

(19)



(11)

EP 1 907 701 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.01.2017 Patentblatt 2017/04

(51) Int Cl.:
F04B 25/00 ^(2006.01) **F04B 49/16** ^(2006.01)
F04B 37/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06762401.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/006520

(22) Anmeldetag: **04.07.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/012384 (01.02.2007 Gazette 2007/05)

(54) **VERDICHTER, INSBESONDERE KOLBENVERDICHTER**

COMPRESSOR, IN PARTICULAR PISTON COMPRESSOR

COMPRESSEUR, EN PARTICULIER COMPRESSEUR À PISTON

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **26.07.2005 DE 102005034907**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.04.2008 Patentblatt 2008/15

(73) Patentinhaber: **Linde AG
80331 München (DE)**

(72) Erfinder: **ADLER, Robert
A-2201 Gerasdorf (AT)**

(74) Vertreter: **Zahn, Christoph
Linde Aktiengesellschaft,
Zentrale Patentabteilung
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14
82049 Höllriegelskreuth (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**US-A- 1 677 369 US-A- 1 939 424
US-A- 4 976 591**

EP 1 907 701 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 Verdichter, insbesondere Kolbenverdichter, zum Verdichten eines gasförmigen Mediums mit einer Niederdruckstufe zum Verdichten des Mediums von einem Eingangsdruck auf einen Zwischendruck, und einer Hochdruckstufe zum Verdichten des Mediums von dem Zwischendruck auf einen Hochdruck.

[0002] Bei als Kolbenverdichter ausgebildeten Verdichtern für gasförmige Medien wird das Stufendruckverhältnis von den Zylinderabmessungen bestimmt. Bei einem Kolbenverdichter mit von einer Niederdruckstufe und einer Hochdruckstufe gebildeten zwei Verdichterstufen, und einem Stufendruckverhältnis im Bereich von 17 kann beispielsweise ein Medium von einem Eingangsdruck von 1 bar in der Niederdruckstufe, die ein Stufendruckverhältnis von 17 aufweist, auf einen Zwischendruck von 17 bar und in der Hochdruckstufe, die ein Stufendruckverhältnis von 17,6 aufweist, auf einen Hochdruck von 300 bar verdichtet werden.

[0003] Derartige Kolbenverdichter sind auf einen bestimmten Eingangsdruck ausgelegt, wobei der Eingangsdruck des Mediums nur in engen Grenzen variiert werden kann. Wird ein gattungsgemäßer Kolbenverdichter, der auf einen Eingangsdruck von 1 bar ausgelegt ist, anstelle eines Eingangsdruckes von 1 bar bei einem Eingangsdruck von 5 bar betrieben, würde sich nach der Niederdruckstufe bei dem Stufendruckverhältnis von 17 ein Zwischendruck von 85 bar einstellen, der zur Überhitzung der Niederdruckstufe führt.

[0004] Aus der DE 199 33 989 A1 ist ein zweistufiger Kolbenverdichter bekannt, der für unterschiedliche Eingangsdrücke geeignet ist. Hierzu werden für die Niederdruckstufe und die Hochdruckstufe des Kolbenverdichters getrennte Antriebe vorgesehen. Ein derartiger zweistufiger Kolbenverdichter mit einem Antrieb für die Niederdruckstufe und einem separaten Antrieb für die Hochdruckstufe weist jedoch einen hohen Bauaufwand auf.

[0005] Aus der US 4 976 591 ist ein zweistufiger Kolbenverdichter bekannt, der einen verstellbaren Totvolumen zur Durchflussregelung aufweist.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Verdichter der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, der mit geringem Bauaufwand für unterschiedliche Eingangsdrücke geeignet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Hochdruckstufe ein Ausgleichsvolumen mit verstellbarem Totvolumen vorgeschaltet ist. Mit einem derartigen, der Hochdruckstufe vorgeschalteten und somit an die Hochdruckstufe angeschlossenen Ausgleichsvolumen ist es auf einfache Weise möglich, an der Hochdruckstufe ein verstellbares Totvolumen vorzusehen. Während des Verdichtungsaktes der Niederdruckstufe wird hierbei gasförmiges Medium teilweise dem Ausgleichsvolumen zugeführt. Beim anschließenden Zuführen des Mediums von dem Ausgleichsvolumen

zur Hochdruckstufe während des folgenden Ansaugtaktes der Hochdruckstufe expandiert das gasförmige Medium adiabatisch und kühlt hierbei unter die Ansaugtemperatur der Niederdruckstufe zurück. Mit einem derartigen Ausgleichsvolumen kann somit auf einfache Weise das Ansaugvolumen der Hochdruckstufe verändert werden und gleichzeitig eine zusätzliche Kühlung des Verdichters erzielt werden. Hierdurch ist es auf einfache Weise möglich, den Verdichter bei unterschiedlichen Eingangsdrücken zu betreiben, wobei weiterhin eine Überhitzung des Verdichters vermieden wird.

[0008] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn gemäß der Erfindung das von dem Ausgleichsvolumen gebildete Totvolumen in Abhängigkeit von dem Eingangsdruck verstellbar ist. Hierdurch ist mit geringem Aufwand mit dem Ausgleichsvolumen eine Totraumsteuerung der Hochdruckstufe in Abhängigkeit von dem Eingangsdruck erzielbar.

[0009] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn das Ausgleichsvolumen bei maximalem Eingangsdruck auf minimales Totvolumen eingestellt ist und mit abnehmendem Eingangsdruck in Richtung eines maximalen Totvolumens einstellbar ist. Hierdurch wird auf einfache Weise erzielt, dass mit fallendem Eingangsdruck der zusätzliche Kühleffekt durch das Ausgleichsvolumen zunimmt. Mit abnehmendem Eingangsdruck nimmt das Stufendruckverhältnis der Hochdruckstufe zu, wobei gleichzeitig die thermische Belastung des Verdichters zunimmt. Durch ein der Hochdruckstufe zugeordnetes und ein Totvolumen für die Hochdruckstufe bildendes Ausgleichsvolumen, dessen Kühleffekt mit fallendem Eingangsdruck durch eine Vergrößerung des Totvolumens zunimmt, kann somit die Verdichtertemperatur eines bei unterschiedlichen Eingangsdrücken verwendeten Verdichters auf einfache Weise abgesenkt werden.

[0010] Zweckmäßigerweise ist das Ausgleichsvolumen als Ausgleichszyylinder ausgebildet, der einen in einem Gehäuse verschiebbaren Zylinder aufweist. Mit dieser Bauweise des Ausgleichsvolumens als Verstellzylinder kann ein verstellbares Totvolumen auf einfache Weise hergestellt werden.

[0011] Zweckmäßigerweise ist der Zylinder gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung als Stufenkolben mit einer ersten Steuerfläche versehen ist, die in dem Ausgleichsvolumen angeordnet ist und von dem Zwischendruck beaufschlagt ist und eine zweite Steuerfläche aufweist, die von dem Eingangsdruck beaufschlagt ist. Mit einem derartigen als Stufenkolben ausgebildeten Zylinder kann durch entsprechende Wahl der Größen der ersten und zweiten Steuerfläche auf einfache Weise eine Beaufschlagung des Zylinders in Richtung des minimalen Totvolumens bei maximalem Eingangsdruck und in Richtung des maximalen Totvolumens bei abnehmendem Eingangsdruck ermöglicht werden.

[0012] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist das Ausgleichsvolumen mit einer Kühleinrichtung versehen, wodurch das in dem Ausgleichsvolumen befindliche Medium auf einfache Weise gekühlt werden kann und

somit der Kühleffekt durch das Ausgleichsvolumen weiter erhöht werden kann.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Kühleinrichtung von an dem Gehäuse angeordneten Kühlrippen gebildet, wodurch eine Kühleinrichtung des Ausgleichsvolumens mit geringem Bauaufwand hergestellt werden kann.

[0014] Der Verdichter weist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung einen in einem Gehäuse längsverschiebbaren Kolben auf, der hydraulisch antreibbar ist.

[0015] Die Niederdruckstufe umfasst zweckmäßigerweise einen ersten Druckraum und einen zweiten Druckraum, wodurch der Kolben zwei Druckräume der Niederdruckstufe ansteuert. Hierdurch können bei geringem Bauraumbedarf durch zwei Druckräume Pulsationen in den druckführenden Leitungen verringert werden.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung umfasst die Hochdruckstufe einen ersten Druckraum und einen zweiten Druckraum. Von dem Kolben werden somit weiterhin zwei Druckräume der Hochdruckstufe angesteuert, wobei geringe Pulsationen bei geringem Bauraumbedarf des Verdichters erzielbar sind.

[0017] Eine Kühlung des Verdichters im Bereich der Niederdruckstufe und der Hochdruckstufe kann auf einfache Weise erzielt werden, wenn an dem Gehäuse eine Außenkühlung vorgesehen ist.

[0018] Zur verbesserten Kühlung ist zweckmäßigerweise an dem Kolben eine Innenkühlung vorgesehen.

[0019] Der Kolben ist hierbei vorteilhafter Weise mit mindestens einer Längsbohrung versehen ist, die mit einem Antriebsdruckraum in Verbindung steht. Hierdurch kann eine Innenkühlung des Kolbens durch das den Verdichter antreibende hydraulische Druckmittel auf einfache Weise erzielt werden.

[0020] Bei einer Bauweise des Verdichters mit einer zwei Druckräume aufweisenden Hochdruckstufe ist vorteilhafterweise jedem Druckraum der Hochdruckstufe ein Ausgleichsvolumen zugeordnet.

[0021] Besondere Vorteile ergeben sich bei der Verwendung eines Verdichters zum Verdichten von Wasserstoff, insbesondere von Wasserstoff in einer Wasserstofftankstelle.

[0022] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 einen Längsschnitt eines erfindungsgemäßen Verdichters und

Figur 2 einen Ausschnitt der Figur 1 in einer vergrößerten Darstellung.

[0023] In der Figur 1 ist ein Längsschnitt eines erfindungsgemäßen als Linear-Kolbenverdichter 1 ausgebildeten Verdichters gezeigt.

[0024] Der Kolbenverdichter 1 weist eine in einer Ge-

häusebohrung 2 eines Gehäuses 3 längsverschiebbaren, stufenförmigen Kolben 4 auf, wobei zwischen dem Kolben 4 und der Gehäusebohrung 2 eine Niederdruckstufe 5 und eine Hochdruckstufe 6 ausgebildet ist.

[0025] Die Hochdruckstufe 6 ist im mittleren Bereich des Kolbenverdichters 1 ausgebildet und weist zwei Druckräume 6a, 6b auf, die zwischen einem am mittleren Bereich des Gehäuses 3 angeordneten Abdichtungselement 7 und dem Kolben 4 ausgebildet sind. An dem stufenförmigen Kolben 4 sind hierzu im Bereich eines Durchmesserübergangs Kolbenabschnitte 8a, 8b angeordnet, wobei die Druckräume 6a, 6b der Hochdruckstufe 6 im Bereich des vergrößerten Durchmessers des Kolbens 4 ausgebildet sind. In der dargestellten Stellung, wobei der Kolben 4 nach in der Figur 1 rechts beaufschlagt ist, weist der linke Druckraum 6a minimales Verdrängervolumen und der rechte Druckraum 6b maximales Verdrängervolumen auf.

[0026] Die Niederdruckstufe 5 ist zu beiden Seiten der Hochdruckstufe 6 im Bereich des verringerten Durchmessers des Kolbens 4 ausgebildet und weist zwei Druckräume 5a, 5b auf, die zwischen der Gehäusebohrung 3 und den an dem Kolben 4 angeordneten Kolbenabschnitten 8a, 8b im Bereich des Kolbens mit dem verringerten Durchmesser ausgebildet sind.

[0027] In der dargestellten Stellung des Kolbens 4 weist der linke Druckraum 5a maximales Verdrängervolumen und der rechte Druckraum 5b minimales Verdrängervolumen auf.

[0028] Der Kolbenverdichter 1 ist hydraulisch antreibbar, wobei an dem Kolben 4 an den äußeren Bereichen benachbart zu der Niederdruckstufe 5 hydraulisch beaufschlagbare Antriebsdruckräume 9a, 9b ausgebildet sind. In der dargestellten Stellung der Kolbenstange 4 ist der Antriebsdruckraum 9a mit hydraulischem Druckmittel beaufschlagt. Bei einer Beaufschlagung des Antriebsdruckraumes 9b wird die Kolbenstange 4 entsprechend nach in der Figur 1 nach links beaufschlagt.

[0029] Zur Steuerung des Kolbenverdichters sind den Druckräumen 5a, 5b der Niederdruckstufe 5 jeweils ein Niederdruck-Saugventil 10a, 10b und ein Niederdruck-Druckventil 11 a, 11 b zugeordnet. Den Druckräumen 6a, 6b der Hochdruckstufe 6 sind entsprechend jeweils ein Hochdruck-Saugventil und ein Hochdruck-Druckventile zugeordnet, wobei in der Figur 1 lediglich das dem Druckraum 6a zugeordnete Hochdruck-Saugventil 12a und Hochdruck-Druckventil 13a gezeigt ist.

[0030] Am Außenumfang des Gehäuses 2 ist im Bereich der Niederdruckstufe 5 und der Hochdruckstufe 6 eine Außenkühlung 15a, 15b vorgesehen.

[0031] Zur weiteren Kühlung des Kolbenverdichters weist der Kolben 4 als Sackbohrungen ausgebildete Längsbohrungen 16a, 16b auf, die mit den Antriebsdruckräumen 9a, 9b in Verbindung stehen, wodurch durch das den Kolbenverdichter 1 antreibende Druckmittel eine Innenkühlung des Kolbenverdichters 1 erzielt wird.

[0032] Darüber hinaus ist der Kolbenverdichter 1 mit

einem Wegemesssystem 17 versehen.

[0033] Erfindungsgemäß ist jedem Druckraum 6a, 6b der Hochdruckstufe ein Ausgleichsvolumen 20a, 20b mit verstellbarem Totvolumen vorgeschaltet.

[0034] In den Figuren 1 und 2 ist das dem Druckraum 6a vorgeschaltene Ausgleichsvolumen 20a in einem Längsschnitt dargestellt. Das dem Druckraum 6b zugeordnete Ausgleichsvolumen 20b weist einen identischen Aufbau auf.

[0035] Das Ausgleichsvolumen 20a ist als Ausgleichszyylinder 21 ausgebildet, das einen in einer Gehäusebohrung 28 eines Gehäuses 22 längsverschiebbaren Zylinder 23 aufweist, wobei zwischen der Gehäusebohrung 28 des Gehäuses 22 und dem Zylinder 23 das von dem Ausgleichsvolumen 20a gebildete verstellbare Totvolumen ausgebildet ist, das mittels einer Leitung 26 an den Eingang des Druckraums 6a der Hochdruckstufe 6 angeschlossen ist, insbesondere an die den Druckraum 5a der Niederdruckstufe 5 mit dem Druckraum 6a der Hochdruckstufe 6 verbindenden Verbindungsleitung stromab des Hochdruck-Saugventils 12a des Druckraumes 6a der Hochdruckstufe 6. Der Zylinder 23 ist als Stufenkolben ausgebildet und weist an einer in dem Ausgleichsvolumen 20a angeordneten Stirnfläche einer ersten Steuerfläche 24 auf, die von dem von der Niederdruckseite erzeugten, im Ausgleichsvolumen 20a anstehenden Zwischendruck beaufschlagt ist. An einer gegenüberliegenden Stirnfläche des Zylinders 23 ist eine zweite Steuerfläche 25 ausgebildet, ist von dem Eingangsdruck der Niederdruckstufe beaufschlagt ist. Die zweite Steuerfläche 25 ist hierbei größer als die erste Steuerfläche 24.

[0036] Durch entsprechende Verstellung des Zylinders 23 in der Gehäusebohrung 28 wird somit von dem Ausgleichsvolumen 20a ein verstellbares Totvolumen für den Druckraum 6a der Hochdruckstufe 6 gebildet.

[0037] An dem Gehäuse 22 ist im Bereich des Ausgleichsvolumens 20a eine Kühleinrichtung 27 angeordnet, die beispielsweise von am Außenumfang des Gehäuses 22 angeordneten Kühlrippen gebildet ist.

[0038] In der dargestellten Stellung bei minimalem Eingangsdruck des Kolbenverdichters 1 weist das Ausgleichsvolumen 20a bei nach in der Figur 2 oben ausgelegtem Zylinder 23 maximales Totvolumen auf. Mit zunehmendem an der zweiten Steuerfläche 25 des als Stufenkolben ausgebildeten Zylinders 23 anstehenden Eingangsdruck der Niederdruckstufe 5 wird der Zylinder 23 nach in der Figur 2 unten beaufschlagt, wodurch das Ausgleichsvolumen 20a in Richtung eines minimalen Totvolumens bei maximalem Eingangsdruck des Kolbenverdichters 1 beaufschlagt wird.

[0039] Im Betrieb des Kolbenverdichters 1 wird gasförmiges Medium nach dem Ansaugtakt im Verdichtungstakt aus dem Druckraum 5a der Niederdruckstufe 5 über das Druckventil 11a und das Saugventil 13a dem Druckraum 6a der Hochdruckstufe 6 zugeführt, die sich im Ansaugtakt befindet. Durch den Anschluss des Ausgleichsvolumens 20a an die von der Niederdruckstufe 5 zur Hochdruckstufe 6 führende Verbindungsleitung

stromab des Hochdruck-Saugventils 13a der Hochdruckstufe 6 wird ebenfalls von der Niederdruckstufe 5 auf den Zwischendruck verdichtetes Medium dem Ausgleichsvolumen 20a und somit dem einstellbaren Totvolumen zugeführt und durch die Kühleinrichtung 27 gekühlt. Während des nächsten Ansaugtaktes der Hochdruckstufe 6, wobei Medium aus dem Ausgleichsvolumen 20a zum Druckraum 6a der Hochdruckstufe 6 angesaugt wird, entspannt das gasförmige Medium aus dem das Totvolumen bildenden Ausgleichsvolumen 20a adiabatisch und kühlt hierbei unter die Ansaugtemperatur ab.

[0040] Durch das in Abhängigkeit von dem Eingangsdruck gesteuerte Ausgleichsvolumen 20a ist es möglich, das Ansaugvolumen der Hochdruckstufe 6 zu verändern und somit den Verdichter bei unterschiedlichen Eingangsdrücken zu betreiben, wobei durch die zusätzliche Kühlung des Mediums mittels des Ausgleichsvolumen 20a und insbesondere der Kühleinrichtung 27 die Temperatur des Verdichters, insbesondere nach der Niederdruckstufe 5 bei abnehmendem Eingangsdruck, wobei das Stufendruckverhältnis und somit die thermische Belastung der Hochdruckstufe 6 zunimmt, gesenkt werden kann.

Patentansprüche

1. Verdichter, insbesondere Kolbenverdichter, zum Verdichten eines gasförmigen Mediums mit einer Niederdruckstufe (5) zum Verdichten des Mediums von einem Eingangsdruck auf einen Zwischendruck, und einer Hochdruckstufe (6) zum Verdichten des Mediums von dem Zwischendruck auf einen Hochdruck, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochdruckstufe (6) ein Ausgleichsvolumen (20a; 20b) mit verstellbarem Totvolumen vorgeschaltet ist und dass das von dem Ausgleichsvolumen (20a; 20b) gebildete Totvolumen in Abhängigkeit von dem Eingangsdruck gesteuert wird.
2. Verdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichsvolumen (20a; 20b) bei maximalem Eingangsdruck auf minimales Totvolumen eingestellt ist und mit abnehmendem Eingangsdruck in Richtung eines maximalen Totvolumens einstellbar ist.
3. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichsvolumen (20a; 20b) als Ausgleichszyylinder (21) ausgebildet ist, der einen in einem Gehäuse (22) verschiebbaren Zylinder (23) aufweist.
4. Verdichter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinder (23) als Stufenkolben mit einer ersten Steuerfläche (24) versehen ist, die in dem Ausgleichsvolumen (20a; 20b) angeordnet ist und von dem Zwischendruck beaufschlagt ist und

eine zweite Steuerfläche (25) aufweist, die von dem Eingangsdruck beaufschlagt ist (Steuerfläche am oberen Ende). (automatisches Erhöhen des Totvolumens bei abnehmendem Eingangsdruck)

5. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichsvolumen (20a; 20b) mit einer Kühleinrichtung (27) versehen ist.
6. Verdichter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung (27) von an dem Gehäuse (22) angeordneten Kühlrippen gebildet ist.
7. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichter einen in einem Gehäuse (3) längsverschiebbaren Kolben (4) aufweist, der hydraulisch antreibbar ist.
8. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Niederdruckstufe (5) einen ersten Druckraum (5a) und einen zweiten Druckraum (5b) aufweist.
9. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckstufe (6) einen ersten Druckraum (6a) und einen zweiten Druckraum (6b) aufweist.
10. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Gehäuse (3) eine Außenkühlung (15a; 15b) vorgesehen ist.
11. Verdichter nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Kolben (4) eine Innenkühlung vorgesehen ist.
12. Verdichter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) mit mindestens einer Längsbohrung (16a; 16b) versehen ist, die mit einem Antriebsdruckraum (9a; 9b) in Verbindung steht.
13. Verdichter nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Druckraum (6a; 6b) der Hochdruckstufe (6) ein Ausgleichsvolumen (20a; 20b) zugeordnet ist.
14. Verwendung eines Verdichters nach einem der vorangegangenen Ansprüche zum Verdichten von Wasserstoff, insbesondere in einer Wasserstoff-tankstelle.

Claims

1. Compressor, in particular a piston compressor, for compressing a gaseous medium, having a low-pressure stage (5), for compressing the medium from an

inlet pressure to an intermediate pressure, and a high-pressure stage (6), for compressing the medium from the intermediate pressure to a high pressure, **characterized in that** a compensating volume (20a; 20b) with an adjustable dead volume is connected upstream of the high pressure stage (6) and **in that** the dead volume formed by the compensating volume (20a; 20b) is controlled in dependence on the inlet pressure.

2. Compressor according to Claim 1, **characterized in that**, with maximum inlet pressure, the compensating volume (20a; 20b) is adjusted to a minimum dead volume and, with decreasing inlet pressure, the compensating volume (20a; 20b) is adjustable in the direction of a maximum dead volume.
3. Compressor according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the compensating volume (20a; 20b) is formed as a compensating cylinder (21), which has a cylinder (23) that is displaceable in a housing (22).
4. Compressor according to Claim 3, **characterized in that** the cylinder (23) is provided as a stepped piston with a first control surface (24), which is arranged in the compensating volume (20a; 20b) and is acted upon by the intermediate pressure, and has a second control surface (25), which is acted upon by the inlet pressure (control surface at the upper end) (automatic increasing of the dead volume with decreasing inlet pressure).
5. Compressor according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the compensating volume (20a; 20b) is provided with a cooling device (27).
6. Compressor according to Claim 5, **characterized in that** the cooling device (27) is formed by cooling ribs arranged on the housing (22).
7. Compressor according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the compressor has a piston (4), which is longitudinally displaceable in a housing (3) and is hydraulically drivable.
8. Compressor according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the low-pressure stage (5) has a first pressure chamber (5a) and a second pressure chamber (5b).
9. Compressor according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the high-pressure stage (6) has a first pressure chamber (6a) and a second pressure chamber (6b).
10. Compressor according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** an external cooling (15a; 15b) is

provided on the housing (3).

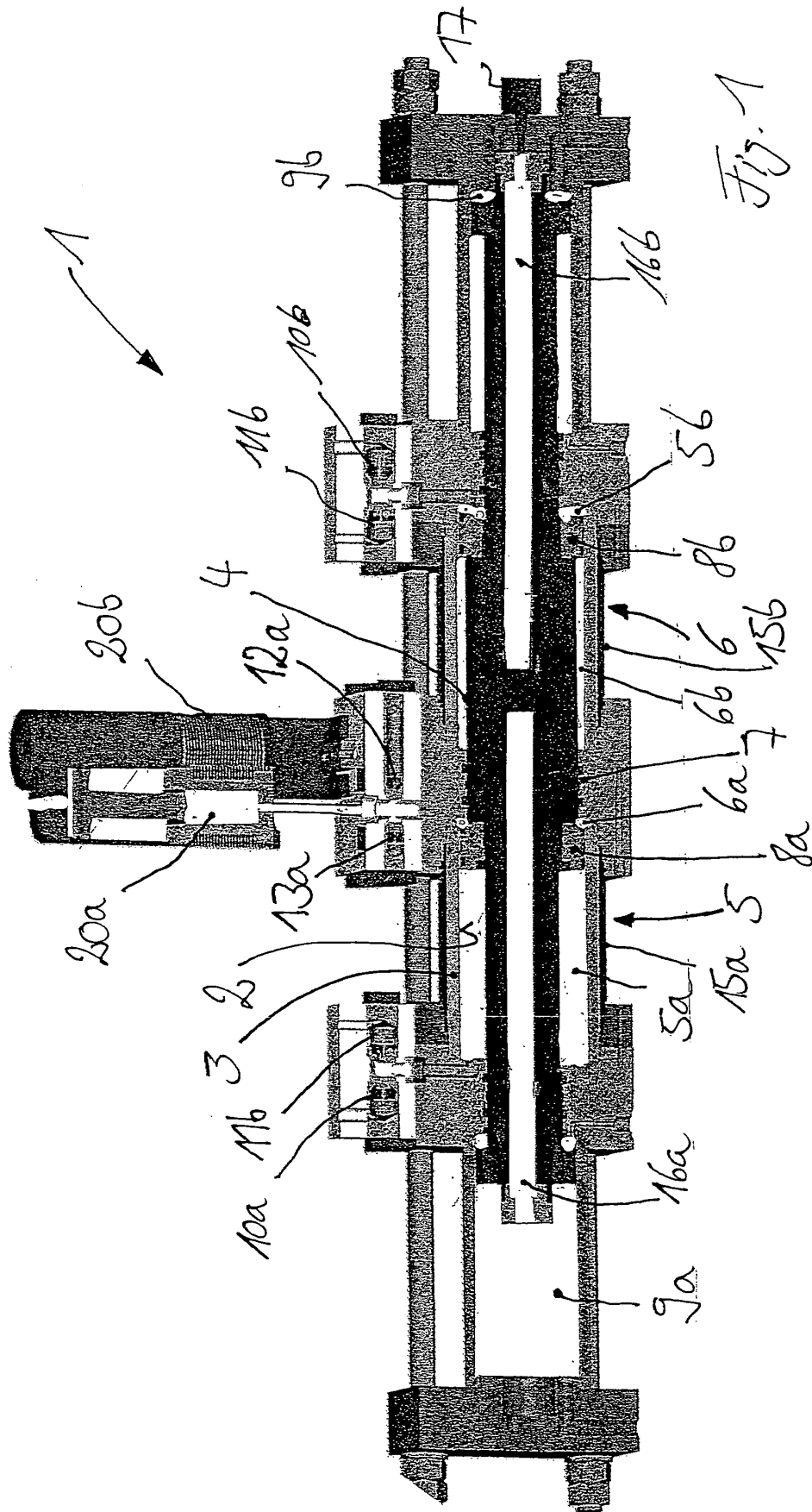
11. Compressor according to one of Claims 7 to 10, **characterized in that** an internal cooling is provided on the piston (4).
12. Compressor according to Claim 11, **characterized in that** the piston (4) is provided with at least one longitudinal borehole (16a; 16b), which is in connection with a drive pressure chamber (9a; 9b).
13. Compressor according to one of Claims 9 to 12, **characterized in that** each pressure chamber (6a; 6b) of the high-pressure stage (6) is assigned a compensating volume (20a; 20b).
14. Use of a compressor according to one of the preceding claims for compressing hydrogen, in particular in a hydrogen filling station.

Revendications

1. Compresseur, notamment compresseur à piston, pour compresser un agent sous forme gazeuse, avec un niveau de basse pression (5) pour compresser l'agent d'une pression de départ à une pression intermédiaire et un niveau de haute pression (6) pour compresser l'agent de la pression intermédiaire à une haute pression, **caractérisé en ce qu'un** volume de compensation (20a ; 20b) avec volume mort réglable est connecté en amont du niveau de haute pression (6) et que le volume mort formé par le volume de compensation (20a ; 20b) est commandé en fonction de la pression de départ.
2. Compresseur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le volume de compensation (20a ; 20b) est réglé pour passer, à une pression de départ maximale, au volume mort minimal et peut être réglé, avec une pression de départ décroissante, en direction d'un volume mort maximal.
3. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le volume de compensation (20a ; 20b) est réalisé sous la forme d'un cylindre de compensation (21) comportant un cylindre (23) pouvant être déplacé dans un carter (22).
4. Compresseur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le cylindre (23) réalisé sous la forme d'un piston à étages est pourvu d'une première surface de commande (24) disposée dans le volume de compensation (20a ; 20b) et alimenté en pression intermédiaire et une deuxième surface de commande (25) alimentée en pression de départ (surface de commande au niveau de l'extrémité supérieure).

(augmentation automatique du volume mort à mesure que la pression de départ diminue).

5. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le volume de compensation (20a ; 20b) est pourvu d'un dispositif de refroidissement (27).
6. Compresseur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement (27) est formé par des nervures de refroidissement disposées au niveau du boîtier (22).
7. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le compresseur comporte un piston (4) pouvant être déplacé dans le sens de la longueur dans un carter (3), ledit piston étant entraîné de façon hydraulique.
8. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le niveau de basse pression (5) comporte première chambre de pression (5a) et une deuxième chambre de pression (5b).
9. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le niveau de haute pression (6) comporte une première chambre de pression (6a) et une deuxième chambre de pression (6b).
10. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'un** refroidissement extérieur (15a ; 15b) est prévu au niveau du carter (3).
11. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce qu'un** refroidissement intérieur est prévu au niveau du piston (4).
12. Compresseur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le piston (4) est pourvu d'au moins un alésage longitudinal (16a ; 16b) relié à une chambre de pression d'entraînement (9a ; 9b).
13. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce qu'un** volume de compensation (20a ; 20b) est associé à chaque chambre de pression (6a ; 6b) du niveau de haute pression (6).
14. Utilisation d'un compresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes pour compresser de l'hydrogène, notamment dans un réservoir d'hydrogène.



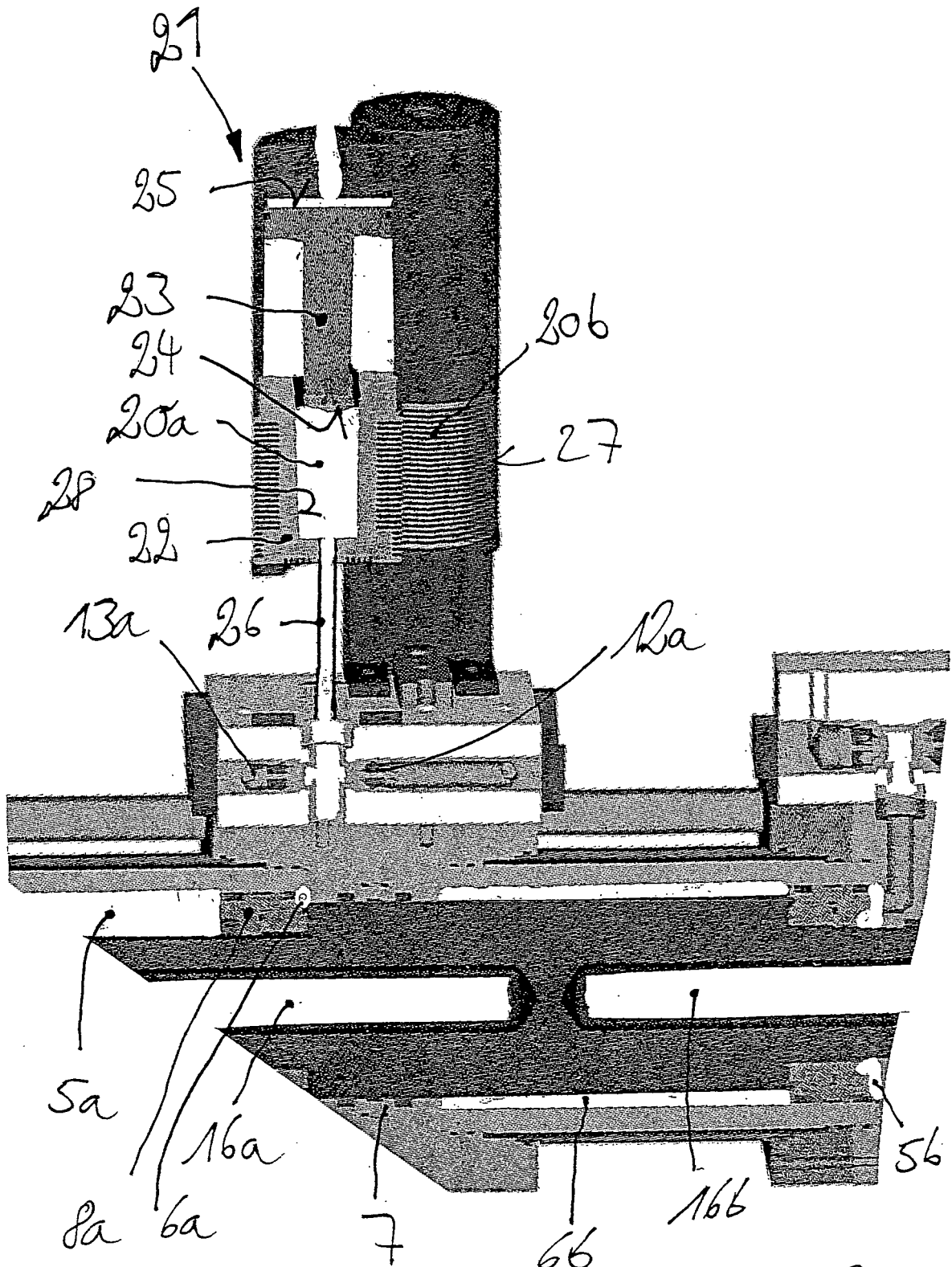


Fig. 2

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 19933989 A1 [0004]
- US 4976591 A [0005]