



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 27 504 T2** 2005.11.24

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 009 918 B1**

(51) Int Cl.⁷: **F01D 17/16**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 27 504.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/05119**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 909 190.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/041737**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.03.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **24.09.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **10.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.11.2005**

(30) Unionspriorität:

41256 P **17.03.1997** **US**

33274 **02.03.1998** **US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:

Honeywell International Inc., Morristown, N.J., US

(72) Erfinder:

ROCHFORD, Garrett, Keith, Fullerton, US

(54) Bezeichnung: **TURBOLADER MIT ZWEIACHSIGEN VERSTELLBAREN LEITSCHAUFELN MIT DRUCKAUSGLEICH**

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**QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN**

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der am 17. März 1997 angemeldeten Provisional Application 60/041,256 mit dem Titel „Pressure Balanced Dual Axle Variable Nozzle Turbocharger“ (Druckausgeglichener zweiachsiger Turbolader mit variabler Geometrie).

HINTERGRUND DER ERFINDUNG**Technisches Gebiet**

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Turbolader mit variabler Geometrie. Insbesondere stellt die Erfindung eine doppelachsige Befestigung für die variablen Leitschaufeln eines Turboladers bereit und umfasst weiterhin Druckausgleich der Achsen zur Minimierung von axialen Kräften, die dazu neigen, auf die Leitschaufelanordnung zu wirken.

Beschreibung des Stands der Technik

[0003] Bei einem Turbolader ist es oftmals wünschenswert, den Abgasstrom in die Turbine zu steuern, um den Wirkungsgrad oder Betriebsbereich zu verbessern. Es sind verschiedene Konfigurationen von variablen Düsen zur Steuerung des Abgasstroms eingesetzt worden. Ein bei vorbekannten Turboladern erfolgreich verwendeter Lösungsansatz sind mehrere um den Turbineneinlass ringförmig angeordnete Schwenkleitschaufeln, die zur Änderung des Halsbereichs der Durchgänge zwischen den Leitschaufeln gemeinsam gesteuert werden. In den US-PS 4,679,984 von Swihart et al. mit dem Titel „Actuation System for Variable Nozzle Turbine“ (Betätigungssystem für Turbine mit variabler Geometrie) und 4,804,316 von Fleury mit dem Titel „Suspension for the Pivoting Vane Actuation Mechanism of a Variable Nozzle Turbocharger“ (Aufhängung für den Schwenkleitschaufel-Betätigungsmechanismus eines Turboladers mit variabler Geometrie), die den gleichen Rechtsnachfolger wie die vorliegende Anmeldung haben, werden verschiedene Lösungsansätze für dieses Verfahren zur Umsetzung einer variablen Geometrie offenbart.

[0004] Die Verwendung von an einer Achse angebrachten freitragenden Leitschaufeln, wie zum Beispiel die in der US-PS 4,804,316 offenbarte, sind in verschiedenen Turboladern für Lastwagen- und Kraftfahrzeuganwendungen erfolgreich eingesetzt worden. Unter gewissen Betriebsbedingungen, die zu einer Kombination aus einem verringerten Düsenströmungsquerschnitt und einem erhöhten Turbineneinlassdruck führen, arbeitet die Turbine des Turboladers effektiv als Gleichdruckturbine, wobei der

Großteil des Stufendruckabfalls in der Düse auftritt und der Turbinenrotor dabei mit im Wesentlichen atmosphärischem statischem Druck arbeitet. Die an den Düsenleitschaufeln wirkende große Druckdifferenz bei den herkömmlichen, schwenkbaren, freitragenden Düsenleitschaufeln erzeugt ein Reaktionsmoment, das aufgrund der endlichen Spannweite der Leitschaufelachse zu hohen Reaktionsseitenkräften und Reibung führt. Gleichzeitig erzeugt ein Lecken von Abgas aus dem Einlass in die Düse durch die Betätigungsschwinge und den die Leitschaufeln stützenden Düsenring eine axiale Kraftkomponente auf die Leitschaufelbefestigungsachsen, die die Enden der Leitschaufeln in die Turbinengehäuseabdeckungswand drückt, wodurch zusätzliche Reibung entsteht. Die Länge der Leitschaufel verstärkt das erzeugte Reibungsmoment durch den langen Momentarm bezüglich des Achswellenradius. Eine Bewegung und Steuerung der Leitschaufelposition ist nur durch Anlegen von hochnichtlinearen Betätigungs Kräften möglich, und eine Steuerhysterese ist aufgrund einer Kombination aus Reibung und „Haftreibung“ zu groß.

[0005] Die US-PS 5,564,895 zeigt einen alternativen Lösungsansatz zur Aufrechterhaltung einer Leitschaufelpositionssteuerung für eine Turbine mit variabler Geometrie in einem Turbolader auf. Die Trennung von die Leitschaufeln stützenden Ringen ist zur Regulierung der Spannkraften gegen die Einlassleitschaufeln axial einstellbar. Dieser Lösungsansatz gestattet es, übermäßigen Blow-By zu vermeiden, jedoch sind eine komplexe Steueranordnung zur Erfassung des Aufkommens übermäßiger Spannkraft und ein Drucksteuersystem zur Einstellung der Spannkraft der Ringe erforderlich.

[0006] Deshalb ist es wünschenswert, eine Turboladerausführung mit variabler Geometrie bereitzustellen, die mehrere Schwenkleitschaufeln einsetzt und das Reaktionsmoment an der Leitschaufelstütze verringert und weiterhin eine axiale Belastung der Leitschaufelstützachsen ohne die zusätzliche Komplexität eines getrennten Steuersystems und von beweglichen Stützringen beseitigt.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die vorliegende Erfindung liefert die gegenüber dem Stand der Technik wünschenswerten Merkmale für eine variable Geometrie der Turbine eines Turboladers. Es wird ein Turbinengehäuse mit einem Abgas von einer Brennkraftmaschine empfangenden Diffusor und einem Düseneinlass bereitgestellt. Die im Turbinengehäuse aufgenommene Turbine wird durch das Abgas von einem Düsenauslass angetrieben. Die Düse enthält mehrere Leitschaufeln, die jeweils eine sich von einer Seite der Leitschaufel erstreckende erste Achse und eine sich von einer gegenüberliegenden Seite der Leitschaufel, coaxial zur

ersten Achse verlaufende zweite Achse aufweisen. Ein Düsenring weist mehrere Öffnungen auf, die die ersten Achsen der mehreren Leitschaufeln eng aufnehmen, während ein Einsatzring mehrere Öffnungen aufweist, die die zweiten Achsen der mehreren Leitschaufeln eng aufnehmen, wobei der Düsenring und der Einsatzring die Nabe und das Deckband der Düse bilden.

[0008] Der Düsenring und der Einsatzring sind durch eine Reihe von Hohlabstandsstücken und Schrauben in im Wesentlichen starrer, beabstandeter Beziehung befestigt, um die Leitschaufeln zwischen dem Düseneinlass vom Diffusor und dem Düsenauslass neben der Turbine zu positionieren. Eine Kammer zwischen dem Turbinengehäuse und dem mittleren Gehäuse des Turboladers nimmt den Betätigungsmechanismus für die Düsenleitschaufeln auf und überträgt durch Verbindung mit dem Düseneinlass vom Diffusor mittels der Toleranzen zwischen dem Düsenring und verschiedenen Elementen der Betätigungsschwinge Abgasdruck zum Aufprall auf ein Ende der ersten Achse für jede Leitschaufel. Ausgleichsabgasdruck wird durch Kanäle zwischen dem Turbinengehäuse und dem Einsatzring übertragen, die sich von dem Düseneinlass zu den die zweiten Achsen aufnehmenden Öffnungen erstrecken, um auf ein Ende der zweiten Achse für jede Leitschaufel aufzuprallen. Es wird ein sich senkrecht von den ersten Achsen erstreckende Leitschaufelarme aufnehmender Betätigungsring zum Drehen der Leitschaufeln eingesetzt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die Einzelheiten und Merkmale der vorliegenden Erfindung gehen aus der ausführlichen Beschreibung und den Zeichnungen deutlicher hervor; es zeigen darin:

[0010] [Fig. 1](#) eine Seiten-Schnittansicht einer Turbine mit variabler Geometrie nach dem Stand der Technik, die mehrere Schwenkleitschaufeln verwendet;

[0011] [Fig. 2](#) eine Seiten-Teilschnittansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die den Abgasdiffusor, die Turbinendüse mit zweiachsigen, druckausgeglichenen Leitschaufeln und den zugehörigen Betätigungsmechanismus zeigt;

[0012] [Fig. 3](#) eine End-Schnittansicht des Turbinengehäuses, die die Düsenringstege und die Gasdruckübertragungskanäle für den Achsendruckausgleich bei der gezeigten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0013] [Fig. 4](#) eine graphische Darstellung der Betätigungshysterese für eine freitragende Leitschaufel und eine doppelachsige Vergleichsleitschaufel; und

[0014] [Fig. 5](#) eine graphische Darstellung der Betätigungshysterese, die die durch den Druckausgleich der doppelachsigen Leitschaufel gebotene zusätzliche Verbesserung vergleicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0015] Auf die Zeichnungen Bezug nehmend, zeigt [Fig. 1](#) einen Turbolader mit variabler Geometrie, der mehrere Schwenkleitschaufeln in der Düse einsetzt. Der Turbolader enthält ein Turbinengehäuse **2**, das unter Verwendung einer V-Bandkupplung **6** an einem Turbinenflansch **4** angebracht ist. Der Turbinenflansch ist unter Verwendung von Schrauben **10** an einem mittleren Gehäuse **8** befestigt. Eine Verdichterrückplatte **12** ist unter Verwendung von Schrauben **14** gegenüber dem Turbinenflansch am mittleren Gehäuse angebracht, und ein Verdichtergehäuse **16** ist mit einer V-Bandkupplung an der Rückplatte angebracht.

[0016] Das Ladeluftverdichterrad **18** des Turboladers ist an der Welle einer Turbinenradanordnung **20** angebracht. Die Welle wird durch eine Lageranordnung im mittleren Gehäuse gestützt, die bei der in den Zeichnungen offenbarten Ausführungsform ein Paar Zapfenlager **22**, die durch ein Abstandsstück **24** getrennt sind, und einen ein Axiallager **28** aufnehmenden Druckring **26** enthält. In dem mittleren Gehäuse sind für die Lager und die Welle geeignete Schmierkanäle vorgesehen. Ein Kolbenring **30** stellt eine Dichtung für die Welle am Turbinenende bereit, während eine Kohledichtung oder eine äquivalente Labyrinthdichtung **32** eine Dichtung für das Verdichterrad der Welle bereitstellt. Ein Dichtungsring **33** und Dichtungsscheiben **31** sorgen für zusätzliche Abdichtung zwischen dem mittleren Gehäuse und der Verdichterrückplatte. Ein Scheibendeckband **21** wird als thermische Abschirmfläche verwendet.

[0017] Die Leitschaufeln **34** der variablen Düse werden durch (nicht gezeigte) Achsen gestützt, die sich in den Düsenring **36** erstrecken, welcher bei der gezeigten Ausführungsform durch mehrere Abstandsstifte **38** in beabstandeter Beziehung zu dem Turbinengehäuse gestützt wird und durch eine Tellerfeder **40** befestigt ist. Ein drehbar auf durch Führungszapfen **46** gestützten Rollen **44** angebrachter Betätigungsring **42** sorgt für Betätigung der mehreren Leitschaufeln. Die Einzelheiten der Betätigung und der Stützkonstruktion für die Leitschaufeln werden in der oben erwähnten US-PS 4,804,316 im Wesentlichen offenbart.

[0018] Die Einzelheiten einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden in [Fig. 2](#) gezeigt, wobei mit dem Turbolader nach [Fig. 1](#) gemeine Komponenten die gleiche Bezugszahl aufweisen. Jede der Leitschaufeln **34** wird teilweise durch eine erste Ach-

se **50** gestützt, die sich in enger Beziehung in Öffnungen **35** im Düsenring **36** erstreckt und durch sie drehbar gestützt wird. Die erste Achse erstreckt sich durch den Düsenring und ist an einem Leitschaufelarm **52** befestigt, der in Schlitzen im Betätigungsring **42** zur Betätigung der Leitschaufeln aufgenommen wird. Die Drehung des Betätigungsring erfolgt durch eine externe Kurbelbetätigungsschwinge **54**.

[0019] Eine zweite Achse **56** erstreckt sich von jeder der Leitschaufeln gegenüber und coaxial zu der ersten Achse. Die zweite Achse erstreckt sich in enger Beziehung in Gegenöffnungen **57** in einem Einsatzring **58** und wird durch sie drehbar gestützt, wobei der Einsatzring **58** in das Turbinengehäuse eingelassen ist und von einer maschinell herausgearbeiteten Ausnehmung **59** getragen wird. Der Düsenring und der Einsatzring bilden die Begrenzungsflächen und -deckbandflächen der Düse. Drei kreisförmige Hohlpräzisionsabstandsstücke **60** und Halteschrauben **62** werden dazu verwendet, die beiden Ringe zu positionieren und zu beabstanden und die Düsenringanordnung zwischen dem Düseneinlass und dem Düsenauslass neben der Turbine zu befestigen. Während der Montage des Turboladers kann sich der Einsatzring frei leicht drehen, um jegliche Dreh-Fehlpassung der beiden Lochmuster in den Ringen auszuschießen.

[0020] Für die doppelachsige Leitschaufelabstützung der vorliegenden Erfindung, wenn sich die Düsenleitschaufeln dem Schließen nähern, kann die Druckdifferenz an den Leitschaufeln in eine im Wesentlichen senkrecht auf die Druckmitte wirkende Kraft zerlegt werden, die sich auf der halben Spannweite der Leitschaufeln befindet. Die beiden gleichen Reaktionskräfte, die durch die beiden Achsen auf einander gegenüberliegenden Seiten der Leitschaufel bereitgestellt werden, gleichen die aerodynamische Belastung aus. Diese Reaktionskräfte stehen gleichmäßig im Gleichgewicht, und die Spitzenreaktionskraft ist bezüglich der in einer identischen Kaskade von freitragenden Leitschaufeln auftretenden Kräfte um 66% reduziert. Die Achsenbelastung und der Achsenverschleiß sind viel gleichmäßiger als bei der freitragenden Ausführung, wodurch der Achsendurchmesser verkleinert werden kann und wiederum eine weitere Verringerung des Reibmomentarms erreicht wird. Die Achsen befinden sich bei ca. 25% der Sehnenlänge der Leitschaufeln zum Erhalt eines aerodynamischen Moments von im Wesentlichen Null an den Leitschaufeln bezüglich der Achsen.

[0021] Des Weiteren befasst sich die vorliegende Erfindung mit der Beseitigung von Axialbelastung der Leitschaufeln durch Druckausgleich der beiden Stützachsen für jede der Leitschaufeln. Eine Gasleckage vom Düseneinlass vom Turbinendiffusor durch die verschiedenen Verbindungs- und Stützelemente, die dem Düsenring zugeordnet sind, führt letztendlich

zu einem Druck in der Kammer **64**, der auf das Ende der ersten Achse wirkt. Zum Ausgleich der durch diesen Druck erzeugten Kraft wird Abgasdruck vom Düseneinlass durch radiale Kanäle **66** übertragen, die maschinell in der Einsatzringausnehmung im Turbinengehäuse herausgearbeitet sind. Ein ringförmiger Kanal **68** erstreckt sich um die Ausnehmung herum neben den Achsenöffnungen im Einsatzring und an den radialen Kanälen angrenzend zwecks Übertragung des Gasdrucks auf den Kopf der zweiten Achse. Zwischen dem Innenumfang des Düsenrings und einer Gegenfläche am mittleren Gehäuse ist eine Dichtung **69** vorgesehen, um den Druckausgleich zwischen den beiden Achsen zu verbessern. Die ringförmigen und radialen Kanäle sind am besten in [Fig. 3](#) zu sehen, die auch die maschinell herausgearbeiteten Präzisionsflächen **70** der Ausnehmung im Turbinengehäuse zeigt, die den Einsatzring stützen. Gewindelöcher **72** nehmen die die Düsenringanordnung am Turbinengehäuse befestigenden Schrauben **62** auf.

[0022] Bei alternativen Ausführungsformen sind die radialen und/oder ringförmigen Kanäle anstatt im Turbinengehäuse im Einsatzring maschinell herausgearbeitet. Bei zusätzlichen Ausführungsformen sind getrennte radiale Kanäle, die jeder Öffnung im Einsatzring entsprechen und sie schneiden, im Einsatzring oder im Turbinengehäuse maschinell herausgearbeitet.

[0023] Der ausgeglichene Druck an den Köpfen der ersten und der zweiten Achse, die die gleiche Fläche aufweisen, beseitigt im Wesentlichen die axiale Belastung der Leitschaufeln und jegliche damit verbundenen Reibungskräfte, die auf die Steuerbetätigung der mehreren Leitschaufeln in der Düse einwirken. [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen Kraftdiagramme, die die die Leitschaufeln steuernde Hysterese darstellen. In [Fig. 4](#) zeigt die Kurve **74** die Hysterese bei einer herkömmlichen Düsenanordnung mit freitragenden Leitschaufeln. Die Kurve **76** zeigt die Verbesserung mit der doppelachsigen Abstützung für die Leitschaufeln. In [Fig. 5](#) zeigt die Kurve **78** die herkömmliche Düsenanordnung mit freitragenden Leitschaufeln, während die Kurve **80** die Gesamtverbesserung zeigt, die durch die doppelachsige Abstützung und den Druckausgleich der vorliegenden Erfindung geboten wird.

[0024] Nachdem nun die Erfindung ausführlich beschrieben worden ist, wie von den Patentbestimmungen erfordert, sind für Fachleute Modifikationen an und der Einsatz von Äquivalenten in den hier offenbarten bestimmten Ausführungsformen offensichtlich. Solche Modifikationen und Äquivalente liegen im Schutzbereich und in der Absicht der vorliegenden Erfindung nach der Definition in den folgenden Ansprüchen.

Patentansprüche

1. Turbine für einen Turbolader mit variabler Geometrie, die Folgendes umfasst:
 ein Turbinengehäuse (2) mit einem Abgas von einer Brennkraftmaschine empfangenden Diffusor und einem Düseneinlass;
 eine im Turbinengehäuse aufgenommene Turbine (20) zum Aufprall des Abgases von einem Düsenauslass zum Antrieb der Turbine;
 mehrere Leitschaufeln (34), die jeweils eine sich von einer Seite der Leitschaufel erstreckende erste Achse (50) und eine sich von einer gegenüberliegenden Seite der Leitschaufel, koaxial zur ersten Achse verlaufende zweite Achse (56) aufweisen;
 einen Düsenring (36) mit mehreren Öffnungen, die die ersten Achsen der mehreren Leitschaufeln eng aufnehmen;
 einen Einsatzring (58) mit mehreren Öffnungen, die die zweiten Achsen der mehreren Leitschaufeln eng aufnehmen;
 ein Mittel zur Befestigung des Düsenrings und des Einsatzrings in im Wesentlichen starrer, beabstandeter Beziehung zur Positionierung der Leitschaufeln zwischen dem Düseneinlass vom Diffusor und dem Düsenauslass neben der Turbine;
 ein Mittel zur Drehung der Leitschaufeln;
dadurch gekennzeichnet, dass sich die ersten mehreren Öffnungen im Düsenring vollständig durch den Düsenring und die mehreren Öffnungen im Einsatzring vollständig durch den Einsatzring erstrecken, und weiterhin mit:
 einem ersten Mittel zur Übertragung von Abgasdruck zum Aufprall auf ein Ende der ersten Achse für jede Leitschaufel distal von der Leitschaufel;
 einem zweiten Mittel zur Übertragung von Abgasdruck zum Aufprall auf ein Ende der zweiten Achse für jede Leitschaufel distal von der Leitschaufel; und

2. Turbine nach Anspruch 1, bei der das erste Mittel zur Übertragung von Abgasdruck eine Kammer (64) neben dem Düsenring distal von den Leitschaufeln umfasst, wobei die Kammer in Druckverbindung mit dem Düseneinlass steht.

3. Turbine nach Anspruch 1, bei der das zweite Mittel zur Übertragung von Abgasdruck sich von dem Düseneinlass zu den Öffnungen im Einsatzring erstreckende Kanäle (66) umfasst, welche die Öffnungen distal der Leitschaufeln in der Nähe des Endes der zweiten Achse schneiden.

4. Turbine nach Anspruch 2, bei der die Kammer das Betätigungsmittel für die Leitschaufeln aufnimmt.

5. Turbine nach Anspruch 3, bei der die Kanäle mindestens einen radialen Kanal (66) im Turbinengehäuse umfassen, der sich zwischen dem Düseneinlass und einem ringförmigen Kanal (68) in dem Turbinengehäuse neben dem Einsatzring erstreckt und

die Öffnungen im Einsatzring schneidet.

6. Turbine nach Anspruch 4, bei der sich die ersten Achsen durch die Öffnungen im Düsenring erstrecken und das Betätigungsmittel Folgendes umfasst:
 an den ersten Achsen befestigte und sich senkrecht zu ihnen erstreckende Leitschaufelarme (52), die in Schlitz in einem Betätigungsring (42) aufgenommen sind; und
 eine Kurbelschwinge (54) zum Drehen des Betätigungsringes.

7. Turbine nach Anspruch 4, bei der die Kammer (64) zwischen dem Turbinengehäuse und einem mittleren Gehäuse (8) für den am Turbinengehäuse befestigten Turbolader angeordnet ist.

8. Turbine nach Anspruch 7, weiterhin mit einer Dichtung (69), die zwischen und Innenumfang des Düsenrings und einer Gegenfläche an dem mittleren Gehäuse angeordnet ist.

9. Turbine nach Anspruch 1, bei der das Mittel zur Befestigung des Düsenrings und des Einsatzrings Folgendes umfasst:
 mehrere starre Hohlabstandsstücke (60), die zwischen dem Düsenring und dem Einsatzring angeordnet sind; und
 mehrere sich durch den Düsenring, die Abstandsstücke und den Einsatzring erstreckende Schrauben (62), die mit Gegenlöchern im Turbinengehäuse verschraubt sind.

10. Turbine nach Anspruch 9, bei der der Einsatzring in einer maschinell herausgearbeiteten ringförmigen Aussparung im Turbinengehäuse aufgenommen ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

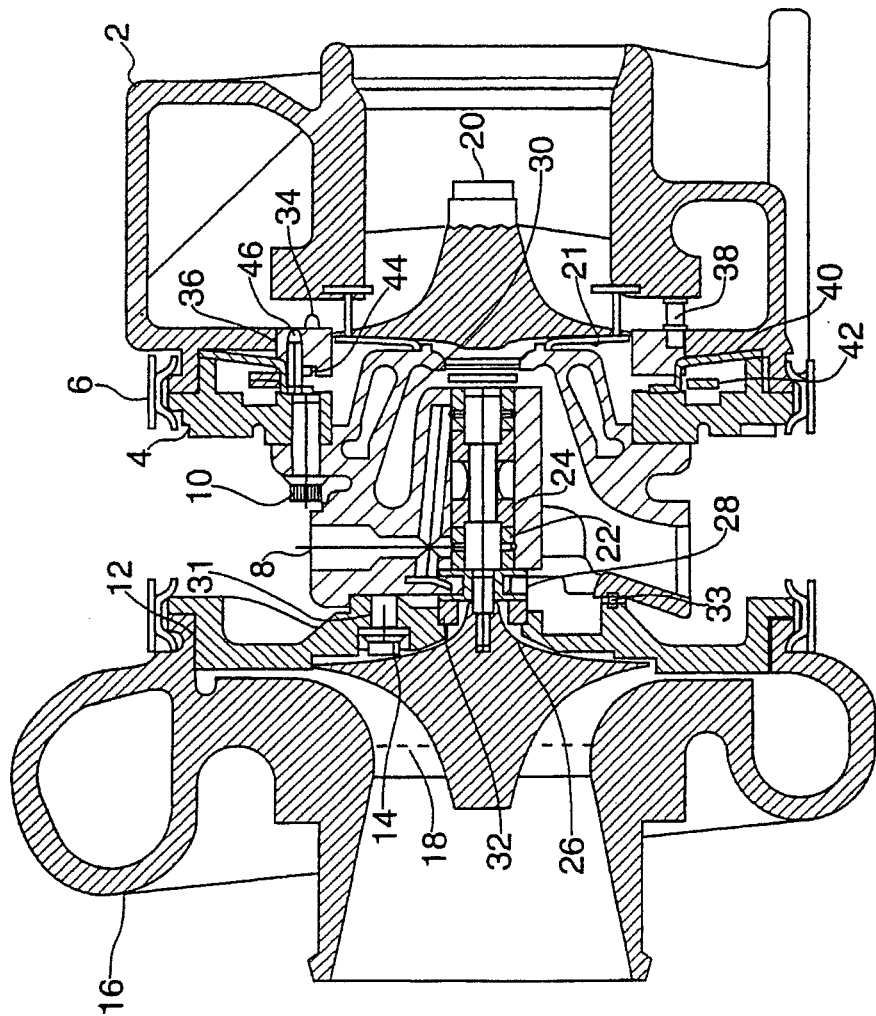
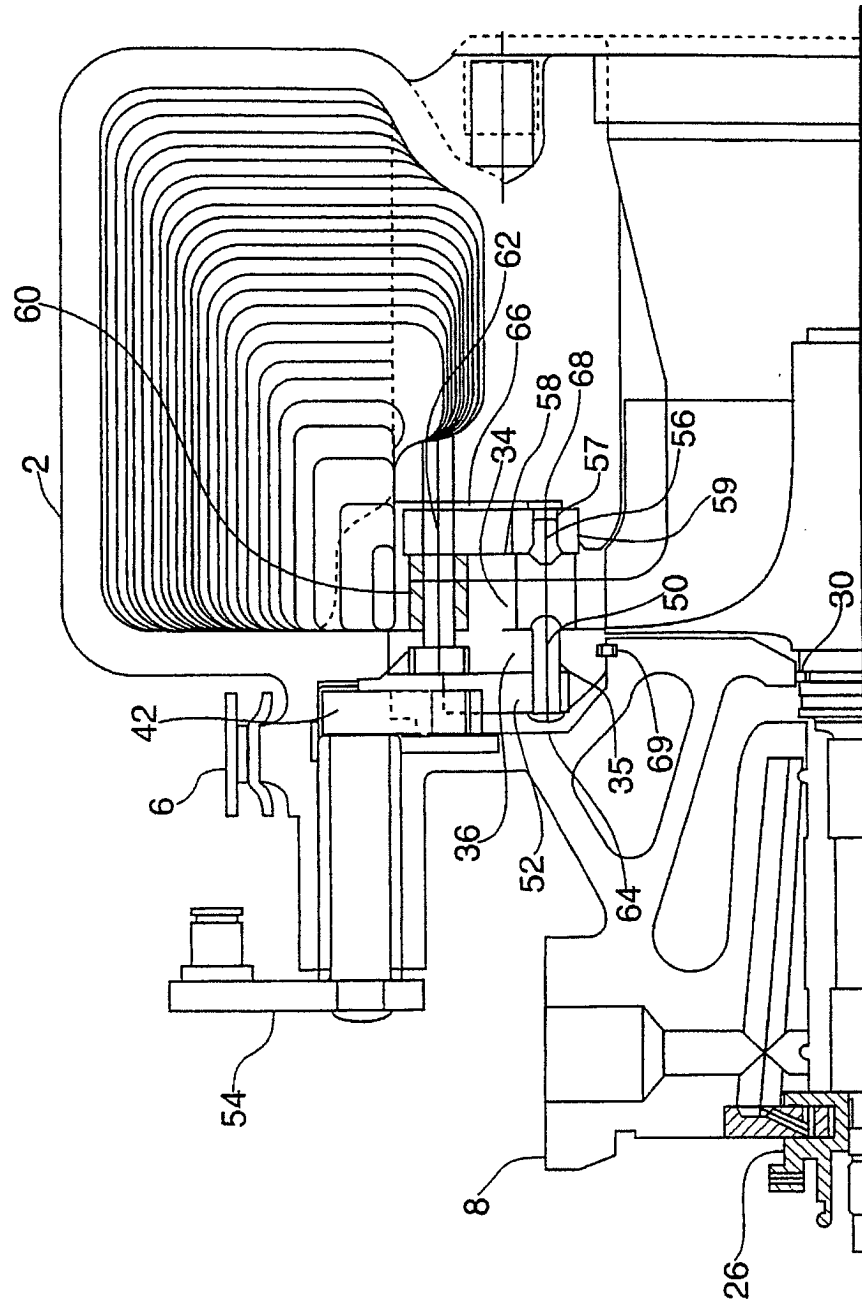


FIG. 1



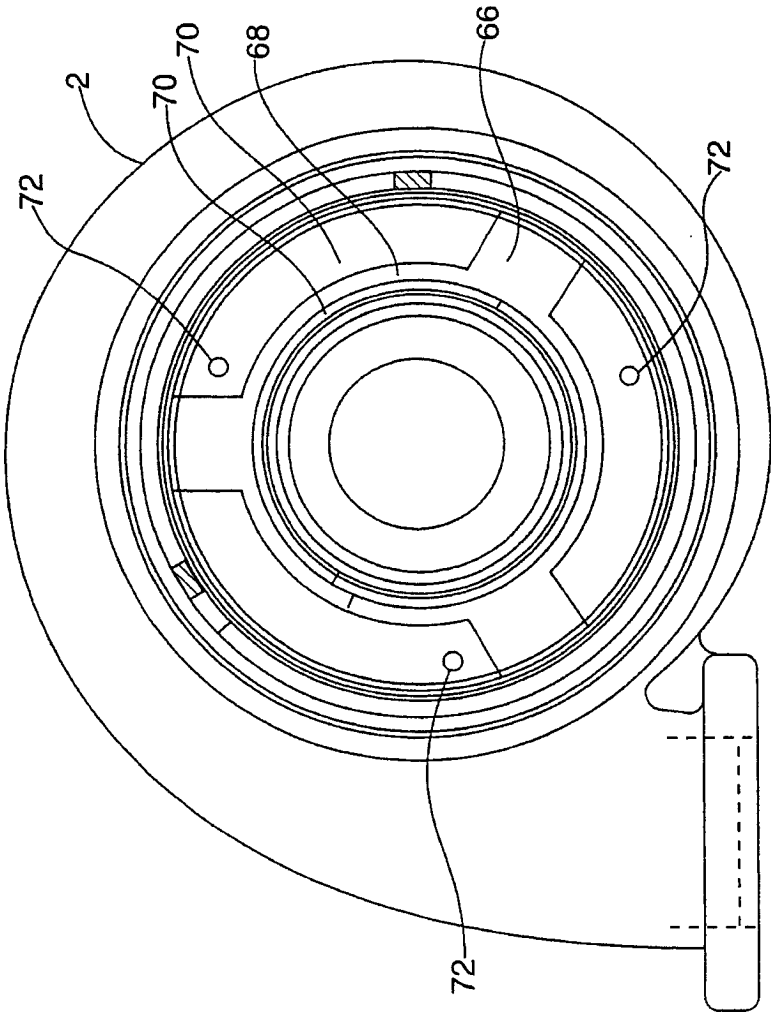


FIG. 3

STEUERBARKEIT VON TURBINE MIT VARIABLER GEOMETRIE (VNT) GELÖST - SCHRITT I

STEUERHYSTERESESCHLEIFE FÜR DEKOMPRESSIONSBREMSUNG
BEI KONSTANTER FAHRZEUGGESCHWINDIGKEIT

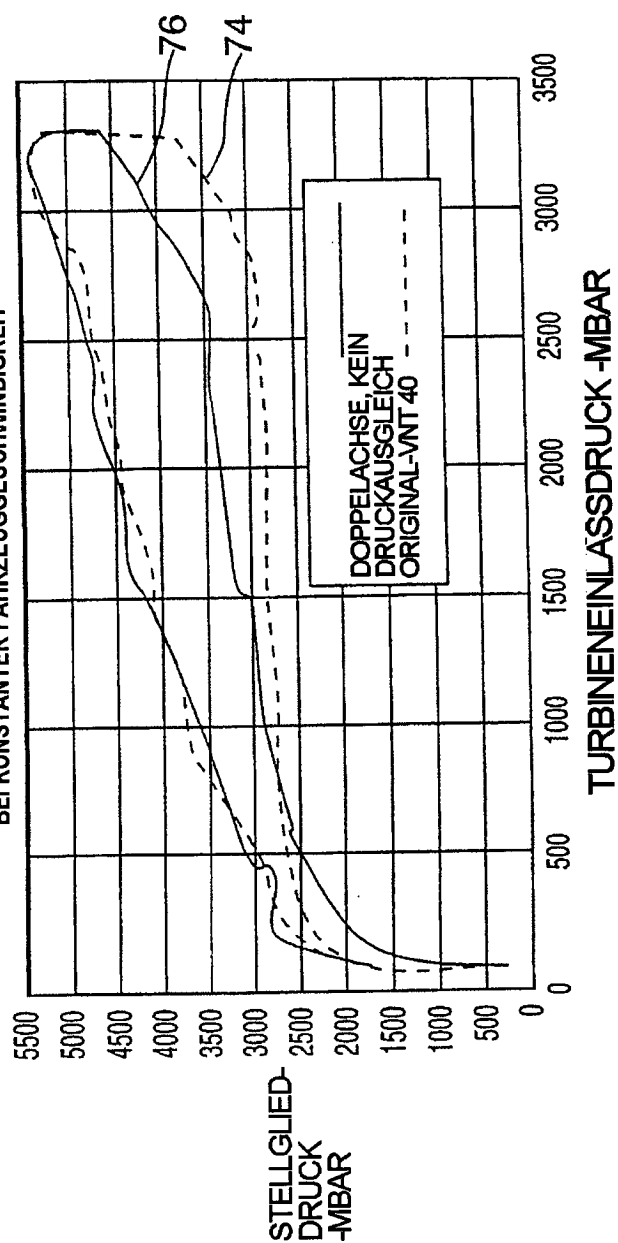
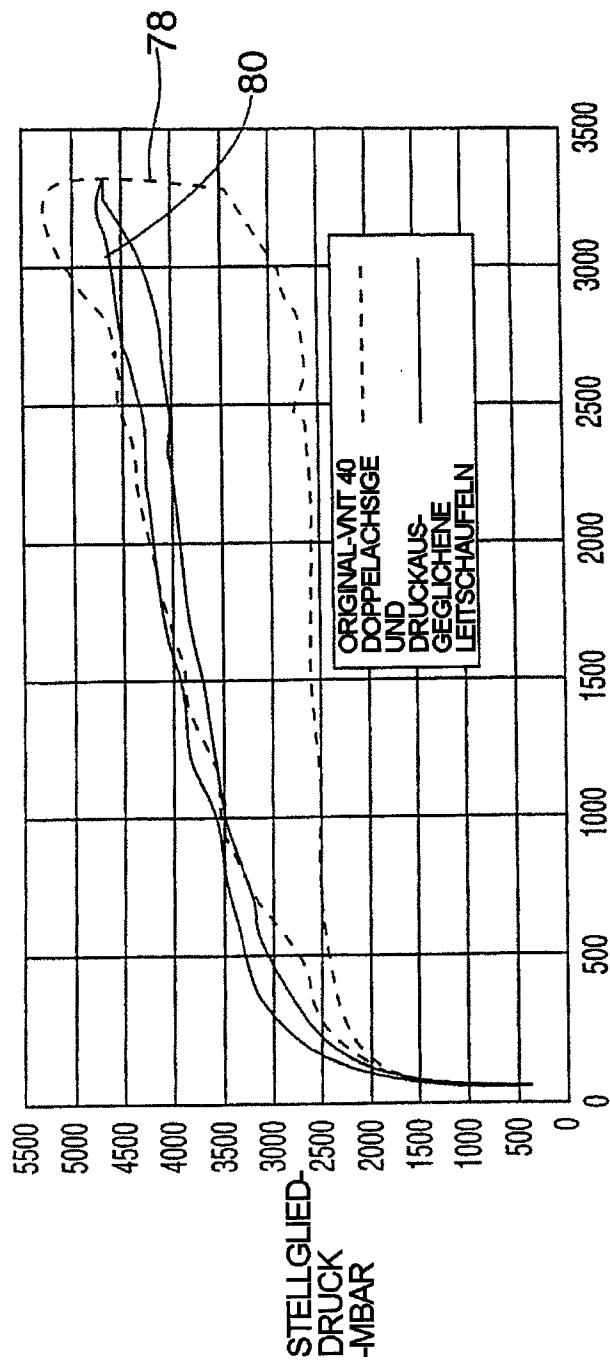


FIG. 4

STEUERBARKEIT VON TURBINE MIT VARIABLER
GEOMETRIE (VNT) GELÖST - SCHRITT II

STEUERHYSTERESESCHLEIFE FÜR DEKOMPRESSIONSBREMSUNG
BEI KONSTANTER FAHRZEUGGESCHWINDIGKEIT



TURBINENEINLASSDRUCK -MBAR
FIG.5