



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.11.2012 Patentblatt 2012/45

(51) Int Cl.:
F04D 13/06 ^(2006.01) **F04D 29/22** ^(2006.01)
F04D 29/24 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12163733.4**

(22) Anmeldetag: **11.04.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Engel, Erwin**
93093 Donaustauf (DE)
- **Weinzierl, Matthias**
84174 Eching (DE)
- **Zacharias, Jörg**
93096 Köchering (DE)

(30) Priorität: **02.05.2011 DE 102011075097**

(71) Anmelder: **Krones AG**
93073 Neutraubling (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser**
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Davidson, Hartmut**
93197 Zeitlarn (DE)

(54) **Vorrichtung zum Bewegen eines Fluids**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bewegen eines Fluids, umfassend ein Bewegungsteil, um das Fluid zu bewegen, und einen Synchronmotor, wobei der Synchronmotor einen Stator mit wenigstens einer Statorspule und einen Läufer mit wenigstens einem Läufermagneten umfasst, wobei das Bewegungsteil durch den Synchronmotor direkt antreibbar ist und als dessen Läufer fungiert.

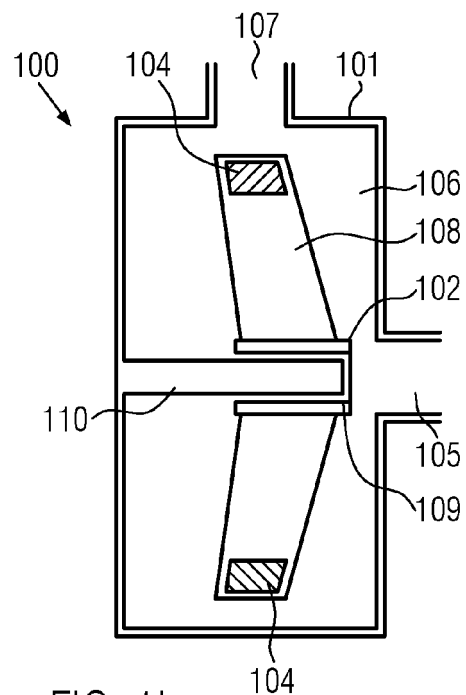


FIG. 1b

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bewegen eines Fluids, umfassend ein Bewegungsteil, um das Fluid in Bewegung zu versetzen, und einen Synchronmotor, wobei das Bewegungsteil durch den Synchronmotor direkt antreibbar ist und als dessen Läufer fungiert.

[0002] Vorrichtungen zum Bewegen von Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten, werden beispielsweise in der Getränkeindustrie verwendet. Dabei kann es sich bei einer solchen Vorrichtung um eine Pumpe, ein Rührwerk oder Ähnliches handeln.

[0003] Die DE 35 01 127 A1 zeigt eine Vorrichtung zum Herstellen von Mischgetränken, in welcher ein oder mehrere Dosierpumpen über ein Getriebe von einem Elektromotor angetrieben werden. Der Motor befindet sich dabei außerhalb der Pumpen. Eine solche Pumpe wird also extern betrieben, wobei sich jedoch das Problem ergibt, dass eine Antriebswelle vom Motor durch das Pumpengehäuse zu einem Laufrad, Impeller oder Ähnlichem geht. Damit ist der Einsatz von Gleitringdichtungen notwendig, um das Pumpengehäuse gegenüber dem Motor abzudichten.

[0004] Die folgenden Dokumente zeigen ähnliche Pumpen, bei denen jeweils eine Antriebswelle durch das Pumpengehäuse geht. Insbesondere zeigt die DE 43 15 234 A1 eine mehrstufige Kreispumpe zum Vermischen verschiedener Getränkekomponenten, die DE 100 52 797 A1 zeigt eine elektromotorisch angetriebene Pumpe, die DE 195 05 543 A1 zeigt eine Kreispumpe mit einem Drehzahlsensor und die EP 0 355 796 B1 zeigt eine Kreispumpe mit magnetisch gelagerter Welle.

[0005] Die DE 41 02 707 A1 zeigt unter anderem eine Ausführungsform einer Turbopumpe mit magnetisch gelagertem Flügelrad. Außerhalb des Pumpengehäuses befindet sich eine Anzahl Statorwicklungen, die durch Ein- und Ausschalten entsprechend der festgestellten Stellung eines mit jeder Statorwicklung verbundenen, kontaktlosen Steuerkommutators oder -stromwenders ein rotierendes Magnetfeld erzeugen, das das Flügelrad über daran angebrachte Permanentmagnete antreibt. Zwar kommt eine solche Pumpe ohne Gleitringdichtungen aus, die Erzeugung des rotierenden Magnetfelds ist jedoch kompliziert.

[0006] Die DE 39 42 679 A1 zeigt unter anderem Ausführungsformen einer Mischvorrichtung, die ein durch einen asynchronen Linearmotor angetriebenes Rührorgan umfasst. Der Sekundärteil des Motors ist dabei mit dem Rührorgan fest verbunden. Eine solche Mischvorrichtung kann ohne Gleitringdichtungen auskommen, wenn sich der Sekundärteil im Gehäuse befindet und das Rührorgan teilweise umschließt. Da hier jedoch ein Asynchronmotor benutzt wird, müssen die Induktionsströme im Sekundärteil derart fließen können, dass sich ein Magnetfeld aufbauen kann, womit starke Einschränkungen an dessen Form nötig sind. Da der Sekundärteil das Rührorgan teilweise umschließt, können sich zudem uner-

wünschte Turbulenzen bilden, die sich negativ auf die Effizienz der Vorrichtung auswirken.

[0007] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Bewegen von Fluiden bereitzustellen, die eine größere Flexibilität bei der förmlichen Ausgestaltung des Bewegungsteils erlaubt. Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zum Bewegen eines Fluids bereit, umfassend ein Bewegungsteil, um das Fluid zu bewegen, und einen Synchronmotor, wobei der Synchronmotor einen Stator mit wenigstens einer Statorspule und einen Läufer mit wenigstens einem Läufermagneten umfasst, wobei das Bewegungsteil durch den Synchronmotor direkt antreibbar ist und als dessen Läufer fungiert.

[0009] Das Bewegungsteil ist direkt, also ohne Getriebe, durch den Synchronmotor antreibbar. Da das Bewegungsteil als Läufer des Motors fungiert, fällt eine Antriebswelle vom Motor durch ein Gehäuse der Vorrichtung zum Bewegungsteil weg. Ein Synchronmotor ist ein Wechselstrommotor, bei dem der Läufer (im Falle eines Drehmotors auch Rotor genannt) über ein permanentes Magnetfeld verfügt. Im Gegensatz zu einem Asynchronmotor, wo das Läufermagnetfeld durch Induktion erzeugt wird, muss hier nicht auf Induktionsströme Rücksicht genommen werden. Dies erlaubt eine größere Freiheit bei der förmlichen Ausgestaltung des Bewegungsteils.

[0010] Ein Fluid kann hierbei eine Flüssigkeit, insbesondere ein Getränk oder eine Getränkekomponente, ein Reinigungsmedium oder ein Gas, insbesondere Kohlendioxid, sein. Der Begriff "Bewegen" kann hierbei ein generelles In-Bewegung-Versetzen und/oder In-Bewegung-Halten eines Fluids sein, insbesondere ein Pumpen, Fördern, Vermengen, Vermischen und/oder Verrühren.

[0011] Das Bewegungsteil kann ein oder mehrere Bewegungselemente, wie etwa Flügel, Blätter, Schaufeln oder Ähnliches, zum Übertragen von Bewegungsenergie auf das Fluid umfassen. Das Bewegungsteil kann auf einer Welle, Achse oder Ähnlichem gelagert sein. Dazu kann das Bewegungsteil eine Nabe umfassen.

[0012] Es kann wenigstens ein Läufermagnet im und/oder am Bewegungsteil angeordnet sein und/oder das Bewegungsteil kann selbst aus permanentmagnetischem Material bestehen und/oder das Bewegungsteil kann ganz oder teilweise mit permanentmagnetischem Material überzogen sein.

[0013] Die Läufermagnete können jeweils Permanentmagnete oder Elektromagnete sein. Insbesondere kann die Mehrheit der Läufermagnete entweder Permanentmagnete oder Elektromagnete sein. In einer Ausführungsform kann es sich bei allen Läufermagneten um Permanentmagnete handeln. Der Synchronmotor ist dann permanenterregt.

[0014] Die Läufermagnete können unter die Oberfläche des Bewegungsteils eingearbeitet sein. Die Oberfläche des Bewegungsteils kann ein beliebiges Material,

beispielsweise Edelstahl, aufweisen. Insbesondere kann das Material ein anderes Material umfassen als das der Läufermagnete. Das Material, aus dem das Bewegungsteil gefertigt ist, kann also Edelstahl umfassen.

[0015] Die Vorrichtung kann ein Gehäuse umfassen, das das Bewegungsteil wenigstens teilweise umschließt. Wenigstens eine Statorspule kann im oder am Gehäuse angeordnet sein und/oder außerhalb des Gehäuses angeordnet und von diesem beabstandet sein.

[0016] Das Gehäuse kann teilweise oder vollständig eine annähernd zylindrische Form aufweisen. Insbesondere kann das Gehäuse ein Rohrsegment oder Topf umfassen. Das Bewegungsteil kann sich im annähernd zylindrischen Teil des Gehäuses drehen oder darin linear bewegen.

[0017] Die Statorspulen können so im und/oder am Gehäuse angeordnet sein, dass deren Statormagnetfeld derart an die Läufermagnete am und/oder im Bewegungsteil koppelt, dass das Bewegungsteil durch das wechselnde Statormagnetfeld in Bewegung versetzt wird. Das Gehäuse kann dann gegenüber dem Stator abgeschlossen sein. Das Bewegungsteil kann auf verschiedene Arten im Gehäuse gelagert sein, beispielsweise über ein Kugellager auf einer Achse oder Innenwelle, die beispielsweise mit dem Gehäuse verbunden ist.

[0018] Der Stator kann auch vom Gehäuse beabstandet sein und insbesondere nicht am Gehäuse befestigt sein oder nicht mit diesem verbunden sein. Der Stator kann auch mobil sein.

[0019] Die Statorspulen können derart an der Außenseite des Gehäuses angebracht oder in das Gehäuse eingearbeitet sein, dass die Innenflächen des Gehäuses ein beliebiges Material, beispielsweise Edelstahl, aufweisen. Das Material, aus dem das Gehäuse gefertigt ist, kann beispielsweise Edelstahl umfassen. Das Gehäuse kann auch über an der Außenseite angeordnete Zapfen verfügen, um die die Statorspulen gewickelt werden.

[0020] Das Bewegungsteil kann den Stator des Synchronmotors wenigstens teilweise umschließen. Insbesondere kann sich der Stator dann im Gehäuse befinden.

[0021] Das Bewegungsteil kann einen ring- oder topfförmigen Teil umfassen, der den Stator wenigstens teilweise umschließt. Dieser ring- oder topfförmige Teil kann eine Nabe sein. An den Außenseiten des ring- oder topfförmigen Teils können sich Bewegungselemente zum Bewegen des Fluids befinden, die sich um den Stator herum drehen können.

[0022] Der Synchronmotor kann durch ein- oder mehrphasigen Wechselstrom betreibbar sein. Bei Benutzung von einphasigem Wechselstrom kann eine entsprechende Maschine zur Erzeugung von mehrphasigem Wechselstrom entfallen. Bei Benutzung mehrphasigen Wechselstroms, insbesondere dreiphasigen Wechselstroms (Drehstrom), kann ein höherer Wirkungsgrad erzielt werden.

[0023] Die wenigstens eine Statorspule kann eine Anzahl separater Wicklungen umfassen, die der Anzahl der Phasen des Wechselstroms entspricht. Bei einphasigem

Wechselstrom kann dies eine Wicklung sein. Bei Drehstrom können dies drei separate Wicklungen sein, die beispielsweise in alternierender Reihenfolge gewickelt sind. Die Wicklungen können auch gekapselt sein.

[0024] Ein annähernd zylindrischer Teil des Gehäuse kann mit einer entsprechenden Anzahl Wicklungen umwickelt sein, so dass sich das Bewegungsteil in der Statorspule bewegt. Alternativ sind dann auch eine oder mehrere Wanderfeldwicklungen als Statorspulen möglich.

[0025] Der Synchronmotor kann ein Drehmotor oder ein Linearmotor sein. Dadurch kann die Vorrichtung bei Benutzung eines Drehmotors eine rotative Pumpe und bei Benutzung eines Linearmotors eine Linearpumpe sein.

[0026] Der Synchronmotor kann in zwei Richtungen betreibbar sein. Dadurch kann die Förderrichtung, etwa in einem Rohr, leicht umgekehrt werden. Das Fluid kann so auch abgebremst werden.

[0027] Die Vorrichtung kann mehrere Statorspulen umfassen, wobei ein Läufermagnet während des Betriebs der Vorrichtung eine Rotationsbahn beschreibt, mehrere Statorspulen im Wesentlichen in derselben Ebene wie die Rotationsbahn angeordnet sind, und insbesondere im Wesentlichen auf einer mit der Rotationsbahn konzentrischen Bahn angeordnet sind.

[0028] Die Bezeichnung "im Wesentlichen" bedeutet, dass die Konfiguration geometrisch nicht perfekt sein muss. So kann es beispielsweise durch die bauliche Beschaffenheit des Gehäuses oder anderer Bestandteile zu Abweichungen kommen.

[0029] Sind die Statorspulen zudem im und/oder am Gehäuse, also möglichst dicht an der Rotationsbahn eines oder mehrerer Läufermagnete, angeordnet, dann kann durch diese Konfiguration eine maximale Kopplung der Läufermagnete an das Magnetfeld des Stators erreicht werden. Dadurch kann das Bewegungsteil ein hohes Drehmoment erzeugen.

[0030] Die Statorspulen können im Wesentlichen ringförmig, insbesondere auf einer mit der Rotationsachse des Bewegungsteils konzentrischen Kreisbahn, um das Bewegungsteil herum angeordnet sein. Es sind auch mehrere solcher Statorringe, d.h. im Wesentlichen ringförmig angeordnete Statorspulen, entlang der Rotationsachse des Bewegungsteils denkbar. Es sind auch mehrere Statorringe in einer Ebene denkbar, die jeweils konzentrisch zueinander sind und verschiedene Radien haben können. Es kann vorteilhaft sein, wenn jeder Statorring einen möglichst geringen Abstand zu wenigstens einer der Rotationsbahnen der Läufermagnete aufweist.

[0031] Die Statorspulenkonfiguration kann an die Form des Gehäuses angepasst werden. Die Statorspulen können im Wesentlichen auf einer elliptischen Bahn oder entlang eines Polygons angeordnet sein. Dies ist vorteilhaft, wenn das Gehäuse beispielsweise einen elliptischen oder polygonalen Querschnitt hat.

[0032] Das Bewegungsteil kann die Form eines Lauf- rads, eines Impellers, eines Flügelrads, eines Topfes,

eines Kolbens, eines Kreiskolbens, einer Schnecke, einer Schneckenwelle oder eines Rührflügels aufweisen.

[0033] Ein Bewegungselement des Bewegungsteils kann dann die Form eines Flügels, eines Blatts, einer Schaufel oder Ähnlichem haben. Im Falle eines Lauf- oder Flügelrades oder Impellers kann das röhren- oder ringförmige Außengehäuse wegfallen.

[0034] Die Vorrichtung kann eine Kreispumpe, eine Schnecken-, Exzenter- oder Kreiskolbenpumpe, eine einfach- oder doppeltwirkende Kolbenpumpe oder ein Rührwerk sein.

[0035] Im Falle einer Kreispumpe kann das Bewegungsteil insbesondere die Form eines Laufrads, eines Flügelrads oder eines Impellers haben. Laufräder können hier insbesondere die Form geschlossener Laufräder, d.h. Laufräder mit Trag- und Deckscheibe, halböffener Laufräder, d.h. Laufräder mit Tragscheibe aber ohne Deckscheibe, sowie offener Laufräder, d.h. Laufräder ohne Trag- und Deckscheibe, haben. Das Gehäuse kann so geformt sein, dass die Kreispumpe eine Radial- oder Halbaxialpumpe ist. Andere Arten von Kreispumpen sind ebenfalls denkbar.

[0036] Im Falle einer Verdrängerpumpe kann das Bewegungsteil insbesondere die Form eines Kreiskolbens, einer Schnecke oder einer Schneckenwelle haben. Andere Formen von Verdrängerpumpen sind ebenfalls realisierbar.

[0037] Im Falle einer Kolbenpumpe kann das Bewegungsteil insbesondere die Form eines Kolbens haben. Die Vorrichtung kann dabei mit einer oder mehreren Strömungskammern verbunden werden.

[0038] Im Falle eines Rührwerks kann das Bewegungsteil ein oder mehrere Rührflügel umfassen. Das Gehäuse kann teilweise oder vollständig eine annähernd zylindrische Form aufweisen. Insbesondere kann das Gehäuse einen Topfes mit flachem oder abgerundetem Boden umfassen.

[0039] Wenigstens ein Läufermagnet kann bezüglich einer gedachten radialen Linie von der Rotationsachse zu einem von der Rotationsachse am weitesten entfernten Punkt des Bewegungsteils mindestens halb so weit von der Rotationsachse beabstandet ist wie jener Punkt. Dabei können einer, mehrere oder alle Läufermagnete jene Beabstandung haben. Auch eine Beabstandung von mindestens 60%, 70%, 80% oder 90% des Abstands jenes Punktes ist denkbar. Die Läufermagnete können insbesondere an und/oder in den Bewegungselementen des Bewegungsteils angeordnet sein.

[0040] Alternativ können einer, mehrere oder alle Läufermagnete auch möglichst nahe an der Rotationsachse des Bewegungsteils angeordnet sein. Dies kann vorteilhaft sein, wenn das Bewegungsteil den Stator teilweise umschließt. Insbesondere können die Läufermagnete auch in und/oder an der Nabe des Bewegungsteils angeordnet sein. Dies kann ebenfalls vorteilhaft sein, wenn es beispielsweise zu aufwendig wäre, die Läufermagnete in den Bewegungselementen anzuordnen weil diese zu dünn sind und ein Anbringen der Läufermagnete an

der Oberfläche der Bewegungselemente unerwünscht ist.

[0041] Die Vorrichtung kann mindestens zwei Läufermagnete umfassen, die gegenpolig nebeneinander in und/oder am Bewegungsteil angeordnet sind. Die Vorrichtung kann mehr als zwei Läufermagnete umfassen, die im und/oder am Bewegungsteil in einer Sequenz derart angeordnet sind, dass benachbarte Läufermagnete jeweils gegenpolig sind.

[0042] Diese Konfiguration kann insbesondere für eine Kolbenpumpe verwendet werden, die durch einen Linearantrieb antreibbar ist. Eine Anzahl aneinander gereihter jeweils gegenpoliger Magnete kann sich dabei im und/oder am kolbenförmigen Bewegungsteil befinden. Dieser Kolben kann sich beispielsweise in einem teilweise oder vollständig annähernd zylindrischen Gehäuse befinden. Das Gehäuse kann auf einer gewissen Länge mit ein- oder mehrphasigen Wicklungen umwickelt sein oder ein oder mehrere Wanderfeldwicklungen umfassen, so dass der Kolben durch einen Linearantrieb entlang des Gehäuses bewegt werden kann.

[0043] Die Vorrichtung kann einen Frequenzumwandler zum Ansteuern des Synchronmotors umfassen. Durch einen Frequenzumwandler kann der Synchronmotor präzise angesteuert werden.

[0044] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand der beispielhaften Figuren erläutert. Dabei zeigen schematisch

Figur 1a- 1c Kreispumpen mit innen liegendem Bewegungsteil;

Figur 2a - 2c Kreispumpen mit innen liegendem Stator;

Figur 3a - 3f verschiedene Förder- und Verdrängerpumpen;

Figur 4a - 4d eine Kolbenpumpe mit Linearantrieb;

Figur 5a - 5d mehrere Varianten von Rührwerken.

[0045] Figur 1a zeigt eine perspektivische Bruchansicht einer Kreispumpe 100 mit einem Gehäuse 101 und innen liegendem Bewegungsteil 102, das von einem Stator umgeben ist, wobei hier die Gesamtheit der Statorspulen 103 als Stator angesehen wird. Im Betrieb der Pumpe 100 wird das Fluid durch einen Zufluss 105 in die Pumpkammer 106 gezogen und dann durch die Rotation des Bewegungsteils 102 in den Abfluss 107 gepumpt. Ein Fluid ist hier ein Gas oder, insbesondere, eine Flüssigkeit.

[0046] Da das Bewegungsteil 102 als Läufer des Synchronmotors fungiert, ist keine Antriebswelle nötig. Das Gehäuse 101 ist hier gegenüber dem Stator abgeschlossen. Es sind daher keine Dichtungen oder Ähnliches nötig. Auch wird das Bewegungsteil 102 getriebeelos angetrieben, weshalb nicht nur der Platz für ein Getriebe ge-

spart werden kann, sondern der Antrieb der Pumpe 100 auch einen sehr hohen Wirkungsgrad vorweisen kann.

[0047] Figur 1b zeigt einen Schnitt der Pumpe 100 entlang der Rotationsachse des Bewegungsteils 102. Das Bewegungsteil verfügt über hier über acht Flügel 108 (siehe Figur 1c) und eine Nabe 109, die auf einer Achse 110 gelagert ist. Das Bewegungsteil 102 dreht sich somit im Betrieb der Vorrichtung um die Achse 110. Eine andere Anzahl von Flügeln 108 ist natürlich denkbar.

[0048] In den Flügeln 108 befindet sich jeweils ein Permanentmagnet 104. Es ist jedoch auch denkbar, dass sich nicht in jedem Flügel 108 ein Magnet 104 befindet. Ebenso ist es denkbar, dass sich in einigen oder allen Flügeln 108 mehrere Magnete 104 befinden. Die Oberfläche des Bewegungsteils 102 kann ein beliebiges Material, beispielsweise Edelstahl, aufweisen. Alternativ können die Magnete 104 auch auf den Oberflächen der Flügel 108 angebracht sein.

[0049] Da der Stator das Bewegungsteil 102 umgibt, ist es vorteilhaft, die Läufermagnete 104 in den Flügeln 108 möglichst weit von der Achse 110 entfernt anzuordnen, um eine möglichst starke Kopplung an das Magnetfeld der Statorspulen 103 zu erreichen. In diesem Beispiel haben die Magnete 104 etwa einen radialen Abstand von der Achse 110 der mindestens 75% des Abstands eines Punktes auf dem Rand eines Flügels 108, also eines Punktes auf dem Flügel 108 mit maximalem Abstand zur Achse 110, entspricht.

[0050] Die Läufermagnete 104 sind in diesem Beispiel Permanentmagnete. Stator und Bewegungsteil 102 bilden dann einen permanentenregten Synchronmotor. Die Erregerleistung für Läuferspulen kann so eingespart werden, weshalb eine solche Ausführungsform Energie spart. Bauteile, wie etwa Schleifringe, Bürsten oder Ähnliches, zur Übertragung der Erregerleistung auf den Läufer können so ebenfalls wegfallen. Da es sich dabei um Bauteile mit hohem Verschleiß handelt, werden so weitere Betriebskosten eingespart. Prinzipiell können einer, mehrere oder alle Läufermagnete 104 jedoch auch Elektromagnete sein.

[0051] Figur 1c zeigt einen Schnitt der Pumpe 100 quer zur Rotationsachse des Bewegungsteils. Die Statorspulen 103 sind entlang einer mit der Rotationsachse konzentrischen Kreisbahn um das Bewegungsteil 102 herum angeordnet. Der Stator besteht hier aus sechs Spulen 103, die an der Außenseite des Gehäuses 101 angeordnet sind. Eine andere Anzahl von Statorspulen 103 ist ebenso denkbar. Alternativ kann der Stator 103 auch aus einer oder mehreren Wanderfeldwicklungen (siehe auch Figur 4d) bestehen.

[0052] Die Spulen 103 können so an der Außenseite des Gehäuses 101 angebracht sein, dass die Innenfläche des Gehäuses ein beliebiges Material, beispielsweise Edelstahl, aufweist. Die Spulen 103 können auch in das Gehäuse 101 eingebaut sein, so dass dessen Innen- und Außenflächen ein beliebiges Material, beispielsweise Edelstahl, aufweisen. Die Spulen 103 können auch in die Innen- und/oder Außenseite des Gehäuses 101 ein-

gelassen sein, d.h. bis zu einer bestimmten Tiefe in diese versenkt sein. Die Spulen 103 können auch auf der Innenseite des Gehäuses 101 angebracht sein oder vom Gehäuse 101 beabstandet sein. Das Gehäuse 101 kann auch über Zapfen an den Innen- und/oder Außenflächen verfügen, um die die Spulen 103 gewickelt sind. Sind die Spulen 103 nicht durch das Gehäuse 101 vom Fluid abgegrenzt, so können die Spulen 103 gekapselt sein.

[0053] Das Bewegungsteil 102 hat hier acht Flügel 108, in denen sich jeweils ein Permanentmagnet 104 befindet. Um maximale Kopplung zwischen den Magnetfeldern der Statorspulen 103 und der Läufermagnete 104 zu erzielen, sind die Läufermagnete 104 hier in den Enden der Flügel 108 angebracht, d.h. der Abstand der Magnete 104 von der Achse 110 entspricht mindestens 75% des Abstands eines Punktes auf einem Flügel 108 mit maximalem Abstand zur Achse 110. Natürlich können die Magnete 104 in anderen Ausführungsformen auch andere Mindestabstände von der Achse 110 haben.

[0054] Die Flächen der Flügel 108 sind hier parallel zur Achse 110. Es ist jedoch denkbar, dass die Flügel 108 gegenüber der Achse 110 gedreht oder gebogen sind, etwa wie bei einem Propeller üblich. Die Flügel 108 sind hier radial ausgerichtet. Es ist jedoch denkbar, dass die Flügel 108 in radialer Richtung gebogen sind. Es ist ebenso denkbar, dass die Flügel 108 in axialer und radialer Richtung gebogen sind und so beispielsweise eine schaufelähnliche Form aufweisen. Das Bewegungsteil 108 ist hier ein offenes Laufrad bzw. Flügelrad. Das Bewegungsteil 102 kann alternativ auch über eine Tragscheibe verfügen, mit der die dem Zufluss 105 abgewandten Ränder eines oder mehrerer Flügel 108 verbunden sind. Dann ist das Bewegungsteil 102 ein halboffenes Laufrad. Das Bewegungsteil 102 kann zusätzlich auch über eine Deckscheibe verfügen, die die dem Zufluss 105 zugewandte Seite des Bewegungsteils 102 teilweise verdeckt. Das Bewegungsteil 102 ist dann ein geschlossenes Laufrad.

[0055] Figuren 2a zeigt eine perspektivische Bruchansicht einer Kreiselpumpe 200 mit Gehäuse 201, Bewegungsteil 202 und Stator 203, wobei das Bewegungsteil 202 den Stator 203 teilweise umschließt, so dass sich das Bewegungsteil 202 um den Stator 203 herum dreht. Im Betrieb der Pumpe 200 wird das Fluid durch einen Zufluss 205 in die Pumpkammer 206 gezogen und dann durch die Rotation des Bewegungsteils 202 in den Abfluss 207 gepumpt.

[0056] Figur 2b zeigt einen Schnitt der Pumpe 200 entlang der Rotationsachse des Bewegungsteils 202. Das Bewegungsteil 202 verfügt über ein oder mehrere Flügel 208 und eine Nabe 209. Das Bewegungsteil kann dabei auf einer Achse 210 gelagert sein.

[0057] In diesem Beispiel befindet sich die Statorspulen 203 in der Achse 210, während sich die Läufermagnete 204 in der Nabe 209 des Bewegungsteils 202 befinden. Alternativ ist es natürlich denkbar, dass sich die Spulen 203 auf den Innen- und/oder Außenflächen der Achse 210 befinden. Es ist auch denkbar, dass die Spu-

len in die Innen- und/oder Außenflächen der Achse 210 eingelassen sind, also bis zu einer bestimmten Tiefe in diese versenkt sind. Es ist auch denkbar, dass die Achse 210 an den Innen- und/oder Außenseiten über Zapfen verfügt, um die die Spulen 203 gewickelt sind. Die Läufermagnete 204 können auch in die Flügel 208 eingebaut sein. Ebenso können die Magnete 204 an den Außenflächen der Nabe 209 oder der Flügel 208 angebracht sein.

[0058] In der Achse 210 befinden sich drei Statorspulenringe 203. Zu jedem Statorring 203 befindet sich jeweils eine ebenfalls ringförmige Anordnung von Läufermagneten 204 in der Nabe 209 (siehe auch Figur 2c). Durch diese Konfiguration wird eine maximale Kopplung von Stator- und Läufermagnetfeldern ermöglicht, um ein möglichst hohes Drehmoment erzeugen zu können. In anderen Ausführungsformen kann die Anzahl der Statorspulenringe 203 und der entsprechenden Anzahl ringförmiger Anordnungen von Läufermagneten 204 natürlich abweichen. Auch muss die Anzahl der Statorringe 203 und die Anzahl der Läufermagnete 204 nicht übereinstimmen.

[0059] Figur 2c zeigt einen Schnitt durch Nabe 209 und Achse 210 der Pumpe 200 quer zur Rotationsachse des Bewegungsteils 202. Im gezeigten Querschnitt sind drei Statorspulen 203 in die Achse 210 und vier Läufermagnete 204 in die Nabe 209 des Bewegungsteils 202 eingearbeitet. Die drei gezeigten Spulen 203 bilden dabei einen der drei Statorringe 203. Zum gezeigten Statorring 203 gehört dann der von den Läufermagneten 204 gebildete Ring. In anderen Ausführungsformen kann die Anzahl der Statorspulen 203 und der Läufermagnete 204 natürlich abweichen.

[0060] Figur 3a zeigt eine perspektivische Bruchansicht einer Förderpumpe 300. Das Gehäuse 301 weist eine annähernd zylindrische Form auf. Insbesondere umfasst das Gehäuse 301 hier ein Rohrsegment. Andere Formen, wie etwa Rohre mit polygonalem Querschnitt, sind auch denkbar. Die Pumpe 300 kann verfahrenstechnisch wie ein Stück Rohr betrachtet werden, bei dessen Einbau kein Sumpf stehen bleibt.

[0061] Das Bewegungsteil 302 befindet sich im Gehäuse 301. Eine Anzahl Statorspulen 303 ist auf einer mit der Rotationsachse des Bewegungsteils 303 konzentrischen Kreisbahn um das Bewegungsteil 302 herum angeordnet und in die Außenseite des Gehäuses 301 eingelassen, d.h. bis auf eine bestimmte Tiefe in dieses versenkt. Eine oder mehrere Wanderfeldwicklungen (siehe Figur 4d) anstelle der Statorspulen sind ebenso denkbar. Hat das Gehäuse einen anderen Querschnitt, beispielsweise einen polygonalen, dann können die Statorspulen 303 auch entlang einer dem Querschnitt entsprechenden und mit ihm konzentrischen Figur, beispielsweise eines Polygons, angeordnet sein. Wie in den vorherigen Beispielen, können die Statorspulen 303 auch in das Gehäuse 301 eingebaut und/oder an den Innen- und/oder Außenflächen des Gehäuses 301 angebracht sein.

[0062] In diesem Beispiel hat das Bewegungsteil sechs in radialer Richtung gebogene Flügel 308, an denen beidseitig Läufermagnete angebracht sind. Eine andere Anzahl Flügel 308 oder eine andere Flügelform ist natürlich denkbar. Das Bewegungsteil 302 umfasst eine Nabe 309, die auf einer Achse 310 gelagert ist. Die Achse 310 ist mit Streben 311 am Gehäuse 301 befestigt. In diesem Beispiel ist die Achse 310 an beiden Enden mit je drei Streben 311 befestigt. Eine andere Anzahl von Streben 311 ist natürlich denkbar.

[0063] Figur 3b zeigt einen Schnitt der Pumpe 300 quer zur Rotationsachse des Bewegungsteils 302. In diesem Beispiel sind acht Statorspulen 303 in die Außenseite des Gehäuses 301 eingelassen. Eine andere Anzahl von Spulen 303 ist natürlich denkbar. Auch können die Spulen 303 aus ein oder mehreren Wanderfeldwicklungen (siehe Figur 4d) bestehen.

[0064] Figur 3c zeigt einen Schnitt der Pumpe 300 entlang der Rotationsachse des Bewegungsteils 302. Zu sehen ist, dass sich auf beiden Seiten der Flügel 308 jeweils ein Läufermagnet 304 befindet. Natürlich müssen sich nicht an jedem Flügel 308 zwei Magnete 304 befinden. Denkbar ist, dass an einem oder mehreren Flügeln 308 nur ein oder gar kein Magnet 304 angebracht ist.

[0065] Figur 3d zeigt einen Seitenschnitt einer anderen Ausführungsform der Pumpe 300, bei der diese eine Schneckenpumpe ist. Das Gehäuse 301 ist auch in diesem Beispiel annähernd zylindrisch. Die Pumpe 300 kann verfahrenstechnisch als Rohr betrachtet werden und lässt sich über Anflansungen 313 mit dem restlichen Rohrsystem verbinden.

[0066] Das Bewegungsteil umfasst hier keine Flügel im eigentlichen Sinne, sondern eine Spirale 308. Diese Spirale 308 hat hier beispielsweise einen permanentmagnetischen Kern 304, d.h. die Spirale 308 besteht aus mehreren Lagen, wovon eine mittlere permanentmagnetisch ist. Das Bewegungsteil 302 umfasst auch hier eine Nabe 309, die auf einer Achse 310 gelagert ist. Die Achse 310 ist an beiden Enden jeweils mit Streben 311 am Gehäuse 301 befestigt.

[0067] Wegen der großen axialen Ausdehnung des Bewegungsteils umfasst der Stator hier drei Statorringe 303, wobei jeder Statorring 303 aus einer Anzahl ringförmig angeordneter Statorspulen besteht. Natürlich ist auch eine andere Anzahl Statorringe 303 denkbar. Verschiedene Statorringe 303 können dabei durchaus verschiedene Anzahlen von Spulen umfassen.

[0068] Figur 3e zeigt einen Seitenschnitt einer anderen Ausführungsform der Pumpe 300, bei der diese eine Exzenterpumpe ist. Die Innenseite des Gehäuses 301 weist in diesem Beispiel die Form eines geometrischen Rotationskörpers mit wellenförmiger Einhüllenden auf. Das Bewegungsteil 302 hat die Form einer Schneckenwelle, die sich im Gehäuse 301 um dessen geometrische Rotationsachse drehen kann. Die Statorspulen 303, die beispielsweise um Zapfen 312 an der Außenseite des Gehäuses 301 gewickelt sind, sind konzentrisch mit den geometrischen Rotationslinien der Scheitelpunkte der

Einhüllenden des geometrischen Rotationskörpers angeordnet. Die Läufermagnete 304 sind dann vorzugsweise auf und/oder in Bereichen der Schneckenwelle 302 angeordnet, die den Statorspulen 303 während einer Rotation möglichst nahe kommen.

[0069] Figur 3f zeigt einen Seitenschnitt einer anderen Ausführungsform der Pumpe 300. Das Bewegungsteil 302 umfasst hier schaufelförmige Bewegungselemente 308, die teilweise mit permanentmagnetischem Material 304 überzogen sind. Das Bewegungsteil umfasst eine Nabe 309, die auf einer Achse 310 gelagert ist. Die Achse 310 ist an beiden Enden jeweils mit Streben 311 am Gehäuse 301 befestigt. Die Statorspulen 303 sind in diesem Beispiel auf der Innenseite des Gehäuses 301 angebracht. Dann sind die Statorspulen 303 gekapselt, um sie vom Fluid abzugrenzen. Auch diese Pumpe 300 kann über Anflansungen 313 in ein Rohrsystem integriert werden.

[0070] Figur 4a illustriert ein Beispiel, in dem die Vorrichtung eine doppeltwirkende Kolbenpumpe 400 ist. Hierbei ist das Bewegungsteil 402 ein Kolben, der sich linear bewegt. Das Fluid wird durch zwei Zuflüsse 405-1 und 405-2 in die jeweiligen Pumpkammern 406-1 und 406-2 gezogen und dann in die jeweiligen Abflüsse 407-1 und 407-2 gepumpt. Natürlich ist auch eine einfachwirkende Kolbenpumpe denkbar, etwa indem man sich die Elemente 405-2, 406-2 und 407-2 weg denke. Der Kolben 402 bewegt sich in diesem Beispiel linear entlang des ihn umschließenden Stators 403 und zwischen den Pumpkammern 406-1 und 406-2.

[0071] Figur 4b illustriert eine Variante eines Linearantriebs einer solchen Kolbenpumpe. Das Gehäuse 401 ist hier zwischen den Pumpkammern 406-1 und 406-2 annähernd zylindrisch. Als Statorspulen 403 fungieren beispielsweise drei Wicklungen 416-1, 416-2 und 416-3, die auf einer Länge um das Gehäuse 401 zwischen den Pumpkammern 406-1 und 406-2 gewickelt sind. Die drei Wicklungen 416-1, 416-2 und 416-3 entsprechen hier den drei Phasen des Drehstroms. Für Wechselstrom mit einer anderen Anzahl Phasen kann die Anzahl der Wicklungen 416 entsprechend angepasst werden. In und/oder auf dem Kolben 402 sind Permanentmagnete 404 jeweils gegenpolig in einer Reihe entlang der Bewegungsbahn des Kolbens 402 angeordnet. Diese Anordnung muss dabei nicht geometrisch perfekt sein. So können die Magnete 404 auch versetzt angeordnet sein.

[0072] Figur 4c illustriert eine andere Variante eines Linearantriebs einer solchen Pumpe. Hierbei kommen ein oder mehrere Langstatoren 403 zum Einsatz, d.h. die Statoren 403 sind auf einer bestimmten Länge jeweils mit einer oder mehreren Wanderfeldwicklung (siehe Figur 4d) versehen. Es ist vorteilhaft, zu jedem Langstator 403 eine Anordnung von Läufermagneten 404, wie in Figur 4b, vorzusehen. Die Läufermagnete 404 können dabei so auf der Oberfläche des Kolbens angebracht werden, dass sie jeweils möglichst nahe am entsprechenden Langstator sind. Es wäre allerdings auch denkbar, dass der Kolben über einen Kern mit einer Magne-

tanordnung nach Figur 4b verfügt, der dann an die ein oder mehreren Langstatoren koppelt.

[0073] Figur 4d zeigt eine Draufsicht einer Variante einer Wanderfeldwicklung 403 aus Figur 4c. In diesem Beispiel finden sich drei Wicklungen 416-1, 416-2 und 416-3, die den drei Phasen des Drehstroms entsprechen. Wird Wechselstrom mit einer anderen Anzahl von Phasen benutzt, dann kann die Anzahl von Wicklungen 416 entsprechend angepasst werden. Die Wicklungen 416 sind hier direkt übereinander gelegt und auf einem Streifen 417 befestigt, der wiederum am Gehäuse 401 befestigt werden kann. Die Wicklungen 416 können gekapselt sein. Der Streifen 417 kann aus ferromagnetischem Material bestehen, und somit zusätzlich als "Eisenkern" der Spulen dienen. Auf den Streifen 417 kann allerdings auch verzichtet werden.

[0074] Figur 5a zeigt einen Seitenschnitt eines Rührwerks 500. Das Gehäuse 501 umfasst hierbei einen Topf, dessen Inneres als Rührkammer dient. In diesem befindet sich ein Bewegungsteil 502, das ein oder mehrere Rührflügel 508 zum Verrühren, Vermischen oder Vermengen eines oder mehrerer Fluide umfasst. Das Bewegungsteil 502 umfasst eine Nabe 509, die auf einer Achse 510 gelagert ist. Die Statorspulen 503 sind hier in die Außenfläche des Gehäuses 501 eingelassen. Das Bewegungsteil 502 verfügt in seinen Flügeln 508 jeweils über zwei Magnete 504-1 und 504-2, wobei der Magnet 504-1 in den äußeren Bereich 518 und der Magnet 504-2 in den unteren Bereich 519 des Flügels 508 integriert ist.

[0075] Figur 5b zeigt eine Untenansicht des Rührwerks 500. Zu sehen sind zwei Statorspulenringe, wovon einer durch die Statorspulen 503-1 an der Seitenwand des Gehäuses 501 und der andere durch die Statorspulen 503-2 an der Unterseite des Gehäuses gebildet wird. Beide Ringe sind konzentrisch mit den Rotationsbahnen der Läufermagnete 504-1 und 504-2 im Betrieb der Vorrichtung. Der Ring der Spulen 503-1 liegt dabei beispielsweise auf der Höhe der Läufermagnete 504-1, während der Ring der Spulen 503-3 unter den Magneten 504-2 liegt.

[0076] Figur 5c zeigt einen Seitenschnitt einer anderen Ausführungsform des Rührwerk 500, wobei das Bewegungsteil 502 eine Nabe 509 umfasst, die auf einer Achse 510 gelagert ist. Die Achse 510 samt Bewegungsteil 502 kann hierbei von oben in das Gehäuse 501 eingeführt werden. Dabei kann die Strebe 513 beispielsweise mit einem Deckel 520 oder sonstiger Abdeckung des Rührwerks verbunden sein. Das Bewegungsteil 502 verfügt über ein oder mehrere Flügel 508. Im und/oder am äußeren Bereich 518 des Bewegungsteils 502 ist hier jeweils ein Magnet 504-1 angebracht, während im und/oder am unteren Bereich 519 des Bewegungsteils 502 hier jeweils zwei Magnete 504-2 und 504-3 angebracht sind. Entsprechend bilden eine jeweilige Anzahl von Spulen 503-1, 503-2 und 503-3 drei Statorspulenringe, entsprechend der Rotationsbahnen der Läufermagnete 504-1, 504-2 und 504-3, wie in Figur 5b für zwei Bahnen gezeigt.

[0077] Figur 5d zeigt einen Seitenschnitt einer andere Ausführungsform des Rührwerk 500, wobei das Bewegungsteil 502 den Stator 503 wenigstens teilweise umschließt. Der Stator 503 befindet sich hier auf einem Zapfen 510 des Gehäuses 501 und wird von der Nabe 509 des Bewegungsteils 502 teilweise umschlossen. Die Flügel 508 des Bewegungsteils 502 rotieren dann im Betrieb der Vorrichtung um des Stator herum. Die Läufermagnete 504 des Bewegungsteils 502 sind vorteilsweise in und/oder an der Nabe 509 angeordnet.

[0078] Es versteht sich, dass in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen genannte Merkmale nicht auf diese speziellen Kombinationen beschränkt sind und auch in beliebigen anderen Kombinationen möglich sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bewegen eines Fluids, umfassend ein Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502), um das Fluid zu bewegen, und einen Synchronmotor, wobei der Synchronmotor einen Stator mit wenigstens einer Statorspule (103; 203; 303; 403; 503) und einen Läufer mit wenigstens einem Läufermagneten (104; 204; 304; 404; 504) umfasst, wobei das Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) durch den Synchronmotor direkt antreibbar ist und als dessen Läufer fungiert, wobei der Synchronmotor durch Drehstrom betreibbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei wenigstens ein Läufermagnet (104; 204; 304; 404; 504) im und/oder am Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) angeordnet ist und/oder das Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) selbst aus permanentmagnetischem Material besteht und/oder das Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) ganz oder teilweise mit permanentmagnetischem Material überzogen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, umfassend ein Gehäuse (101; 201; 301; 401; 501), das das Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) wenigstens teilweise umschließt, wobei wenigstens eine Statorspule (103; 203; 303; 403; 503) im oder am Gehäuse (101; 201; 301; 401; 501) angeordnet ist und/oder außerhalb des Gehäuses (101; 201; 301; 401; 501) angeordnet und von diesem beabstandet ist, oder wobei das Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) den Stator des Synchronmotors wenigstens teilweise umschließt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die wenigstens eine Statorspule (103; 203; 303; 403; 503) eine Anzahl separater Wicklungen umfasst, die der Zahl der Phasen des Drehstroms entspricht.
5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

wobei der Synchronmotor ein Drehmotor oder ein Linearmotor ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Synchronmotor in zwei Richtungen betreibbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend mehrere Statorspulen (103; 203; 303; 403; 503), wobei ein Läufermagnet (104; 204; 304; 404; 504) während des Betriebs der Vorrichtung eine Rotationsbahn beschreibt, mehrere Statorspulen (103; 203; 303; 403; 503) im Wesentlichen in derselben Ebene wie die Rotationsbahn angeordnet sind, und insbesondere im Wesentlichen auf einer mit der Rotationsbahn konzentrischen Bahn angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) die Form eines Laufrads, eines Impellers, eines Flügelrads, eines Topfes, eines Kolbens, eines Kreiskolbens, einer Schnecke, einer Schneckenwelle oder eines Rührflügels aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Vorrichtung eine Kreispumpe, eine Schnecken-, Exzenter- oder Kreiskolbenpumpe, eine einfach- oder doppeltwirkende Kolbenpumpe oder ein Rührwerk ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei wenigstens ein Läufermagnet (104; 204; 304; 404; 504) bezüglich einer gedachten radialen Linie von der Rotationsachse zu einem von der Rotationsachse am weitesten entfernten Punkt des Bewegungsteils (102; 202; 302; 402; 502) mindestens halb so weit von der Rotationsachse beabstandet ist wie jener Punkt.
11. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei mindestens zwei Läufermagnete (104; 204; 304; 404; 504) gegenpolig nebeneinander in und/oder am Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei mehr als zwei Läufermagnete (104; 204; 304; 404; 504) im und/oder am Bewegungsteil (102; 202; 302; 402; 502) in einer Sequenz derart angeordnet sind, dass benachbarte Läufermagnete jeweils gegenpolig sind.
13. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend einen Frequenzumwandler zum Ansteuern des Synchronmotors.

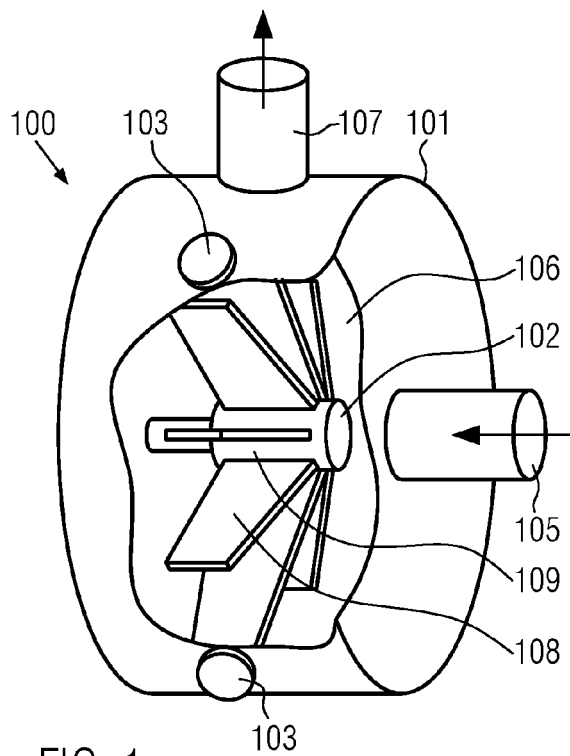


FIG. 1a

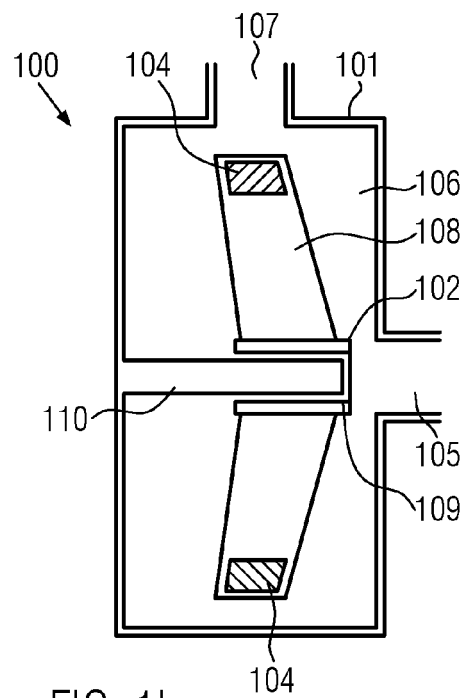


FIG. 1b

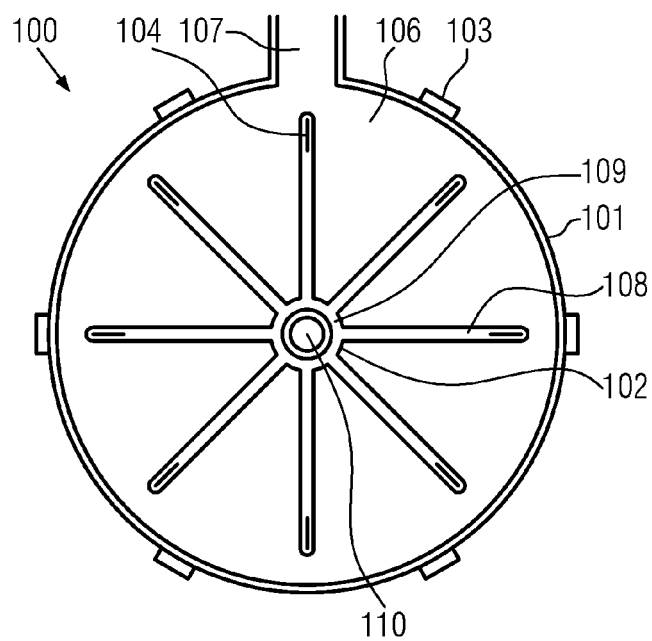


FIG. 1c

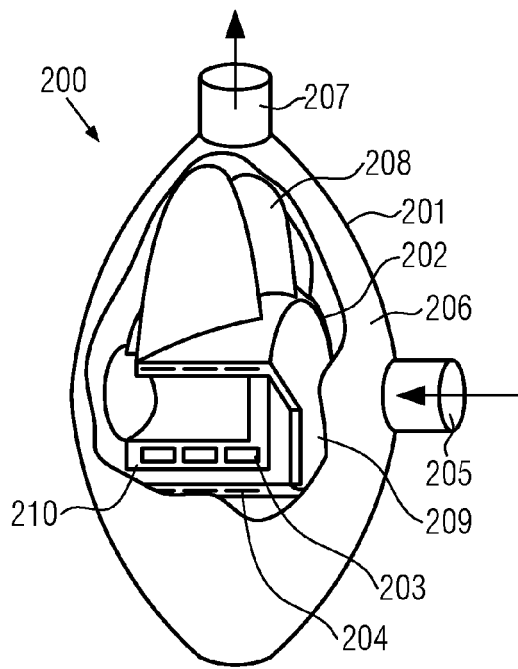


FIG. 2a

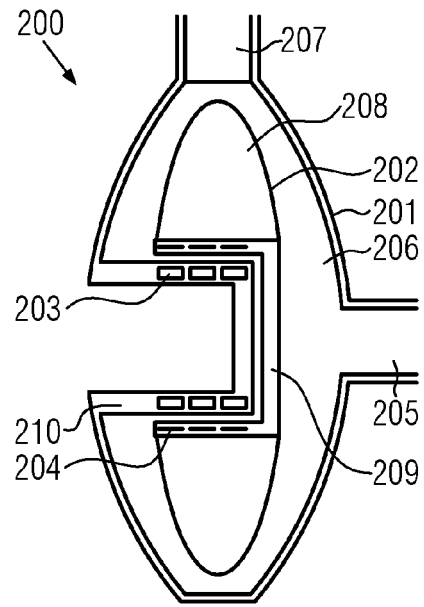


FIG. 2b

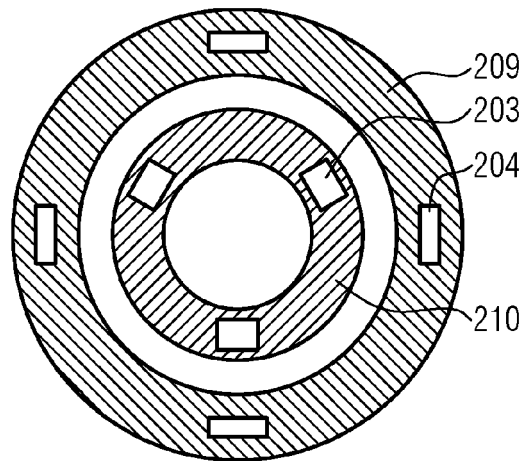


FIG. 2c

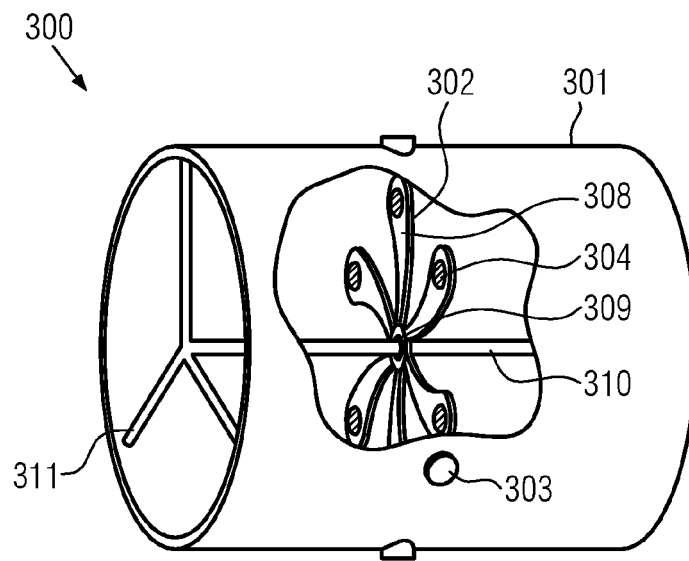


FIG. 3a

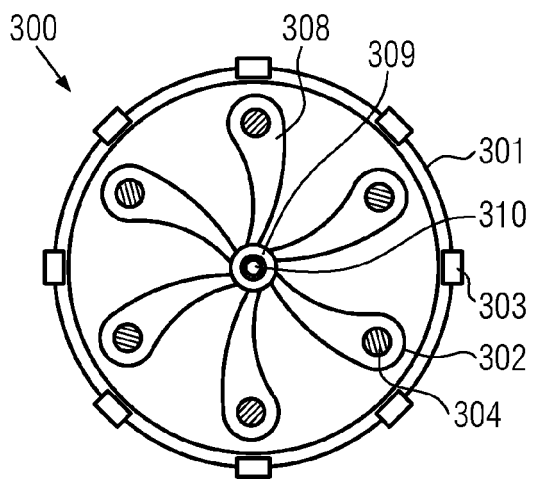


FIG. 3b

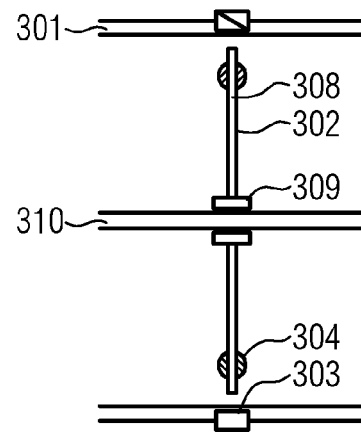


FIG. 3c

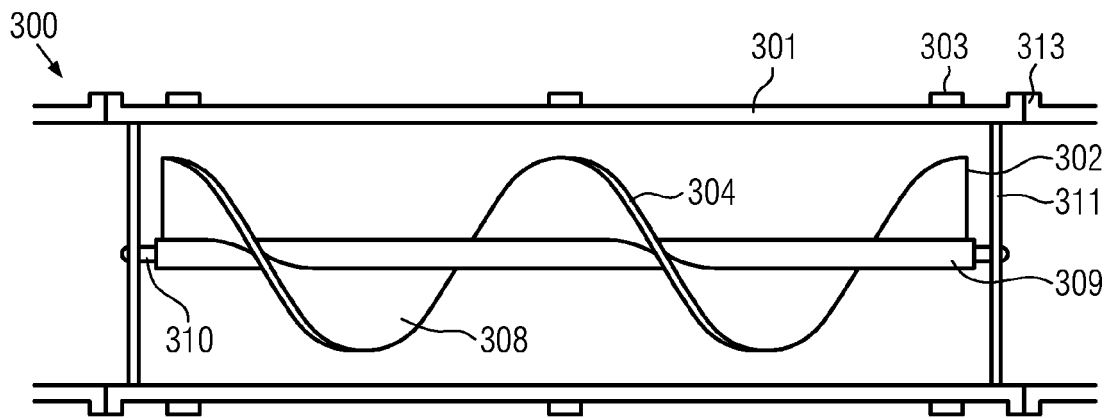


FIG. 3d

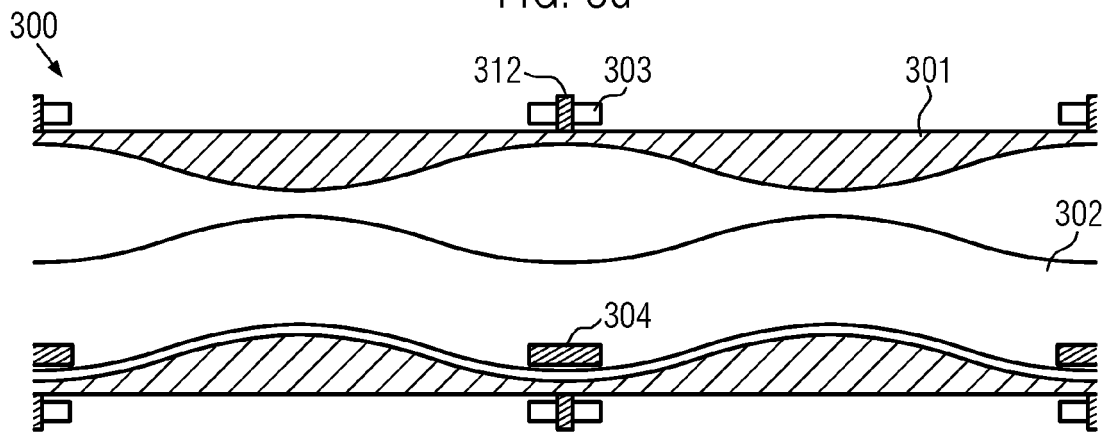


FIG. 3e

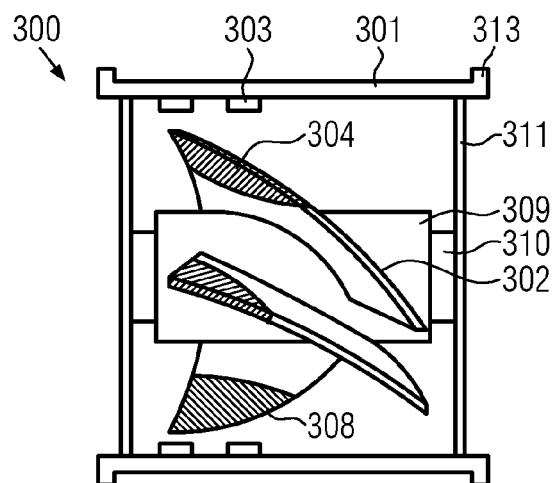
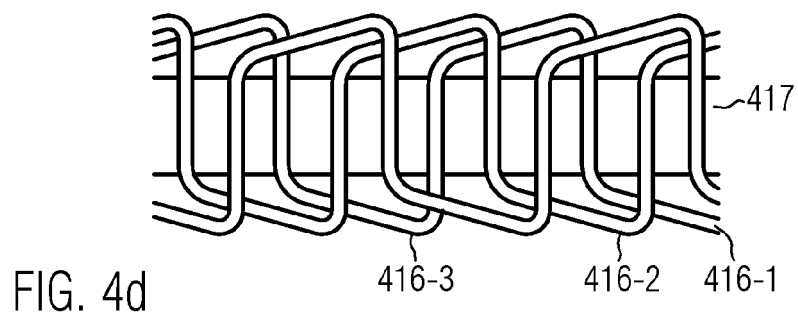
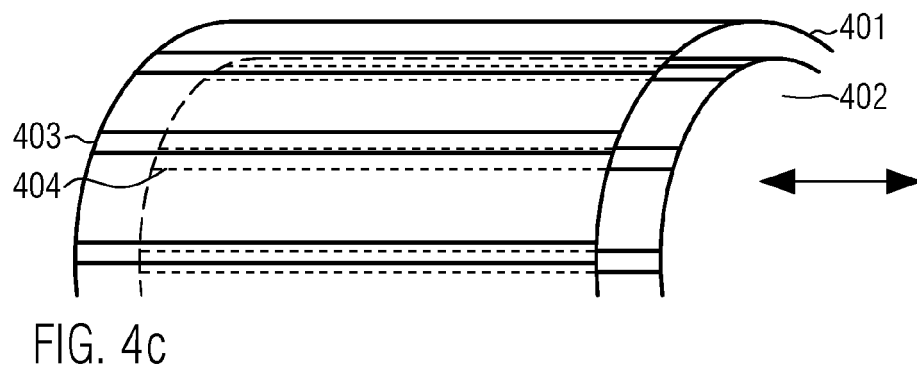
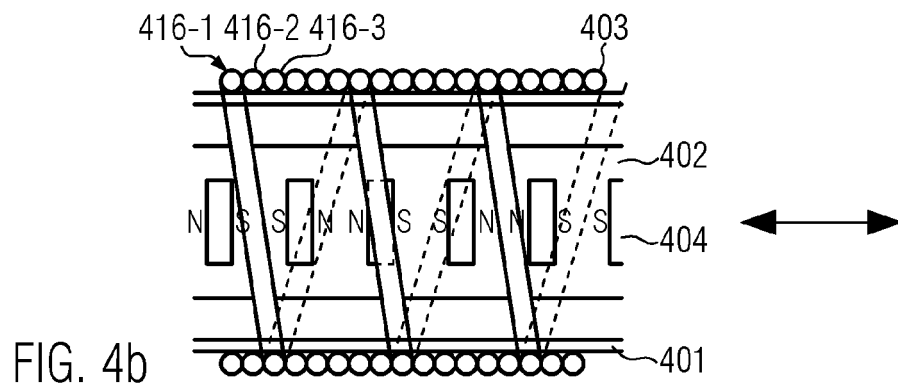
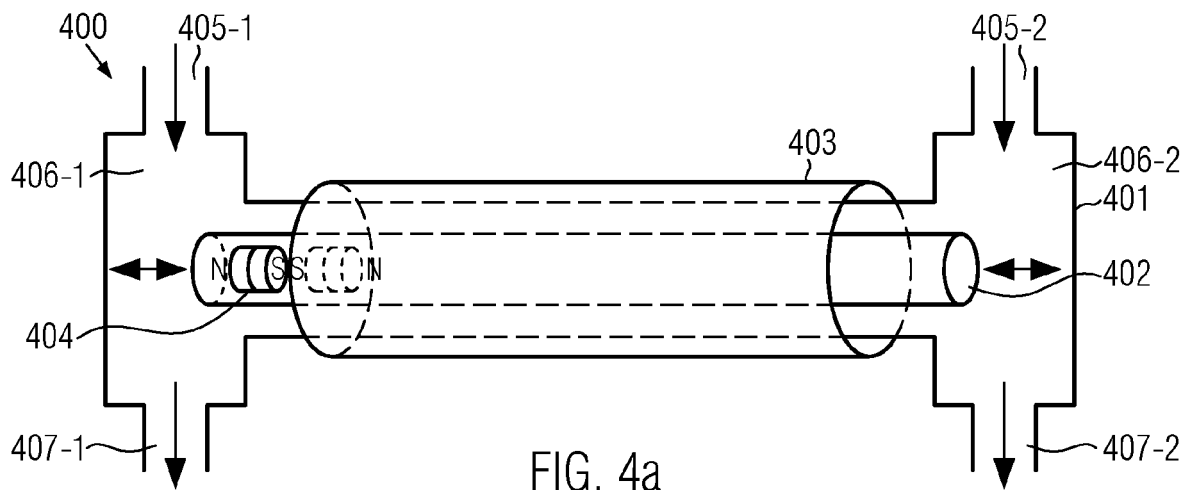


FIG. 3f



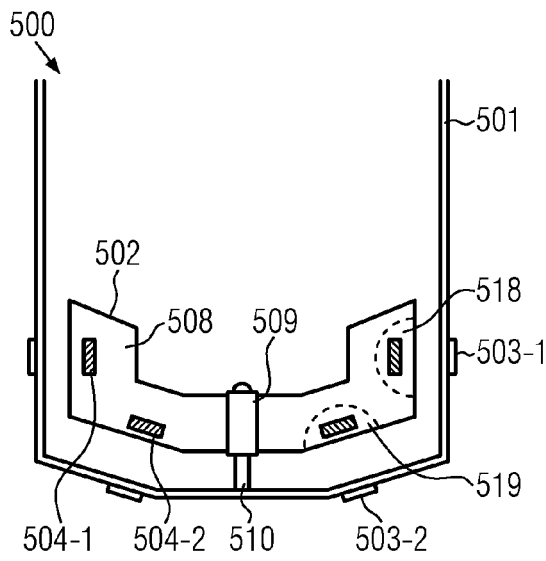


FIG. 5a

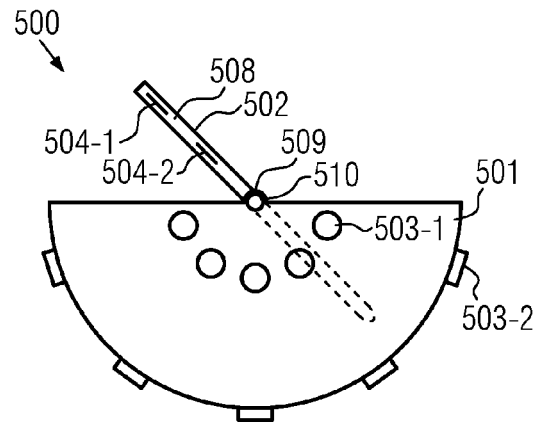


FIG. 5b

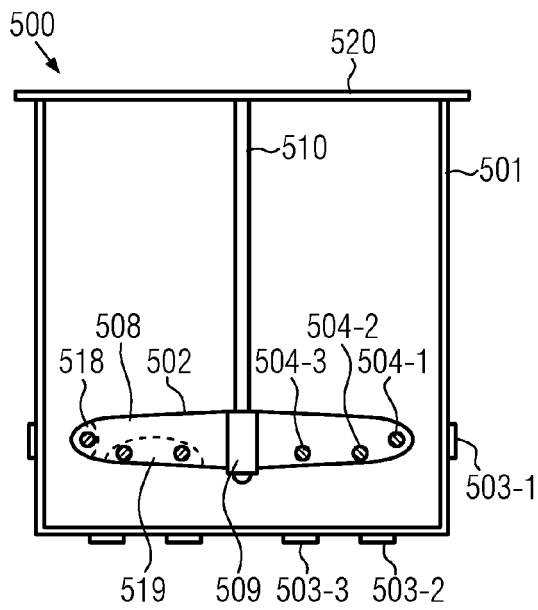


FIG. 5c

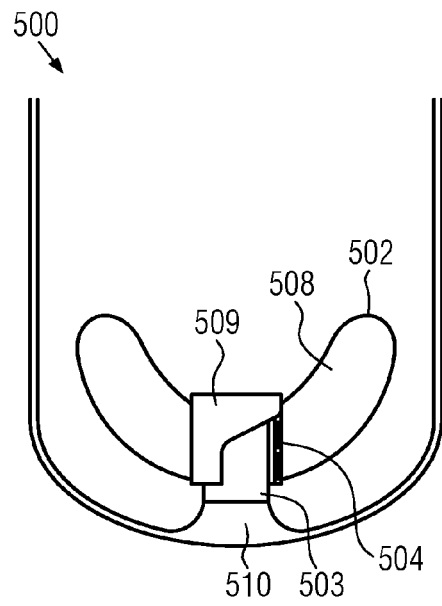


FIG. 5d

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

- DE 3501127 A1 [0003]
- DE 4315234 A1 [0004]
- DE 10052797 A1 [0004]
- DE 19505543 A1 [0004]
- EP 0355796 B1 [0004]
- DE 4102707 A1 [0005]
- DE 3942679 A1 [0006]