



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 012 000 T2** 2009.02.12

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 809 908 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 012 000.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2004/014919**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 804 496.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/048042**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.11.2004**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **11.05.2006**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.07.2007**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **20.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.02.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F04D 29/46** (2006.01)
F04D 27/02 (2006.01)

(73) Patentinhaber:
Honeywell International Inc., Morristown, N.J., US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
PETITJEAN, Dominique, F-88120 Julienrupt, FR

(54) Bezeichnung: **VERDICHTER MIT VARIABLER GEOMETRIE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verdichter, insbesondere Gasverdichter, und speziell einen Verdichter mit einer variablen Geometrie, um die Verdichterzerstäuberströmungsfläche an unterschiedliche Luftmassenströmungsmengen anpassen zu können.

Stand der Technik

[0002] Eine herkömmliche Verdichtervorrichtung, beispielsweise ein in Verbindung mit einem Verbrennungsmotor eingesetzter Turbolader, beinhaltet eine abgasbetriebene Turbine und einen Einlassluftverdichter. Der Einlassluftverdichter wird von der durch die abgasbetriebene Turbine erzeugten Kraft angetrieben, wobei ein Turbinenrad der abgasbetriebenen Turbine auf einer gemeinsamen Welle mit einem Verdichterlaufrad des Einlassluftverdichters montiert ist.

[0003] Die herkömmliche Verdichtervorrichtung ist mit einem Gehäuse ausgestattet, das einen Abgasinlass hat, um der Abgasturbine das Abgas zuzuführen.

[0004] Die Bereitstellung einer Düse in einem Durchgang, um ein Fluid, beispielsweise Druckluft, hin zum Einlass des Motors zu drängen, ist auf diesem Fachgebiet bekannt, wobei die Flügel in der Düse drehbar montiert sind, um eine variable Geometrie bereitzustellen.

[0005] In der US-Patentschrift 2002/0176774 ist ein Verdichter mit variabler Geometrie gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 beschrieben.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Düse mit variabler Strömung stromabwärts hinter dem Radialverdichterrad in einem Verdichter zur Verfügung zu stellen, um einen Verdichter mit einer verbesserten Konfiguration und einem verstärkten Wirkungsgrad bereitzustellen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es wird ein Verdichter mit variabler Geometrie bereitgestellt, der beispielsweise in einem Turbolader eingesetzt werden kann. Ein Schwenkflügelzerstäuber ist stromabwärts hinter dem Radialverdichterrad vorgesehen. Durch Verwendung optimaler Flügelprofile und durch kontrolliertes Schwenken der Zerstäuberflügel in unterschiedlichen Winkeln kann die Zerstäuberquerschnittsströmungsfläche mit variablen Werten reguliert werden, um sie an unterschiedliche Luftmassenströmungsmengen anzupassen, und der Strömungseinfall an den Zerstäuberflügelvorderkanten wird minimiert. Ein Düsenring ist ein-

stellbar im Verdichtergehäuse montiert und definiert die Düsenfläche für den Verdichterzerstäuber. Im Zerstäuber kommen keine Abstandshalter zum Einsatz, wodurch der Wirkungsgrad verbessert wird, und indem lediglich die Flügel und der Düsenring aufgeschichtet vorgesehen sind, werden die Zerstäuberabstände innerhalb strikter Toleranzen eingehalten. Weiterhin befinden sich Dichtungen, beispielsweise O-Ringe, zwischen dem Düsenring und dem Verdichtergehäuse und der Rückplatte, um schädliche Gasleckagen zwischen dem Zerstäuber und den Räumen hinter dem Düsenring auszuschalten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Die beiliegenden Zeichnungen, die in die Patentbeschreibung integriert und Bestandteile dieser Beschreibung sind, zeigen mehrere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung und dienen, zusammen mit der Beschreibung, dazu, die Prinzipien der Erfindung zu erläutern. Die Zeichnungen, die lediglich dem Zweck dienen, eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darzustellen, haben keinen einschränkenden Charakter hinsichtlich der Erfindung; dabei sind:

[0009] [Fig. 1](#) eine Seitenansicht einer Turbinenvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei ein Abschnitt weggeschnitten wurde, um das Turbinenrad und die Welle im Sinne der Erfindung freizulegen;

[0010] [Fig. 2](#) eine Ansicht eines Abschnitts der in [Fig. 1](#) dargestellten Turbinenvorrichtung, wobei die Turbinenseite nicht dargestellt wurde, um eine „transparente“ axiale Ansicht der erfindungsgemäßen Verdichterseite zu zeigen, in der die Anordnung der Zerstäuberflügel gemäß der Erfindung sowie der Gleichlaufring und die Flügelarme zum kontrollierten Schwenken der Zerstäuberflügel dargestellt sind;

[0011] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Schnittansicht eines Abschnitts der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten erfindungsgemäßen Vorrichtung entlang der Schnittnlinie A-A in [Fig. 2](#);

[0012] [Fig. 4](#) eine andere vergrößerte Schnittansicht eines anderen Abschnitts der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Vorrichtung entlang der Schnittnlinie B-B in [Fig. 2](#);

[0013] [Fig. 5](#) eine axiale Ansicht eines Abschnitts der in [Fig. 2](#) dargestellten Vorrichtung in vergrößerter Form, um die Verbindung der Flügelarme mit dem Gleichlaufring zu verdeutlichen; und

[0014] [Fig. 6](#) eine noch andere vergrößerte Schnittansicht eines noch anderen Abschnitts der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Vorrichtung entlang der Schnittnlinie D-D in [Fig. 2](#).

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN (BESTE REALISIERUNGSARTEN DER ERFINDUNG)

[0015] Es wird nunmehr Bezug auf die Figuren genommen, die eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0016] Zunächst wird eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, bei der es sich um einen Turbolader handeln kann, allgemein erläutert. Wie aus den Figuren ersichtlich, ist die Vorrichtung mit einem Gehäuse ausgestattet, in dem eine Abgasturbine **35** und ein Einlassluftverdichter **30** untergebracht sind.

[0017] Der Einlassluftverdichter **30** beinhaltet ein Einlassluftverdichterrad oder -laufrad **4**. Das Einlassluftverdichterrad **4** ist auf einer Welle montiert, die in einem zentralen Gehäuse **2** allgemein gemäß der Erfindung drehbar abgestützt ist.

[0018] Die Abgasturbine **35** beinhaltet ein Abgasturbinenrad **5**, das auf der gleichen Welle wie das Einlassluftverdichterrad **4** montiert ist. Das Turbinengehäuse **1** definiert einen um das Turbinenrad **5** herum vorgesehenen Turbinenströmungsbereich, wie insgesamt am besten aus [Fig. 1](#) ersichtlich.

[0019] Wie in den [Fig. 4–Fig. 6](#) dargestellt, wird ein das Verdichterrad **4** umgebender Durchgang durch eine Innenwand **34** und eine Außenwand **32** gebildet. Am Ende des Durchgangs ist eine variable Verdichterdüse vorgesehen, die eine ringförmige Anordnung von im Zerstäuber des Verdichters befindlichen Flügeln **9** umfasst. Die in den Figuren dargestellte Ausführungsform weist elf Flügel **9** auf, was allerdings nur der Veranschaulichung dient und keinerlei Einschränkung darstellt; es kann jede beliebige geeignete Anzahl von Flügeln verwendet werden, um die Aerodynamik zu optimieren.

[0020] Jeder Flügel **9** wird von einer Welle **41** ([Fig. 5](#)) abgestützt, die eine Drehachse für den jeweiligen Flügel bildet. Die Welle **41** ist fest mit dem Flügel **9** verbunden und erstreckt sich von diesem Flügel aus. Die Längsrichtung der Drehachse eines Flügels erstreckt sich zwischen einer Fläche **53** (z. B. einer im Wesentlichen planaren Zerstäuber Oberfläche) des Gehäuses **3** und einem ringförmigen Düsenring **7** ([Fig. 5](#) und [Fig. 6](#)). Somit sind die Flügel **9** um ihre jeweiligen Drehachsen schwenkbar, wobei die Wellen **41** mit ihren jeweiligen Flügeln geschwenkt werden können, und die Drehachsen verlaufen allgemein parallel zur Drehachse des Verdichterrads **4**.

[0021] Wie am besten aus [Fig. 2](#) ersichtlich, sind die Flügel **9** vorzugsweise in länglicher Tränen- oder Keilform ausgebildet. Aus der Beschreibung eines beliebigen einzelnen Flügels **9** ergibt sich auch die Beschreibung für die anderen Flügel. Die Spitzen der

Flügel **9** sind stromaufwärts ausgerichtet, gegen die Gasströmung in dem zwischen den Wänden **32**, **34** definierten Verdichterdurchgang. Der breitere, abgerundete Stumpf eines jeden Flügels **9** befindet sich stromabwärts in der Nähe der Stützwelle **41** des Flügels. Die Form und Kontur der jeweiligen Flügel sind für diese Erfindung jedoch unkritisch, und es versteht sich, dass die Flügel auch andere geeignete Formen aufweisen können.

[0022] Jeder Flügel **9** ist durch die Welle **41** mit einem Flügelarm **8** verbunden ([Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 5](#)). Aus der Beschreibung eines beliebigen Arms **8** ergibt sich auch die Beschreibung für alle anderen Arme. Die Welle **41** ist, beispielsweise durch Verschweißen, fest mit dem Flügelarm **8** verbunden, so dass sich ein Flügel **9**, seine Welle **41** und der zugeordnete Flügelarm **8** zusammen als eine Einheit drehen. Wie am besten aus [Fig. 3](#) ersichtlich, hat jeder Flügelarm **8** ein vergrößertes inneres Ende **26**, das eine Öse für die Aufnahme der Welle **41** definiert, wodurch der Arm **8** mit einem mittleren Abschnitt des Flügels **9** (wie in [Fig. 5](#) dargestellt) verbunden ist. Eine Welle verbindet das innere Ende **26** des Flügelarms **8** mit seinem runden äußeren Endknopf **27**. Wie aus den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ersichtlich, befindet sich der äußere Endknopf **27** des Flügelarms drehbar innerhalb einer entsprechenden, in der Innenfläche des ringförmigen Gleichlaufrings **6** definierten Aufnahme **37**. Vorzugsweise ist jede Ringaufnahme **37** allgemein kreisförmig ausgeführt, wobei der Durchmesser geringfügig größer als der Durchmesser des Armendknopfes **27** ist, so dass sich der Knopf **27** mit wenig seitlichem Spiel frei in der Aufnahme **37** drehen kann und die Aufnahme **37** den Knopf **27** umschließt, so dass der Knopf **27** nicht radial aus der Aufnahme herausgezogen werden kann.

[0023] Ein Düsenring **7** ist im Gehäuse **3** zwischen dem Gehäuse und der Rückplatte **51** montiert. Die Rückplatte **51**, die sich radial heraus aus dem zentralen Gehäuse **2** erstreckt, kann damit integral ausgebildet oder durch maschinelles Bearbeiten oder Verschweißen damit verbunden oder alternativ als ein separates Bauteil ausgeführt sein, das mit dem zentralen Gehäuse verschraubt oder anderweitig entferntbar daran befestigt ist. Somit kann es sich bei der Rückplatte **51** um ein separates ausbaubares Element handeln. Für jeden Flügel **9** ist eine separate Welle **41** vorgesehen, so dass eine ringförmige Anordnung von Wellen entsteht. Die Wellen **41** verlaufen durch entsprechende Löcher im Düsenring **7** und sind in den Löchern drehbar. Der Düsenring **7** stellt die innerste Erstreckung des Strömungsdurchgangs bereit und definiert auch die Fläche der Düse **52**, in deren Nähe die Flügel **9** geschwenkt werden, wie in den [Fig. 4–Fig. 6](#) angegeben.

[0024] Aus den [Fig. 4–Fig. 6](#), auf die weiterhin Bezug genommen wird, ist ersichtlich, dass ein Gleich-

laufring 6 drehbar an der Verdichtergehäuserückplatte 51 koaxial zum Düsenring 7 und parallel in bündigem Gleitkontakt damit gehalten wird. Der Gleichlaufring 6 ist um eine Achse drehbar, die zur Achse der gemeinsamen Welle der Räder 4, 5 ausgerichtet ist.

[0025] Aufgrund der Drehung des Gleichlaufrings 6, wobei die Flügelarme 8 durch ihr bewegbares Eingreifen in die Aufnahmen 37 schwenkbar daran befestigt sind, ist es möglich, die Drehposition der Flügel 9 einstellen. Die Aufnahmen 37 stellen Hohlräume dar, erfordern aber keine besondere Querschnittsform; kreisförmige Aufnahmen nehmen in geeigneter Weise einen Knopf 27 auf. Durch Einstellen der Drehposition der Flügel 9 kann die Fluiddurchgangsfläche im Zerstäuberraum der Verdichterdüse reguliert werden. Das heißt, die Durchgangsfläche wird verkleinert, indem die Flügel 9 in einer Richtung zum Ausrichten der Flügel mit der Tangentialrichtung im Verhältnis zum Verdichterlaufrad oder -rad 4 bewegt werden, während die Durchgangsfläche vergrößert wird, indem die Flügel 9 in einer Richtung zum Ausrichten der Flügel mit der Radialrichtung des Verdichterrads 4 bewegt werden. Durch eine Bewegung der Flügel 9 kann die Geschwindigkeitskomponente der Strömung zwischen den Flügeln in der Radial- und der Tangentialrichtung eingestellt werden, um das Leistungsverhalten zu optimieren.

[0026] Der Gleichlaufring 6 lässt sich durch einen Kurbelmechanismus 40 betätigen, der betriebswirksam mit dem Gleichlaufring verbunden ist. Die fundamentalen Elemente der Erfindung können mit beliebigen Kurbelmechanismen, wie sie auf diesem Fachgebiet bekannt sind, realisiert werden. Eine bevorzugte Ausführungsform beinhaltet den innovativen Kurbelmechanismus, der am besten aus den Fig. 1–Fig. 3 ersichtlich ist. Der erfindungsgemäße Kurbelmechanismus beinhaltet den Kurbelbetätiger 22, der, wie aus Fig. 1 ersichtlich, mittels einer Rückhalterungsverbindung 23 mit einem Kurbelarm 21 verbunden ist. Wie aus den Fig. 1 und Fig. 4 ersichtlich, ist im Kurbelmechanismus 40 der Kurbelarm 21 mittels eines externen Kurbelzapfens 16 schwenkbar mit einer Kurbelverbindung 15 verbunden. Ein interner Kurbelzapfen 17 verbindet die Kurbelverbindung 15 mit einem internen Arm 18. Der Kurbelmechanismus beinhaltet weiterhin einen internen Kurbelzapfen 17, der, beispielsweise durch eine Hülse 19, drehbar in einer Montageöffnung in der Verdichtergehäuserückplatte 51, wie aus Fig. 4 ersichtlich, montiert ist. Der interne Arm 18 treibt wiederum die Bewegung des Gleichlaufrings 6 an. Auch hier ist aber der eingesetzte Kurbelmechanismus oder das eingesetzte Kurbelmittel für die Erfindung unkritisch.

[0027] Der Zerstäuberabstand wird gemäß der Erfindung ohne die Verwendung von Abstandshaltern verbessert, die gewöhnlich in auf diesem Fachgebiet

bekannten Verdichtern mit variabler Geometrie zum Einsatz kommen. Hier wird gemeinsam Bezug auf die Fig. 4–Fig. 6 genommen. Wie vorstehend erläutert und auf diesem Fachgebiet bekannt, dreht sich das Verdichterrad 4 im Gehäuseeinströmungsbereich 31 innerhalb des Verdichtergehäuses 3. Das Gas wird beschleunigt, während es den zwischen der Außenwand und der Innenwand 34, 32 definierten Durchgang durchströmt, wobei die Wände 32, 34 in der Richtung der Flügel 9 zusammenlaufen. Die Flügel 9 befinden sich im Zerstäuberraum zwischen dem Düsenring 7 und dem Gehäuse 3 stromabwärts hinter dem Verdichterrad 4 an den inneren Endpunkten der zusammenlaufenden Wände 32, 34.

[0028] Wie am besten aus den Fig. 5 und Fig. 6 ersichtlich, befinden sich die Flügel 9 in dem zwischen dem ringförmigen Düsenring 7 und einer ringförmigen Zerstäuberoberfläche 53 des Gehäuses 3 definierten Zerstäuber. Die Notwendigkeit, Abstandshalter am Zerstäuber bereitzustellen, entfällt. Der Düsenring 7 ist in einem im Düsenabschnitt des Gehäuses definierten ringförmigen Ring auf der der Zerstäuberoberfläche 53 gegenüberliegenden Seite der Flügel 9 vorgesehen. Die Zerstäuberoberfläche 53 ist vorzugsweise im Wesentlichen planar. Für den Fachmann auf diesem Gebiet versteht es sich jedoch, dass die Zerstäuberoberfläche 53 in ihrer Gesamterstreckung nicht durch eine einzelne Ebene definiert sein muss. Stattdessen kann die Oberfläche modifiziert werden, um den Zerstäuber an bestimmte Bedingungen anzupassen. Beispielsweise kann die Oberfläche 53 eine leichte Abtreppung oder Anfasung aufweisen, an der die Vorderkanten der Flügel 9 (stromabwärts hinter dem Rad 4 und allgemein stromaufwärts vor den Flügeln) geschwenkt werden können. Eine solche geringfügig modifizierte Oberfläche 53 kann beispielsweise erwünscht sein, um die Haltbarkeit in Umgebungen zu verbessern, in denen sich aufgrund schädlicher Ablagerungen möglicherweise Probleme ergeben können. Oder es kann eine geringfügig abgetreppte oder maschinell konisch ausgeführte Oberfläche 53 dazu dienen, den Nennabstand der Flügelenden noch weiter zu reduzieren, wenn die Flügel geschlossen oder bis zu etwa 1/3 offen sind, ein geringer Abstand von entscheidender Bedeutung ist und dennoch mehr Abstand zwischen zu 1/3 offenen und vollständig offenen Flügeln bereitgestellt werden soll.

[0029] Der Düsenring 7 und die Zerstäuberoberfläche 53 sind im Wesentlichen parallel und durch das aus den Fig. 5 und Fig. 6 ersichtliche Abstandsmaß voneinander getrennt. Die äußere Oberfläche oder Seite des Düsenrings 7 definiert die Düsenfläche 52 in der Nähe der Flügel 9. Die Düsenfläche 52 und die Gehäusezerstäuberoberfläche 53 sind allgemein einheitlich durch eine Zerstäuberabstandsdistanz d , wie aus den Fig. 5 und Fig. 6 ersichtlich, voneinander getrennt. Die Zerstäuberabstandsdistanz d ist sehr

geringfügig größer als die axiale Höhe oder Höhe der Flügel 9.

[0030] Es versteht sich somit, dass im erfindungsgemäßen Verdichter mit variabler Geometrie das Verdichtergehäuse 3 die darin ausgebildete ringförmige, vorzugsweise im Wesentlichen planare Oberfläche 53 aufweist, während der Düsenring 7 am Gehäuse sitzt. Der Düsenring 7 definiert die ringförmige Düsenfläche 52 in beabstandetem Verhältnis zur Fläche oder Oberfläche 53, wenn der Zerstäuberabstand zwischen der Düsenfläche und der Zerstäuberoberfläche definiert ist. In dieser Anordnung sind im Zerstäuberabstand der eine oder mehrere schwenkbare Zerstäuberflügel 9 so nahe an der Düsenfläche 52 vorgesehen, dass sie gleitend dagegen geschwenkt werden können. Wie aus den Figuren ersichtlich, sind die Düsenfläche 52 und die Zerstäuberoberfläche 53 im Wesentlichen parallel und durch die Zerstäuberabstandsdistanz voneinander beabstandet. Die Zerstäuberabstandsdistanz d ist durch Modifizieren der Position des Düsenrings im Verhältnis zur Zerstäuberoberfläche einstellbar.

[0031] Es sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die in den Figuren dargestellte Bauteilorientierung beschränkt ist. Die Vorrichtung kann in einer alternativen Ausführungsform in einer umgekehrten oder „spiegelbildlichen“ Konfiguration ausgeführt werden. Somit kann eine alternative Ausführungsform der beanspruchten Erfindung das Merkmal eines „umgedrehten“ Aufbaus aufweisen, der im Verhältnis zu einer radial durch den Zerstäuber verlaufenden Ebene gegenüber der in den Figuren dargestellten Version halbsymmetrisch ausgeführt ist. In einer solchen umgekehrten Ausführungsform kann beispielsweise der Düsenring dort platziert sein, wo in den vorliegenden Figuren die Zerstäuberfläche vorgesehen ist, wobei der Gleichlaufring, die Flügelarme usw. rund um den Verdichtereinlass platziert sind und die gegenüberliegende Fläche in der Rückplatte des zentralen Gehäuses durch maschinelles Bearbeiten einfach flach ausgeführt ist. Es besteht somit die Absicht, mit den beiliegenden Ansprüchen beliebige alternative Ausführungsformen der Erfindung, beispielsweise eine derartige „gekippte“ oder umgekehrte Konstruktion, abzudecken, wobei die alternative Ausführungsform in einer radialen Ebene dargestellt ist.

[0032] Ein Fortschritt, den die Erfindung bietet, besteht in der Minimierung des Zerstäuberabstands ohne Abstandshalter. Abstandshalter, wie sie üblicherweise auf diesem Fachgebiet verwendet werden, befinden sich gewöhnlich innerhalb des Zerstäuberbereichs des Verdichters, bewirken somit Aerodynamikverluste und können Kontrollbarkeitsprobleme bewirken. Im Gegensatz dazu werden in der vorliegenden Erfindung die Flügel 9 gegen die Düsenfläche 52 am Düsenring 7 geschwenkt (wobei der

Düsenring entfernbar am Verdichtergehäuse sitzt). Vorteilhafterweise wird der Zerstäuberabstand (d. h. die Differenz zwischen der Höhe eines Flügels 9 und der Zerstäuberabstandsdistanz d) durch ein einzelnes, d. h. lediglich ein Verdichtermaß, nämlich die Abstandsdistanz d , kontrolliert und bestimmt. Durch äußerst genaues maschinelles Bearbeiten der Flügel 9 kann die Flügelhöhe festgelegt werden, während die axiale Position des Düsenrings 7 (und somit die Düsenfläche 52) durch ihre kontrollierte und fest gesicherte Anordnung im Gehäuse 3, gehalten durch die Rückplatte 51, bestimmt wird. In einer Ausführungsform der Erfindung beläuft sich beispielsweise das Zerstäuberabstandsmaß d auf $2,875 \pm 0,30$ mm, während die Flügelhöhe $2,800 \pm 0,012$ mm beträgt. Folglich drehen sich die Flügel 9 wirksam gegen die Düsenfläche 52. Durch die sorgfältige Bearbeitung und Platzierung des Düsenrings 7 im Verhältnis zur Zerstäuberfläche 53 lässt sich das Zerstäuberabstandsmaß d fein anpassen, um allgemein verbesserte Zerstäuberabstände ohne jegliche Verwendung problematischer Abstandshalter zu erzielen, so dass die Verdichterleistung bei möglicherweise reduzierten Kosten verbessert werden kann. Als eine Folge davon ist das Zerstäuberabstandsmaß d das einzige Maß, das um die Flügelhöhe „aufgeschichtet“ werden muss.

[0033] Somit haben die Flügel 9 ein einheitliches Höhenmaß, und die arithmetische Differenz zwischen dem Flügelhöhenmaß und der Zerstäuberabstandsdistanz d wird als das Flügelendmaß angenommen, wobei das Letztgenannte allein aus dem Flügelhöhenmaß und der Zerstäuberabstandsdistanz bestimmt wird.

[0034] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es daher, einen extrem feinen Abstand zwischen Flügel und Verdichtergehäuse, d. h. den Zerstäuberabstand, mit engen Toleranzen einzustellen. Abstandshalter werden nicht benötigt, da lediglich zwei Abmessungen (Flügelhöhe und Zerstäuberabstand) die einzigen Werte sind, die „aufgeschichtet“ werden müssen. Dies ermöglicht kleinere axiale Abstände an den Flügeln, um den Wirkungsgrad zu verstärken. Die Nichtverwendung von Abstandshaltern in anderen bekannten Verdichterkonstruktionen erfordert eine zusätzliche maschinelle Bearbeitung der Gehäusedüse (mit den damit verbundenen höheren Kosten), wodurch das „Aufschichten“ von Bauteilen negativ beeinflusst wird und sich als Folgen davon ein erhöhter Zerstäuberabstand und ein geringerer Wirkungsgrad ergeben.

[0035] Der Betätigungsmechanismus, einschließlich des Kurbelbetätigers 22 und des Kurbelmechanismus 40, kann mit einem Betätigungsmittel ausgestattet sein, um die Position der Flügel 9 im Durchgang und damit die Durchgangsfläche einstellen zu können. Die Betätigung kann beispielsweise auf der

Basis von Drücken erfolgen, die am Einlass und am Auslass des Verdichters gemessen und überwacht werden. Die Betätigung kann weiterhin das Verarbeiten anderer Signale aus dem Motorsystem in auf diesem Fachgebiet bekannter Weise beinhalten.

[0036] Das antreibende Eingreifen des internen Arms **18** in den Gleichlaufring **6** ist in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt. Wie insbesondere aus [Fig. 3](#) ersichtlich, greift der interne Arm **18** in einer Weise in den Gleichlaufring **6** ein, die im Wesentlichen dem Eingreifen der Flügelarme **8** in den Gleichlaufring **6** ähnelt, d. h. mittels einer aus Schwenkknopf und Aufnahme bestehenden Verbindung. Die Drehung des internen Arms **18** um die durch den internen Kurbelzapfen **17** definierte Achse bewirkt, dass sich der Knopf am distalen Ende des internen Arms innerhalb einer entsprechenden Aufnahme **43** im Gleichlaufring **6** dreht. Aufgrund des Eingreifens des internen Arms **18** in den Gleichlaufring **6** bewirkt die Schwenkbewegung des internen Arms **18** eine Drehbewegung des Gleichlaufrings um seine Achse. Der Bogen der Schwenkbewegung des internen Arms wird durch das Vorhandensein eines feststehenden elastischen Zapfens **10** begrenzt. Die Drehung des Gleichlaufrings **6** wird somit durch den Kontakt des internen Arms **18** mit dem elastischen Zapfen **10** begrenzt.

[0037] Gemäß der Erfindung wird daher der Kurbelbetätiger **22** in Reaktion auf Signale von Druckwächtern im Verdichtereinlass und -auslass betätigt. Der Kurbelbetätiger dreht sich in Reaktion auf die Betätigersignale, wodurch die Bewegung über die vom Rückhaltering **23** aufrechterhaltene Verbindung auf den Kurbelarm **21** übertragen wird. Die Verschiebewegung des Kurbelarms **21** beinhaltet eine Schwenkbewegung in der Kurbelverbindung **15** (wobei die Kurbelverbindung **15** durch den externen Kurbelzapfen **16** schwenkbar mit dem Kurbelarm **21** verbunden ist), wodurch wiederum eine Drehbewegung des internen Kurbelzapfens **17** bewirkt wird. Da der interne Kurbelzapfen **17** fest am internen Arm **18** befestigt ist, so dass sich der interne Arm **18** zusammen mit dem internen Kurbelzapfen dreht, bewirkt die Drehung des internen Kurbelzapfens, dass der interne Arm **18** (um eine vom internen Kurbelzapfen **17** definierte Achse) geschwenkt wird. Die Schwenkbewegung des internen Arms **18**, dessen distales Ende durch einen definierten Bogen schwingt, bewirkt, dass sich der Gleichlaufring **6**, aufgrund des Eingreifens des distalen Knopfes des internen Arms in eine Aufnahme **43** im Gleichlaufring ([Fig. 3](#)), um seine Achse dreht, wie vorstehend beschrieben. Wie aus den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#), insbesondere aus [Fig. 2](#), ersichtlich, bewirkt die Drehung des Gleichlaufrings **6**, als eine Folge der Anordnung einheitlicher Knopf- und Aufnahmeverbindungen der Flügelarme **8** mit dem Gleichlaufring **6** ([Fig. 3](#)), ein gleichzeitig und über den gleichen Winkel erfolgendes Schwenken aller Flügelarme **8**. Da der Gleichlaufring **6** im Wesent-

lichen starr ist, erfolgt das Schwenken aller Flügelarme **8** einheitlich in direktem Verhältnis zum Schwenken des internen Arms **18**.

[0038] Turbolader zur Verwendung in Fahrzeugen unterliegen Belastungszuständen, die abhängig vom Betriebszustand des Motors differieren. Im Zustand einer niedrigen Drehzahl des Motors ist die Einlassluftmenge gering. Weiterhin hängt der Druckbedarf am Einlass des Motors von der erforderlichen Ausgangsleistung des Motors ab. Unter solchen Umständen werden die Flügel **9** auf eine Position eingestellt, in der die Durchgangsfläche (d. h. die Querschnittsströmungsfläche der Verdichterdüse) verringert wird.

[0039] Im Zustand einer hohen Drehzahl des Motors nimmt umgekehrt auch die Massenströmung der Einlassluft zu. In dieser Situation werden die Flügel **9** auf eine Position eingestellt, in der die Durchgangsfläche der Verdichterdüse vergrößert wird.

[0040] Indem die Positionen der Arme **9** angesichts des Motorbelastungszustands und der Motordrehzahl ständig eingestellt werden, kann ein unerwünschtes Verdichterpumpen verhindert (oder zumindest verzögert) werden. Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, dass auch die Verdichterdrosselströmung erhöht wird. Anders ausgedrückt: Die Flügereinheit (einschließlich der vom drehbaren Gleichlaufring **6** angetriebenen mehreren Flügel **9**) wird geschlossen, indem der Gleichlaufring **6** gedreht wird, um gleichzeitig alle Flügel **9** zu schwenken, so dass eine Neigung im Verhältnis zur Tangentialrichtung der ringförmigen Anordnung bewirkt wird, und wird geöffnet, indem die Flügel **9** hin zur entgegengesetzten Richtung gedreht werden. In einem Bereich des Motors mit geringer Belastung und niedriger Drehzahl wird die Flügereinheit geschlossen. In einem Bereich des Motors mit hoher Belastung und hoher Drehzahl wird die Flügereinheit hin zur geöffneten Richtung gedreht. Folglich wird der Betriebsbereich des Verdichters vergrößert.

[0041] Insgesamt lässt sich daher die Strömungsdurchgangsfläche im Zerstäuber durch Einstellen der Schwenkposition von mindestens einem, vorzugsweise jedoch allen Zerstäuberflügeln **9** sowie vorzugsweise durch Schwenken aller Flügel in einem einheitlichen Maß oder Grad einstellen. Die mehreren Flügel **9** sind in einer kreisförmigen Anordnung um eine imaginäre zentrale Achse herum vorgesehen, wobei der ringförmige Gleichlaufring **6** um dieselbe imaginäre Anordnungsachse drehbar ist. Jeder Flügelarm **8** der mehreren Flügelarme ist schwenkbar mit einem entsprechenden Zerstäuberflügel **9** verbunden und ebenfalls schwenkbar mit dem Gleichlaufring **6** verbunden; dementsprechend bewirkt der Kurbelmechanismus **20** eine kontrollierte Drehung des Gleichlaufrings **6**, so dass durch die kontrollierte Drehung des Gleichlaufrings gleichzeitig

die Flügel im Zerstäuberraum geschwenkt werden. Der Kurbelmechanismus beinhaltet den drehbaren internen Arm **18**, der schwenkbar mit dem Gleichlaufring **6** verbunden ist, so dass durch die Drehung des internen Arms eine Drehbewegung im Gleichlaufring bewirkt wird.

[0042] Der Betrieb des Verdichterrads **4** erzeugt natürlich Druckdifferenzen über den Gasströmungsweg vom Einstromungsbereich **31** bis zum Zerstäuberausgang am Ausströmungsbereich **47**. Unerwünschte Gasleckagen können zwischen den Flügelsaug- und -druckseiten, und vom Zerstäuberraum entlang den Flügelarmen **8** bis hinter den Düsenring **7** sowie auch und ganz wesentlich entlang und hinter dem Düsenring **7** vom Zerstäuberausgang im Ausströmungsbereich **47** zurück zum Zerstäubereinlass (im Einstromungsbereich **31**) stromaufwärts vor den Flügeln **9** auftreten. Solche störenden Verluste am Zerstäubereinlass wirken sich schädlich auf das Leistungsverhalten aus, da sie den Lufteinfluss an den mit variabler Geometrie ausgestalteten Flügeln **9** modifizieren.

[0043] Nunmehr wird Bezug auf die [Fig. 4–Fig. 6](#) genommen. Eine wesentliche Verbesserung der Erfindung stellt die Bereitstellung eines Abdichtungsmittels, beispielsweise der elastischen O-Ringe **12**, **13**, dar, die zwischen dem zentralen Gehäuse **2** und dem Düsenring **7** bzw. zwischen der Verdichtergehäuserückplatte **51** und dem ringförmigen Düsenring **7** vorgesehen werden. Das Abdichtungsmittel ist somit eine Dichtung in Form eines integralen Rings (beispielsweise eines O-Ring) oder eine aus trennbaren angrenzenden Teilen bestehende Dichtung. Die O-Ringe dienen dazu, eine Abdichtung gegenüber der Gasströmung durch die sehr engen Spalte zwischen dem zentralen Gehäuse **2** und dem Düsenring **7** sowie zwischen der Verdichtergehäuserückplatte **51** und dem ringförmigen Düsenring **7** zu bewirken. Diese O-Ringe können aus beliebigen geeigneten, dauerhaft elastischen Materialien hergestellt sein, zu denen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, Neoflon®- oder Viton®-Polymere zählen. O-Ringe dienen dazu, zwei potenziell schädliche Leckagen innerhalb oder aus der Verdichtervorrichtung zu unterbinden. Es versteht sich ausdrücklich, dass, neben O-Ringen, auch andere Dichtungen im Rahmen der Erfindung eingesetzt werden können, um die schädlichen Leckagen zu verhindern, und dass O-Ringe lediglich die derzeit bevorzugte Ausführung zur Realisierung der Erfindung darstellen.

[0044] Insbesondere die [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#) enthalten nützliche Hinweise. Zunächst einmal neigen die durch den Betrieb des Verdichters erzeugten Druckgefälle dazu, eine Gasströmung in der Form einer Leckage zwischen dem Düsenring **7** und der Verdichtergehäuserückplatte **51** herbeizuführen. Genauer gesagt: Die während des Verdichterlaufradbetriebs be-

wirkten Druckdifferenzen neigen dazu, eine Leckageströmung von den die internen Arme **18** umgebenden Zwischenräumen zwischen dem inneren Ende **49** des Düsenrings **7** hinein in den Einstromungsbereich **31** zwischen der Außen- und Innenwand **32**, **34** des Gehäuses **3** hervorzurufen. Druckdifferenzen können gleichermaßen eine Gasleckage vom Ausströmungsbereich **47** (stromabwärts hinter den Flügeln **9**) zwischen dem äußeren Ende **50** des Düsenrings **7** hinein in die den internen Arm **18** und den Gleichlaufring **6** umgebenden Räume bewirken. Diese beiden Leckagen können den Gesamtwirkungsgrad der Vorrichtung wesentlich und nachteilig beeinflussen. Sind keine abdichtenden O-Ringe **12**, **13** vorgesehen, kann Gas auch aus den Räumen zwischen dem Düsenring **7** und dem internen Arm **18**, vorbei am internen Kurbelzapfen **17** (z. B. zwischen dem Zapfen **17** und der Hülse **19**), aus der Vorrichtung und damit in die Umgebungsluft austreten. Diese Art von Leckage kann zum Austreten von öligen Dämpfen und anderen unerwünschten Gasen in die Umgebungsluft führen.

[0045] Die vorstehenden Leckagen können insgesamt durch die O-Ringe **12**, **13** abgeschwächt oder verhindert werden. Der innere O-Ring **12** verhindert eine Leckage zwischen dem inneren Ende **49** des Düsenrings **7** und dem zentralen Gehäuse **2**. Der äußere Ring **13** verhindert eine Leckage zwischen dem äußeren Ende **50** des Düsenrings **7** und der Rückplatte **51**. Geeignete Nuten oder Vorsprünge können mittels maschineller Bearbeitung im Düsenring **7**, im Gehäuse **3** und/oder in der Rückplatte **51** vorgesehen werden, um die O-Ringe **12**, **13** aufzunehmen und zu halten.

[0046] Die Rückplatte **51** trägt somit dazu bei, den Düsenring **7** gegenüber dem Gehäuse **3** zu halten, während ein Abdichtungsmittel vorgesehen ist, um eine Gasleckage aus der Nähe des Zerstäuberraums vorbei am Düsenring **7** zu verhindern. Bei dem Abdichtungsmittel kann es sich um einen oder mehrere elastische innere O-Ringe **12**, die sich zwischen dem zentralen Gehäuse und dem inneren Ende des Düsenrings befinden, und/oder um einen oder mehrere elastische äußere O-Ringe **13** handeln, die sich zwischen der Verdichtergehäuserückplatte **51** und dem äußeren Ende des Düsenrings befinden.

[0047] Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf diese bevorzugten Ausführungsformen detailliert beschrieben wurde, können mit anderen Ausführungsformen die gleichen Ergebnisse erzielt werden. Für den Fachmann auf diesem Gebiet versteht es sich, dass Variationen und Modifizierungen der vorliegenden Erfindung möglich sind und dass die beiliegenden Ansprüche alle derartigen Modifizierungen und Äquivalente abdecken sollen.

Patentansprüche

1. Verdichter mit variabler Geometrie (**30**), der Folgendes umfasst:

einen Düsenring (**7**), der eine ringförmige Düsenfläche definiert;
 ein Verdichtergehäuse (**3**), wobei das Gehäuse einen Sitz für den Düsenring (**7**) und eine ringförmige Zerstäuberoberfläche darin hat, wobei die Zerstäuberoberfläche und die Düsenfläche vom Gehäuse (**3**) in beabstandetem Verhältnis gehalten werden, um dazwischen einen Zerstäuberraum zu definieren; und mindestens einen schwenkbaren Zerstäuberflügel (**9**), der im Zerstäuberraum vorgesehen und gegenüber der Düsenfläche schwenkbar ist;
 wobei die Düsenfläche und die Zerstäuberoberfläche im Wesentlichen parallel vorgesehen und um eine Zerstäuberabstandsdistanz voneinander beabstandet sind;

dadurch gekennzeichnet, dass die Zerstäuberabstandsdistanz durch Modifizieren der Position des Düsenrings (**7**) im Verhältnis zur Zerstäuberoberfläche einstellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Flügel (**9**) eine einheitliche Höhenabmessung haben und die Differenz zwischen der Flügelhöhenabmessung und der Zerstäuberabstandsdistanz einen Flügelendabstand umfasst, und wobei der Flügelendabstand weiterhin allein durch die Flügelhöhenabmessung und den Zerstäuberabstand bestimmt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der der Endabstand des Flügels (**9**) weniger als etwa 5% der Zerstäuberabstandsdistanz beträgt.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehend aufgeführten Ansprüche, bei der eine Strömungsdurchgangsfläche im Zerstäuber durch Einstellen der Schwenkposition des mindestens einen Zerstäuberflügels (**9**) einstellbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der der mindestens eine Zerstäuberflügel mehrere in einer kreisförmigen Anordnung um eine Achse angeordnete Flügel umfasst, und wobei die Vorrichtung weiterhin Folgendes umfasst:

einen ringförmigen Gleichlaufring (**6**), der um die Anordnungsachse drehbar ist;
 mehrere Flügelarme (**18**), wobei jeder Flügelarm schwenkbar mit einem Zerstäuberflügel verbunden und ebenfalls schwenkbar mit dem Gleichlaufring verbunden ist; und
 einen Kurbelmechanismus, um den Gleichlaufring kontrolliert in Drehung zu versetzen;
 wobei die Flügel im Zerstäuberraum durch die kontrollierte Drehung des Gleichlaufrings gleichzeitig geschwenkt werden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Kur-

belmechanismus einen drehbaren internen Arm umfasst, der schwenkbar mit dem Gleichlaufring verbunden ist, wobei die Drehung des internen Arms eine Drehbewegung im Gleichlaufring bewirkt.

7. Vorrichtung nach einem der vorstehend aufgeführten Ansprüche, bei der das Verdichtergehäuse weiterhin eine Rückplatte umfasst, um den Düsenring am Gehäuse festzuhalten.

8. Vorrichtung nach einem der vorstehend aufgeführten Ansprüche, die weiterhin ein Abdichtungsmittel umfasst, um eine Gasleckage aus der Nähe des Zerstäuberraums vorbei am Düsenring zu vermeiden.

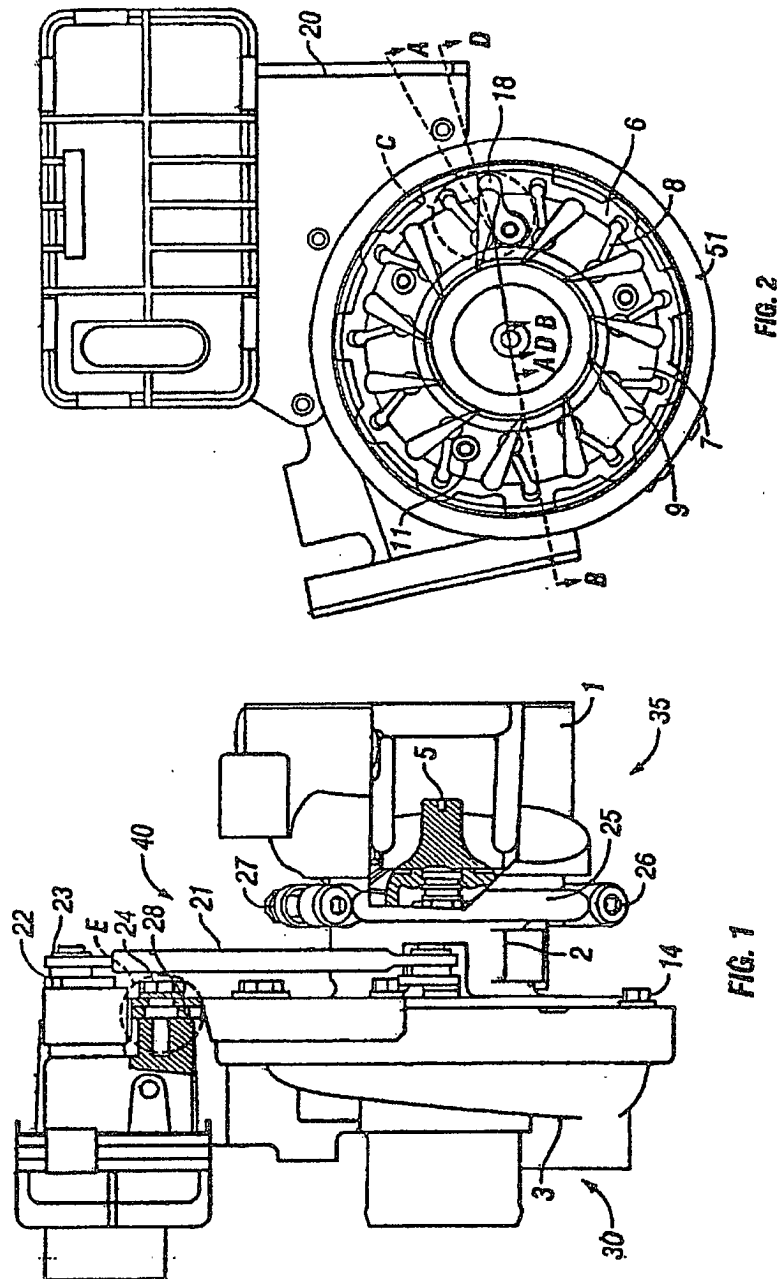
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der das Abdichtungsmittel mindestens einen elastischen inneren O-Ring umfasst, der sich zwischen der Rückplatte und einem inneren Ende des Düsenrings befindet.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, bei der das Abdichtungsmittel mindestens einen elastischen äußeren O-Ring umfasst, der sich zwischen dem Verdichtergehäuse und einem äußeren Ende des Düsenrings befindet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8, 9 oder 10, bei der die ringförmige Zerstäuberoberfläche auf der Rückplatte ausgebildet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



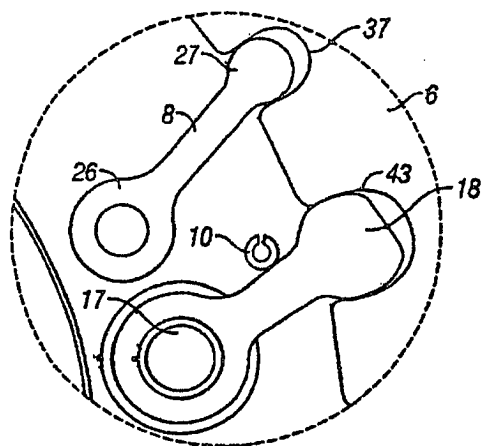


FIG. 3

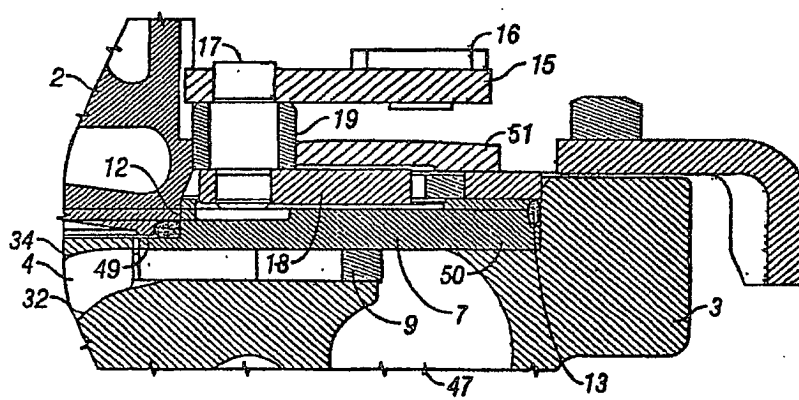


FIG. 4

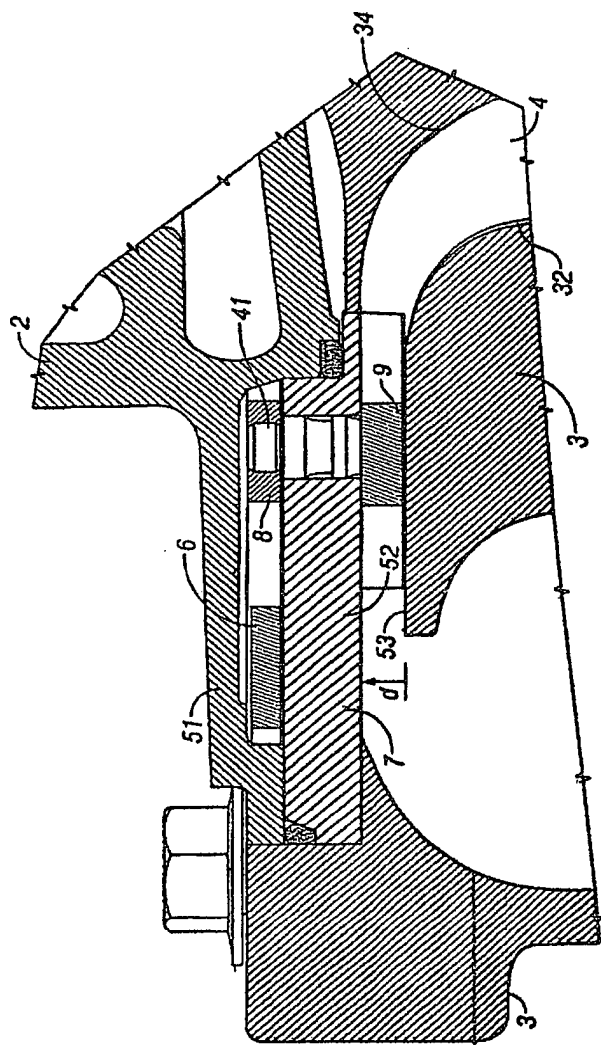


FIG. 5

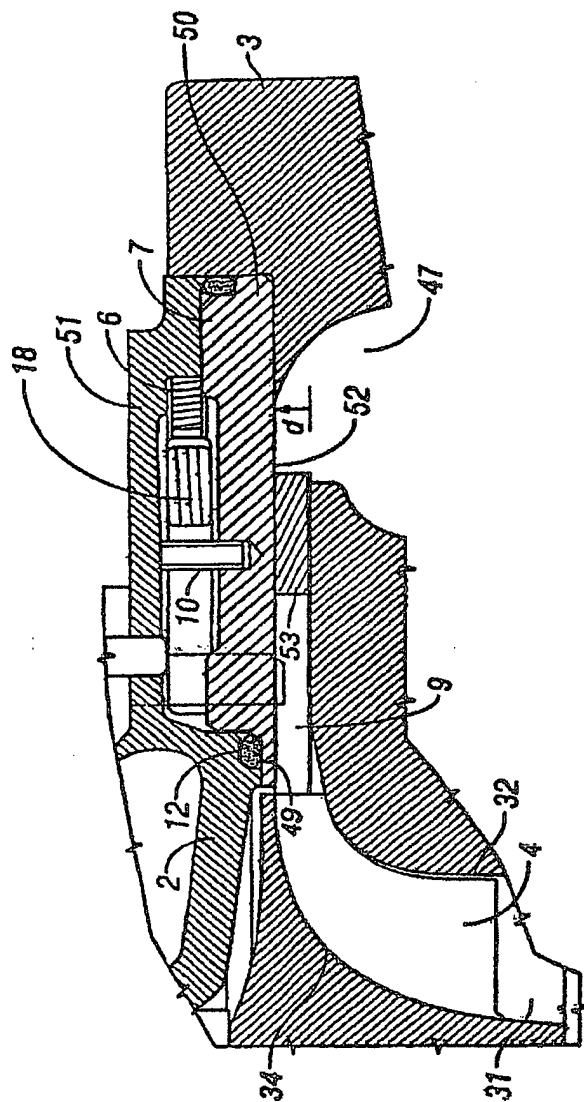


FIG. 6