



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 12 952 T2 2007.02.22**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 379 764 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 12 952.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE02/00666**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 723 001.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/081884**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.04.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **17.10.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **05.07.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.02.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F02C 9/18 (2006.01)**

F02C 6/20 (2006.01)

F01D 21/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0101266 06.04.2001 SE

(73) Patentinhaber:

Volvo Aero Corp., Trollhättan, SE

(74) Vertreter:

v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano, 81541 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**JÖNSSON, Bertil, S-237 32 Bjärred, SE; SUNDIN,
Lars, S-212 32 Malmö, SE**

(54) Bezeichnung: **GASTURBINE, DIE GASTURBINE ENTHALTENDES FAHRZEUG UND VERFAHREN ZUR MOTOR-
BREMSUNG EINER GASTURBINE**

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.

BeschreibungGEBIET DER ERFINDUNG UND STAND DER
TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbine mit einem ersten Kompressor, einer Verbrennungskammer und einer ersten Turbine, wobei die Turbine für einen Antrieb des Kompressors über eine erste Welle ausgelegt ist. Die Gasturbine ist zur Verdichtung des Gases in dem Kompressor, zur Erhitzung des verdichteten Gases in der Verbrennungskammer und zur Expansion der erhitzten Gase in der Turbine ausgelegt. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Motorbremsen einer solchen Gasturbine.

[0002] Gasturbinen werden beispielsweise als Motoren für Fahrzeuge und Luftfahrzeuge und als Antriebe in Schiffen und in Kraftwerken zur Herstellung von Elektrizität verwendet.

[0003] Die Gasturbine wird nachstehend in einem Fall beschrieben, in dem sie eine freie Leistungsturbine umfasst. Dies ist bevorzugt, jedoch in keiner Weise die Anwendung der Erfindung beschränkend. Die Anordnung des Kompressors, der Turbine zum Antrieb des Kompressors über die erste Welle und die Verbrennungskammer werden normalerweise als Gasgenerator bezeichnet. Die mit einer Antriebswelle verbundene Leistungsturbine ist stromabwärts der ersten Turbine angeordnet und für einen Antrieb durch das Gas von der ersten Turbine ausgelegt. Mit anderen Worten sind der Gasgenerator und die Leistungsturbine nur durch die expandierten heißen Gase verbunden.

[0004] Die Gasturbine ist vorzugsweise von der rückgewinnenden oder regenerativen Art, d. h. sie umfasst einen Wärmetauscher, der zur Wiedergewinnung von Energie aus den heißen Abgasen ausgelegt ist.

[0005] Durch ihre große Leistung in Bezug auf ihr Gewicht sind Gasturbinen sehr zum Antrieb von Fahrzeugen geeignet, und dies gilt insbesondere für Gasturbinen mit zwei Wellen, von denen eine die freie Leistungsturbine über ein Fahrzeuggetriebe mit einer Antriebswelle des Fahrzeugs verbindet. Ein Problem bei den Fahrzeuganwendungen besteht darin, eine Motorbremsfunktion zu schaffen. Dies gilt insbesondere für den Fall von Schwerlastfahrzeugen, wie z. B. Lastwagen. Die Erfindung wird nachstehend für einen Fall beschrieben, in dem sie in einem Fahrzeug für dessen Antrieb angewendet wird. Dies ist eine bevorzugte jedoch auf keine Weise beschränkende Anwendung der Erfindung.

[0006] Bei Gasturbinen mit einem durch eine Turbine angetriebenen Kompressor und einer zwischen

diesen angeordneten Verbrennungskammer ist es bereits bekannt, die Kraftstoffzufuhr zu der Verbrennungskammer zum Zwecke der Reduzierung/Bremmung der Drehzahl des Motors zu reduzieren oder gänzlich abzustellen. Dieses Verfahren zur Drehzahlverringerung/Motorbremsung ist jedoch relativ langsam, einerseits aufgrund der Tatsache, dass die innere Reibung der Gasturbinen sehr gering ist und andererseits aufgrund der Tatsache, dass ein relativ großer Teil der bei der Verdichtung in dem Verdichter durchgeführten Arbeit wiedergewonnen wird, wenn die darauf folgende Expansion in der Turbine stattfindet.

[0007] Eine Gasturbine mit einem Ablassventil für verdichtete Luft ist in der US-A-3 710 576 offenbart.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Ein erstes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Motorbremssystem für einen Gasturbinenmotor zu schaffen, die die Möglichkeiten für eine schnelle Reduzierung der Drehzahl des Motors schafft und die kraftstoffeffizient ist.

[0009] Dieses Ziel wird gemäß Anspruch 1 erreicht.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Ablassventil eine federbelastete Öffnungseinrichtung zur Regelung des Öffnungsbereichs. Dies ist eine hinsichtlich der Konstruktion einfache Lösung. Es ist darüber hinaus möglich, durch Wahl einer geeigneten Federkraft für die Feder die Öffnungscharakteristik zu bestimmen.

[0011] Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Ablassventil stromaufwärts der Verbrennungskammer angeordnet. Dies schafft die Möglichkeit zur Regelung der Gaszufuhr und der Kraftstoffzufuhr zu der Verbrennungskammer auf optimale Weise während des Motorbremsens. Bevorzugt wird die Kraftstoffströmung zu der Kraftstoffkammer reduziert und nur ein ausreichend großer Teil des durch den Kompressor verdichteten Gases der Verbrennungskammer zugeführt, um eine solche Flamme in der Verbrennungskammer aufrecht zu erhalten, dass die Temperatur der Teile, die während des Betriebs der Gasturbine heiß sind, über einer vorher bestimmten Temperatur gehalten wird. Auf diese Weise wird die Abkühlung der Verbrennungskammer verringert und eine Möglichkeit geschaffen, eine gewünschte Leerlauftemperatur der Turbine aufrecht zu erhalten.

[0012] Gemäß einer Entwicklung der vorhergehenden Ausführungsform umfasst die Gasturbine einen Wärmetauscher, der zwischen dem Kompressor und der Verbrennungskammer angeordnet ist. Die oben beschriebene Abzweigung des Gases an der Verbrennungskammer vorbei ist besonders in diesem

Fall vorteilhaft, da ansonsten eine große Luftströmung den Wärmetauscher kühlen würde, was zu einer Verkürzung der Lebensdauer aufgrund einer thermischen Ermüdung führen würde und auch den Kraftstoffverbrauch erhöhen würde, da der Wärmetauscher wieder erwärmt werden muss, wenn die Motordrehzahl wieder erhöht wird. Durch diese Anordnung wird deshalb eine Abkühlung des Wärmetauschers verringert. Dies sorgt auch dafür, dass die Lebensdauer des Wärmetauschers verlängert wird, da er weniger thermischer Ermüdung unterworfen wird, und auch für eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads der Gasturbine, da große Temperaturschwankungen des Wärmetauschers vermieden/verringert werden.

[0013] Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Gasturbine eine Leistungsturbine, die zum Antrieb einer zweiten Welle ausgelegt ist, wobei die Leistungsturbine stromabwärts der ersten Turbine angeordnet ist und so ausgelegt ist, dass sie durch Gas von dieser angetrieben wird. Durch Expansion des Gases in zwei Stufen, zuerst in der Turbine und dann in der Leistungsturbine, wird der Druckabfall über jede Turbine verringert. Außerdem wird die Möglichkeit für eine Optimierung der Leistungsturbine bezüglich einer gewünschten Drehmomentcharakteristik beispielsweise im Falle eines Antriebs von Fahrzeugen geschaffen.

[0014] Die Gasturbine umfasst außerdem vorzugsweise ein Getriebe für ein selektives Zusammenkopeln der zweiten Welle und der ersten Welle und/oder eine Einrichtung für eine variable Regelung der Strömung zu der Leistungsturbine. Auf diese Weise kann der Motorbremsbetrieb geregelt und in größerem Ausmaß variiert werden. Dadurch, dass mittels des Ablassventils ein Teil der Gasströmung, die durch den Kompressor verdichtet wurde, an der Turbine und der Leistungsturbine vorbei abgezweigt wird, tragen diese weder zum Antrieb des Kompressors noch zum Antrieb des Fahrzeugs bei. Wenn ein Motorbremsen stattfindet, wird der Antrieb des Kompressors dadurch bewirkt, dass die Antriebsenergie des Fahrzeugs umgewandelt und über das Getriebe auf die Welle zum Antrieb des Kompressors übertragen wird.

[0015] Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Gasturbine einen zweiten Kompressor, der in Reihe und stromabwärts des ersten Kompressors angeordnet ist, und das Ablassventil ist stromaufwärts des zweiten Kompressors angeordnet. Auf diese Weise kann in Verbindung mit dem Motorbremsen die ganze oder ein Teil der Gasströmung von dem ersten Kompressor an dem zweiten Kompressor vorbei geführt werden. Dies führt seinerseits dazu, dass die bei dem Druckaufbau in dem ersten Kompressor durchgeführte Arbeit zu einem Bremsen der Gasturbine führt.

[0016] Ein zweites Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Motorbremsen einer Gasturbine zu schaffen, das die Möglichkeit einer schnellen Reduzierung der Drehzahl des Motors schafft. Die Erfindung zielt außerdem in der Schaffung eines Verfahrens, das zu einer Gasturbine führt, die hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs effektiv ist.

[0017] Dieses Ziel wird erreicht durch ein Verfahren zum Motorbremsen einer Gasturbine mit einem ersten Kompressor, einer Verbrennungskammer und einer ersten Turbine, wobei die Turbine zum Antrieb des Kompressors über eine erste Welle ausgelegt ist, wobei ein Teil des durch den Kompressor verdichteten Gases an der ersten Turbine während des Motorbremsens an der ersten Turbine vorbeigeführt wird. Die Wärmeverluste, die sich aus der Abkühlung der heißen Teile des Motors ergeben, können hierdurch reduziert werden. Durch die Tatsache, dass ein Teil der durch den Kompressor verdichteten Luft an der Turbine zur gleichen Zeit vorbeigeführt wird, zu der die Kraftstoffzufuhr zu der Verbrennungskammer auf eine Strömung verringert ist, die geringer ist, als die Strömung bei normalem Leerlauf, was als Pilotströmung bekannt ist, kann ein Kühlen der heißen Teile des Motors weiter reduziert werden.

[0018] Andere vorteilhafte Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung sind aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung erkenntlich.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0019] Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsformen und der beigefügten Figuren beschrieben, in denen

[0020] [Fig. 1](#) schematisch eine Gasturbine gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt,

[0021] [Fig. 2](#) schematisch eine Gasturbine gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt,

[0022] [Fig. 3](#) im Querschnitt eine Seitenansicht eines Ablassventils für eine Gasturbine zeigt, und

[0023] [Fig. 4](#) schematisch eine Gasturbine gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0024] [Fig. 1](#) zeigt schematisch eine Doppelwellengasturbine **1** gemäß einer ersten Ausführungsform. Die Gasturbine **1** umfasst einen ersten Kompressor **2** mit einem Kompressoreinlass **3** und einem Kompressoraustrass **4** und einen zweiten Kompressor **5** mit einem zweiten Kompressoreinlass **6** und einem zweiten Kompressoraustrass **7**. Der Kompressoreinlass **3** mündet über einen Luftfilter (nicht gezeigt) in die At-

mosphäre. Zwischen dem Kompressoraustritt **4** des ersten Kompressors **2** und dem Kompressoreinlass **6** des zweiten Kompressors **5** ist ein Zwischenfühler **9** angeordnet, dessen Funktion darin besteht, die durch den ersten Kompressor **2** verdichtete Luft zu kühlen, bevor ein weiterer Druckanstieg in dem zweiten Kompressor **5** stattfindet. Der Zwischenkühler **9** ist an ein separates Kühlsystem (nicht gezeigt) angeschlossen.

[0025] Jeder Kompressor **2**, **5** umfasst außerdem ein Laufrad, wobei die Laufräder miteinander über eine Welle **10a**, **10b** miteinander und mit einem Turbinenrad drehfest verbunden sind, das in einer Turbine **11** angeordnet ist.

[0026] Stromabwärts des Kompressoraustrittes **7** des zweiten Kompressors **5** befindet sich ein Ablassventil **12**, das so ausgelegt ist, dass es abhängig von Betriebsbedingungen in Verbindung mit einem Motorbremsen die verdichtete Luft zu einem Abgasauslass **13** oder in Verbindung mit seinem Betrieb zu einem Wärmetauscher **14** zur Rückgewinnung von Abgaswärme führt. Die Anordnung des Ablassventils **12** stromabwärts des zweiten Kompressoraustrittes **7** und stromaufwärts des Turbineneinlasses **15** der Turbine **11** ermöglicht es in Verbindung mit dem Motorbremsen, die Gasströmung durch die Turbine **11** auf ein gewünschtes, relativ niedriges Niveau zu regeln. Dies führt seinerseits dazu, dass die Antriebsleistung für die Kompressoren **2**, **5** von der Turbine **11** beträchtlich reduziert wird, weshalb die Gasturbine **1** gebremst wird.

[0027] Die verdichtete Luft wird dann einer Verbrennungskammer **16** über deren Gaseinlass **17** zugeführt, wobei Kraftstoff **18** der Kammer mittels eines Kraftstoffsystems (nicht gezeigt) zugeführt und darin mit Hilfe der heißen verdichteten Luft verbrannt wird. Die heißen Verbrennungsgase werden über den Gasauslass **19** der Verbrennungskammer **16** der Turbine **11** zugeführt, wo eine erste, begrenzte Expansion der Verbrennungsgase für den Antrieb der Kompressoren **2**, **5** stattfindet. Die endgültige Expansion in die Nähe des Atmosphärendrucks herunter findet in einer Leistungsturbine **20** statt, die stromabwärts der Turbine **11** angeordnet ist. Dadurch, dass die Verbrennungsgase schließlich von der Leistungsturbine **20** durch den Wärmetauscher **14** geführt werden, kann Energie rückgewonnen werden, bevor die Gase dem Abgasauslass **13** zugeführt werden, was zu einem erhöhten Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine **1** beiträgt.

[0028] Das über das Ablassventil **12** abgeführte Gas wird deshalb nicht der Leistungsturbine **20** sondern direkt der Atmosphäre oder alternativ über einen Wärmetauscher der Atmosphäre zugeführt.

[0029] Da eine Ausgangswelle **21** von der Leis-

tungsturbine **20** über ein Getriebe **22** mit einer Antriebswelle **23** des Fahrzeugs verbunden ist, dient die Gasturbine **1** zum Antrieb. Die Antriebswelle **23** ist ihrerseits mit einem Differential **24** gekoppelt, das das Antriebsdrehmoment auf die Antriebsräder **25**, **26** des Fahrzeugs verteilt.

[0030] Durch die Tatsache, dass ein Getriebe **27** über die Ausgangswelle **21** der Leistungsturbine zwischen der Antriebswelle **23** des Fahrzeugs und der Welle **10a**, **10b** angeordnet ist, kann die Bewegungsenergie des Fahrzeugs in Verbindung mit einem Motorbremsen zum Antrieb der Kompressoren **2**, **5** verwendet werden, wodurch sowohl die Gasturbine **1** als auch das Fahrzeug wirksam gebremst werden können. Das Getriebe **27** umfasst ein erstes Zahnrad **28**, das drehfest auf der Ausgangswelle **21** der Leistungsturbine angeordnet ist und in Eingriff mit einem zweiten Zahnrad **29** steht, das drehfest auf einer ersten Zwischenwelle **30** angeordnet ist. Die erste Zwischenwelle **30** kann mittels einer steuerbaren Kupplung **31**, vorzugsweise einer Reibungskupplung, wahlweise mit einer zweiten Zwischenwelle **32** gekoppelt werden, auf der ein drittes Zahnrad **33** angeordnet ist, das in Eingriff mit einem vierten Zahnrad **34** steht, das drehfest auf der Welle **10b** angeordnet ist.

[0031] Aufgrund des Ablassventils **12** ist es möglich, während des Motorbremsens einen kleineren Teil der verdichteten Luft durch die Gasleitung und die Verbrennungskammer **16** zu führen und eine geringe Menge an Kraftstoff in der Verbrennungskammer zu verbrennen, um ein Ausgehen der Verbrennungskammer zu verhindern und um die Temperatur der Gasleitung ausreichend hoch zu halten, um Wärmespannungen zu minimieren. Es ist außerdem erwünscht, solch eine Flamme in der Verbrennungskammer aufrecht zu erhalten, dass einer starken Abkühlung der heißen Teile der Gasturbine entgegen gewirkt wird. Mit anderen Worten wird die Temperatur dieser heißen Teile über einem vorher bestimmten Wert gehalten. Mit heißen Teilen sind u. a. die Verbrennungskammer, der Wärmetauscher und die Gasleitung gemeint. Es gibt somit Bestrebungen, einer starken Abkühlung der heißen Teile der Gasturbine entgegen zu wirken. Hierfür wird der Großteil des Gases an der Verbrennungskammer vorbeigeführt. Die Menge des eingeführte Kraftstoffes ist so, dass sie die Turbineneinlasstemperatur über einem spezifischen Wert im Wesentlichen konstant hält.

[0032] Bezugnehmend auf [Fig. 2](#) ist eine zweite Ausführungsform einer Gasturbine **1** beschrieben, bei der das Ablassventil **12**, im Gegensatz zu der obigen Beschreibung, stromabwärts des Kompressoraustrittes **4** des ersten Kompressors **2** und stromaufwärts des Kompressoreinlasses **6** des zweiten Kompressors **5** angeordnet ist. Auf diese Weise kann die gesamte oder ein Teil der Gasströmung von dem

ersten Kompressor **2** an dem zweiten Kompressor **5** in Verbindung mit einem Motorbremsen vorbeigeführt werden. Dies führt seinerseits dazu, dass die beim Druckaufbau in dem ersten Kompressor **2** durchgeführte Arbeit zu einem Bremsen der Gasturbine **1** führt.

[0033] [Fig. 3](#) zeigt im Querschnitt eine Seitenansicht eines Ablasventils **12** das zur Verwendung in einem Motorbremssystem für eine Gasturbine **1** bestimmt ist. Das Ablasventil **12** umfasst einen Ventileinlass **35** der zur Verbindung mit einem Kompressoerauslass **4, 7** bestimmt ist, einen ersten Ventilauslass **36**, der zur Verbindung mit dem Abgasauslass **13** bestimmt ist, und einen zweiten Ventilauslass **37**, der zur Verbindung mit dem Wärmetauscher **14** oder abhängig von der Ausführungsform mit dem Kompressoereinlass **6** des zweiten Kompressors **5** bestimmt ist. Das Ablasventil **12** umfasst außerdem eine Öffnungseinrichtung in Form eines Scheibenventils **38**, dessen Hin und Herbewegung durch eine pneumatische Druckzelle **39** gesteuert wird. Die Druckzelle **39** umfasst einen durch eine Membrane **41** abgedichteten Kolben **40**, der zusammen mit einem Druckdeckel **42** einen geschlossenen Raum **43** bildet, an den eine Druckleitung **44** angeschlossen ist. Die Druckleitung **44** ist ihrerseits über ein Elektromagnetventil (nicht gezeigt) mit dem Kompressoerauslass **7** verbunden. Durch die Tatsache, dass der Kolben **40** so ausgelegt ist, dass er sich gegen die Wirkung einer Schraubenfeder **45** bewegt, ist es möglich, durch Auswahl der Federkennlinie den gewünschten Arbeitsdruck in der Leitung zu den Komponenten stromabwärts des Ablasventils aufrechtzuerhalten, d. h. in dem Ventilauslass **37**. Die Gasmenge, die an der Verbrennungskammer vorbeigeführt wird, wird abhängig von dem Druck in dem Gas von dem Kompressor geregelt, d. h. es findet eine automatische Regelung statt. Das von dem Kompressor verdichtete Gas, das an der Verbrennungskammer vorbeigeführt wird, wird in diesem Fall direkt in die Atmosphäre abgeführt.

[0034] [Fig. 4](#) zeigt schematisch eine vierte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Diese unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in einigen Dingen. Die Gasturbine **1** umfasst eine Einrichtung **45** für eine variable Regelung der Strömung zu dem Kompressor **2** zur Regelung der Bremswirkung. Hierbei besteht die Einrichtung **45** aus variablen Einlassführungsschaufeln. Die Führungsschaufeln sind zur Veränderung des Winkels der Strömung angeordnet, um den Druckaufbau in dem Kompressor zu verändern.

[0035] Es sind außerdem zwei Antriebsturbinen **20, 20'** an der Antriebswelle **23** angeordnet. Jede von diesen ist mit einer Einrichtung **40, 40'** für eine variable Regelung der Strömung zu der Leistungsturbine **20, 20'** ausgestattet. Diese Einrichtungen bestehen aus einem variablen Stator oder Führungsschaufeln.

Die Führungsschaufeln sind so ausgelegt, dass sie die Gasmenge zu der Leistungsturbine regeln können und auf diese Weise die Turbineneinlasstemperatur steuern können.

[0036] Nach dem Ablasventil ist außerdem ein Schalldämpfer **46** an der Leitung angeordnet, die zur Atmosphäre führt.

[0037] Ein bevorzugtes Beispiel eines Verfahrens zum Motorbremsen der in [Fig. 4](#) gezeigten Gasturbine wird nachstehend beschrieben.

[0038] Bei normalem Betrieb, d. h. wenn die Gasturbine das Fahrzeug antreibt, ist jeder der drehbaren Stator **40, 40'** der Antriebsturbinen **20, 20'** in Antriebsrichtung angeordnet, das Ablasventil **12** ist geschlossen, die Kupplung **31** zwischen dem Gasgenerator und der Antriebsturbine ist ausgerückt und die Einlassführungsschaufeln **45** des Kompressors **2** befinden sich in einer offenen Stellung, d. h. nahe 0 Grad. Mit anderen Worten wird der Kompressor nicht gedrosselt, sondern liefert seine maximale Massenstromung für die betreffende Drehzahl. Der Gasgenerator dreht mit einer Drehzahl zwischen Leerlauf und maximaler Leistung, und die Drehzahl der Antriebsturbine wird durch die Drehzahl der Antriebsräder und den betreffenden Gang bestimmt.

[0039] Wenn die Öffnung der Drossel verringert wird, passiert folgendes: Die Kraftstoffströmung von der Verbrennungskammer **16** verringert sich. Die Drehzahl des Gasgenerators fällt ab, die Leistung verringert sich, das Fahrzeug fährt langsamer, die Leistung geht jedoch immer noch von dem Motor zu den Antriebsrädern **25, 26**. Der Winkel der Führungsschaufeln **45** des Kompressors **2** wird auf eine geschlosseneren Stellung eingestellt, was bedeutet, dass sich die Massenstromung verringert. Alternativ oder zusätzlich kann ein anderer Betriebsparameter als die Öffnung der Drossel zur Initiierung des Motorbremsens erfasst werden. In diesem Fall wird die Öffnung der Drossel durch eine Drosselsteuerung gesteuert, wie z. B. einem Gaspedal, das seinerseits die Drehzahl des Gasgenerators und somit die dem Motor zugeführte Luftmenge steuert.

[0040] Wenn die Öffnung der Drossel weiter auf den Leerlaufzustand reduziert wird passiert folgendes: Die Kraftstoffströmung verringert sich auf Leerlaufströmung, was bedeutet, dass Kraftstoff nur der Pilotdüse der Verbrennungskammer **16** zugeführt wird. Die Führungsschaufeln **40, 40'** der Antriebsturbine **20, 20'** werden auf Bremsstellung angewinkelt und die Antriebsturbine wird gebremst. Die Leistung geht dann von den Antriebsrädern **25, 26** zu dem Motor (Motorbremse).

[0041] Eine "aktives" Motorbremsen wird durch Betätigung einer Bremssteuerung in Form eines Brem-

pedals oder einer anderen Art von Bremssteuerung initiiert, wie z. B. einer Handsteuerung. Der Stator **40** der Antriebsturbine **20** ist in einer Bremsstellung angeordnet, und die Antriebsturbine **20** wird dann mit dem Gasgenerator gekoppelt, indem die Scheibenkupplung **31** aktiviert wird. Vorzugsweise wird die Kupplung kurz eingerutscht, um die Drehzahl der Wellen **10b**, **23** zu synchronisieren und wird daraufhin mit vollem Druck gesperrt. Das Ablassventil **12** wird dann geöffnet. Die Kraftstoffströmung zu der Verbrennungskammer wird auf die geringe Luftmenge eingestellt, die durch die Verbrennungskammer und die Gasleitung strömt, so dass eine geeignete Temperatur aufrecht erhalten wird und eine starke Abkühlung der heißen Teile vermieden wird. Die Führungsschaufeln **45** des Kompressors **2** befinden sich in einer geschlossenen Stellung, d. h. die Massenströmung des Kompressors ist so klein wie möglich bei der betreffenden Drehzahl, wodurch bei Ablassen des Kompressors die geringste Bremswirkung beim Motorbremsen geschafft wird.

[0042] Die maximale Motorbremse wird dann dadurch erreicht, dass die Führungsschaufeln **45** des Kompressors **2** in die vollständig offene Stellung geöffnet werden.

[0043] Die Motorbremswirkung kann natürlich durch Variierung der Stellungen der Führungsschaufeln der Antriebsturbine und die Führungsschaufeln des Kompressors variiert werden.

[0044] Die Erfindung ist nicht als auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt zu betrachten, sondern es sind eine Anzahl von Modifizierungen möglich, ohne aus diesem Grund den Patentschutzbereich zu verlassen. Beispielsweise kann die Anzahl sowohl der Kompressorstufen als auch der Turbinenstufen sowohl nach oben als auch nach unten variiert werden. Außerdem kann ein elektrisch oder hydraulisch gesteuertes Ablassventil anstatt des oben beschriebenen pneumatisch gesteuerten Ablassventils verwendet werden.

[0045] Gemäß einer Alternative zu den oben beschriebenen Ausführungsformen kann eine Anzahl von Ablassventilen verwendet werden. In einem Fall, in dem es zwei Kompressoren gibt, kann ein erstes Ablassventil nach den Kompressoren gemäß der ersten obigen Ausführungsform angeordnet werden, und ein zweites Ablassventil kann zwischen den Kompressoren gemäß der obigen zweiten Ausführungsform angeordnet werden. Das zweite Ablassventil kann zur Steuerung der Bremswirkung alternativ oder zusätzlich zu den Führungsschaufeln verwendet werden.

[0046] Außerdem kann nur eine der Antriebsturbinen, geeigneterweise die erste, in dem Antriebsturbinenteil einen variablen Stator haben. Dies reduziert

die Komplexheit und ist kosteneffektiv.

[0047] Es liegt außerdem beispielsweise innerhalb des Patentschutzbereichs, dass die Gasturbine ein Einwellentyp sein kann, d. h. dass die mit dem Kompressor verbundene Turbine so ausgelegt ist, dass sie auch eine Antriebsturbine zum Antrieb eines Fahrzeugs darstellen kann.

Patentansprüche

1. Gasturbine (**1**, **101**, **201**) mit einem ersten Kompressor (**2**), einer Verbrennungskammer (**16**) und einer ersten Turbine (**11**), wobei die Turbine für einen Antrieb des Kompressors über eine erste Welle (**10a**, **10b**) ausgelegt ist, wobei die Gasturbine ein Ablassventil (**12**) aufweist, das stromaufwärts der ersten Turbine angeordnet ist, um einen Teil eines durch den Kompressor verdichteten Gases während eines Motorbremsens an der Turbine vorbei zu führen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ablassventil (**12**) so ausgelegt ist, dass sein Öffnungsbereich zur Regelung der Gasmenge, die an der ersten Turbine (**11**) vorbeigeführt werden soll, abhängig von dem Druck in dem Gas gesteuert wird.

2. Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablassventil (**12**) eine federbelastete Öffnungseinrichtung (**38**) zur Regelung des Öffnungsbereichs umfasst.

3. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablassventil (**12**) stromaufwärts der Verbrennungskammer (**16**) angeordnet ist.

4. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine eine Leistungsturbine (**20**) umfasst, die zum Antrieb einer zweiten Welle (**21**) ausgelegt ist, wobei die Leistungsturbine stromabwärts der ersten Turbine (**11**) angeordnet ist und so ausgelegt ist, dass sie durch Gas von dieser angetrieben wird.

5. Gasturbine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine ein Getriebe (**27**) für ein selektives Zusammenkoppeln der zweiten Welle (**21**) und der ersten Welle (**10a**, **10b**) umfasst.

6. Gasturbine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (**27**) eine Kupplung (**31**) für das selektive Zusammenkoppeln der Antriebswelle (**23**) und der Welle (**10a**, **10b**) umfasst.

7. Gasturbine nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine eine Einrichtung (**40**) für eine variable Regelung der Strömung zu der Leistungsturbine (**20**) umfasst.

8. Gasturbine nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine einen Wärmetauscher (14) umfasst, der zwischen dem Kompressor (2) und der Verbrennungskammer (16) angeordnet ist.

9. Gasturbine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablasventil (12) stromaufwärts des Wärmetauschers (14) angeordnet ist.

10. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine einen zweiten Kompressor (5) umfasst, der stromabwärts des ersten Kompressors (2) angeordnet ist, und dass das Ablasventil (12) stromaufwärts des zweiten Kompressors (5) angeordnet ist.

11. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine eine Einrichtung (45) für eine variable Regelung der Strömung zu dem Kompressor (2) für eine Regelung der Bremswirkung umfasst.

12. Fahrzeug mit einer Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche für einen Antrieb des Fahrzeugs.

13. Verfahren zum Motorbremsen einer Gasturbine (1, 101, 201), die einen ersten Kompressor (2), eine Verbrennungskammer (16) und eine erste Turbine (11) umfasst, wobei die Turbine für einen Antrieb des Kompressors über eine erste Welle (10a, 10b) ausgelegt ist, wobei ein Teil des durch den Kompressor (2) verdichteten Gases an der ersten Turbine (11) während der Motorbremsung vorbeigeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die an der ersten Turbine (11) vorbeigeführte Gasmenge abhängig von dem Druck in dem Gas von dem Kompressor (2) gesteuert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungsbereich eines Ablasventils (12), das für eine Ableitung des Gases an der ersten Turbine (11) vorbei ausgelegt ist, direkt durch den Druck in dem Gas von dem Kompressor gesteuert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungsbereich durch eine Öffnungseinrichtung (38) geregelt wird, die in dem Ablasventil (12) angeordnet ist und die so ausgelegt ist, dass sie gegen eine vorherbestimmte Federkraft bewegt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil des verdichteten Gases an der Verbrennungskammer (16) vorbeigeführt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine

eine Leistungsturbine (20) umfasst, die zum Antrieb einer zweiten Welle (21) ausgelegt ist, wobei die Leistungsturbine stromabwärts der ersten Turbine (11) angeordnet ist und so ausgelegt ist, dass sie von dem Gas der ersten Turbine angetrieben wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle (21) in Antriebsverbindung mit der ersten Welle (10a, 10b) für ein Motorbremsen zusammengekoppelt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusammenkoppeln der Wellen (10a, 10b, 21) nach einer erfassten Betätigung einer Bremssteuerung stattfindet.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffströmung zu der Verbrennungskammer (16) reduziert wird, und dass ein ausreichend großer Teil des durch den Kompressor (2) verdichteten Gases zu der Verbrennungskammer geführt wird, um eine solche Flamme in der Verbrennungskammer aufrecht zu erhalten, dass die Temperatur der Abschnitte, die während des Betriebs der Gasturbine heiß sind, über einer vorherbestimmten Temperatur gehalten werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Gasmenge zu der Leistungsturbine ausgelegte Leitschaufeln in eine Bremsposition eingestellt werden, wodurch die Leistungsturbine gebremst wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung der Leitschaufeln nach einer erfassten Reduzierung der Öffnung der Drossel durchgeführt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das durch den Kompressor verdichtete Gas, das an der ersten Turbine (11) vorbei geführt wird, direkt in die Atmosphäre geführt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine einen Wärmetauscher umfasst, der stromabwärts des Kompressors und stromaufwärts der Verbrennungskammer angeordnet ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil des verdichteten Gases an dem Wärmetauscher vorbei geführt wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

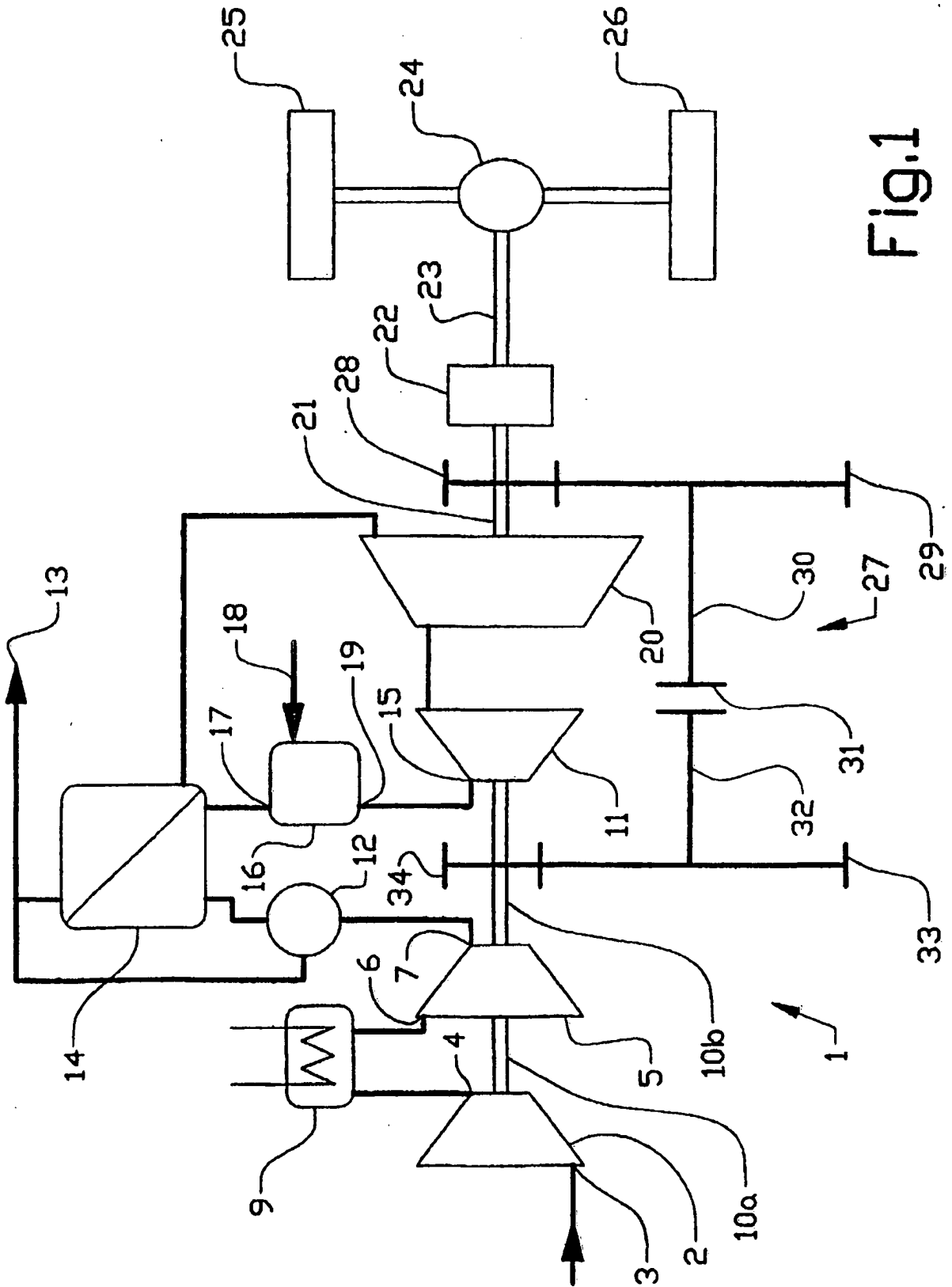


Fig.1

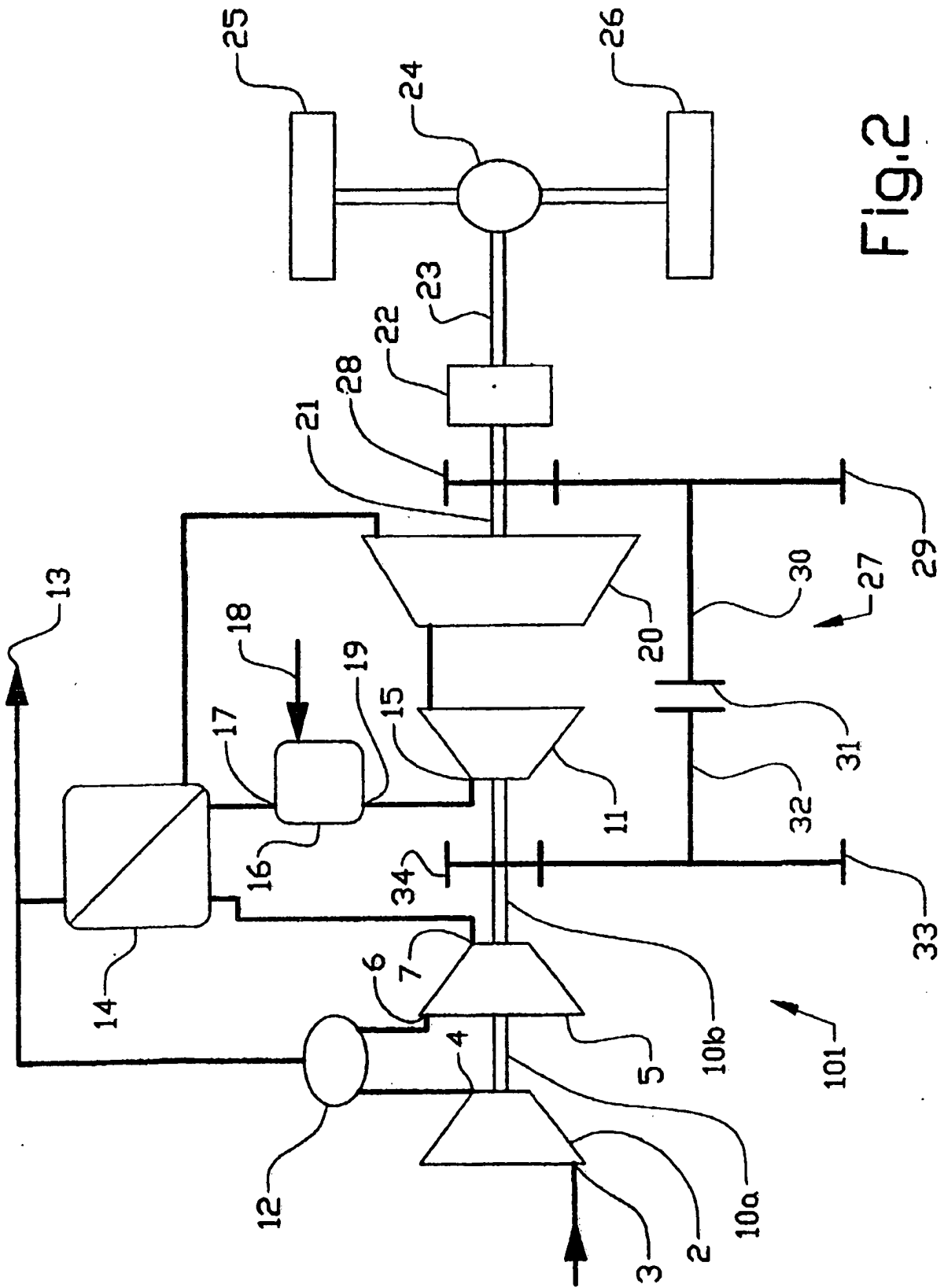


Fig. 2

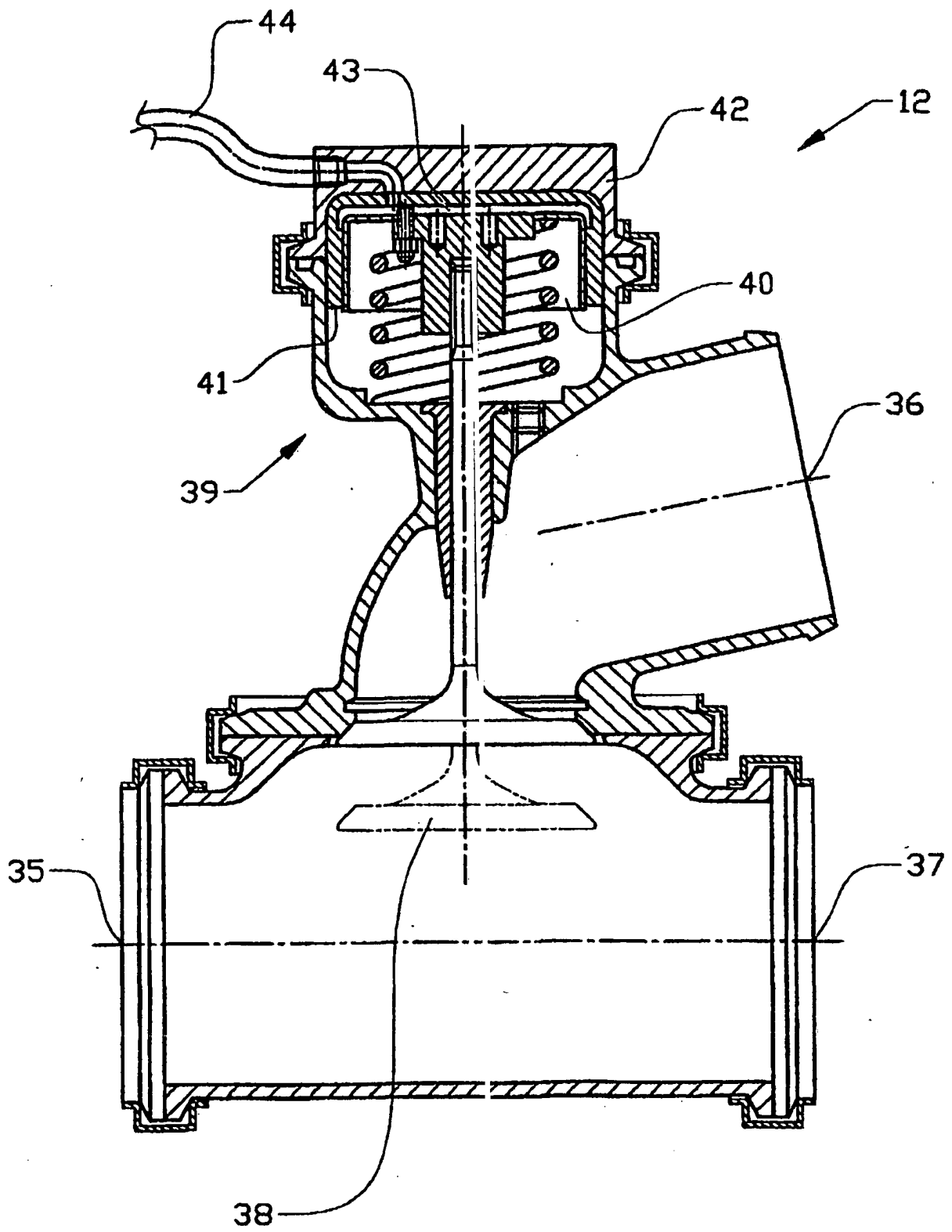


Fig.3

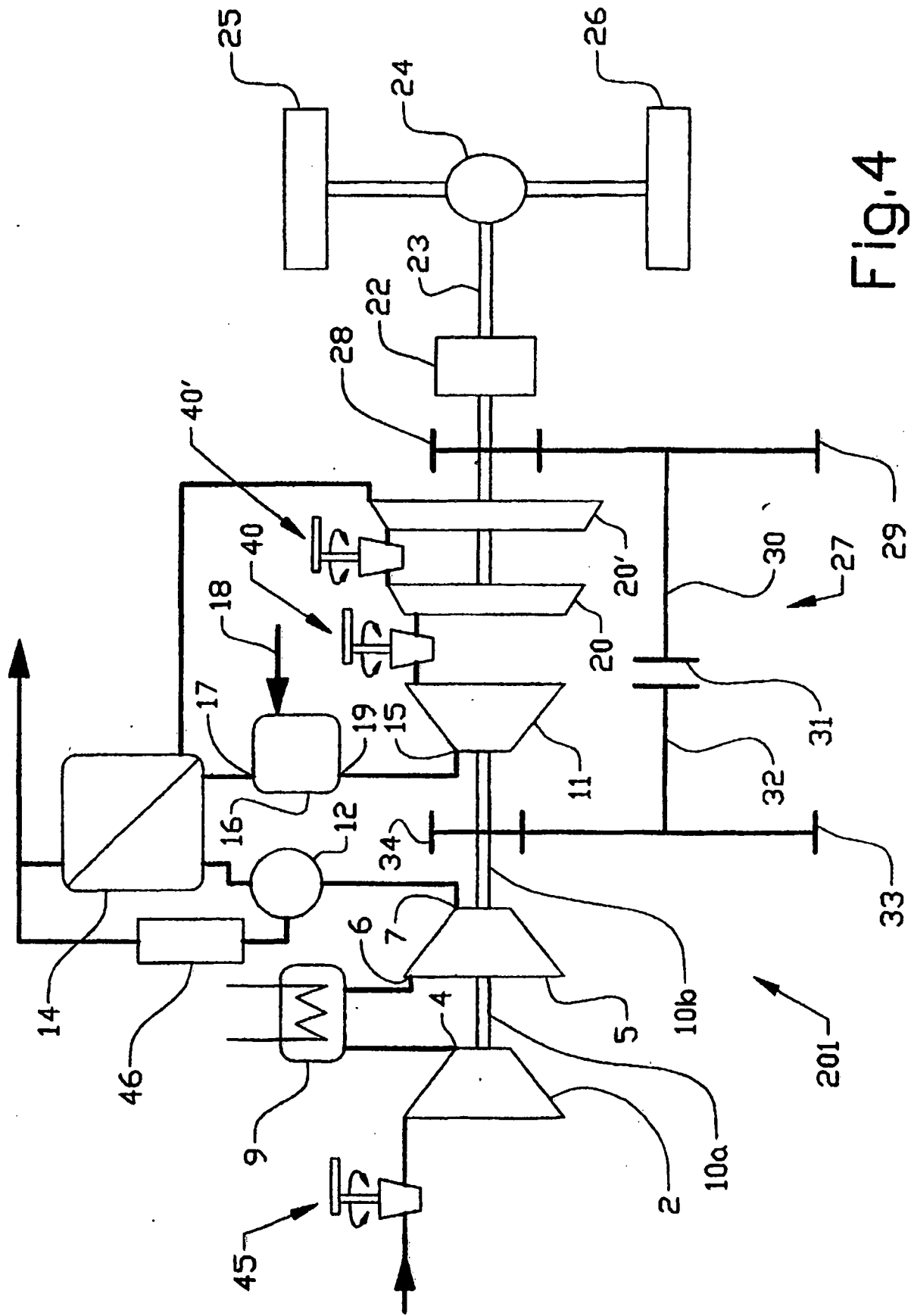


Fig. 4