

(19)



(11)

EP 2 592 239 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2013 Patentblatt 2013/20

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12188149.4**

(22) Anmeldetag: **11.10.2012**

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

(30) Priorität: **09.11.2011 DE 102011086031**
25.04.2012 DE 102012206855

(71) Anmelder: **Bosch Mahle Turbo Systems GmbH &
Co. KG**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Naunheim, Dirk**
70176 Stuttgart (DE)
• **Rentz, Florian**
70193 Stuttgart (DE)
• **Butscher, Christoph**
71229 Leonberg (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner**
Rechtsanwälte Notare Patentanwälte
Königstrasse 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) **Variable Turbinengeometrie für eine Ladeeinrichtung und entsprechende Ladeeinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Variable Turbinengeometrie (1) für eine Ladeeinrichtung (2) mit einem Schaufellagerring (3), an welchem mehrere Leitschaufeln (4) drehbar gelagert sind und einem relativ zum Schaufellagerring (3) verdrehbaren Verstellring (5) zum simultanen Verdrehen der Leitschaufeln (4). Erfindungs-

wesentlich ist dabei, dass der Verstellring (5) den Schaufellagerring (6) zumindest teilweise koaxial umfasst, und dass eine Federeinrichtung (6) vorgesehen ist, die den Verstellring (5) in Radialrichtung zum Schaufellagerring (3) elastisch vorspannt. Hierdurch kann das Hystereseverhalten positiv beeinflusst werden. Eine entsprechende Ladeeinrichtung wird ebenfalls präsentiert.

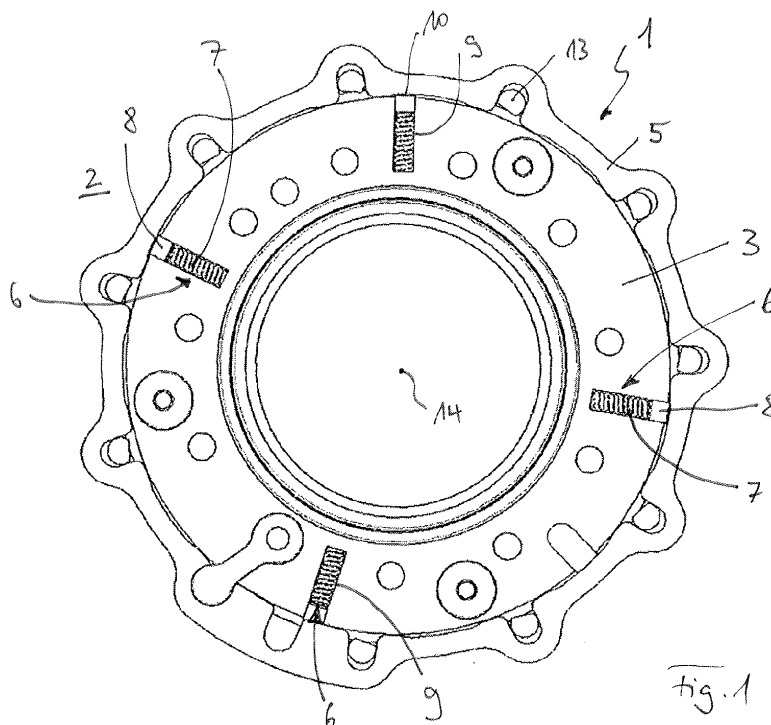


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine variable Turbinengeometrie (VTG) für eine Ladeeinrichtung mit einem Schaufellagerring, an welchem mehrere Leitschaufeln drehbar gelagert sind. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ebenfalls eine Ladeeinrichtung mit zumindest einer variablen Turbinen-/Verdichter-Geometrie.

[0002] Ladeeinrichtungen, wie zum Beispiel Abgasturbolader, können mit einer variablen Turbinengeometrie ausgestattet werden. Die variable Turbinengeometrie ist mit beweglichen Leitschaufeln versehen, die einen Zuströmquerschnitt der Abgase auf das Turbinenrad beeinflussen beziehungsweise verändern können. Durch eine derartige variable Turbinengeometrie ist somit turbinenseitig der Zustrom von Abgas auf das Turbinenrad veränderbar, sodass mittels der variablen Turbinengeometrie die Rotationsgeschwindigkeit des Turbinenrades und darüber die Leistung des Abgasturboladers beeinflusst werden kann. Verdichterseitig kann mit einer variablen Verdichtergeometrie der durch das Verdichterrad erzeugte Luft-/Abgasstrom beeinflusst werden.

[0003] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten variablen Turbinengeometrien kommt es aufgrund von thermischen Randbedingungen zu einem unerwünschten Spiel zwischen Schaufellagerring einerseits und Verstellring andererseits, wodurch insbesondere unterschiedliche Positionen des Verstellrings abhängig von der Bewegungsrichtung auftreten können, was wiederum zu einer unerwünschten Hysterese in der Kinematik führt. Eine derartige Hysterese verschlechtert die Regelbarkeit der variablen Turbinengeometrie und respektive des damit ausgestatteten Abgasturboladers erheblich. Ein gewisses Spiel muss jedoch immer vorhanden sein, um insbesondere ein Verklemmen aufgrund unterschiedlicher Temperatúrausdehnungen der einzelnen Komponenten sicher vermeiden zu können.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine variable Turbinengeometrie und für eine mit einer derartigen variablen Turbinengeometrie ausgestatteten Ladeeinrichtung eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch ein deutlich reduziertes Hystereseverhalten auszeichnet.

[0005] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen an einem Schaufellagerring einer variablen Turbinengeometrie gelagerten Verstellring zum simultanen Verdrehen von Leitschaufeln nunmehr über zumindest eine Federeinrichtung elastisch gegenüber dem Schaufellagerring vorzuspannen. Die erfindungsgemäße variable Turbinengeometrie für eine Ladeeinrichtung, beispielsweise für einen Abgasturbolader, weist in bekannter Weise den Schaufellagerring auf,

an welchem mehrere Leitschaufeln drehbar gelagert sind. Über diese Leitschaufeln erfolgt die Regulierung des Zuströmquerschnitts für die Turbine. Zum Verdrehen der Leitschaufeln ist der relativ zum Schaufellagerring verdrehbare Verstellring vorgesehen, wobei der Verstellring den Schaufellagerring zumindest teilweise koaxial umfasst. Die erfindungsgemäß vorgesehene Federeinrichtung spannt nun den Verstellring in Radialrichtung zum Schaufellagerring elastisch vor, wodurch das bisher vorhandene Spiel vorzugsweise gänzlich eliminiert, auf jeden Fall aber die Hysterese deutlich reduziert werden kann, womit der Abgasturbolader bzw. eine mit der erfindungsgemäßen variablen Turbinengeometrie ausgestattete Ladeeinrichtung besser steuer-/regelbar ist.

[0007] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist die Federeinrichtung zumindest eine, vorzugsweise drei, in Radialrichtung im Schaufellagerring gelagerte Federn, insbesondere Spiralfedern auf, die sich innen am Schaufellagerring und außen über einen jeweiligen Bolzen am Verstellring abstützen. Generell ist hierbei selbstverständlich eine einzige Feder ausreichend, wobei über das Vorsehen von zumindest drei Federn eine statisch bestimmte Lagerung des Verstellrings gegenüber dem Schaufellagerring erreicht und beispielsweise zugleich eine Zentrierung des Verstellrings relativ zum Schaufellagerring erzielt werden kann. Ein während des Betriebs der variablen Turbinengeometrie auftretender Verschleiß am Bolzen und/oder am Verstellring wird durch das Nachdrücken der Feder der Federeinrichtung ausgeglichen, wodurch sich die Lagereigenschaften des Verstellrings auch bei längerem Betrieb nicht oder nur unwesentlich ändern.

[0008] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist der Verstellring über die Bolzen in Umfangsrichtung gleitend gegenüber dem Schaufellagerring gelagert. In diesem Fall liegt somit eine Gleitlagerung des Verstellrings in Bezug auf die Bolzen vor, wobei zur Verbesserung der Lagereigenschaften eine Kontaktfläche des Bolzens zum Verstellring beispielsweise ballig oder gewölbt ausgeführt sein kann, wodurch sich die Kontaktfläche insgesamt verkleinert. Denkbar ist auch, dass eine Kontaktfläche des Bolzens mit einer Gleitbeschichtung, beispielsweise einer tribologischen Beschichtung, beschichtet ist, was wiederum die Reibungskräfte reduziert und damit eine erleichterte Verstellbewegung ermöglicht. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist am Bolzen eine Kugel oder eine Walze angeordnet, über die eine Rolllagerung des Verstellrings bewirkt wird. Beispielsweise könnte der Bolzen in der Art einer Kugelschreibermine ausgebildet sein und über die mit dem Verstellring in Kontakt tretende Kugel letzteren lagern.

[0009] Zweckmäßig ist die zumindest eine Feder in einer radialen Sacklochbohrung im Schaufellagerring angeordnet. Um eine einerseits platzsparende und andererseits geschützte Anordnung der Feder am Schaufellagerring erzielen zu können, können in diesen radiale

Öffnungen in der Art von Sacklochbohrungen eingebracht werden, wobei in diese Sacklochbohrungen zunächst die Feder und abschließend der Bolzen eingesetzt werden. Eine Oberfläche des Bolzens sowie eine benachbarte Oberfläche des Schaufellagerings in Bezug auf die Mantelfläche fluchten dabei ausschließlich dann, sofern der Bolzen zusammen mit der Feder niedergedrückt wird. Nach dem Niederdrücken kann der Verstellring aufgezogen werden, wobei dann der Bolzen gegen den Verstellring drückt und diesen gegen den Schaufellagering vorspannt.

[0010] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibungen anhand der Zeichnungen.

[0011] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0013] Es zeigen, jeweils schematisch:

- Fig. 1 eine Ansicht auf eine erfindungsgemäße variable Turbinengeometrie,
- Fig. 2 eine Detaildarstellung aus Fig. 1,
- Fig. 3 eine Ansicht von schräg oben auf die erfindungsgemäße variable Turbinengeometrie,
- Fig. 4 eine Darstellung wie in Fig. 3, jedoch ohne Verstellring.

[0014] Entsprechend den Fig. 1 bis 4, weist eine erfindungsgemäße variable Turbinengeometrie 1 für eine lediglich schematisch angedeutete Ladeeinrichtung 2, beispielsweise einen Abgasturbolader, einen Schaufellagering 3 auf, an welchem mehrere Leitschaufeln 4 (vgl. die Fig. 3 und 4) drehbar gelagert sind. Zum simultanen Verdrehen der Leitschaufeln 4 und damit auch zum Einstellen eines Strömungszutritts zur nicht gezeigten Turbine der Ladeeinrichtung 2 ist ein relativ zum Schaufellagering 3 verdrehbarer Verstellring 5 vorgesehen. Der Verstellring 5 umgibt dabei den Schaufellagering 3 zumindest teilweise koaxial, wobei erfindungsgemäß zusätzlich eine Federeinrichtung 6 vorgesehen ist, die den Verstellring 5 in Radialrichtung zum Schaufellagering 3 elastisch vorspannt. Die Federeinrichtung 6 besitzt dabei zumindest eine in Radialrichtung im Schaufellagering 3 gelagerte Feder 7, gemäß der Fig. 1 insgesamt vier Federn 7, die insbesondere auch als Spiralfedern ausgebildet sein können und die sich innen am Schaufellager-

ring und außen über einen Bolzen 8 am Verstellring 5 abstützen. Generell ist dabei lediglich eine einzige Federeinrichtung 6 erforderlich, um insbesondere ein bisher negatives Hystereseverhalten beim Verstellen der Leitschaufeln 4 zumindest minimieren zu können. Mit der erfindungsgemäßen Federeinrichtung 6 kann darüber hinaus das erforderliche Spiel des Verstellrings 5 verkleinert werden, was ebenfalls dazu beiträgt, das Hystereseverhalten günstig zu beeinflussen. Durch das Spiel in der Lagerung und somit unterschiedlichen Positionen des Verstellrings 5 abhängig von der Bewegungsrichtung kommt es nämlich zu Hystereserscheinung in der Kinematik, was die Regelbarkeit der variablen Turbinengeometrie 1 und damit auch die Regelbarkeit der Ladeeinrichtung 2 deutlich verschlechtert. Ein bestimmtes Spiel des Verstellrings 5 ist jedoch aufgrund thermischer Randbedingungen und unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten erforderlich, um insbesondere ein Klemmen im Betrieb der Ladeeinrichtung zuverlässig ausschließen zu können.

[0015] Betrachtet man die Fig. 2, so kann man erkennen, dass der Verstellring 5 über den/die Bolzen 8 in Umfangsrichtung gleitend gegenüber dem Schaufellagering 3 gelagert ist. Der Verstellring 5 kann zusätzlich direkt am Schaufellagering 3 gleitend gelagert sein. In diesem Fall bilden die Bolzen 8 und der Schaufellagering 3 zusammen eine Gleitfläche. Die zumindest eine Feder 7 befindet sich dabei in einer radialen Sacklochbohrung 9 im Schaufellagering 3, wobei diese Sacklochbohrung 9 selbstverständlich keine Bohrung im eigentlichen Sinne sein muss. Um ein möglichst leichtgängiges Gleiten des Verstellrings 5 auf dem oder den Bolzen 8 zu ermöglichen, kann eine Kontaktfläche 10 des Bolzens 8, mit welchem er den Verstellring 5 kontaktiert, ballig oder gewölbt oder kegelförmig ausgeführt sein. Alternativ ist auch denkbar, dass am Bolzen 8 eine Kugel oder eine Walze angeordnet ist, über die eine leichtgängigere Rolllagerung des Verstellrings 5 bewirkt werden kann. Die Lagerung der Kugel am Bolzen 8 kann beispielsweise in der Art einer Kugelschreibermine ausgeführt sein.

[0016] Gemäß der Fig. 2 ist weiter zu erkennen, dass der Bolzen 8 in einer radialen Ausnehmung 11 des Verstellrings 5 geführt ist, wobei die radiale Ausnehmung 11 in Umfangsrichtung einen Winkel α abdeckt, der im Wesentlichen denjenigen Drehwinkel darstellt, den der Verstellring 5 zwischen zwei Endstellungen überstreicht. Im Verstellring 5 sind Aussparungen 12 vorgesehen, in welche ein jeweiliger Leitschaufelhebel 13 (vgl. Fig. 3) eingreift.

[0017] Betrachtet man die Fig. 3 und 4, so kann man erkennen, dass der Schaufellagering 3 in Axialrichtung 14 eine Radialstufe 15 aufweist, auf welcher der Verstellring 5 (vgl. Fig. 3) bei montierter variabler Turbinengeometrie 1 aufliegt. Der Bolzen 8 ist dabei in einem Übergangsbereich der Radialstufe 15 angeordnet.

[0018] Durch die zumindest eine Federeinrichtung 6 wird der Verstellring 5 immer definiert vorgespannt, wobei ein möglicher Verschleiß aufgrund einer Vielzahl an

Verstellbewegungen am Bolzen 8 oder am Verstellring 5 durch das Nachdrücken der Feder 7 der Federeinrichtung 6 ausgeglichen wird. Um ein möglichst leichtes Gleiten des Bolzens 8 in der Radialausnehmung 11 am Verstellring 5 bewirken zu können, kann der Bolzen 8 insbesondere an seiner Kontaktfläche 10 tribologisch beschichtet sein. Werden zumindest drei Federeinrichtungen 6 eingesetzt, ist der Verstellring 5 überfedert gelagert, was den Vorteil hat, dass die Reibung über die Federkraft definiert eingestellt werden kann. Bei der Auslegung einer Stelleinrichtung zum Verstellen der variablen Turbinengeometrie 1 kann dann die notwendige Kraft exakt vorherbestimmt und somit die Stelleinrichtung exakt angepasst werden. Durch mehrere Federeinrichtungen 6 in Umfangsrichtung verteilt ergibt sich zudem eine Zentrierung des Verstellrings 5 relativ zum Schaufellagerring 3, was sich wiederum vorteilhaft auf die Regelbarkeit auswirkt. Insgesamt lässt sich mit der erfindungsgemäßen variablen Turbinengeometrie 1 ein deutlich verringertes Spiel und damit eine deutlich reduzierte Hysterese erreichen, was zu einer deutlich erhöhten Schaltgenauigkeit und Regelgenauigkeit der variablen Turbinengeometrie 1 führt.

Patentansprüche

1. Variable Turbinengeometrie (1) für eine Ladeeinrichtung (2) mit

- einem Schaufellagerring (3), an welchem mehrere Leitschaufeln (4) drehbar gelagert sind,
- einem relativ zum Schaufellagerring (3) verdrehbaren Verstellring (5) zum simultanen Verdrehen der Leitschaufeln (4),

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Verstellring (5) den Schaufellagerring (6) zumindest teilweise coaxial umfasst,
- **dass** eine Federeinrichtung (6) vorgesehen ist, die den Verstellring (5) in Radialrichtung zum Schaufellagerring (3) elastisch vorspannt.

2. Variable Turbinengeometrie nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Federeinrichtung (6) zumindest eine in Radialrichtung im Schaufellagerring (3) gelagerte Feder (7), insbesondere eine Spiralfeder, aufweist, die sich innen am Schaufellagerring (3) und außen über einen Bolzen (8) am Verstellring (5) abstützt.

3. Variable Turbinengeometrie nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest drei in Radialrichtung im Schaufellagerring (3) gelagerte Federn (7), insbesondere Spiralfedern, vorgesehen sind.

4. Variable Turbinengeometrie nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Verstellring (5) über die Bolzen (8) in Umfangsrichtung gleitend gegenüber dem Schaufellagerring (3) gelagert ist.

5. Variable Turbinengeometrie nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

die zumindest eine Feder (7) in einer radialen Sacklochbohrung (9) im Schaufellagerring (3) angeordnet ist.

6. Variable Turbinengeometrie nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

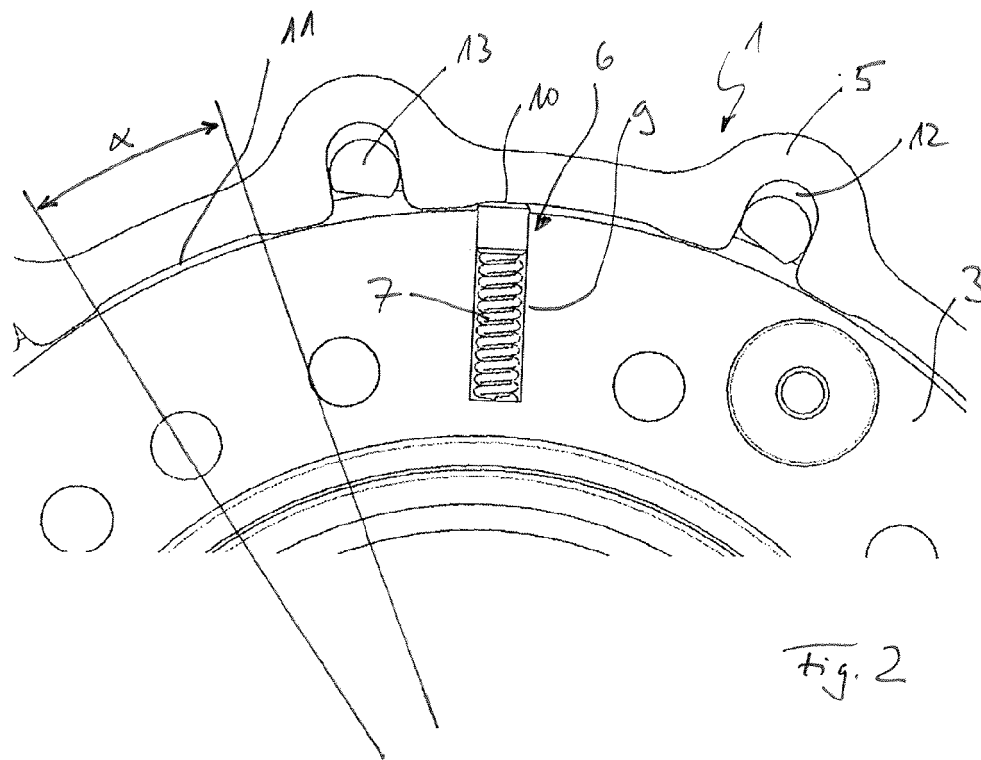
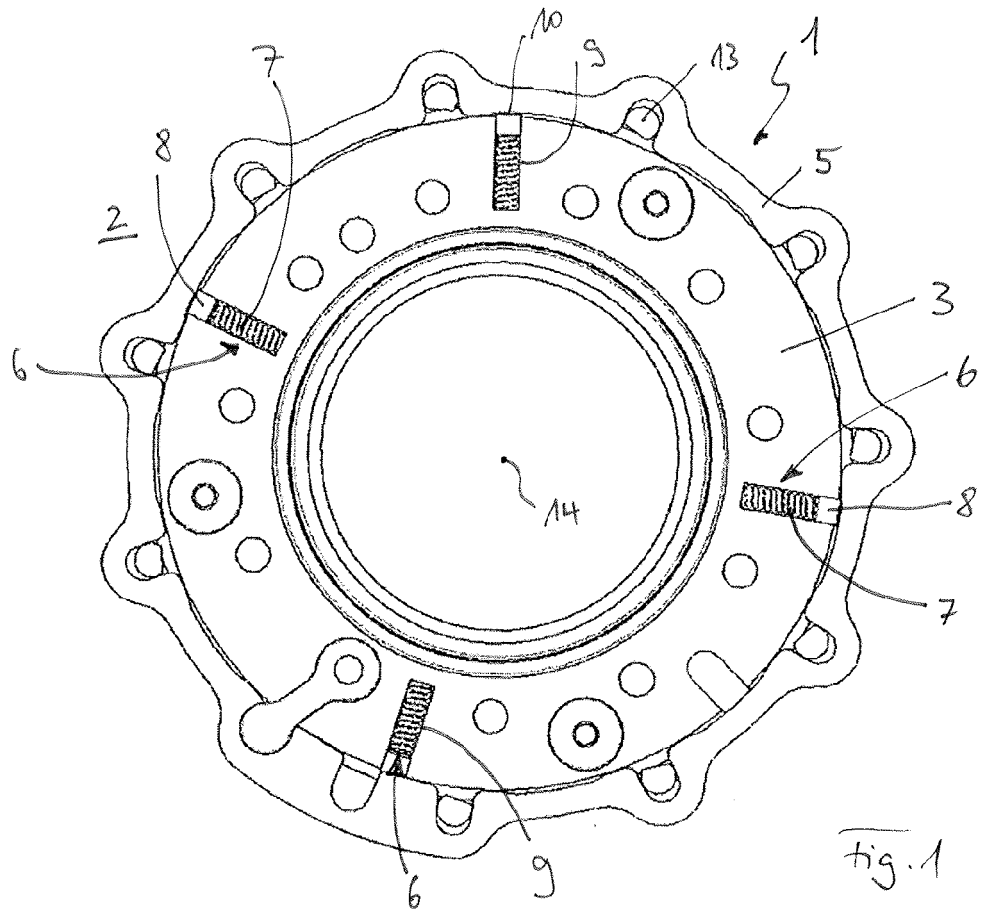
eine Kontaktfläche (10) des Bolzens (8) ballig oder gewölbt ausgeführt ist.

7. Variable Turbinengeometrie nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

dass am Bolzen (8) eine Kugel oder Walze angeordnet ist, über die eine Rolllagerung des Verstellrings (5) bewirkt wird.

8. Ladeeinrichtung (2), insbesondere eine Abgasturbolader mit zumindest einer variablen Turbinen-/Verdichter-geometrie (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.



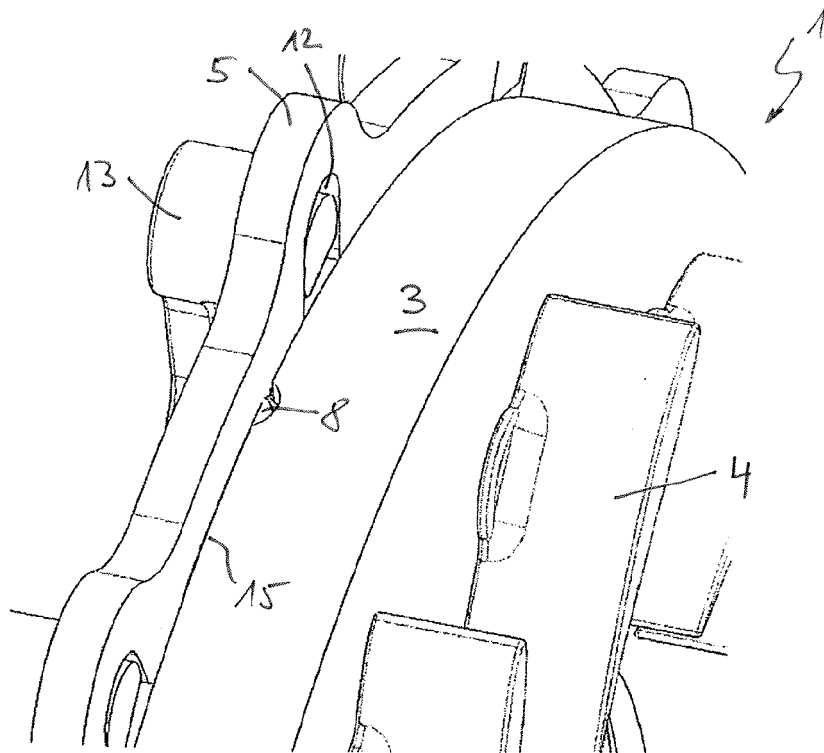


Fig. 3

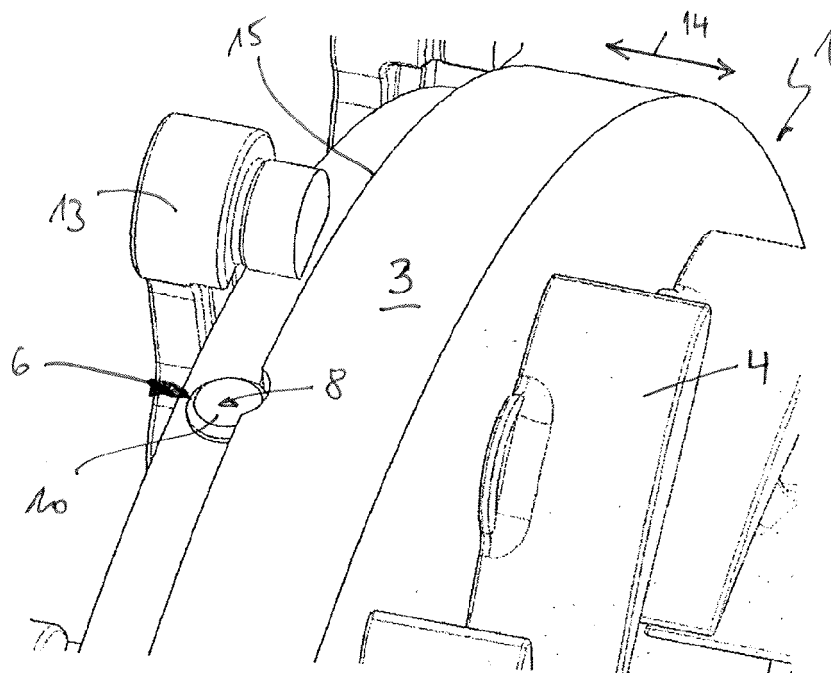


Fig. 4