



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.2010 Patentblatt 2010/47

(51) Int Cl.:
F04B 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10004767.9**

(22) Anmeldetag: **06.05.2010**

(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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder: **Rausch, Peter**
24941 Flensburg (DE)

(74) Vertreter: **Radünz, Ingo**
Patentanwalt
Schumannstrasse 100
40237 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **12.05.2009 DE 102009020973**

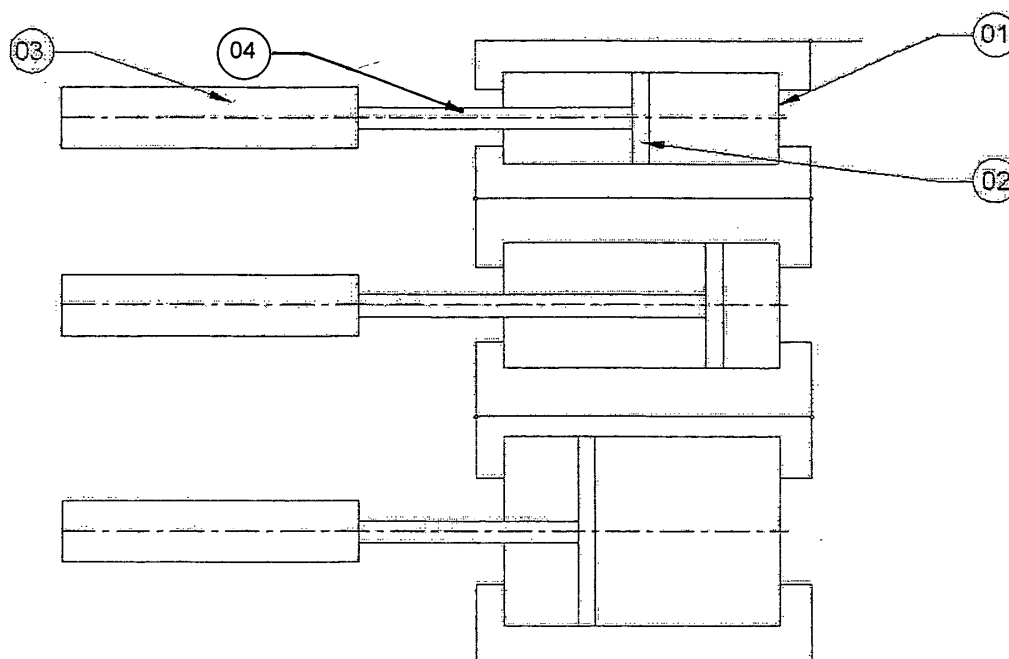
(71) Anmelder: **Compart Compressor Technology GmbH**
Egellsstr. 21
13507 Berlin (DE)

(54) **Verfahren zur Regelung von mehrstufigen Linearverdichtern**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines mehrstufigen Linearverdichters mit zumindest zwei Kolben-Zylinder-Vorrichtungen (02, 01), die jeweils einen separaten Antrieb (03) aufweisen, der individuell steuerbar ist. Dabei werden die sich bei variablen End-

drücken ändernden Zwischendrücke in einem jeweiligen Zylinder (01) durch variable Kolbengeschwindigkeiten und/oder variable Kolbenhübe eines jeweiligen Kolbens (02) der einzelnen Druckstufen zueinander so geregelt werden, dass ein vorbestimmtes Stufendruckverhältnis aufrechterhalten wird.

Figur I



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines mehrstufigen Linearverdichters mit zumindest zwei Kolben-Zylinder-Vorrichtungen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Linearverdichter sind Kolbenkompressoren, bei denen die Kolben durch Linearantriebe, z. B. Rollengewindetriebe, unabhängig von einer Kurbelwelle angetrieben werden.

[0003] Aus der EP 2 133 568 A1 ist ein mehrstufiger Kolbenkompressor mit zumindest zwei Kolben-Zylinder-Einheiten bekannt, welche jeweils einen separaten Linearantrieb zur Bewegung des Kolbens aufweisen sowie eine Steuereinrichtung, welche derart ausgestaltet ist, dass die Linearantriebe individuell in Geschwindigkeit und Hub steuerbar sind.

[0004] Weiter ist aus der DE 1 228 023 B ein mehrstufiger, druckflüssigkeitsgetriebener Hochdruck-Schubkolbenverdichter bekannt, dessen mit den Treibkolben starr verbundene Verdichterkolben gleiche Hübe bei veränderlicher Hubzahl haben. Dabei weisen wenigstens die beiden Endstufen gleiche Durchmesser der Verdichterkolben auf. Weiterhin ist jeder Druckstufe eine besondere stufenlos regelbare Pumpe für den Antrieb des Treibkolbens zugeordnet.

[0005] Eine Änderung des Enddruckes bewirkt bei allen mehrstufigen, auch konventionellen Verdichtern, dass die Drücke zwischen den einzelnen Stufen nicht auf dem zuvor berechneten Niveau gehalten werden können und es dadurch zu Verschiebungen des Zwischendruckverhältnisses kommt.

[0006] Das hat zur Folge, dass die sich ändernden Stufendruckverhältnisse zu Beeinträchtigungen der Liefermenge und zu einem Anstieg der Kompressionswärme und damit verbundenen thermischen Problemen führt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, dass die Auswirkungen bei sich ändernden Stufendruckverhältnissen von Kompressoren verbessert werden, wobei die Liefermenge im wesentlichen nicht beeinträchtigt wird und ein Anstieg der Kompressionswärme und damit verbundene thermische Probleme vermieden werden.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die sich bei variablen Enddrücken ändernden Zwischendrucke in einem jeweiligen Zylinder 01 durch variable Kolbengeschwindigkeiten und/oder variable Kolbenhübe eines jeweiligen Kolbens (02) der einzelnen Druckstufen zueinander so geregelt werden, dass ein vorbestimmtes Stufendruckverhältnis aufrechterhalten wird.

[0010] Dabei hat sich als Vorteil gezeigt, dass jeweils der Kolben in dem zugehörigen Zylinder durch den jeweiligen Antrieb individuell und mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder unterschiedlichen Kolbenhüben so

betrieben wird, dass der Linearverdichter bei jedem beliebigen Zwischendruck gefahren werden kann.

[0011] Weiterhin ist vorteilhaft, dass die Zwischendrucke an die geforderte Liefermenge angepasst werden. Durch die angepassten Zwischendrucke wird eine Stabilisierung der Liefermenge erzielt und darüber hinaus werden ein Anstieg der Kompressionswärme und die damit verbundenen thermischen Probleme vermieden.

[0012] Weiter ist von Vorteil, dass die Zwischendruckregelung bei variablen Enddrücken von mehrstufigen einfach- und/oder doppeltwirkenden Linearverdichtern durchgeführt werden kann.

[0013] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung zweier bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert.

[0014] Es zeigt:

Fig. I einen Schnitt einer Vorrichtung mit einer mehrstufigen Anordnung eines doppeltwirkenden Linearverdichters für das erfindungsgemäße Verfahren und

Fig. II einen Schnitt einer Vorrichtung mit einer zweistufigen Anordnung eines einfachwirkenden Linearverdichters für ein erfindungsgemäßes Verfahren.

[0015] In Fig. I ist ein dreistufiger Linearverdichter schematisch gezeigt, der aus jeweils einer Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 besteht. Die Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 ist jeweils aus einem Zylinder 01 und einem darin linear geführten Kolben 02 zusammengesetzt. Dabei ist der Kolben 02 mit einer Kolbenstange 04 verbunden. In bekannter Weise sind nicht dargestellte Ein- und Auslassventile am Zylinder 01 vorgesehen, die jeweils mit zugehörigen Ein- und Austrittleitungen verbunden sind.

[0016] Jede Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 besitzt einen eigenen Antrieb 03, der mit der Kolbenstange 04 der jeweiligen Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 verbunden ist.

[0017] Bekanntlich wird bei einem mehrstufigen Linearverdichter der Druck eines Gases in mehreren Stufen erhöht. Bei einem dreistufigen Linearverdichter wird in einer ersten Stufe durch die erste Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 der Ausgangsdruck auf einen ersten Zwischendruck erhöht. Der erste Zwischendruck wird dann in der zweiten Stufe oder Zwischenstufe durch eine zweite Kolben-Zylinder-Vorrichtung auf einen nochmals höheren Druck oder zweiten Zwischendruck erhöht. Der Vorgang setzt sich je nach Anzahl der verwendeten Stufen weiter fort. Bei dem dreistufigen Linearverdichter nach Fig. 1 wird der zweite Zwischendruck in der dritten Stufe durch eine dritte Kolben-Zylinder-Vorrichtung auf einen noch höheren Druck oder Enddruck gesteigert.

[0018] In Fig. II ist eine zweistufige Anordnung eines einfachwirkenden Linearverdichters dargestellt, der wie-

derum jeweils aus einer Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 besteht. Der Kolben wird über einen Antrieb 03 bewegt. Dabei ist der Ausgang der ersten Kolben-Zylinder-Vorrichtung 02, 01 mit dem Eingang der zweiten Kolben-Zylinder-Vorrichtung verbunden.

[0019] Beim Betrieb eines mehrstufigen Linearverdichters mit zumindest zwei Kolben-Zylinder-Vorrichtungen 02, 01, die jeweils einen separaten Antrieb 03 aufweisen, wird der Antrieb individuell gesteuert. Dabei werden die sich bei variablen Enddrücken ändernden Zwischendrücke in einem jeweiligen Zylinder 01 durch variable Kolbengeschwindigkeiten und/oder variable Kolbenhübe eines jeweiligen Kolbens 02 der einzelnen Druckstufen zueinander geregelt, so dass ein vorbestimmtes Stufendruckverhältnis aufrechterhalten wird.

[0020] Bei der Regelung des Antriebs 03 wird der jeweilige Kolben 02 in dem zugehörigen Zylinder 01 durch den jeweiligen Antrieb 03 individuell und mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder unterschiedlichen Kolbenhüben betrieben. Auf die angegebene Weise kann der Linearverdichter bei jedem beliebigen Zwischendruck gefahren werden.

[0021] Aufgrund der Regelung können die Zwischendrücke an die geforderte Liefermenge jederzeit angepasst werden. Durch die angepassten Zwischendrücke kann eine Stabilisierung der Liefermenge erzielt werden. Weiterhin werden ein Anstieg der Kompressionswärme und die damit verbundenen thermischen Probleme vermieden, so dass diese auf einem stabilen Niveau gehalten werden.

[0022] Die Zwischendruckregelung kann bei variablen Enddrücken von mehrstufigen ein- oder doppeltwirkenden Linearverdichtern bevorzugt durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischendrücke an die geforderte Liefermenge angepasst werden und dass durch die angepassten Zwischendrücke die Liefermenge stabilisiert wird und die Kompressionswärme und die damit verbundenen thermischen Probleme auf einem stabilen Niveau gehalten werden.

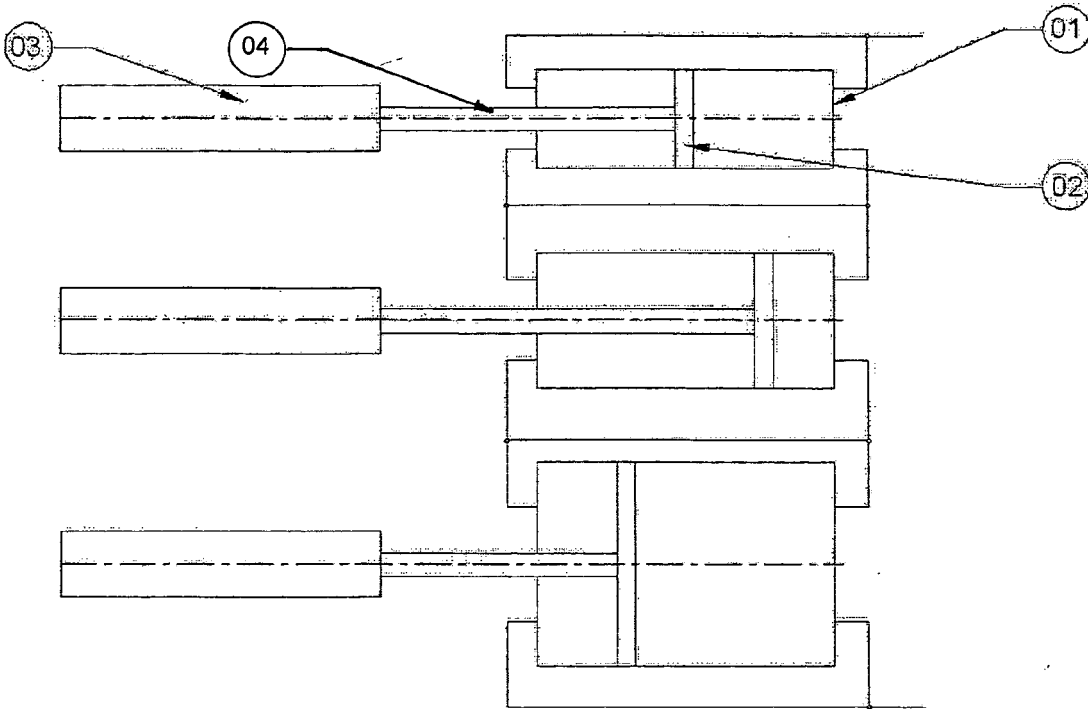
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischendruckregelung bei variablen Enddrücken von mehrstufigen einfach und/oder doppeltwirkenden Linearverdichtern durchgeführt wird.

Patentansprüche

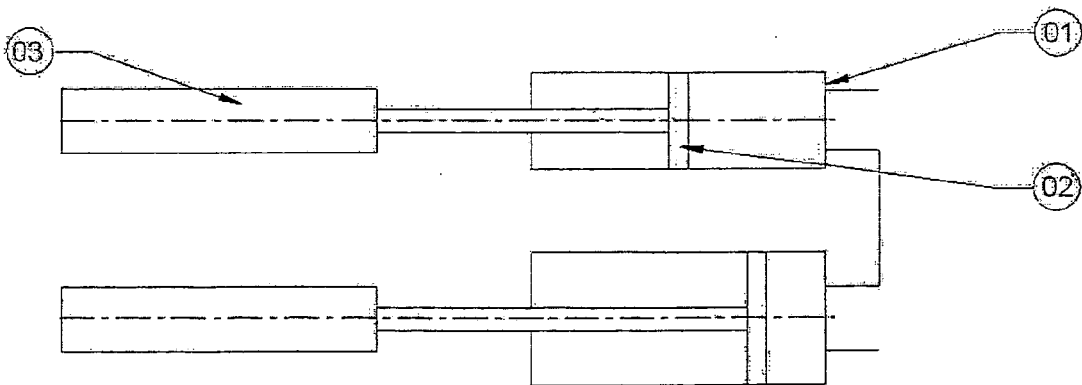
1. Verfahren zur Regelung eines mehrstufigen Linearverdichters mit zumindest zwei Kolben-Zylinder-Vorrichtungen (02, 01), die jeweils einen separaten Antrieb (03) aufweisen, der individuell steuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich bei variablen Enddrücken ändernden Zwischendrücke in einem jeweiligen Zylinder (01) durch variable Kolbengeschwindigkeiten und/oder variable Kolbenhübe eines jeweiligen Kolbens (02) der einzelnen Druckstufen zueinander so geregelt werden, dass ein vorbestimmtes Stufendruckverhältnis aufrechterhalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils der Kolben (02) in dem zugehörigen Zylinder (01) durch den jeweiligen Antrieb (03) individuell und mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder unterschiedlichen Kolbenhüben betrieben wird und dass der Linearverdichter bei jedem beliebigen Zwischendruck gefahren wird.

Figur I



Figur II



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

- EP 2133568 A1 [0003]
- DE 1228023 B [0004]