(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 333 336 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.02.2015 Patentblatt 2015/07

(21) Anmeldenummer: **10193640.9**

(22) Anmeldetag: **03.12.2010**

(51) Int Cl.:
F04B 1/04 *(2006.01)* ***F04B 27/04*** *(2006.01)*
F04B 39/00 *(2006.01)* ***F04B 3/00*** *(2006.01)*
F04B 53/14 *(2006.01)* ***F04B 53/16*** *(2006.01)*

(54) **Kolbenmaschine zum Einsatz als Vakuumpumpe für medizinische Zwecke**

Reciprocating engine for use as a vacuum pump for medicinal purposes

Machine à pistons pour l'utilisation comme pompe à vide à des fins médicales

(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

(30) Priorität: **04.12.2009 DE 102009057070**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.2011 Patentblatt 2011/24

(73) Patentinhaber: **MAQUET GmbH**
76437 Rastatt (DE)

(72) Erfinder: **Koch, Guido**
76135 Karlsruhe (DE)

(74) Vertreter: **Schaumburg, Thoenes, Thurn, Landskron, Eckert**
Patentanwälte
Postfach 86 07 48
81634 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 726 393
DE-A1- 1 751 949
DE-A1- 2 844 719
DE-A1- 19 541 593
DE-U1- 7 623 119
DE-U1- 29 701 678
US-A1- 1 731 044

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

EP 2 333 336 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit mindestens einem Zylinder und einem eine Öffnung des Zylinders verschließenden Zylinderkopf. Ferner umfasst die Kolbenmaschine einen zumindest teilweise innerhalb des Zylinders angeordneten Kolben, der mit Hilfe eines Pleuels relativ zum Zylinder und relativ zum Zylinderkopf in seine Längsrichtung bewegbar angeordnet ist.

[0002] Eine gängige Art der Kolbenführung ist die sogenannte Tauchkolbenführung, bei der der Kolben über das Pleuel direkt mit der Kurbelwelle verbunden ist. Die durch die Schrägstellung des Pleuels auf den Kolben ausgeübten Querkräfte werden von der Zylinderwand, durch die der Kolben geführt wird, aufgenommen. Die Querkräfte versuchen den Kolben zu kippen, was zum einen zu einer Geräuschentwicklung führt und zum anderen zum Klemmen des Kolbens führen kann. Insbesondere bei Vakuumpumpen im medizinischen Einsatz kann eine solche Geräuschentwicklung als sehr störend empfunden werden. Um ein Klemmen zu verhindern, muss der Kolben verglichen mit seinem Durchmesser relativ lang ausgeführt werden, wodurch sich eine relativ große Baugröße des Zylinders und eine hohe oszillierende Masse ergeben. Zum anderen muss der Spalt zwischen dem Kolben und der Zylinderwand so groß ausgeführt werden, dass sich der Kolben durch die Wärmeentwicklung beim Betrieb der Kolbenmaschine ausdehnen kann. Dieser notwendige große Spalt begünstigt die Geräuschentwicklung, da der Kolben in einer oberen und einer unteren Endlage bei seiner Bewegung aufgrund eines Lastwechsels jeweils von einer Anlageseite zu einer anderen Anlageseite wechselt.

[0003] Eine weitere verbreitete Art der Kolbenführung ist die sogenannte Kreuzkopfführung, bei der der Kolben über eine Kolbenstange mit einem auf einem Gleitlager geführten Kreuzkopf verbunden ist. Der Kreuzkopf wiederum ist über das Pleuel mit der Kurbelwelle verbunden. Über das Gleitlager werden die über das Pleuel von der Kurbelwelle übertragenen Querkräfte aufgenommen, sodass der Kolben nur Kräfte in seine Längsrichtung erfährt und keine Kräfte vom Kolben auf die Zylinderwand übertragen werden. Nachteilig an der Kreuzkopfführung ist, dass diese einen großen Bauraum benötigt und eine hohe oszillierende Masse aufweist. Somit kommt die Kreuzkopfführung nur für große Maschinen mit sehr geringen Drehzahlen in Frage.

[0004] Aus dem Dokument DE 2 001 921 A1 ist eine Flüssigkeitsabgabepumpe bekannt, bei der ein Kolben gleitbar auf einem Ventilschaft aufgesteckt ist.

[0005] Aus dem Dokument US 1 731 044 A ist ein Kompressor mit zwei konzentrisch angeordneten Kompressionsräumen bekannt. Der oszillierende Kolben ist über eine Schraube fest mit einem darunter liegenden Teil verbunden, das zur Kopplung mit der Kurbelwelle dient.

[0006] Aus dem Dokument DE 28 44 719 A1 ist ein zweistückiges Pumpsystem bekannt, das zwei konzentrisch angeordnete Kompressionsräume hat. Ein erster zentrisch angeordneter, feststehender Kolben und der oszillierende Zylinder dienen allein zur Bildung eines Kompressionsraums. Sie übernehmen keine Führungsaufgabe bezüglich der Umsetzung einer Drehbewegung in eine oszillierende Bewegung.

[0007] Aus dem Dokument DE 76 23 119 A ist ein zweistufiges konzentrisches Pumpsystem bekannt, das über einen Handhebel bedient wird.

[0008] Aus dem Dokument EP 0 726 393 A1 ist ein zweistufiges Pumpsystem bekannt. Als Antrieb ist ein elektrisch betriebener Nockentrieb offenbart.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kolbenmaschine anzugeben, die kompakt gebaut und geräuscharm ist und bei der keine oder nur geringe Querkräfte von dem Kolben auf den Zylinder übertragen werden.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Kolbenmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0011] Durch das Vorsehen eines fest mit dem Zylinderkopf verbundenen Führungselementes, von dem zumindest ein Teilbereich innerhalb einer in Längsrichtung des Kolbens verlaufenden Öffnung des Kolbens angeordnet ist, wird erreicht, dass von dem Pleuel auf dem Kolben ausgeübte Querkräfte von dem Führungselement aufgenommen werden und nicht, wie z. B. bei der Tauchkolbenführung, auf die Zylinderwand übertragen werden. Da sich die Größe der Öffnung des Kolbens bei einer Erwärmung des Kolbens durch den Betrieb der Kolbenmaschine mit den Kolben ausdehnt, kann der Spalt zwischen dem Führungselement und dem Kolben sehr gering ausgebildet sein, sodass ein Kippen des Kolbens verhindert wird bzw. der Kolben nur minimal kippen kann. Hierdurch wird die Geräuschentwicklung beim Betrieb der Kolbenmaschine reduziert und ein Klemmen des Kolbens auf einfache Art verhindert. Durch die Führung des Kolbens durch das Führungselement wird, verglichen mit der Tauchkolbenführung, ein günstiges, d.h. möglichst großes, Führungsverhältnis erreicht, wobei das Führungsverhältnis das Verhältnis der Länge des Kolbens zu dem Durchmesser des den Koben führenden Elements ist. Da zwischen dem Kolben der Zylinderwand keine oder nur geringe Kräfte übertragen werden, werden der Verschleiß des Kolbens und/oder der Verschleiß der Zylinderinnenwand reduziert.

[0012] Durch die Öffnung ist insbesondere eine nach innen gerichtete Gleitfläche ausgebildet. Der Kolben gleitet vorzugsweise über diese Gleitfläche auf dem Führungselement,

[0013] Die Längsrichtung ist diejenige Richtung, in die die Längsachse des Kolbens gerichtet ist, also die Richtung, in der sich der Kolben beim Hin- und Herbewegen im Zylinder während des Betriebes der Kolbenmaschine bewegt. Unter einem Kippen des Kolbens wird verstanden, wenn die Längsachse des Kolbens sich relativ zur Längsachse des Zylinders verschwenkt und somit die Längsachse des Zylinders und die Längsachse des Kolbens nicht mehr zusammenfallen. Der Zylinder und der

Zylinderkopf sind vorzugsweise einstückig ausgebildet, wodurch die Stabilität der Kolbenmaschine erhöht wird. Ebenso ist es vorteilhaft, wenn das Führungselement und der Zylinderkopf einstückig ausgebildet werden, wodurch eine sichere Befestigung des Führungselements an dem Zylinderkopf erreicht wird.

[0014] Die Querkräfte sich alle diejenigen Kräfte, die nicht in Längsrichtung des Kolbens wirken. Die auf den Kolben wirkenden Querkräfte kommen insbesondere durch die Rotation einer über das Pleuel mit dem Kolben verbundenen Kurbelwelle zustande. Über die Kurbelwelle und das Pleuel wird das Hin- und Herbewegen des Kolbens innerhalb des Zylinders bewirkt.

[0015] Das Spiel zwischen dem Kolben und dem Führungselement ist insbesondere so gering ausgebildet, dass der Durchtritt eines Mediums zwischen dem Kolben und dem Führungselement verhindert wird bzw. das Ausmaß des Durchtritts des Mediums zwischen dem Kolben und dem Führungselement so gering ist, dass es beim Betrieb der Kolbenmaschine zu vernachlässigen ist. Hierdurch wird erreicht, dass auf ein Dichtungselement zur Abdichtung des Spaltes zwischen dem Kolben und dem Führungselement verzichtet werden kann. Ferner wird durch das geringe Spiel ein Kippen des Kolbens verhindert und eine sichere Führung des Kolbens aus dem Führungselement erreicht. Das Medium ist insbesondere ein Gas, eine Flüssigkeit oder ein Gemisch aus einem Gas und einer Flüssigkeit.

[0016] Die Öffnung des Kolbens und des Führungselements sind vorzugsweise jeweils zylindrisch ausgebildet, sodass eine sichere Führung des Kolbens auf dem Führungselement erreicht wird und ein Verkanten des Kolbens verhindert wird. Alternativ können das Führungselement und die Öffnung auch einen beliebigen nicht zylindrischen Querschnitt haben.

[0017] Es ist vorteilhaft, wenn die Öffnung eine Bohrung ist und wenn der Radius des Führungselements einen Wert zwischen 98 % und 99,9 % des Radius der Bohrung hat. Hierdurch wird erreicht, dass auf ein Dichtungselement zwischen Kolben und Führungselement verzichtet werden kann und ein Kippen des Kolbens und somit Geräuschentwicklung vermieden wird.

[0018] Der Kolben gleitet bei einer Bewegung in Längsrichtung vorzugsweise auf dem Führungselement, sodass der Kolben jederzeit über das Führungselement geführt wird und ein Kippen verhindert wird.

[0019] Es ist vorteilhaft, wenn beim Betrieb der Kolbenmaschine bei allen Betriebszuständen jeweils zumindest ein Teilbereich des Führungselementes innerhalb der Öffnung angeordnet ist. Hierdurch wird erreicht, dass der Kolben in allen Betriebszuständen durch das Führungselement geführt wird und in allen Betriebszuständen die auf den Kolben wirkenden Querkräfte durch das Führungselements aufgenommen werden.

[0020] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Längsachse der Öffnung und die Längsachse des Kolbens zusammenfallen, sodass die Öffnung mittig im Kolben angeordnet ist. Auf diese Weise wird erreicht, dass der Abstand des Führungselementes zu der Innenoberfläche des Zylinders in alle Richtungen gleich ist und somit kein Kippmoment durch unterschiedliche Drücke auf den Stirnflächen des Kolbens entsteht.

[0021] Die Öffnung ist insbesondere eine Durchgangsbohrung, sodass der Kolben auch beim Hin- und Herbewegen des Kolbens um eine verhältnismäßig große Strecke in Längsrichtung des Kolbens durch das durch die Durchgangsbohrung hindurch tretende Führungselement geführt wird. Das Führungselement ist insbesondere so lang ausgebildet, dass es die Durchgangsbohrung in jedem Betriebszustand der Kolbenmaschine vollständig durchragt.

[0022] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, insbesondere bei Kolbenmaschinen, bei denen der Kolben nur um kurze Strecken bewegt wird, kann die Öffnung auch als Sackbohrung ausgebildet sein. In diesem Fall ist die Länge, über die das Führungselement in die Bohrung hineinragt je nach Stellung des Kolbens unterschiedlich.

[0023] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann der Kolben ein in die Bohrung hineinragendes Dichtungselement umfassen, das den Durchtritt des Mediums durch das Führungselement in den Kolben reduziert, vorzugsweise verhindert. Auf diese Weise wird eine Abdichtung des Arbeitsraums der Kolbenmaschine erreicht und somit die Effektivität der Kolbenmaschine gesteigert.

[0024] Der Zylinder, das Führungselement und der Kolben sind insbesondere derart dimensioniert, dass selbst bei der maximal zulässigen Betriebstemperatur der Kolbenmaschine der Kolben die Innenoberfläche des Zylinders beim Bewegen in Längsrichtung nicht kontaktiert. Durch das Verhindern des Kontakts zwischen dem Kolben und der Innenfläche des Zylinders wird zum Einen das Klemmen des Kolbens sowie der Verschleiß an Kolben und Zylinder verhindert. Zum Anderen werden Geräusche vermieden, die bei bekannten Tauchkolbenmaschinen durch den Wechsel der Anlageseite des Kolbens an der Innenoberfläche des Zylinders verursacht werden.

[0025] Es ist vorteilhaft, wenn der Kolben ein Abdichtelement umfasst, das fest mit dem Kolben verbunden ist, das die Innenoberfläche des Zylinders kontaktiert und das den Durchtritt des Mediums zwischen der Innenoberfläche des Zylinders und dem Kolben reduziert. Es ist besonders vorteilhaft, wenn das Abdichtelement den Durchtritt des Mediums vollständig verhindert. Hierdurch wird die Effektivität der Kolbenmaschine gesteigert.

[0026] Die Kolbenmaschine ist insbesondere eine Kolbenarbeitsmaschine, vorzugsweise eine Kolbenpumpe. Durch die Hin- und Herbewegung des Kolbens wird das zu pumpende Medium von einem Ort zu einem anderen Ort gepumpt. Die Kolbenpumpe ist insbesondere eine Vakuumpumpe für den medizinischen Bereich oder eine Flüssigkeitspumpe. Die Kolbenarbeitsmaschine kann auch ein Kompressor sein. Alternativ kann die beschriebene Kolbenführung auch für Kolbenkraftmaschinen ein-

gesetzt werden. Insbesondere kann die Kolbenführung bei Verbrennungsmotoren, Hydraulik- und Gasantrieben angewandt werden.

[0027] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Kolbenmaschine mindestens zwei Zylinder, in denen jeweils ein eine in Längsrichtung verlaufende Bohrung aufweisender Kolben angeordnet ist, der relativ zum Zylinder bewegbar ist. Die Kolben sind jeweils über ein fest mit einem Zylinderkopf des jeweiligen Zylinders verbundenes Führungselement, das zumindest teilweise innerhalb der Bohrung des jeweiligen Kolbens angeordnet ist, geführt. Durch das Vorsehen mehrerer Zylinder wird die Leistung der Kolbenmaschine erhöht. Bei einer Pumpe wird durch das Vorsehen mehrerer Zylinder die Pumpleistung gesteigert.

[0028] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, die in Zusammenhang mit den beigefügten Figuren die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0029] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische perspektivische teilgeschnittene Darstellung einer Kolbenpumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung; und

Figur 2 eine schematische perspektivische teilgeschnittene Darstellung einer Kolbenpumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0030] In Figur 1 ist eine schematische perspektivische teilgeschnittene Darstellung einer Kolbenpumpe 10 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Die Kolbenpumpe 10 umfasst zwei Zylinder 12a, 12b, die in ein Gehäuse 14 einer Kurbelwelle 16 integriert ausgebildet sind. Jeder der Zylinder 12a, 12b hat zwei Öffnungen, von denen jeweils die der Kurbelwelle 16 abgewandte Öffnung mit Hilfe eines Zylinderkopfes 18a, 18b verschlossen ist.

[0031] Die der Kurbelwelle 16 zugewandten Öffnungen der Zylinder 12a, 12b sind nicht verschlossen. Die Zylinderköpfe 18a, 18b sind insbesondere jeweils über mehrere Schrauben an dem Gehäuse 14 befestigt. Hierzu weisen die Zylinderköpfe 18a, 18b jeweils mehrere Bohrungen auf, von denen eine in Figur 1 beispielhaft mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet ist. Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung können die Zylinder 12a, 12b und die Zylinderköpfe 18a, 18b auch einstückig ausgebildet sein.

[0032] Ferner umfasst die Kolbenpumpe 10 zwei Kolben 22a, 22b, von denen jeweils einer zumindest teilweise innerhalb einem der Zylinder 12a, 12b angeordnet ist. Die Kolben 22a, 22b sind über jeweils zwei Bolzen 24a bis 24d gelenkig mit jeweils einem Pleuel 28a, 28b verbunden. Die Bolzen 24a bis 24d sind mit Hilfe von Sicherungsringen 26a, 26b gegen ein unbeabsichtigtes Hinausrutschen gesichert. Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann das Pleuel 28a, 28b auch jeweils nur über einen Sicherungsbolzen 24a bis 24d oder mehr als zwei Sicherungsbolzen 24a bis 24d mit dem jeweiligen Kolben 22a, 22b verbunden sein.

[0033] Die den Kolben 22a, 22b abgewandten Enden der Pleuel 28a, 28b sind mit der Kurbelwelle 16 verbunden. Die Kurbelwelle 16 wird mit Hilfe eines in Figur 1 nicht dargestellten Motors in Rotation versetzt. Durch die Rotationsbewegung der Kurbelwelle 16 werden die Pleuel 28a, 28b in Bewegung versetzt, wodurch wiederum die mit den Pleuel 28a, 28b verbundenen Kolben 22a, 22b innerhalb der Zylinder 12a, 12b in Längsrichtung hin- und herbewegt werden. Die Längsrichtung ist die Richtung, in der die axiale Mittelachse der Kolben 22a, 22b und somit die Längsachse der Zylinder 12a, 12b verläuft. Bei dem Hin- und Herbewegen der Kolben 22a, 22b durch die Pleuel 28a, 28b werden von den Pleuel 28a, 28b sowohl in Längsrichtung gerichtete Kräfte, die für das Hin- und Herbewegen der Kolben 22a, 22b verantwortlich sind, als auch quer zur Längsrichtung wirkende Kräfte auf die Kolben 22a, 22b übertragen.

[0034] Die Kolben 22a, 22b weisen jeweils eine in Längsrichtung verlaufende Durchgangsbohrung auf, wobei die Mittelachse der Durchgangsbohrung und die Längsachse der Kolben 22a, 22b jeweils zusammenfallen. Die Kolben 22a, 22b werden bei Ihrer Hin- und Herbewegung jeweils durch ein komplementär zu den Bohrungen der Kolben 22a, 22b ausgebildetes Führungselement 30a, 30b geführt. Die Führungselemente 30a, 30b sind jeweils fest mit dem jeweiligen Zylinderkopf 18a, 18b verbunden. Die Führungselemente 30a, 30b sind derart angeordnet, dass unabhängig davon, in welcher Betriebsposition der jeweilige Kolben 22a, 22b angeordnet ist, zumindest ein Teilbereich des jeweiligen Führungselements 30a, 30b innerhalb der Durchgangsbohrung des jeweiligen Kolbens 22a, 22b angeordnet ist. Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Führungselemente 30a, 30b als Stab mit zylindrischem Querschnitt ausgebildet, weshalb die Führungselemente 30a, 30b auch als Führungsstäbe bezeichnet werden.

[0035] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung können die Führungselemente 30a, 30b sowie die Öffnungen der Kolben 22a, 22b, in denen die Führungselemente 30a, 30b angeordnet sind, auch jeweils einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. Ebenso sind beliebige andere Querschnittsformen denkbar.

[0036] Die von den Pleuel 28a, 28b auf die Kolben 22a, 22b quer zur Längsrichtungen gerichteten Kräfte werden von den Kolben 22a, 22b auf das jeweilige Führungselement 30a, 30b übertragen, sodass die quer zur Längsrichtung wirkenden Kräfte nicht von dem Kolben 22a, 22b auf die jeweilige Innenwandung des jeweiligen Zylinders 12a, 12b übertragen werden müssen. Das Spiel zwischen dem Kolben 22a, 22b und der jeweiligen Innenwandung des jeweiligen Zylinders 12a, 12b kann deshalb so groß ausgebildet sein, dass der Kolben 22a, 22b auch bei der maximalen Betriebstemperatur der Kolbenpumpe 10 und somit der maximalen Wärmedehnung die Innen-

wandung des Zylinders 12a, 12b nicht kontaktiert. Hierdurch wird ein Verschleiß des Kolbens 22a, 22b und/oder der Innenwandung vorgebeugt. Die notwendige Abdichtung zwischen dem Kolben 22a, 22b und der Innenwandung des Zylinders 12a, 12b, die benötigt wird, um einen Durchtritt des zu pumpenden Mediums zwischen dem Kolben 22a, 22b und der Innenwandung des Zylinders 12a, 12b zu vermeiden, wird durch ein Abdichtelement 32a, 32b erreicht. Die Abdichtelemente 32a, 32b sind aus einem elastischen Material gefertigt und insbesondere so elastisch, dass sie unabhängig von dem sich durch die Wärmedehnung der Kolben 22a, 22b und der Zylinder 12a, 12b ändernden Spiels zwischen dem Kolben 22a, 22b und der Innenwandung des Zylinders 12a, 12b eine sichere Abdichtung gewährleisten und somit den Durchtritt des zu pumpenden Mediums verhindern. Die Abdichtelemente 32a, 32b sind insbesondere fest mit dem jeweiligen Kolben 22a, 22b verbunden und kontaktieren beim Hin- und Herbewegen der Kolben 22a, 22b jeweils die Innenwandung der Zylinder 12a, 12b. Die Abdichtelemente 32a, 32b können auch als Kolbenringe ausgebildet sein.

[0037] Der Durchmesser der Führungselemente 30a, 30b ist jeweils nur geringfügig geringer als der Durchmesser der jeweiligen Bohrungen des jeweiligen Kolbens 22a, 22b. Hierdurch wird erreicht, dass zwischen dem Führungselement 30a, 30b und dem Kolben 22a, 22b jeweils nur ein geringes Spiel vorhanden ist. Dies bewirkt zum Einen, dass auf ein Dichtungselement zwischen dem Kolben 22a, 22b und den Führungselementen 30a, 30b verzichtet werden kann, da aufgrund des geringen Spiels und der großen Länge der Bohrung ein Durchtritt des zu pumpenden Mediums zwischen dem Führungselement 30a, 30b und dem Kolben 22a, 22b verhindert wird bzw. die Menge des durchtreten Mediums so gering ist, dass sie sich in einem für den Betrieb der Kolbenpumpe akzeptablen Rahmen bewegt. Zum Anderen wird durch das geringe Spiel zwischen dem Führungselement 30a, 30b und dem Kolben 22a, 22b erreicht, dass der Kolben 22a, 22b beim Hin- und Herbewegen durch die Quer zur Längsrichtung wirkenden Querkräfte nicht bzw. nur minimal bezogen auf seine Längsachse gekippt wird. Hierdurch wiederum wird erreicht, dass ein Klemmen des Kolbens 22a, 22b innerhalb des Zylinders 12a, 12b vermieden und die Geräuschentwicklung der Kolbenpumpe 10 reduziert wird. Gerade im medizinischen Bereich, beispielsweise bei Vakuumpumpen kann die Geräuschentwicklung von der Kolbenpumpe 10 störend sein, sodass eine solche Reduktion der Geräuschentwicklung einen erheblichen Vorteil mit sich bringt.

[0038] Das Spiel zwischen dem Kolben 22a, 22b und dem Führungselement 30a, 30b ist insbesondere derart gering, dass der Kolben 22a, 22b auf dem Führungselement 30a, 30b beim Hin- und Herbewegen in Längsrichtung gleitet, wodurch eine sichere Führung des jeweiligen Kolben 22a, 22b erreicht wird. Da sich der Radius der Bohrung der Kolben 22a, 22b bei einer Erwärmung der Kolben 22a, 22b beim Betrieb der Kolbenpumpe 10 vergrößert, kann das Spiel zwischen dem Kolben 22a, 22b und dem Führungselement 30a, 30b besonders gering ausgebildet sein, da ein Klemmen beim Betrieb durch die Aufweitung des Spiels vermieden wird.

[0039] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann zwischen dem Führungselement 30a, 30b und dem jeweiligen Kolben 22a, 22b auch jeweils ein Dichtungselement angeordnet sein, dass den Durchtritt des zu pumpenden Mediums zwischen den Kolben 22a, 22b und dem Führungselement 30a, 30b verhindert bzw. reduziert. Das Dichtungselement ist vorzugsweise jeweils fest mit dem Kolben 22a, 22b verbunden, kann alternativ aber auch fest mit dem jeweiligen Führungselement 30a, 30b verbunden sein.

[0040] Die Zylinderköpfe 18a, 18b umfassen jeweils eine Membran 34a, 34b die jeweils zwei Laschen 36a, 36b, 38a haben. Beim Bewegen der Kolben 22a, 22b in Richtung der Kurbelwelle 16 wird jeweils die erste Lasche 36a, 36b des jeweiligen Zylinderkopfes 18a, 18b in Richtung des Zylinders 12a, 12b geöffnet, sodass durch die geöffnete Öffnung das zu pumpende Medium in den Arbeitsraum des Zylinders 12a, 12b hineinströmen kann. Beim Bewegen eines Kolbens 22a, 22b von der Kurbelwelle 16 weg, wird die erste Lasche 36a, 36b verschlossen und die zweite Lasche 38a geöffnet, sodass das zu pumpende Medium durch den durch die zweite Lasche 38a verschließbaren Auslasskanal aus dem Arbeitsraum des Zylinders 12a, 12b gepumpt wird.

[0041] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann die Vorrichtung 10 anstelle einer Kolbenpumpe auch eine Kolbenkraftmaschine, insbesondere ein Verbrennungsmotor oder ein Stirlingmotor, sein. In diesem Fall wird das Wirkungsprinzip der Vorrichtung umgedreht, sodass die Kurbelwelle 16 nicht durch einen Motor angetrieben wird, sondern die Kurbelwelle 16 durch das Hin- und Herbewegen der Kolben 22a, 22b über die Pleuel 28a, 28b in Rotation versetzt wird.

[0042] In Figur 2 sind eine schematische perspektivische teilgeschnittene Darstellung einer Kolbenpumpe 40 gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung und eine schematische perspektivische Darstellung eines Motors 42 gezeigt. Elemente mit gleichem Aufbau oder gleicher Funktion haben dieselben Bezugszeichen. Der Motor 42 ist an die Kolbenpumpe 40 angeflanscht und dient zum Antreiben der Kurbelwelle 16.

[0043] Im Gegensatz zu dem in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel sind die beiden Zylinder 12a, 12b nicht in einer Reihe sondern um 90° versetzt angeordnet t. Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung können auch mehr als zwei Zylinder 12a, 12b oder nur ein Zylinder 12a, 12b vorgesehen sein. Ebenso können alternativ auch mehrere Zylinder in eine Reihe angeordnet sein und zusätzlich ein Zylinder oder mehrere Zylinder um einen Winkel versetzt angeordnet sein.

Bezugszeichenliste

[0044]

10, 40	Kolbenpumpe
12a, 12b	Zylinder
16	Kurbelwelle
18a, 18b	Zylinderkopf
20	Bohrung
22a, 22b	Kolben
24a bis 24d	Bolzen
26a, 26b	Sicherungsring
28a, 28b	Pleuel
30a, 30b	Führungselement
32a, 32b	Abdichtelement
34a, 34b	Membran
36a, 36b, 38a	Lasche
42	Motor

Patentansprüche

1. Kolbenmaschine,
mit mindestens einem Zylinder (12a, 12b),
einem eine Öffnung des Zylinders (12a, 12b) verschließenden Zylinderkopf (18a, 18b), und
mit einem zumindest teilweise innerhalb des Zylinders (12a, 12b) angeordneten Kolben (22a, 22b),
wobei der Kolben (22a, 22b) eine in seine Längsrichtung verlaufende Öffnung hat, und
wobei zumindest ein Teilbereich eines fest mit dem Zylinderkopf (18a, 18b) verbundenen Führungselementes (30a, 30b) innerhalb der Öffnung des Kolbens (22a, 22b) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (22a, 22b) mit Hilfe eines Pleuels (28a, 28b) relativ zum Zylinder (12a, 12b) und zum Zylinderkopf (18a, 18b) in seine Längsrichtung bewegbar angeordnet ist, und
dass die Öffnung eine durchgehende Öffnung ist.

2. Kolbenmaschine (10, 40) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Öffnung eine nach innen gerichtete Gleitfläche ausgebildet.

3. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungselement (30a, 30b) zumindest einen Teil der, vorzugsweise alle, bei der Bewegung der Kolbens (22a, 22b) in Längsrichtung quer zur Längsrichtung des Kolbens (22a, 22b) auf den Kolben (22a, 22b) wirkenden Kräfte aufnimmt.

4. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spiel zwischen dem Kolben (22a, 22b) und dem Führungselement (30a, 30b) so gering ist, dass der Durchtritt eines Mediums zwischen dem Kolben (22a, 22b) und dem Führungselement (30a, 30b) verhindert wird.

5. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungselement (30a, 30b) zylinderförmig ist.

6. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (22a, 22b) bei einer Bewegung in Längsrichtung auf dem Führungselement (30a, 30b) gleitet.

7. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Betrieb der Kolbenmaschine (10, 40) bei allen Betriebszuständen jeweils zumindest ein Teilbereich des Führungselements (30a, 30b) innerhalb der Öffnung angeordnet ist.

8. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse der Öffnung und die Längsachse des Kolbens (22a, 22b) zusammenfallen.

9. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (22a, 22b) ein in die Bohrung hineinragendes Dichtungselement umfasst, das den Durchtritt eines Mediums zwischen dem Führungselement (30a, 30b) und dem Kolben (22a, 22b) reduziert, vorzugsweise verhindert.

10. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinder (12a, 12b), das Führungselement (30a, 30b) und der Kolben (22a, 22b) derart dimensioniert sind, dass selbst bei einer maximal zulässigen Betriebstemperatur der Kolbenmaschine (10, 40) der Kolben die Innenoberfläche des Zylinders (12a, 12b) beim Bewegen des Kolbens (22a, 22b) in Längsrichtung nicht kontaktiert.

11. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (22a, 22b) ein Abdichtelement (32a, 32b) umfasst, das die Innenoberfläche des Zylinders (12a, 12b) kontaktiert und das den Durchtritt eines Mediums zwischen der Innenoberfläche des Zylinders (12a, 12b) und dem Kolben (22a, 22b) reduziert, vorzugsweise verhindert.

12. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenmaschine (10, 40) eine Kolbenarbeitsmaschine, vorzugsweise eine Kolbenpumpe, insbesondere eine Vakuumpumpe, ist.

13. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (22a, 22b) über das Pleuel (28a, 28b) mit einer Kurbelwelle (16) verbunden ist.

14. Kolbenmaschine (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein weiterer Zylinder (12a, 12b), ein eine Öffnung des weiteren Zylinders (12a, 12b) verschließender weiterer Zylinderkopf (18a, 18b)und ein zumindest teilweise innerhalb des weiteren Zylinders (12a, 12b) angeordneter weiterer Kolben (22a, 22b), der relativ zu dem weiteren Zylinder (12a, 12b) und zu dem weiteren Zylinderkopf (18a, 18b) in seine Längsrichtung mit Hilfe eines weiteren Pleuels (28a, 28b) bewegbar angeordnet ist, vorgesehen sind, dass der weitere Kolben (22a, 22b) eine in seine Längsrichtung verlaufende Öffnung hat, und dass zumindest ein Teilbereich eines fest mit dem weiteren Zylinderkopf (18a, 18b) verbundenen weiteren Führungselementes (30a, 30b) innerhalb der Öffnung des weiteren Kolbens (22a, 22b) angeordnet ist.

Claims

1. A piston machine, comprising
at least one cylinder (12a, 12b),
a cylinder head (18a, 18b) closing an opening of the cylinder (12a, 12b), and
a piston (22a, 22b) arranged at least in part within the cylinder (12a, 12b),
the piston (22a, 22b) having an opening extending in its longitudinal direction, and
wherein at least a partial area of a guiding element (30a, 30b) firmly connected to the cylinder head (18a, 18b) is arranged within the opening of the piston (22a, 22b),
characterized in that the piston (22a, 22b) is arranged movably in its longitudinal direction relative to the cylinder (12a, 12b) and to the cylinder head (18a, 18b) by means of a connecting rod (28a, 28b), and
in that the opening is a through bore.

2. The piston machine (10, 40) according to claim 1, **characterized in that** an inwardly directed sliding surface is formed by the opening.

3. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the guiding element (30a, 30b) absorbs at least a part, preferably all of the forces acting on the piston (22a, 22b) transversely to the longitudinal direction of the piston (22a, 22b) during the movement of the piston (22a, 22b) in longitudinal direction.

4. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the play between the piston (22a, 22b) and the guiding element (30a, 30b) is so little that the passage of a medium between the piston (22a, 22b) and the guiding element (30a, 30b) is prevented.

5. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the guiding element (30a, 30b) is cylindrical.

6. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the piston (22a, 22b), when moved in longitudinal direction, slides on the guiding element (30a, 30b).

7. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** in all operating states during the operation of the piston machine (10, 40) at least a partial area of the guiding element (30a, 30b) is arranged within the opening each time.

8. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the longitudinal axis of the opening and the longitudinal axis of the piston (22a, 22b) coincide.

9. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the piston (22a, 22b) comprises a sealing element projecting into the bore and reducing, preferably preventing the passage of a medium between the guiding element (30a, 30b) and the piston (22a, 22b).

10. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cylinder (12a, 12b), the guiding element (30a, 30b) and the piston (22a, 22b) are dimensioned such that even given a maximum allowable operating temperature of the piston machine (10, 40) the piston does not contact the inside surface of the cylinder (12a, 12b) when the piston (22a, 22b) is moved in longitudinal direction.

11. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the piston (22a, 22b) comprises a sealing element (32a, 32b) which contacts the inside surface of the cylinder (12a, 12b) and reduces, preferably prevents the passage of a medium between the inside surface of the cylinder (12a, 12b) and the piston (22a, 22b).

12. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the piston machine (10, 40) is a piston work machine, preferably a piston pump, in particular a vacuum pump.

13. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the piston (22a, 22b) is connected via the connecting rod (28a, 28b) to a crankshaft (16).

14. The piston machine (10, 40) according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least a further cylinder (12a, 12b), a further cylinder head (18a, 18b) closing an opening of the further cylinder (12a, 12b) and a further piston (22a, 22b) are provided, which piston is arranged at least in part within the further cylinder (12a, 12b) and is arranged movably in its longitudinal direction relative to the further cylinder (12a, 12b) and relative to the further cylinder head (18a, 18b) by means of a further connecting rod (28a, 28b), **in that** the further piston (22a, 22b) has an opening extending in its longitudinal direction, and **in that** at least a partial area of a further guiding element (30a, 30b) firmly connected to the further cylinder head (18a, 18b) is arranged within the opening of the further piston (22a, 22b).

Revendications

1. Machine à piston,
comprenant au moins un cylindre (12a, 12b),
une tête de cylindre (18a, 18b) fermant une ouverture du cylindre (12a, 12b), et
un piston (22a, 22b) disposé au moins en partie à l'intérieur du cylindre (12a, 12b),
le piston (22a, 22b) présentant un alésage s'étendant dans sa direction longitudinale, et
au moins une partie d'un élément de guidage (30a, 30b) assemblée solidement avec la tête de cylindre (18a, 18b) étant disposée à l'intérieur de l'alésage du piston (22a, 22b),
caractérisée en ce que le piston (22a, 22b) est monté mobile dans sa direction longitudinale par rapport au cylindre (12a, 12b) et par rapport à la tête de cylindre (18a, 18b) à l'aide d'une bielle (28a, 28b), et **en ce que** l'alésage est un alésage traversant.

2. Machine à piston (10, 40) selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**une surface de glissement orientée vers l'intérieur est formée dans l'alésage.

3. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément de guidage (30a, 30b) reçoit au moins une partie des forces, de préférence toutes les forces agissant sur le piston (22a, 22b) transversalement à la direction longitudinale du piston (22a, 22b) lors du déplacement du piston (22a, 22b) dans la direction longitudinale.

4. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le jeu entre le piston (22a, 22b) et l'élément de guidage (30a, 30b) est si restreint que le passage d'un milieu entre le piston (22a, 22b) et l'élément de guidage (30a, 30b) est empêché.

5. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément de guidage (30a, 30b) est cylindrique.

6. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le piston (22a, 22b), lors d'un déplacement dans la direction longitudinale, glisse sur l'élément de guidage (30a, 30b).

7. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** lors du fonctionnement de la machine à piston (10, 40), pour tous les états de fonctionnement, respectivement au moins une partie de l'élément de guidage (30a, 30b) est disposée à l'intérieur de l'alésage.

8. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'axe longitudinal de l'alésage et l'axe longitudinal du piston (22a, 22b) coïncident.

9. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le piston (22a, 22b) comprend un élément d'étanchéité faisant saillie dans le trou et restreignant, de préférence empêchant le passage d'un milieu entre l'élément de guidage (30a, 30b) et le piston (22a, 22b).

10. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le cylindre (12a, 12b), l'élément de guidage (30a, 30b) et le piston (22a, 22b) sont dimensionnés de telle manière que le piston n'entre pas en contact avec la surface intérieure du cylindre (12a, 12b) lors du déplacement du piston (22a, 22b) dans la direction longitudinale, y compris lorsque la machine à

piston (10, 40) présente une température de fonctionnement maximale admissible.

11. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le piston (22a, 22b) comprend un élément d'étanchéité (32a, 32b), lequel est en contact avec la surface intérieure du cylindre (12a, 12b) et lequel restreint, de préférence empêche le passage d'un milieu entre la surface intérieure du cylindre (12a, 12b) et le piston (22a, 22b).

12. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la machine à piston (10, 40) est une machine de travail à piston, de préférence une pompe à piston, en particulier une pompe à vide.

13. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le piston (22a, 22b) est relié à un vilebrequin (16) par la bielle (28a, 28b).

14. Machine à piston (10, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un autre cylindre (12a, 12b), une autre tête de cylindre (18a, 18b) fermant une ouverture de l'autre cylindre (12a, 12b) et un autre piston (22a, 22b) disposé au moins en partie à l'intérieur de l'autre cylindre (12a, 12b) et monté mobile par rapport à l'autre cylindre (12a, 12b) et à l'autre tête de cylindre (18a, 18b) dans sa direction longitudinale à l'aide d'une autre bielle (28a, 28b) sont prévus, **en ce que** l'autre piston (22a, 22b) présente un alésage s'étendant dans sa direction longitudinale, et **en ce qu'**au moins une partie d'un autre élément de guidage (30a, 30b) assemblé fixement avec l'autre tête de cylindre (18a, 18b) est disposée à l'intérieur de l'alésage de l'autre piston (22a, 22b).

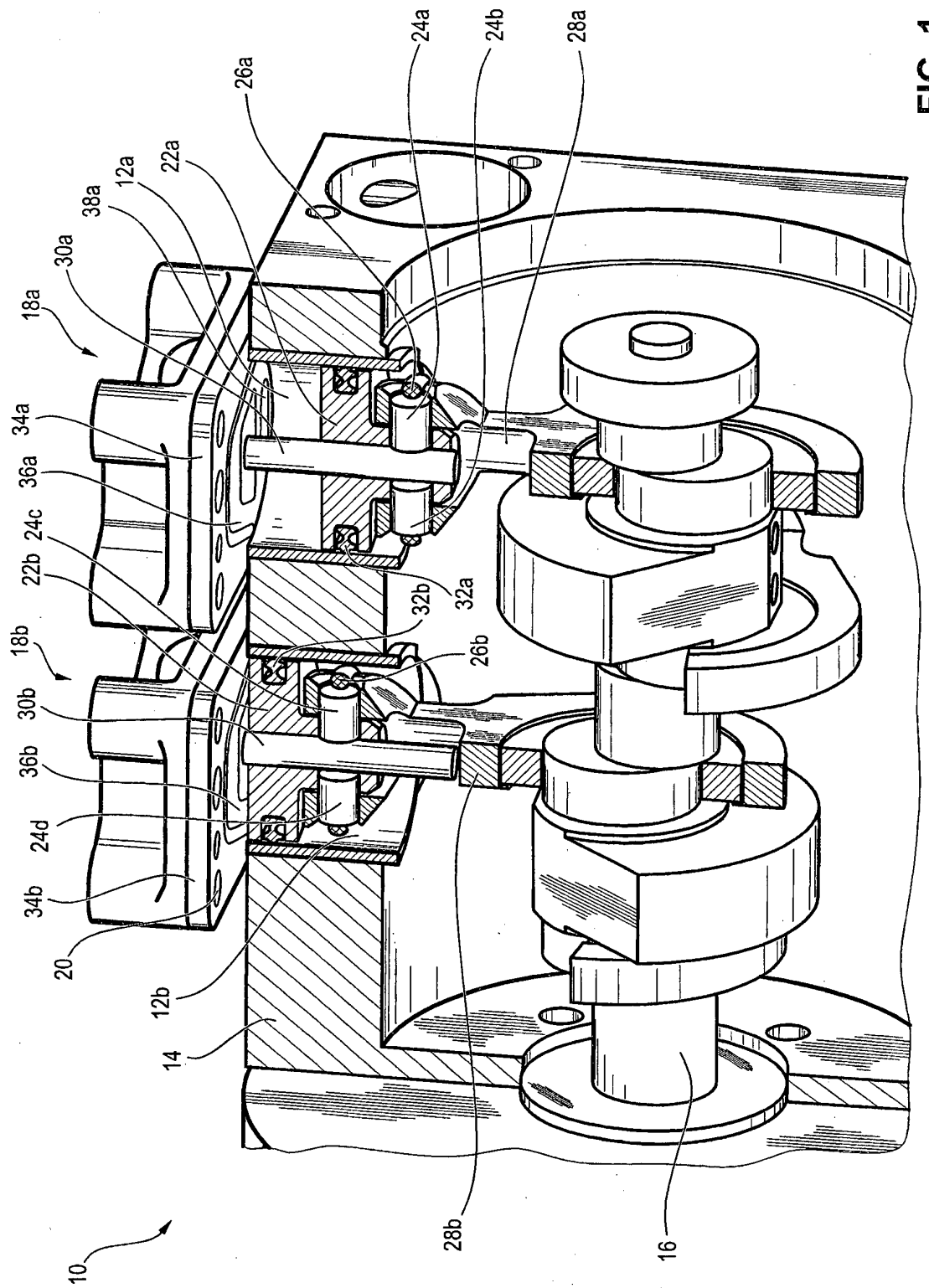

24a
24b
28a
26a
12a
22a
38a
30a
18a
34a
36a
24c
22b
18b
30b
36b
24d
34b
20
12b
14
32b
32a
26b
28b
16
10

FIG. 1

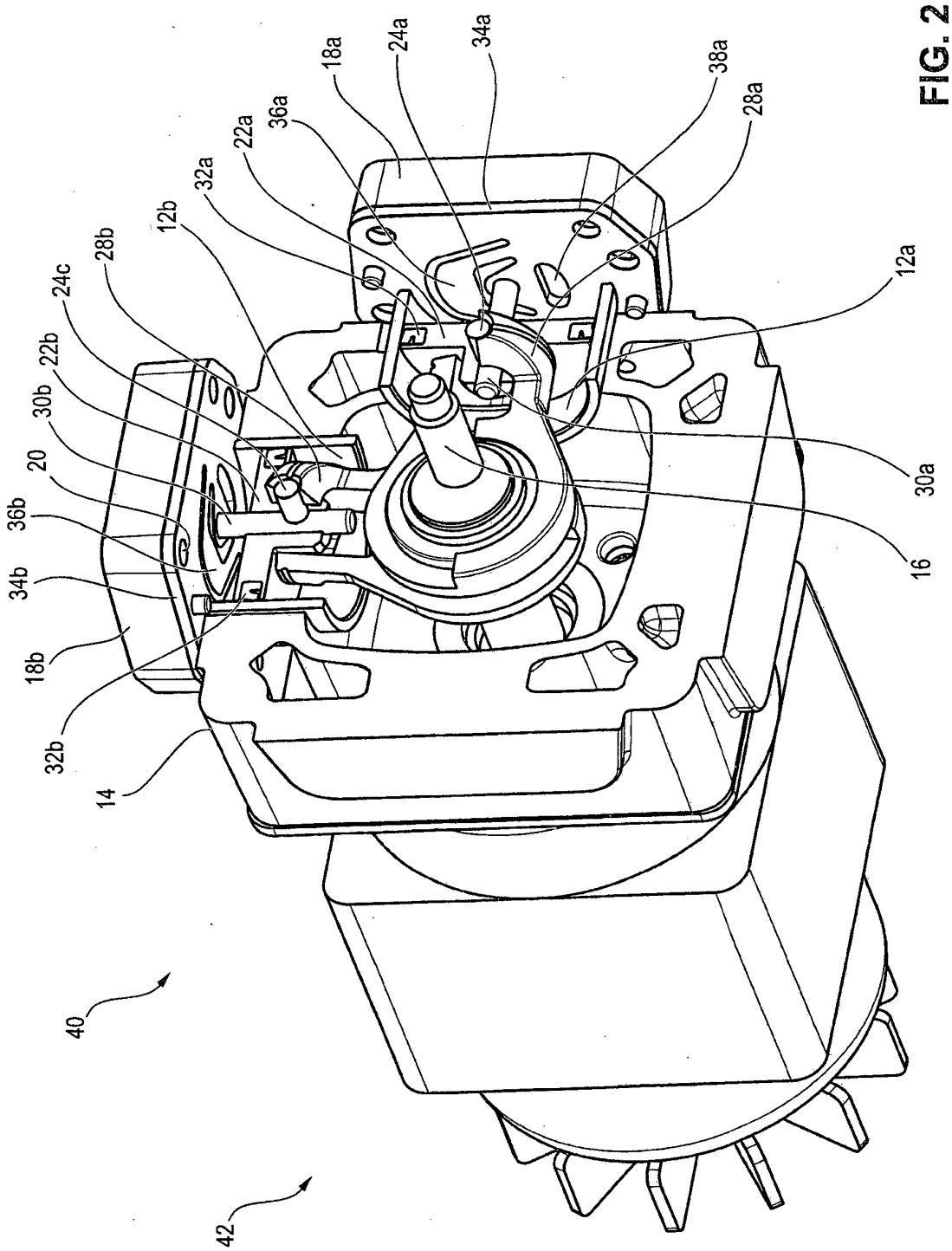

18a
24a
34a
38a
28a
36a
22a
32a
12b
28b
24c
22b
30b
20
36b
34b
18b
32b
14
12a
30a
16
40
42

FIG. 2

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 2001921 A1 **[0004]**
- US 1731044 A **[0005]**
- DE 2844719 A1 **[0006]**
- DE 7623119 A **[0007]**
- EP 0726393 A1 **[0008]**