

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 466 144 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
F04D 17/12 (2006.01)

F04D 29/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 10015717.1

(22) Anmeldetag: 16.12.2010

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

(71) Anmelder: **FIMA Maschinenbau GmbH
74423 Obersontheim (DE)**

(72) Erfinder: **Schmid, Joachim
74599 Wallhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Hössle Patentanwälte Partnerschaft
Postfach 10 23 38
70019 Stuttgart (DE)**

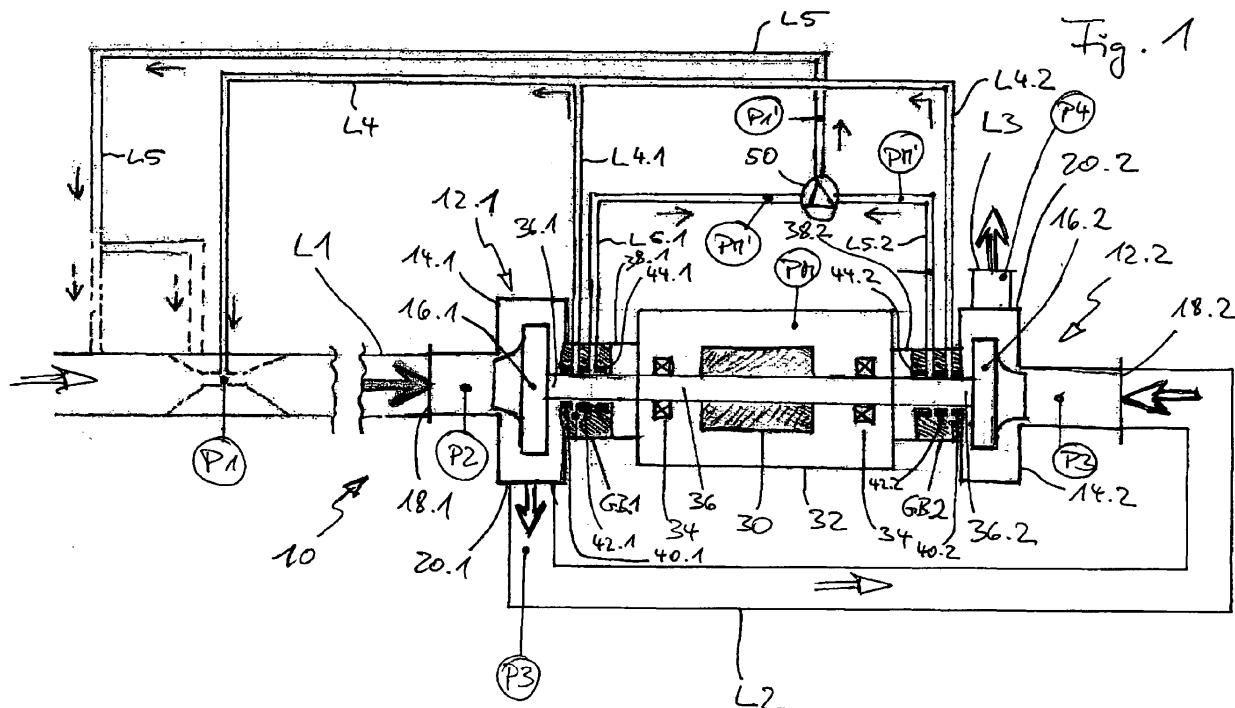
Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(54) Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases (10), mit mindestens einer Verdichtereinheit (12) in einem Verdichtergehäuse (14), einem in einem Motorgehäuse (32) angeordneten Antriebsmotor (30), der eine Antriebswelle (36) zum Antreiben der mindestens einen Verdichtereinheit (12) aufweist, und einer im Bereich der Antriebswelle (36) zwischen dem Verdichtergehäuse (14) und dem Mo-

torgehäuse (32) angeordneten gasdynamischen Barriere (GB), wobei die gasdynamische Barriere (GB) zur Vermeidung eines Durchtritts von Prozessgas in das Motorgehäuse (32) zwei Zonen (41, 43) umfasst, nämlich eine zu dem Verdichtergehäuse weisende erste Zone (41) mit einem Druck (P1), der höher ist als ein Druck (PM') einer zu dem Motorgehäuse (32) weisenden zweiten Zone (43), deren Druck (PM') wiederum kleiner ist als ein Druck (PM) in dem Motorgehäuse.



EP 2 466 144 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases.

[0002] Vorrichtungen zum Verdichten von Prozessgasen sind bekannt. So offenbar bspw. die WO 2009/034006 eine Verdichtereinheit bestehend aus einem Antriebsmotor und einem ein- oder mehrstufigen Turboverdichter, wobei der Antriebsmotor und der Verdichter in einem nach außen gasdichten Gehäuse angeordnet sind. Da der Bereich des integrierten Antriebsmotors mindestens dem gleichen Druck wie der Ansaugbereich des Verdichters ausgesetzt ist, ist zur Vermeidung von durch erhöhte Gasdichte im Antriebsmotor entstehenden nachteiligen Auswirkungen zwischen dem Bereich des Antriebsmotors und des Verdichters eine Dichtung angeordnet. Darüber hinaus ist eine zusätzliche Verdichtereinheit vorgesehen, die das in den Bereich des Antriebsmotors strömende Gas zurück in den Bereich des Verdichters fördert. Derartige Verdichtereinheiten werden insbesondere bei der Verdichtung von Erdgas eingesetzt.

[0003] Ein Verdichter ähnlichen Typs ist aus der DE 200 11 217 U1 bekannt. Der dort beschriebene Verdichter ist ebenfalls in einem nach außen gasdichten Gehäuse gemeinsam mit dem Antriebsmotor angeordnet. Zwischen Verdichter und Antriebsmotor ist eine Dichtung vorgesehen, die soweit durchlässig ist, um Prozessgas, das nach der ersten Verdichterstufe entnommen und zur Kühlung in den Antriebsmotor eingeleitet wird, wieder in den Verdichterbereich durchzulassen.

[0004] Aus der EP 1 577 561 A1 ist ein Rotationskompressor mit einem aufwendigen doppelten Dichtgaskreislauf bekannt, bei dem dem Kompressor Prozessgas entnommen und über die beiden Dichtgaskreisläufe zusammen mit einem weiteren Dichtungs- oder Puffergas den zwischen den beiden Wellenlagern der Antriebswelle und dem Kompressor angeordneten aufwendigen Labyrinth-Gasdichtungen zugeführt wird. Aus den Gasdichtungen entweichendes Gas wird abgeführt, entweder in die Atmosphäre oder zu einer Fackel. Auch dieser Kompressor wird zur Erdgasverdichtung eingesetzt.

[0005] Die bekannten Kompressoren sind nicht in Bereichen einsetzbar, in denen es auf eine hohe Reinheit des Prozessgases ankommt und das Prozessgas zur Vermeidung von Verunreinigungen somit auf keinen Fall mit dem Inneren des Motorbereichs in Kontakt gelangen darf.

[0006] Um einen gewünschten hohen Wirkungsgrad und eine hohe Energieeffizienz zu erzielen sowie auch kleine Fördermengen bei hohen Drücken zu verdichten, werden Hochleistungsantriebe mit magnetgelagerten Wellen verwendet, die mit sehr hohen Drehzahlen arbeiten. Bei Verwendung angepasster Laufrad-Durchmesser der Verdichter sind Umdrehungen von 60.000 bis 80.000 U/min möglich. Ein derartiger Antrieb unterliegt jedoch hohen Betriebsanforderungen, insb. dahingehend, dass das Innere des Motorgehäuses stabilen

Druck-/Temperaturverhältnissen unterliegen muss und keine lagerbelastenden Fremdparticel eindringen dürfen. So dürfen z.B. bei einer Verdichtung von Feinstpartikel aus bzw. mit Silicium enthaltenden Prozessgases 5 keine derartigen Siliciumpartikel in den Motorraum eindringen, da diese eine Beschädigung der Wellenlager verursachen könnten. Auch muss ein Druckanstieg im Motorraum vermieden werden, und insbesondere muss vermieden werden, dass die Betriebsbedingungen im 10 Motorraum einen für das im Motorraum befindliche Gas transkritischen Zustand annehmen.

[0007] Darüber hinaus ist es auch stets ein Bestreben, einen Prozessgasschwind zu minimieren, insbesondere bei der Verarbeitung wertvoller und hochreiner Gase.

[0008] Die Verwendung bekannter Dichtungen wie Feststoffdichtungen und Fremdgasfluiddichtungen scheidet aus, da diese stets mit Verunreinigungen des Prozessgases und damit einhergehenden Reinigung oder Verlust verbunden sind.

[0009] Es ist daher ein Anliegen, einerseits eine Kontaminierung des Prozessgases mit Partikeln aus dem Motorraum zu vermeiden, und andererseits eine Beeinträchtigung der Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur, Fremdparticel) im Motorraum durch Prozessgas zu 25 unterbinden.

[0010] Aus diesem Grunde wird erfindungsgemäß eine Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases (im folgenden kurz Verdichtungsvorrichtung genannte) umfasst mindestens eine Verdichtereinheit sowie einen in einem Motorgehäuse angeordneten Antriebsmotor. Der Antriebsmotor weist eine Antriebswelle zum Antreiben der mindestens einen 30 Verdichtereinheit aufweist. Des weiteren ist erfindungsgemäß eine sogenannte gasdynamische Barriere vorgesehen, die im Bereich der Antriebswelle zwischen der Verdichtereinheit und dem Motorgehäuse angeordnet ist. Unter gasdynamischer Barriere ist eine Anordnung

35 zu verstehen, die zur Vermeidung von Eindringen von Prozessgas in das Motorgehäuse eine unter Ausnutzung der spezifischen Gasdynamik der Verdichtungsvorrichtung erzeugte Barriere oder Schwelle für das an einem Antriebswellendurchtritt aus dem Verdichtergehäuse

40 durchtretende Prozessgas darstellt. Die gasdynamische Barriere ist eine aus einem spezifischen Druckprofil bestehende Gasbarriere, wobei das Druckprofil den sogenannten P-N-P-Effekt nutzt, d.h. in der Mitte der Barrieanordnung herrscht der niedrigste Druck. Auf die erfindungsgemäße Verdichtungsvorrichtung übertragen

45 bedeutet dies, dass zwischen dem Verdichtergehäuse und dem Motorgehäuse zwei Zonen vorzusehen sind, von denen die zum Verdichtergehäuse weisende (verdichterseitige) Zone einen höheren Druck aufweist als die zum Motorgehäuse weisende (antriebseitige) Zone, die wiederum einen niedrigeren Druck aufweist, als in dem Motorgehäuse herrscht.

[0012] Die gasdynamische Barriere der Erfindung

dient somit zur Vermeidung eines Durchtritts von Prozessgas in das Motorgehäuse (32). Hierzu umfasst die gasdynamische Barriere zwei Zonen (41, 43), nämlich eine zu dem Verdichtergehäuse weisende erste Zone (verdichterseitige oder laufadseitige Zone) mit einem Druck, der höher ist als ein Druck einer zu dem Motorgehäuse weisenden zweiten Zone (antriebseitige oder lagerseitige Zone), deren Druck wiederum kleiner ist als ein Druck in dem Motorgehäuse.

[0013] Die Bildung der Zonen kann durch geeignete Maßnahmen erfolgen, bspw. mittels Gasdrosselleinrichtungen o. dgl., die eine Drosselung bzw. Minderung des Gasflusses entlang der Antriebswelle bewirken. Zwischen den Gasdrosselleinrichtungen o. d.g.l. entstehen die entsprechenden Zonen (oder auch Kammern). Die Gasdrosselleinrichtungen o. dgl. können ringförmig um die Antriebswelle angeordnet sein.

[0014] Die Druckfestlegung in der verdichterseitigen ersten Zone bzw. Kammer kann durch Verbinden mit einer Druckausgleichsleitung erfolgen, die das Druckniveau der ersten Zone auf das Niveau eines stromaufwärts einer Ansaugöffnung der Verdichtereinheit herrschenden Prozessgas-Druckes bringt. Die Druckfestlegung in der antriebseitigen zweiten Zone bzw. Kammer kann durch Verbinden mit einer Absaugvorrichtung erfolgen, die das Druckniveau der zweiten Zone auf ein Druckniveau bringt, das etwas unter dem Druckniveau im Innern des Motorgehäuses liegt.

[0015] Die Verdichtungsvorrichtung der Erfindung kann zwei Verdichtereinheiten umfassen. Diese können in Reihe geschaltet sein. Sie können an einem gleichen Ende der Antriebswelle oder jeweils an den gegenüberliegenden Enden der Antriebswelle angeordnet sein. Jeder Verdichtereinheit ist eine erfindungsgemäß gasdynamische Barriere zugeordnet. Die verdichterseitigen Kammern der beiden gasdynamischen Barrieren können (über eine gemeinsame Leitung) miteinander verbunden sein. Die antriebseitigen Kammern der beiden gasdynamischen Barrieren können (über eine gemeinsame Leitung) miteinander verbunden sein.

[0016] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0017] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuterten Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0018] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt in schematischer Blockbilddarstellung eine erfindungsgemäß Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases.

Figur 2 zeigt in vergrößertem Ausschnitt eine erfindungsgemäß gasdynamische Barriere der Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases der Figur 1.

5

Figur 1 zeigt in schematischer Blockbilddarstellung eine erfindungsgemäß Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases, im folgenden kurz Verdichtungsvorrichtung 10 genannt.

[0019] Die Verdichtungsvorrichtung 10 umfasst eine erste Verdichtereinheit 12.1 mit einem in einem Gehäuse 14.1 angeordneten Laufrad 16.1. Die Verdichtungsvorrichtung 10 umfasst des weiteren eine zweite Verdichtereinheit 12.2, die ebenfalls ein in einem Gehäuse 14.2 angeordnetes Laufrad 16.2 aufweist.

[0020] Die beiden Verdichtereinheiten 12.1 und 12.2 sind derart angeordnet, dass zwischen ihnen ein in einem hermetisch oder halbhermetisch gasdichten Motorgehäuse 32 angeordneter Antriebsmotor 30 zu liegen kommt. Der Antriebsmotor 30 treibt eine Welle 36 an, die mittels Lagern 34 drehgelagert ist. Der Antriebsmotor ist von im wesentlichen bekannter Bauweise und aus diesem Grunde lediglich stark schematisch dargestellt. Die Lager 34 sind bspw. radiale Magnetlager.

[0021] Ein erstes Ende 36.1 der Welle 36 ist antriebsfest mit dem Laufrad 16.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 verbunden, und ein zweites Ende 36.2 der Welle 36 ist antriebsfest mit dem Laufrad 16.2 der zweiten Verdichtereinheit 12.2 verbunden.

[0022] Die beiden Verdichtereinheiten 12.1, 12.2 sind im Sinne einer zweistufigen Verdichtung miteinander in Reihe geschaltet, d.h. über eine Zufuhr- bzw. Speiseleitung L1 einer Ansaugöffnung 18.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 zugeführtes Prozessgas wird nach dem erststufigen Verdichten über eine an eine Austrittsöffnung 20.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 angeschlossene Verbindungsleitung L2 einer Ansaugöffnung 18.2 der zweiten Verdichtereinheit 12.2 für das zweitstufige Verdichten zugeführt.

[0023] Im Bereich des Übertritts zwischen dem Motorgehäuse 32 und den Gehäusen 14.1., 14.2 der beiden Verdichtereinheiten 12.1, 12.2 ist erfindungsgemäß jeweils eine sogenannte gasdynamische Barriere GB.1, GB.2 vorgesehen. Eine erste gasdynamische Barriere

GB.1 ist zwischen dem Motorgehäuse 32 und dem Gehäuse 14.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 im Bereich des ersten Endes 36.1 der Welle 36 angeordnet, und die zweite gasdynamische Barriere GB.2 ist zwischen dem Motorgehäuse 32 und dem Gehäuse 14.2 der zweiten Verdichtereinheit 12.2 im Bereich des zweiten Endes 36.2 der Welle 36 angeordnet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die gasdynamischen Barrieren GB.1 und GB.2 jeweils in einem Wellenmantelgehäuse 38.1 bzw. 38.2 angeordnet, das der Ummantelung der

Antriebswelle 36 im Bereich zwischen Motorgehäuse 32 und Verdichtergehäuse 14 dient.

[0024] Jede der gasdynamischen Barrieren GB.1, GB.2 umfasst drei um die Welle 36 in deren Endbereichen

36.1, 36.2 angeordnete Gasdrosselleinrichtungen 40, 42, 44 (zur besseren Erkennbarkeit in Figur 2 im Ausschnitt vergrößert für die erste gasdynamische Barriere GB.1). Der Aufbau der gasdynamischen Barriere ist am Beispiel einer Barriere erläutert. Für die beiden in der Verdichtungsvorrichtung 10 der Figur 1 verwendeten, spiegelsymmetrisch angeordneten gasdynamischen Barrieren GB.1 und GB.2 sind jeweils die verwendeten Bezeichnungen mit dem Suffix ".1" bzw. ".2" versehen.

[0025] Die Gasdrosselleinrichtungen 40, 42, 44 definieren jeweils paarweise zwischen benachbarten Gasdrosselleinrichtungen 40, 42, und 42, 44 liegende Kammern 41 und 43. Die in Richtung des Laufrads 16 angeordnete Gasdrosselleinrichtung 40 (verdichterseitige bzw. laufradseitige Gasdrosselleinrichtung) bildet mit der ihr benachbarten mittigen Drosselleinrichtung 42 eine erste, laufradseitige Kammer 41. Die in Richtung des Antriebsmotors 30 und dessen Wellenlager 34 angeordnete Gasdrosselleinrichtung 44 (lagerseitige bzw. antriebseitige Gasdrosselleinrichtung) bildet mit der mittigen Drosselleinrichtung 42 eine zweite, lagerseitige Kammer 43. Die Kammern 41, 43 sind stark schematisch dargestellt und sind in der Praxis so ausgeführt, dass durch eine Gasdrosselleinrichtung gelangtes Prozessgas in der Kammer gesammelt und abgeführt werden kann. Hierzu ist der ersten, laufradseitigen Kammer 41 eine erste Abführleitung L4 zugeordnet, und der zweiten, lagerseitigen Kammer 43 eine zweite Abführleitung L5 zugeordnet. Bei der ersten Abführleitung L4 handelt es sich - wie nachstehend noch beschrieben - um eine Druckausgleichsleitung. Bei der zweiten Abführleitung L5 handelt es sich - wie ebenfalls nachstehend beschrieben - um eine Absaugleitung.

[0026] Die beiden ersten Abführleitungen L4.1 und L4.2 der laufradseitigen Kammern 41.1, 41.2 der beiden gasdynamischen Barrieren GB.1 und GB.2 werden zu einer Rückführleitung L4 zusammengeführt, die in die Zuführleitung L1 zu der ersten Verdichtereinheit 12.1 im Bereich vor der Ansaugung führt.

[0027] Die beiden zweiten Abführleitungen L5.1 und L5.2 der zweiten Kammern 43.1, 43.2 der beiden gasdynamischen Barrieren GB.1 und GB.2 werden über eine Absaugvorrichtung 50 zu einer gemeinsamen Abführleitung L5 zusammengeführt, die in einen Bereich vor der Ansaugöffnung 18.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 führt, der eine geeignete Stelle zur Rückführung des Prozessgases in den Verdichtungsprozess darstellt. Eine geeignete Stelle bestimmt der Fachmann nach den Druckverhältnissen. Es handelt sich um eine Stelle, die in der Regel relativ weit von dem Ansaugbereich der ersten Verdichtereinheit entfernt ist und an der ein Druck herrscht, der in der Größenordnung des Druckes liegt, der durch die Absaugvorrichtung 50 bereitgestellt wird. In der Darstellung der Figur 1 ist diese Rückführung am Ende der Rückführleitung L5 gestrichelt und verzweigt dargestellt, um zu veranschaulichen, dass der Fachmann hier eine Auswahl zwischen mehreren prozessgegebenen Möglichkeiten hat.

[0028] Im Betrieb der erfindungsgemäßen Verdichtungsvorrichtung herrscht in der Zuführleitung L1 zu dem Ansaugstutzen 18.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 ein erster Druck P1. Im Bereich der Ansaugung vor dem Laufrad 16.1 in dem Gehäuse 14.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 herrscht ein zweiter Druck (Ansaugdruck) P2, der leicht über dem ersten Druck P1 liegt oder gleich dem ersten Druck P1 ist. Nach der Verdichtung der ersten Verdichterstufe in der ersten Verdichtereinheit 12.1 unterliegt das Prozessgas im Bereich der Auslassöffnung 20.1 der ersten Verdichtereinheit 12.1 einem dritten Druck P3, der über die Verbindungsleitung L2 auch an dem Ansaugstutzen 18.2 der zweiten Verdichtereinheit 12.2 anliegt. Nach der Verdichtung der zweiten Verdichterstufe unterliegt das Prozessgas an dem Ausgang 20.2 der zweiten Verdichtereinheit 12.2 einem Zieldruck P4.

[0029] Es gilt somit: $P4 > P3 > P2 \geq P1$ (wobei P2 nur wenig größer als P1 ist).

[0030] Die zwischen der ersten, laufradseitigen Kammer 41 jeder gasdynamischen Barriere und der Zuführleitung L1 angebrachte Druckausgleichsleitung L4 bewirkt, dass in jeder laufradseitigen Kammer 41.1 und 41.2 jeweils der Druck P1 anliegt. Das Prinzip besteht also darin, von der laufradseitigen Kammer jeder gasdynamischen Barriere eine Druckausgleichsleitung zu einem niedrigsten Druckniveau der regulär prozessgasführenden Bereiche der Gesamtvorrichtung zu legen. Diese "Gasleckage" kann nach Zuführung in die Leitung L1 wieder dem eigentlichen Prozessgas zugeführt werden. Dies kann - wie in dem Ausführungsbeispiel dargestellt - in einen Bereich stromaufwärts des Ansaugbereiches der ersten Verdichtereinheit, aber auch an jeder anderen (von den Druckverhältnissen her) geeigneten Stelle erfolgen. In der Darstellung des Figur 1 ist an der Stelle der Rückführung des Prozessgases in die Leitung L1 eine Leitungsverengung angedeutet. Diese Verengung kann sich als vorteilhaft erweisen, um nach Bernoulli eine Geschwindigkeitserhöhung in diesem Leitungsbereich zur Verbesserung des Effektes des Druckausgleichs und Prozessgasrückführung zu erzielen.

[0031] In der laufradseitigen ersten Kammer 41 entsteht somit ein Druckniveau P1, das wesentlich geringer ist, als der Prozessdruck P3 bzw. P4 an dem zugeordneten Laufrad im Bereich der Wellenenden 36.1, 36.2.

(Der Druck an der Rückseite des Laufrades der Verdichtereinheit, also im Bereich des Wellenendes 36.1 bzw. 36.2 der Antriebswelle 36, liegt in der Regel zwischen den beiden Drücken im Ansaugbereich und im Austrittsbereich (Druckpaare P2, P3 im ersten Verdichter bzw. P3, P4 im zweiten Verdichter) und ist somit auf jeden Fall höher als der Druck P1 in der laufradseitigen ersten Kammer.)

[0032] Die Drosselung mittels der Gasdrosselleinrichtungen 40.1, 42.1, 44.1 sowie 40.2, 42.2, 44.2 kann berührungslos ausgeführt sein. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme stellt sich an jedem Wellenende 36.1 und 36.2 der gleiche Druck P1 ein, auch wenn beiden Wellenenden eine separate Verdichtereinheit zugeordnet ist.

Dadurch wird ein Durchströmen der Antriebseinheit mit Prozessgas verhindert.

[0033] Mit der dritten, antriebseitigen Gasdrosselleinrichtung 44.1, 44.2 und der dadurch erzeugten antriebseitigen zweiten Kammer 43.1 bzw. 43.2 wird darüber hinaus erreicht, dass in dem Gehäuse 32 des Antriebsmotors 3 die Betriebsbedingungen stabil gehalten werden, d.h. es wird erreicht, dass kein hoher Druck, keine hohe Temperatur und keine Prozesspartikel im Antriebsbereich auftreten können und somit der Betrieb der Antriebseinheit mit sehr hohen Drehzahlen gewährleistet ist.

[0034] Hierzu wird erfahrungsgemäß eine Absaugung der antriebseitigen Kammern 43.1, 43.2 mittels der Absaugvorrichtung 50 vorgesehen. Als Absaugvorrichtung 50 kann jede bekannte hermetisch dichte Absaugvorrichtung verwendet werden, wie bspw. eine Membranpumpe.

[0035] Abhängig von der Absaugleistung bzw. der Einstellung der Absaugvorrichtung 50 stellt sich ein (einstellbares) Druckniveau PM' in der lagerseitigen Kammer 43 ein, das leicht unter dem in der Antriebseinheit selbst herrschenden Druckniveau PM liegt. Die abgesaugte Gasmenge kann (über die Leitung L5) an einer anderen günstigen Stelle dem Verdichtungsprozess wieder zugeführt werden. Es gilt somit: $PM' < PM \ll P1'$. Das Verhältnis zwischen $P1'$ und $P1$ hängt im Endeffekt von der gewählten Absaugleistung ab und davon, an welcher Stelle die Rückführleitung L5 in den Prozess wieder eingeführt wird. $P1'$ kann somit größer oder kleiner $P1$ sein, ist aber stets größer als PM . Wird - wie in der Figur angedeutet - die Rückführleitung in einen Bereich mit Druck $P1$ geführt, dann ist $P1' > P1$. Außerdem gilt entsprechend der Einstellung der Absaugung: $PM > P0$ ($P0$: Umgebungsdruck, ca. 1 bar).

[0036] Typische Größenordnungen für die angegebenen Drücke in dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind bspw. ca. 29 bis 30 bar für $P1$, 30 bar für $P2$, 70 bar für $P3$, 140 bar für $P4$ sowie 1,5 bar für PM , 1,3 bar für PM' und 27,1 bar für $P1'$. Es ist jedoch zu betonen, dass diese Druckangaben lediglich ein mögliches Ausführungsbeispiel betreffen und ausschließlich zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Erfindung dienen. Der Fachmann kann die Erfindung je nach Anwendungsbereich mit anderen Druckverhältnissen umsetzen. Lediglich die Rangfolge der Druckverhältnisse ist maßgeblich.

[0037] Vor Prozessbeginn, d.h. vor dem Starten des Antriebsmotors 30 und der Welle 36, sollten die gasdynamischen Barrieren GB.1, GB.2 bereits aktiviert sind, d.h. insbesondere die Absaugvorrichtung 50 sollte eingeschaltet sein. Auch nach Beendigung des Verdichtungsprozesses sollte ein Nachlauf der gasdynamischen Barrieren vorgesehen sein. Dadurch wird ein korrektes Funktionieren der gasdynamischen Barrieren gewährleistet. Insbesondere wird gewährleistet, dass nicht aufgrund eines falschen Druckprofils in den gasdynamischen Barrieren Prozessgas in den Motorbereich gelangt, oder Gase/Luft mit Partikeln aus dem Motorbereich

in den Verdichterbereich gelangen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases (10), mit

- mindestens einer Verdichtereinheit (12) in einem Verdichtergehäuse (14),
- einem in einem Motorgehäuse (32) angeordneten Antriebsmotor (30), der eine Antriebswelle (36) zum Antreiben der mindestens einen Verdichtereinheit (12) aufweist, und
- einer im Bereich der Antriebswelle (36) zwischen dem Verdichtergehäuse (14) und dem Motorgehäuse (32) angeordneten gasdynamischen Barriere (GB), wobei die gasdynamische Barriere (GB) zur Vermeidung eines Durchtritts von Prozessgas in das Motorgehäuse (32) zwei Zonen (41, 43) umfasst, nämlich eine zu dem Verdichtergehäuse weisende erste Zone (41) mit einem Druck ($P1$), der höher ist als ein Druck (PM') einer zu dem Motorgehäuse (32) weisenden zweiten Zone (43), deren Druck (PM') wiederum kleiner ist als ein Druck (PM) in dem Motorgehäuse.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, in der die erste und die zweite Zone mittels Gasdrosselleinrichtungen (40, 42, 44) gebildete Kammern (41, 43) sind.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, in der eine Druckausgleichsleitung (L4) vorgesehen ist, um die erste Zone (41) auf das Niveau eines stromaufwärts einer Ansaugöffnung (18.1) der Verdichtereinheit (12.1) herrschenden Prozessgas-Druckes ($P1$) zu bringen.

4. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, in der eine Absaugvorrichtung (50) vorgesehen ist, um die zweite Zone (43) auf ein Druckniveau (PM') zu bringen, das etwas unter dem in dem Motorgehäuse (32) herrschenden Druck (PM) liegt.

5. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, in der die Gasdrosselleinrichtungen (40, 42, 44) um die Antriebswelle (36) im Bereich zwischen Verdichtergehäuse (14) und Motorgehäuse (32) angeordnet sind.

6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, in der die Gasdrosselleinrichtungen (40, 42, 44) ringförmig um die Antriebswelle (36) angeordnet sind.

7. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, in der die gasdynamische Barriere (GB) in einem Wellenmantelgehäuse (38) angeordnet ist.

7. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die zwei Verdichtereinheiten (12.1, 12.2) mit jeweils zugeordneter gasdynamischer Barriere (GB.1, GB.2) aufweist.

5

8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7, bei der eine erste Verdichtereinheit (12.1) an einem ersten Wellenende (36.1) der Antriebswelle (36) und eine zweite Verdichtereinheit (12.2) an einem zweiten Wellenende (36.2) der Antriebswelle (36) angeordnet ist.

10

9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7 oder 8, bei der die zwei Verdichtereinheiten (12.1, 12.2) in Reihe geschaltet sind.

15

10. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der eine Rückführung von Prozessgas aus der ersten Zone (41) und/oder aus der zweiten Zone (43) an eine geeignete Stelle erfolgt.

20

11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3, bei der eine Rückführung von Prozessgas aus der ersten Zone (41) über die Druckausgleichsleitung (L4) erfolgt.

25

12. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der eine Aktivierung der gasdynamischen Barriere (GB) vor Inbetriebnahme der mindestens einen Verdichtereinheit (12) erfolgt und/oder eine Inaktivierung der gasdynamischen Barriere (GB) erst nach einer Nachlaufzeit nach Abschalten der mindestens einen Verdichtereinheit (12) erfolgt.

30

13. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zum Verdichten (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, in dem die gasdynamische Barriere (GB) vor Inbetriebnahme der mindestens einen Verdichtereinheit (12) aktiviert wird, und/oder in dem die gasdynamische Barriere (GB) erst nach einer Nachlaufzeit nach Abschalten der mindestens einen Verdichtereinheit (12) inaktiviert wird.

35

14. Verfahren nach Anspruch 13, in dem das Aktivieren und Inaktivieren durch Einschalten bzw. Ausschalten einer der zweiten Zone (43) der gasdynamischen Barriere (GB) zugeordneten Absaugvorrichtung (50) erfolgt.

40

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

50

1. Vorrichtung zum Verdichten eines Prozessgases (10), mit

- mindestens einer Verdichtereinheit (12.1, 12.2) in einem Verdichtergehäuse (14.1, 14.2),
- einem in einem Motorgehäuse (32) angeordneten Antriebsmotor (30), der eine Antriebswelle

55

le (36) zum Antreiben der mindestens einen Verdichtereinheit (12.1, 12.2) aufweist, und - einer im Bereich der Antriebswelle (36) zwischen dem Verdichtergehäuse (14.1, 14.2) und dem Motorgehäuse (32) angeordneten gasdynamischen Barriere (GB),

dadurch gekennzeichnet, dass die gasdynamische Barriere (GB) zur Vermeidung eines Durchtritts von Prozessgas in das Motorgehäuse (32) zwei Zonen (41.1, 41.2, 43.1, 43.2) umfasst, nämlich eine zu dem Verdichtergehäuse weisende erste Zone (41.1, 41.2) mit einem Druck (P1), der höher ist als ein Druck (PM') einer zu dem Motorgehäuse (32) weisenden zweiten Zone (43.1, 43.2), deren Druck (PM') wiederum kleiner ist als ein Druck (PM) in dem Motorgehäuse.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, in der die erste und die zweite Zone mittels Gasdrosseleinrichtungen (40.1, 40.2, 42.1, 42.2), 44.1, 44.2) gebildete Kammern (41.1, 41.2, 43.1, 43.2) sind.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, in der eine Druckausgleichsleitung (L4) vorgesehen ist, um die erste Zone (41.1, 41.2) auf das Niveau eines stromaufwärts einer Ansaugöffnung (18.1) der Verdichtereinheit (12.1) herrschenden Prozessgasdruckes (P1) zu bringen.

4. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, in der eine Absaugvorrichtung (50) vorgesehen ist, um die zweite Zone (43.1, 43.2) auf ein Druckniveau (PM') zu bringen, das etwas unter dem in dem Motorgehäuse (32) herrschenden Druck (PM) liegt.

5. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, in der die Gasdrosseleinrichtungen (40.1, 40.2, 42.1, 42.2), 44.1, 44.2) um die Antriebswelle (36) im Bereich zwischen Verdichtergehäuse (14.1, 14.2) und Motorgehäuse (32) angeordnet sind.

6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, in der die Gasdrosseleinrichtungen (40.1, 40.2, 42.1, 42.2, 44.1, 44.2) ringförmig um die Antriebswelle (36) angeordnet sind.

7. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, in der die gasdynamische Barriere (GB) in einem Wellenmantelgehäuse (38) angeordnet ist.

8. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die zwei Verdichtereinheiten (12.1, 12.2) mit jeweils zugeordneter gasdynamischer Barriere (GB.1, GB.2) aufweist.

9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8, bei der eine

erste Verdichtereinheit (12.1) an einem ersten Wellenende (36.1) der Antriebswelle (36) und eine zweite Verdichtereinheit (12.2) an einem zweiten Wellenende (36.2) der Antriebswelle (36) angeordnet ist.

5

10. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9, bei der die zwei Verdichtereinheiten (12.1, 12.2) in Reihe geschaltet sind.

11. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der eine Rückführung von Prozessgas aus der ersten Zone (41.1, 41.2) und/oder aus der zweiten Zone (43.1, 43.2) an eine geeignete Stelle erfolgt.

10

15

12. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3, bei der eine Rückführung von Prozessgas aus der ersten Zone (41.1, 41.2) über die Druckausgleichsleitung (L4) erfolgt.

20

13. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der eine Aktivierung der gasdynamischen Barriere (GB) vor Inbetriebnahme der mindestens einen Verdichtereinheit (12.1, 12.2) erfolgt und/oder eine Inaktivierung der gasdynamischen Barriere (GB) erst nach einer Nachlaufzeit nach Abschalten der mindestens einen Verdichtereinheit (12.1, 12.2) erfolgt.

25

14. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zum Verdichten (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, in dem die gasdynamische Barriere (GB) vor Inbetriebnahme der mindestens einen Verdichtereinheit (12.1, 12.2) aktiviert wird, und/oder in dem die gasdynamische Barriere (GB) erst nach einer Nachlaufzeit nach Abschalten der mindestens einen Verdichtereinheit (12.1, 12.2) inaktiviert wird.

30

35

15. Verfahren nach Anspruch 14, in dem das Aktivieren und Inaktivieren durch Einschalten bzw. Ausschalten einer der zweiten Zone (43.1, 43.2) der gasdynamischen Barriere (GB) zugeordneten Absaugvorrichtung (50) erfolgt.

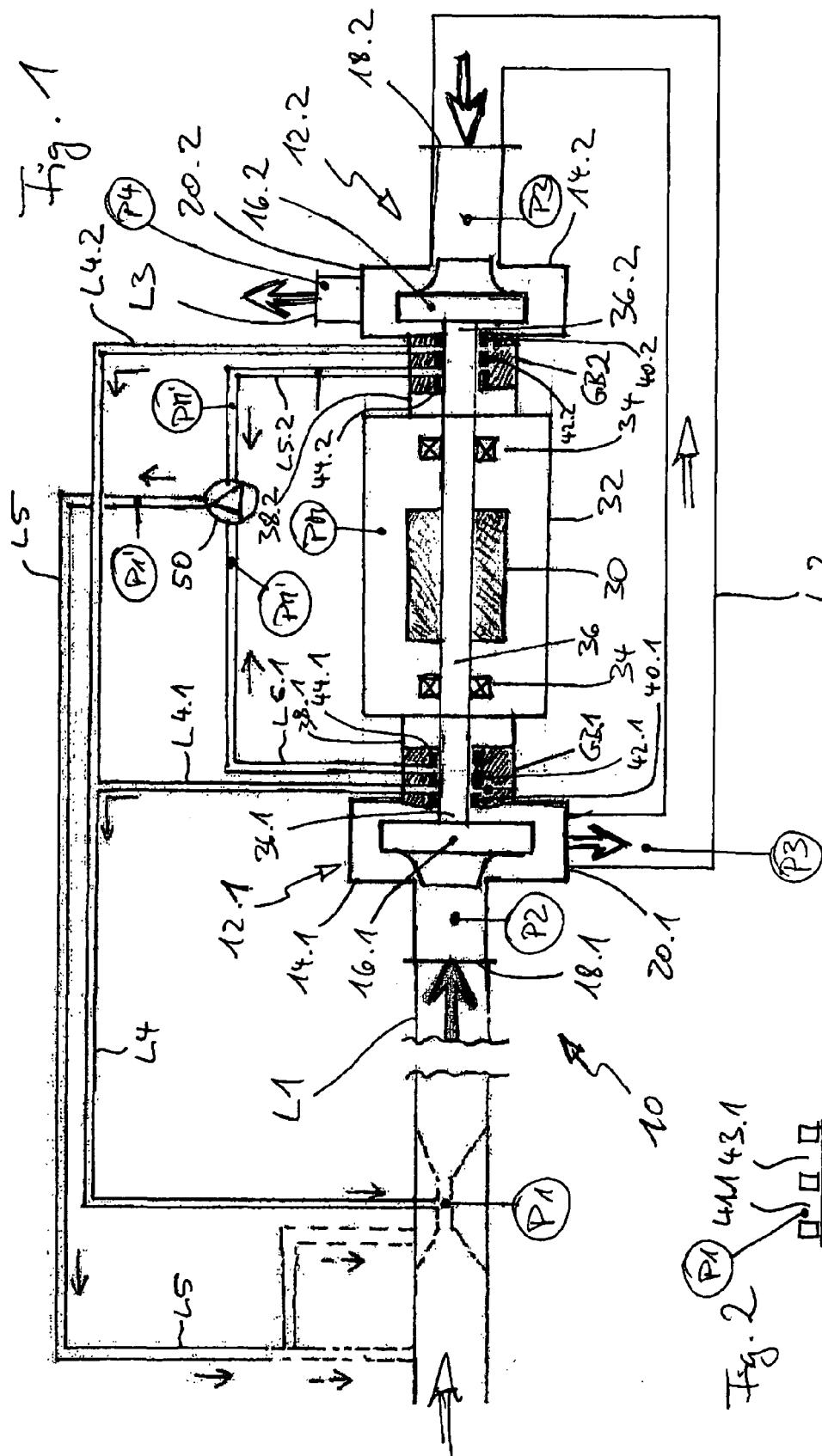
40

45

50

55

Fig. 1



Tg. 2 (R) 4M 43.1

GB.1 40.1 42.1 44.1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 01 5717

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	FR 2 528 127 A1 (CREUSOT LOIRE [FR]) 9. Dezember 1983 (1983-12-09) * Seite 2, Zeile 32 - Seite 4, Zeile 7; Abbildung 1 * -----	1-15	INV. F04D17/12 F04D29/10
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			F04D F16J
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		12. Mai 2011	de Martino, Marcello
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 01 5717

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-05-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2528127	A1 09-12-1983	DE 3319112 A1	08-12-1983
		GB 2121479 A	21-12-1983
		IT 1159027 B	25-02-1987
		JP 1836045 C	11-04-1994
		JP 5036640 B	31-05-1993
		JP 59068595 A	18-04-1984
		US 4523896 A	18-06-1985

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

- WO 2009034006 A [0002]
- DE 20011217 U1 [0003]
- EP 1577561 A1 [0004]