

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89810937.6

51 Int. Cl.⁵: **F04B 39/04, F04B 21/04,
F04B 21/08**

22 Anmeldetag: 12.12.89

30 Priorität: 19.01.89 CH 163/89

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.07.90 Patentblatt 90/30

64 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

71 Anmelder: **GEBRÜDER SULZER
AKTIENGESELLSCHAFT
Zürcherstrasse 9
CH-8401 Winterthur(CH)**

72 Erfinder: **Baumann, Heinz
Bürglistrasse 49
CH-8400 Winterthur(CH)**

54 **Hubkolbenkompressor.**

57 Der Kompressor enthält mindestens ein für Hochdruck ausgelegtes Kolben/Zylinder-Aggregat mit einem in einem Zylindereinsatz (26) geführten Kolben (8), welcher über einen im Zylindergehäuse in Richtung der Längsachse (11) des Zylinders (4) verschiebbar geführten Verbindungsteil (Joch 22) mit einer Kurbelwelle (17) gekoppelt ist. Der Kolben (8) ist mit dem Verbindungsteil (22) über eine Halterung (61) gekoppelt, welche quer zur Längsachse (11) verlaufende Relativbewegungen des Verbindungsteils (22) gegenüber dem Kolben (8) zulässt. Entsprechend wird eine von Schwingungen des Antriebsteils (Joch 22) unbeeinflusste Führung des Kolbens (8) erzielt, der mit dem Zylindereinsatz (26) einen jeweils über den ganzen gemeinsamen Längenabschnitt offenen, von Schmiermittel freien Ringspalt begrenzt. Diese Ausführung gestattet die Ausbildung einer trockenlaufenden Spaltringdichtung zwischen Kolben (8) und Zylindereinsatz (26), welche auch bei Drücken von über 60 bar die Abdichtung des Kompressionsraums (34) gewährleistet. Vorzugsweise sind der Kolben (8) und der Zylindereinsatz (26) je aus einem verschleissfesten, metallischen oder keramischen Werkstoff hergestellt. Die erfindungsgemässe Ausführung ist insbesondere für Kleinkompressoren geeignet.

EP 0 378 967 A1

Hubkolbenkompressor

Die Erfindung betrifft einen Hubkolbenkompressor für Hochdruck, mit mindestens einem in einem Zylindergehäuse ausgebildeten Zylinder und einem in diesem trockenlaufend geführten Kolben, welcher über einen im Zylindergehäuse in Richtung der Längsachse des Zylinders verschiebbar geführten Verbindungsteil mit einer Kurbelwelle einer Antriebseinrichtung gekoppelt ist.

Bei einem ist aus der EP-Patentanmeldung 0 269 082 (P.6073) bekannten, vierstufigen Kleinkompressor der genannten Art wird Erdgas in einem die Enddruckstufe bildenden Zylinder/Kolben-Aggregat von einem Druck von z.B. 60 bar auf einen Druck von z.B. 180 bar verdichtet. Trockenlaufende Kompressoren mit für Hochdruck von über 60 bar ausgelegten Zylinder/Kolben-Aggregaten sind bisher mit konstruktiv relativ aufwendigen Dichtungs- und Schmieranordnungen ausgeführt, welche zudem eine relativ häufige Wartung erfordern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen insbesondere in dieser Hinsicht verbesserten Hochdruck-Hubkolbenkompressor der eingangs genannten Art in einer einfachen Bauweise zu schaffen, welche insbesondere bei Ausführungen, die für einen Hochdruck von z.B. bis 500 bar ausgelegt sind, einen automatischen Betrieb des Kolbenkompressors mit relativ langen Wartungsintervallen gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Durch die erfindungsgemäss vorgesehene Halterung wird auf einfache Weise, insbesondere ohne zusätzliche, aufwendige Führungseinrichtung, eine Entkoppelung des Kolbens von gegebenenfalls auftretenden, quer zur Längsachse des Zylinders wirksamen Schwingungen des im Zylindergehäuse gleitend geführten Verbindungsteils erzielt, so dass eine von derartigen Schwingungen unbeeinflusste Parallelführung des Kolbens im Zylinder, und damit die Ausbildung einer trockenlaufenden Spaltringdichtung mit entsprechend geringem Spiel zwischen Kolben und Zylinder gewährleistet wird.

In den abhängigen Ansprüchen sind weitere Ausgestaltungen der Erfindung hervorgehoben.

Die Ausführung nach Anspruch 4 ergibt eine trockenlaufende Spaltringdichtung, welche sich, innerhalb eines betriebsmässig vorbestimmten Temperaturbereichs, durch ein im wesentlichen konstantes, minimales Spiel zwischen Kolben und Zylinder, und damit durch einen entsprechend geringen Leckageverlust auszeichnet, der während der Betriebsdauer im wesentlichen konstant bleibt.

Weitere Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines in der

Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt einen erfindungsgemäss ausgeführten Hubkolbenkompressor in einem durch zwei Horizontalebene geführten Schnitt.

Der dargestellte Kompressor, ein Kleinkompressor weist vier Zylinder 1, 2, 3 und 4 auf, in denen Kolben 5, 6, 7 und 8 geführt sind. Die Zylinder 1 und 3 weisen eine in der Zeichnungsebene liegende, gemeinsame horizontale Achse 10 auf, während die Zylinder 2 und 4 auf einer gegenüber der Zeichnungsebene zurückversetzten gemeinsamen horizontalen Achse 11 angeordnet sind. Die Kolben 5 und 7 sind über ein ihre Kolbenstangen 12 bzw. 13 verbindendes Joch 14 mit einem Gleitstück 15 gekoppelt, welches auf einem Kurbelzapfen 16 einer vertikal angeordneten Kurbelwelle 17 gelagert ist. Die Kurbelwelle 17 ist mit einem nicht dargestellten Motor, z.B. einem Elektromotor, verbunden. Das Gleitstück 15 ist zwischen zwei im Joch ausgebildeten Führungsbahnen 18 quer zur Achse 10 verschiebbar geführt. Die Kolben 6 und 8 sind über ein ihre Kolbenstangen 20 bzw. 21 verbindendes Joch 22 mit einem auf dem Kurbelzapfen 16 gelagerten, nicht dargestellten zweiten Gleitstück gekoppelt, welches in dem gegenüber dem Joch 14 um 90° versetzten Joch 22 quer zur Achse 11 verschiebbar geführt ist.

Die Kolben 5, 6, 7 und 8 sind Zylindereinsätzen 23, 24, 25 und 26 geführt und begrenzen in den durch lösbar befestigte Zylinderdeckel 27, 28, 29 und 30 abgeschlossenen Zylindern 1, 2, 3 und 4 je einen Kompressionsraum 31, 32, 33 bzw. 34. Der Kompressionsraum 31 des die erste Verdichtungsstufe bildenden Zylinders 1 ist durch eine Stirnplatte 35 begrenzt, die mit mehreren, z.B. vier, je einer Durchtrittsöffnung zugeordneten Druckventilen 37 versehen ist, von denen nur eines dargestellt ist. Der Kolben 5 ist mit entsprechenden, je einer Durchtrittsöffnung zugeordneten Saugventilen 41 versehen, durch welche jeweils während des Saughubes des Kolbens 5 eine Verbindung zwischen dem Kompressionsraum 31 und einem von diesem durch den Kolben 5 getrennten zentralen Raum 43 hergestellt wird, der an eine nicht dargestellte Zuführleitung für das zu komprimierende Erdgas angeschlossen ist.

In den Zylindern 2 und 3 sind die Kompressionsräume 32 und 33 je durch eine Stirnplatte 46 begrenzt, welche mit einem zentralen Druckventil 37 und einer Anzahl, z.B. vier, Saugventilen 41 versehen ist, von denen ebenfalls jeweils nur eines dargestellt ist.

Im Zylinder 4 der für den Enddruck ausgelegten Verdichtungsstufe ist ein Druckventil 37 in einer im Zylinderdeckel 30 ausgebildeten Bohrung angeordnet, welche über einen Anschlussnippel 50 mit einer vom Kompressor wegführenden Druckleitung 51 in Verbindung steht. Ein Saugventil 41 ist in einer entsprechenden Bohrung angeordnet, welche über einen Nippel 52 an einen mit dem Kompressionsraum 33 verbundenen Strömungskanal 58 angeschlossen ist.

Entsprechende Druck- und Saugventile, deren Ausbildung nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, sind z.B. in der CH-Patentanmeldung 02 209/88-9 (P.6196) näher beschrieben.

Während des Saughubes des in seiner oberen Totpunktlage dargestellten Kolbens 5 wird das dem zentralen Raum 43 mit einem Druck von z.B. 10 mbar zugeführte Erdgas durch die geöffneten Saugventile 41 angesaugt. Während des Druckhubes wird das Gas auf einen Druck von z.B. 5 bar verdichtet und durch die geöffneten Druckventile 37 in einen Zylinderraum 55 gefördert und über einen Strömungskanal 56 und einen Ringkanal 48 der durch den Zylinder 2 gebildeten zweiten Verdichtungsstufe zugeführt.

Das beim Saughub des Kolbens 6 in den Kompressionsraum 32 angesaugte Gas wird beim folgenden Druckhub auf einen Druck von z.B. 20 bar verdichtet und bei geöffnetem Druckventil 37 über einen Strömungskanal 57 der durch den Zylinder 3 gebildeten dritten Verdichtungsstufe zugeführt, deren Kolben 7 in der unteren Totpunktlage dargestellt ist. Das beim Saughub des Kolbens 7 in den Kompressionsraum 33 angesaugte Gas wird beim folgenden Druckhub auf einen Druck von z.B. 60 bar verdichtet und über den Strömungskanal 58 sowie durch im Nippel 52 ausgebildete Verbindungskanäle der durch den Zylinder 4 gebildeten Enddruckstufe zugeführt.

Das beim Saughub des Kolbens 8 in den Kompressionsraum 34 angesaugte Gas wird beim Druckhub auf einen Druck von z.B. 180 bar verdichtet und bei geöffnetem Druckventil 37 über die Druckleitung 51 einem nicht dargestellten Gasbrennstoffbehälter zugeführt, der z.B. als Treibstofftank eines Kraftfahrzeuges ausgebildet sein kann.

Die Kolben 5, 6, 7 und 8 sind in den Zylindereinsätzen 23, 24, 25 und 26 trockenlaufend geführt, wobei die Kolben 5, 6 und 7 je mit einem Dichtungsring 53 und einem Führungsring 54 aus einem für den Trockenlauf geeigneten, selbstschmierenden Material, z.B. Teflon, versehen sind, während der Kolben 8 mit der Bohrung des Zylindereinsatzes 26 einen jeweils über die ganze gemeinsame Länge offenen Ringspalt begrenzt. Die Kolben 5, 6 und 7 sind je mit dem zugehörigen Joch 14 bzw. 22 starr verbunden, während der Kolben 8 der für den Enddruck ausgelegten Verdichtungsstu-

fe mit dem Joch 22 über eine mit diesem starr verbundene Halterung 61 gekoppelt ist, welche Relativbewegungen des Joches 22 quer zur Längsachse 11 des Kolbens 8 zulässt.

Die Halterung 61 enthält eine am Joch 22 befestigbare Hülse 62 und ein in dieser rotationsbeweglich angeordnetes, darstellungsgemäss durch eine Kugel 63 gebildetes Stützelement, über welches eine am Joch 22 ausgebildete Stützpartie mit einem an der Kolbenstange 21 des Kolbens 8 ausgebildeten, in die Hülse 62 einführbaren Kopfteil 64 quer zur Längsachse 11 verschiebbar zusammenwirkt. Der Kopfteil 64 ist durch eine die Kolbenstange 21 mit Spiel umgebende Kragenpartie 65 der Hülse 62 quer zur Längsachse 11 beweglich gehalten.

Das Joch 22 ist über die Hülse 62 in einem im Zylinderblock des Kompressors gehaltenen Führungsteil 66 in Richtung der Längsachse 11 verschiebbar geführt. Ueber die Kugel 63 ist das Joch 22 in Richtung der Längsachse 11 spielfrei mit dem unter dem jeweiligen Betriebsdruck stehenden Kolben 8 verbunden. Durch die rotationsbeweglich gelagerte Kugel 63 wird zugleich eine Uebertragung von Querkraften des einerseits durch den Kolben 6 im Zylindereinsatz 24 und andererseits durch die Hülse 62 im Führungsteil 66 mit entsprechendem seitlichem Spiel gleitend geführten Joches 22 auf den Kolben 8 verhindert. Es hat sich gezeigt, dass durch die Halterung 61 auch bei einer Ausführung, bei der die Differenz zwischen dem Durchmesser der Bohrung des Zylindereinsatzes 26 und dem Durchmesser des Kolbens 8 etwa 0,004 bis 0,01 mm beträgt, eine von Schwingungen des Joches 22 unbeeinflusste, sichere Parallelführung des Kolbens 8 gewährleistet werden kann. Diese Anordnung gestattet die Ausbildung einer trockenlaufenden Spaltringrichtung zwischen dem Kolben 8 und dem Zylindereinsatz 26, welche auch bei der in der Enddruckstufe der dargestellten Ausführung zwischen dem Kompressionsraum 34 und dem zentralen Raum 43 auftretenden Druckdifferenz von 180 bar - oder bei noch höheren Druckdifferenzen von z.B. bis 500 bar - die erforderliche Abdichtung des Kompressionsraums 34 gewährleistet. Dabei resultiert die Dichtwirkung aus der Reibung des den engen Ringspalt durchströmenden Gases.

Der Kolben 8 und der Zylindereinsatz 26 sind je aus einem verschleissfesten Material hergestellt. Bei der dargestellten Ausführung besteht der Kolben 8 aus Hartmetall, während der Zylindereinsatz 26 aus einem entsprechend verschleissfesten keramischen Material, z.B. Siliciumcarbid oder Siliciumnitrid, ausgeführt ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient zumindest annähernd dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Materials des Kolbens 8 entspricht. Dadurch wird bei der betriebsbedingten

Erwärmung der im Trockenlauf zusammenwirkenden Teile über den ganzen betriebsmässigen Temperaturbereich -- z.B. bei Umgebungstemperaturen zwischen -40°C und $+50^{\circ}\text{C}$ -- das vorgesehene Spiel zwischen dem Kolben 8 und dem Zylindereinsatz 26, und damit der durch dieses Spiel bedingte Leckageverlust im wesentlichen konstant gehalten. Bei den in der vorstehend beschriebenen Ausführung bestehenden Druckverhältnissen kann auf diese Weise ein zwischen dem Kompressionsraum 34 und dem zentralen Raum 43 sich einstellender, betriebsmässig akzeptabler Leckageverlust von z.B. weniger als 10 % konstant gehalten werden.

Der Zylindereinsatz 26, der unmittelbar in eine Bohrung des Zylinderdeckels 30 eingesetzt oder, wie dargestellt, in einer in eine entsprechende Bohrung einsetzbaren Büchse 67 angeordnet sein kann, ist im Zylinderdeckel 30 durch einen in diesen einschraubbaren Haltering 68 befestigt. Der in der Büchse 67 angeordnete, z.B. durch eine Schrumpfverbindung gehaltene Zylindereinsatz 26 kann auch aus einem Material, z.B. Zirkonoxid, ausgeführt sein, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient grösser ist als derjenige des Materials des Kolbens 8. Bei geeigneter Wahl des Materials der Büchse 67, z.B. einer Ni-Fe-Legierung, ist die Büchse 67 als Ausgleichshülse verwendbar, durch welche die Wärmeausdehnung des Zylindereinsatzes 26 an der Innenseite jeweils bis auf ein der Wärmeausdehnung des Kolbens 8 entsprechendes, vorbestimmtes Mass kompensiert und damit das vorgesehene Spiel zwischen dem Kolben 8 und dem Zylindereinsatz 26 im wesentlichen konstant gehalten werden kann.

Bei den in Bereich der Zylinder 1, 2 und 3 je zwischen den Kompressionsräumen 31, 32 und 33 und dem zentralen Raum 43 auftretenden, relativ geringen Druckdifferenzen von 5 bis 60 bar - oder bis z.B. 80 bar - erübrigt sich die für die Enddruckstufe vorgesehene Verwendung von Bauteilen aus verschleissfestem Material. Bei diesen Druckdifferenzen wird auch die Funktion der zwischen den Kolben 5, 6 und 7 und den zugehörigen Zylindereinsätzen 23, 24, 25 gebildeten trockenlaufenden Kolbenringdichtungen durch Schwingungen des über die Kolben 5 und 7 in den Zylindereinsätzen 23 und 25 geführten Joches 14 sowie des über den Kolben 6 und die Hülse 62 im Zylindereinsatz 24 bzw. im Führungsteil 66 geführten Joches 22 nicht nennenswert beeinträchtigt, so dass keine unzulässigen Leckageverluste auftreten.

Es sind zahlreiche abgewandelte Ausführungsformen der Erfindung möglich. So kann in der Halterung anstelle eines kugelförmigen Stützelementes ein anderer rotationsbeweglicher Wälzkörper, z.B. ein solcher mit zylindrischen oder mit kalottenförmigen Stützflächen, vorgesehen sein.

Anstelle der in der vereinfacht dargestellten Halterung 61 vorgesehenen einteiligen Hülse 62 kann auch eine am Joch 22 in geeigneter Weise anbringbare zweiteilige Hülse oder eine andere, konstruktiv abweichende Halteanordnung vorgesehen sein.

Der Kolben 8 kann mit einem relativ weichen Kern und einer diesen umgebenden Beschichtung aus Hartmetall oder einem entsprechenden verschleissfesten Material ausgeführt sein oder auch aus einem keramischen Material bestehen. Es kann auch zweckmässig sein, der Zylindereinsatz 26 aus Hartmetall auszuführen. Ebenso können für die Ausführung des Kolbens 8 und/oder des Zylindereinsatzes 26 andere als die beschriebenen Materialien, z.B. Metallverbindungen, welche entsprechende Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, verwendet werden. Mindestens eine der Laufflächen des Kolbens 8 und des Zylindereinsatzes 26 kann ferner durch eine dünne homogene Schicht aus amorphem diamantartigem Kohlenstoff ("amorphous diamondlike carbon") gebildet sein. Derartige Schichten können jeweils in einem kostengünstigen, für die Massenfertigung geeigneten Verfahren und bei einer das Trägermaterial schonenden, relativ geringen Behandlungstemperatur, z.B. ca. 200°C , auf den betreffenden Teil bzw. auf beide Teile aufgebracht werden. Bei annähernd gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten des Zylinderwerkstoffs und des Kolbenwerkstoffs ist auch eine Ausführung möglich, bei der eine derartige Schicht unmittelbar auf die Zylinderbohrung aufgebracht ist.

Die Erfindung ist nicht auf Kompressoren der vorstehend beschriebenen und dargestellten Art beschränkt, sondern ist auch für andere, ein- oder mehrstufige Ausführungen, sowie für andere Anwendung, z.B. an Atemluftkompressoren oder Kompressoren für die Tieftemperaturtechnik, geeignet. Bei mehrstufigen Kompressoren kann auch mindestens ein weiteres Kolben/Zylinder-Aggregat mit einem erfindungsgemäss ausgebildeten Halterung und/oder mit aus verschleissfestem Werkstoff bestehenden zusammenwirkenden Teilen ausgeführt sein.

Ansprüche

1. Hubkolbenkompressor für Hochdruck, mit mindestens einem in einem Zylindergehäuse ausgebildeten Zylinder (4) und einem in diesem trockenlaufend geführten Kolben (8), welcher über einem im Zylindergehäuse in Richtung der Längsachse (11) des Zylinders (4) verschiebbar geführten Verbindungsteil (Joch 22) mit einer Pleuellwelle (17) einer Antriebseinrichtung gekoppelt ist, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Kolben (8) mit

dem Verbindungsteil (22) über eine Halterung (61) gekoppelt ist, welche mindestens ein relativ zum Kolben (8) und zum Verbindungsteil (Joch 22) quer zur Längsachse (11) des Zylinders (4) bewegliches Stützelement enthält, und dass der Zylinder (4) mit dem Kolben (8) einen jeweils über den ganzen gemeinsamen Längenabschnitt offenen, von Dichtungsmitteln und von Schmiermittel freien, engen Ringspalt begrenzt, der eine vorbestimmte Leckströmung des verdichteten Mediums zulässt.

2. Kompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement mit dem Kolben (8) und mit dem Verbindungsteil (Joch 22) je über eine konvexe Stützfläche zusammenwirkt.

3. Kompressor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement durch einen zwischen den Kolben (8) und den Verbindungsteil (Joch 22) einsetzbaren Wälzkörper, z.B. eine Kugel (63), gebildet ist, welcher in der Halterung (61) rotationsbeweglich gelagert ist.

4. Kompressor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (8) und der Zylinder (4) je mit einer aus einem verschleissfesten Material gebildeten Lauffläche ausgeführt sind, und dass zumindest der die Lauffläche enthaltende Teil des Zylinders (4) aus einem Werkstoff besteht, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient zumindest annähernd gleich oder grösser ist als der Wärmeausdehnungskoeffizient des Werkstoffs des Kolbens (8).

5. Kompressor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (8) zumindest in seinem die Lauffläche enthaltenden Randbereich aus Hartmetall besteht und dass die Lauffläche des Zylinders (4) an einem Zylindereinsatz (26) ausgebildet ist, der aus einem keramischen Material besteht.

6. Kompressor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylindereinsatz (26) in einer in den Zylinder (4) einsetzbaren, die Wärmeausdehnung des Zylindereinsatzes (26) zumindest teilweise kompensierenden Büchse (67) angeordnet ist.

7. Kompressor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz zwischen dem Innendurchmesser des Zylinders (4) bzw. Zylindereinsatzes (26) und dem Aussendurchmesser des Kolbens (8) im Bereich von etwa 0,004 bis 0,01 mm liegt.

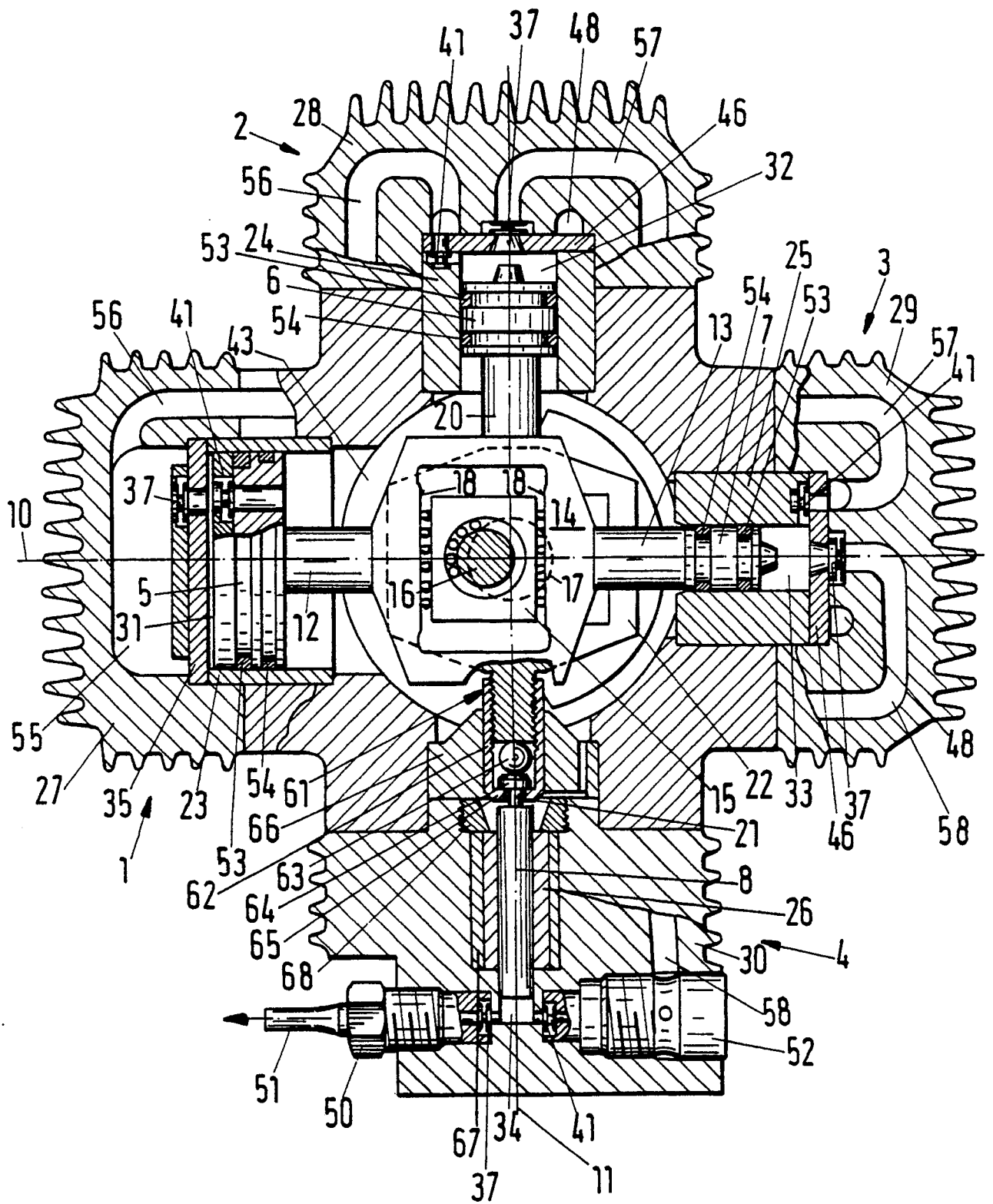
8. Kompressor nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der keramische Werkstoff im wesentlichen aus Siliciumcarbid besteht.

9. Kompressor nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der keramische Werkstoff im wesentlichen aus Siliciumnitrid besteht.

10. Kompressor nach einem der Ansprüche 5

bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der keramische Werkstoff im wesentlichen aus Zirkonoxid besteht.

11. Verwendung eines Kompressors nach einem der vorangehenden Ansprüche als Enddruckstufe einer aus mehreren in Reihe geschalteten Zylinder/Kolben-Aggregaten bestehenden Anordnung zum Verdichten von in einem Fahrzeug als Treibstoff zu speicherndem Gas, insbesondere Erdgas.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	EP-A-0 269 882 (SULZER) * Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 13; Abbildung 1 * ---	1,4,7, 11	F 04 B 39/04 F 04 B 21/04 F 04 B 21/08
Y	DE-C- 963 748 (KRAUSE) * Seite 1, Zeilen 1-6; Seite 2, Zeile 10 - Seite 3, Zeile 62; Abbildung 1 * ---	1,4,7, 11	
A	WO-A-8 501 336 (MacDONALD) * Seite 4, Absatz 2 - Seite 5, ende; Abbildung 1 * ---	1,2,4	
A	DE-A-3 135 726 (SCRABACK) * Zusammenfassung; Seite 7, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 14; Abbildung 2 * ---	1,3,5-8	
A	GB-A-2 090 645 (LUDIN) * Zusammenfassung; Seite 1, Zeilen 58-78,115-122; Abbildung 1 * ---	1,3,5,6 ,8,9,11	
A	EP-A-0 046 585 (HELIX) * Seite 9, Zeile 21 - Seite 11, Zeile 26; Abbildungen 1,6 * -----	1,3,5,6 ,7,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26-04-1990	Prüfer VON ARX H.P.
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 : mündliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	