

(19)



(11)

EP 2 643 556 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.07.2015 Patentblatt 2015/31

(51) Int Cl.:
F04D 27/02 ^(2006.01) **F04D 29/62** ^(2006.01)
F01D 17/16 ^(2006.01) **F04D 29/46** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12702515.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/051735

(22) Anmeldetag: **02.02.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/104366 (09.08.2012 Gazette 2012/32)

(54) **Radialer Getriebeverdichter mit einer Verdichterstufe und entsprechendes Verfahren zum Montieren der Verdichterstufe**

Radial geared compressor with a compressor stage and corresponding mounting method of the compressor stage

Compresseur radial à transmission avec un étage de compression et procédé correspondant de montage de l'étage de compression

(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: **02.02.2011 DE 102011003522**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.2013 Patentblatt 2013/40

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

(72) Erfinder: **WEULE, Jan 47269 Duisburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 075 506 EP-A2- 1 662 094
EP-A2- 1 808 579 DE-T2- 60 115 514
GB-A- 701 557 US-A- 3 981 140
US-A1- 2003 021 677

EP 2 643 556 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 radialen Getriebeverdichter sowie ein Verfahren zum Montieren der Verdichterstufe des radialen Getriebeverdichters.

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

[0003] 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 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 sinkt. Um eine möglichst hohe Druckerhöhung bzw. Verdichtung des Fluids zu erreichen, können mehrere solcher Verdichterstufen hintereinander geschaltet werden.

[0004] Als Bauformen von Turboverdichtern unterscheidet man zwischen Radial- und Axialverdichtern.

[0005] Bei dem Axialverdichter strömt das zur komprimierende Fluid, beispielsweise ein Prozessgas, 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.

[0006] Kombinierte Bauarten von Axial- und Radialverdichtern saugen mit ihren Axialstufen große Volumenströme an, die in den anschließenden Radialstufen auf hohe Drücke komprimiert werden.

[0007] Während meist einwellige Maschinen zum Einsatz kommen, sind bei Getriebeverdichtern die einzelnen Verdichterstufen um ein Großrad herum gruppiert, wobei mehrere parallele Wellen, die jeweils ein oder zwei - in Spiralgehäusen aufgenommene - Laufräder tragen, von einem großen Antriebszahnrad, einem Großrad, angetrieben werden.

[0008] Zur Optimierung der Strömungsführung durch den Verdichter bzw. durch eine Verdichterstufe und damit zur Optimierung des Leistungsverhaltens des Verdichters bzw. der Verdichterstufe list es ferner bekannt, dem Laufrad einen Eintrittsleitapparat (kurz im Folgenden ELA) vor- und/oder dem Laufrad einen Austrittsleitapparat (kurz im Folgenden ALA) nachzuschalten.

[0009] Ein solcher Getriebeverdichter, ein Getriebeturboverdichter der Firma Siemens mit der Bezeichnung

STC-GC, eingesetzt für die Luftzerlegung, ist aus <http://www.energy.siemens.com/hq/de/verdichtung-expansionventilation/turboverdichter/getriebeturboverdichter/stc-gc.htm> (erhältlich am 10.01.2011) bekannt.

[0010] Aus dem Dokument US 5 490 760 ist ein radialer Getriebeverdichter der eingangs genannten Art bekannt.

[0011] Ferner ist bekannt, dass bei einem Getriebeverdichter, beispielsweise für die Luftzerlegung, in der Regel ein großer Fahrbereich in einem Kennfeld des Verdichters in Richtung kleinerer Volumenströme bei nahezu konstantem Druck (Turn-Down-Fahrbereich) gefordert wird.

[0012] Würden diese Getriebeverdichter für einen Enddruck ausgelegt werden, der dem geforderten Enddruck in den Betriebspunkten entspricht, wäre der Turn-Down-Fahrbereich zu klein. Deshalb werden Getriebeverdichter in der Regel für einen höheren Enddruck, ausgelegt, sodass das Kennfeld (i. d. R. Drall-Kennfeld) bei dem geforderten Enddruck der Betriebspunkte eine erforderliche Breite aufweist.

[0013] Allerdings liegen dann die Betriebspunkte der Getriebeverdichter relativ weit vom Wirkungsgradmaximum entfernt, welches in der Regel in der Nähe des internen Auslegepunktes liegt.

[0014] Eine mögliche Verbesserung ließe sich erreichen, wenn im Kennfeld ein flacherer Pumpgrenzlinienverlauf, und dadurch die notwendige Kennfeldbreite bei höherem Wirkungsgrad, erreicht werden könnte.

[0015] Um Einfluss auf das Kennfeld zu nehmen, ist es bekannt, einen Anströmwinkel von Schaufeln eines Austrittsleitapparates, kurz im Folgenden Austrittsleitschaufeln, zu verändern.

[0016] Eine solche Einflussnahme auf das Strömungsbild nach dem Laufrad eines Verdichters bzw. einer Verdichterstufe muss auf eine Strömungsführung vor dem Laufrad, d.h. im Eintrittsleitapparat, abgestimmt sein, was eine abgestimmte bzw. kombinierte Verstellung von Eintritts- und Austrittsleitschaufeln erfordert.

[0017] Eine Kulissee ist ein im Maschinenbau eingesetztes Getriebeelement zur Kraftübertragung (Kulissenführung).

[0018] Die Kulissee weist einen Schlitz, Steg oder eine Nut auf, in/auf der/dem ein Kulissenstein beidseitig zwangsgeführt ist, um eine Bewegung der Kulissee in eine Bewegung des Kulissensteins umzusetzen. Eine Übertragungsfunktion (auch Kopplungsfunktion) der Kulissenführung wird durch den Verlauf der Führung, d. h. durch den Verlauf des Schlitzes, Steges oder der Nut, bestimmt und ist in weiten Grenzen frei wählbar. Die Kulissenführung wird insbesondere zur Realisierung komplexer Übertragungsfunktionen eingesetzt.

[0019] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Winkelverstellung von Schaufeln eines Austrittsleitapparates eines Verdichters anzugeben, welche die Nachteile aus dem Stand der Technik verbessert, einfach und kostengünstig zu realisieren und auch einfach und kostengünstig zu montieren bzw. in einen Verdichter bzw. einer Verdichterstufe einzubauen ist.

[0020] Die Aufgabe wird durch den radialen Getriebeverdichter sowie durch das Verfahren zum Montieren der Verdichterstufe des radialen Getriebeverdichters mit den Merkmalen gemäß dem jeweiligen unabhängigen Patentanspruch gelöst.

[0021] Die Vorrichtung zur Winkelverstellung von Schaufeln eines Austrittsleitapparats eines Verdichters umfasst mehrere (winkel-)verstellbare Schaufeln, welche jeweils auf einer Welle in einem Gehäuse, insbesondere in einem Spiralgehäuse, gelagert sind.

[0022] Die Wellen weisen jeweils einen (Verstell-)Hebel auf bzw. sind jeweils mit einem (Verstell-)Hebel verbunden, welcher unter Verwendung einer Kulisse - insbesondere über an den (Verstell-)Hebeln gelagerten und in den Kulissen geführten Rollen - geführt wird.

[0023] Die Kulissen sind wiederum an einem Stellring (auch im Folgenden Kulissenhaltering) angeordnet bzw. mit einem Stellring bzw. Kulissenhaltering verbunden.

[0024] Bei Verstellung dieses Stellrings lassen sich somit die Schaufeln bzw. die (Anström-)Winkel der Schaufeln - entsprechend der durch die Kulisse realisierten Verstellmimik - verstellen, wodurch die Anströmung der Schaufeln verändert und Einfluss auf das Kennfeld des Verdichters genommen werden kann.

[0025] Bei der Montage dieser Vorrichtung in das Gehäuse des Verdichters - und bei Kopplung der Winkelverstellung des Austrittsleitapparats (ALA) mit einem Eintrittsleitapparat (ELA) bzw. mit einer Winkelverstellung von Schaufeln des Eintrittsleitapparats des Verdichters - werden zunächst die Schaufeln des Austrittsleitapparats auf die jeweilige Welle, Rollen an dem jeweiligen (Verstell-)Hebel sowie die Kulissen an den Stellring - und der Stellring an den Eintrittsleitapparat montiert.

[0026] Die Wellen werden in dem Gehäuse und die (Verstell-)Hebeln werden an die Wellen montiert.

[0027] Danach wird der Eintrittsleitapparat in/an das Gehäuse montiert, wobei die Rollen in die jeweilige Kulisse eingeführt werden, wodurch die Kopplung der Winkelverstellung von ALA und ELA realisiert wird.

[0028] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0029] Von besonderem Vorteil bei der Erfindung ist, dass diese einen sehr einfachen, kostengünstigen und flexiblen sowie hoch effizienten Verstellmechanismus für die Schaufeln des ALA realisiert, welcher sich darüber hinaus über Kopplung des Stellrings mit dem ELA bzw. mit dem Verstellmechanismus des ELA an die ELA-Verstellung - durch einen ELA-Verstellzylinder - anbinden lässt (kombinierte ELA-ALA-(Winkel-)Verstellung) - und damit keinen eigenen, separaten Antrieb zur Verstellung erfordert.

[0030] Eine kombinierte, aufeinander abstimmbare ELA-ALA-Winkelverstellung und damit eine gewünschte Einflussnahme auf das Kennfeld des Verdichters (zur Optimierung dessen Leistungsverhalten) wird möglich. Darüber hinaus erweist sich von Vorteil, dass ein solcher kombinierter ELA-ALA-Verstellmechanismus innerhalb des Gehäuses, von außen unsichtbar angeordnet wer-

den kann.

[0031] Über eine - durch einfache Bearbeitungsverfahren - flexible Gestaltung der Kulisse bzw. der Kulissenführung, beispielsweise durch spanende Bearbeitung einer Nut oder eines Schlitzes in der Kulisse und/oder über eine Ausrichtung der Kulisse am Stellring, lassen sich beliebige Kopplungsfunktionen bzw. Verstellmimiken - für die kombinierte Winkelverstellung - realisieren.

[0032] So kann in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen werden, dass die Kulissenführung als Schlitz, Steg oder Nut in/an der Kulisse ausgebildet ist. Bevorzugt kann hier weiter vorgesehen werden, dass als in der Kulisse geführtes Element eine - am (Verstell-)Hebel gelagerte - Rolle verwendet wird. Besonders bevorzugt kann vorgesehen werden, durch spanende Bearbeitung eine, insbesondere gerade, Nut in der Kulisse einzudringen, in welcher dann das geführte Element bzw. die Rolle geführt bzw. bewegt wird.

[0033] Bei solchen geraden Nuten bzw. Langlöchern ist die Herstellung einfach, aber die Kopplung von ELA-Winkel zu ALA-Winkel (kombinierte ELA-ALA-Verstellung) noch Winkelfunktionen unterworfen. Durch entsprechende Bearbeitung, z.B. durch Fräsen, von Führungsflächen bzw. von Abrollflächen (bei in Kulissen geführten Rollen als geführte Elemente) in/an der Kulisse können annähernd beliebige Kopplungsfunktionen umgesetzt werden.

[0034] Einfache, lineare Kopplungsfunktionen, wie Rampen oder Sägezahnprofile mit beliebigen Steigungen bzw. "Übersetzungen", wie auch komplexe, nicht lineare Kopplungen lassen sich so realisieren.

[0035] So ist es beispielsweise auch möglich, durch Einarbeiten einer Fläche, die neutral (90°) zum Abrollkreis einer in der Kulisse geführten Rolle steht, die kombinierte ELA-ALA-Verstellung in gewünschten Winkelbereichen des ELA zu entkoppeln (bereichsweise Entkopplung oder Toter Gang).

[0036] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass die Kulissen über eine oder mehrere Exzentereinheiten, beispielsweise bestehend aus einem Exzenter mit Exzenterbolzen, Klemm- und Verstellmimik, insbesondere über zwei Exzentereinheiten, mit dem Stellring verschraubt wird. Eine solche Verschraubung der Kulisse mit dem Stellrings durch die eine oder durch die zwei oder mehreren Exzentereinheiten ermöglicht eine einfache und flexible Aufrichtung der Kulisse am Stellring - und damit Einflussnahme auf die Kopplungsfunktion. Hierzu kann auch vorgesehen werden, dass - durch entsprechende Ausgestaltung von zum Beispiel des Gehäuses oder anderer Elemente mit Zugangsöffnung oder ähnlichem die Verstellung auch bei montiertem Zustand, z.B. quasi geschlossenes Spiralgehäuse, erfolgen kann.

[0037] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, die Verstellmimik bzw. die Verstellmechanik durch entsprechende Ausgestaltung und/oder Ausrichtung der Kulisse derart einzustellen, dass eine Winkelumsetzung bei der kombinierten ELA-ALA-Winkelverstellung realisiert wird. D.h., eine größere Winkelver-

lung der ELA-Schaukeln führt zu einer kleineren Winkelverstellung bei den ALA-Schaukeln.

[0038] So kann beispielsweise die Verstellmimik derart eingestellt werden, z.B. durch eine entsprechend ausgerichtete Rampe als Kulissenführung, dass eine ELA-Winkelverstellung von 60° zur einer ALA-Winkelverstellung von 45° führt.

[0039] Darüber hinaus erweist sich die Erfindung mit ihrer erfindungsgemäßen Verstellmechanik dahingehen von Vorteil, dass sie in Kraftrichtung ALA -> ELA bzw. entgegen der Verstellrichtung ELA -> ALA (d.h. eine Verstellung der ELA-Schaukeln bewirkt über die durch die Verstellmechanik realisierte Kopplung auch die Verstellung der ALA-Schaukeln), insbesondere im Bereich einer realisierten Untersetzung, selbsthemmend ist. Damit ist eine zusätzliche Klemmung der Mechanik unnötig, was die Konstruktion einer kombinierten Winkelverstellung entsprechend vereinfacht.

[0040] Auch ermöglicht die Erfindung, insbesondere durch ihren einfachen, konstruktiven Aufbau, den Einsatz bzw. die Verwendung von handelsüblichen Gleit- und Wälzlager für die Lagerung bei der Erfindung bewegter Elemente.

[0041] So kann in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen werden, den (Verstell-)Hebel unter Verwendung einer am (Verstell-)Hebel angeordneten Rolle in/an der Kulissen zu führen. Diese Rolle kann gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung mittels einer Gleitlagerbuchse und einem Gewindestift am (Verstell-)Hebel befestigt bzw. gelagert - und unter Verwendung eines oder mehrerer Sicherungsringe gesichert werden..

[0042] Durch eine Verwendung von derartigen Lagerelementen lässt sich ein Reibungsanteil an der bei der Schaufelverstellung, insbesondere kombinierten Schaufelverstellung, aufzubringenden Antriebsleistung minimieren. Auch ermöglicht die Erfindung dadurch, d.h. durch die Verwendung derartiger üblicher Lagerelemente, eine kostengünstige Gestaltung der Winkelverstellung.

[0043] Des Weiteren erweist sich bei der Erfindung von Vorteil, dass die erfindungsgemäßen Komponenten, wie der (Verstell-) Hebel und/oder die Kulissee, als kleine und/oder einfache Dreh- und Frästeile ausgeführt werden können, die keine weiteren Anforderungen an eine übliche Bearbeitung stellen.

[0044] Auch ist die Erfindung baugleich für links- und rechtsdrehende Verdichter einsetzbar. Des Weiteren erweist sich bei der Erfindung von Vorteil, dass sie sowohl von der Schaufelzahl des ELA als auch von der Schaufelzahl des ALA unabhängig und damit entsprechend flexibel verwendbar bzw. einsetzbar ist.

[0045] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Stellring durch Verbindung mit einem Verstellelement des ELA, beispielsweise mit einem Stellring des ELA bzw. mit dem Stellring für die ELA-Schaukeln, verbunden ist. Die Winkelverstellung der ELA-Schaukeln - durch Verdrehung des ELA-Stellrings - führt damit zur (gekoppelten bzw. kombinierten) Winkelver-

stellung bei den ALA-Schaukeln.

[0046] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen werden, dass die Befestigung der Schaufel an der Welle unter Verwendung einer Muffe ausgeführt ist, wobei die Schaufel, die Muffe und die Welle über einen oder mehrere Stifte, insbesondere einen Gewindestift und/oder einen Spannstift, in axialer Richtung zusammengehalten werden können.

[0047] Aus Festigkeitssicht ist diese Verbindung von Schaufel zu Welle, d.h. die Befestigung der Schaufel an der Welle, ein kritischer Bereich. Im Betrieb des Verdichters ist die Beschaukelung direkt mit dem zu fördernden Fluid in Berührung, da hierdurch der Einfluss auf die Strömungsrichtung genommen werden soll. Dadurch ist die Beschaukelung bzw. sind die Schaufeln aber auch auftretenden Strömungsstößen und Schwingungen bzw. entsprechenden Belastungen, insbesondere an Grenzen des Fahrbereichs, ausgesetzt.

[0048] Um diesen Belastungen Rechnung zu tragen kann die Verbindung von Schaufel und Welle über die (Schaufel-) Muffe massiv ausgeführt werden. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Schaufel, die Muffe und die Welle über einen zentralen Gewindestift in axialer Richtung zusammengehalten werden. Die Schaufel, die Muffe und die Welle können anschließend miteinander verstiftet werden. Durch die Stifte in der Schaufel und der Muffe wird gleichzeitig ein Lösen des zentralen Gewindestifts ausgeschlossen. In fertig montiertem Zustand können alle Stifte stirnseitig von angrenzenden Bauteilen verbunden sein, sodass ein Lösen im Betriebszustand ausgeschlossen ist.

[0049] Bei der Erfindung erweist sich weiter von besonderem Vorteil, dass sie teilbar und damit einfach montierbar ausgeführt ist. So ist eine Teilbarkeit der Vorrichtung an einer Verbindungsstelle zwischen dem (Verstell-)Hebel und der Kulissee, insbesondere zwischen einer am (Verstell-)Hebel angeordneten Rolle und der Kulissee, ausgeführt. Bei der Montage kann so der Eintrittsleitapparat in/an das Gehäuse montiert werden, dass die Rollen in die jeweilige Kulissee eingeführt werden.

[0050] Insbesondere bei großen Spiralgehäusen kann die Montage unter Umständen auch diese Teilbarkeit möglich sein.

[0051] In einer bevorzugten Ausgestaltung kann hierzu vorgesehen sein, dass die Kulissee und/oder die am (Verstell-)Hebel angeordnete Rolle eine Montagefase, insbesondere als Einfädelhilfe aufweisen/aufweist.

[0052] Der Verdichter ist ein Getriebeverdichter, insbesondere sein mehrstufiger Getriebeverdichter, wobei hier die erfindungsgemäße Winkelverstellung in einer oder mehreren Stufen dieses Getriebeverdichters realisiert sein kann. Der Verdichter bzw. der mehrstufige Getriebeverdichter lässt sich bevorzugt für eine Luftzerlegung einsetzen.

[0053] Von besonderem Vorteil erweist sich bei der Erfindung, dass diese auch für den Einsatz in großen Spiralgehäusen von Verdichtern, insbesondere. Getriebever-

dichtern, bzw. Verdichterstufen geeignet ist. Bisher bekannte Konstruktionen von Winkelverstellungen von Schaufeln waren für kleine Spiralgehäuse vorgesehen, da hier ein Spiraleinsatz innerhalb des Spiralgehäuses zum Einsatz kommt und damit eine Verstellmechanik gut integrierbar und für die Montage teilbar ist. Nun ermöglicht die Erfindung auch den Einsatz einer Winkelverstellung bei großen Spiralgehäusen.

[0054] Weiterhin ermöglicht die Erfindung eine Erhöhung des Wirkungsgrads eines entsprechend der Erfindung eingerichteten Verdichters in leistungsgemäß hoch bewerteten Betriebspunkten, die im Teil- und/oder Überlastbereich im Drall-Kennfeld des Verdichters liegen. Insbesondere erweist sich hier bei der Erfindung von großem Vorteil, dass durch die realisierte Winkelverstellbarkeit der Fahrbereich von, insbesondere mehrstufigen, Verdichtern verbessert bzw. erweitert werden kann.

[0055] In Figuren ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt welches im Weiteren näher erläutert wird.

[0056] Es zeigen

- FIG 1 Skizze eines Spiralgehäuses einer Verdichterstufe eines Getriebeverdichters;
- FIG 2 Skizze eines Schnittes durch das Spiralgehäuse nach FIG 1 mit einer kombinierten Austrittsleitapparat (ALA)/Eintrittsleitapparat (ELA)-Winkelverstellung;
- FIG 3. Skizze eines weiteren Schnittes durch das Spiralgehäuse nach FIG 1 mit der kombinierten ALA-ELA-Winkelverstellung;
- FIG 4 Skizze eines Schnittes durch die- Schnittzeichnung nach FIG 3 mit einer Kulissenmechanik der kombinierten ALA-ELA-Winkelverstellung;
- FIG 5 Skizze eines weiteren Schnittes durch das Spiralgehäuse nach FIG 1 mit der kombinierten ALA-ELA-Winkelverstellung;
- FIG 6 Skizze eines weiteren Schnittes durch das Spiralgehäuse nach FIG 1 mit einer Exzentereinheit zur Verschraubung der Kulissee mit einem Kulissenhaltering (ALA-Stellring) der kombinierten ALA-ELA-Winkelverstellung;
- FIG 7 Skizze einer Schaufel-Welle-(Verstell-)Hebel-Einheit der kombinierten ALA-ELA-Winkelverstellung;
- FIG 8 Skizze einer Verschraubung der Schaufel mit der Welle der Schaufel-Welle-(Verstell-)Hebel-Einheit nach FIG 7;
- FIG 9 Skizze einer Befestigung des (Verstell-)Hebels an der Welle sowie einer Lagerung der Rolle

an dem (Verstell-)Hebel der Schaufel-Welle-(Verstell-) Hebel-Einheit nach FIG 7.

[0057] Ausführungsbeispiel: Gekoppelte bzw. kombinierte Austrittsleitapparat (ALA)/Eintrittsleitapparat (ELA)-Winkelverstellung einer Verdichterstufe mit Spiralgehäuse (mit Montageablauf)

(a) Konstruktion

[0058] FIG 1 zeigt ein Spiralgehäuse 101 einer Verdichterstufe 100 eines mehrwelligen Getriebeverdichters für die Luftzerlegung.

[0059] Diese Verdichterstufe 100 weist zunächst den üblichen Aufbau einer in einem Spiralgehäuse 101 angeordneten Verdichterstufe 100 mit einem Laufrad, einem dem Laufrad vorgeschalteten Eintrittsleitapparat (ELA) 103 und einem dem Laufrad, nachgeschalteten Austrittsleitapparat (ALA) 103 auf. Allerdings ist bei dieser Verdichterstufe 100 eine Winkelverstellung von Schaufeln des ELA 29 mit einer Winkelverstellung von Schaufeln des ALA 11 über eine Verstellmechanik 4 bzw. Verstellmimik gekoppelt.

[0060] In den folgenden FIGen 2 bis 9 sind weitere Details dieser im Spiralgehäuse 101 aufgenommenen Verstellmechanik 4 bzw. Verstellmimik, d.h. der gekoppelten Austrittsleitapparat (ALA) /Eintrittsleitapparat (ELA)-Winkelverstellung, dargestellt.

[0061] Um die Winkelverstellung bzw. eine Verdrehung von ALA-Schaukeln 11 zu ermöglichen, ist jede dieser ALA-Schaukeln 11 auf einer einzelnen Welle 12 im Spiralgehäuse 101 gelagert (FIGen 2, 3, 5, 7, bis 9).

[0062] Aus Festigkeitssicht ist diese Verbindung von ALA-Schaukel 11 zu Welle 12 (FIGen 7 und 8), d.h. die Befestigung der ALA-Schaukel 11 an der Welle 12, ein kritischer Bereich. Im Betrieb des Verdichters ist diese Beschaukelung 1 direkt mit dem zu fördernden Fluid in Berührung. Dadurch ist die Beschaukelung 1 bzw. sind die ALA-Schaukeln 11 auftretenden Strömungsstößen und Schwingungen bzw. entsprechenden Belastungen, insbesondere an Grenzen des Fahrbereichs, ausgesetzt.

[0063] Um diesen Belastungen Rechnung zu tragen, ist die Verbindung der ALA-Schaukel 11 mit der Welle 12 über eine (Schaufel-) Muffe 14 massiv ausgeführt. Die Schaufel 11, die Muffe 14 und die Welle 12 werden dabei über einen zentralen Gewindestift 17 in axialer Richtung zusammengehalten. Die Schaufel 11, die Muffe und die Welle 12 werden anschließend miteinander verstiftet (FIG 8).

[0064] Durch die Stifte 110 in der Schaufel 11 und der Muffe 14 wird gleichzeitig ein Lösen des zentralen Gewindestifts 17 ausgeschlossen.

[0065] In fertig montiertem Zustand sind alle Stifte 110 stirnseitig von angrenzenden Bauteilen verbunden bzw. überdeckt, sodass ein Lösen im Betriebszustand ausgeschlossen ist.

[0066] An den Wellen 12 sitzen jeweils - mit den Wellen

12 verstiftete - Rollenhebeln bzw. Verstellhebeln 15, die über Rollen 13 in Kulissen 24 greifen. Dazu weisen die Kulissen 24 gerade Langlöcher 26 auf, in welchen diese Rollen 13 jeweils geführt werden (FIGen 2 bis 6).

[0067] FIG 9 zeigt die Lagerung einer solchen Rolle 13 am Rollenhebel 15 im Detail. Die Rolle 13 sitzt auf einer Gleitlagerbuchse 16, welche wiederum auf einem Gewindestift 17 gelagert und mit einem Ring 18 sowie mit einem Sicherungsring 19 dort gesichert ist. Der Gewindestift 17 ist mit dem Rollenhebel 15 auf Block verschraubt und dort über einen Spannstift 110 gesichert.

[0068] Die Kulissen 24 sind jeweils über zwei in einem Kulissenhaltering 23 aufgenommene Exzentereinheiten 3 fest mit diesem Kulissenhaltering (ALA-Stelling) 23 verbunden bzw. verschraubt (FIGen 4. und 5).

[0069] FIG 5 zeigt eine solche Exzentereinheit 3 im Detail. Die Exzentereinheit 3 weist einen Exzenter 31 mit zwei Bohrungen 37 auf. Über die erste Bohrung 37 erfolgt die Klemmung und Fixierung der Kulissee 24. Dazu weist der Exzenter 31 dort einen mit der Kulissee 24 verbundenen Exzenterbolzen 32, einen diesen Exzenterbolzen 32 sichernden Sicherungsring 34, einen Montagetrichter 33 sowie eine Zylinderschraube 25, über die die Klemmung und Fixierung erfolgt, auf. Über die zweite Bohrung 37 erfolgt die Verstellung des Exzenter 3, d.h. die Ausrichtung der Kulissee 24 am Kulissenhaltering 23. Dazu weist der Exzenter 31 dort eine Zylinderschraube 25, über die die Verstellung durch Verdrehung des Exzenter 31 im Kulissenhaltering 23 erfolgt, auf.

[0070] Der Kulissenhaltering 23 ist wiederum über eine Konstruktion aus mehreren über den Umfang des Kulissenhalterings 23 verteilten Ringträgern 21 mit Zylinderschrauben 25 und Distanzzylindern 22 mit einem Stelling des ELA (ELA-Stelling) 27 fest verbunden bzw. verschraubt (FIG 3).

[0071] Wird der ELA-Winkel, d.h. die Winkelstellung der ELA-Schaukeln 29 und damit die Anströmung des ELA 103, verstellt, so dreht sich der ELA-Stelling 27. Die ALA-Beschaufelung 1, 11 führt gemäß der Übersetzung/Untersetzung ein den Kulissen 24 und den Rollenhebel 15 diese Drehung mit aus.

(b) Teilbarkeit der Verstellmechanik

[0072] Bei dieser Verstellmechanik bzw. Verstellmimik 3 ist Rollenhebel 15 mit dem Spiralgehäuse 101 und der Kulissenhaltering 24 dem Saugflansch 105 verbunden. Da diese Bauteile nacheinander am Getriebekasten montiert werden, ist die Verstellmimik 3 entsprechend teilbar ausgeführt.

[0073] Die Teilung der Verstellmimik 3 erfolgt an den Kontaktstellen von Rollen 133 und Kulissen 24. Zu diesem Zweck sind Kulissen 24 und Rollen 13 mit Montagefasen 39 als Einfädelhilfe verstehen.

(c) Montageablauf

1. Vormontage (Leit-) Schaufeleinheit 1

5 Vormontage Welle 12 und Schaufel 11

[0074] Für die Beschaufelung 1 des ALA 102 wird zunächst die Schaufelmuffe 14 auf die ALA-Welle 12 gesetzt und über den Gewindestift 17 mit der Schaufel 11 verschraubt. Anschließend werden radiale und axiale Spannstifte 110 zur Positionssicherung von Schaufeln 11 und ALA-Welle 12 verborgt und eingesetzt.

Vormontage Rollenhebel 15

15

[0075] Die Rolle 13, die Gleitlagerbuchse 16 und der Ring 18 werden mit dem Sicherungsring 19 auf dem Gewindestift 17 befestigt. Dieser wird in den Rollenhebel 15 auf Block eingeschraubt, anschließend verborgt und über Spannstifte 110 gesichert.

20

2. Vormontage der Kulissen 24 am Eintrittsleitapparat (ELA) 103

25

[0076] Zur Vorbereitung des Kulissenhalterings 23 werden in diesen jeweils zwei Exzentereinheiten 3 mit einer Kulissee 24 verschraubt. Dabei werden die Sicherungsschrauben 25 nur locker eingedreht. Das Anziehen und damit die Klemmung erfolgt nach der Einstellung der Kulissenstellung (vgl. Punkt 4.).

30

[0077] Am ELA 103 sind die Ringträger 21 mit Zylinderschrauben 25 und Distanzzylindern 22 am ELA-Stelling 27 radial zu befestigen. Anschließend wird der vormontierte Kulissenhaltering 23 mit den Ringträgern 21 verschraubt.

35

3. Montage der Leitschaukel 1 im Spiralgehäuse 101 (zueinander, 0°)

40

[0078] Im Spiralgehäuse 101 sind in der späten Anlagefläche der Diffusorscheibe 106 Bohrungen entsprechend der Neutral- und Grenzstellungen der ALA-Beschaufelung 1 eingebracht.

45

[0079] Die Einstellung erfolgt ohne Diffusorscheibe, wobei im Endzustand die Diffusorscheibe die Einstellbohrung abdeckt. Somit ist der Strömungsraum glatt und gleichzeitig stehen die Einstellbohrungen für spätere Ausrichtarbeiten zu Verfügung. Zur Montage sind zunächst die Gleitlagerbuchsen 16 in die Wellensitze 28 im Spiralgehäuse 101 zu setzen. Anschließend werden die vormontierten Leitschaukel 1 von der Spiralseite (Kragenseite) eingestreckt und die Schaufeln 11 an den Stifte zur Anlage gebracht.

50

[0080] Die vormontierten Rollenhebel 15 werden dann auf die Wellen 12 besetzt und kreisförmig ausgerichtet. Diese Einstellung wird über die Vormontagegewinde 38 der Rollenhebel 15 fixiert.

55

[0081] Anschließend werden Rollenhebel 15 und ALA-

Wellen 12 miteinander verstiftet. Somit kann das Stellmoment übertragen werden und die Leitschaufeleinheiten 1 sind axial gesichert.

4. Abschließende Einstellungen ALA-Winkel/ELA-Winkel (Hochzeit der Verstellmechanik 3)

[0082] Zur abschließenden Einstellung wird an das Spiralgehäuse 101 der fertig bearbeitete Getriebekasten abgehängt. Aus Zugänglichkeitsgründen werden Ritzelwelle und Kontur/Einlaufring weggelassen.

[0083] Die Anlagestifte zur AIA-Nullstellung werden entfernt und Saugflansch 105 sowie anhängende ELA.103 werden mit den Kulissenanbauten axial eingeschoben. Dabei gleiten alle Rollen 13 in ihre jeweilige Kulissee 24.

[0084] Der ELA 103 ist manuell in seine größte Mitdrallstellung (85°) zu fahren. Durch die Kopplung verstellen sich die ALA-Schaukeln 11 beliebig.

[0085] Diese sind durch über die Exzenter 31 in ihre erste Grenzstellung (gem. Kopplungsgesetz) zu bringen. Zugängigkeit ist für das Verstellwerkzeug, in diesem Fall ein Innensechskantsehlüssel im Kugelkopf, über die Einstellbohrungen 107 im Saugflansch 105 gegeben.

[0086] Zur Kontrolle der ALA-Winkelposition werden die Bohrungen und die Anlagestifte im Spiralgehäuse 101 (Anlagefläche Diffüsorscheibe 106) genutzt.

[0087] Danach wird der ELA 103 manuell in seine größte Gegendrallstellung (-35°) gebracht. Dadurch verstellen sich die ALA-Schaukeln 11 abermals. Auch diese zweite Position der ALA-Schaukeln 11 wird wieder über die Exzenter 31 gem. Sollstellung eingestellt.

[0088] Zur Sicherung der Einstellungen werden dann alle Exzentereinheiten 3 über ihre Zylinderschrauben 25 im Kulissenhaltering 23 geklemmt.

[0089] Nach Demontage von Saugflansch 105 mit ELA-Anbauten 103 werden die Kulissen 24 mit Kulissenhaltering 23 verbolzt und verstiftet.

Patentansprüche

1. Radialer Getriebeverdichter (100) umfassend mehrere Verdichterstufen um ein Großrad herum gruppiert, wobei der Getriebeverdichter mehrere parallele Wellen aufweist, die jeweils ein oder zwei, in Spiralgehäusen aufgenommene, Laufräder tragen, wobei wie Wellen von einem Großrad angetrieben werden, wobei eine gegebene Verdichterstufe des Getriebeverdichters einen Eintrittsleitapparat (103) mit mehreren mittels feiner Winkelverstellung winkelverstellbaren Schaukeln (29) aufweist, **gekennzeichnet durch** die gegebene Verdichterstufe enthaltend einen Austrittsleitapparat (102) mit mehreren mittels einer Winkelverstellung winkelverstellbaren Schaukeln (11),

- eine Vorrichtung zur gekoppelten Winkelver-

stellung von den Schaukeln (11) des Austrittsleitapparats (102) und den Schaukeln (29) des Eintrittsleitapparates (103) der Verdichterstufe des Getriebeverdichters (100),

- wobei die Schaukeln (11) des Austrittsleitapparats (102) jeweils auf einer Welle (12) in einem Gehäuse (101) der Verdichterstufe gelagert sind und die Wellen (12) jeweils einen Verstellhebel (15) aufweisen, welcher unter Verwendung einer Kulissee (24) geführt wird, wobei die Kulissee (24) an einem Stellring (23) des Austrittsleitapparats (102) angeordnet sind, sodass bei Verstellung des Stellrings (23) die Winkelverstellung der Schaukeln (11) des Austrittsleitapparats (102) realisierbar ist, und

- wobei der Stellring (23) des Austrittsleitapparats (102) mit dem Eintrittsleitapparat (103) derart verbunden ist, dass die Verstellung des Stellrings (23) des Austrittsleitapparats (102) mit der Winkelverstellung der Schaukeln (29) des Eintrittsleitapparates (103) gekoppelt ist.

2. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellring (23) des Austrittsleitapparats (102) mit einem Stellring (27) des Eintrittsleitapparats (103) verbunden ist, durch welchen bei dessen Verstellung die Winkelverstellung der Schaukeln (29) des Eintrittsleitapparats (103) realisierbar ist.

3. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellhebel (15) unter Verwendung einer am Heber (15) angeordneten Rolle (13) in der Kulissee (24) geführt ist.

4. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kulissee (24) ein Langloch (26), insbesondere ein gerades Langloch (26), und/oder eine Fläche neutral zu einem Abrollkreis einer am Hebel (15) angeordneten und in der Kulissee (24) geführten Rolle (13) aufweist.

5. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Befestigung der Schaukel (11) an der Welle (12) unter Verwendung einer Muffe (14) ausgeführt ist, wobei insbesondere die Schaukel (11), die Muffe (14) und die Welle (12) über einen Stift (17), insbesondere einen Gewindestift (17), in axialer Richtung zusammengehalten werden.

6. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens

einen der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Vorrichtung zur Winkelverstellung teilbar ausgeführt ist, insbesondere die Teilbarkeit an einer Verbindungsstelle zwischen dem Verstellhebel (15) und der Kulis (24), insbesondere zwischen einer am Verstellhebel (15) angeordneten Rolle (13) und der Kulis (24), ausgeführt ist.

7. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kulis (24) und/oder eine am Verstellhebel (15) angeordnete Rolle (13) eine Montagefase, insbesondere als Einfädelhilfe, aufweisen/aufweist.
8. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gehäuse (101) ein Spiralgehäuse (101) ist.
9. Radialer Getriebeverdichter (100) nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Getriebeverdichter (100) ein mehrstufiger Getriebeverdichter (100), eingesetzt für eine Luftzerlegung, ist.
10. Verfahren zum Montieren der Verdichterstufe des radialen Getriebeverdichters (100) gemäß einem der voranstehenden Vorrichtungsansprüche, bei Kopplung der Winkelverstellung des Austrittsleitapparats (102) mit der Winkelverstellung des Eintrittsleitapparats (103) der Verdichterstufe des Getriebeverdichters (100), bei dem
 - zunächst
 - die Schaufeln (11) des Austrittsleitapparats (102) auf die jeweilige Welle (12) und Rollen (13) an dem jeweiligen Verstellhebel (15) montiert werden sowie
 - die Kulissen (24) an dem Stellring (23) des Eintrittsleitapparats (103) und der Stellring (23) an dem Eintrittsleitapparat (103) montiert werden und
 - die Wellen (12) in dem Gehäuse (101) und die Verstellhebel (15) auf die jeweilige Welle (12) montiert werden
 - danach
 - der Eintrittsleitapparat (103) in das Gehäuse (101) montiert wird, wobei die Rollen (13) in die jeweilige Kulis (24) eingeführt werden, wodurch die Kopplung bewirkt wird.

Claims

1. Radial geared compressor (100) comprising a plurality of compressor stages which are grouped around a bull gear, wherein the geared compressor has a plurality of parallel shafts which in each case carry one or two impellers which is, or are, accommodated in scroll casings, wherein the shafts are driven by a bull gear, wherein a given compressor stage of the geared compressor has an inlet guide vane apparatus (103) with a plurality of vanes (29) which are angularly adjustable by means of an angular adjustment arrangement, **characterized by**
 - the given compressor stage comprising an exit guide vane apparatus (102) with a plurality of vanes (11) which are angularly adjustable by means of an angular adjustment arrangement,
 - a device for the coupled angular adjustment of the vanes (11) of the exit guide vane apparatus (102) and of the vanes (29) of the inlet guide vane apparatus (103) of the compressor stage of the geared compressor (100),
 - wherein the vanes (11) of the exit guide vane apparatus (102) are mounted in each case on a shaft (12) in a casing (101) of the compressor stage and the shafts (12) have in each case an adjusting lever (15) which is guided using a slotted link (24), wherein the slotted links (24) are arranged on an adjusting ring (23) of the exit guide vane apparatus (102) so that with adjustment of the adjusting ring (23) the angular adjustment of the vanes (11) of the exit guide vane apparatus (102) can be realized, and
 - wherein the adjusting ring (23) of the exit guide vane apparatus (102) is connected to the inlet guide vane apparatus (103) in such a way that the adjustment of the adjusting ring (23) of the exit guide vane apparatus (102) is coupled to the angular adjustment of the vanes (29) of the inlet guide vane apparatus (103).
2. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that**
the adjusting ring (23) of the exit guide vane apparatus (102) is connected to an adjusting ring (27) of the inlet guide vane apparatus (103) by means of which, during its adjustment, the angular adjustment of the vanes (29) of the inlet guide vane apparatus (103) can be realized.
3. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims, **characterized in that**
the adjusting lever (15) is guided in the slotted link (24) using a roller (13) which is arranged on the lever

(15).

4. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

the slotted link (24) has an elongated hole (26), especially a straight elongated hole (26), and/or has a surface which is neutral to a roll circle of a roller (13) which is arranged on the lever (15) and guided in the slotted link (24).

5. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

fastening of the vanes (11) on the shaft (12) is carried out using a sleeve (14), wherein in particular the vanes (11), the sleeve (14) and the shaft (12) are held together in the axial direction via a pin (17), especially a threaded pin (17).

6. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

the device for the angular adjustment is of a separable construction, the separability especially being carried out at a connecting point between the adjusting lever (15) and the slotted link (24), especially between a roller (13), which is arranged on the adjusting lever (15), and the slotted link (24).

7. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

the slotted link (24) and/or a roller (13), which is arranged on the adjusting lever (15), have, or has, an installation chamfer, especially as a lead-in aid.

8. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

the casing (101) is a scroll casing (101).

9. Radial geared compressor (100) according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

the geared compressor (100) is a multistage geared compressor (100), used for an air separation plant.

10. Method for the mounting of the compressor stage of the radial geared compressor (100) according to one of the preceding device claims, with coupling of the angular adjustment of the exit guide vane apparatus (102) to the angular adjustment of the inlet guide vane apparatus (103) of the compressor stage of the geared compressor (100), in which

- first of all,

- the vanes (11) of the exit guide vane apparatus (102) are mounted on the respective shaft (12) and rollers (13) are mounted on the respective adjusting lever (15) and
- the slotted links (24) are mounted on the adjusting ring (23) of the inlet guide vane apparatus (103) and the adjusting ring (23) is mounted on the inlet guide vane apparatus (103) and
- the shafts (12) are installed in the casing (101) and the adjusting levers (15) are mounted on the respective shaft (12)

- then

- the inlet guide vane apparatus (103) is installed in the casing (101), wherein the rollers (13) are introduced into the respective slotted link (24), as a result of which the coupling is brought about.

Revendications

1. Compresseur (100) radial à engrenage, comprenant plusieurs étages de compresseur regroupés autour d'une grande roue,

le compresseur à engrenage ayant plusieurs arbres parallèles, qui portent respectivement une ou deux roues logées dans des volutes,

les arbres étant entraînés par une grande roue, un étage donné du compresseur à engrenage comportant un distributeur (103) d'entrée ayant plusieurs aubes (29) réglables angulairement au moyen d'un réglage d'angle,

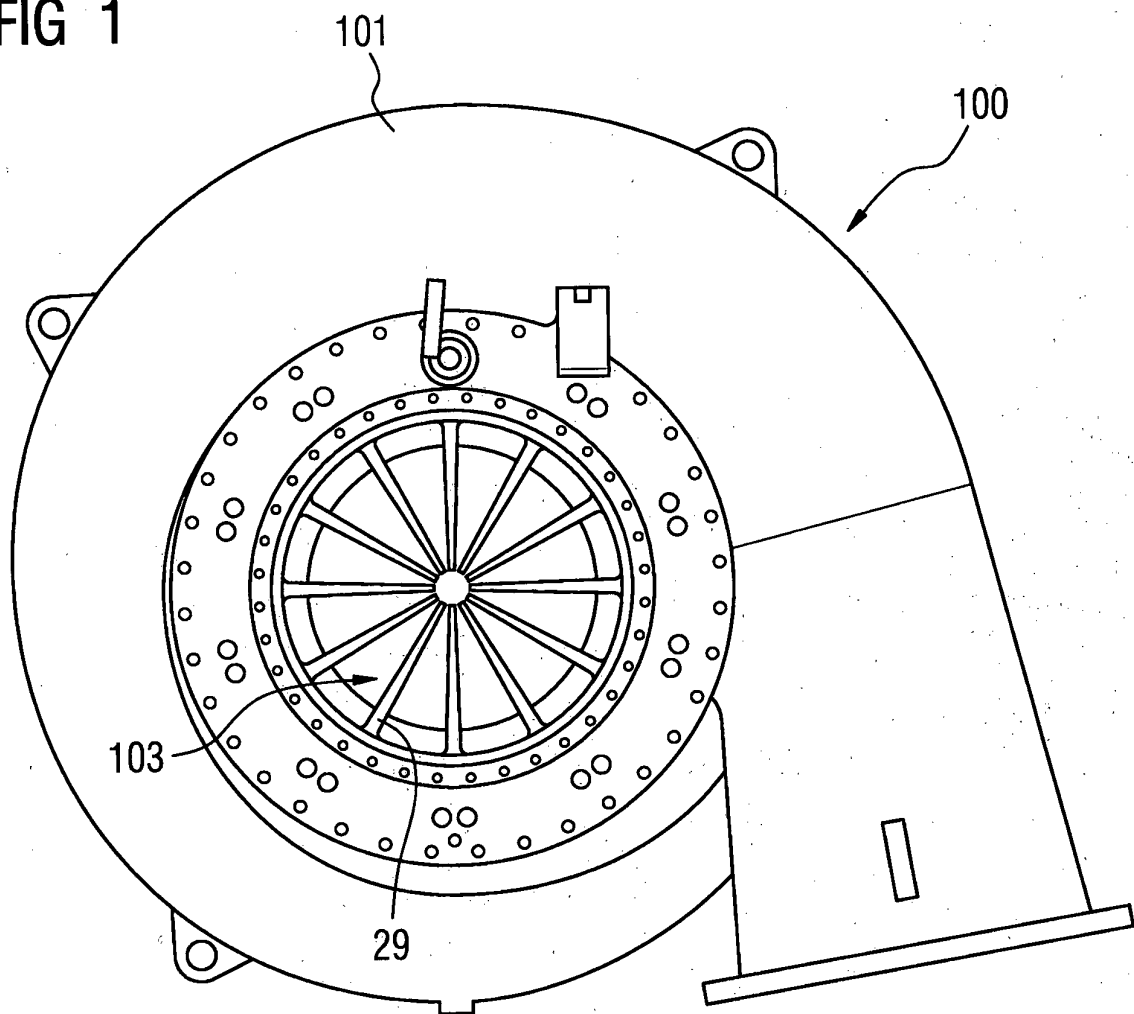
caractérisé en ce que l'étage donné de compresseur comporte un distributeur (102) de sortie ayant plusieurs aubes (11) réglables angulairement au moyen d'un réglage d'angle,

- un dispositif pour le réglage angulaire couplé des aubes (11) du distributeur (102) de sortie et des aubes (29) du distributeur (103) d'entrée de l'étage du compresseur (100) à engrenage,

- les aubes (11) du distributeur (102) de sortie étant montées respectivement sur un arbre (12) dans une enveloppe (101) de l'étage de compresseur et les arbres (12) ayant respectivement un levier (15) de déplacement, qui est guidé en utilisant une coulisse (24), les coulisses (24) étant disposées sur un anneau (23) de réglage du distributeur (102) de sortie, de manière à pouvoir, en déplaçant l'anneau (23) de réglage, réaliser le réglage angulaire des aubes (11) du distributeur (102) de sortie et
- l'anneau (23) de réglage du distributeur (102) de sortie est relié au distributeur (103)

- d'entrée, de manière à coupler le déplacement de l'anneau (23) de réglage du distributeur (102) de sortie au réglage angulaire des aubes (29) du distributeur (103) d'entrée.
2. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'anneau (23) de réglage du distributeur (102) de sortie est relié à un anneau (27) de réglage du distributeur (103) d'entrée, par lequel, lors de son déplacement, le réglage angulaire des aubes (29) du distributeur (103) d'entrée peut être réalisé.
 3. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le levier (15) de déplacement est guidé dans la coulisse (24), en utilisant un galet (13) monté sur le levier (15).
 4. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la coulisse (24) a une boutonnière (26), notamment une boutonnière (26) droite, et/ou une surface neutre par rapport à un cercle de roulement d'un galet (13), montée sur le levier (15) et guidée dans la coulisse (24).
 5. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une fixation de l'aube (11) à l'arbre (12) est réalisée en utilisant un manchon (14), l'aube (11), le manchon (14) et l'arbre (12) étant notamment maintenus ensemble dans la direction axiale par une broche (17), notamment par une broche (17) filetée.
 6. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage angulaire est réalisé de manière séparable, la séparabilité étant réalisée notamment en un point de liaison entre le levier (15) de déplacement et la coulisse (24), notamment entre un galet (13) monté sur le levier (15) de déplacement et la coulisse (24).
 7. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la coulisse (24) et/ou un galet (13) monté sur le levier (15) de déplacement ont/a un biseau de montage, notamment comme aide à l'enfilage.
 8. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (101) est une volute (101).
 9. Compresseur (100) radial à engrenage suivant au moins l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le compresseur (100) à engrenage est un compresseur (100) à engrenage à plusieurs étages, utilisé pour un fractionnement de l'air.
 10. Procédé de montage de l'étage du compresseur (100) radial à engrenage suivant l'une des revendications de dispositif précédentes, lors du couplage du réglage angulaire du distributeur (102) de sortie au réglage angulaire du distributeur (103) d'entrée de l'étage du compresseur (100) à engrenage, dans lequel
 - d'abord
 - on monte les aubes (11) du distributeur (102) de sortie sur l'arbre (12) respectif et les galets (13) sur le levier (15) de déplacement respectif ainsi que
 - on monte les coulisses (24) sur l'anneau (23) de réglage du distributeur (103) d'entrée et l'anneau (23) de réglage sur le distributeur (103) d'entrée et
 - on monte les arbres (12) dans l'enveloppe (101) et les leviers (15) de déplacement sur les arbres (12) respectifs,
 - puis
 - on monte le distributeur (103) d'entrée dans l'enveloppe (101), les galets (13) étant introduits dans les coulisses (24) respectives, ce qui donne le couplage.

FIG 1



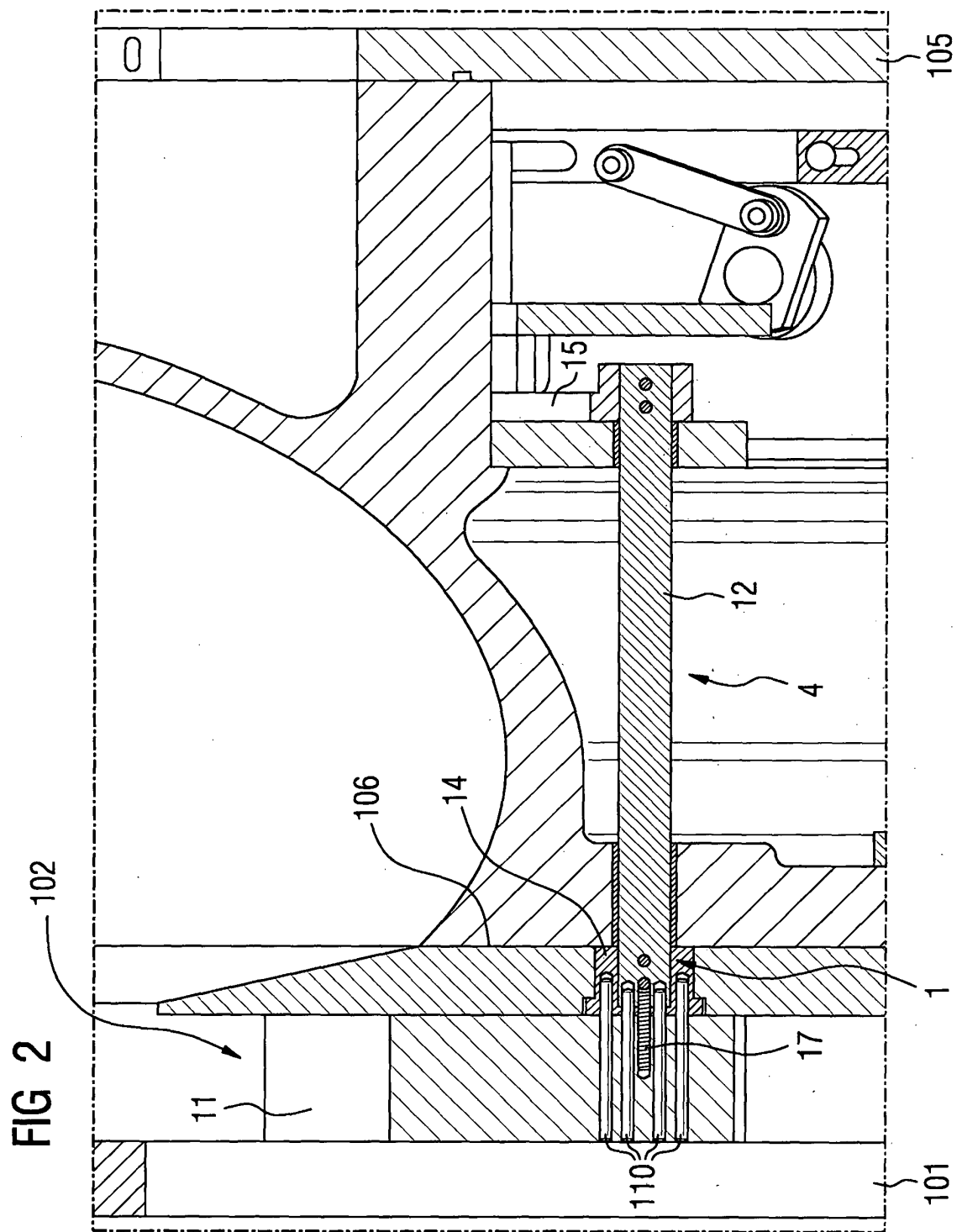


FIG 3

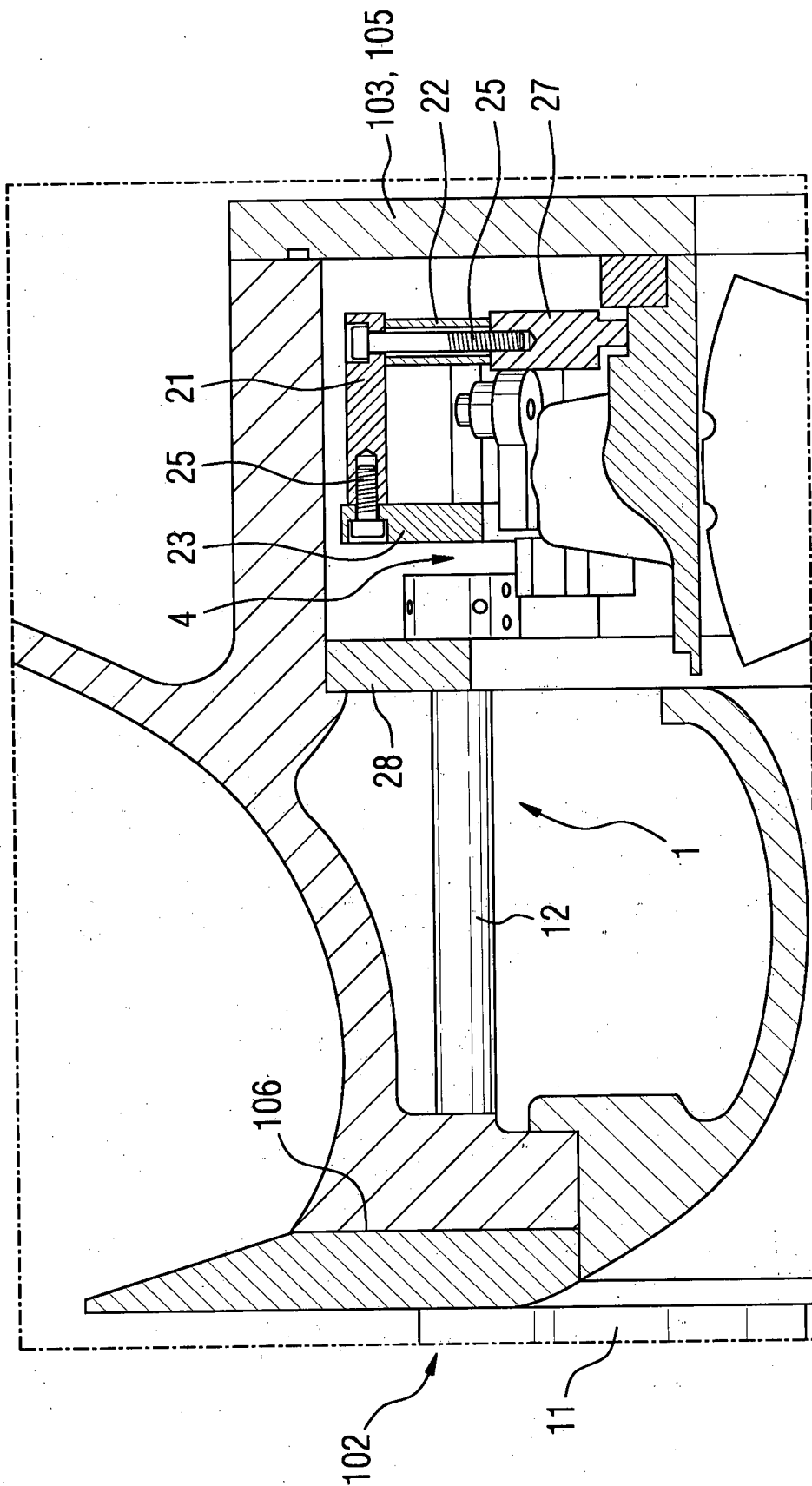


FIG 4

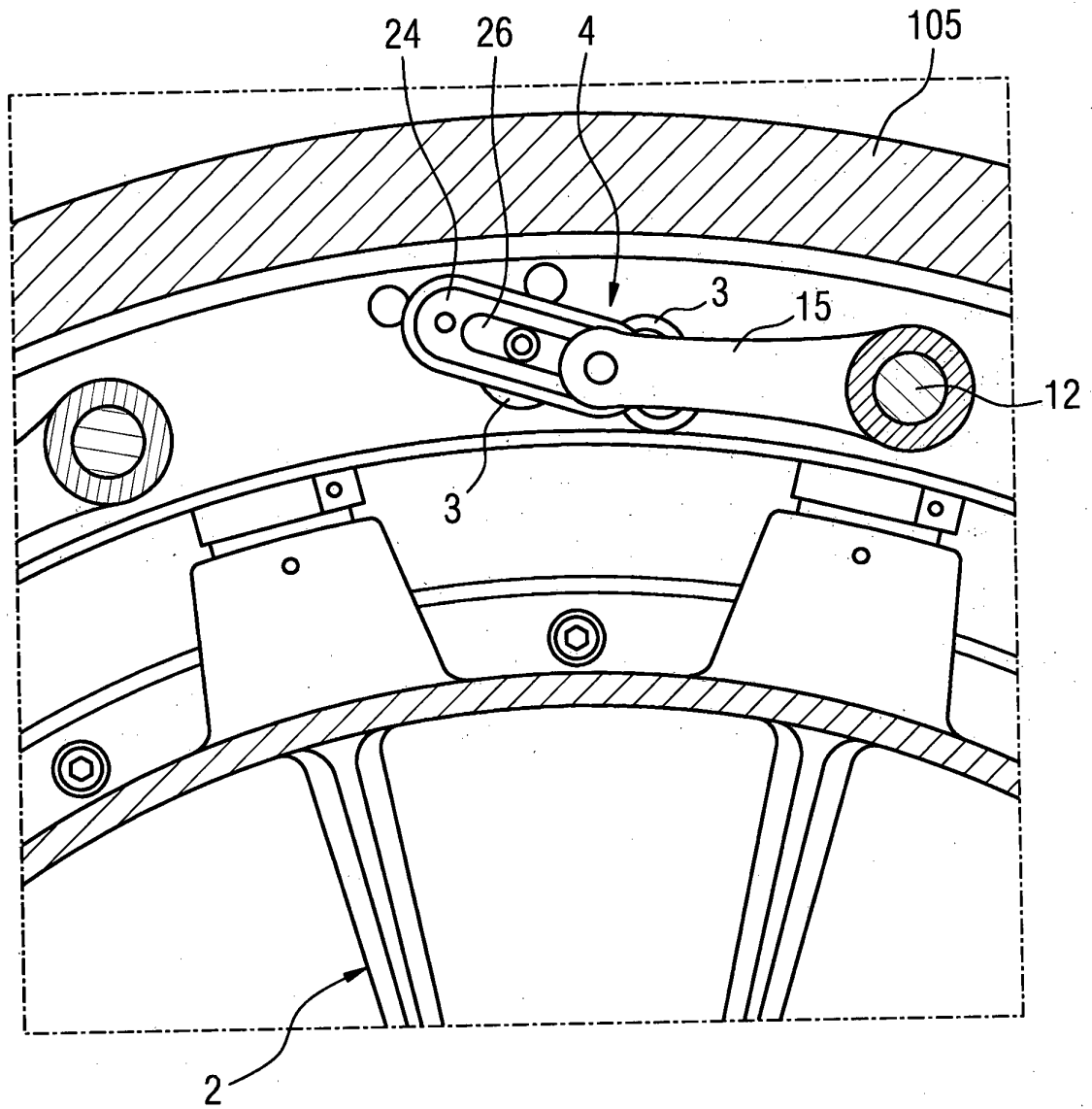


FIG 5

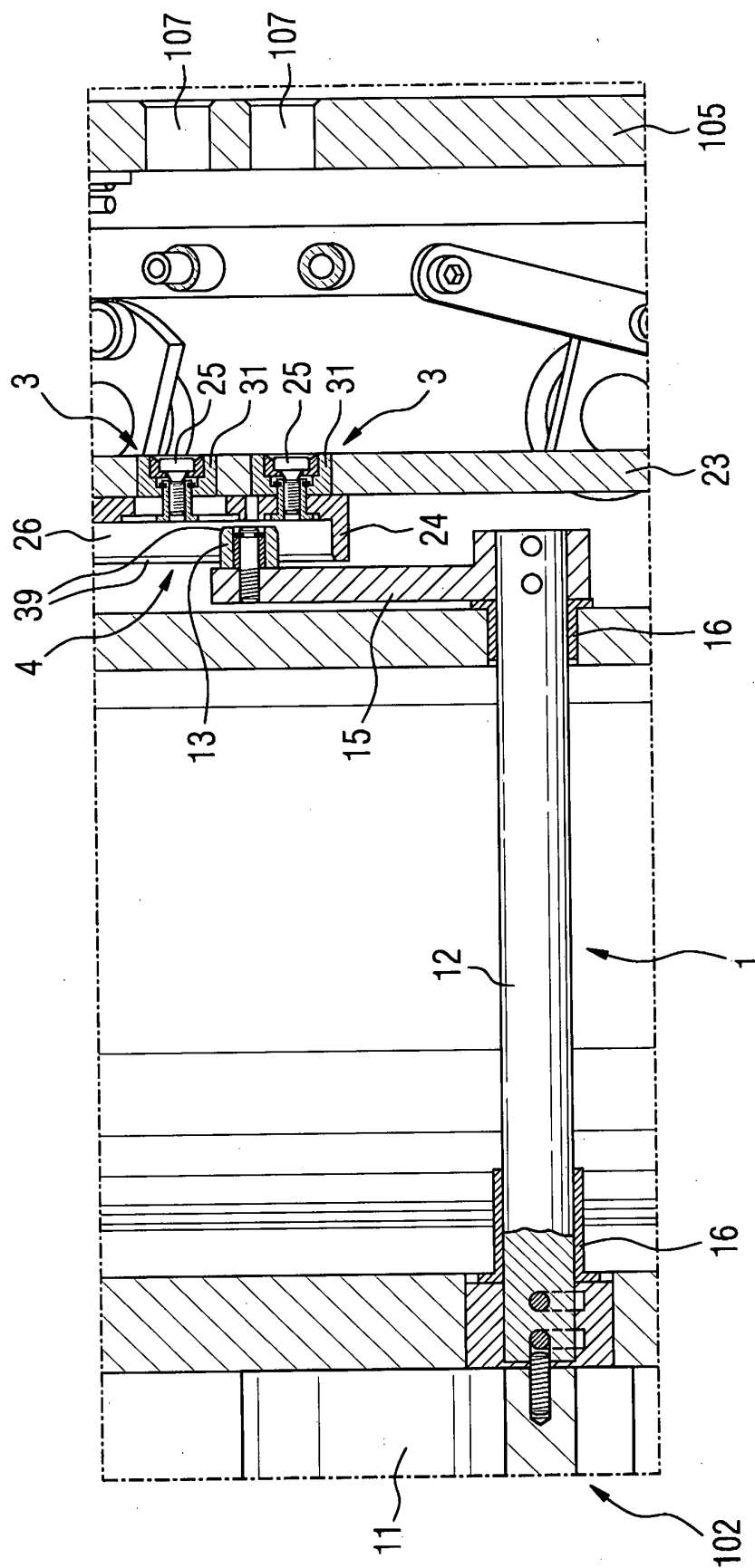


FIG 6

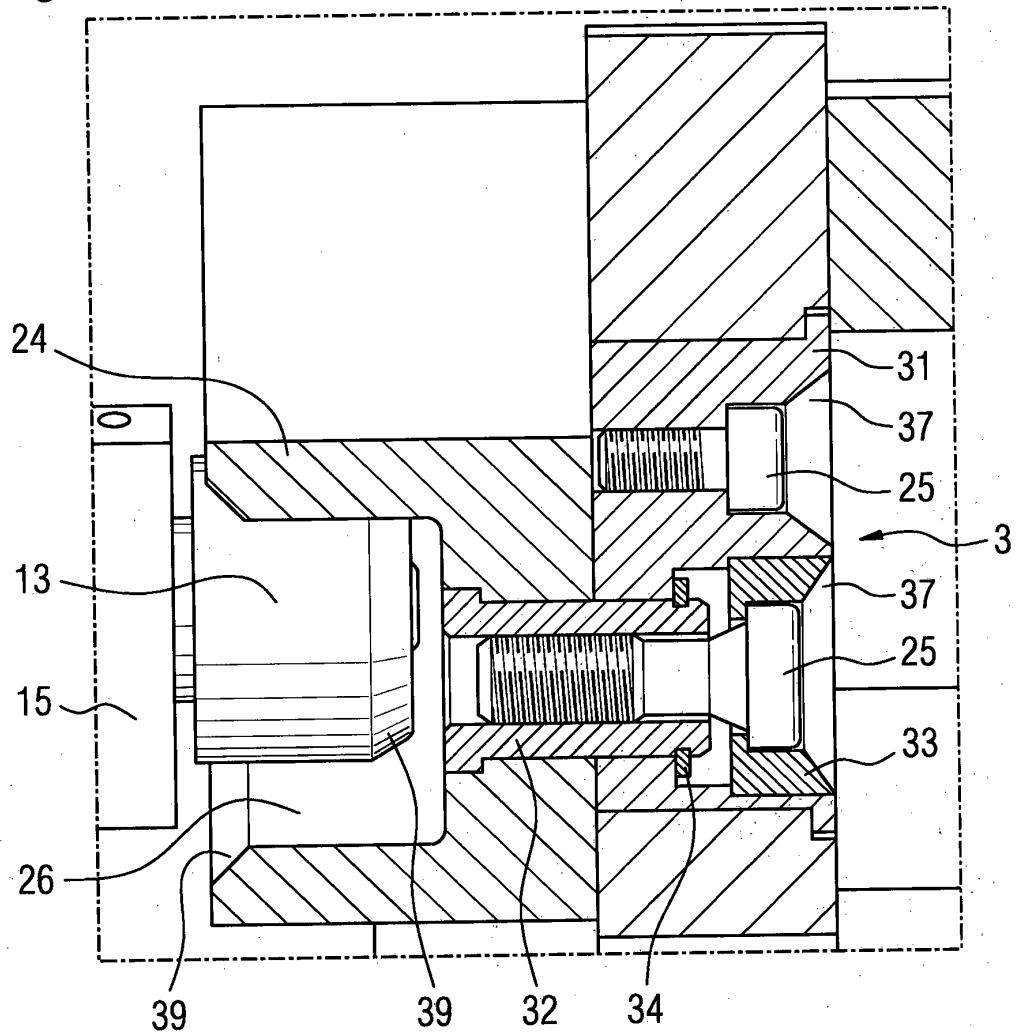


FIG 7

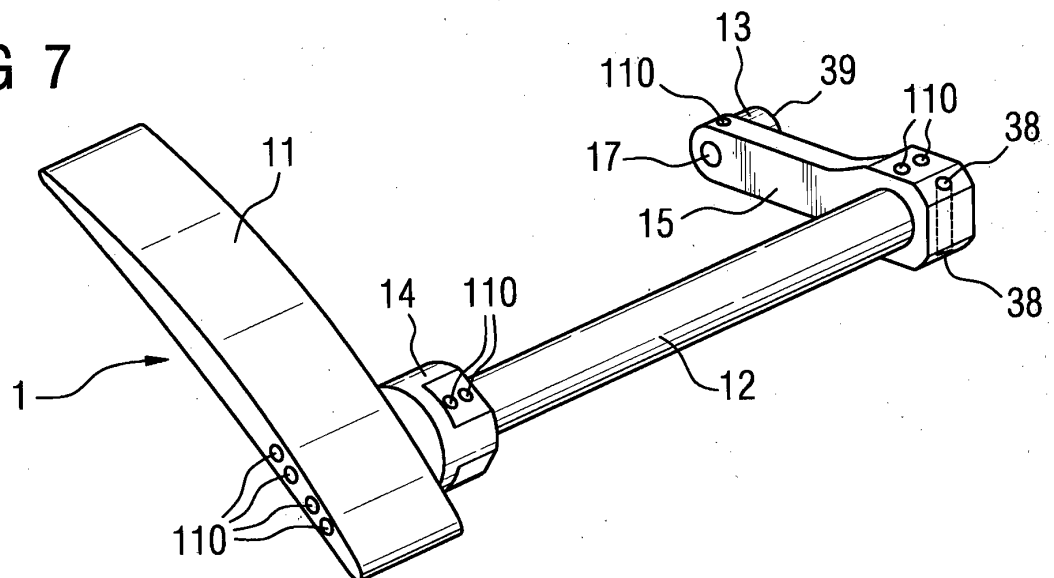


FIG 9

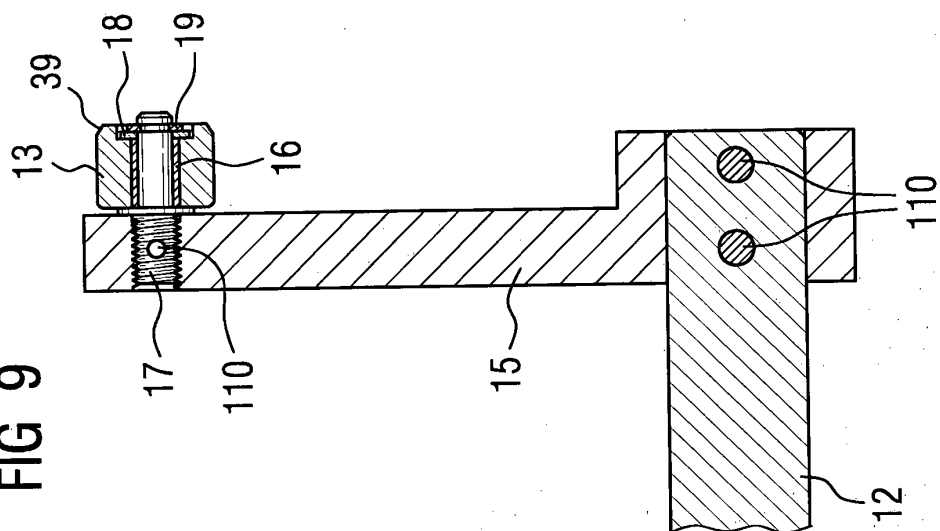
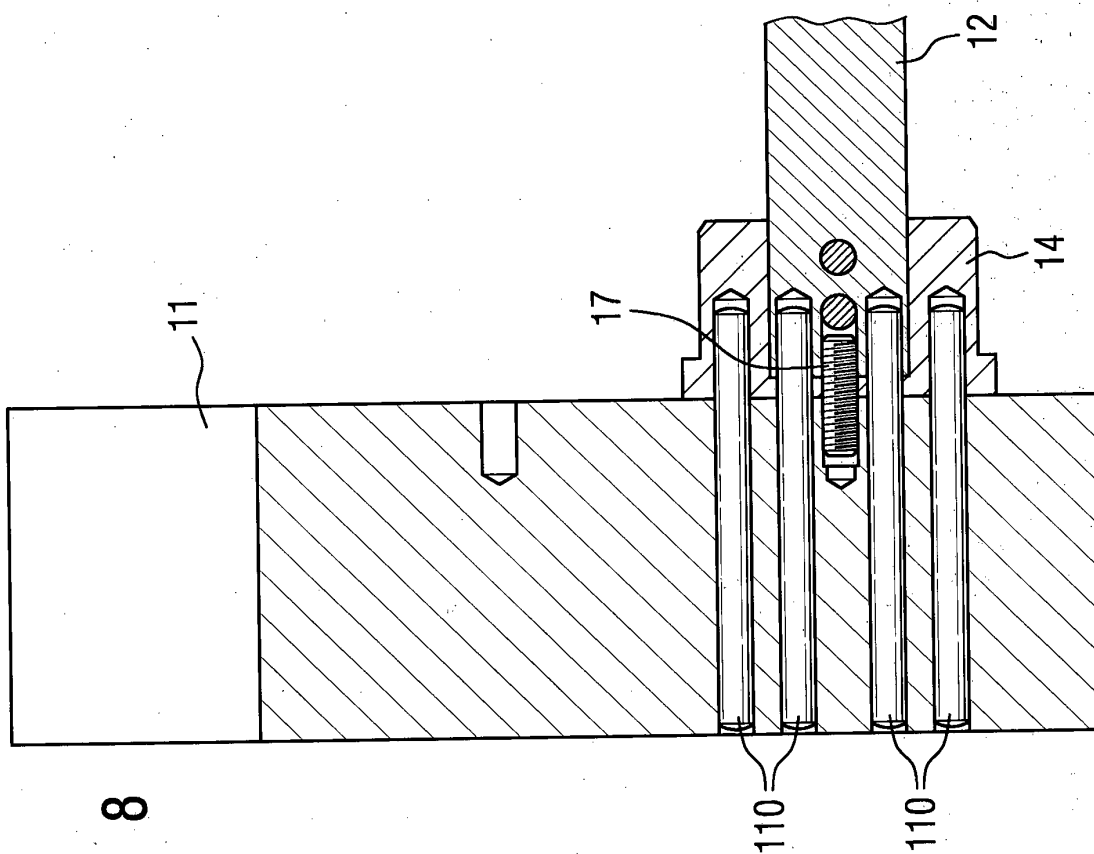


FIG 8



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 5490760 A [0010]