

(19)



(11)

EP 2 906 828 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.02.2017 Patentblatt 2017/05

(51) Int Cl.:
F04D 17/12 ^(2006.01) **F04D 29/10** ^(2006.01)
F04D 29/12 ^(2006.01) **F04D 29/62** ^(2006.01)
F04D 29/64 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13811905.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/077143

(22) Anmeldetag: **18.12.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/096036 (26.06.2014 Gazette 2014/26)

(54) **ABDICHTUNG EINES VERDICHTERROTORS**

SEAL OF A COMPRESSOR ROTOR

ÉTANCHÉIFICATION D'UN ROTOR DE COMPRESSEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **19.12.2012 DE 102012223830**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.08.2015 Patentblatt 2015/34

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **MÖNK, Thomas**
45964 Gladbeck (DE)
• **ZACHARIAS, Wolfgang**
47198 Duisburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 680 979 US-A1- 2011 262 284

EP 2 906 828 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 Verdichterrotor, insbesondere für einen Turboverdichter, wie einem Getriebeverdichter, mit einer mehrere axial hintereinander angeordnete, miteinander verbundene Segmente aufweisenden Ritzelwelle und mit einer die Ritzelwelle abdichtenden, mehrteiligen Dichtung.

[0002] Verdichter bzw. fluidekomprimierende Vorrichtungen werden in verschiedenen Industriebereichen für verschiedene Anwendungen genutzt, bei denen es um eine Kompression oder Verdichtung von Fluiden, im Speziellen (Prozess-)Gasen, geht.

[0003] Bekannte Beispiele hierfür sind Turboverdichter in mobilen industriellen Anwendungen, wie in Abgas-turboladern oder in Strahltriebwerken, oder auch in stationären industriellen Anwendungen, wie Getriebe- bzw. Getriebeturboverdichter für eine Luftzerlegung.

[0004] Bei einem solchen - in seiner Arbeitsweise kontinuierlich arbeitenden - Turboverdichter wird die Druckerhöhung (Verdichtung) des Fluids dadurch bewirkt, dass ein Drehimpuls des Fluids von Eintritt zu Austritt durch ein rotierendes, radial erstreckende Schaufeln aufweisendes, von einem Verdichterrotor getragenes Laufrad des Turboverdichters durch die Rotation von den Schaufeln erhöht wird. Hier, d.h. in einer solchen Verdichterstufe, steigen Druck und Temperatur des Fluids, während die relative (Strömungs-)Geschwindigkeit des Fluids im Laufrad bzw. Turbolaufrad sinkt.

[0005] Um eine möglichst hohe Druckerhöhung bzw. Verdichtung des Fluids zu erreichen, können mehrere solcher Verdichterstufen hintereinander geschaltet werden.

[0006] Als Bauformen von Turboverdichtern unterscheidet man zwischen Radial- und Axialverdichtern.

[0007] Bei dem Axialverdichter strömt das zu komprimierende Fluid, beispielsweise ein Prozessgas, beispielsweise Luft oder Kohlendioxid, in paralleler Richtung zur Achse (Axialrichtung) durch den Verdichter. Bei dem Radialverdichter strömt das Gas axial in das Laufrad der Verdichterstufe und wird dann nach außen (radial, Radialrichtung) abgelenkt. Bei mehrstufigen Radialverdichtern wird damit hinter jeder Stufe eine Strömungsumlenkung notwendig.

[0008] Kombinierte Bauarten von Axial- und Radialverdichtern saugen mit ihren Axialstufen große Volumenströme an, die in den anschließenden Radialstufen auf hohe Drücke komprimiert werden.

[0009] Während meist einwellige Maschinen (Einwellenturboverdichter) mit einer ein oder mehrere Laufräder tragenden (Ritzel-)Welle - als Verdichterreineinheit im Folgenden auch nur kurz Verdichterrotor bezeichnet - zum Einsatz kommen, sind bei (mehrstufigen) Getriebeturboverdichtern (kurz im Folgenden auch nur Getriebeverdichter) die einzelnen Verdichterstufen um ein Großrad herum gruppiert, wobei hier mehrere parallele (Ritzel-)Wellen, die jeweils ein oder zwei - in als Gehäuseanbauten realisierte, die Zu- und Abströmung zu den

Verdichterstufen bewirkenden, drucktragenden Spiralgehäusen aufgenommene - Laufräder (an freien Wellenenden der Ritzelwellen angeordnete Turbolaufräder) tragen - als Verdichterreineinheit im Folgenden auch nur kurz Verdichterrotor bezeichnet -, von einem großen, im Gehäuse gelagerten Antriebszahnrad, einem Großrad, angetrieben werden.

[0010] In dem drucktragenden Spiralgehäuse, d.h. in einer zylindrischen Bohrung in dem Spiralgehäuse, ist - neben dem von der Ritzelwelle getragenen Laufrad bzw. dem Verdichterrotor - ein Spiraleinsatz derart eingesetzt, dass in der zylindrischen Bohrung des Spiralgehäuses axial stirnseitig dem Spiraleinsatz ein durch das Spiralgehäuse und dem Spiraleinsatz eingeschlossener Raum, ein sogenannter Ringraum, verbleibt, über welchen das Fluid - vom Laufrad kommend - radial über einen sich erweiternden Querschnitt abströmt.

[0011] Über eine Anlagenverrohrung, wie ein am Spiralgehäuse bzw. am (Gehäuse-)Topf angeordnetes Druckstutzenrohr mit einem daran angeordneten Druckstutzenflansch, strömt das Fluid dann vom Ringraum weiter aus der Verdichterstufe ab.

[0012] Die Zuströmung des Fluids ins Spiralgehäuse erfolgt über einen als (axial-stirnseitigen) Gehäusedeckel ausgebildeten Spiralansaugflansch, welcher das Spiralgehäuse axial abschließt.

[0013] Ein solcher Getriebeverdichter, ein Getriebeverdichter der Firma Siemens mit der Bezeichnung STC-GC bzw. STC-GV, eingesetzt für die Luftzerlegung, ist aus <http://www.energy.siemens.com/hq/de/verdichtung-expansion-ventilation/turboverdichter/getriebeturboverdichter/stc-gc.htm> bzw. <http://www.energy.siemens.com/hq/de/verdichtung-expansion-ventilation/turboverdichter/getriebeturboverdichter/stc-gv.htm> (erhältlich am 18.12.2012) bekannt.

[0014] Aus der US 2011/262284 A1 und der US3680979A1 sind jeweils gebaute Rotoren von Radialverdichtern bekannt.

[0015] Die das Laufrad tragende Ritzelwelle bzw. der Verdichterrotor eines solchen Turboverdichters benötigt - zur Vermeidung/Reduktion von Druckverlusten in der Verdichterstufe und/oder zur Verhinderung von einem Ausströmen von (gegebenenfalls gefährlichem) Prozessgas aus der Verdichterstufe (Leckage) - zwischen dem zu verdichtenden Prozessgas (im Inneren der Verdichterstufe) und einer Umgebung außerhalb eine Abdichtung, die je nach Art des Prozessgases und des Druck des Prozessgases (Abdichtdruck) unterschiedlichen Anforderungen genügen muss.

[0016] Es ist bekannt, für eine solche Abdichtung auf der Ritzelwelle angeordnete - mit der Ritzelwelle mitrotierende und/oder nicht-rotierende/feststehende Dichtungselemente aufweisende - Dichtungen, wie Labyrinthdichtungen oder Gasdichtungen, zu verwenden. Ein solcher Getriebeverdichter mit einer Labyrinthdichtung ist aus dem DE 10 2009 015 862 A1 bekannt.

[0017] Labyrinthdichtungen und Gasdichtungen, in einfacher oder doppelter Ausführung, sind hinreichend

bekannt.

[0018] Im Speziellen bei Verdichterrotorkonstruktionen mit überhängenden Laufradmassen bzw. bei fliegend gelagerten Laufrädern, wie insbesondere bei Getriebeverdichtern, ist zur Verminderung Unwucht bedingter Belastungen, insbesondere bei hoher Rotordrehzahl, und daraus resultierbarer Schädigungen (insbesondere bei hochdrehenden Verdichterstufen) eine möglichst spielfreie Zentrierung aller - mit den Verdichterrotoren - mitrotierender Bauteile ausgeführt, lassen sich dadurch (Betriebs-) Unwuchten hervorrufende Verlagerungen der mitrotierenden Bauteile zur Drehachse der Verdichterrotoren bzw. eine Verlagerung der Drehachse der rotierenden Bauteile vermeiden.

[0019] Dieses gilt insbesondere auch für mitrotierende Dichtungselemente, insbesondere auch von Gasdichtungen, deren (mitrotierende) Massen insbesondere auch zu Laufradmassen relevante Größenordnungen einnehmen können.

[0020] Insbesondere bei Gasdichtungen mit rotierenden Dichtungselementen ist aber eine Zentrierung der rotierenden Dichtungselemente nur durch enge Toleranzen und/oder zusätzlichen Zentrierelementen möglich. Auch kann dort die Verbindung rotierender Dichtungselementen mit deren Trägerelementen meist nicht spielfrei ausgeführt werden, wodurch eine Verlagerung der Drehachse der rotierenden Dichtungselemente bedingt möglich ist (Betriebsunwucht).

[0021] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abdichtung eines Verdichterrotors anzugeben, welche eine sichere Abdichtung des Verdichterrotors gewährleistet, konstruktiv einfach und kostengünstig ausführbar und auch einfach zu montieren ist. Weiterhin soll die Abdichtung es auch ermöglichen,

[0022] Verdichterrotoren, insbesondere hochdrehende Verdichterrotoren, möglichst ohne Betriebsunwuchten zu realisieren.

[0023] Diese Aufgaben werden durch eine Verdichterrotoreinheit, im Folgenden nur kurz als Verdichterrotor bezeichnet, mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch gelöst.

[0024] Der Verdichterrotor weist eine mehrere axial hintereinander angeordnete, miteinander verbundene Segmente aufweisende Ritzelwelle sowie eine die Ritzelwelle abdichtende, mehrteilige Dichtung, insbesondere eine Gasdichtung, auf.

[0025] Hierbei meint die Erfindung mit "axial hintereinander" bzw. mit "axial hintereinander angeordnete Ritzelwellensegmente", dass diese Ritzelwellensegmente - in Bezug auf eine Drehachse der Ritzelwelle bzw. des Verdichterrotors - in axialer Richtung der Drehachse in - unmittelbarer oder auch mittelbarer - axialer Abfolge zueinander angeordnet sind.

[0026] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Ritzelwelle ein ein Laufrad aufweisbares bzw. tragbares Laufradsegment, ein Anschlusssegment und ein axial zwischen dem Laufradsegment und dem Anschlusssegment angeordnetes Verzahnungssegment aufweist.

[0027] Die Segmente können im Wesentlichen zylindrische und/oder - bezüglich der Verdichterrotordrehachse/Ritzelwellendrehachse - rotationssymmetrische Körper sein. Insbesondere das Verzahnungssegment kann als im Wesentlichen zylindrischer, rotationssymmetrischer Hohlkörper ausgebildet sein.

[0028] Erfindungsgemäß weist das Verzahnungssegment an seinen beiden (axialen) Enden jeweils eine Verzahnung auf, worüber das Verzahnungssegment über entsprechende Gegenverzahnungen an (axialen) Enden des Laufradsegments und des Anschlusssegments axial zwischen dem Laufradsegment und dem Anschlusssegment gehalten wird.

[0029] Dabei meint die Erfindung mit "über" - zu der Verzahnung - "entsprechende Gegenverzahnung gehalten", dass die Verzahnung (am axialen Ende eines Segments) und die Gegenverzahnung (am axialen Ende des anderen Segments) miteinander im Eingriff stehen, wodurch sich eine formschlüssige Verbindung zur Kraft- und Bewegungsübertragung zwischen den beiden Segmenten ergibt.

[0030] Ist die Verzahnung und die Gegenverzahnung beispielsweise als Hirth-Verzahnung bzw. als Hirth-Verbindung vorgesehen, so kann dadurch das Verzahnungssegment axial, spielfrei zentriert zwischen dem Laufradsegment und dem Anschlusssegment gehalten werden.

[0031] Weiter ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass auf dem Verzahnungssegment ein mit dem Verzahnungssegment zumindest kraftschlüssig verbundenes Dichtungselement der mehrteiligen Dichtung, beispielsweise der Gasdichtung, angeordnet ist.

[0032] Vereinfacht und anschaulich ausgedrückt, das mit dem Verzahnungssegment zumindest kraftschlüssig verbundene Dichtungselement ist ein bzw. der Teil der Dichtung, welcher (im Betriebszustand) mit der Ritzelwelle bzw. mit dem Verdichterrotor mitrotiert.

[0033] Anschaulich und vereinfacht ausgedrückt, erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das/ein rotierende/-s Teil/Element der mehrteiligen Dichtung - durch die zumindest kraftschlüssige Verbindung - so ein "Bestandteil" der Ritzelwelle wird, worüber dann - über das mittels der (beidseitigen) Verzahnung gehaltene, insbesondere durch die Verzahnung, im Speziellen durch die Hirth-Verzahnung, spielfrei zentriert haltbare, Verzahnungssegment - eine spielfreie Zentrierung des rotierenden Teils/Elements der Dichtung möglich ist.

[0034] Zusätzliche Zentrierelemente und/oder enge Toleranzen, wie sonst üblich, können so durch die Erfindung eingespart werden bzw. sind nicht mehr notwendig. (Bauteil-)Kosten, Gewicht und/oder zusätzliche Montageschritte und/oder Bearbeitungsschritte werden ebenfalls so durch die Erfindung eingespart bzw. sind nicht mehr notwendig.

[0035] Die Erfindung stellt so eine sichere, konstruktiv einfache und kostengünstig ausführbare sowie einfach zu montierende Abdichtung eines Verdichterrotors zur Verfügung.

[0036] Auch können durch die - durch die Erfindung mögliche - einfach realisierte, spielfreie Zentrierung (mit-)rotierender Dichtungselemente Betriebsunwuchten vermieden werden, ist eine Drehachsenverlagerung nicht bzw. weitgehend nicht mehr möglich.

[0037] Auch lassen sich so durch die Erfindung höhere Drehzahlen bei dem Verdichterrotor bzw. bei einem einen solchen Verdichterrotor aufweisenden Turboverdichter realisieren. Leistungsfähigere Turboverdichter können so auch verwirklicht werden.

[0038] Auch kleinere Außendurchmesser bei dem (rotierenden) Dichtungselement (so auch bei der Dichtung bzw. deren Elemente insgesamt) können durch die Erfindung realisiert werden. Diese führt zu geringerer Umfangsgeschwindigkeit am Dichtungselement. Dadurch lassen sich wiederum höhere Drehzahlen bei dem Verdichterrotor realisieren.

[0039] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

[0040] Nach einer bevorzugten Weiterbildung ist bzw. sind die Verzahnung und/oder die Gegenverzahnung als Hirth-Verzahnung bzw. Hirth-Verbindung ausgebildet. Eine solche Hirth-Verzahnung/-Verbindung ist einfach zu fertigen, baut klein und ermöglicht - bei Lösbarkeit der beiden über/dadurch verbundenen Elemente - eine spielfrei zentrierte Verbindung der Elemente.

[0041] Besonderes bevorzugt ist die die Ritzelwelle abdichtende, mehrteilige Dichtung eine Gasdichtung, beispielsweise eine einfache oder doppelte Gasdichtung.

[0042] Nach einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist eine weitere - zu der die Ritzelwelle abdichtende, mehrteilige Dichtung zusätzliche - Dichtung, beispielsweise eine Labyrinthdichtung, die an dem Verzahnungssegment angeordnet ist, vorgesehen. Dadurch kann die Dichtwirkung bzw. die Abdichtung des Verdichterrotors weiter erhöht werden.

[0043] Ausgestaltung der Gasdichtung und Art und Ausgestaltung der weiteren Dichtung können in Abhängigkeit des Prozessmediums und/oder des Abdichtungsdrucks gewählt sein.

[0044] Nach einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das mit dem Verzahnungssegment zumindest kraftschlüssig verbundene Dichtungselement der mehrteiligen Dichtung formschlüssig oder einstückig mit dem Verzahnungssegment ausgebildet ist.

[0045] Insbesondere bei einer einstückigen Ausbildung des Dichtungselements mit dem Verzahnungselement kann ein sonst notwendiges separates Bauteil eingespart werden. Sonst auch notwendige Passungen und/oder Zentrierungen bei separater Ausführung des Dichtungselements sind nicht mehr notwendig. Die Montage des Verdichterrotors vereinfacht sich.

[0046] Nach einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das zumindest kraftschlüssig mit dem Verzahnungssegment verbundene Dichtungselement der mehrteiligen Dichtung eine - in Bezug auf

die Drehachse des Verdichterrotors bzw. der Ritzelwelle - im Wesentlichen radiale Dichtungsfläche aufweist.

[0047] Weiterhin kann hier ein weiteres, in einem, insbesondere an einem Gehäuseelement angeordneten, Stator, insbesondere über eine Feder, im Wesentlichen axial verschieblich angeordnetes Dichtungselement der mehrteiligen Dichtung vorgesehen sein.

[0048] Dieses nicht-rotierende Dichtungselement kann (ebenfalls) eine im Wesentlichen radiale Dichtungsfläche aufweisen, welche der im Wesentlichen radialen Dichtungsfläche des zumindest kraftschlüssig mit dem Verzahnungssegment verbundenen bzw. des mitrotierenden Dichtungselements der mehrteiligen Dichtung axial gegenüberliegt.

[0049] Vereinfacht ausgedrückt, die -im Wesentlichen - radiale Dichtungsfläche des rotierenden Dichtungselements und die - im Wesentlichen - radiale Dichtungsfläche des nicht-rotierenden Dichtungselements liegen - durch die durch die Feder bewirkte axiale Verschiebung des nicht-rotierenden Dichtungselements - im Dichtkontakt aneinander an oder bilden - insbesondere im Falle einer Gasdichtung - einen radialen Dichtspalt, in welchem sich ein Gaspolster aufbaut, aus - und dichten hierdurch ab.

[0050] Bei so radialer Ausrichtung der Dichtungsflächen bei den Dichtungselementen der mehrteiligen Dichtung kann so auch ein kleiner bzw. noch kleinerer Außendurchmesser bei dem (rotierenden) Dichtungselement (so auch bei der Dichtung bzw. deren Elemente insgesamt) realisiert werden. Diese führt zu geringerer Umfangsgeschwindigkeit am Dichtungselement. Dadurch lassen sich wiederum höhere Drehzahlen bei dem Verdichterrotor realisieren. Darüber hinaus kann dadurch auch eine Zentrierung bzw. Zentrierelemente - wie sonst bei Dichtungselementen mit zueinander axialen Dichtungsflächen nötig - eingespart werden; Toleranzen können weiter sein. Die Dichtung wird konstruktiv einfacher, kostengünstiger und lässt sich einfacher montieren.

[0051] Nach einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Verzahnungssegment - insbesondere ausgebildet als im Wesentlichen zylindrischer, rotationssymmetrischer Hohlkörper - auf einer, insbesondere gegen das Verzahnungssegment abgedichteten, (zylindrischen) Hülse angeordnet ist.

[0052] Diese Hülse kann - an einem axialen Ende - einen axialen Zentrierungsfortsatz aufweisen, welcher die Hülse - zur leichteren Montage des Verzahnungssegments bzw. der Ritzelwelle/des Verdichterrotors - gegenüber einem anderen Ritzelwellensegment, insbesondere gegenüber dem Anschlusssegment, zentriert.

[0053] Hierzu kann das andere Ritzelwellensegment bzw. das Anschlusssegment - an seinem der Hülse zugewandten axialen Ende - ebenfalls einen entsprechenden, axialen Zentrierungsfortsatz aufweisen, worüber sich die Zentrierung von Hülse und Ritzelwellensegment bzw. Anschlusssegment bewerkstelligen lässt.

[0054] Um ein Abströmen von (Prozess-)Gas über die

Verzahnungen des Verzahnungssegments sowie über durch die Hülse entstehende Kontaktflächen (zum Verzahnungssegment und/oder zum anderem Ritzelwellen-/Anschlusssegment) zu verhindern, ist es zweckmäßig, die Hülse gegen das Verzahnungssegment und/oder die Hülse gegen das andere Ritzelwellen-(Anschlusssegment) abzudichten.

[0055] Dazu können insbesondere O-Ringe vorgesehen sein. Hierzu können entsprechende Umfangsnuten am Außenumfang der Hülse (dort in den entsprechenden Kontaktbereichen von Hülse und Verzahnungssegment bzw. Hülse und anderes Ritzelwellen-/Anschlusssegment) vorgesehen sein, in welchen die Dichtelemente bzw. die O-Ringe eingelegt sind.

[0056] Auch kann vorgesehen sein, dass die Segmente der mehrere axial hintereinander angeordnete, miteinander verbundene Segmente aufweisenden Ritzelwelle mittels einer Dehnschraube verspannt sind, wodurch das Verzahnungssegment axial zwischen dem Laufradsegment und dem Anschlusssegment - spielfrei und zentriert - verspannt gehalten wird.

[0057] Ist als die mehrteilige Dichtung eine Gasdichtung vorgesehen, so kann die Gasdichtung für einen Gasdruck in etwa von 3 bar - 5 bar, aber auch für höhere Gasdrücke von ca. 200 bar - 250 bar, wie beispielsweise bei Kohlendioxidanwendungen, ausgelegt sein.

[0058] Nach einer weiteren Weiterbildung ist das Laufrad fliegend gelagert. D.h., die Lagerung der Ritzelwelle bzw. des Verdichterrotors erfolgt einseitig des Laufrads, wodurch sich das auf dem Laufradsegment angeordnete Laufrad an einem freien Ritzelwellenende befindet.

[0059] Derartige Lagerungen sind in der Regel für die Verdichterratoren von Verdichterstufen bei Getriebeverdichtern vorgesehen (Überhangstufe).

[0060] Weiterhin kann bevorzugt vorgesehen sein, dass der Verdichterrotor bei einem Turboverdichter, insbesondere einem hochdrehenden Verdichter, eingesetzt wird. Hierbei kann unter "hochdrehend" verstanden werden, dass eine Rotordrehzahl in etwa in einem Bereich von 20.000 U/min - 40.000 U/min oder auch darüber liegt.

[0061] Der Turboverdichter kann dabei ein Einwellenverdichter, sein.

[0062] Erfindungsgemäß ist der Turboverdichter ein Getriebeverdichter. Anders ausgedrückt, ist der Verdichterrotor in einer Verdichterstufe bei einem Getriebeturboverdichter verbaut.

[0063] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in den einzelnen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale wird der Fachmann jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0064] In einer Figur ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, welches im Weiteren näher erläutert wird.

[0065] Es zeigt:

FIG 1 einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines Getriebeverdichterrotors 1 (Teil einer Überhangstufe) mit einer mehrteiligen Ritzelwelle 2.

5 Abdichtung eines Verdichterrotors eines Getriebeverdichters

[0066] FIG. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines Getriebeverdichterrotors 1 (kurz im Folgenden nur Verdichterrotor 1) eines Getriebeverdichters 30 mit einer mehrteiligen Ritzelwelle 2.

[0067] Der Verdichterrotor 1 kann sowohl mit einem fliegend gelagerten, auf der Ritzelwelle 2 angeordneten Laufrad (Laufrad nicht dargestellt) (eine Überhangstufe des Getriebeverdichters) als auch mit zwei fliegend gelagerten, auf der Ritzelwelle 2 angeordneten Laufrädern (Laufräder nicht dargestellt) (zwei Überhangstufen) ausgeführt sein.

[0068] Bei einem Design mit zwei, an den jeweiligen axialen Endbereichen der Ritzelwelle 2 angeordneten Laufrädern kann Fig. 1 als halbe Darstellung mit nur einem axialen Endbereich der Ritzelwelle 2 - mit einer nicht gezeigten, spiegelverkehrten entsprechenden Darstellung für den anderen axialen Endbereich der Ritzelwelle 2 - gesehen werden.

[0069] Der Antrieb/die Rotation des Verdichterrotors 1 erfolgt über ein Getriebe (nicht dargestellt), das durch eine Verzahnung (nicht dargestellt) eine Antriebseinheit, beispielsweise eine Dampfturbine oder einen Elektromotor, zur Kraftübertragung mit der Ritzelwelle 2 verbindet.

[0070] Ein direkter Antrieb des Verdichterrotors 1 wäre alternativ ebenfalls möglich.

[0071] Im vorliegenden Fall sei von einem hochdrehenden Verdichterrotor 1 bzw. einer hochdrehenden Ritzelwelle 2 mit Drehzahlen im Bereich von ca. 20.000 U/min - 40.000 U/min ausgegangen.

[0072] Wie Fig. 1 zeigt weist die Ritzelwelle 2 drei, entlang ihrer Dreh-/Rotationsachse 25 axial hintereinander angeordnete Segmente 3, 4 und 5 auf, wobei antriebsseitig ein Anschlusssegment 4 der Ritzelwelle 2 und laufradseitig ein das (die Überhangstufe ausbildende) Laufrad (nicht dargestellt) tragende Laufradsegment 5 bei der Ritzelwelle 2 angeordnet sind.

[0073] Axial zwischen dem Laufradsegment 5 und dem Anschlusssegment 4 - und mit diesen drehfest miteinander verbunden - ist ein weiteres Segment 3 der Ritzelwelle 2, das Verzahnungssegment 3 der Ritzelwelle 2, angeordnet.

[0074] Wohingegen das Anschlusssegment 4 als im Wesentlichen zylindrischer, rotationssymmetrischer Vollkörper ausgebildet ist, sind das (das Laufrad (nicht dargestellt) tragende) Laufradsegment 5 und das Verzahnungssegment 3 als im Wesentlichen zylindrische, rotationssymmetrische Hohlkörper (Hülsen) realisiert.

[0075] Die Verbindungen zwischen dem Verzahnungssegment 3 und dem Laufradsegment 5 (axial) einerseits und dem Verzahnungssegment 3 und dem Anschlusssegment 4 (axial) andererseits sind als Hirth-Ver-

bindungen ausgebildet, wobei an den jeweiligen axialen Enden 7 und 11 des Verzahnungssegments 3 und des Laufradsegments 5 bzw. 8 und 12 des Verzahnungssegments 3 und des Anschlusssegments 4 eine Hirth-Verzahnung 9 bzw. die entsprechende Hirth-Gegenverzahnung 10 eingebracht ist.

[0076] Innerhalb der (Durchgangs-)Bohrung 35 im hohlzylindrischen Verzahnungssegment 3 ist eine das Verzahnungssegment tragende/abstützende und das Verzahnungssegment 3 zentrierende (Zentrier-)Hülse 21 angeordnet.

[0077] Die Abstützung der Hülse 21 gegen das Verzahnungssegment 3 erfolgt über zwei am Außenumfang der Hülse 21, mit der Hülse 21 einstückige Fortsätze 38, 39, welche den Innenumfang des Verzahnungssegments 3 in dessen zylindrischen Durchgangsbohrung 35 kontaktieren.

[0078] Über einen axialen, hohlzylindrischen Zentrierungsfortsatz 27 am dem Anschlusssegment 4 zugewandten axialen Ende der Hülse 21 - einerseits - und einem entsprechenden, hohlzylindrischen, den hohlzylindrischen Zentrierungsfortsatz 27 der Hülse 21 - im montierten Zustand - radial (mit Passung 31) umfassenden, axialen Zentrierungsfortsatz 28 am dem Verzahnungssegment 2 zugewandten axialen Ende des Anschlusssegments 4 - andererseits - erfolgt (bei der Montage des Verdichterrisors) die Zentrierung des Verzahnungssegments durch Einführen/-schieben der Hülse 21 bzw. deren Zentrierungsfortsatzes 27 in den Zentrierungsfortsatz 28 des Anschlusssegments 4 solange bis das axiale Ende der Hülse 21 den axialen Grund des Zentrierungsfortsatzes 28 des Anschlusssegments 4 kontaktiert - und dann durch ein Aufschieben des Verzahnungssegments 3 auf die Hülse 21 solange bis die Hirth-Verzahnung 9 am Verzahnungssegment 3 in die Gegenverzahnung 10 am Anschlusssegment 4 greift.

[0079] Um ein Abströmen von (Prozess-)Gas über die Hirth-Verbindungen bzw. die Hirth-Verzahnungen 9, 10 sowie über die Kontaktflächen von Hülse 21 zu Verzahnungssegment 3 sowie von Hülse 21 zu Anschlusssegment 4 zu verhindern, ist die Hülse 21 gegen das Verzahnungssegment 3 und gegen das Anschlusssegment 4 abgedichtet.

[0080] Dazu weist die Hülse 21 - im Abstützfortsatz 38 sowie im Zentrierungsfortsatz 27 - zwei umlaufende Nuten 23 auf, in welchen Dichtelemente 24, in diesem Fall O-Ringe 24, eingelegt sind.

[0081] Mittels einer Dehnschraube 22 - einerseits eingeschraubt (Verschraubung 33) in einer (axialen) Gewindebohrung 34 im Anschlusssegment 4, durchgeführt durch zylindrische Ausnehmungen/Bohrungen 35, 36 und 37 in dem hülsenartigen Verzahnungssegment 3, der (hülsenartigen) Zentrierungshülse 21 und dem hülsenartigen Laufradsegment 5, andererseits gesichert mittels einer auf die Dehnschraube 22 aufgeschraubten und sich gegen einen Absatz (nicht dargestellt) in dem hülsenartigen Laufradsegment 5 abstützenden Sicherungsmutter (nicht dargestellt) - sind die drei Segmente ,

d.h. das Anschlusssegment 4, das Verzahnungssegment 3 und das Laufradsegment 5, gegeneinander verspannt, wodurch das Verzahnungssegment 3 axial zwischen dem Laufradsegment 5 und dem Anschlusssegment 4 gehalten wird.

[0082] Durch die Hirth-Verbindungen können - einerseits - hohe Kräfte und Drehmomente über die/in der Ritzelwelle 2 übertragen werden, - andererseits - kann durch diese eine spielfreie Zentrierung 26 des Verzahnungssegments 3 (axial zwischen dem Laufradsegment 5 und dem Anschlusssegment 4) realisiert werden.

[0083] Zusätzliche Zentrierungselemente, wie auch enge Toleranzen bei den Bauteilen sind nicht mehr notwendig. Auch eine rotationsbedingte (Fliehkraft) Verlagerung der Drehachse des Verzahnungssegments 3 bzw. der Drehachse 25 der Ritzelwelle 2/des Verdichterrisors 1, welche zu einer Betriebsunwucht führen würde, wird verhindert.

[0084] Wie FIG. 1 weiter zeigt, erfolgt die Abdichtung des Verdichterrisors 1 bzw. der Ritzelwelle 2 - zur Verhinderung von Leckage von Prozessgas aus der Verdichterstufe - mittels einer einfachen, mehrere (rotierende wie feststehende/nicht-rotierende) Dichtungselemente 13, 17, 18, 19, 23, 24 aufweisenden Gasdichtung 6 in Verbindung mit einer Labyrinthdichtung 15.

[0085] Diese Gasdichtung 6 wird - abhängig von der Anwendung - mit unter Druck stehendem Dichtgas, beispielsweise von 3 bar - 5 bar oder auch von 200 bar - 250 bar, betrieben.

[0086] Entsprechend dieser einfachen Gasdichtung 6 können auch andere Ausgestaltungen oder Formen von Dichtungen bzw. Gasdichtungen, beispielsweise eine doppelte Gasdichtung, vorgesehen werden.

[0087] Ein erstes (- mit der Ritzelwelle 2 bzw. mit dem Verdichterrotor 1 mitrotierendes -) Dichtungselement 13 der Gasdichtung 6 ist - in Form eines einstückig mit dem Verzahnungssegment 3 verbundenen, ringförmig umlaufenden, radial nach außen verlaufenden Fortsatzes 13 - auf dem Verzahnungssegment 3 angeordnet.

[0088] Das so mit dem Verzahnungssegment 3 einstückig verbundene erste Dichtungselement 13 der Gasdichtung 6 wird damit integraler Bestandteil des Verzahnungssegments 3 - und damit auch Bestandteil der Ritzelwelle 2 bzw. des Verdichterrisors 1 - und rotiert mit dem Verzahnungssegment 3 bzw. der Ritzelwelle 2 bzw. dem Verdichterrotor 1 mit.

[0089] Die Hülse 21 ist im (axialen) Bereich dieses ersten Dichtungselements 13 mit einem sehr leichten Schrumpf versehen, der ein Aufweiten unter Betriebsbedingungen nicht zulässt. Die auftretende Fliehkraft unterstützt diesen Effekt.

[0090] In einem Gehäuseteil 16 der Verdichterstufe des Getriebeverdichters 30 ist über eine Passung 31 ein - als feststehendes, nicht-rotierendes Bauteil 17 der Gasdichtung 6 - Stator 17 aufgenommen. Über eine Bohrung 32 in dem Gehäuseteil 16 sowie über diesen Stator 17 strömt das Dichtgas - unter Druck - in einen Hohlraum 41 der Gasdichtung 6 bzw. über die Bohrung 32 in dem

Gehäuseteil 16 sowie über diesen Stator 17 wird die Gasdichtung 6 mit dem Dichtgas versorgt.

[0091] In einer axialen, in etwa der radialen Höhe des ringförmig umlaufenden, radial nach außen verlaufenden Fortsatzes 13 am Verzahnungssegment 3 (rotierendes Bauteil 13/erstes Dichtungselement 13 der Gasdichtung 6) angeordneten, ringförmigen Ausnehmung 40 des Stators 17 ist - über eine Feder 19 axial verschieblich - ein weiteres nicht-rotierendes, damit ebenfalls in etwa der radialen Höhe des ringförmig umlaufenden, radial nach außen verlaufenden Fortsatzes 13 am Verzahnungssegment 3 angeordnetes Bauteil 18 der Gasdichtung, ein ringförmiger Dichtungskörper 18, angeordnet.

[0092] Die einander axial gegenüberliegenden, radial ausgerichteten (Dichtungs-)Flächen 14 und 20 des ringförmig umlaufenden, radial nach außen verlaufenden Fortsatzes 13 am Verzahnungssegment 3 bzw. des ersten Dichtungselements 13 und des Dichtungskörpers 18 sind als radiale Dichtungsflächen (mit entsprechend ausgewählten Materialien) ausgebildet.

[0093] Über die Feder 19 axial in Richtung des ersten Dichtungselements 13 verschoben - stehen sich die radialen Dichtungsflächen 14 und 20 des ringförmig umlaufenden, radial nach außen verlaufenden Fortsatzes 13 am Verzahnungssegment 3 bzw. des ersten Dichtungselements 13 und des Dichtungskörpers 18 im Dichtkontakt axial gegenüber, wobei sich im radialen Dichtspalt (zwischen den radialen Dichtungsflächen 14 und 20) ein Gaspolster 29 aufbaut.

[0094] Die Abdichtung des im Stator 17 verschieblichen Dichtungskörpers 18 gegenüber dem Stator 17 erfolgt über ein in einer (umlaufenden) Innenumfangsnut 23 des Dichtungskörpers 18 eingelegtes Dichtungselement 24, hier ein O-Ring 24.

[0095] Den Hohlraum 41 axial auch begrenzend sitzt die Labyrinthdichtung 15 zentriert und passungsgenau auf einer stufenförmigen Ausnehmung 42 im Gehäuseteil 16 - und dichtet über ihre Labyrinthspitzen 43 die Ritzelwelle 2 bzw. den Verdichterrotor 1 ab. Aufgabe der Labyrinthdichtung 15 ist die Trennung der Gasdichtung 6 von verunreinigtem Prozessgas.

[0096] Im Normalfall wird der Hohlraum 41 mit gereinigtem gas (Prozessgas) beaufschlagt.

[0097] Bei so radialer Ausrichtung der Dichtungsflächen 14 und 20 bzw. des radialen Dichtkontakts kann - durch kleinere Außendurchmesser der Bauteile der Gasdichtung 6 - die Gasdichtung 6 kleiner bauen.

[0098] Dadurch treten geringere Umfangsgeschwindigkeit am rotierenden ersten Dichtungselement 13 auf, wodurch wiederum höhere Drehzahlen bei dem Verdichterrotor 1 realisierbar sind.

[0099] Über die spielfreie Zentrierung 26 des durch die Hirth-Verbindungen spielfrei, zentriert verspannten Verzahnungssegments 3 - wird so auch das rotierende - einstückig mit dem Verzahnungssegment 3 verbundene - Dichtungselement 13 der Gasdichtung 6 spielfrei zentriert.

[0100] Zusätzliche Zentrierungselemente, wie auch

enge Toleranzen bei den Bauteilen sind auch hier nicht mehr notwendig. Auch eine rotationsbedingte (Fliehkraft) Verlagerung der Drehachse des rotierenden ersten Dichtungselements 13, welche zu einer Betriebsunwucht führen würde, wird verhindert. (Bauteil-)Kosten, Gewicht und/oder zusätzliche Montageschritte und/oder Bearbeitungsschritte werden ebenfalls so durch die Erfindung eingespart bzw. sind nicht mehr notwendig.

[0101] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung, wie in den Ansprüchen definiert, zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verdichterrotor (1) eingesetzt bei einem Getriebeturboverdichter (30), mit einer mehrere axial hintereinander angeordnete, miteinander verbundene Segmente (3, 4, 5) aufweisenden Ritzelwelle (2) und mit einer die Ritzelwelle (2) abdichtenden, mehrteiligen Dichtung (6),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Ritzelwelle (2) ein ein Laufrad tragbares Laufradsegment (5), ein Anschlusssegment (4) und ein axial zwischen dem Laufradsegment (5) und dem Anschlusssegment (4) angeordnetes Verzahnungssegment (3) aufweist, welches Verzahnungssegment (3) an seinen beiden Enden (7, 8) jeweils eine Verzahnung (9) aufweist, worüber das Verzahnungssegment (3) über entsprechende Gegenverzahnungen (10) an Enden (11, 12) des Laufradsegments (5) und des Anschlusssegments (4) axial zwischen dem Laufradsegment (5) und dem Anschlusssegment (4) gehalten wird, und auf welchem Verzahnungssegment (3) ein mit dem Verzahnungssegment (3) zumindest kraftschlüssig verbundenes Dichtungselement (13) der mehrteiligen Dichtung (6) angeordnet ist.

2. Verdichterrotor (1) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verzahnung (9) und/oder die Gegenverzahnung (10) als Hirth-Verzahnung ausgebildet ist.

3. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, dass

die die Ritzelwelle (2) abdichtende, mehrteilige Dichtung (6) eine Gasdichtung 6, insbesondere eine einfache oder doppelte Gasdichtung ist.

4. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche gekennzeichnet mit

einer Labyrinthdichtung (15), die an dem Verzahnungssegment (3) angeordnet ist.

5. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
das mit dem Verzahnungssegment (3) zumindest kraftschlüssig verbundene Dichtungselement (13) der mehrteiligen Dichtung (6) formschlüssig oder einstückig mit dem Verzahnungssegment (3) ausgebildet ist.
6. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
das zumindest kraftschlüssig mit dem Verzahnungssegment (3) verbundene Dichtungselement (13) der mehrteiligen Dichtung (6) eine im Wesentlichen radiale Dichtungsfläche (14) aufweist.
7. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche
gekennzeichnet, mit
einem weiteren, in einem, insbesondere an einem Gehäuseelement (16) angeordneten, Stator (17), insbesondere über eine Feder (19), im Wesentlichen axial verschieblich angeordneten Dichtungselement (18) der mehrteiligen Dichtung (6), welches eine im Wesentlichen radiale Dichtungsfläche (20) aufweist, welche der im Wesentlichen radialen Dichtungsfläche (14) des zumindest kraftschlüssig mit dem Verzahnungssegment (3) verbundenen Dichtungselements (13) der mehrteiligen Dichtung (6) axial gegenüberliegt.
8. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
das Verzahnungssegment (3) auf einer, insbesondere gegen das Verzahnungssegment (3) abgedichteten, Hülse (21) angeordnet ist.
9. Verdichterrotor (1) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
die Segmente (3, 4, 5) der mehrere axial hintereinander angeordnete, miteinander verbundene Segmente (3, 4, 5) aufweisenden Ritzelwelle (2) mittels einer Dehnschraube (22) verspannt sind, wodurch das Verzahnungssegment (3) axial zwischen dem Laufradsegment (5) und dem Anschlusssegment (4) verspannt gehalten wird.

Claims

1. Compressor rotor (1) used in a geared turbocompressor (30), having a pinion shaft (2), which has a

plurality of interconnected segments (3, 4, 5) that are arranged axially in series, and having a multipart seal (6), which seals the pinion shaft (2),

characterized in that

the pinion shaft (2) has an impeller segment (5), which carries an impeller, a connection segment (4), and a toothed segment (3) arranged axially between the impeller segment (5) and the connection segment (4), which toothed segment (3) has toothing (9) at each of the two ends (7, 8) thereof, whereby the toothed segment (3) is held axially between the impeller segment (5) and the connection segment (4) by means of corresponding mating toothing (10) at ends (11, 12) of the impeller segment (5) and of the connection segment (4), and on which toothed segment (3) a seal element (13) of the multipart seal (6) is arranged, said seal element being connected at least nonpositively to the toothed segment (3).

2. Compressor rotor (1) according to claim 1,
characterized in that
the toothing (9) and/or the mating toothing (10) is/are designed as serrated toothing.
3. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized in that
the multipart seal (6) sealing the pinion shaft (2) is a gas seal (6), in particular a single or double gas seal.
4. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized by
a labyrinth seal (15), which is arranged on the toothed segment (3).
5. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized in that
the seal element (13) of the multipart seal (6), said seal element being connected at least nonpositively to the toothed segment (3), is formed in positive engagement or integrally with the toothed segment (3).
6. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized in that
the seal element (13) of the multipart seal (6), said seal element being connected at least nonpositively to the toothed segment (3), has a substantially radial sealing surface (14).
7. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized by
a further seal element (18) of the multipart seal (6), which seal element is arranged in a manner which allows substantially axial movement, in particular by

means of a spring (19), in a stator (17), in particular a stator arranged on a housing element (16), and which has a substantially radial sealing surface (20), which lies axially opposite the substantially radial sealing surface (14) of the seal element (13) of the multipart seal (6), said seal element being connected at least nonpositively to the toothed segment (3).

8. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized in that
the toothed segment (3) is arranged on a sleeve (21), which is sealed with respect to the toothed segment (3), in particular.
9. Compressor rotor (1) according to at least one of the preceding claims,
characterized in that
the segments (3, 4, 5) of the pinion shaft (2), which has a plurality of interconnected segments (3, 4, 5) arranged axially in series, are clamped by means of a reduced-shank bolt (22), whereby the toothed segment (3) is held clamped axially between the impeller segment (5) and the connection segment (4).

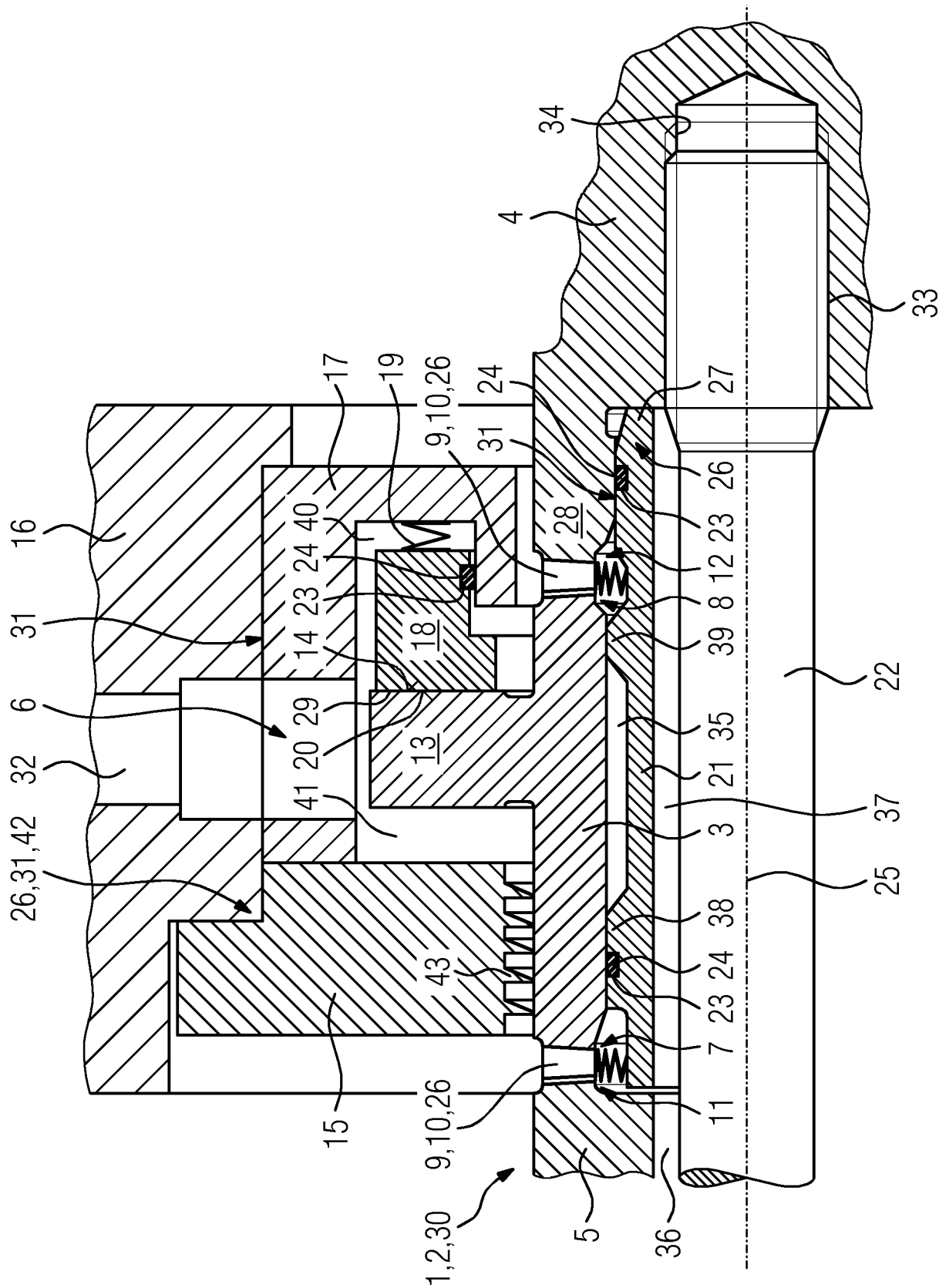
Revendications

1. Rotor (1) de compresseur utilisé dans un turbocompresseur (30) à engrenage, comprenant un arbre (2) de pignon ayant plusieurs segments (3, 4, 5), disposés les uns derrière les autres axialement et reliés entre eux, et un joint (6) en plusieurs parties rendant étanche l'arbre (2) de pignon,
caractérisé en ce que
l'arbre (2) de pignon a un segment (5) de roue pouvant porter une roue, un segment (4) de raccordement et un segment (3) de denture disposé axialement entre le segment (5) de roue et le segment (4) de raccordement, lequel segment (3) de denture a, à ses deux extrémités (7, 8), respectivement une denture (9), le segment (3) de denture étant, par des dentures (10) antagonistes correspondantes aux extrémités (11, 12) du segment (5) de roue et du segment (4) de raccordement, maintenu axialement entre le segment (5) de roue et le segment (4) de raccordement et segment (3) de denture sur lequel est monté un élément (13) de joint (6) en plusieurs parties relié au moins par coopération de force au segment (3) de denture.
2. Rotor (1) de compresseur suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que
la denture (9) et/ou la denture (10) antagoniste est constituée sous la forme d'une denture Hirth.
3. Rotor (1) de compresseur suivant au moins l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

le joint (6) en plusieurs parties rendant étanche l'arbre (2) de pignon est un joint (6) au gaz, notamment un joint au gaz simple ou double.

4. Rotor (1) de compresseur suivant au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé par
un joint (15) à labyrinthe, qui est monté sur le segment (3) de denture.
5. Rotor (1) de compresseur suivant au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'élément (13) de joint, relié au moins par coopération de force au segment (3) de denture, du joint (6) en plusieurs parties est constitué à complémentarité de forme ou d'une seule pièce avec le segment (3) de denture.
6. Rotor (1) de compresseur suivant au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'élément (13) de joint, relié au moins par coopération de force au segment (3) de denture, du joint (6) en plusieurs parties a une surface (14) de joint sensiblement radiale.
7. Rotor (1) suivant au moins une des revendications précédentes,
caractérisé par
un autre élément (18), monté coulissant sensiblement axialement, notamment par un ressort (19), dans un stator (17) disposé notamment sur un élément (16) de carcasse, du joint (6) en plusieurs parties et ayant une surface (20) de joint sensiblement radiale, qui est opposée axialement à la surface (14) de joint sensiblement radiale du au moins un élément (13) de joint du joint (6) en plusieurs parties, relié au moins par coopération de force au segment (3) de denture.
8. Rotor (1) suivant au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le segment (3) de denture est monté sur un manchon (21) rendu étanche, notamment vis-à-vis du segment (3) de denture.
9. Rotor (1) suivant au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les segments (3, 4, 5) de l'arbre (2) de pignon, ayant des segments (3, 4, 5) disposés les uns derrière les autres axialement et reliés entre eux, sont serrés au moyen d'une vis (22) de dilatation, grâce à quoi le segment (3) de denture est serré axialement entre le segment (5) de roue et le segment (4) de raccordement.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2011262284 A1 [0014]
- US 3680979 A1 [0014]
- DE 102009015862 A1 [0016]