

(22) Anmeldetag: 18.12.2020

(71) Anmelder: **Bilfinger EMS GmbH**
49661 Cloppenburg (DE)

(72) Erfinder: **Sartorius, Gerhard**
35394 Gießen (DE)

(74) Vertreter: **Gramm, Lins & Partner**
Patent- und Rechtsanwälte PartGmbH
Theodor-Heuss-Straße 1
38122 Braunschweig (DE)

der durch Betätigen des Ankers (26) vergrößer- und verkleinerbar ist, mit einer Speiseleitung (50) zum Füllen mit der zu pumpenden Flüssigkeit (12) verbunden ist und eine Abgabeöffnung (60) zum Abgeben der gepumpten Flüssigkeit (12) aufweist, (e) wobei die Speiseleitung (50) ein, insbesondere magnetisch, schaltbares Ventil (54) aufweist, und wobei (f) die Pumpe einen Positionssensor (46) zum berührungslosen Bestimmen einer Anker-Position des Ankers (26) relativ zum Zylinder (20) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe, insbesondere eine Odoriermittelpumpe. Die Erfindung betrifft zudem ein Zudosiersystem mit einer Zielfluid-Leitung und einer Zudosiervorrichtung zum Zudosieren einer Flüssigkeit zum Zielfluid.

[0002] Beispielsweise handelt es sich beim Zudosiersystem um eine Odoriervorrichtung zum Zudosieren eines Odoriermittels zu einem Ziel-Fluid in Form von Erdgas in einer Zielfluid-Leitung in Form einer Erdgasleitung.

[0003] Erdgas wird odoriert, um beim Auftreten eines Lecks in der Erdgasleitung dieses schnell zu bemerken. Odoriermittel sind sehr geruchsintensiv und müssen daher nur in sehr kleinen Mengen zugesetzt werden. Das ermöglicht es, mit einem vergleichsweise geringen Vorrat an Odoriermittel für eine lange Betriebszeit auszukommen. Das allerdings setzt voraus, dass die Pumpe möglichst wenig Wartung erfordert.

[0004] Die DE 10 2014 215 110 A1 offenbart einen Linearaktor, bei dem ein Hydraulikzylinder hydraulisch mit einer Solenoidpumpe verbunden ist. Die Solenoidpumpe weist dabei eine Pumpspule, einen Pumpanker und ein Mehrwegeventil auf, wobei das Mehrwegeventil zusammen mit der Pumpspule bestromt werden kann.

[0005] Die DE 1 088 684 B offenbart ein elektrohydraulisches Hubgerät, dessen Pumpe durch einen Elektromagneten angetrieben wird.

[0006] Die US 4 274 407 A betrifft ein Dosiersystem, insbesondere für Fluide bei der Medikamentenvergabe. Eine Pumpen- und Ventilvorrichtung weist dabei einen elektromagnetischen Generator auf.

[0007] Die DE 693 11 525 T2 betrifft eine Pumpe mit bewegbarem Magneten, bei der sich bewegende Magnetkörper direkt elektromagnetisch zur Hin- und Herbewegung veranlasst werden können.

[0008] Die DE 199 61 852 A1 betrifft eine Pumpe zur Förderung von Druckmitteln in geregelten Bremssystemen von Fahrzeugen. Die Ansteuerung der Ventile erfolgt elektromechanisch und damit weitestgehend unabhängig von Druck und Temperatur.

[0009] Die DE 196 23 162 A1 betrifft ein Magnetventil mit elektromagnetischer Spule, dessen Anker ortsfest ausgebildet ist, somit eine verbesserte Dynamik bewirkt und keine Dichtungen benötigt.

[0010] Die DE 195 44 029 A1 betrifft eine elektromagnetische Schwingkolbenpumpe, deren Ansaugöffnung auf halber Höhe seitlich am Gehäuse angeordnet ist.

[0011] Die DE 39 33 125 A1 offenbart eine elektromagnetisch betätigbare Pumpe zur Förderung flüssiger Medien mit einer Spule und einem Anker, der als Pumpkolben dient.

[0012] Die EP 2 971 902 B1 offenbart ein mechanisch verriegelndes Magnetventil.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Nachteile im Stand der Technik zu vermindern.

[0014] Die Erfindung löst das Problem durch eine Pumpe mit (a) einem Zylinder, der einen Zylinderinnenraum hat, (b) einem Anker, der im Zylinderinnenraum läuft und zumindest abschnittsweise ferromagnetisch ist, (c) einem ersten Elektromagneten und einem zweiten Elektromagneten, die mit dem Anker einen Reluktanz-Linearmotor bilden, mittels dem der Anker im Zylinder bewegbar ist, (d) einem Positionssensor zum berührungslosen Bestimmen einer Anker-Position des Ankers relativ zum Zylinder und (e) einem Pumpraum, der durch Betätigen des Ankers vergrößert und verkleinerbar ist, mit einer Speiseleitung zum Füllen mit zu pumpender Flüssigkeit verbunden ist und eine Abgabeöffnung zum Abgeben gepumpter Flüssigkeit aufweist. Vorzugsweise weist (f) die Speiseleitung ein magnetisch schaltbares Ventil auf.

[0015] Die Erfindung löst das Problem zudem durch ein gattungsgemäßes Odoriersystem, bei dem die Odoriervorrichtung eine erfindungsgemäße Pumpe aufweist. Günstig ist es, wenn die Odoriervorrichtung ein Reservoir besitzt, das das Odoriermittel enthält.

[0016] Vorteilhaft an der Pumpe ist, dass sie hermetisch abgedichtet sein kann. Die Flüssigkeit, insbesondere das Odoriermittel, kann daher nur in außergewöhnlichen Umständen aus der Pumpe austreten.

[0017] Besonders günstig ist es dazu, wenn, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, alle Bereiche der Pumpe, die mit der Flüssigkeit, insbesondere dem Odoriermittel in Kontakt kommen, eine durchgehende Wand bilden.

[0018] Günstig ist es zudem, dass die Pumpe vergleichsweise einfach aufgebaut ist. So ist ein Positionieren des Ankers mittels der Elektromagneten möglich, die vorzugsweise nicht mit der Flüssigkeit in Berührung kommen. Es kann in diesem Fall nicht zu unerwünschten Reaktionen zwischen der Flüssigkeit, insbesondere dem Odoriermittel, und dem Material des Elektromagneten kommen.

[0019] Günstig ist es zudem, dass der Anker mit vergleichsweise einfachen Mitteln relativ leichtgewichtig ausgebildet werden kann. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt eine Ankermasse des Ankers höchstens circa zehn Prozent der Masse des ferromagnetischen Materials des die Ankerbewegung bewirkenden Magnetkreises.

[0020] Unter dem Merkmal, dass die Elektromagneten mit dem Anker einen Reluktanz-Linearmotor bilden, wird insbesondere verstanden, dass durch alternierendes Bestromen des ersten Elektromagneten und des zweiten Elektromagneten eine oszillierende Bewegung des Ankers bewirkt werden kann.

[0021] Unter dem Merkmal, dass der Pumpraum durch Betätigen des Ankers vergrößert und verkleinerbar ist, wird insbesondere verstanden, dass durch Bewegen des Ankers entlang einer Längsachse des Ankers der Pumpraum vergrößert und verkleinert wird. In anderen Worten kann die Flüssigkeit durch Bewegen des Ankers entlang seiner

Anker-Längsachse in den Pumpraum hinein und wieder heraus bewegt werden, was ein Pumpen der Flüssigkeit bewirkt.

[0022] Unter einem ferromagnetischen Material wird ein Material verstanden, dass magnetisierbar ist, wenngleich es nicht magnetisiert sein muss. Günstig ist es, wenn der Anker dort, wo er ferromagnetisch ist, weichmagnetisch ist. Vorzugsweise beträgt eine Koerzitivfeldstärke des Materials des Ankers, insbesondere in dem Bereich, wo er zumindest

abschnittsweise ferromagnetisch ist, höchstens 1.000 Ampere pro Meter.

[0023] Da der Anker mittels der Elektromagnete innerhalb des Zylinders bewegt werden kann, kann der Anker auch als Kolben bezeichnet werden. Der Anker weist vorzugsweise Flüssigkeitskanäle auf, durch die Flüssigkeit strömt, wenn der Anker sich im Zylinder entlang seiner Anker-Längsachse bewegt.

[0024] Günstig ist es, wenn die Elektromagneten flüssigkeitsdicht vom Zylinderinnenraum getrennt sind. Das verhindert eine Beeinflussung der Elektromagneten durch Flüssigkeit, insbesondere Odoriermittel, im Zylinderinnenraum.

[0025] Günstig ist es, wenn die Speiseleitung durch den Anker verläuft. So wird in der Regel eine einfach montierbare Pumpe erhalten. Günstig ist es zudem, wenn die Speiseleitung den Zylinderinnenraum mit dem Pumpraum verbindet. Besonders günstig ist es, wenn die Speiseleitung den Pumpraum mit dem Bereich des Zylinders verbindet, der bezüglich des ferromagnetischen Abschnitts vom Pumpraum abgewandt liegt. Bewegt sich der Anker so, dass sich der Pumpraum vergrößert, führt diese Bewegung zu einem erhöhten Druck an einer Einström-Öffnung der Speiseleitung, sodass die Flüssigkeit schnell in den Pumpraum einströmt.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt der Anker ein Ankerelement, das ferromagnetisch ist und das durch einen Ringspalt von einer Zylinderinnenfläche des Zylinders beabstandet ist. Vorzugsweise umfasst der Anker zudem einen Schaft, an dem das Ankerelement befestigt ist. Der Anker steht vorzugsweise an zwei Seiten über das Ankerelement über. Günstig ist es, wenn der Anker an seinen überstehenden Enden in einer Axialführung geführt ist.

[0027] Vorzugsweise ist die Pumpe ausgebildet zum Abgeben der Flüssigkeit mit einem Druck von zumindest 3 bar, insbesondere zumindest 5 bar. Vorzugsweise beträgt der Druck höchstens 30 bar, insbesondere höchstens 20 bar.

[0028] Um höchste Genauigkeiten beim Zudosieren der Flüssigkeit zu erhalten, sollte das Vorhandensein von Gas, insbesondere von Gasblasen, in der Flüssigkeit weitgehend ausgeschlossen sein. Es ist dazu vorteilhaft, wenn das Ventil berührungslos schaltbar ist. Vorzugsweise ist das Ventil magnetisch schaltbar.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das magnetisch schaltbare Ventil einen magnetischen Ventilkörper. Hierunter wird insbesondere verstanden, dass das Ventil durch Ändern eines Magnetfelds, insbesondere eines Magnetfelds, in dem das Ventil angeordnet ist, aus einer Offen-Stellung in eine Geschlossen-Stellung bringbar ist. In der Offen-Stellung ist der Ventilkörper von einem Ventilsitz beabstandet, sodass das Ventil von Flüssigkeit durchströmt werden kann. In seiner Geschlossen-Stellung liegt der Ventilkörper am Ventilsitz an, sodass das Ventil geschlossen ist.

[0030] Es ist günstig, dass das Ventil einen Rücksteller hat, insbesondere eine Feder, der den Ventilkörper in die Offen-Stellung oder in die Geschlossen-Stellung vorspannt. Es ist dann möglich und bevorzugt, (i) das Ventil durch Verändern eines am Ventil anliegenden Magnetfelds aus der Geschlossen-Stellung in die Offen-Stellung zu bringen, dann (ii) den ersten Elektromagneten zu bestromen, sodass der Anker sich bewegt, dann (iii) Verändern des Magnetfelds (das vorher das Bringen des Ventils aus der Geschlossen-Stellung in die Offen-Stellung bewirkt hat), insbesondere Abschalten des Magnetfelds, sodass der Rücksteller das Ventil schließt, und danach (iv) Betätigen des Ankers, sodass die Pumpe Flüssigkeit abgibt. Vorzugsweise ist die Steuerung ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten: (i) Verändern eines am Ventil anliegenden Magnetfelds, sodass das Ventil aus der Geschlossen-Stellung in die Offen-Stellung kommt, danach (ii) Bestromen des ersten Elektromagneten, sodass der Anker sich bewegt, dann (iii) Verändern des Magnetfelds (das vorher das Bringen des Ventils aus der Geschlossen-Stellung in die Offen-Stellung bewirkt hat), insbesondere Abschalten des Magnetfelds, sodass der Rücksteller das Ventil schließt, und danach (iv) Betätigen des Ankers durch Bestromen zumindest eines Elektromagneten, sodass die Pumpe Flüssigkeit abgibt.

[0031] Vorzugsweise ist das magnetisch schaltbare Ventil durch Umpolen zumindest eines der Elektromagneten schaltbar. Beim Umpolen kommt es nicht zu einer Lageveränderung des Ankers relativ zu den Elektromagneten, da die Anziehungskraft zwischen dem Elektromagneten und dem Anker unabhängig von der Polarität des Elektromagneten ist. Insbesondere wenn das magnetisch schaltbare Ventil am Anker befestigt ist, was eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darstellt, wird der Ventilkörper durch das Magnetfeld zumindest eines der Elektromagneten, insbesondere beide Elektromagneten, beeinflusst. Je nach Polarität des Magnetfelds des entsprechenden Elektromagneten wird der magnetische Ventilkörper in die Offen-Stellung oder die Geschlossen-Stellung gebracht. In anderen Worten ist das Ventil zum Ändern seines Öffnungszustands von der Offen-Stellung in die Geschlossen-Stellung und/oder von der Geschlossen-Stellung in die Offen-Stellung ausgebildet.

[0032] Günstig ist es, wenn der magnetische Ventilkörper permanentmagnetisch ist. Es ergibt sich so eine besonders starke Schließkraft des Ventils.

[0033] Vorzugsweise besitzt der Anker einen Schaft, der ferromagnetisch ist.

[0034] Vorzugsweise ist der Ventilkörper so ausgebildet, dass er sich beim Schließen und/ oder Öffnen des Ventils um zumindest 1° dreht. Das hat den Vorteil, dass der Ventilkörper und der Ventilsitz bezüglich einer radialen Komponente

gleichmäßig verschleifen. Auf diese Weise ist die Dichtheit des Ventils gewährleistet, auch wenn dieses verschleißt.

[0035] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Pumpe zumindest einen Permanentmagneten, der so angeordnet ist, dass der Anker in seiner Ruhestellung gehalten wird, auch wenn die Elektromagneten nicht bestromt sind. Vorzugsweise ist der zumindest eine Permanentmagnet zwischen den Elektromagneten angeordnet.

[0036] Beispielsweise besitzt der Ventilkörper eine strukturierte Mantelfläche. So kann die Oberfläche der Mantelfläche gemäß einer bevorzugten Ausführungsform Nuten, Rillen oder Ausnehmungen aufweisen, die sich entlang von Kurven, insbesondere Linien, erstrecken, die nicht parallel zu einer Ventilkörper-Längsachse des Ventilkörpers verlaufen. So entsteht bei einer Bewegung des Ventilkörpers entlang seiner Ventilkörper-Längsachse ein auf den Ventilkörper wirkendes Drehmoment.

[0037] Alternativ oder zusätzlich kann der Ventilkörper eine bezüglich einer Radialkomponente asymmetrische, schiefe Stirnfläche aufweisen, die dazu führt, dass bei Bewegung des Ventilkörpers entlang seiner Ventilkörper-Längsachse ein Drehmoment auf den Ventilkörper wirkt.

[0038] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Pumpe ein erstes Magnetfeldformungselement, das zum Formen eines ersten Magnetfelds des ersten Elektromagneten angeordnet ist. Günstig ist es, wenn das erste Magnetfeldformungselement zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, radial innerhalb des ersten Elektromagneten angeordnet ist.

[0039] Vorzugsweise besitzt die Pumpe zudem ein zweites Magnetfeldformungselement, das zum Formen eines zweiten Magnetfelds des zweiten Elektromagneten angeordnet ist. Günstig ist es, wenn das zweite Magnetfeldformungselement zumindest teilweise radial innerhalb des zweiten Elektromagneten angeordnet ist. Die Magnetfeldformungselemente sind so ausgebildet, dass der Anker durch Bestromen der Elektromagnete positionierbar ist, insbesondere stufenlos positionierbar ist.

[0040] Vorzugsweise sind die Magnetfeldformungselemente so ausgebildet, dass sie einen Luftspalt aufweisen. Unter einem Luftspalt wird ein Bereich verstanden, in dem das Magnetfeld höchstens ein Zehntel so stark ist wie jenseits des Luftspalts. Der Luftspalt führt zu einer Inhomogenität des Magnetfelds, sodass die Reluktanz von der Stellung des Ankers entlang seiner Anker-Längsachse abhängt. Insbesondere ist es nicht notwendig, dass der Luftspalt durch Luft gebildet ist. Statt Luftspalt könnte auch der Begriff ferromagnetfreie Zone verwendet werden.

[0041] Die Magnetfeldformungselemente sind vorzugsweise so ausgebildet, dass eine Bewegung des Ankers in Richtung seiner Anker-Längsachse in eine Richtung die Reluktanz bezüglich des ersten Elektromagneten erhöht, jedoch eine zweite Reluktanz bezüglich des zweiten Elektromagneten verringert. Je nach Stromstärke des Elektrostroms, der durch den ersten Elektromagneten bzw. den zweiten Elektromagneten fließt, ergibt sich so eine Position des Ankers bezüglich seiner Anker-Längsachse, die die Reluktanz minimiert. Auf diese Weise kann durch die Stromstärken durch den ersten Elektromagneten und/oder den zweiten Elektromagneten die Position des Ankers stufenlos eingestellt werden.

[0042] Weiterhin kann der Anker vorzugsweise so ausgeprägt sein, dass er zumindest drei Ankerelemente aufweist. Diese sind so angeordnet, dass durch alternierendes Bestromen des ersten Elektromagneten und des zweiten Elektromagneten der Anker entlang seiner Anker-Längsachse positionierbar ist.

[0043] In diesem Fall ist die Steuerung vorzugsweise ausgeprägt zum automatischen Durchführen eines Verfahrens, bei dem zunächst ein erstes Ankersegment durch Bestromen des zweiten Elektromagneten benachbart zu einer ferromagnetfreien Zone des zweiten Elektromagneten positioniert wird und infolgedessen ein zweites Ankersegment im Wirkungsbereich der ferromagnetfreien Zone des ersten Elektromagneten steht.

[0044] Dann wird das zweite Ankerelement durch Bestromen des ersten Elektromagneten benachbart zur ferromagnetfreien Zone des ersten Elektromagneten positioniert und infolgedessen steht ein drittes Ankersegment im Wirkungsbereich der ferromagnetfreien Zone des zweiten Elektromagneten. Danach wird das dritte Ankersegment durch Bestromen des ersten Elektromagneten benachbart zur ferromagnetfreien Zone des ersten Elektromagneten positioniert, wobei infolgedessen ein viertes Ankersegment im Wirkungsbereich der ferromagnetfreien Zone des ersten Elektromagneten steht.

[0045] In anderen Worten werden die Elektromagneten alternierend bestromt und die Ankersegmente sind so angeordnet, dass bei jedem Wechsel des bestromten Elektromagneten der Anker sich einen vorgegebenen Weg entlang seiner Anker-Längsachse weiterbewegt.

[0046] Je nach Stromstärke des Elektrostroms, der durch den ersten Elektromagneten bzw. den zweiten Elektromagneten fließt, ergibt sich so eine Position des Ankers bezüglich seiner Anker-Längsachse, die die Reluktanz minimiert. Auf diese Weise kann durch die Stromstärken durch den ersten Elektromagneten und/oder den zweiten Elektromagneten die Position des Ankers stufenlos eingestellt werden.

[0047] Je nach Stromstärke des Elektrostroms, der durch den ersten Elektromagneten bzw. den zweiten Elektromagneten fließt, ergibt sich so eine Position des Ankers bezüglich seiner Anker-Längsachse, die die Reluktanz minimiert. Auf diese Weise kann durch die Stromstärken durch den ersten Elektromagneten und/oder den zweiten Elektromagneten die Position des Ankers stufenlos eingestellt werden.

[0048] Es sei darauf hingewiesen, dass der Anker selbstverständlich nur innerhalb eines vorgegebenen Intervalls stufenlos positionierbar ist.

[0049] Vorzugsweise ist der Positionssensor ein Magnetsensor, der einen am Anker befestigten Magneten und ein Magnetfeldsensorelement aufweist. Vorzugsweise ist das Magnetfeldsensorelement am Schaft des Ankers befestigt. Ein Abstand des Magnetfeldsensorelements von dem Elektromagneten ist vorzugsweise so groß gewählt, dass das Magnetfeld der Elektromagneten die Positionsmessung des Positionssensors nicht signifikant beeinflusst. Unter einem

[0050] In einer zweiten Ausführungsform der Anker-Positionserfassung wird die Position des Ankers durch Messung der von der Lage des Ankers abhängigen Induktivität der Magnetspulen ermittelt.

[0051] In einer dritten Ausführungsform der Anker-Positionserfassung wird die Position des Ankers durch Messung der von der Position des Ankers abhängigen Flussdichte ermittelt.

[0052] Günstig ist es, wenn die Einspeiseleitung eine Einström-Öffnung zum Einströmen von Flüssigkeiten aus dem Zylinderinnenraum aufweist.

[0053] Vorzugsweise besitzt die Pumpe eine Steuerung, die ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten (i) Erfassen eines Soll-Hubs des Ankers, (ii) kontinuierliches Messen eines Ist-Hubs, (iii) Bestromen des ersten Elektromagneten, sodass sich der Ist-Hub dem Soll-Hub annähert und die Flüssigkeit in den Pumpraum strömt und (iv) danach Bestromen des zweiten Elektromagneten, sodass die Flüssigkeit aus dem Pumpraum durch die Abgabeöffnung gepumpt wird. Dadurch, dass der Ist-Hub an den Soll-Hub angepasst wird, ist die Menge an Flüssigkeit, die pro Pumphub durch die Abgabeöffnung gepumpt wird, mit hoher Genauigkeit einstellbar.

[0054] Vorzugsweise ist die Steuerung ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit dem Schritt: Nach dem Bestromen des ersten Elektromagneten, sodass sich der Ist-Hub dem Soll-Hub annähert und Flüssigkeit in den Pumpraum strömt, und vor dem Bestromen des zweiten Elektromagneten Umpolen eines der Elektromagneten, sodass das Ventil schließt. Das hat den Vorteil, dass sich unmittelbar nach dem Beginnen der Bewegung des Ankers der Pumpraum verkleinert und Flüssigkeit durch die Abgabeöffnung abgegeben wird. Würde beispielsweise ein Rückschlagventil verwendet, dessen Ventilkörper nicht federbelastet ist, so müsste der Druck im Pumpraum erst ansteigen, um den Ventilkörper gegen den Ventilsitz zu drücken. Während dieser Zeit kann eine nicht bekannte Menge an Flüssigkeit am Ventilkörper vorbeiströmen. Es ist daher nicht klar, welche Menge an Flüssigkeit pro Ankerhub tatsächlich abgegeben wird. Dies wird durch das schaltbare Ventil vermieden.

[0055] Vorzugsweise ist die Steuerung ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten: Nach dem Pumpen der Flüssigkeit aus dem Pumpraum durch die Abgabeöffnung, Bestromen des zweiten Elektromagneten, sodass der Anker in seiner Ruhestellung ist. In anderen Worten ist der Pumpraum in der Ruhestellung des Ankers minimal mit Flüssigkeit gefüllt. Die Ruhestellung ist diejenige Stellung, in der der Anker die überwiegende Zeit ist. Es entspricht einer bevorzugten Ausführungsform, dass der Anker in seine Ruhestellung vorgespannt ist, insbesondere mittels einer Feder.

[0056] Günstig ist es, wenn zumindest einer der Elektromagneten so mit einem elektrischen Strom, der einen hochfrequenten Anteil hat, beaufschlagt wird, dass der Anker oszilliert. Diese Oszillation besitzt einen Oszillationshub, der kleiner ist als der Hub des Ankers zum Pumpen, insbesondere höchstens ein Zehntel, vorzugsweise höchstens ein Zwanzigstel des Hubs beträgt. Durch dieses Oszillieren wird verhindert, dass eine vorzugsweise vorhandene Dichtung, die den Anker gegen den Pumpraum abdichtet, haften bleibt. Die Losbrechkraft, die notwendig ist, um den Anker aus einer Position herauszubewegen, in der der Anker vorher geruht hat, wird damit klein.

[0057] Weiterhin kann die Anordnung vorzugsweise so betrieben werden, dass die Oszillation des Ankers zur präzisen Einstellung des vorgegebenen Soll-Hubs während der Füllphase genutzt wird und danach mit maximaler Kraft durch Bestromen des zweiten Elektromagneten ohne Ankeroszillation die Flüssigkeit aus dem Pumpraum durch die Abgabeöffnung mit definierter Kraft gepumpt wird (Druckhub).

[0058] Günstig ist es, wenn die Pumpe eine Temperaturerfassungsvorrichtung aufweist, die eingerichtet ist zum Erfassen eines Temperaturmesswerts, der zu einer Pumpraum-Temperatur im Pumpraum korreliert. Beispielsweise handelt es sich bei dem Temperaturmesswert um einen Messwert, der die Pumpraum-Temperatur angibt. Der Temperaturmesswert kann beispielsweise als elektrisches Signal vorliegen, es ist aber auch möglich, dass der Temperaturmesswert beispielsweise ein elektrischer Widerstand ist, der sich mit der Pumpraumtemperatur ändert. Maßgeblich ist lediglich, dass ein Überschreiten eines vorgegebenen Temperaturschwellenwerts detektierbar ist. Beispielsweise kann die Temperaturerfassungsvorrichtung ein temperaturabhängiger Widerstand sein. Handelt es sich bei diesem Widerstand um einen Heißleiter, kann beim Unterschreiten eines Schwellen-Widerstands darauf geschlossen werden, dass die Pumpraum-Temperatur oberhalb eines Pumpraum-Temperaturschwellenwerts liegt.

[0059] Vorzugsweise ist die Steuerung ausgebildet zum Bestromen eines Heizelements und/oder zumindest eines der Elektromagneten zum Erhöhen der Pumpraum-Temperatur, wenn die Pumpraum-Temperatur eine vorgegebene Pumpraum-Mindesttemperatur unterschreitet. Auf diese Weise wird beispielsweise ein Einfrieren oder ein Auskristallisieren der Flüssigkeit vermieden.

[0060] Vorzugsweise umfasst die Pumpe eine Kühlvorrichtung zum Kühlen des Pumpraums. Es kann sich dabei beispielsweise um ein Peltier-Element handeln. Vorzugsweise ist die Steuerung eingerichtet zum automatischen Kühlen des Pumpraums, wenn die Pumpraum-Temperatur eine vorgegebene Pumpraum-Maximaltemperatur überschreitet.

[0061] Erfindungsgemäß ist zudem ein Odoriersystem mit (a) einer Zielfluid-Leitung, insbesondere einer Gasleitung, beispielsweise einer Erdgasleitung, für ein Zielfluid, insbesondere ein Gas, beispielsweise Erdgas, und (b) einer Zudosiersvorrichtung zum Zudosieren einer Flüssigkeit zum Zielfluid vorgesehen, wobei (c) die Zudosiersvorrichtung eine Pumpe und ein Reservoir, das die Flüssigkeit enthält, aufweist.

[0062] Vorzugsweise ist der Zylinder und/oder das Reservoir mit Odoriermittel gefüllt.

[0063] Günstig ist es ganz allgemein, wenn der Pumpraum unterhalb des Zylinders angeordnet ist. Etwaig im Pumpraum entstehende Gase werden so kaum aus dem Pumpraum abgegeben, sondern entweichen nach oben, insbesondere in den Zylinder.

[0064] Die Erfindung betrifft zudem ein Kaltentkeimungssystem mit (a) einer Zielfluid-Leitung in Form einer Flüssigkeitsleitung und (b) einer Zudosiersvorrichtung in Form einer Entkeimungsvorrichtung zum Zudosieren einer Flüssigkeit in Form eines Entkeimungsmittels in die Flüssigkeitsleitung, wobei (c) die Entkeimungsvorrichtung eine Pumpe und ein Reservoir, das das Entkeimungsmittel enthält, aufweist.

[0065] In diesem Fall ist der Zylinder und/oder das Reservoir vorzugsweise mit Entkeimungsmittel gefüllt.

[0066] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Zudosiersystem mit einer erfindungsgemäßen Pumpe zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Zudosiersystems mit einer erfindungsgemäßen Pumpe,

Figur 3a eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Zudosiersystems mit einer erfindungsgemäßen Pumpe,

Figur 3b eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Zudosiersystems mit einer erfindungsgemäßen Pumpe,

Figur 4a eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Zudosiersystems mit einer erfindungsgemäßen Pumpe mit einem segmentierten Anker,

Figur 4b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Zudosiersystems mit einer erfindungsgemäßen Pumpe, bei der zusätzlich zu den Elektromagneten Dauermagnete eingebaut sind, die so zwischen den beiden Magnetspulen positioniert sind, dass ein magnetischer Fluss entsteht, auch wenn beide Magnetspulen nicht bestromt sind.

Figur 5a zeigt einen Ventilkörper einer erfindungsgemäßen Pumpe gemäß einer ersten Ausführungsform,

Figur 5b einen Ventilkörper einer erfindungsgemäßen Pumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Figur 6 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe.

[0067] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Zudosiersystem 10 zum Zudosieren einer Flüssigkeit 12, in eine Zielfluid-Leitung 14, in der ein Zielfluid 16 fließt. Das Zudosiersystem 10 besitzt eine Pumpe 18, die einen Zylinder 20 besitzt, der einen Zylinderinnenraum 22 umgibt.

[0068] Im Zylinderinnenraum 22 ist ein Anker 26 angeordnet, der im Zylinderinnenraum 22 läuft. Der Anker 26 besitzt ein Ankerelement 28 aus weichmagnetischem Material, im vorliegenden Fall aus Weicheisen, sowie einen Schaft 30. Zwischen dem Ankerelement 28 und einer Zylinderinnenfläche 32 des Zylinders 20 ist ein Ringspalt 34 ausgebildet. Eine lichte Weite w des Ringspalts 34 liegt beispielsweise zwischen $w = 0,1$ mm und 1 mm. Der Anker 26 kann Verbindungskanäle 35 aufweisen, die entlang der Anker-Längsachse L verlaufen.

[0069] Der Zylinderinnenraum 22 steht mit einem Reservoir 36 über eine Leitung 37 in Verbindung, in dem die Flüssigkeit 12 enthalten ist. Bei der Flüssigkeit 12 handelt es sich beispielsweise um ein Odoriermittel oder ein Kaltentkeimungsmittel. Der Zylinderinnenraum 22 ist daher mit Flüssigkeit 12 gefüllt.

[0070] Die Pumpe 18 besitzt einen ersten Elektromagneten 38 und einen zweiten Elektromagneten 40, die bezüglich einer Anker-Längsachse L hintereinander angeordnet sind. Durch Bestromen der Elektromagnete 38, 40 kann der Anker 26 entlang der Anker-Längsachse L positioniert werden. Diese Position wird entlang einer x -Achse gemessen, die

entlang der Anker-Längsachse L verläuft.

[0071] Am Schaft 30 ist ein Magnet 42 angeordnet, der zusammen mit einem Magnetfeldsensorelement 44 einen Positionssensor 46 bildet. Mittels des Positionssensors 46 kann die Position des Ankers 26 bestimmt werden. Günstig ist es, wenn eine Messunsicherheit bei der Bestimmung der Positionen des Ankers 26 höchstens $0,2 \mu\text{m}$ beträgt.

[0072] Die Pumpe 18 besitzt einen Pumpraum 48, der auch als Pumpenkammer bezeichnet werden kann. Der Pumpraum 48 hat vorzugsweise ein Volumen von höchstens 100 Milliliter. Der Pumpraum 48 ist über eine Speiseleitung 50 mit dem Zylinderinnenraum 22 verbunden. An einem Auslassende 52 ist ein magnetisch schaltbares Ventil 54 angeordnet, das im rechten Teilbild vergrößert dargestellt ist.

[0073] Das Ventil 54 besitzt einen Ventilsitz 56 und einen Ventilkörper 58, der ferromagnetisch ausgebildet ist. Im vorliegenden Fall ist der Ventilkörper 58 magnetisiert. Beispielsweise kann der Ventilkörper 58 aus magnetisiertem Stahl bestehen.

[0074] Der Pumpraum besitzt eine Abgabeöffnung 60, zum Abgeben von gepumpter Flüssigkeit 12, beispielsweise an eine Düse 62.

[0075] Die Pumpe 18 besitzt ein erstes Magnetfeldformungselement 64 und ein zweites Magnetfeldformungselement 66. Das erste Magnetfeldformungselement 64 ist angeordnet zum Formen eines ersten Magnetfelds B_1 , das durch Bestromen des ersten Elektromagneten 38 erzeugt wird.

[0076] Das erste Magnetfeldformungselement 64 grenzt an ein erstes Luftspaltelement 68 aus unmagnetischem, nicht magnetisierbarem Material, beispielsweise nicht magnetischem rostfreiem Stahl. Das Luftspaltelement 68 hat die gleiche Wirkung wie ein Luftspalt an der gleichen Stelle und bewirkt eine Inhomogenität des ersten Magnetfelds B_1 in seiner Umgebung. Das Luftspaltelement 68 hat dazu eine in axialer Richtung bezüglich der Anker-Längsachse L eine abnehmende Dicke.

[0077] Das zweite Magnetfeldformungselement 66 grenzt an ein zweites Luftspaltelement 70 und wirkt wie das erste Luftspaltelement 68 für das zweite Magnetfeld B_2 , das durch Bestromen des zweiten Elektromagneten 40 aufgebaut wird.

[0078] Die Elektromagneten 38, 40 sind mit einer Steuerung 72 verbunden, die ggf. mit dem Positionssensor 46 in Verbindung steht. Die Pumpe 18 führt das im Folgenden beschriebene erfindungsgemäße Verfahren aus. Wird, beispielsweise aufgrund eines externen Signals, das an die Steuerung 72 übermittelt wird, ein vorgegebener Volumenstrom V angefordert, so berechnet die Steuerung 72 daraus einen Soll-Hub H_{Soll} und bestromt den ersten Elektromagneten 38.

[0079] Daraufhin bewegt sich der Anker 26 entlang der Anker-Längsachse L auf den ersten Elektromagneten 38 zu, da so die Reluktanz vermindert wird. Im in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel bewegt sich der Anker 26 nach oben. Dadurch vermindert sich ein Druck p_{48} im Pumpraum 48. Dadurch strömt Flüssigkeit 12 aus dem Zylinderinnenraum 22 durch eine Einstrom-Öffnung 76 der Speiseleitung 50, in die Speiseleitung 50 ein und gelangt zum Ventil 54. Das Ventil 54 ist geöffnet, sodass die Flüssigkeit 12 in den Pumpraum 48 einströmt.

[0080] Bei Bewegung des Ankers 26 misst der Positionssensor 46 kontinuierlich die Position x und regelt einen elektrischen Strom $I_1(t)$ durch den ersten Elektromagneten 38 und den Strom $I_2(t)$ durch den zweiten Elektromagneten 40 so, dass sich der Anker 26 entlang einer vorgegebenen Soll-Trajektorie $X_{\text{Soll}}(t)$ bewegt.

[0081] Hat der Anker 26 seinen oberen Totpunkt erreicht, ist also die Pumpkammer 48 mit einem vorgegebenen Soll-Volumen V_{Soll} gefüllt, polt die Steuerung 72 den Strom I_1 um. Dadurch ändert sich die Position x des Ankers 26 nicht. Hingegen ändert sich das Magnetfeld B_{54} in der Umgebung des Ventilkörpers 58, sodass dieser sich auf seinen Ventilsitz 56 zu bewegt und das Ventil 54 schließt.

[0082] Nachfolgend bestromt die Steuerung 72 den zweiten Elektromagneten 40 so, dass sich der Anker 26 in eine entgegengesetzte Richtung bewegt. Das Volumen des Pumpraums 48 nimmt dadurch ab und die Flüssigkeit 12 strömt unter Druck durch die Abgabeöffnung 60.

[0083] Diese Bewegung erfolgt erneut entlang der Soll-Trajektorie $X_{\text{Soll}}(t)$, sodass der Volumenstrom V der aus dem Pumpraum 48 ausströmt, dem vorgegebenen Soll-Volumenstrom V_{Soll} entspricht. Befindet sich der Anker 26 an seinem unteren Totpunkt, sodass keine weitere Flüssigkeit mehr abgegeben wird und danach eine Gegenbewegung in die entgegengesetzte Richtung erfolgt, polt die Steuerung 72 den zweiten Elektromagneten 40 um, sodass das Magnetfeld B_{54} seine Richtung ändert und der Ventilkörper 58 vom Ventilsitz 56 abgehoben wird. Die Steuerung 72 kann einen digitalen Speicher 74 aufweisen, in dem das entsprechende Programm gespeichert ist.

[0084] Der Schaft 30 ist mittels einer Dichtung 78 gegen die umgebende Wand abgedichtet. Um beim Bewegen des Ankers 26 den sogenannten Stick-Slip-Effekt zu minimieren, bestromt die Steuerung 72 den ersten Elektromagneten 38 und/oder den zweiten Elektromagneten 40 so, dass der Anker 26 eine oszillierende Bewegung ausführt, bevor der Anker 26 zum Pumpen bewegt wird. Dadurch kommt es zu keiner Haftreibung zwischen der Dichtung und dem Schaft 30, sondern lediglich zu Gleitreibung. Es ist jedoch auch möglich, die Pumpe 18 zu betreiben, ohne dass der Anker 26 oszilliert wird.

[0085] Besteht keine Anforderung an Flüssigkeit 12, so bringt die Steuerung 72 den Anker 26 in seine Ruhelage, in der das Volumen des Pumpraums 48 minimal ist. Das vermindert etwaige Gasblasen, die entstehen könnten, indem Flüssigkeit 12 verdampft. Kommt es dennoch zur Bildung von Gasblasen, so können diese nach oben durch die Speiseleitung 50 entweichen und führen damit nicht zu einer Verfälschung des Volumenstroms V .

[0086] Es ist möglich, dass die Pumpe 18 eine Temperaturerfassungsvorrichtung 80 in Form eines Thermometers aufweist, das mit der Steuerung 72 verbunden ist und angeordnet ist zum Messen einer Pumpraumtemperatur T_{48} im Pumpraum 48. Unterschreitet die Pumpraum-Temperatur T_{48} eine vorgegebene Pumpraum-Mindesttemperatur $T_{48,min}$, so steuert die Steuerung 72 den ersten Elektromagneten 38 und/oder den zweiten Elektromagneten 40 so an, dass die Flüssigkeit 12 im Zylinderinnenraum 22 erwärmt wird. Dazu stehen die Elektromagneten 38, 40 in thermischem Kontakt mit dem Zylinderinnenraum 22.

[0087] Die Pumpe 18 kann einen Ablauf 82 aufweisen, durch den die Flüssigkeit 12 im Zylinderinnenraum 22 herabgelassen werden kann.

[0088] In Figur 1 ist das Ventil 54 in Verlängerung des Schafts 30 angeordnet.

[0089] Die beiden Magnetfeldformungselemente 64, 66 sind bezüglich der Anker-Längsachse L zwischen zwei unmagnetischen und nicht magnetisierbaren Seitenteilen 84, 86 angeordnet. Der Magnet 42 ist radial vom zweiten Seitenteil 86 umgeben, sodass das Magnetfeld des ersten Elektromagneten 38 möglichst gering ist. Das Ventil 54 ist vom ersten Seitenteil 84 umgeben, sodass das Magnetfeld des zweiten Elektromagneten 40 an dieser Stelle möglichst schwach ist. Der Schaft 30 ist aus ferromagnetischem Material aufgebaut, sodass das Magnetfeld im Bereich des Ventilkörpers 58 durch Umpolen des ersten Elektromagneten 38 und/oder des zweiten Elektromagneten 40 veränderbar ist.

[0090] Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe, bei der das Ventil 54 angeordnet ist.

[0091] Figur 3a zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 18, bei der - anders als bei den Ausführungsformen gemäß den Figuren 1 und 2 - eine Bewegungsrichtung des Ventilkörpers 58 nicht entlang der Anker-Längsachse L verläuft, sondern quer dazu.

[0092] Figur 3b zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 18, bei der die Luftspaltelemente 68, 70 nicht wie bei den Ausführungsformen gemäß der Figuren 1, 2 und 3a benachbart zueinander angeordnet sind, sondern auf voneinander abliegenden Seiten des jeweiligen Magnetfeldformungselements 64 bzw. 66. Figur 4a zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 18, bei der der Anker so ausgeprägt ist, dass er aus mehreren Elementen besteht.

[0093] Figur 4b zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 18, bei der zusätzlich zu den Elektromagneten Dauermagnete vorhanden sind, die so zwischen den beiden Magnetspulen positioniert sind, dass ein magnetischer Fluss entsteht, auch wenn beide Magnetspulen nicht bestromt sind. Dies bewirkt, dass die Pumpe im unbestromten Zustand in einer definierten Position verharrt.

[0094] Figur 1 zeigt, dass die Pumpe 18 eine Heiz-und/oder Kühlvorrichtung 87 zum Kühlen des Pumpraums 48 aufweisen kann. Die Heiz-und/oder Kühlvorrichtung 87 ist im vorliegenden Fall ein Peltier-Element, das von der Steuerung 72 bestromt wird. Je nach Polarität der Stromrichtung heizt oder kühlt das Peltier-Element. Es kann daher, wenn es heizend betrieben wird, auch als Heizelement bezeichnet werden.

[0095] Figur 4a zeigt eine Ausführungsform, bei der der Anker 26 mehrere Ankersegmente 88.j (hier: $j = 1, \dots, 4$) aufweist. Die Steuerung 72 ist ausgebildet zum Bestromen von zuerst dem zweiten Elektromagneten 40, sodass ein erstes Ankersegment 88.1 benachbart zum zweiten Luftspaltelement 70, also in der ferromagnetfreien Zone, positioniert wird. Dadurch steht ein zweites Ankersegment 88.2 benachbart zum ersten Luftspaltelement 68 und damit im Wirkungsbereich der ferromagnetfreien Zone.

[0096] Dann wird der erste Elektromagnet 38 bestromt, wodurch das zweite Ankersegment 88.2 sich benachbart zum ersten Luftspaltelement 68 positioniert. Infolgedessen steht ein drittes Ankersegment 88.3 im Wirkungsbereich des zweiten Luftspaltelements 70.

[0097] Daraufhin wird das dritte Ankersegment 88.3 durch Bestromen des zweiten Elektromagneten 40 in der ferromagnetfreien Zone des zweiten Luftspaltelements 70, also benachbart zu diesem, positioniert.

[0098] Infolgedessen steht ein viertes Ankersegment 88.4 im Wirkungsbereich der ferromagnetfreien Zone des ersten Luftspaltelements 68. Würde der Anker 26 mehr Ankersegmente umfassen, könnte das alternierende Bestromen fortgesetzt werden, bis das letzte Ankersegment, das für die maximale Hublänge benötigt wird, in der entsprechenden ferromagnetfreien Zone positioniert ist.

[0099] Je nach Stromstärke I_{38} des elektrischen Stroms, der durch den ersten Elektromagneten 38 fließt und der Stromstärke I_{40} des elektrischen Stroms, der durch den zweiten Elektromagneten 40 fließt, ergibt sich so eine Position des Ankers 26 bezüglich seiner Anker-Längsachse L, die die Reluktanz minimiert. Auf diese Weise kann durch die Stromstärken durch den ersten Elektromagneten und/oder den zweiten Elektromagneten I_{38} , I_{40} die Position des Ankers 26 stufenlos eingestellt werden.

[0100] Figur 4b zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 18, bei der zwischen den Elektromagneten 38, 40 Dauermagnete 90.1, 90.2 angeordnet sind. Die Dauermagnete 90.1, 90.2 sind so zwischen den beiden Elektromagneten 38, 40 positioniert, dass ein magnetischer Fluss entsteht, auch wenn beide Magnetspulen nicht bestromt sind. Dies bewirkt, dass die Pumpe 18 im unbestromten Zustand in einer definierten Position verharrt.

[0101] Figur 5a zeigt einen Ventilkörper 58, der eine strukturierte Mantelfläche 92 hat. Im vorliegenden Fall hat die Mantelfläche 92 Ausnehmungen 94.i ($i = 1, 2, \dots$), die sich entlang von helikalen Kurven K1, K2, .. erstrecken. Die Kurven

K1, K2, .. verlaufen um die Ventilkörper-Längsachse L des Ventilkörpers 58. So entsteht bei einer Bewegung des Ventilkörpers entlang seiner Ventilkörper-Längsachse L ein auf den Ventilkörper wirkendes Drehmoment und der Ventilkörper 58 dreht sich um einen Drehwinkel α .

[0102] Figur 5b zeigt einen alternativen Ventilkörper 58, dessen Stirnfläche 96 eine asymmetrische, schiefe Struktur 98 aufweist. Der Blick von oben, der im oberen Teilbild dargestellt ist, zeigt, dass die Struktur 98 eine 180°-Drehsymmetrie hat, was bevorzugt, nicht aber notwendig ist.

[0103] Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 18, bei der der Anker 26 zwischen dem ersten Elektromagneten 38 und dem zweiten Elektromagneten 40 angeordnet ist. Dies stellt - unabhängig von anderen Merkmalen der Pumpe 18 gemäß der vorliegenden Ausführungsform - eine bevorzugte Ausgestaltung dar.

[0104] Zudem haben die Luftspaltelemente 68,70 einen Abstand von der Anker-Längsachse L, der größer ist als der Innenradius der Elektromagnete 38, 40 (also der Spulen). Dies stellt - unabhängig von anderen Merkmalen der Pumpe 18 gemäß der vorliegenden Ausführungsform - eine bevorzugte Ausgestaltung dar. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Abstand von der Anker-Längsachse L zumindest so groß wie der Mittelwert aus dem Innenradius und dem Außenradius der Elektromagnete 38, 40. Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist die geringere Verlustleistung der Elektromagnete. Vorteilhaft ist zudem der in der Regel vergleichsweise kleine Wicklungsdurchmesser.

[0105] Die Pumpe 18 und das Reservoir 36 bilden eine Zudosiervorrichtung 100.

[0106] Die Zielfluid-Leitung 14 kann beispielsweise eine Gasleitung, insbesondere eine Erdgasleitung sein. In diesem Fall ist die Zudosiervorrichtung 100 vorzugsweise als Odoriervorrichtung ausgebildet, in deren Reservoir 36 ein zuzudosierender Stoff 102 in Form eines Odoriermittels 102 enthalten ist. Das Odoriermittel 102 kann beispielsweise Tetrahydrothiophen, ein Mercaptan oder Gemisch aus Acrylsäureethylester (über 50 %), Acrylsäuremethylester und 2-Ethyl-3-methylpyrazin sein. Die Gesamtheit aus Gasleitung 14 und Odoriervorrichtung 100 bildet ein Odoriersystem 104.

[0107] Alternativ kann die Zielfluid-Leitung 14 eine Flüssigkeitsleitung sein. In diesem Fall ist die Zudosiervorrichtung 100 vorzugsweise als Entkeimungsvorrichtung ausgebildet. Der zuzudosierende Stoff 102 ist in diesem Fall ein Entkeimungsmittel.

Bezugszeichenliste:

10	Zudosiersystem	64	erstes Magnetfeldformungselement
12	Flüssigkeit		
14	Zielfluid-Leitung	66	zweites Magnetfeldformungselement
16	Zielfluid		
18	Pumpe	68	erstes Luftspaltelement
20	Zylinder	70	zweites Luftspaltelement
22	Zylinderinnenraum	72	Steuerung
26	Anker	74	digitaler Speicher
28	Ankerelement	76	Einström-Öffnung
		78	Dichtung
30	Schaft		
32	Zylinderinnenfläche	80	Thermometer
34	Ringspalt	82	Ablauf
35	untere Vorlaufkammer	84	erstes Seitenteil
36	Reservoir	86	zweites Seitenteil
37	Leitung	87	Kühlvorrichtung
38	erster Elektromagnet	88	Ankersegment
40	zweiter Elektromagnet	90	Dauermagnet
42	Magnet	92	Mantelfläche
44	Magnetfeldsensorelement	94	Ausnehmung
46	Positionssensor	96	Stirnfläche
48	Pumpraum	98	Struktur
50	Speiseleitung	100	Zudosiervorrichtung, Odoriervorrichtung
52	Auslass-Ende		

(fortgesetzt)

	54	Ventil	102	zuzudosierender Stoff: Odoriermittel, Entkeimungsmittel
	56	Ventilsitz		
5	58	Ventilkörper	104	Odoriersystem
	60	Abgabeöffnung		
	62	Düse		
10	α	Drehwinkel		
	T48	Pumpraum-Temperatur		
	L	Anker-Längsachse		
	w	lichte Weite		
	B	Magnetfeld		
15	V	Volumenstrom		
	H	Hub		
	i	Laufindex		
20	H _{Soll}	Soll-Hub		
	P	Druck		
	I ₁ (t)	elektrischer Strom		
	X _{Soll} (t)	Soll-Trajektorie		
25	t	Zeit		
	T _{48,min}	Pumpraum-Mindesttemperatur		
	V _{Soll}	Soll-Volumenstrom		
30	V _{soll}	Soll-Volumen		

Patentansprüche

1. Pumpe (18) für das Dosieren einer Flüssigkeit (12), mit

- (a) einem Zylinder (20), der einen Zylinderinnenraum (22) hat,
- (b) einem Anker (26), der

- im Zylinderinnenraum (22) läuft und
- zumindest abschnittsweise ferromagnetisch ist,

- (c) einem ersten Elektromagneten (38) und einem zweiten Elektromagneten (40), die mit dem Anker (26) einen Reluktanz-Linearmotor bilden, mittels dem der Anker (26) im Zylinder (20) bewegbar ist,
- (d) einem Pumpraum (48), der

- durch Betätigen des Ankers (26) vergrößert- und verkleinerbar ist,
- mit einer Speiseleitung (50) zum Füllen mit der zu pumpenden Flüssigkeit (12) verbunden ist und
- eine Abgabeöffnung (60) zum Abgeben der gepumpten Flüssigkeit (12) aufweist,

- (e) wobei die Speiseleitung (50) ein, insbesondere magnetisch, schaltbares Ventil (54) aufweist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**

- (f) die Pumpe einen Positionssensor (46) zum berührungslosen Bestimmen einer Anker-Position des Ankers (26) relativ zum Zylinder (20) aufweist.

2. Pumpe (18) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speiseleitung (50) durch den Anker (26) verläuft und den Zylinderinnenraum (22) mit dem Pumpraum (48) verbindet.

3. Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

(a) das magnetisch schaltbare Ventil (54)
einen permanentmagnetischen Ventilkörper (58) aufweist und durch Umpolen zumindest eines der Elektromagneten (38, 40) schaltbar ist und dass
(b) der Anker (26) ferromagnetisch ist.

4. Pumpe (18) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (58)

(a) so ausgebildet ist, dass er sich beim Schließen und/oder Öffnen des Ventils (54) um zumindest 1° dreht und
(b) eine strukturierte Mantelfläche, insbesondere schräge Nuten, und/oder ein Leitelement an einer Stirnfläche des Ventilkörpers (58) aufweist.

5. Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

(a) ein erstes Magnetfeldformungselement (64), das zum Formen eines ersten Magnetfelds (B_1) des ersten Elektromagneten (38) angeordnet ist, und
(b) ein zweites Magnetfeldformungselement (66), das zum Formen eines zweiten Magnetfelds (B_2) des zweiten Elektromagneten (40) angeordnet ist,
(c) wobei die Magnetfeldformungselemente (64, 66) so ausgebildet sind, dass der Anker (26) durch Bestromen der Elektromagnete (38, 40), insbesondere stufenlos, positionierbar ist.

6. Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

(a) der Anker (26) zumindest drei Ankersegmente (88) aufweist, die so angeordnet sind, dass durch alternierendes Bestromen des ersten Elektromagneten (38) und des zweiten Elektromagneten (40) der Anker (26) entlang seiner Anker-Längsachse (L), insbesondere stufenlos, positionierbar ist und dass
(b) der Positionssensor (46)

(i) ein Magnetsensor ist, der einen am Anker (26) befestigten Magneten (42) und ein Magnetfeldsensorelement (44) aufweist oder
(ii) ausgebildet ist zum Messen der Induktivität zumindest eines der Elektromagneten (38, 40) und Ermitteln der Position des Ankers (26) aus der Induktivität oder
(iii) ausgebildet ist zum Messen einer magnetischen Flussdichte und Ermitteln der Position des Ankers (26) aus der magnetischen Flussdichte.

7. Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speiseleitung (50) eine Einström-Öffnung (76) zum Einströmen von Flüssigkeit (12) aus dem Zylinderinnenraum (22) aufweist.

8. Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Steuerung (72), die ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten:

(i) Erfassen eines Soll-Hubs (H_{Soll}) des Ankers (26),
(ii) kontinuierlich Messen eines Ist-Hubs,
(iii) Bestromen des ersten Elektromagneten (38) so, dass sich der Ist-Hub dem Soll-Hub (H_{Soll}) annähert und Flüssigkeit (12) in den Pumpraum (48) strömt, und
(iv) danach Bestromen des zweiten Elektromagneten (40), sodass die Flüssigkeit (12) aus dem Pumpraum (48) durch die Abgabeöffnung (60) gepumpt wird.

9. Pumpe (18) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (72) ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten:

(i) nach dem Bestromen des ersten Elektromagneten (38), sodass sich der Ist-Hub dem Soll-Hub (H_{Soll}) annähert und Flüssigkeit (12) in den Pumpraum (48) strömt, und vor Bestromen des zweiten Elektromagneten (40) Umpolen eines der Elektromagneten (38, 40), sodass das Ventil (54) schließt und/oder
(ii) nach dem Pumpen der Flüssigkeit (12) aus dem Pumpraum (48) durch die Abgabeöffnung (60), Bestromen des zweiten Elektromagneten (40), sodass der Anker (26) in einer Ruhestellung ist.

10. Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- (a) eine Temperaturerfassungsvorrichtung (80), die eingerichtet ist zum Erfassen eines Temperaturmesswerts, der zu einer Pumpraum-Temperatur (T_{48}) im Pumpraum (48) korreliert,
 (b) wobei die Steuerung (72) ausgebildet ist zum Bestromen eines Heizelements (87) und/oder zumindest eines der Elektromagneten (38, 40) zum Erhöhen der Pumpraum-Temperatur (T_{48}), wenn die Pumpraum-Temperatur (T_{48}) eine vorgegebene Pumpraum-Mindesttemperatur ($T_{48,min}$) unterschreitet.

11. Zudosiersystem (10) mit

- (a) einer Zielfluid-Leitung (14) für ein Zielfluid (16) und
 (b) einer Zudosiervorrichtung (100) zum Zudosieren einer Flüssigkeit (12) zum Zielfluid (16),
dadurch gekennzeichnet, dass
 (c) die Zudosiervorrichtung (100)

- (i) eine Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche und
 (ii) ein Reservoir (36), das die Flüssigkeit (12) enthält, aufweist.

12. Odoriersystem (104) mit

- (a) einer Gasleitung (14), insbesondere einer Erdgasleitung, und
 (b) einer Odoriervorrichtung (100) zum Zudosieren einer Flüssigkeit (12) in Form eines Odoriermittels (102) in die Gasleitung (14),
dadurch gekennzeichnet, dass
 (c) die Odoriervorrichtung (100)

- (i) eine Pumpe (18) nach einem der vorstehenden Ansprüche und
 (ii) ein Reservoir (36), das das Odoriermittel (102) enthält, aufweist.

13. Kaltentkeimungssystem mit

- (a) einer Flüssigkeitsleitung (14) und
 (b) einer Entkeimungsvorrichtung (100) zum Zudosieren eines Entkeimungsmittels (102) in die Flüssigkeitsleitung (14),
dadurch gekennzeichnet, dass
 (c) die Entkeimungsvorrichtung

- (i) eine Pumpe (18) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 und
 (ii) ein Reservoir (36), das das Entkeimungsmittel enthält, aufweist.

14. Verfahren zum Zudosieren einer Flüssigkeit (12) in eine Zielfluid-Leitung (14) mittels einer Pumpe (18) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit den Schritten:

- (i) Erfassen eines Soll-Hubs (H_{Soll}) eines Ankers (26) der Pumpe (18),
 (ii) kontinuierlich Messen eines Ist-Hubs des Ankers (26),
 (iii) Bestromen des ersten Elektromagneten (38) und/oder des zweiten Elektromagneten (40), sodass sich der Ist-Hub dem Soll-Hub (H_{Soll}) annähert und Flüssigkeit (12) in den Pumpraum (48) strömt, und
 (iv) danach Bestromen des zweiten Elektromagneten (40), sodass die Flüssigkeit (12) aus dem Pumpraum (48) durch die Abgabeöffnung (60) gepumpt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** den Schritt:

- nach dem Bestromen des ersten Elektromagneten (38), sodass sich der Ist-Hub dem Soll-Hub (H_{Soll}) annähert und Flüssigkeit (12) in den Pumpraum (48) strömt, und vor Bestromen des zweiten Elektromagneten (40) Umpolen eines der Elektromagneten (38, 40), sodass das Ventil (54) schließt.

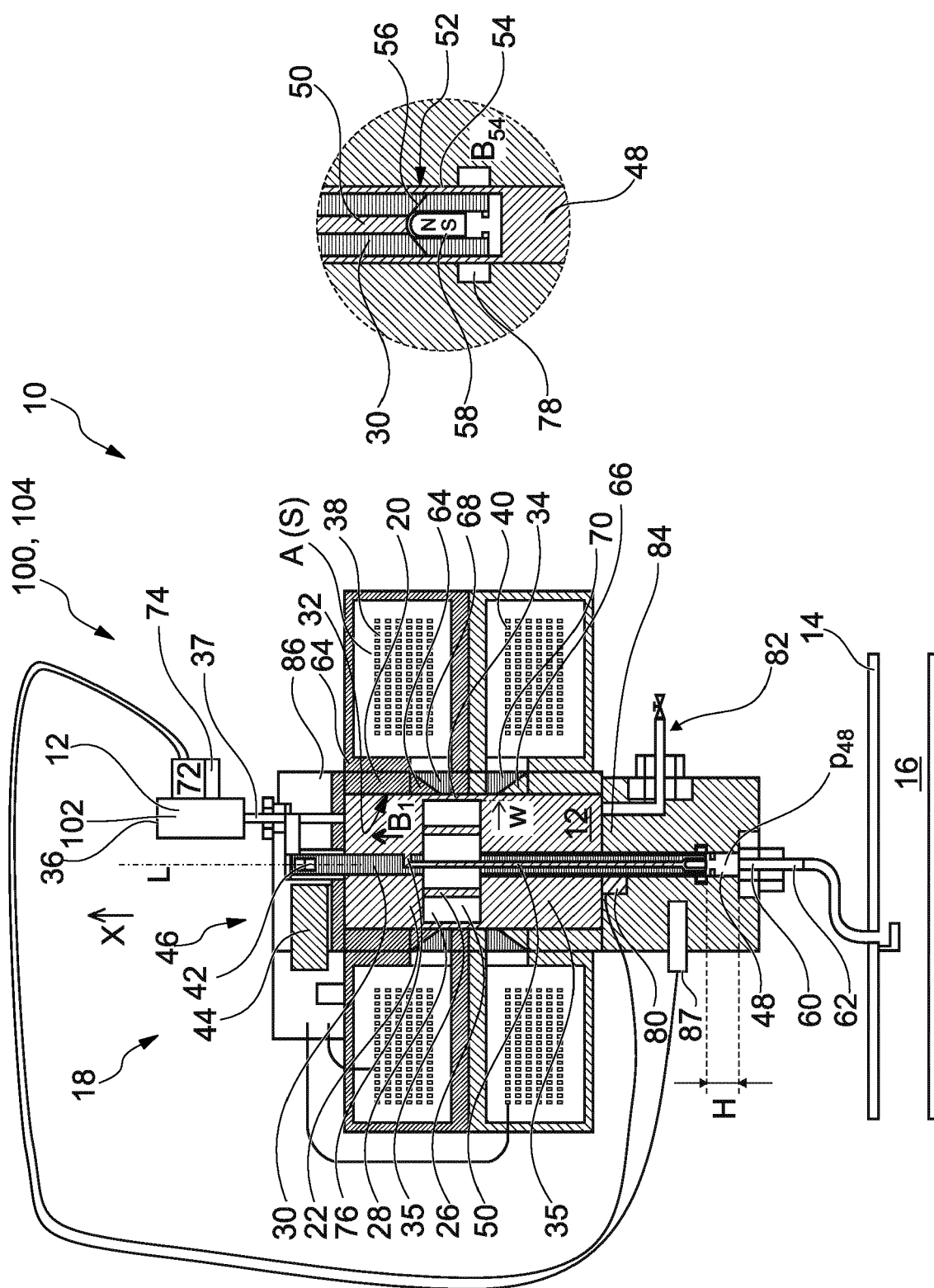


Fig. 1

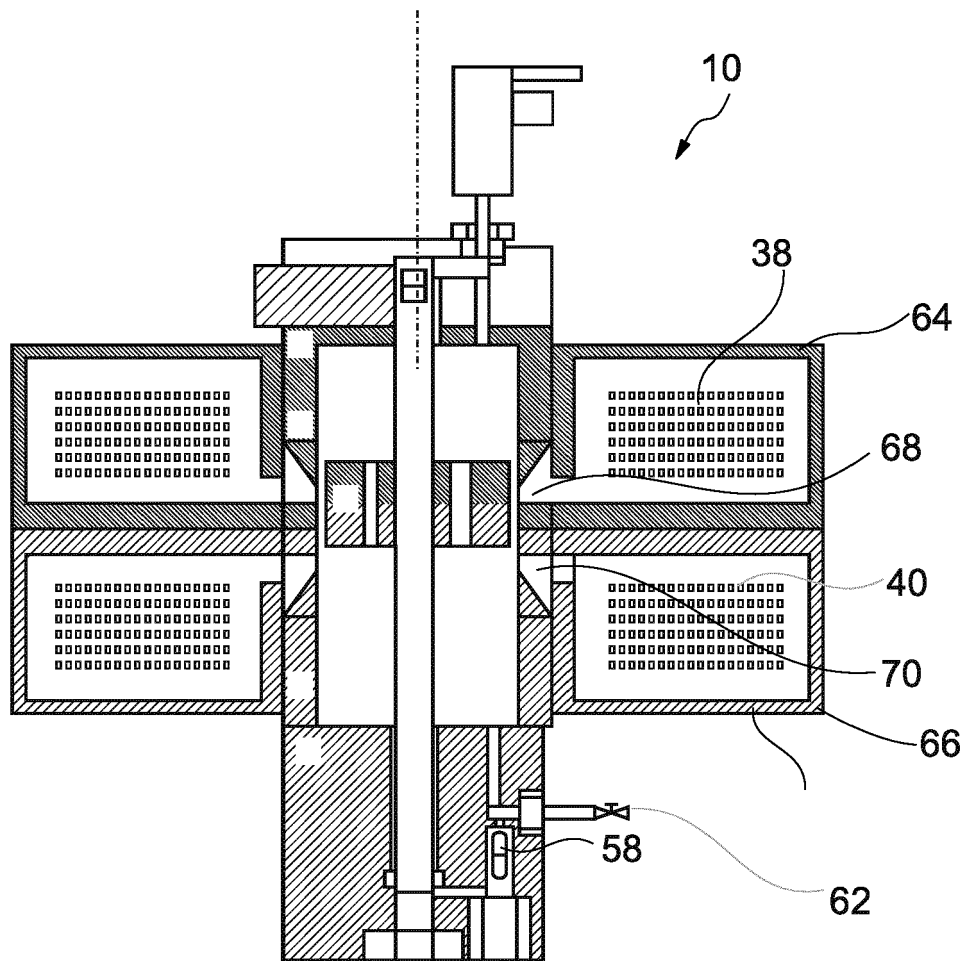


Fig. 2

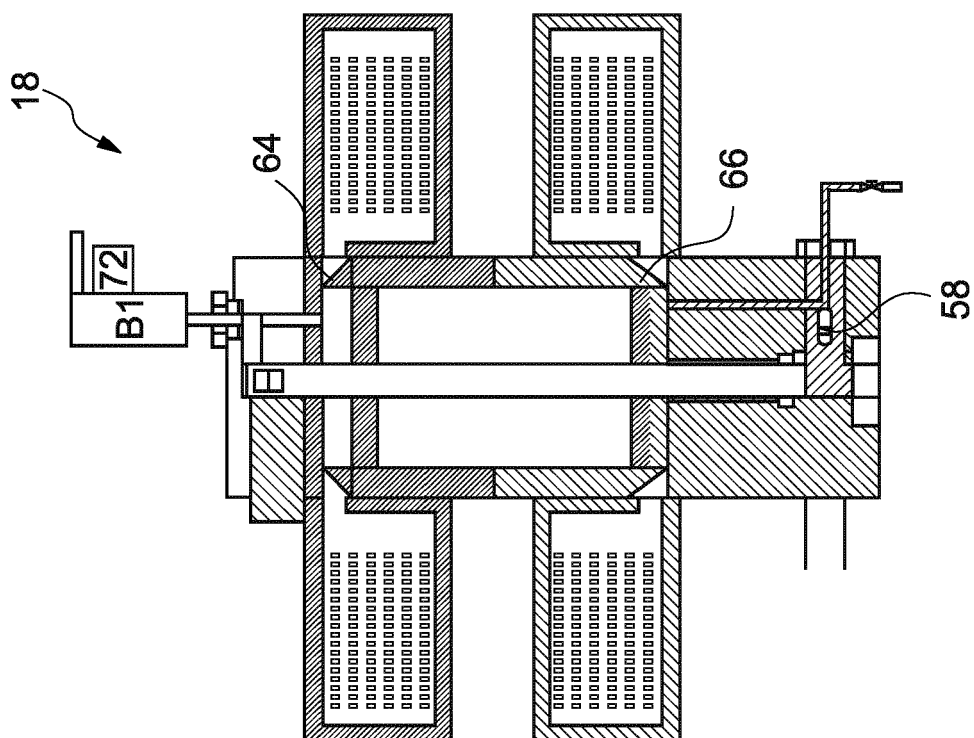


Fig. 3a

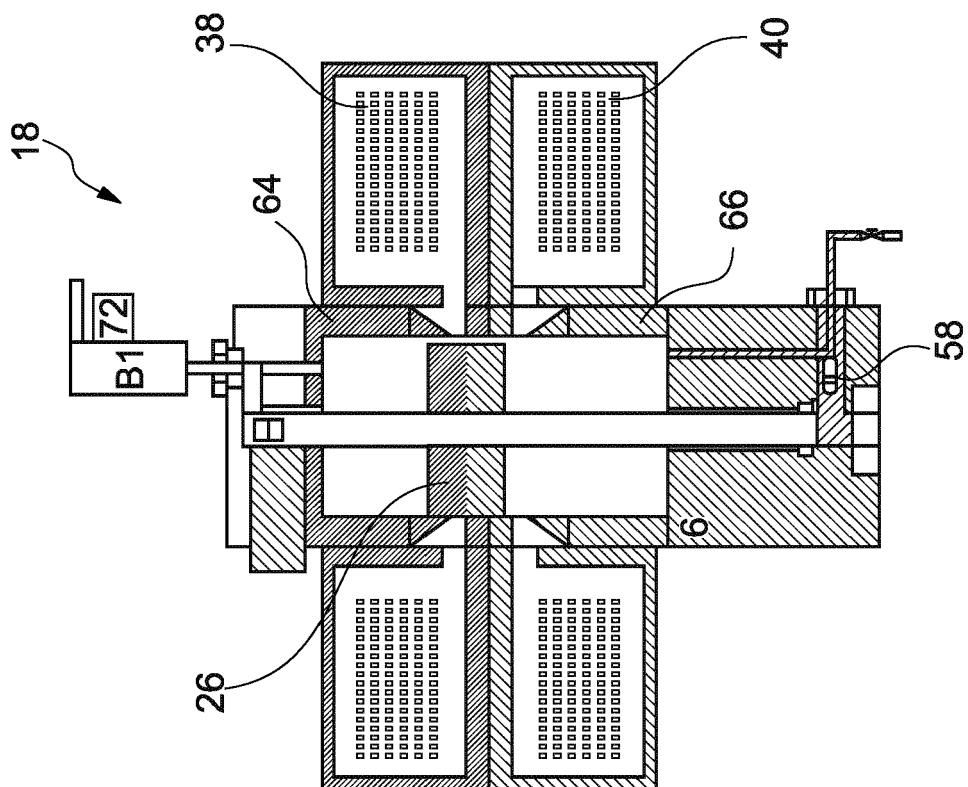


Fig. 3b

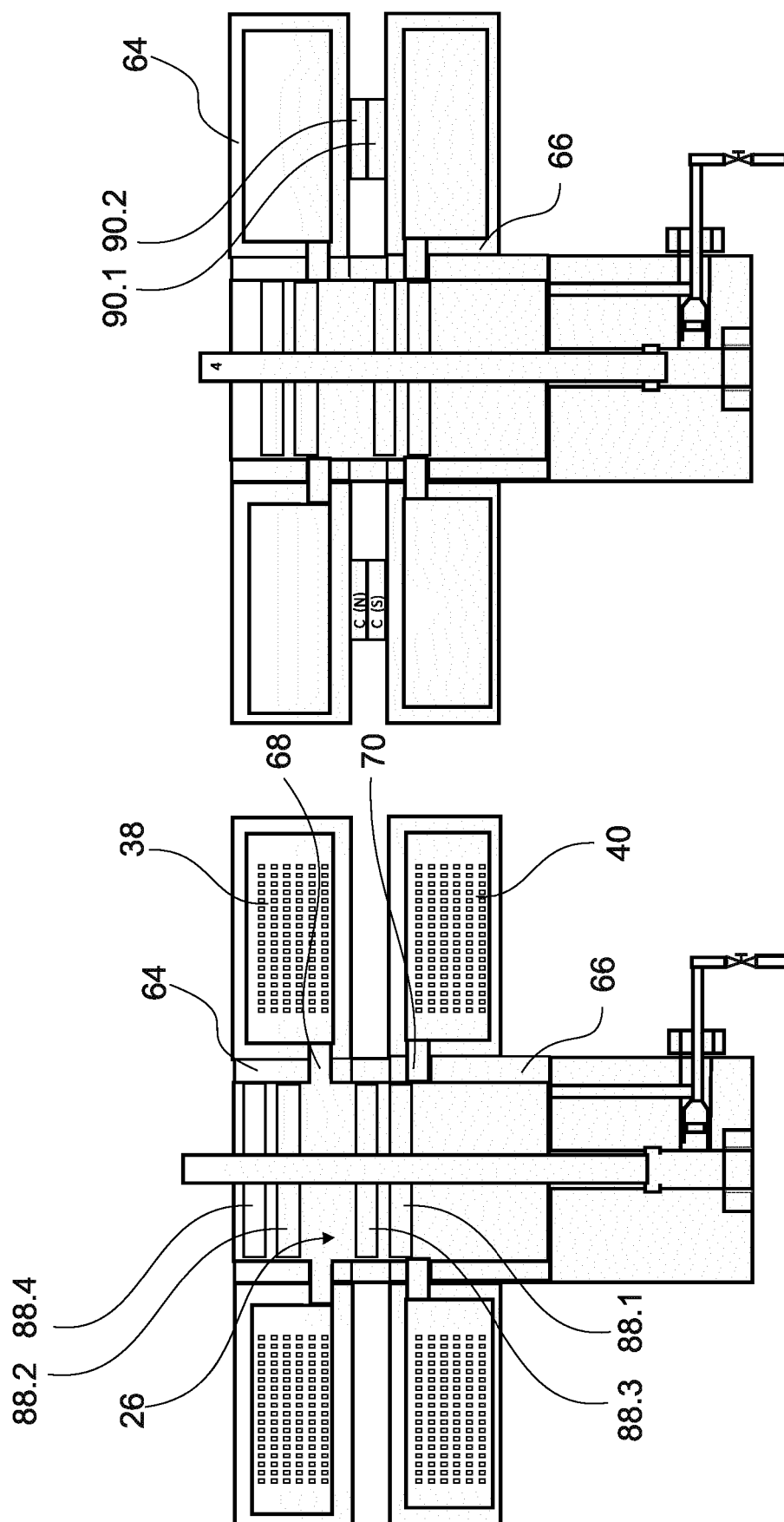


Fig. 4b

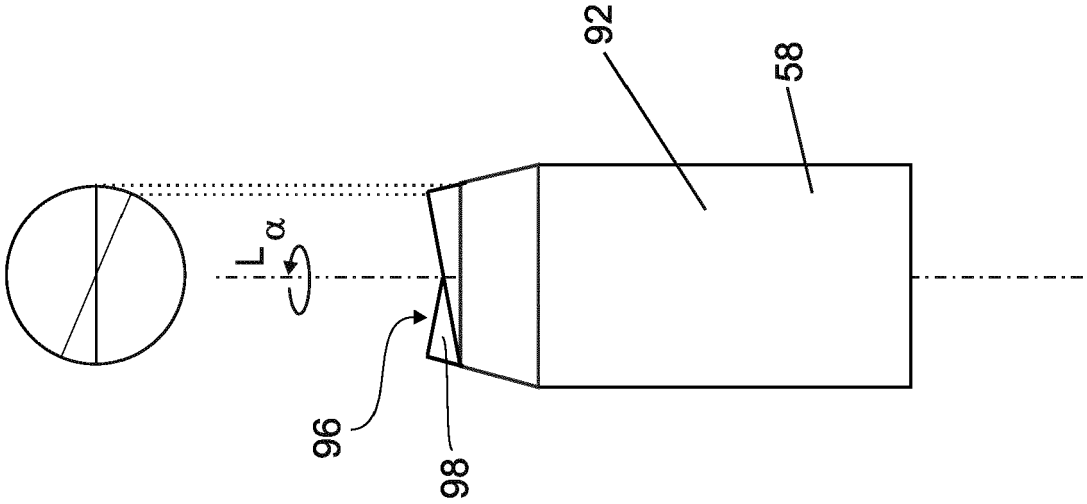


Fig. 5b

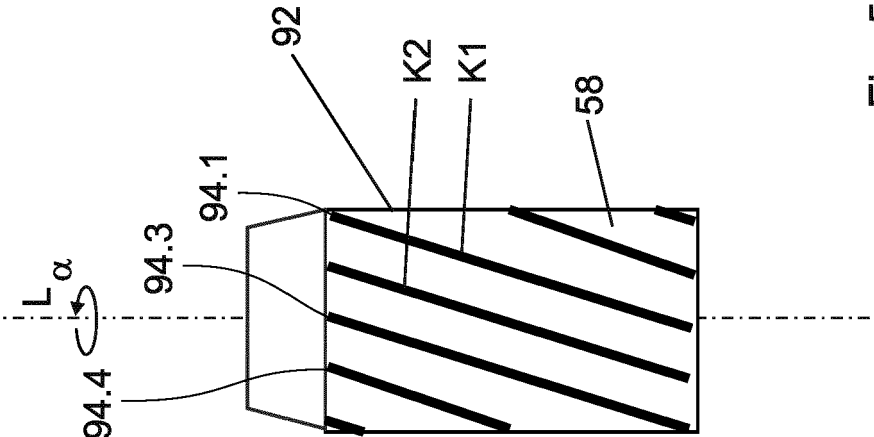


Fig. 5a

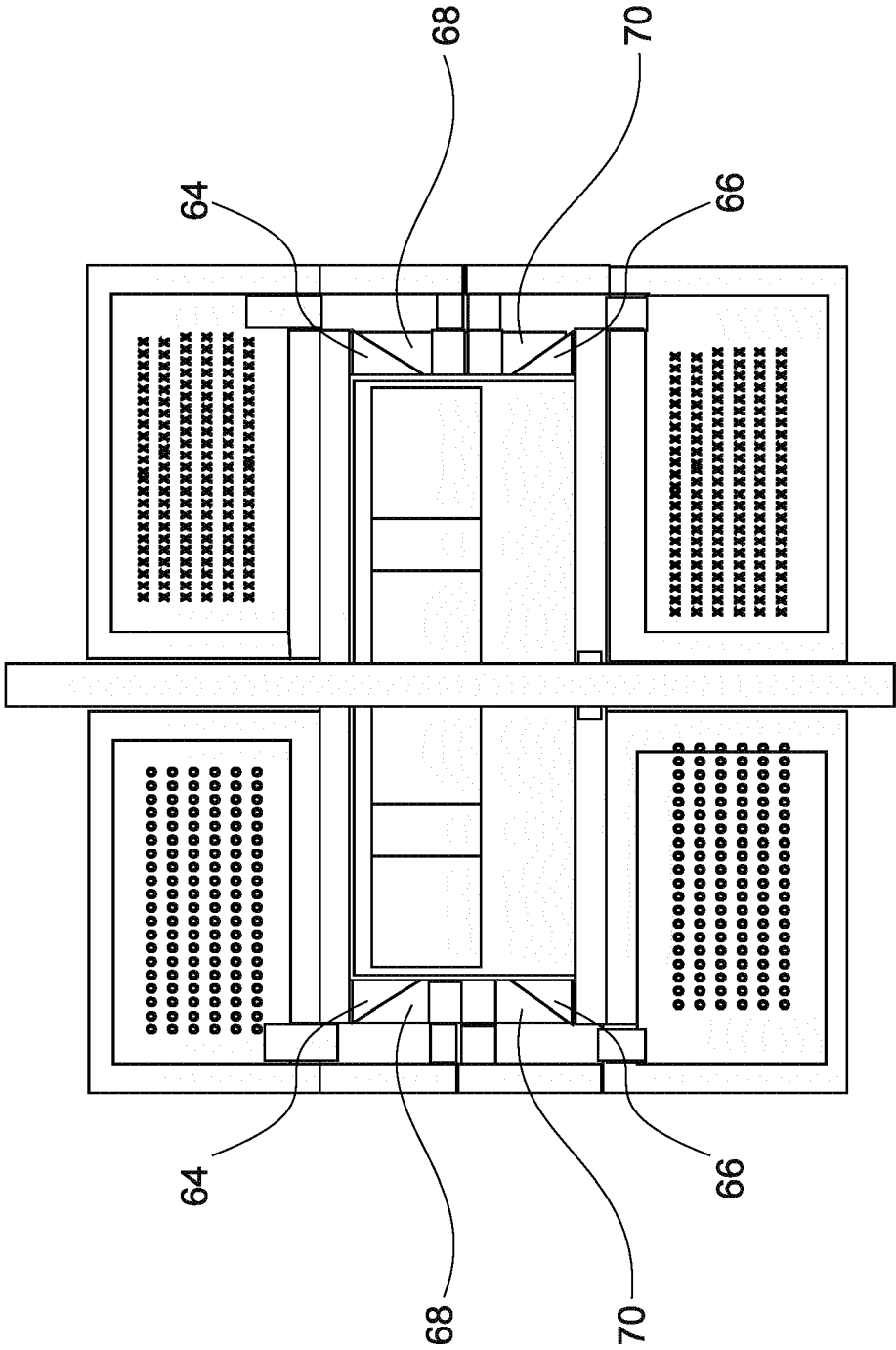


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 5661

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 3 546 746 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 2. Oktober 2019 (2019-10-02) * das ganze Dokument *	1-3,5-7, 11-13	INV. F04B7/00 F04B17/04 F04B35/04 F04B49/06
Y	US 2011/020143 A1 (VAN BRUNT NICHOLAS P [US] ET AL) 27. Januar 2011 (2011-01-27) * das ganze Dokument *	1-3,5-7, 11-13	
Y	US 2006/013704 A1 (SAWADA TERUYA [JP] ET AL) 19. Januar 2006 (2006-01-19) * das ganze Dokument *	2	
A		1	
Y	RU 2 224 944 C1 (NAUMEJKO A V) 27. Februar 2004 (2004-02-27) * das ganze Dokument *	12	
A		1	
A	EP 2 650 539 A1 (TI AUTOMOTIVE FUEL SYSTEMS SAS [FR]) 16. Oktober 2013 (2013-10-16) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 4 966 533 A (UCHIDA AKITO [JP] ET AL) 30. Oktober 1990 (1990-10-30) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
A	WO 00/63075 A1 (TOKHEIM CORP [US]) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) * das ganze Dokument *	1-15	
A	IT RM20 090 537 A1 (ETATRON D S SPA) 20. April 2011 (2011-04-20) * das ganze Dokument *	1-15	
A	WO 2009/083179 A1 (HAHN SCHICKARD GES [DE]; BRAUN MELSUNGEN AG [DE] ET AL.) 9. Juli 2009 (2009-07-09) * das ganze Dokument *	1-15	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. März 2021	Prüfer Lange, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : 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)

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 5661

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 460 261 A1 (MIKUNI KOGYO KK [JP]) 22. September 2004 (2004-09-22) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 0 161 429 A1 (HITACHI LTD [JP]) 21. November 1985 (1985-11-21) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 10 2004 022111 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. November 2005 (2005-11-24) * Absatz [0007] * * Abbildung 1 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. März 2021	Prüfer Lange, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 20 21 5661

5 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.

19-03-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3546746 A1	02-10-2019	CN 110318968 A	11-10-2019
		EP 3546746 A1	02-10-2019
		JP 2019196773 A	14-11-2019
		US 2019301438 A1	03-10-2019
US 2011020143 A1	27-01-2011	EP 2456977 A2	30-05-2012
		EP 2456982 A2	30-05-2012
		US 2011020143 A1	27-01-2011
		US 2011020156 A1	27-01-2011
		US 2018023551 A1	25-01-2018
		WO 2011011434 A2	27-01-2011
		WO 2011011440 A2	27-01-2011
US 2006013704 A1	19-01-2006	KEINE	
RU 2224944 C1	27-02-2004	KEINE	
EP 2650539 A1	16-10-2013	KEINE	
US 4966533 A	30-10-1990	KEINE	
WO 0063075 A1	26-10-2000	EP 1119487 A1	01-08-2001
		US 6149032 A	21-11-2000
		WO 0063075 A1	26-10-2000
IT RM20090537 A1	20-04-2011		
WO 2009083179 A1	09-07-2009	DE 102008003020 A1	10-09-2009
		WO 2009083179 A1	09-07-2009
EP 1460261 A1	22-09-2004	CN 1596339 A	16-03-2005
		DE 60210508 T2	10-05-2007
		EP 1460261 A1	22-09-2004
		KR 20040063157 A	12-07-2004
		TW I247850 B	21-01-2006
		US 2005053470 A1	10-03-2005
		WO 03046363 A1	05-06-2003
EP 0161429 A1	21-11-1985	EP 0161429 A1	21-11-1985
		JP S60209676 A	22-10-1985
		US 4613285 A	23-09-1986
DE 102004022111 A1	24-11-2005	DE 102004022111 A1	24-11-2005
		FR 2869957 A1	11-11-2005

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102014215110 A1 **[0004]**
- DE 1088684 B **[0005]**
- US 4274407 A **[0006]**
- DE 69311525 T2 **[0007]**
- DE 19961852 A1 **[0008]**
- DE 19623162 A1 **[0009]**
- DE 19544029 A1 **[0010]**
- DE 3933125 A1 **[0011]**
- EP 2971902 B1 **[0012]**