck direkt und ohne zusätzliche Druckmessung über die Drehzahl des Rotors 31 einzustellen bzw. zu regeln.

[0043] Der exakte mathematische Zusammenhang zwischen dem Förderdruck und der Drehzahl, der natürlich auch von den Eigenschaften des Fluids F abhängt, braucht nicht bekannt zu sein. Wesentlich ist nur, dass dieser Zusammenhang für solche Betriebsbereiche, in denen die Rotationspumpe 3 mit einem sehr kleinen Wirkungsgrad arbeitet ein-eindeutig ist. Es werden beispielsweise vorab Kalibrierungsmessungen durchgeführt, um die Druck-Drehzahl-Kurve zu ermitteln. Diese Kurve kann dann als mathematische Funktion, z. B. eine Polynomapproximation, oder als elektronische Nachschlag-Tabelle (look-up table) in einem Speicher der Kontrolleinheit 12 abgelegt werden. Während des Betriebs der Rotationspumpe 3 wird dann für den gewünschten Förderdruck die zugehörige Drehzahl in der Nachschlag-Tabelle nachgeschaut. Durch Einstellen der entsprechenden Drehzahl kann dann der gewünschte Förderdruck realisiert werden.

[0044] Der ein-eindeutige Zusammenhang zwischen Drehzahl und Förderdruck bzw. zwischen Drehzahl und

Volumenstrom hängt natürlich auch von dem zu fördernden Fluid F, insbesondere auch von seiner Viskosität ab. In der bereits zitierten europäischen Anmeldung Nr. 01810790.4 wird deshalb vorgeschlagen, den ein-eindeutigen Zusammenhang, der in Betriebsbereichen mit sehr niedrigem Wirkungsgrad existiert, zum Bestimmen der Viskosität bzw. der dynamischen Viskosität des Fluids zu verwenden. Diesbezüglich wird auf die Erläuterungen in dieser europäischen Patentanmeldung verwiesen. In sinngemäss gleicher Weise kann auch die erfindungsgemässe Abgabevorrichtung 1 dazu verwendet werden, um Eigenschaften des Fluids F, wie beispielsweise seine Viskosität oder auch seine Dichte oder andere daraus ableitbare Grössen zu bestimmen oder zu überwachen. Somit eröffnet sich die Möglichkeit, mit der erfindungsgemässen Abgabevorrichtung 1 zusätzlich eine Qualitätskontrolle des Fluids online bzw. inline durchzuführen.

[0045] Die Bestimmung der Viskosität des Fluids F erfolgt anhand des Motorstroms, mit welchem die Rotation des Rotors 31 angetrieben wird. Der Motorstrom ist direkt ein Mass für das Drehmoment, mit welchem der Rotor 31 angetrieben wird. Insbesondere im Falle der bevorzugten Ausgestaltung der Rotationspumpe als lagerloser Motor ist aufgrund der magnetischen Lagerung des Rotors keine mechanische Lagerreibung vorhanden, sodass das Drehmoment, mit welchem der Rotor angetrieben wird, in sehr guter Näherung mit dem auf das Fluid übertragenen Drehmoment übereinstimmt.

[0046] Aufgrund des sehr geringen Wirkungsgrads, mit welchem die Rotationspumpe 1 in dem hier beschriebenen Betriebszustand betrieben wird, wird praktisch das gesamte Drehmoment und damit die mechanische Leistung, die das Flügelrad bzw. der Rotor 31 auf das Fluid überträgt, in Flüssigkeitsreibungsverluste umgewandelt. Somit ist das Drehmoment des Rotors 31 direkt ein Mass für die Viskosität, genauer gesagt die dynamische Viskosität des Fluids, denn die mechanische Leistung des Rotors 31 wird fast vollständig in Reibungsverluste des Fluids umgewandelt.

[0047] Wie bereits erwähnt, entspricht das Drehmoment, welches der Rotor auf die Flüssigkeit überträgt, im wesentlichen, das heisst bis auf mechanische Reibungsverluste, dem Antriebsdrehmoment, mit dem der Rotor angetrieben wird. Dies trifft insbesondere für magnetisch gelagerte Rotoren zu. Das Antriebsdrehmoment wiederum ist durch den Motorstrom gegeben, welcher den Rotor antreibt. Mit dem Motorstrom ist dabei der auch als Ankerstrom bezeichnete drehmomentbildende Anteil des Stroms in dem elektrischen Antrieb gemeint. Insbesondere in feldorientierten Drehstrommotoren und auch in Gleichstrommotoren ist der Ankerstrom ein sehr gutes Mass für das Drehmoment, mit welchem der Rotor angetrieben wird.

[0048] Somit existiert in dem Betriebsbereich, in dem die Rotationspumpe 3 nur mit einem Bruchteil ihres maximalen Wirkungsgrads arbeitet, ein direkter Zusammenhang zwischen dem Motorstrom, mit dem die Pumpe

pe angetrieben wird, und der Viskosität des Fluids. Durch eine Messung des Motorstroms kann somit die dynamische Viskosität des zu fördernden Fluids in einfacher Weise und online bestimmt werden.

[0049] In sinngemäss gleicher Weise lassen sich auch andere Eigenschaften des Fluids, beispielsweise seine Dichte oder das Mischverhältnis zweier Komponenten des Fluids F ermitteln, wenn die Rotationspumpe 3 in solchen Betriebszuständen betrieben wird, in denen sie einen sehr geringen Wirkungsgrad hat.

[0050] Gerade im Hinblick auf die Qualitätsüberwachung oder die Bestimmung von Parametern des Fluids F kann es vorteilhaft sein, wenn an der Rotationspumpe 3, beispielsweise aussen am Rotorgehäuse 312 ein Temperatursensor 315 (siehe Fig. 3) vorgesehen ist, mit welchem die Temperatur des Fluids F erfassbar ist.

[0051] In solchen Betriebsbereichen, in denen die Rotationspumpe 3 nur mit einem Bruchteil ihres maximalen Wirkungsgrads arbeitet, kann also der Förderdruck, unter welchem das Fluid F in der Druckleitung 5 bereitgestellt wird, von der Kontrolleinheit 12 direkt über die Drehzahl des Rotors 31 eingestellt und geregelt werden. Somit lässt sich eine extrem schnelle elektrische bzw. elektronische Einstellung des Förderdrucks realisieren. Der Förderdruck ist beispielsweise in Zeitintervallen von weniger als 100 Millisekunden Länge regelbar.

[0052] Fig. 4 veranschaulicht ein weiteres Ausführungsbeispiel, welches insbesondere für solche Verwendungen geeignet ist, bei denen die Viskosität des Fluids oder andere seiner Eigenschaften ermittelt werden sollen. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zum Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2 eingegangen. Die Bezugszeichen haben die bereits eingeführte Bedeutung.

[0053] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind Mittel zum Regeln des Füllstands des Vorratsbehälters 2 vorgesehen. Diese Mittel umfassen einen Tank 13 eine Verbindungsleitung 14, welche den Tank 13 mit dem Vorratsbehälter 2 verbindet, und ein konstantes Gasvolumen 15, das in dem Vorratsbehälter 2 vorgesehen ist. Dieses Gasvolumen 15 kann natürlich auch Null sein. Zweck dieser Mittel 13, 14, 15 ist es, den Füllstand im Vorratsbehälter 2 konstant zu halten. Der Tank 13 hat einen variablen Füllstand, er kann auch nachgefüllt werden. Falls nun mittels der Rotationspumpe 3 aus dem Vorratsbehälter 2 Fluid F entnommen wird, so strömt aus dem Tank 13 durch die Verbindungsleitung 14 Fluid nach. Auf diese Weise lässt sich ein konstanter Füllstand FS im Vorratsbehälter 2 einregeln.

[0054] Die Füllstandsregelung im Vorratsbehälter 2 ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn mit der erfindungsgemässen Abgabevorrichtung 1 die Viskosität oder andere Eigenschaften des Fluids F bestimmt oder überwacht werden sollen. Durch den konstanten Füllstand FS im Vorratsbehälter 2 ist nämlich gewährleistet, dass immer gleich viel Fluid F bzw. Flüssigkeit (das heisst die gleiche Menge) im Vorratsbehälter 2 mit Rühr-

leistung beaufschlagt wird. Diese Rührleistung ist daher in besonders guter Weise ein Mass für die spezifische Flüssigkeitsreibung und stellt somit ein genaues Mass für die Viskosität dar. Damit wird eine deutlich genauere Bestimmung der Viskosität oder anderer Eigenschaften des Fluids ermöglicht.

[0055] Ferner ist es möglich - wie dies in Fig. 4 angedeutet ist - dass der Vorratsbehälter 2 mit zwei -beispielsweise unterschiedlichen- Komponenten wie Flüssigkeiten und/oder Gasen gespeist wird, nämlich mit einer ersten Komponente die aus dem Tank 13 durch die Verbindungsleitung 14 in den Vorratsbehälter einströmt, und mit einer zweiten Komponente, die durch eine weitere Leitung 16 aus einem weiteren, nicht dargestellten Tank einströmt.

[0056] Der Vorratsbehälter 2 dient dann als Mischbehälter, in welchem die beiden Komponenten zu dem Fluid vermischt werden. In sinngemäss gleicher Weise wie dies für die Viskosität erläutert wurde, kann dann mit der erfindungsgemässen Abgabevorrichtung 1 das Mischverhältnis der beiden Komponenten überwacht bzw. überprüft werden.

[0057] Ferner zeigt Fig. 4 noch eine Variante für die Ausgestaltung und die Anordnung des Rotors 31. Hier ist der Rotor 31 so ausgestaltet und angeordnet, dass seine Flügel 311 nicht in den Vorratsbehälter 2 hinein reichen. Die Öffnung B bzw. der Durchmesser B des Einlasses 30 beträgt auch hier mehr als fünfzig Prozent des Durchmessers des Rotors 31, um eine gute Durchmischung zu erzielen.

[0058] Fig. 3 zeigt noch eine Variante für den Vorratsbehälter 2. Die Bezugszeichen haben die gleiche Bedeutung, die bezüglich Fig. 2 erläutert wurde. Bei dieser Variante sind das Rotorgehäuse 312 am Boden des Vorratsbehälters 2 und die Flügel 311 etwas modifiziert. Zudem sind in dem Vorratsbehälter 2 statische Leitelemente 21 vorgesehen. Diese bewirken, dass die von der Rotationspumpe 3 generierten Fluidströmungen weiter nach oben (darstellungsgemäss bezüglich Fig. 3) geleitet werden, wie dies die Pfeile mit dem Bezugszeichen Z andeuten. Insbesondere bei grösseren Vorratsbehältern 2 kann durch eine solche Massnahme gewährleistet werden, dass die ständige Durchmischung des Fluids F den gesamten Vorratsbehälter 2 umfasst und nicht lokal auf die Nachbarschaft des Rotors 3 beschränkt bleibt.

[0059] Die erfindungsgemässe Abgabevorrichtung 1 ist insbesondere für solche Fluide F vorteilhaft, die zu Verklumpungen, Phasenseparationen, Ausscheidungen oder Absetzen von Partikeln neigen, beispielsweise für Suspensionen, speziell Slurry Lösungen. Durch die Rezirkulation und die direkt vom Rotor 31 erzeugte Rührwirkung bleibt das im Vorratsbehälter 2 befindliche Fluid F in Bewegung, sodass eine stetige Durchmischung erfolgt.

[0060] Natürlich ist die erfindungsgemässe Abgabevorrichtung 1 nicht auf die hier beschriebene Anwendung, nämlich der Förderung einer Slurry-Suspension

bzw. CMP-Prozesse beschränkt. Sie eignet sich unter anderem auch allgemein für das Fördern von Suspensionen, Emulsionen, Farben, Lebensmitteln (z. B. Säfte oder Konzentrate).

[0061] Ein besonderer Vorteil ist die Kombination von Pumpfunktion und Rührfunktion, wobei der Förderdruck in sehr einfacher Weise und äusserst schnell auf elektronische Weise einstellbar und regelbar ist.

Patentansprüche

1. Abgabevorrichtung für ein Fluid mit einem Vorratsbehälter (2) für das Fluid, der einen Ausgang (4) aufweist, welcher mit einer Druckleitung (5) für das Fluid (F) verbindbar ist, und mit einer Rotationspumpe (3), die einen Rotor (31) zum Fördern des Fluids (F) in die Druckleitung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (31) zur Durchmischung des Fluids (F) unmittelbar im Ausgang (4) des Vorratsbehälters (2) angeordnet ist,
2. Abgabevorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Rotationspumpe (3) einen Einlass (30) aufweist, dessen Öffnung (B) mindestens dreissig Prozent, insbesondere mindestens fünfzig Prozent des Durchmessers des Rotors (31) beträgt,
3. Abgabevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, mit einer Kontrolleinheit (12) für die Rotationspumpe (3), welche den Förderdruck der Rotationspumpe (3) über die Drehzahl des Rotors (31) einstellt,
4. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Rotor (3) in einem Rotorgehäuse (312) vorgesehen ist, das einen Teil der Wandung des Vorratsbehälters (2) bildet,
5. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Rotor (31) so ausgestaltet und angeordnet ist, dass er zumindest teilweise in den Vorratsbehälter (2) hineinreicht,
6. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Rotor (31) mehrere Flügel (311) umfasst, die sich in den Vorratsbehälter (2) hinein erstrecken,
7. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Rotationspumpe (3) einen Stator (32) zum Antreiben des Rotors (31) aufweist, wobei der Rotor (31) bezüglich des Stators (32) berührungslos magnetisch gelagert ist,
8. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Rotationspumpe (3) als lagerloser Motor ausgestaltet ist und der Rotor (31) als Integralrotor,
9. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Rotor (31) permanentmagnetisch ist,
10. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher Leitelemente (21) in dem Vorratsbehälter (2) vorgesehen sind,
11. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Druckleitung (5), die sich von einem Auslass (41) der Rotationspumpe (3) bis zu einem Eingang (6) des Vorratsbehälters (2) erstreckt und mindestens eine Entnahmestelle (7) aufweist,
12. Abgabevorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit Mitteln (13, 14, 15) zum Regeln des Füllstands des Vorratsbehälters,
13. Verwendung einer Abgabevorrichtung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche zum Abgeben von Suspensionen, insbesondere von Slurry, speziell in einem CMP-Prozess, oder zum Abgeben von Fotolack,
14. Verwendung einer Abgabevorrichtung gemäss einer der Ansprüche 1-12 zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit,
15. Verwendung einer Abgabevorrichtung nach einem der Ansprüche 1-12 zum Überprüfen von Eigenschaften eines Fluids, insbesondere zum Überprüfen eines Mischverhältnisses

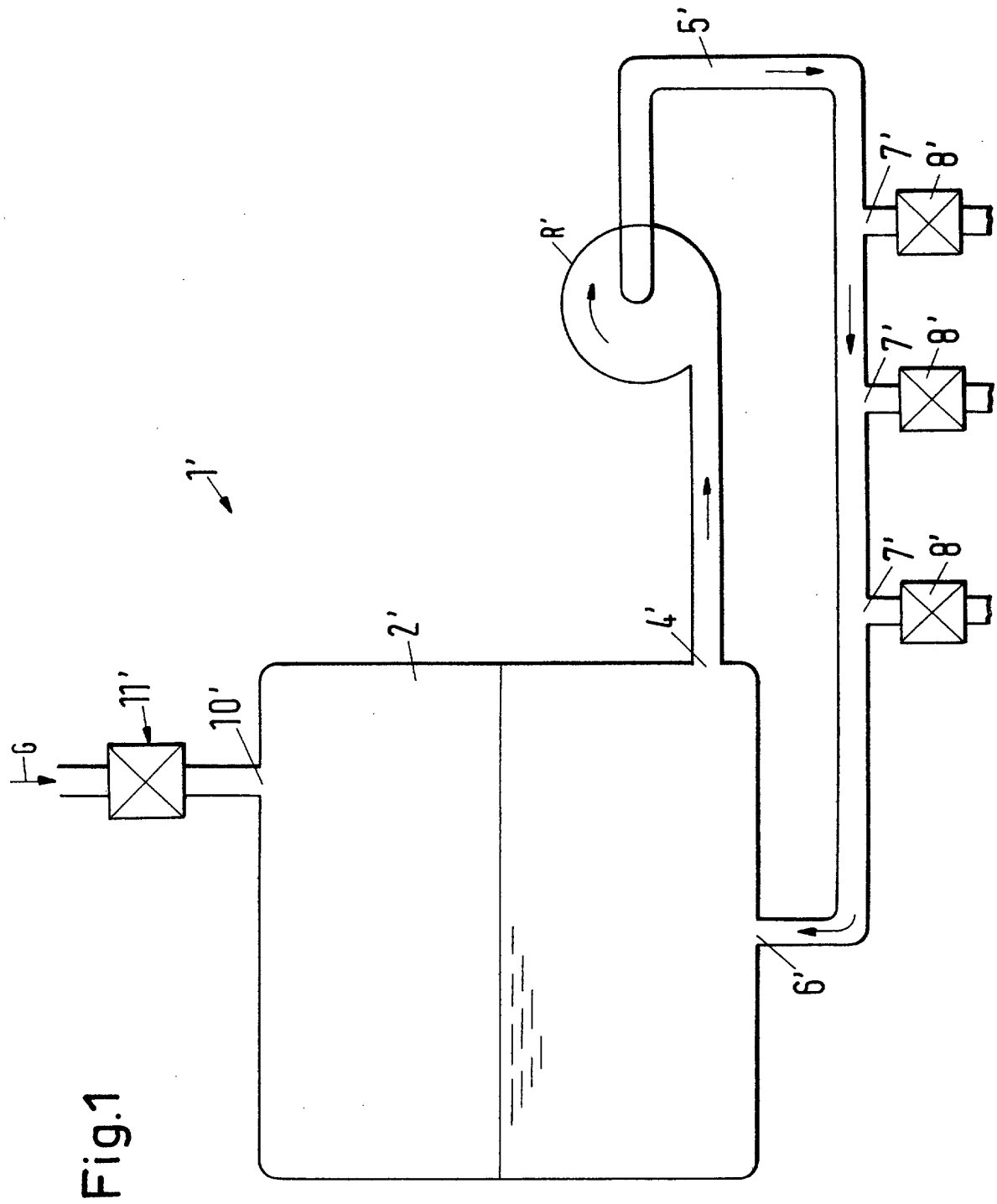


Fig. 2

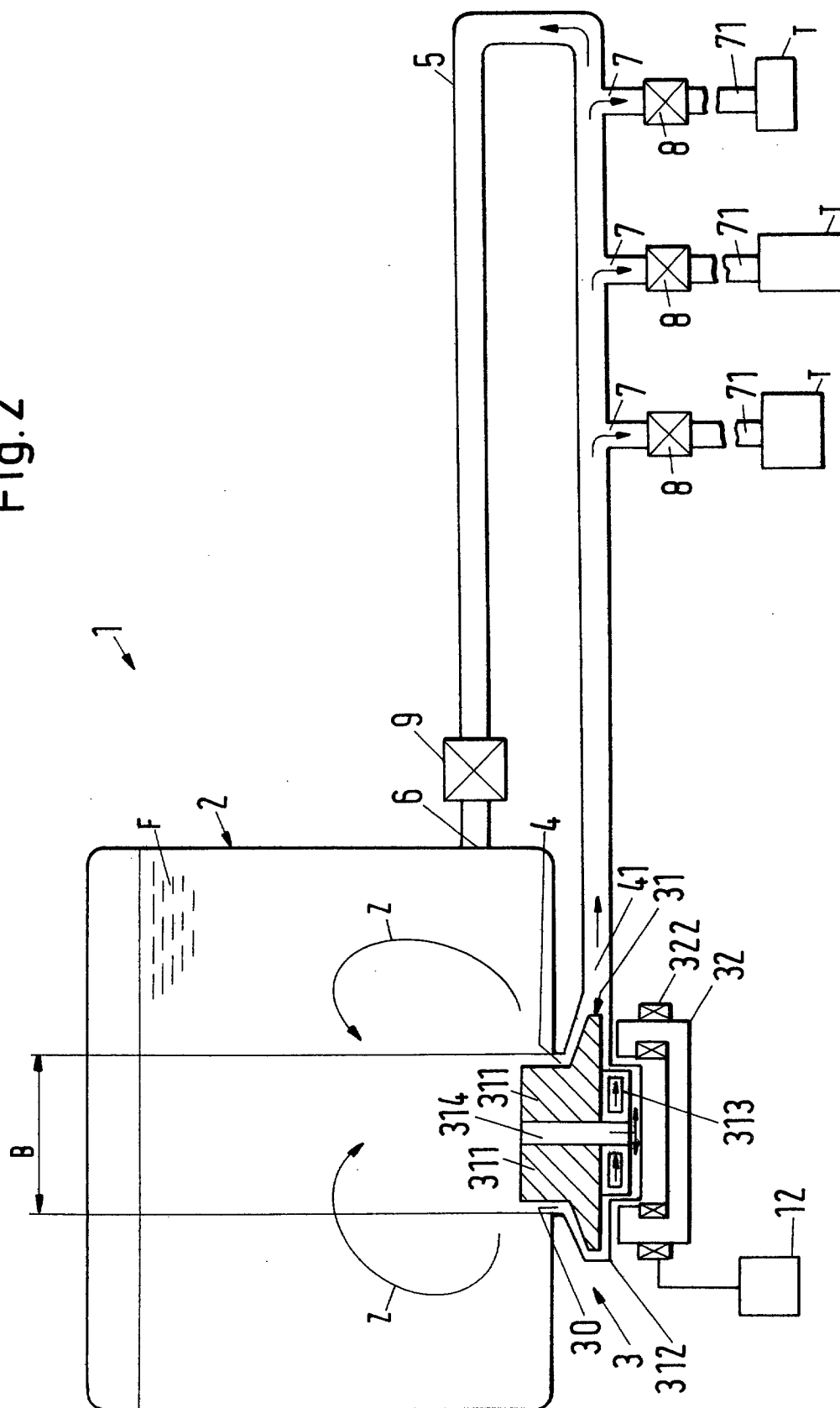


Fig.3

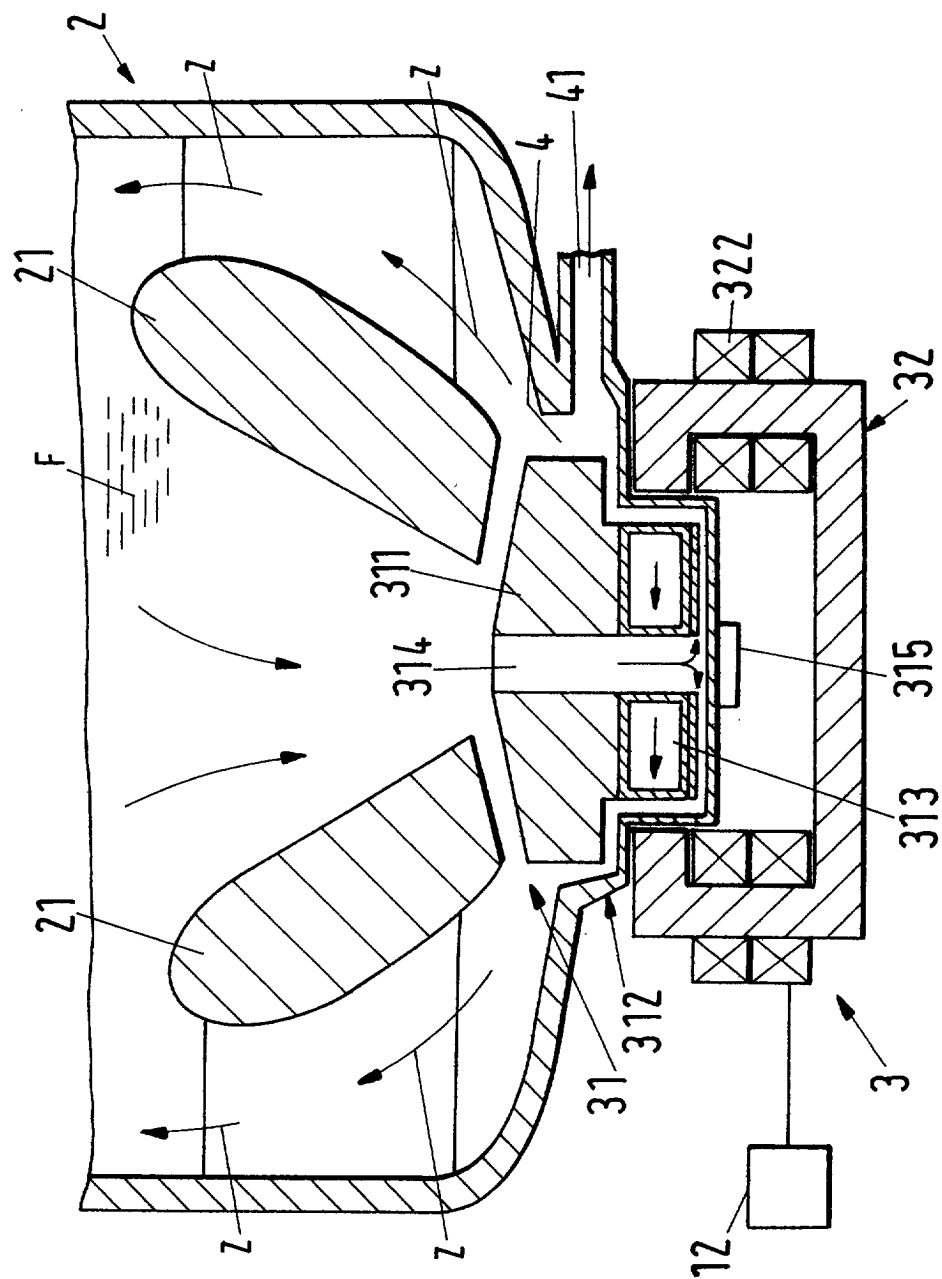
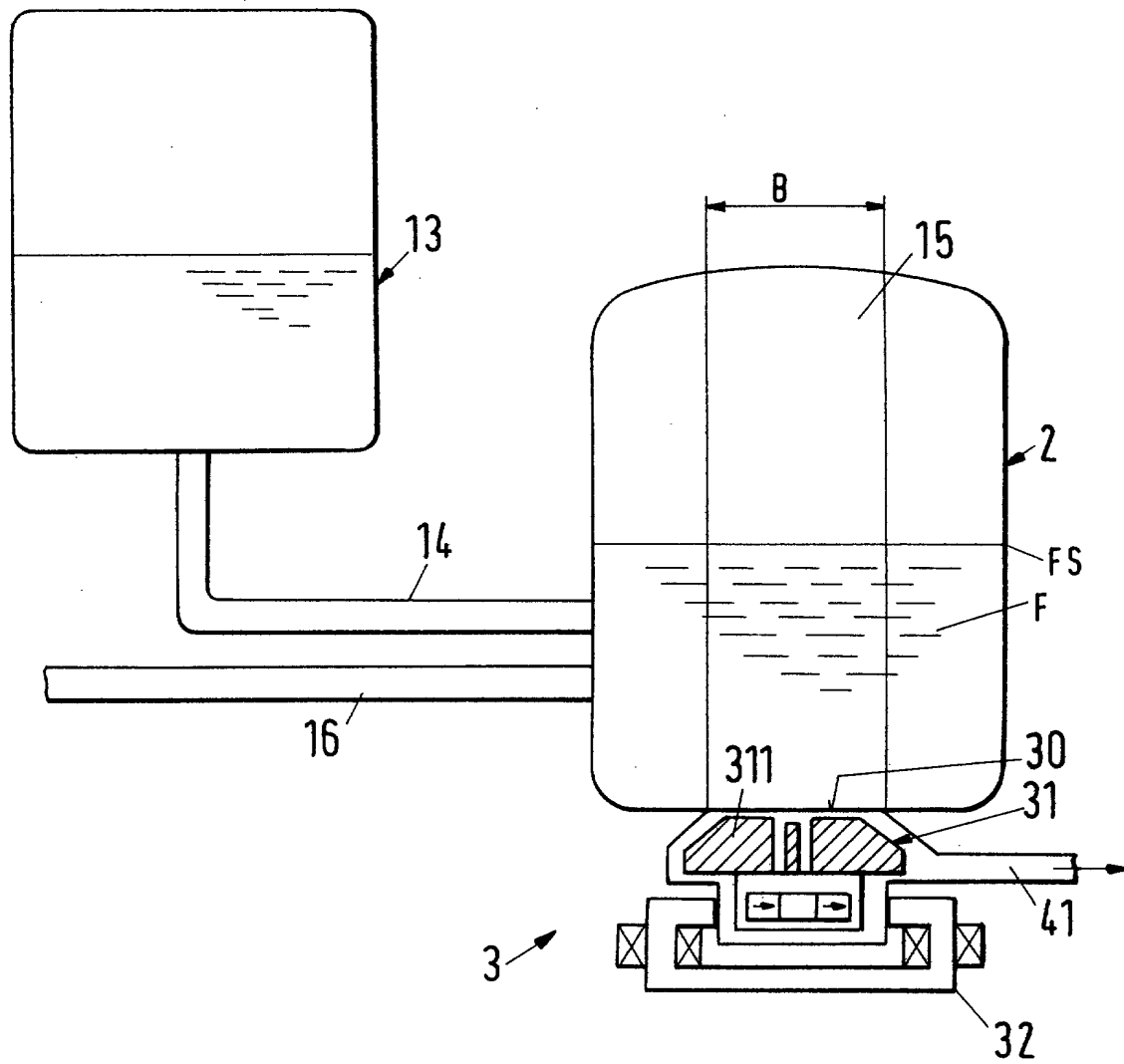


Fig.4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 40 5937

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	FR 2 536 575 A (SFERMI) 25. Mai 1984 (1984-05-25) * Anspruch 1 *	1,13-15	F04D13/16 B24B57/02
A	--- US 6 125 876 A (LAEDERICH THIERRY ET AL) 3. Oktober 2000 (2000-10-03) * Zusammenfassung *	1	
A	--- CH 426 391 A (LAEUPPI WERNER) 15. Dezember 1966 (1966-12-15) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 1 - rechte Spalte, Zeile 46 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F04D B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 5. Dezember 2002	Prüfer Fistas, N
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			

EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 02 40 5937

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

05-12-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2536575	A	25-05-1984	FR	2536575 A1	25-05-1984

US 6125876	A	03-10-2000	FR	2782506 A1	25-02-2000
			CN	1247381 A	15-03-2000
			EP	0980741 A1	23-02-2000
			JP	2000071173 A	07-03-2000
			KR	2000017362 A	25-03-2000
			SG	75972 A1	24-10-2000
			TW	411289 B	11-11-2000

CH 426391	A	15-12-1966	KEINE		

EPO FORM P0481

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