



(11)

EP 2 511 526 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.08.2019 Patentblatt 2019/34

(51) Int Cl.:
F04B 7/00 ^(2006.01) **F04B 39/08** ^(2006.01)
F04B 39/10 ^(2006.01) **F16K 31/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12163073.5**

(22) Anmeldetag: **04.04.2012**

(54) Hubkolbenverdichter mit Fördermengenregelung

Reciprocating piston compressor with transport volume control

Compresseur à piston éleveur avec réglage du débit de refoulement

(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: **14.04.2011 AT 5312011**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.10.2012 Patentblatt 2012/42

(73) Patentinhaber: **Hoerbiger Wien GmbH
1220 Wien (AT)**

(72) Erfinder:
• **Spiegl, Bernhard
1230 Wien (AT)**

- **Lindner-Silwester, Tino
1230 Wien (AT)**
- **Dolovai, Peter
1020 Wien (AT)**
- **Kernbichler, Christian
2431 Enzersdorf an der Fischa (AT)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Pinter & Weiss OG
Prinz-Eugen-Straße 70
1040 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**US-A- 4 515 343 US-A1- 2007 065 302
US-A1- 2007 272 890**

EP 2 511 526 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hubkolbenverdichter mit Fördermengenregelung, mit einem an zumindest einem der selbsttätigen Saugventile angeordneten, über eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung die einen Magnetaktor beinhaltet, elektromagnetisch im Arbeitstakt betätigbaren Abhebegreifer zum periodisch gesteuerten Offenhalten des entsprechenden Saugventils über einen bestimmten Kurbelwinkelbereich, wobei die elektromagnetische Betätigungseinrichtung einen separaten Stellantrieb aufweist, der zur Verschiebung des Arbeitshubbereiches des verwendeten Magnetaktors relativ zu seinem Angriff am Saugventil in den für einen im Magnetaktor verwendeten Elektromagneten optimalen Arbeitsbereich dient.

[0002] Zur Fördermengenregelung von bevorzugt mit konstanter Drehzahl laufenden Hubkolbenverdichtern wird oft auf die sogenannte Rückströmregelung zurückgegriffen, bei der zumindest ein Saugventil je Zylinder über einen bestimmten Bereich des Verdichtungshubes offengehalten wird. Die Druckkräfte bzw. Strömungskräfte des über das offengehaltene Saugventil rückgeschobenen Gases können das Schließorgan des jeweiligen Saugventils erst nach Überwindung eines gewissen Teiles des Kolbenhubes schließen, da dieses Schließorgan von der anderen Seite her mit einer entsprechend der gewünschten Fördermengenreduzierung eingestellten Gegenkraft beaufschlagt wird. Je größer diese Gegenkraft ist, desto später schließt das jeweilige Saugventil im Verdichtungshub, womit die Fördermenge sinkt. Da bei zu groß eingestellter konstanter Gegenkraft das Saugventil irgendwann überhaupt nicht mehr schließt, muss der Regelbereich bei dieser Art der Verdichterregelung nach unten hin begrenzt werden, um einen zwischenzeitlichen Leerlauf des Verdichters mit allen damit verbundenen Problemen zu vermeiden. Bei diesen Fördermengenregelungen sind Ausführungen bekannt, bei denen die Belastungseinrichtung für das offenzuhaltende Saugventil einfach hydraulisch oder pneumatisch vorgespannt ist, wobei durch Variation des entsprechenden Vorspanndruckes Einfluss auf die Fördermenge genommen werden kann.

[0003] Die US 2007/0272890 A1 zeigt ein elektromagnetisch betätigtes Ventil für die Verwendung in Kompressoren. Um die notwendige Kraft, die der Elektromagnet aufwenden muss um des Ventil zu öffnen, unabhängig vom Druck in der Verdichterkammer konstant zu halten, werden verschiedene Druckausgleichssysteme in Form von Druckkompensationskammern oder Federn, vorgestellt.

[0004] Die US 4,515,343 A zeigt ebenfalls ein elektromagnetisch betätigtes Ventil, wobei es die vorgestellte Ausführung, unter Verwendung eines hydraulisch wirkenden Längenkomensationselements, erlaubt selbstständig Fertigungstoleranz bedingte Längenunterschiede beziehungsweise Längenänderungen die durch Wärmeausdehnung und Verschleiß, beispielsweise das Ein-

laufen des Ventilsitzes, hervorgerufen werden, auszugleichen.

[0005] Weiters ist beispielsweise aus EP 694 693 A1 eine Rückströmregelung für Hubkolbenverdichter bekannt, bei denen ein hydraulischer Steuerzylinder, der über ein Steuerorgan periodisch im Hubtakt mit Druckmedium beaufschlagbar und entlastbar ist, in Hubrichtung auf das Schließorgan des offen zu haltenden Saugventils einwirkt. Die hydraulisch aufgebrachte Abhebekraft wird damit an einem bestimmten Kurbelwinkel schlagartig reduziert, womit ein sicheres und rasches Schließen des Saugventils eingeleitet wird. Beispielsweise aus EP 1 400 692 A1 sind ähnliche Fördermengenregelungen auch mit pneumatischer Betätigung bekannt, was den Vorteil hat, dass der Betätigungsdruck unmittelbar vom Hubkolbenverdichter selbst abgeleitet werden kann. Aufgrund der relativ hohen Kompressibilität des komprimierten Gases müssen allerdings genau zu definierende Bedingungen für die zu entlüftenden Volumina und Entlüftungszeiten eingehalten werden.

[0006] Bereits sehr lange sind weiters auch Hubkolbenverdichter mit einer elektromagnetisch betriebenen Rückströmregelung der eingangs genannten Art bekannt. So beispielsweise aus der DE 1 251 121 A oder der DE 849 739 B und ähnlichen teilweise bereits auf die 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurückgehenden Schriften, bei denen ein am Dichtelement des Saugventils angreifender Abhebegreifer über einen Elektromagneten bewegt wird, dessen periodische Erregung beispielsweise durch einen Kollektor erfolgt, der sich synchron mit der Kurbelwelle des Verdichters dreht. Der besondere Verlauf der notwendigen Betätigungskraft zum Offenhalten des Saugventils während des Rückschiebens des Sauggases erfordert eine hohe Kraft vom Magnetaktor, was bei gleichzeitiger Forderung nach geringer Wärmeentwicklung eher große Magneten bedingt. Gleichzeitig soll der Magnet aber eine hohe Dynamik aufweisen, um schnell öffnen und schließen zu können, was von großen Elektromagneten eher nicht zu erfüllen ist, da die gespeicherte Energie und die Aufwände, um Strom aufzubauen oder abzubauen bei großen Magneten deutlich größer sind. Speziell bei Anordnungen der eingangs genannten Art kann es durch Wärmedehnungen und Verschleiß zu einer Verschiebung des notwendigen Arbeitshubbereiches des Magnetaktors kommen. Da Elektromagnete einen sehr eingeschränkten sinnvollen Wirkbereich von wenigen Millimetern Hubhöhe aufweisen, müsste man, um auch bei einer Verschiebung des Arbeitshubbereiches noch entsprechend große Betätigungskräfte aufbringen zu können, ebenfalls auf entsprechend vergrößerte Magnete setzen, was die Betätigungsdynamik weiter herabsetzt. All das stand bisher einer elektromagnetischen Rückströmregelung der eingangs genannten Art speziell dann entgegen, wenn höhere Verdichterdrehzahlen erforderlich sind und die Umstände des Einsatzes separate Kühlungen im Bereich von notwendigerweise großen Magnetaktoren nicht erlauben.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Anordnung der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass die erwähnten Nachteile des diesbezüglichen Standes der Technik vermieden werden und dass insbesondere auch mit kleinen Elektromagneten als Aktor der Betätigungseinrichtung des Abhebegreifers die erforderliche hohe Betätigungsdynamik bei geringer Verlustwärme bereitgestellt werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, dass der Stellantrieb auf den Magnetaktor samt davon betätigtem Abhebegreifer einwirkt und bedarfsweise deren gemeinsame Position relativ zum Saugventil verstellt.

[0009] Gemäß eines zweiten Aspekts weist der Stellantrieb eine Längenverstelleinheit für eine zwischen Magnetaktor und Abhebegreifer eingeschaltete Übertragungsstange auf.

[0010] Um den Magnetaktor für die kontrollierte Bewegung des Abhebegreifers über den für die Fördermengenregelung erforderlichen Hubbereich optimal nutzen zu können, wird dieser also mit einem separaten Stellantrieb kombiniert, der vergleichsweise langsam arbeiten kann, da er lediglich dazu dient, den eigentlichen Regelungs-Aktor immer in dem für den Elektromagneten optimalen Arbeitsbereich zu betreiben. Damit wird es nun einfach möglich, allen Anforderungen im Hinblick auf Kraft, Dynamik und Energieaufwand gerecht zu werden und den eigentlichen Magnetaktor der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung des Abhebegreifers um zumindest einen Faktor 2 kleiner auszuführen. Dies führt zu einer nahezu doppelt hohen Dynamik der Regelung bei relativ geringer Verlustleistung. Die hohe Dynamik erlaubt in äußerst vorteilhafter Weise eine aktive Kontrolle der Öffnungs- und Schließbewegung der Abhebeeinrichtung während des Hubes des Magnetaktors. Die Verlustleistungen können um etwa 50 - 70 % gegenüber einem einfachen, größer ausgeführten Magnetaktor reduziert werden, da die verschobenen Energiemengen nun deutlich geringer sind, was sogar die Verwendung einer derartigen Fördermengenregelung ohne externe Kühlung der Magnetaktoren erlaubt und somit viele neue Anwendungen derartiger Regelungen erst erschließt, bei denen externe Kühlungen nicht möglich oder nicht zulässig sind.

[0011] Ein separater Stellantrieb ist bei elektromagnetisch betätigten Kompressorventilen an sich bereits aus DE 684 110 C bekannt, dient dort aber nicht zur Einstellung des Arbeitshubbereiches des verwendeten Magnetaktors, sondern zur Veränderung des zulässigen größten Ventilhubes, der bei der elektromagnetischen Steuerung vorkommen kann. Abhängig von den Betriebsverhältnissen des Kompressors wird gemäß dieser Schrift also lediglich die maximal mögliche Öffnung des Ventils verstellt.

[0012] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wirkt der Stellantrieb auf den Magnetaktor samt davon betätigtem Abhebegreifer ein und verstellt bedarfsweise deren gemeinsame Position relativ zum Saugventil. Damit

wird also die gesamte Abhebeeinrichtung relativ zum Dichtelement des entsprechenden Saugventils verstellt, was eine einfache Justierung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors relativ zu seinem Angriff am Saugventil ermöglicht.

[0013] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung kann der Stellantrieb aber auch eine Längenverstelleinheit für eine zwischen Magnetaktor und Abhebegreifer eingeschaltete Übertragungsstange aufweisen, womit nicht die gesamte Abhebeeinrichtung relativ zum Saugventil verstellt zu werden braucht und die Justierung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors lediglich über eine Längung bzw. Kürzung der Übertragungsstange erfolgt.

[0014] Der Stellantrieb kann bei beiden genannten Varianten einen elektromotorisch betätigbaren Gewindestindel aufweisen, wobei dieser wie erwähnt nur relativ langsam arbeiten muss und damit auch mit kleinen Antriebskräften auskommt.

[0015] Der Stellantrieb kann gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung auch indirekt, vorzugsweise über Hebel, schiefe Rampen oder dergleichen, auf die Verstellung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors einwirken, was auf einfache Weise konstruktive Anpassungen an die jeweiligen Gegebenheiten ermöglicht und beispielsweise auch weitere Miniaturisierungen oder bedarfsweise auch voneinander unabhängige Verstellungen vom Anfangs- und Endpunkt des Hubes erlaubt.

[0016] In besonders bevorzugter weiterer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Betätigungseinrichtung des Abhebegreifers zusätzliche Federelemente und-/oder Fluiddämpfer aufweist, was bei entsprechender Abstimmung bzw. Auslegung eine zusätzliche Entlastung des Magnetaktors ergibt.

[0017] Die Bestromung des Magnetaktors kann in weiters bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung in Abhängigkeit von der aktuell am Saugventil angreifenden Rückströmkraft geregelt sein. Während des Offenhaltens des Saugventils hängt das Niveau der Rückströmkraft von der aktuellen Kolbengeschwindigkeit des Verdichters ab, die beispielsweise über einen Kurbelwinkelsensor bekannt oder ermittelbar ist. Die Bestromung des Magnetaktors zur Erzeugung der notwendigen Offenhaltekraft kann damit entsprechend angepasst werden, was die gesamte Leistungsaufnahme und damit auch die Verlustwärme weiter reduziert.

[0018] Die Erfindung wird im Folgenden noch anhand der in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei einen Schnitt durch den Bereich eines Saugventils eines erfindungsgemäßen Hubkolbenverdichters mit Fördermengenregelung und Fig. 2 eine alternative Ausführung in gleicher Darstellung.

[0019] Gemäß Fig. 1 weist ein nicht weiter dargestellter Hubkolbenverdichter einen an einem selbsttätigen Saugventil 1 des Verdichters angeordneten Abhebegreifer 2 auf, der mittels einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 3 zwei ringförmige Dichtelemente 4 des

Saugventils 1 über einen steuerbaren Teil des Arbeitstaktes des Verdichters offenhält. Die Betätigungseinrichtung 3 weist zu diesem Zweck als Antrieb einen Magnetaktor 5 auf, dessen Magnetspule 6 mit einer Ankerplatte 7 zusammenwirkt, die am oberen Ende einer Übertragungsstange 8 angebracht ist. Die Übertragungsstange 8 wiederum ist in ihrem unteren Bereich mit dem Abhebegreifer 2 verbunden und in Längsrichtung an einer symbolisch dargestellten Führung 9 geführt.

[0020] Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 3 weist weiters einen separaten Stellantrieb 10 auf, der hier beispielsweise über einen elektromotorisch betätigbaren Gewindespindeltrieb 11 und eine verschiebbare schiefe Rampe 12 auf die effektive Länge der zwischen Magnetaktor 5 und Abhebegreifer 2 eingeschalteten Übertragungsstange 8 einwirkt. Auf diese Weise ist also die periodische elektromagnetische Betätigung des Abhebegreifers 2 im Arbeitstakt des Hubkolbenverdichters entkoppelt von der über den Stellantrieb 10 erfolgenden Einstellung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors 5.

[0021] An der Oberseite der Ankerplatte 7 ist ein oberer Anschlag 13 für die beispielsweise über eine hier nicht dargestellte Feder oder dergleichen bei nicht aktivierter Betätigungseinrichtung 3 festgelegte eingefahrene Stellung des Abhebegreifers 2 dargestellt, sowie ein Federelement 14 und ein Fluiddämpfer 15, die auch unabhängig voneinander verwendet werden können und bei entsprechender Auslegung und Abstimmung eine Entlastung der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 3 ermöglichen.

[0022] Sobald der Magnetaktor 5 der Betätigungseinrichtung 3 über die elektrische Ansteuereinrichtung 16 bestromt und damit die Ankerplatte 7 (entgegen einer nicht dargestellten Befederung) angezogen wird, bewegt sich der Abhebegreifer 2 in der Darstellung nach unten und wirkt damit auf die ansonsten freie Beweglichkeit der Dichtelemente 4 ein. Diese können damit entgegen der sonst rein über die Druckverhältnisse vor und hinter dem Saugventil 1 erfolgende automatische Betätigung über einen steuerbaren Teil des Verdichtungshubes des Hubkolbenverdichters offengehalten werden, was in bekannter Weise eine Regelung der Fördermenge eines mit konstanter Drehzahl laufenden Verdichters über die sogenannte Rückströmregelung erlaubt. Über ein in Fig. 1 nur angedeutetes Schaltungselement 20 in der Ansteuereinrichtung 16 kann dabei auch eine Anpassung der Offenhaltungskraft der Betätigungseinrichtung 3 an die beispielsweise über einen Kurbelwinkelsensor 21 ermittelte, jeweils wirksame Rückströmkraft durch Regelung der Bestromung erfolgen, was unnötige Verlustwärme zu reduzieren hilft.

[0023] Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist abweichend zu Fig. 1 nun die Übertragungsstange 8 zwischen Ankerplatte 7 und Abhebegreifer 2 durchgehend und in der Länge nicht veränderlich. Zur Einstellung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors 5 wirkt hier der Stellantrieb 10 über ein Gehäuse 17 bzw. einen Gehäuseflansch

18 gemeinsam auf den Magnetaktor 5 samt davon betätigtem Abhebegreifer 2 ein, womit deren gemeinsame Position relativ zum Saugventil 2 bedarfsweise verstellt werden kann. Alle weiteren wesentlichen Ausführungsdetails entsprechen Fig. 1 - zur Beschreibung der entsprechenden Merkmale und Funktionen wird deshalb hier nur auf Fig. 1 verwiesen.

10 Patentansprüche

1. Hubkolbenverdichter mit Fördermengenregelung, mit einem an zumindest einem selbsttätigen Saugventil (1) angeordneten, über eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung (3) die einen Magnetaktor (5) beinhaltet, elektromagnetisch im Arbeitstakt betätigbaren Abhebegreifer (2) zum periodisch gesteuerten Offenhalten des entsprechenden Saugventils (1) über einen bestimmten Kurbelwinkelbereich, wobei die elektromagnetische Betätigungseinrichtung (3) einen separaten Stellantrieb (10) aufweist, der zur Verschiebung des Arbeitshubbereiches des verwendeten Magnetaktors (5) relativ zu seinem Angriff am Saugventil (1) in den für einen im Magnetaktor (5) verwendeten Elektromagneten optimalen Arbeitsbereich dient, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10) auf den Magnetaktor (5) samt davon betätigtem Abhebegreifer (2) einwirkt und bedarfsweise deren gemeinsame Position relativ zum Saugventil (1) verstellt.
2. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10) einen elektromotorisch betätigbaren Gewindespindeltrieb (11) aufweist.
3. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10) indirekt auf die Verstellung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors (5) einwirkt.
4. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10) über Hebel oder schiefe Rampen (12) auf die Verstellung des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors (5) einwirkt.
5. Hubkolbenverdichter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungseinrichtung (3) des Abhebegreifers (2) zusätzliche Federelemente (14) und-/oder Fluiddämpfer (15) aufweist.
6. Hubkolbenverdichter, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestromung des Magnetaktors (5) in Abhängigkeit von der aktuell am Saugventil (1) angreifenden Rückströmkraft geregelt ist.

7. Hubkolbenverdichter mit Fördermengenregelung, mit einem an zumindest einem selbsttätigen Saugventil (1) angeordneten, über eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung (3) die einen Magnetaktor (5) beinhaltet, elektromagnetisch im Arbeits-
takt betätigbaren Abhebegreifer (2) zum periodisch
gesteuerten Offenhalten des entsprechenden Saug-
ventils (1) über einen bestimmten Kurbelwinkelbe-
reich, wobei die elektromagnetische Betätigungs-
einrichtung (3) einen separaten Stellantrieb (10) auf-
weist, der zur Verschiebung des Arbeitshubbereiches
des verwendeten Magnetaktors (5) relativ zu
seinem Angriff am Saugventil (1) in den für einen im
Magnetaktor (5) verwendeten Elektromagneten op-
timalen Arbeitsbereich dient, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der Stellantrieb (10) eine Längen-
verstelleinheit für eine zwischen Magnetaktor (5)
und Abhebegreifer (2) eingeschaltete Übertra-
gungsstange (8) aufweist.
8. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 7, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10) einen
elektromotorisch betätigbaren Gewindespindel-
antrieb (11) aufweist.
9. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 7 oder 8, **da-
durch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10)
indirekt auf die Verstellung des Arbeitshubbereiches
des Magnetaktors (5) einwirkt.
10. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 9, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** der Stellantrieb (10) über He-
bel oder schiefe Rampen (12) auf die Verstellung
des Arbeitshubbereiches des Magnetaktors (5) ein-
wirkt.
11. Hubkolbenverdichter nach einem oder mehreren der
Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,
dass** die Betätigungseinrichtung (3) des Abhebe-
greifers (2) zusätzliche Federelemente (14)
und-/oder Fluiddämpfer (15) aufweist.
12. Hubkolbenverdichter, nach einem oder mehreren
der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,
dass** die Bestromung des Magnetaktors (5) in Ab-
hängigkeit von der aktuell am Saugventil (1) angrei-
fenden Rückströmkraft geregelt ist.

Claims

1. Reciprocating compressor with flow control, com-
prising a lifting gripper (2), which is arranged on at
least one automatic suction valve (1) and can be
electromagnetically operated in the working cycle by
means of an electromagnetic operating device (3)
comprising a magnetic actuator (5), for keeping the
corresponding suction valve (1) open over a defined

crank angle range in a periodically controlled man-
ner, the electromagnetic operating device (3) com-
prising a separate actuating drive (10) which is used
to shift the working stroke range of the magnetic ac-
tuator used (5), relative to its engagement with the
suction valve (1), into the optimal working range for
an electromagnet used in the magnetic actuator (5),
characterized in that the actuating drive (10) acts
on the magnetic actuator (5) together with the lifting
grripper (2) operated thereby and adjusts their com-
mon position relative to the suction valve (1) as re-
quired.

2. Reciprocating compressor according to claim 1,
characterized in that the actuating drive (10) com-
prises a threaded spindle drive (11) that can be op-
erated by an electric motor.
3. Reciprocating compressor according to either claim
1 or claim 2, **characterized in that** the actuating
drive (10) indirectly influences the adjustment of the
working stroke range of the magnetic actuator (5).
4. Reciprocating compressor according to claim 3,
characterized in that the actuating drive (10) influ-
ences the adjustment of the working stroke range of
the magnetic actuator (5) by means of levers or in-
clined ramps (12).
5. Reciprocating compressor according to one or more
of claims 1 to 4, **characterized in that** the operating
device (3) of the lifting gripper (2) has additional
spring elements (14) and/or fluid dampers (15).
6. Reciprocating compressor according to one or more
of claims 1 to 5, **characterized in that** the energiza-
tion of the magnetic actuator (5) is controlled de-
pending on the return flow force currently acting on
the suction valve (1).
7. Reciprocating compressor with flow control, com-
prising a lifting gripper (2), which is arranged on at
least one automatic suction valve (1) and can be
electromagnetically operated in the working cycle by
means of an electromagnetic operating device (3)
comprising a magnetic actuator (5), for keeping the
corresponding suction valve (1) open over a defined
crank angle range in a periodically controlled man-
ner, the electromagnetic operating device (3) com-
prising a separate actuating drive (10) which is used
to shift the working stroke range of the magnetic ac-
tuator used (5), relative to its engagement with the
suction valve (1), into the optimal working range for
an electromagnet used in the magnetic actuator (5),
characterized in that the actuating drive (10) com-
prises a longitudinal adjustment unit for a transmis-
sion rod (8) connected between the magnetic actu-
ator (5) and the lifting gripper (2).

8. Reciprocating compressor according to claim 7, **characterized in that** the actuating drive (10) comprises a threaded spindle drive (11) that can be operated by an electric motor.
9. Reciprocating compressor according to either claim 7 or claim 8, **characterized in that** the actuating drive (10) indirectly influences the adjustment of the working stroke range of the magnetic actuator (5).
10. Reciprocating compressor according to claim 9, **characterized in that** the actuating drive (10) influences the adjustment of the working stroke range of the magnetic actuator (5) by means of levers or inclined ramps (12).
11. Reciprocating compressor according to one or more of claims 7 to 10, **characterized in that** the operating device (3) of the lifting gripper (2) has additional spring elements (14) and/or fluid dampers (15).
12. Reciprocating compressor according to one or more of claims 7 to 11, **characterized in that** the energization of the magnetic actuator (5) is controlled depending on the return flow force currently acting on the suction valve (1).

Revendications

1. Compresseur à piston alternatif doté d'un réglage de débit, comportant une pince de soulèvement (2) disposée sur au moins une soupape d'aspiration automatique (1) et pouvant être actionnée électromagnétiquement selon le rythme de travail par l'intermédiaire d'un dispositif d'actionnement électromagnétique (3) qui contient un actionneur magnétique (5), destiné à maintenir périodiquement ouverte, de manière commandée, la soupape d'aspiration correspondante (1) sur une zone angulaire de manivelle déterminée, le dispositif d'actionnement électromagnétique (3) présentant un actionneur séparé (10), lequel actionneur sert à déplacer la zone de course de travail de l'actionneur magnétique (5) utilisé par rapport à sa prise avec la soupape d'aspiration (1) dans la zone de travail optimale pour un électroaimant utilisé dans l'actionneur magnétique (5), **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) agit sur l'actionneur magnétique (5) avec la pince de levage (2) actionnée par celui-ci et règle, si nécessaire, leur position commune par rapport à la soupape d'aspiration (1).
2. Compresseur à piston alternatif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) présente un entraînement de broche fileté (11) qui peut être actionné par un moteur électrique.
3. Compresseur à piston alternatif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) agit indirectement sur le réglage de la zone de course de travail de l'actionneur magnétique (5).
4. Compresseur à piston alternatif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) agit par l'intermédiaire du levier ou de la rampe inclinée (12) sur le réglage de la zone de course de travail de l'actionneur magnétique (5).
5. Compresseur à piston alternatif selon au moins l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif d'actionnement (3) de la pince de soulèvement (2) présente des éléments à ressort supplémentaires (14) et/ou des amortisseurs à fluide (15).
6. Compresseur à piston alternatif selon au moins l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'alimentation en courant du dispositif d'actionnement (5) est réglée en fonction de la pression de reflux agissant actuellement sur la soupape d'aspiration (1).
7. Compresseur à piston alternatif doté d'un réglage de débit, comportant une pince de soulèvement (2) disposée sur au moins une soupape d'aspiration automatique (1) et pouvant être actionnée électromagnétiquement selon le rythme de travail par l'intermédiaire d'un dispositif d'actionnement électromagnétique (3) qui contient un actionneur magnétique (5), destiné à maintenir périodiquement ouverte, de manière commandée, la soupape d'aspiration correspondante (1) sur une zone angulaire de manivelle déterminée, le dispositif d'actionnement électromagnétique (3) présentant un actionneur séparé (10), lequel actionneur sert à déplacer la zone de course de travail de l'actionneur magnétique (5) utilisé par rapport à sa prise avec la soupape d'aspiration (1) dans la zone de travail optimale pour un électroaimant utilisé dans l'actionneur magnétique (5), **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) présente une unité de réglage de longueur d'une tige de transmission (8) interposée entre l'actionneur magnétique (5) et la pince de soulèvement (2).
8. Compresseur à piston alternatif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) présente un entraînement de broche fileté (11) qui peut être actionné par un moteur électrique.
9. Compresseur à piston alternatif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) agit indirectement sur le réglage de la zone de course de travail de l'actionneur magnétique (5).
10. Compresseur à piston alternatif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'actionneur (10) agit

par l'intermédiaire du levier ou de la rampe inclinée (12) sur le réglage de la zone de course de travail de l'actionneur magnétique (5).

11. Compresseur à piston alternatif selon au moins l'une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** le dispositif d'actionnement (3) de la pince de soulèvement (2) présente des éléments à ressort supplémentaires (14) et/ou des amortisseurs à fluide (15). 5 10
12. Compresseur à piston alternatif selon au moins l'une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** l'alimentation en courant du dispositif d'actionnement (5) est réglée en fonction de la pression de reflux agissant actuellement sur la soupape d'aspiration (1). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

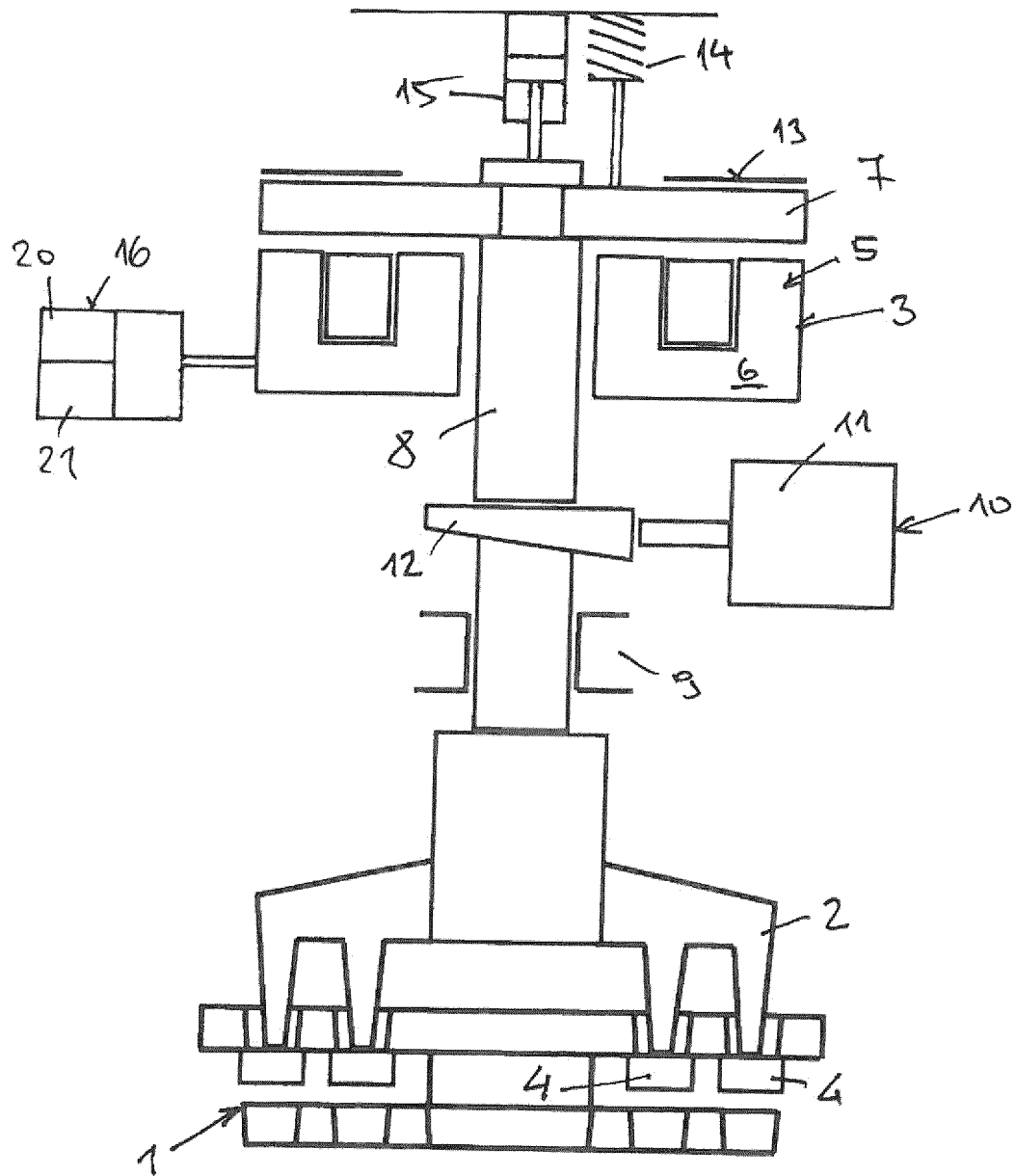


Fig. 1

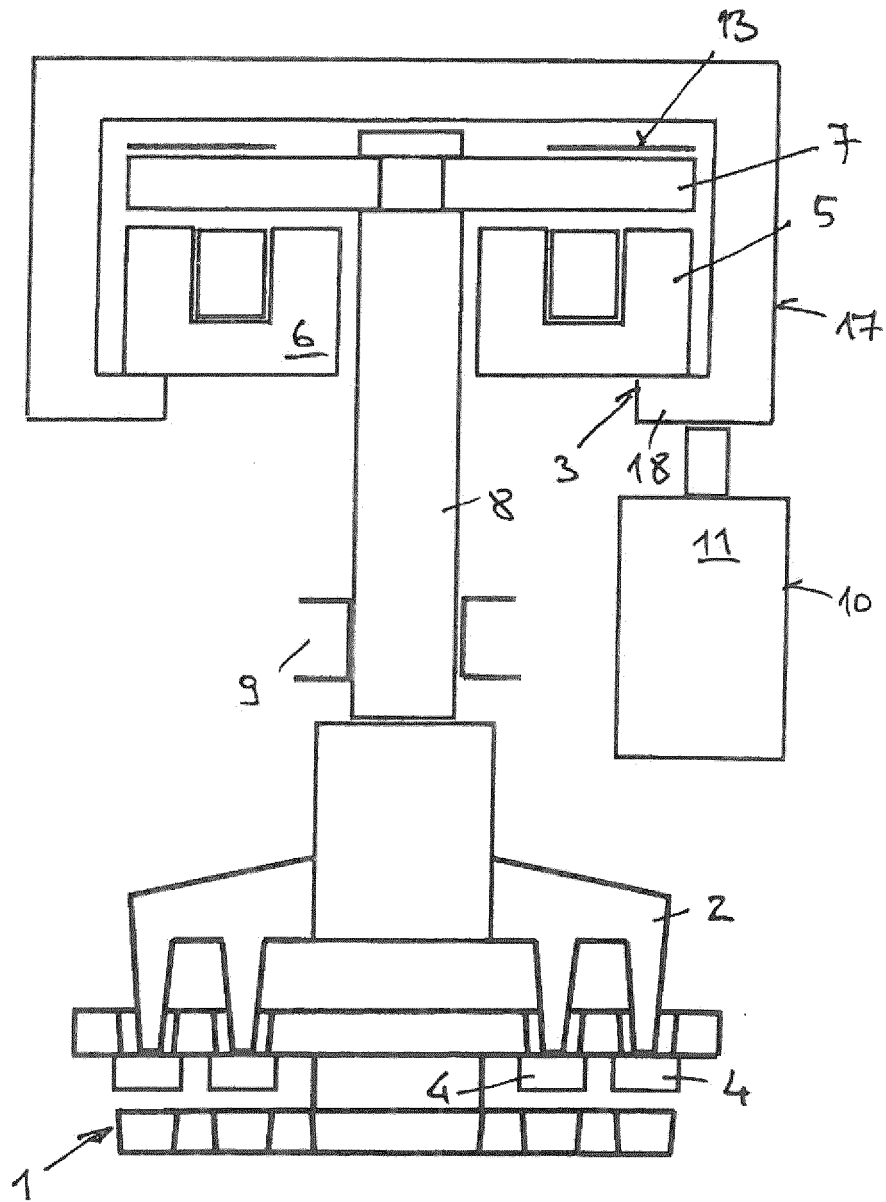


Fig. 2

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

- US 20070272890 A1 **[0003]**
- US 4515343 A **[0004]**
- EP 694693 A1 **[0005]**
- EP 1400692 A1 **[0005]**
- DE 1251121 A **[0006]**
- DE 849739 B **[0006]**
- DE 684110 C **[0011]**