(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2019 002 712 B4** 2022.07.07

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 002 712.4**
(22) Anmeldetag: **12.04.2019**
(43) Offenlegungstag: **24.10.2019**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **07.07.2022**

(51) Int Cl.: ***F02C 7/18*** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2018-080140 **18.04.2018** **JP**

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Henkel & Partner mbB Patentanwaltskanzlei, Rechtsanwaltskanzlei, 80333 München, DE

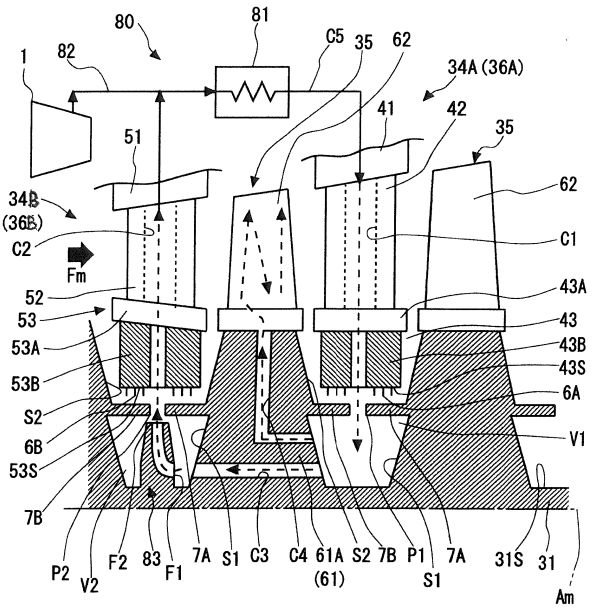
(72) Erfinder:
Aoyama, Kuniaki, Tokyo, JP; Masutani, Jo, Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**44 11 616**	**A1**
DE	**196 29 191**	**A1**
US	**2015 / 0 377 054**	**A1**
JP	**2018- 96 329**	**A**

(54) Bezeichnung: **GASTURBINENSYSTEM**

(57) Hauptanspruch: Ein Gasturbinensystem (100), umfassend:
eine Turbine (3), die aufweist
eine Drehwelle (31), die eingerichtet ist, um um eine Achse (Am) zu rotieren,
eine Rotorlaufschaufelstufe (32), die eine Vielzahl von Rotorlaufschaufeln (35) aufweist, welche auf einen Außenumfang der Drehwelle (31) in Abständen in einer Umfangsrichtung hiervon angeordnet sind,
ein Gehäuse (93), welches die Drehwelle (31) und die Vielzahl von Rotorlaufschaufeln (35) umgibt, und
eine Vielzahl von Statorleitschaufelstufen (34), die in einer Hauptströmungsrichtung parallel zur Achse (Am) angeordnet sind und die jeweils eine Vielzahl von Statorleitschaufeln (36) aufweisen, welche am Gehäuse (93) befestigt sind und in Abständen in der Umfangsrichtung angeordnet sind, und
ein Turbinenkühlsystem (80), welches eingerichtet ist, um die Turbine (3) mit Kühlluft zu kühlen,
wobei das Turbinenkühlsystem (80) aufweist:
einen ersten Leitschaufelinnenströmungskanal (C1), welcher in einer (36A) der Statorleitschaufeln (36) derart gebildet ist, dass er die Statorleitschaufel (36A) in einer Radialrichtung der Drehwelle (31) durchdringt,
einen zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal (C2), welcher in einer (36B) der Statorleitschaufeln (36) derart gebildet ist, dass er die Statorleitschaufel (36B) in der Radialrichtung durchdringt,
einen Drehwelleninnenströmungskanal (C3), welcher in der Drehwelle (31) gebildet ist und innere Enden in der Radialrichtung des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals (C1) und ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Gasturbinensystem.

[0002] Eine Gasturbine weist einen Verdichter auf, der Hochdruck-Luft erzeugt, einen Brenner, der Hochtemperatur- und Hochdruckverbrennungsgas durch Verbrennung einer Gasmischung aus Hochdruck-Luft und Brennstoff erzeugt, und eine Turbine, die durch das Verbrennungsgas angetrieben wird. In der Gasturbine kann die Effizienz/der Wirkungsgrad verbessert/erhöht werden, wenn die Temperatur des Verbrennungsgases an einem Turbineneinlass (eine Turbineneinlasstemperatur) ansteigt. In zurückliegender Zeit hat, um eine Verbesserung der Effizienz/-des Wirkungsgrades zu erreichen, ein zusätzlicher Anstieg der Turbineneinlasstemperatur Fortschritte gemacht. Zusätzlich ist es notwendig, ein Kühlvermögen für die Turbine zu verbessern. Insbesondere werden Technologien zum effizienten Kühlen einer Rotorlaufschaufel oder einer Statorleitschaufel in der Turbine benötigt.

[0003] Solch eine Technologie zum Kühlen einer Turbine, zum Beispiel einer Gasturbine, beschrieben in der JP H5 - 86 901 A, ist bekannt. Die Gasturbine weist einen Luftbooster (eine Zusatzluftpumpe) auf, der koaxial auf der Drehwelle (einer Achse) vorgesehen ist. Der Luftbooster (die Zusatzluftpumpe) steigert den Druck der Luft, die von einem Auslass eines Verdichters entladen und geliefert wird und speist die zusätzlich verdichtete Luft als Kühlluft in eine Statorleitschaufel und eine Rotorlaufschaufel der Turbine.

[0004] Um die Effizienz der Turbine zu verbessern, ist es notwendig, eine Leckage von Verbrennungsgas aus einem Spalt zwischen einer Endoberfläche auf einer inneren Umfangsseite einer Statorleitschaufel und einer äußeren Umfangsoberfläche einer Drehwelle und einem Spalt zwischen einer Endoberfläche auf einer Außenumfangsseite einer Rotorlaufschaufel und einer Innenumfangsoberfläche eines Gehäuses zu drosseln/zu hemmen.

[0005] Um eine Leckage von Verbrennungsgas abzusenken, ist eine Dichtungsvorrichtung, wie z. B. eine Labyrinthdichtung, in den Spalten vorgesehen.

[0006] Hier hat Luft, entladen von einem Verdichter, einen größeren Druck als Verbrennungsgas in einer Turbine. Wenn die entladene Luft als Kühlluft für die Turbine verwendet wird, steigt ein Druckunterschied zwischen der Kühlluft und dem Verbrennungsgas an. Dementsprechend steigt eine Kühlluftmenge, die aus Spalten (der Dichtungsvorrichtung) entweicht, an. Als Ergebnis kann die Effizienz der Turbine abnehmen.

[0007] Aus der JP 2018 - 96 329 A ist ein Gasturbinensystem bekannt, auf dem der Oberbegriff des Patentanspruches 1 basiert.

[0008] Aus der DE 44 11 616 A1 ist Verfahren zum Betreiben einer Strömungsmaschine bekannt, die einen Stator und einen Rotor aufweist, wobei der Rotor aus mehreren zusammengeschweißten Wellenteilen besteht, die jeweils endseitig einen rotationssymmetrischen Hohlraum aufweisen, und wobei eine thermische Beeinflussung des Rotors durch ein Konditionierungsmedium erzeugt wird, das in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert und durch innerhalb des Rotors angelegte Kanäle strömt.

[0009] Aus der DE 196 29 191 A1 ist ein Verfahren zur Kühlung einer Gasturbine mit einer eine Außen- und Innenwand aufweisenden Ringbrennkammer bekannt, an deren Ausstoßende ein aus einer Mehrzahl feststehender Leitschaufeln bestehendes Leitrad und stromabwärts des Leitrads ein Turbinenlaufrad angeordnet sind, wobei Kühlmittel von einem in/an der Außenwand zur Durchströmung von Kühlmittel vorgesehenen ersten Hohlraum über in den Leitschaufeln vorgesehene erste Kanäle einen in/an der Innenwand zur Durchströmung von Kühlmittel gebildeten zweiten Hohlraum zugeführt wird.

[0010] Aus der US 2015 / 0 377 054 A1 isst eine Gasturbine bekannt, die in der Lage ist, einen Hochgeschwindigkeitsstart der Gasturbine durch eine schnelle Betriebssteuerung eines ACC-Systems während des Starts der Gasturbine zu erreichen, die Kühleffizienz der stationären Turbinenkomponenten zu verbessern und schnell einen Vorgang auszuführen, der zur Verhinderung eines Rückschlags während des Abschaltens der Gasturbine erforderlich ist. Die Gasturbine umfasst dafür eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung, die mit einem Verzweigungskanal verbunden ist, der von einer Auslassseite eines Verdichters abzweigt und in der Lage ist, einen Vorgang zum Einführen und Unterdrucksetzen von Luft unabhängig von dem Verdichter auszuführen, ein Temperaturregelungsmedium-Zuführungskanal, der an der Druckbeaufschlagungsvorrichtung unter Druck gesetzte Druckluft zu einem Turbinenkühlmediumkanal leitet, der in stationären Komponenten einer Turbine vorgesehen ist, und einen Temperiermittel-Rückführkanal, der die durch den Turbinenkühlmittelkanal geleitete Druckluft zur Druckseite des Verdichters führt, so dass die Ströme zusammengeführt werden und die Druckbeaufschlagungsvorrichtung beim Anfahren der Gasturbine und in Vorbereitung unmittelbar vor dem Anfahren betrieben wird, um eine Temperaturerhöhung und Kühlung durchzuführen, indem die Druckluft im Turbinenkühlmittelkanal strömen gelassen wird. Beim Abschalten der Gasturbine wird die Druckbeaufschlagungseinrichtung betätigt, um das in der Turbine verbliebene Hochtemperaturgas abzusaugen.Die Erfindung

wurde gemacht, um das oben beschriebene Problem zu lösen und eine Aufgabe hiervon ist es, ein Gasturbinensystem zur Verfügung zu stellen, welches eine Abnahme in der Effizienz hemmt und eine Turbine kühlt.

[0011] Gemäß der Erfindung weist ein Gasturbinensystem die Merkmale des Patentanspruches 1 auf.

[0012] Gemäß dieser Konfiguration werden die Statorleitschaufeln dadurch gekühlt, dass es der Kühlluft ermöglicht wird, durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal und den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal zu strömen.

[0013] Gemäß der Erfindung weist das Turbinenkühlsystem weiterhin auf: einen Zusatzverdichter, der eingerichtet ist, um die Kühlluft nacheinander durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal, den Drehwelleninnenströmungskanal, den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal und den Turbinenaußenströmungskanal strömen zu lassen, und eine Kühleinheit, die im Turbinenaußenströmungskanal vorgesehen ist und eingerichtet ist, um die Kühlluft zu kühlen.

[0014] Gemäß dieser Konfiguration zirkuliert die Kühlluft im ersten Leitschaufelinnenströmungskanal, im Drehwelleninnenströmungskanal, im zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal und im Turbinenaußenströmungskanal durch den Zusatzverdichter. Dementsprechend kann durch geeignetes Festlegen eines Verdichtungsverhältnisses des Zusatzverdichters ein Druckunterschied zwischen der Kühlluft und dem Verbrennungsgas unterdrückt werden. Als Ergebnis ist es möglich, eine Leckage von Kühlluft in das Verbrennungsgas zu hemmen/zu vermindern.

[0015] Gemäß der Erfindung ist der erste Leitschaufelinnenströmungskanal in einer der Vielzahl der Statorleitschaufelstufen gebildet, und der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal ist in einer anderen der Vielzahl der Statorleitschaufelstufen gebildet.

[0016] Gemäß dieser Konfiguration sind der erste Leitschaufelinnenströmungskanal und der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal in unterschiedlichen Statorleitschaufeln gebildet. Dementsprechend ist es möglich, mehrere Statorleitschaufelstufen unter Verwendung eines einzelnen Turbinenkühlsystems zu kühlen. Als Ergebnis, weil die Anzahl der Komponenten und die Anzahl der Fügevorgänge im Gasturbinensystem vermindert sind, ist es möglich, eine Kostenreduzierung zu erreichen.

[0017] Gemäß der Erfindung ist der erste Leitschaufelinnenströmungskanal in der Statorleitschaufelstufe in der Hauptströmungsrichtung stromabwärts von der Statorleitschaufelstufe gebildet, in der der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal gebildet ist, wobei der Zusatzverdichter zwischen dem Drehwelleninnenströmungskanal und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal angebracht ist.

[0018] Hier nimmt der Druck des Verbrennungsgases graduell in der Hauptströmungsrichtung von stromaufwärts nach stromabwärts in der Turbine ab. Bei der oben genannten Konfiguration ist der erste Leitschaufelinnenströmungskanal in der stromabwärtigen Statorleitschaufelstufe mit einem relativ niedrigen Druck gebildet und der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal ist in der stromaufwärtigen Statorleitschaufelstufe mit einem relativ hohen Druck gebildet. Der Zusatzverdichter ist zwischen dem Drehwelleninnenströmungskanal und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal vorgesehen, das heißt, stromabwärts vom ersten Leitschaufelinnenströmungskanal. Dementsprechend kann Kühlluft mit einem relativ niedrigen Druck zum ersten Leitschaufelinnenströmungskanal geliefert werden und Kühlluft mit einem relativ hohen Druck, die durch den Zusatzverdichter weiter verdichtet wurde, kann zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal geliefert werden. Im Ergebnis ist es möglich, den Druckunterschied zwischen der Hauptströmung (dem Verbrennungsgas) und der Kühlluft sowohl im ersten Leitschaufelinnenströmungskanal als auch im zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal zu vermindern und die Wahrscheinlichkeit, dass die Kühlluft in die Hauptströmung entweicht, kann weiter vermindert werden.

[0019] Auf der anderen Seite, zum Beispiel wenn der erste Leitschaufelinnenströmungskanal in der Statorleitschaufelstufe stromaufwärts vom zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal gebildet wird, ist es notwendig, Kühlluft mit einem höheren Druck als die Hauptströmung (das Verbrennungsgas) zum ersten Leitschaufelinnenströmungskanal zu liefern, um eine Rückströmung der Hauptströmung in den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal zu verhindern. Die Kühlluft mit einem hohen Druck wird zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal geliefert. Als Ergebnis gibt es eine Wahrscheinlichkeit, dass Kühlluft in die Hauptströmung vom zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal entweicht und die thermische Effizienz/der thermische Wirkungsgrad der Turbine wird abnehmen. Weil die Kühlluft, die in der Temperatur zur Zeit des Kühlens einer stromaufwärtigen Statorleitschaufelstufe erhöht wurde, zu einer stromabwärtigen Statorleitschaufelstufe mit einer relativ niedrigen Temperatur geliefert wird, besteht die Befürchtung, dass ein Kühleffekt auch abnehmen wird. Jedoch kann gemäß der oben beschriebenen Konfiguration diese Situation verhindert werden.

[0020] Gemäß einem bevorzugten Aspekt der Erfindung kann der Zusatzverdichter aufweisen: eine scheibenförmige Impellerscheibe, die integral mit der Drehwelle vorgesehen ist und auf der Achse

zentriert ist, eine Vielzahl von Laufschaufeln, die radial zentriert auf der Achse auf einer Oberfläche der Impellerscheibe, die der Achsrichtung zugewandt ist, angeordnet sind, und eine Impellerabdeckung, die die Laufschaufeln abdeckt, wobei hierdurch ein Impellerströmungskanal zwischen der Impellerscheibe und der Impellerabdeckung gebildet ist. Ein Einlass des Impellerströmungskanals ist zu einem Auslass des Drehwelleninnenströmungskanals offen und ein Auslass des Impellerströmungskanals ist zu einem Einlass des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals offen.

[0021] Gemäß dieser Konfiguration ist es möglich, weil der Zusatzverdichter integral mit der Drehwelle vorgesehen ist, Raum zur Vorrichtungsinstallation zu sparen, zum Beispiel im Vergleich mit einem Fall, in dem der Zusatzverdichter unabhängig von der Turbine auf der Außenseite vorgesehen ist. Weil der Zusatzverdichter koaxial mit der Turbine angetrieben wird, kann auch die Leistung, die zum Antreiben des Zusatzverdichters notwendig ist, reduziert werden. Der Zusatzverdichter erhöht den Druck der Kühlluft, die von dem Auslass des Drehwelleninnenströmungskanals geliefert wird und liefert die druckerhöhte Kühlluft zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal. Hier nimmt die Kühlluft, geliefert von dem Drehwelleninnenströmungskanal, im Druck zu einer Zeit des Strömens durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal ab. Jedoch kann gemäß der oben beschrieben Konfiguration die Kühlluft zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal in einem Zustand, in dem der Druck der Kühlluft durch den Zusatzverdichter erhöht wurde, geliefert werden. Das heißt, es ist möglich, die Strömung der Kühlluft in den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal zu fördern.

[0022] Gemäß einem bevorzugten Aspekt der Erfindung kann ein Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal in der Rotorlaufschaufel derart gebildet werden, dass er die Rotorlaufschaufel in der Radialrichtung durchdringt, wobei wenigstens einem Teil der Kühlluft, welche den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal durchströmte, den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal durchströmen kann.

[0023] Gemäß dieser Konfiguration können durch das Ermöglichen der Strömung der Kühlluft durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal um durch den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal zu strömen, die Rotorlaufschaufeln wie auch die Statorleitschaufeln gekühlt werden. Das heißt, es ist möglich, sowohl die Statorleitschaufeln als auch die Rotorlaufschaufeln unter Verwendung eines einzigen Kühlungssystems (dem Turbinenkühlsystem) effektiv zu kühlen. Dementsprechend ist es nicht notwendig, eine andere Vorrichtung zum Kühlen der Rotorlaufschaufeln zur Verfügung zu stellen und es ist möglich, Entwicklungskosten und Wartungskosten für das Gasturbinensystem zu reduzieren.

[0024] Gemäß einem bevorzugten Aspekt der Erfindung kann das Gasturbinensystem außerdem einen Verdichter umfassen, der eingerichtet ist, um zusammen mit der Drehwelle zu rotieren, um hierdurch Luft zu verdichten, die als Kühlluft dient, wobei das Turbinenkühlsystem außerdem einen Zulieferströmungskanal aufweisen kann, der eingerichtet ist, um Luft, welche vom Verdichter ausgelassen wird, zum Turbinenaußenströmungskanal zu liefern.

[0025] Hier ist, weil sich die Drehwelle und die Rotorlaufschaufeln relativ zum Gehäuse und den Statorleitschaufeln drehen, im Allgemeinen ein konstanter Spalt zwischen den Statorleitschaufeln und der äußeren Umfangsoberfläche der Drehwelle und zwischen den Rotorlaufschaufeln und der inneren Umfangsoberfläche des Gehäuses gebildet. Das heißt, ein Spalt ist zwischen dem ersten Leitschaufelinnenströmungskanal und dem Drehwelleninnenströmungskanal und zwischen dem Drehwelleninnenströmungskanal und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal gebildet. Dementsprechend strömt ein Teil der Kühlluft etwas aus dem Spalt in die Turbine, wenn die Kühlluft in dem Turbinenkühlsystem strömt. Auf der anderen Seite kann gemäß der oben beschrieben Konfiguration das Turbinenkühlsystem mit Luft, ausgelassen aus dem Verdichter als Kühlluft gespeist werden. Dementsprechend ist es möglich, eine Menge von Kühlluft im Turbinenkühlsystem normal zu halten.

[0026] Gemäß der Erfindung ist es möglich, ein Gasturbinensystem zur Verfügung zu stellen, das einen Abfall in der Effizienz vermindern kann und eine Turbine kühlen kann.

Fig. 1 ist eine Darstellung, die schematisch eine Konfiguration eines Gasturbinensystems gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt,

Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht eines Hauptteils des Gasturbinensystems gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 ist eine Schnittansicht, welche eine Konfiguration eines Zusatzverdichters gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt,

Fig. 4 ist eine Darstellung, die schematisch ein abgeändertes Beispiel des Gasturbinensystems gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt,

Fig. 5 ist eine Darstellung, die schematisch ein anderes abgeändertes Beispiel des Gasturbinensystems gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt,

Fig. 6 ist eine Darstellung, die schematisch eine Konfiguration eines Gasturbinensystems gemäß einem nicht erfindungsgemäßen Beispiel zur Erläuterung von Merkmalen der Erfindung zeigt, und

Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die eine Konfiguration eines Zusatzverdichters gemäß dem Beispiel zeigt.

[0027] Eine erste Ausführungsform der Erfindung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben werden. Ein Gasturbinensystem 100 gemäß dieser Ausführungsform weist einen Gasturbinenkörper 90 und ein Turbinenkühlsystem 80 zum Kühlen des Gasturbinenkörpers 90 auf. Wie gezeigt in **Fig. 1**, weist der Gasturbinenkörper 90 einen Verdichter 1, einen Brenner 2 und eine Turbine 3 auf. Der Verdichter 1 verdichtet Luft, angesaugt aus der Umgebung, und erzeugt hochdruckverdichtete Luft. Der Brenner 2 erzeugt Hochtemperatur- und Hochdruckverbrennungsgas durch Mischen von Brennstoff mit der verdichteten Luft, die vom Verdichter 1 geliefert wird und Verbrennung der Gasmischung. Die Turbine 3 wird durch das Verbrennungsgas, geliefert vom Brenner 2, drehend angetrieben. Eine Drehkraft der Turbine 3 wird zu einem Energieerzeuger G übermittelt, der koaxial mit dem Gasturbinenkörper 90 verbunden ist.

[0028] Der Verdichter 1 weist einen Verdichterrotor 11 auf, der um eine Achse Am rotieren kann, eine Vielzahl von Verdichterrotorlaufschaufelstufen 12, die in Abständen bzw. beabstandet in der Achse-Am-Richtung angeordnet sind, ein zylindrisches Verdichtergehäuse 13, welches den Verdichterrotor 11 und die Verdichterrotorlaufschaufelstufen 12 abdeckt, und eine Vielzahl von Verdichterstatorleitschaufelstufen 14, die auf einer inneren Umfangsoberfläche des Verdichtergehäuses 13 vorgesehen sind. Die Vielzahl von Verdichterstatorleitschaufelstufen 14 sind abwechselnd in der Achse-Am-Richtung mit den Verdichterrotorlaufschaufelstufen 12 auf der inneren Umfangsoberfläche des Verdichtergehäuses 13 angeordnet. Jede Verdichterrotorlaufschaufelstufe 12 weist eine Vielzahl von Verdichterrotorlaufschaufeln 15 auf, welche in der Umfangsrichtung der Achse Am auf der äußeren Umfangsoberfläche des Verdichterrotors 11 beabstandet angeordnet sind. Jede Verdichterstatorleitschaufelstufe 14 weist eine Vielzahl von Verdichterstatorleitschaufeln 16 auf, welche in der Umfangsrichtung der Achse Am auf der inneren Umfangsoberfläche des Verdichtergehäuses 13 beabstandet angeordnet sind. Außenluft, angesaugt von einer Seite (im Folgenden auch als stromaufwärts bezeichnet) in der Achse-Am-Richtung wird durch das Strömen durch die Verdichterrotorlaufschaufelstufen 12 und die Verdichterstatorleitschaufelstufen 14, während sie zur anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung strömt, graduell zu hochverdichteter Luft verdichtet.

[0029] Der Brenner 2 weist einen zylindrischen Brennerkörper 21, der sich in einer Richtung erstreckt, die die Achse Am kreuzt und eine Brennstoffdüse 22 auf, um Brennstoff in den Brennerkörper 21 zu liefern. Ein Mischgas wird durch Mischen von Brennstoff mit der verdichteten Luft, die vom Verdichter 1 geliefert wird, unter Verwendung der Brennstoffdüse 22, erzeugt. Der Brenner 2 erzeugt Hochtemperatur- und Hochdruckverbrennungsgas durch Verbrennen des Mischgases.

[0030] Die Turbine 3 weist einen Turbinenrotor 31 (eine Drehwelle), welche um die Achse Am rotieren kann, eine Vielzahl von Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 (Rotorlaufschaufelstufen), die in der Achse-Am-Richtung beabstandet angeordnet sind, ein zylindrisches Turbinengehäuse 33, welches den Turbinenrotor 31 und die Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 abdeckt, und eine Vielzahl von Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 (Statorleitschaufelstufen), die auf der inneren Umfangsoberfläche des Turbinengehäuses 33 vorgesehen sind, auf. Die Vielzahl von Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 sind auf der inneren Umfangsoberfläche des Turbinengehäuses 33 abwechselnd angeordnet, um sich mit den Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 in der Achse-Am-Richtung abzuwechseln. Jede Turbinenrotorlaufschaufelstufe 32 weist eine Vielzahl von Turbinenrotorlaufschaufeln 35 (Rotorlaufschaufeln) auf, die auf der äußeren Umfangsoberfläche des Turbinenrotors 31 beabstandet in der Umfangsrichtung der Achse Am angeordnet sind. Jede Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 weist eine Vielzahl von Turbinenstatorleitschaufeln 36 (Rotorlaufschaufeln) auf, die auf der inneren Umfangsoberfläche des Turbinengehäuses 33 beabstandet in der Umfangsrichtung der Achse Am angeordnet sind. Verbrennungsgas, geliefert vom Brenner 2 stromaufwärts hiervon, bildet im Turbinengehäuse 33 eine Strömung (eine Hauptströmung Fm) gerichtet von stromaufwärts nach stromabwärts. Die Hauptströmung Fm kollidiert abwechselnd mit den Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 und den Turbinenstatorleitschaufelstufen 34, während sie von stromaufwärts nach stromabwärts strömt. Dementsprechend wird eine Drehkraft auf den Turbinenrotor 31 über die Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 ausgeübt.

[0031] Der Verdichterrotor 11 und der Turbinenrotor 31 sind integral und koaxial in der Achse-Am-Richtung miteinander verbunden, um als Ganzes einen Gasturbinenrotor 91 zu bilden. Das heißt, der Verdichterrotor 11 und der Turbinenrotor 31 rotieren zusammen um die Achse Am. Das Verdichtergehäuse 13 und das Turbinengehäuse 33 sind integral und koaxial in der Achse-Am-Richtung miteinander

verbunden, um als Ganzes ein Gasturbinengehäuse 93 (ein Gehäuse) zu bilden.

[0032] Das Turbinenkühlsystem 80 kühlt die Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 (die Turbinenstatorleitschaufeln 36) und die Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 (die Turbinenrotorlaufschaufeln 35) und schützt die Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 und die Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 vor Hitze des Verbrennungsgases, welches in der Turbine 3 strömt. Die detaillierte Konfiguration des Turbinenkühlsystems 80 wird später beschrieben werden.

[0033] Die Konfigurationen der Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 (der Turbinenstatorleitschaufeln 36) und der Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 (der Turbinenrotorlaufschaufeln 35) wird unten unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben werden. **Fig. 2** zeigt nur zwei Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 und zwei Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32, welche zueinander benachbart sind, aus der Vielzahl von Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 und der Vielzahl von Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32, die in der Achse-Am-Richtung angeordnet sind. In der nachfolgenden Beschreibung sind aus zweien der zueinander benachbarten Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 (der Turbinenstatorleitschaufeln 36), die Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 (die Turbinenstatorleitschaufel 36) auf der anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung als eine erste Turbinenstatorleitschaufelstufe 34A (eine erste Turbinenstatorleitschaufel 36A) und die Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 (die Turbinenstatorleitschaufel 36) auf der einen Seite (stromaufwärts) in der Achse-Am-Richtung als eine zweite Turbinenstatorleitschaufelstufe 34B (eine zweite Turbinenstatorleitschaufel 36B) bezeichnet.

[0034] Die erste Turbinenstatorleitschaufel 36A weist einen ersten äußeren Kragen 41, einen ersten Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 und einen ersten inneren Kragen 43 auf. Der erste äußere Kragen 41 ist an der inneren Umfangsoberfläche des Turbinengehäuses 33 angebracht. Der erste Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 erstreckt sich einwärts in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am von dem ersten äußeren Kragen 41. Obwohl Details nicht gezeigt sind, hat der erste Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 einen laufschaufelförmigen Abschnitt, der sich in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am gesehen von stromaufwärts nach stromabwärts erstreckt.

[0035] Der erste innere Kragen 43 ist auf einem inneren Ende in der Radialrichtung des ersten Turbinenstatorleitschaufelkörpers 42 angebracht. Der erste innere Kragen 43 weist eine erste Innenkragenbasis 43A, verbunden mit dem ersten Turbinenstatorleitschaufelkörper 42, und einen ersten Innenkragenringformabschnitt 43B, der integral auf der Innenseite in der Radialrichtung der ersten Innenkragenbasis 43A vorgesehen ist, auf. Der erste Innenkragenringformabschnitt 43B hat eine Ringform zentriert auf der Achse Am. Die Größe des ersten Innenkragenringformabschnitts 43B in der Achse-Am-Richtung ist geringer als die Größe der ersten Innenkragenbasis 43A in der Achse-Am-Richtung. Auf der anderen Seite ist die Größe des ersten Innenkragenringformabschnitts 43B in der Radialrichtung größer als die Größe der ersten Innenkragenbasis 43A in der Radialrichtung. Eine Vielzahl von Dichtrippen 6A, die in der Achse-Am-Richtung beabstandet angeordnet sind, ist auf der inneren Umfangsoberfläche (einer Oberfläche, die der Innenseite in der Radialrichtung gegenüberliegt: eine erste innere Umfangsoberfläche 43S) des ersten Innenkragenringformabschnitts 43B vorgesehen. Die Dichtrippen 6A liegen einer Plattform 61 der Turbinenrotorlaufschaufel 35, die später beschrieben werden wird, gegenüber.

[0036] Ein Strömungskanal, in den Kühlluft, geliefert vom Turbinenkühlsystem 80, welches später beschrieben werden wird, strömt (ein erster Leitschaufelinnenströmungskanal C1), ist in dem ersten äußeren Kragen 41, dem ersten Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 und dem ersten inneren Kragen 43 gebildet. Der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C1 ist in dem ersten äußeren Kragen 41, dem ersten Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 und dem ersten inneren Kragen 43 derart gebildet, dass er durch diese in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am hindurchdringt. Die Konfiguration der Form eines Teils des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals C1, der den ersten Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 durchdringt, ist nicht auf das Beispiel gezeigt in **Fig. 2** begrenzt und kann in geeigneter Art und Weise in Abhängigkeit von Gestaltungen oder Anforderungen abgewandelt werden.

[0037] Die zweite Turbinenstatorleitschaufel 36B weist einen zweiten äußeren Kragen 51, einen zweiten Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 und einen zweiten inneren Kragen 53 auf. Der zweite äußere Kragen 51 ist an der inneren Umfangsoberfläche des Turbinengehäuses 33 angebracht. Der zweite Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 erstreckt sich einwärts in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am von dem zweiten äußeren Kragen 51 ab. Obwohl Details nicht dargestellt sind, hat der zweite Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 einen laufschaufelförmigen Abschnitt, der sich in Radialrichtung bezüglich der Achse Am gesehen von stromaufwärts nach stromabwärts erstreckt.

[0038] Der zweite innere Kragen 53 ist an einem inneren Ende in der Radialrichtung des zweiten Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 angebracht. Der zweite innere Kragen 53 weist eine zweite Innerkragenbasis 53A, verbunden mit dem zweiten Turbi-

nenstatorleitschaufelkörper 52, und einen zweiten Innenkragenringformabschnitt 53B, der integral auf der Innenseite in der Radialrichtung der zweiten Innerkragenbasis 53A vorgesehen ist, auf. Der zweite Innenkragenringformabschnitt 53B hat eine Ringform, zentriert auf der Achse Am. Die Größe des zweiten Innenkragenringformabschnitts 53B in der Achse-Am-Richtung ist geringer als die Größe der zweiten Innerkragenbasis 53A in der Achse-Am-Richtung. Auf der anderen Seite ist die Größe des zweiten Innenkragenringformabschnitts 53B in der Radialrichtung größer als die Größe der zweiten Innerkragenbasis 53A in der Radialrichtung. Eine Vielzahl von Dichtrippen 6B, die beabstandet in der Achse-Am-Richtung angeordnet sind, sind auf der inneren Umfangsoberfläche (einer Oberfläche, die der Innenseite in der Radialrichtung gegenüberliegt: eine zweite innere Umfangsoberfläche 53S) des zweiten Innenkragenringformabschnitts 53B vorgesehen. Die Dichtrippen 6B liegen der Plattform 61 der Turbinenrotorlaufschaufel 35 gegenüber, was später beschrieben werden wird.

[0039] Ein Strömungskanal, in dem Kühlluft vom Turbinenkühlsystem 80 strömt, welches später beschrieben werden wird (ein zweiter Leitschaufelinnenströmungskanal C2), ist in dem zweiten äußeren Kragen 51, dem zweiten Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 und dem zweiten inneren Kragen 53 gebildet. Der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C2 ist im zweiten äußeren Kragen 51, dem zweiten Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 und dem zweiten inneren Kragen 53 derart gebildet, dass er durch diese in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am hindurchdringt. Die Konfiguration der Form eines Teils des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals C2, welcher durch die zweiten Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 verläuft, ist nicht auf das Beispiel gezeigt in **Fig. 2** begrenzt und kann in geeigneter Art und Weise in Abhängigkeit von Gestaltung und Vorgaben abgewandelt werden.

[0040] Die Konfiguration der Turbinenrotorlaufschaufeln 35 wird unten beschrieben werden. In der folgenden Beschreibung wird eine Vielzahl von Turbinenrotorlaufschaufeln 35 durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden und die Turbinenrotorlaufschaufel 35, die zwischen der ersten Turbinenstatorleitschaufel 36A und der zweiten Turbinenstatorleitschaufel 36B angeordnet ist, wird beschrieben werden. Die Turbinenrotorlaufschaufel 35 weist eine Plattform 61 und einen Turbinenrotorlaufschaufelkörper 62 auf. Die Plattform 61 weist einen Plattformkörper 61A auf, der auswärts in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am von der äußeren Umfangsoberfläche des Turbinenrotors 31 (die Rotoraußenumfangsoberfläche 31S) vorspringt und ein Paar von Vorsprüngen (einen Stromaufwärtsvorsprung 7A und einen Stromabwärtsvorsprung 7B), die auf den Oberflächen des Plattformkörpers 61A vorgesehen sind, die beiden Seiten in der Achse-Am-Richtung zugewandt sind.

[0041] Der Stromabwärtsvorsprung 7B springt zur anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung von der Oberfläche (eine stromabwärtige Oberfläche S2) hervor, die der anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung im Plattformkörper 61A zugewandt ist. Die Stirnfläche des Stromabwärtsvorsprungs 7B, welche der Außenseite in der Radialrichtung zugewandt ist, liegt dem ersten Innenkragenringformabschnitt 43B über den Dichtrippen 6A gegenüber. Dementsprechend wird eine Strömung von Verbrennungsgas in dem Spalt zwischen dem Stromabwärtsvorsprung 7B und dem ersten Innenkragenringformabschnitt 43B abgedichtet.

[0042] Der Stromaufwärtsvorsprung 7A steht zu einer Seite (stromaufwärts) in der Achse-Am-Richtung, von der Oberfläche (einer stromaufwärtige Oberfläche S1) vor, und ist einer Seite (stromaufwärts) in der Achse-Am-Richtung im Plattformkörper 61A zugewandt. Die Stirnseite des Stromaufwärtsvorsprungs 7A, welche der Außenseite in der Radialrichtung zugewandt ist, liegt dem zweitem Innenkragenringformabschnitt 53B über die Dichtrippen 6B gegenüber. Dementsprechend ist eine Strömung von Verbrennungsgas in dem Spalt zwischen dem Stromaufwärtsvorsprung 7A und dem zweiten Innenkragenringformabschnitt 53B abgedichtet.

[0043] Der Stromabwärtsvorsprung 7B liegt dem Stromaufwärtsvorsprung 7A einer anderen Turbinenrotorlaufschaufel 35 stromabwärts benachbart von der Turbinenrotorlaufschaufel 35 mit einem Spalt (einer erste Kommunikationsöffnung PI) in der Achse-Am-Richtung gegenüber. Die erste Kommunikationsöffnung P1 ist an der gleichen Stelle wie der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C1 in der Achse-Am-Richtung gebildet. Ein ringförmiger Raum (ein erster Raum V1) zentriert auf der Achse Am ist durch den Stromabwärtsvorsprung 7B und dem Stromaufwärtsvorsprung 7A, die einander zugewandt sind, die Rotoraußenumfangsoberfläche 31S, die stromabwärtige Oberfläche S2 der stromaufwärtigen Plattform 61, und die stromaufwärtige Oberfläche S1 der stromabwärtigen Plattform 61 gebildet. Das heißt, der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C1 kommuniziert mit dem ersten Raum V1 über die erste Kommunikationsöffnung P1.

[0044] Der Stromaufwärtsvorsprung 7A liegt dem Stromabwärtsvorsprung 7B einer anderen Turbinenrotorlaufschaufel 35 stromaufwärts benachbart von der Turbinenrotorlaufschaufel 35 mit einem Spalt (einer zweiten Kommunikationsöffnung P2) in der Achse-Am-Richtung gegenüber. Die zweite Kommunikationsöffnung P2 ist an der gleichen Stelle wie der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C2 in der Achse-Am-Richtung gebildet. Ein ringförmiger

Raum (ein zweiter Raum V2) zentriert auf der Achse Am ist durch den Stromabwärtsvorsprung 7B und den Stromaufwärtsvorsprung 7A, die sich einander gegenüberliegen, die Rotoraußenumfangsoberfläche 31S, die stromabwärtige Oberfläche S2, die stromaufwärtige Plattform 61 und die stromaufwärtige Oberfläche S1 der stromabwärtigen Plattform 61 gebildet. Das heißt, der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C2 kommuniziert mit dem zweiten Raum V2 über die zweite Kommunikationsöffnung P2.

[0045] Zwei Strömungskanäle (ein Drehwelleninnenströmungskanal C3 und ein Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4) sind in dem Plattformkörper 61A gebildet. Der Drehwelleninnenströmungskanal C3 ist in dem Plattformkörper 61A derart gebildet, dass er in der Achse-Am-Richtung hierdurch dringt. Das heißt, ein Ende des Drehwelleninnenströmungskanals C3 ist auf der stromabwärtigen Oberfläche S2 des Plattformkörpers 61A offen und das andere Ende dessen ist auf der stromaufwärtigen Oberfläche S1 auf dem Plattformkörper 61A offen. Der erste Raum V1 und der zweite Raum V2 kommunizieren miteinander über den Drehwelleninnenströmungskanal C3. Der Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4 ist auf der Außenseite in der Radialrichtung des Drehwelleninnenströmungskanals C3 gebildet. Ein Ende des Rotorlaufschaufelinnenströmungskanals C4 ist auf der stromabwärtigen Oberfläche S2 des Plattformkörpers 61A offen. Das andere Ende des Rotorlaufschaufelinnenströmungskanals C4 ist auf der Oberfläche des Turbinenrotorlaufschaufelkörpers 62 offen. Das heißt, der Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4 erstreckt sich stromaufwärts (zu einer Seite in der Achse-Am-Richtung) von einem Ende dessen und erstreckt sich dann mit einer Richtungsänderung in der Radialrichtung auswärts. Der Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4 ist gebildet, um um die Turbinenrotorlaufschaufel 35 vor der Hitze des Verbrennungsgases dadurch zu schützen, dass eine Strömung von Kühlluft bis hierin ermöglicht wird. Die Konfiguration der Form eines Teils des Rotorlaufschaufelinnenströmungskanals C4, welcher den Turbinenrotorlaufschaufelkörper 62 durchdringt, ist nicht auf das Beispiel gezeigt in **Fig. 2** begrenzt und kann in Abhängigkeit von Gestaltungen oder Vorgaben geeignet abgewandelt werden.

[0046] Die Konfiguration des Turbinenkühlsystems 80 wird unten beschrieben werden. Das Turbinenkühlsystem 80 weist den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1, den Drehwelleninnenströmungskanal C3, den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2, einen Turbinenaußenströmungskanal C5, eine Kühleinheit 81, einen Zulieferströmungskanal 82, einen Zusatzverdichter 83 und den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4 auf. Der Turbinenaußenströmungskanal C5 verbindet einen Einlass (ein äußeres Ende in der Radialrichtung) des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals C1 und einen Auslass (ein äußeres Ende in der Radialrichtung) des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals C2. Die Kühleinheit 81, die Kühlluft durch Kühlluftströmung in dem Turbinenaußenströmungskanal C5 erzeugt, ist in dem Turbinenaußenströmungskanal C5 vorgesehen. Die Kühleinheit 81 führt Wärmeaustausch zwischen einem von der Außenseite zugeführten Kühlmedium mit einer relativ niedrigen Temperatur und Luft in dem Turbinenaußenströmungskanal C5 durch.

[0047] Der Zulieferströmungskanal 82 ist mit dem Turbinenaußenströmungskanal C5 verbunden. Der Zulieferströmungskanal 82 verbindet den Turbinenaußenströmungskanal C5 und den Verdichter 1. Insbesondere ist ein Ende des Zulieferströmungskanals 82 mit einer Verdichtungsstufe an einer Zwischenposition der Vielzahl der Verdichtungsstufen und Verdichter 1 in der stromaufwärtsstromabwärts-Richtung verbunden. Das heißt Luft, ausgelassen aus dem Verdichter 1, strömt in den Zulieferströmungskanal 82. Die Luft vom Verdichter ist Zwischendruck-Luft mit einem niedrigeren Druck als die verdichtete Luft, entladen von einem Auslass (am meisten stromabwärts) des Verdichters 1. Hier bezieht sich eine Verdichtungsstufe auf eine Bildungseinheit, welche durch eine zueinander benachbarte Verdichterrotorlaufschaufelstufe 12 und eine Verdichterstatorleitschaufelstufe 14 gebildet ist. In dieser Ausführungsform wird der Verdichter 1 als eine Luftquelle zum Zulieferströmungskanal 82 verwendet und eine andere Vorrichtung anders als der Verdichter 1 kann als eine Luftquelle verwendet werden.

[0048] Der Zusatzverdichter 83 bewirkt, dass Kühlluft nacheinander durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1, den Drehwelleninnenströmungskanal C3, den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 und den Turbinenaußenströmungskanal C5 strömt. Der Zusatzverdichter 83 ist integral mit dem Turbinenrotor 31 in dem zweiten Raum V2 vorgesehen. Insbesondere wie gezeigt in **Fig. 3** weist der Zusatzverdichter 83 eine Impellerscheibe 83A, eine Vielzahl von Laufschaufeln 83B und eine Impellerabdeckung 83C auf. Die Impellerscheibe 83A hat eine Scheibenform zentriert auf der Achse Am. Eine Vielzahl von Laufschaufeln 83B, die radial zentriert auf der Achse Am angeordnet sind, sind auf der Oberfläche der Impellerscheibe 83A vorgesehen, die der anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung zugewandt ist. Jede Laufschaufel 83B ist von einer Seite zur anderen Seite in der Umfangsrichtung graduell gekrümmt, wenn sie sich von der Innenseite zur Außenseite erstreckt. Die Laufschaufeln 83B sind in Radialrichtung bezüglich der Achse Am mit der Impellerabdeckung 83C von der anderen Seite

(stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung abgedeckt. Ein Raum, der von der Impellerabdeckung 83C, der Impellerscheibe 83A und einem Paar von zueinander benachbarten Laufschaufeln 83B abgedeckt ist, bildet einen Impellerströmungskanal 83D. Der Impellerströmungskanal 83D ist in Radialrichtung von innen nach außen in der Radialrichtung graduell gekrümmt, weil er von der anderen Seite (stromabwärts) zu einer Seite (stromaufwärts) in der Achse-Am-Richtung fortschreitet. Wie gezeigt in **Fig. 2**, ist ein Einlass des Impellerströmungskanals 83D (das andere Ende in der Achse-Am-Richtung: ein Impellereinlass F1) an der gleichen Stelle wie der Drehwelleninnenströmungskanal C3 in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am offen. Der Auslass des Impellerströmungskanals 83D (ein äußeres Ende in der Radialrichtung: ein Impellerauslass F2) ist an der gleichen Stelle wie die zweite Kommunikationsöffnung P2 in der Achse-Am-Richtung offen.

[0049] Der Betrieb des Gasturbinensystems 100 gemäß dieser Ausführungsform wird unten beschrieben werden. Bei einem Betrieb des Gasturbinensystems 100 wird der Verdichter 1 des Gasturbinenkörpers 90 durch eine externe Antriebsquelle (einen Elektromotor) angetrieben. Wenn der Verdichter 1 angetrieben wird, wird hochdruckverdichtete Luft erzeugt. Der Brenner 2 erzeugt ein Hochtemperatur- und Hochdruckverbrennungsgas durch Mischen von Brennstoff mit der verdichteten Luft und durch Verbrennen des Mischungsgases. Das Verbrennungsgas wird zur Turbine 3 geliefert. Eine Strömung des Verbrennungsgases (eine Hauptströmung Fm) wird wiederholt einer Ausrichtung/Leitung durch die Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 und einer Kollision/einem Zusammenstoß mit den Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 ausgesetzt, während es von stromaufwärts nach stromabwärts strömt. Wenn Verbrennungsgas mit den Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 kollidiert/zusammenprallt, wird eine Drehkraft auf den Turbinenrotor 31 aufgebracht. Eine Drehung des Turbinenrotors 31 wird von einem Wellenende herausgeleitet und wird zum Antrieb des Energieerzeugers verwendet.

[0050] In der Gasturbine, weil die Temperatur des Verbrennungsgases am Einlass der Turbine 3 (eine Einlasstemperatur der Turbine 3) ansteigt, steigt die Effizienz/der Wirkungsgrad dieser an. Um einen Anstieg im Wirkungsgrad zu erreichen, ist ein zusätzlicher Anstieg der Einlasstemperatur der Turbine 3 beabsichtigt. Außerdem ist es notwendig, eine Kühlbarkeit der Turbine 3 weiter zu verbessern. Deswegen ist in dieser Ausführungsform eine Konfiguration, bei der Kühlluft zu den Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 und den Turbinenrotorlaufschaufelstufen 32 durch das Turbinenkühlsystem 80 geliefert wird, vorgesehen. Insbesondere rotiert mit der Drehung des Turbinenrotors 31 der Zusatzverdichter 83. Mit der Rotation des Zusatzverdichters 83 wird der Druck der Kühlluft in dem zweiten Raum V2 erhöht und die Kühlluft strömt über die zweite Kommunikationsöffnung P2 in den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2. Wenn Kühlluft in den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 strömt, wird der zweite Turbinenstatorleitschaufelkörper 52 gekühlt. Die Kühlluft, die aus dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 strömt, erhält durch Wärmeaustausch mit der Kühleinheit 81 während des Strömens durch den Turbinenaußenströmungskanal C5 eine relativ niedrige Temperatur. Die Kühlluft mit einer niedrigen Temperatur strömt von dem Turbinenaußenströmungskanal C5 in den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1. Wenn die Kühlluft in den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 strömt, wird der erste Turbinenstatorleitschaufelkörper 42 gekühlt. Die Kühlluft, die aus dem ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 strömt, strömt über die erste Kommunikationsöffnung P1 in den ersten Raum V1. Ein Teil der Kühlluft, die in den ersten Raum V1 strömt, strömt über den Drehwelleninnenströmungskanal C3 von stromabwärts nach stromaufwärts und erreicht erneut den zweiten Raum V2.

[0051] Auf der anderen Seite strömt der verbleibende Rest der Kühlluft, die in den ersten Raum V1 strömt, in den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4, um den Turbinenrotorlaufschaufelkörper 62 zu kühlen. Nach dem Kühlen des Turbinenrotorlaufschaufelkörpers 62, wird die Kühlluft zur Hauptströmung Fm entladen. Das heißt, beim Turbinenkühlsystem 80 zirkuliert die Kühlluft nacheinander durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1, den Drehwelleninnenströmungskanal C3, den Zusatzverdichter 83, den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 und den Turbinenaußenströmungskanal C5. Auf der anderen Seite, weil die Kühlluft auf den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4 verteilt wird, fällt die Strömungsrate der Kühlluft ab. Die verminderte Kühlluft wird aus dem Verdichter 1, der als die Luftquelle dient, über den Zulieferströmungskanal 82 ergänzt. Das heißt, beim Turbinenkühlsystem 80 wird, weil der Druck, der zum Strömen der Kühlluft benötigt wird, nur durch einen Zusatzverdichter 83 erzeugt wird, kein hoher Druck zum Entlüften der Kühlluft benötigt, die über den Zulieferströmungskanal 82 vom Verdichter 1 geliefert wird. Dementsprechend ist bei dieser Ausführungsform die oben beschriebene Konfiguration, bei der Luft von einer Zwischenverdichtungsstufe des Verdichters 1 ausgelassen wird, eingesetzt.

[0052] Wie oben beschrieben, weist bei der Konfiguration gemäß dieser Ausführungsform das Turbinenkühlsystem 80 den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1, den Drehwelleninnenströmungskanal C3, den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2, den Turbine-

naußenströmungskanal C5, den Zusatzverdichter 83, der die Kühlluft durch die Strömungskanäle strömen lässt, und die Kühleinheit 81 zum Kühlen der Kühlluft, auf. Wenn die Kühlluft durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 und den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 strömt, werden die Turbinenstatorleitschaufeln 36 gekühlt. Die Kühlluft zirkuliert durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1, den Drehwelleninnenströmungskanal C3, den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 und den Turbinenaußenströmungskanal C5 durch den Zusatzverdichter 83. Dementsprechend ist es durch geeignetes Festlegen des Verdichtungsverhältnisses des Zusatzverdichters 83 möglich, einen Druckunterschied zwischen der Kühlluft und dem Verbrennungsgas zu vermeiden. Als Ergebnis ist es möglich, eine Leckage von Kühlluft in das Verbrennungsgas zu vermindern und den Wärmewirkungsgrad/die Wärmeffizienz zu verbessern.

[0053] Bei der oben beschrieben Konfiguration sind der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C1 und der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C2 in unterschiedlichen Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 (Turbinenstatorleitschaufeln 36) gebildet. Dementsprechend ist es möglich, mehrere Statorleitschaufelstufen 34 unter Verwendung eines einzigen Turbinenkühlsystems 80 zu kühlen. Als Ergebnis, weil die Anzahl der Komponenten und die Anzahl der Fügevorgänge in dem Gasturbinensystem 100 reduziert sind, ist es möglich, eine Kostenreduzierung zu erreichen.

[0054] Hier vermindert sich der Druck des Verbrennungsgases graduell von stromaufwärts nach stromabwärts in der Richtung der Hauptströmung Fm in der Turbine 3. Bei der oben genannten Konfiguration ist der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C1 und die erste Turbinenstatorleitschaufelstufe 34A mit einem relativ niedrigen Druck auf der Stromabwärtsseite gebildet, und der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C2 ist in der zweiten Turbinenstatorleitschaufelstufe 34B mit einem relativ hohen Druck auf der Stromaufwärtsseite gebildet. Der Zusatzverdichter 83 ist zwischen dem Drehwelleninnenströmungskanal C3 und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 vorgesehen, das heißt stromabwärts vom ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1. Dementsprechend kann Kühlluft mit einem relativ niedrigen Druck zum ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 geliefert werden und Kühlluft mit einem relativ hohen Druck, welche durch den Zusatzverdichter 83 weiter verdichtet wurde, kann zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 geliefert werden. Als Ergebnis ist es möglich, den Druckunterschied zwischen der Hauptströmung Fm (das Verbrennungsgas) und der Kühlluft sowohl im ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 als auch im zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 zu vermindern und weiterhin die Wahrscheinlichkeit, dass Kühlluft in die Hauptströmung Fm entweicht, weiter zu reduzieren. Insbesondere ist es möglich, die Leckage von Kühlluft aus dem Spalt zwischen dem Stromaufwärtsvorsprung 7A und dem Stromabwärtsvorsprung 7B und der ersten inneren Umfangsoberfläche 43S (die zweite innere Umfangsoberfläche 53S) zu reduzieren.

[0055] Auf der anderen Seite, zum Beispiel wenn der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C1 in der Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 gebildet ist, welche relativ stromaufwärts angeordnet ist, ist es notwendig, Kühlluft mit einem höheren Druck als die Hauptströmung Fm (das Verbrennungsgas) zum ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 zu liefern, um eine Rückströmung der Hauptströmung Fm in den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 zu verhindern. Die Kühlluft mit einem höheren Druck wird zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 geliefert. Als Ergebnis besteht hier eine Wahrscheinlichkeit, dass Kühlluft in die Hauptströmung Fm vom zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 entweichen wird und eine thermische Effizienz/-thermischer Wirkungsgrad der Turbine 3 wird abnehmen. Weil die Kühlluft, die zur Zeit des Kühlens der stromaufwärtigen Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 in der Temperatur zugenommen hat, zur stromabwärtigen Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 mit einer relativ niedrigen Temperatur geliefert wird, bestehen Bedenken, dass ein Kühleffekt auch abnehmen wird. Jedoch kann mit der oben beschrieben Konfiguration diese Situation vermieden werden.

[0056] Bei der oben beschrieben Konfiguration ist es, weil der Zusatzverdichter 83 integral mit der Drehwelle vorgesehen ist, möglich, Raum zur Vorrichtungsinstallation, zum Beispiel im Vergleich mit einem Fall, in dem der Zusatzverdichter 83 auf der Außenseite unabhängig von der Turbine 3 vorgesehen ist, zu sparen. Weil der Zusatzverdichter 83 koaxial mit der Turbine 3 angetrieben wird, kann die Leistung, die zum Antreiben des Zusatzverdichters 83 notwendig ist, auch reduziert werden. Der Zusatzverdichter 83 verstärkt den Druck der Kühlluft, geliefert vom Auslass des Drehwelleninnenströmungskanals C3, und liefert die druckerhöhte Kühlluft zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2. Hier nimmt die Kühlluft, geliefert vom Drehwelleninnenströmungskanal C3, zur Zeit des Hindurchströmens durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 im Druck ab. Jedoch kann bei der oben beschrieben Konfiguration die Kühlluft zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 in einem Zustand, in dem der Druck der Kühlluft durch den Zusatzverdichter 83 nachverdichtet wurde, geliefert werden. Das heißt, es ist möglich, die Strömung der Kühlluft im zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 zu fördern.

[0057] Außerdem ist es bei der oben beschrieben Konfiguration möglich, dadurch, dass die Kühlluft, die durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 strömt, zum Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C4 strömen kann, dass sowohl die Turbinenrotorlaufschaufeln 35 wie auch die Turbinenstatorleitschaufeln 36 gekühlt werden können. Das heißt, es ist möglich, sowohl die Turbinenstatorleitschaufeln 36 wie auch die Turbinenrotorlaufschaufeln 35 unter Verwendung eines einzigen Kühlungssystems (das Turbinenkühlsystem 80) effektiv zu kühlen. Dementsprechend ist es nicht notwendig, eine andere Vorrichtung zum Kühlen der Turbinenrotorlaufschaufeln 35 vorzusehen und es ist möglich, die Herstellungskosten und Wartungskosten des Gasturbinensystems 100 zu reduzieren.

[0058] Weil der Turbinenrotor 31 und die Turbinenrotorlaufschaufeln 35 relativ zum Turbinengehäuse 33 und den Turbinenstatorleitschaufeln 36 rotieren, ist hier im Allgemeinen ein konstanter Spalt zwischen den Turbinenstatorleitschaufeln 36 und der Rotoraußenumfangsoberfläche 31S und zwischen den Turbinenrotorlaufschaufeln 35 und der inneren Umfangsoberfläche des Turbinengehäuses 33 gebildet. Das heißt, ein Spalt ist zwischen dem ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C1 und dem Drehwelleninnenströmungskanal C3 und zwischen dem Drehwelleninnenströmungskanal C3 und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C2 gebildet. Dementsprechend strömt ein Teil der Kühlluft vom Spalt etwas in die Hauptströmung Fm, weil die Kühlluft im Turbinenkühlsystem 80 strömt. Als Ergebnis besteht eine Befürchtung, dass die Strömungsrate der Kühlluft abnehmen und der Kühleffekt graduell gestört wird. Jedoch kann bei der oben beschrieben Konfiguration Luft, die aus dem Verdichter 1 entlassen wird, als Kühlluft ergänzt werden. Dementsprechend ist es möglich, eine Menge von Kühlluft im Turbinenkühlsystem 80 normal zu halten. Die Luft, ausgeleitet aus dem Verdichter 1, hat einen niedrigeren Druck als Luft, entladen aus dem Auslass des Verdichters 1. Dementsprechend steigt der Druck der Kühlluft aufgrund der Einleitung der ausgeleiteten Luft in das Turbinenkühlsystem 80 nicht stark an.

[0059] Die erste Ausführungsform der Erfindung wurde oben beschrieben. Die oben beschriebene Konfiguration kann verschiedene Abwandlungen oder Verbesserungen erfahren. Zum Beispiel ist in der ersten Ausführungsform der Zulieferströmungskanal 82 mit einer Stromaufwärtsseite der Kühleinheit 81 in dem Turbinenaußenströmungskanal C5 verbunden. Jedoch ist der Aspekt des Zulieferströmungskanals 82 nicht auf die oben beschriebene Konfiguration begrenzt und es kann zum Beispiel die Konfiguration gezeigt in **Fig. 4** angewandt werden. Im Beispiel gezeigt in der Zeichnung, ist der Zulieferströmungskanal 82 mit einer Stromabwärtsseite der Kühleinheit 81 in dem Turbinenaußenströmungskanal C5 verbunden. Bei dieser Konfiguration ist es auch möglich, die gleichen Funktionen und Vorteile wie in der oben beschrieben Ausführungsform zu erhalten.

[0060] In der oben beschriebenen Ausführungsform ist der Zusatzverdichter 83 integral mit dem Turbinenrotor 31 vorgesehen. Jedoch ist der Aspekt des Zusatzverdichters 83 nicht auf die oben beschriebene Konfiguration begrenzt und es kann zum Beispiel die Konfiguration gezeigt in **Fig. 5** angewandt werden. Im Beispiel gezeigt in der Zeichnung, wird der Zusatzverdichter 283 in dem Turbinenaußenströmungskanal C5 anstelle des Turbinenrotors 31 vorgesehen. Der Zusatzverdichter 283 wird durch eine externe Antriebsquelle (nicht gezeigt) angetrieben. Bei dieser Konfiguration kann ein Ausgang des Zusatzverdichters 283 unabhängig von einer Drehgeschwindigkeit (eines Ausgangs) des Gasturbinenkörpers 90 geändert werden. Dementsprechend ist es möglich, den Druck der Kühlluft, die zum Kühlsystem der Turbine 3 oder dergleichen geliefert wird, genauer einzustellen. Als Ergebnis ist es möglich, den Druckunterschied zwischen der Hauptströmung Fm und der Kühlluft weiter zu reduzieren, um eine Leckage der Kühlluft in die Hauptströmung Fm weiter zu reduzieren.

[0061] Ein nicht erfindungsgemäßes Beispiel zur Erläuterung von Merkmalen der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf **Fig. 6** und **Fig. 7** beschrieben werden. Die gleichen Elemente wie in der ersten Ausführungsform werden durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden und eine detaillierte Beschreibung dieser wird nicht wiederholt. Wie gezeigt in **Fig. 6**, ist in diesem Beispiel die Form des Innenkragenringformabschnitts 243B jeder Turbinenstatorleitschaufel 36 unterschiedlich von der in der ersten Ausführungsform. Der Innenkragenringformabschnitt 243B weist einen ringförmigen Körper 244, der in der Radialrichtung an dem inneren Teil eines Innenkragenbasisabschnittes 243A angebracht ist auf und bildet eine Ringform, die auf der Achse Am zentriert ist und eine ringförmige Verlängerung 245, die nach innen in der Radialrichtung von der inneren Umfangsoberfläche des ringförmigen Körpers 244 vorsteht. Eine Oberfläche der Verlängerung 245, die der einen Seite zugewandt ist (stromaufwärts) in der Achse-Am-Richtung (eine Verlängerungsstromaufwärtsoberfläche 245A) fluchtet mit einer Oberfläche des ringförmigen Körpers 244, die der einen Seite (stromaufwärts) in der Achse-Am-Richtung (eine Körperstromaufwärtsoberfläche 244A) zugewandt ist. Die Größe der Verlängerung 245 in der Achse-Am-Richtung ist kleiner als die Größe des ringförmigen Körpers 244 in der Achse-Am-Richtung. Das heißt, eine Oberfläche der Verlängerung 245, die der anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung zugewandt ist (eine Verlängerungsstromabwärtsoberfläche 245B) und eine

Oberfläche des ringförmigen Körpers 244, die der anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung (eine Körperstromabwärtsoberfläche 244B) zugewandt ist, sind hinsichtlich der Position in der Achse-Am-Richtung voneinander unterschiedlich. Eine Endoberfläche auf der Innenseite der in der Radialrichtung der Verlängerung 245 (eine Innenverlängerungsumfangsoberfläche 245C) ist in der Radialrichtung der Rotoraußenumfangsoberfläche 31S mit einer Lücke zugewandt.

[0062] In diesem Beispiel sind ein erster Leitschaufelinnenströmungskanal C21 und ein zweiter Leitschaufelinnenströmungskanal C22 in derselben Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 gebildet (derselben Turbinenstatorleitschaufel 36). Der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C21 ist in der Verlängerung 245, dem ringförmigen Körper 244 und der Turbinenstatorleitschaufel 36 derart gebildet, dass er durch diese in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am dringt. Ein inneres Ende in der Radialrichtung des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals C21 ist auf der Verlängerungsstromabwärtsoberfläche 245B offen. Der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C22 ist im ringförmigen Körper 244 und der Turbinenstatorleitschaufel 36 derart gebildet, dass er durch diese in der Radialrichtung bezüglich der Achse Am hindurchtritt. Ein inneres Ende in der Radialrichtung des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals C22 ist auf der inneren Umfangsoberfläche des ringförmigen Körpers 244 (die Körperinnenumfangsoberfläche 244C) offen. Das heißt, der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C21 ist stromaufwärts vom zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22 gebildet.

[0063] Ein Zusatzverdichter 383 ist zwischen dem ringförmigen Körper 244 und der Rotoraußenumfangsoberfläche 31S auf der anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung von der Verlängerung 245 vorgesehen. Wie gezeigt in **Fig. 7**, weist der Zusatzverdichter 383 eine Impellerscheibe 383A, eine Vielzahl von Laufschaufeln 383B und eine Impellerabdeckung 383C ähnlich zum Zusatzverdichter 83, beschrieben in der ersten Ausführungsform, auf. Ein Impellerströmungskanal 383D ist zwischen der Impellerscheibe 383A und der Impellerabdeckung 383C gebildet. Der Impellerströmungskanal 383D ist graduell gekrümmt von innen nach außen in der Radialrichtung, während er von einer Seite zur anderen Seite in der Achse-Am-Richtung fortschreitet. Wie gezeigt in **Fig. 6**, ist ein Ende auf einer Seite in der Achse-Am-Richtung des Impellerströmungskanals 383D (ein Impellereinlass F11) an der gleichen Position in der Radialrichtung wie ein inneres Ende in der Radialrichtung des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals C21 gebildet. Ein Ende auf der anderen Seite in der Radialrichtung des Impellerströmungskanals 383D (ein Impellerauslass F21) ist an der gleichen Position in der Achse-Am-Richtung wie das innere Ende in der Radialrichtung des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals C22 gebildet.

[0064] Wie gezeigt in **Fig. 7**, ist ein Strömungskanal (ein Abzweigungsströmungskanal 383E), der sich in einer Richtung kreuzend zur Achse Am erstreckt, in der Impellerscheibe 383A des Zusatzverdichters 383 gebildet. Ein Ende des Abzweigungsströmungskanals 383E ist an einer Zwischenposition in der Radialrichtung im Impellerströmungskanal 383D offen. Das andere Ende des Abzweigungsströmungskanals 383E (ein Abzweigungsströmungskanalauslass F31) ist zur anderen Seite (stromabwärts) in der Achse-Am-Richtung der Impellerscheibe 383A offen. Der Abzweigungsströmungskanal 383E erstreckt sich in der Radialrichtung von innen nach außen, während er von stromaufwärts nach stromabwärts fortschreitet.

[0065] Wie gezeigt in **Fig. 6**, sind in diesem Beispiel die Konfiguration und die Form des Rotorlaufschaufelinnenströmungskanals C41 unterschiedlich von denen in der ersten Ausführungsform. Ein Ende des Rotorlaufschaufelinnenströmungskanals C41 (ein Rotorlaufschaufelinnenströmungskanaleinlass E1) ist in der Radialrichtung an der gleichen Stelle wie der Abzweigungsströmungskanalauslass F31 gebildet. Das andere Ende des Rotorlaufschaufelinnenströmungskanals C41 ist auf der Oberfläche des Turbinenrotorlaufschaufelkörpers 62 offen.

[0066] Bei der oben genannten Konfiguration wird im Betrieb des Turbinenkühlsystems 80 Kühlluft zum ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 geliefert. Wenn die Kühlluft durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 strömt, wird wenigstens ein Teil der Turbinenstatorleitschaufel 36 gekühlt. Die Kühlluft, die durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 strömt, wird durch den Zusatzverdichter 383 im Druck erhöht und strömt in den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22. Wenn die Kühlluft durch den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22 strömt, wird der restliche Teil der Turbinenstatorleitschaufel 36 gekühlt. Die Kühlluft, die aus dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22 strömt, strömt in den Turbinenaußenströmungskanal C5 und erhält durch Wärmeaustausch in der Kühleinheit 81 eine relativ niedrige Temperatur. Die Kühlluft mit einer niedrigeren Temperatur strömt erneut in den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21. Ein Teil der Kühlluft, welche durch den Zusatzverdichter 383 im Druck erhöht ist, strömt in den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal C41 über den Abzweigungsströmungskanal 383E.

[0067] Wie oben beschrieben, ist es bei der Konfiguration gemäß diesem Beispiel möglich, weil der erste Leitschaufelinnenströmungskanal C21 und der

zweite Leitschaufelinnenströmungskanal C22 in derselben Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 gebildet sind (derselben Turbinenstatorleitschaufel 36), möglich, den Druck, der notwendig ist, um der Kühlluft zu ermöglichen, vom ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22 zu strömen, zu erniedrigen, zum Beispiel im Vergleich mit einem Fall, in dem die Strömungskanäle in unterschiedlichen Turbinenstatorleitschaufelstufen 34 gebildet sind (Turbinenstatorleitschaufeln 36). Das heißt, weil das Verdichtungsverhältnis des Zusatzverdichters 383 herabgesetzt werden kann, ist es möglich, die Leistung, die zum Antrieb des Zusatzverdichters 383 notwendig ist, zu reduzieren. Weil das Verdichtungsverhältnis des Zusatzverdichters 383 herabgesetzt ist, nimmt der Druckunterschied zwischen der Kühlluft und der Hauptströmung Fm (das Verbrennungsgas) weiter ab. Dementsprechend ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit, dass die Kühlluft in die Hauptströmung Fm entweicht, zu reduzieren.

[0068] Durch Kühlen derselben Turbinenstatorleitschaufelstufe 34 (derselben Turbinenstatorleitschaufel 36) unter Verwendung zweier Strömungskanäle (dem ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22) ist es möglich, eine Kühllast für jeden Strömungskanal zu verringern. Insbesondere kann durch Absenken der Kühllast des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals C21 zum Beispiel ein Teil der Kühlluft, der durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 strömt, abgezweigt werden und zum Kühlen anderer Bildungselemente verwendet werden. In diesem Beispiel wird die benachbarte Turbinenrotorlaufschaufel 35 durch das Liefern eines Teils der Kühlluft zur Turbinenrotorlaufschaufel 35 über den Abzweigungsströmungskanal 383E gekühlt. Dementsprechend ist es bei der oben beschriebenen Konfiguration möglich, einen größeren Bereich in der Turbine 3 zu kühlen.

[0069] Außerdem ist es bei der oben beschriebenen Konfiguration möglich, weil der Zusatzverdichter 383 integral mit dem Turbinenrotor 31 vorgesehen ist, Raum zur Vorrichtungsinstallation, zum Beispiel im Vergleich mit einem Fall, in dem der Zusatzverdichter 383 auf der Außenseite unabhängig von der Turbine 3 vorgesehen ist, zu sparen. Weil der Zusatzverdichter 383 koaxial mit der Turbine 3 angetrieben wird, kann die Leistung zum Antrieb des Zusatzverdichters 383 ebenfalls reduziert werden. Der Zusatzverdichter 383 kann den Druck der Kühlluft, die im Druck relativ abgenommen hat, während sie durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal C21 geströmt ist, erhöhen, und die druckerhöhte Kühlluft zum zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22 liefern. Dementsprechend ist es möglich, die Strömung der Kühlluft im zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal C22 zu fördern.

[0070] Das Beispiel zur Erläuterung der Erfindung wurde oben beschrieben. Die oben beschriebenen Konfigurationen können verschiedenen Abwandlungen und Verbesserungen unterworfen werden. Zum Beispiel kann die Konfiguration, gezeigt in **Fig. 4** und **Fig. 5**, und oben beschriebene abgeänderte Beispiele der ersten Ausführungsform auch auf das Gasturbinensystem 100 gemäß diesem Beispiel angewandt werden. Das Turbinenkühlsystem 80 gemäß diesem Beispiel kann auch in jedem zueinander benachbarten Paar der Turbinenstatorleitschaufel 36 und der Turbinenrotorlaufschaufel 35 vorgesehen werden.

Bezugszeichenliste

1	Verdichter
2	Brenner
3	Turbine
6A, 6B	Dichtrippen
11	Verdichterrotor
12	Verdichterrotorlaufschaufelstufe
13	Verdichtergehäuse
14	Verdichterstatorleitschaufelstufe
15	Verdichterrotorlaufschaufel
16	Verdichterstatorleitschaufel
21	Brennerkörper
22	Brennstoffdüse
31	Turbinenrotor
32	Turbinenrotorlaufschaufelstufe
33	Turbinengehäuse
34	Turbinenstatorleitschaufelstufe
35	Turbinenrotorlaufschaufel
36	Turbinenstatorleitschaufel
41	Erster äußerer Kragen
42	Erster Turbinenstatorleitschaufelkörper
43	Erster innerer Kragen
51	Zweiter äußerer Kragen
52	Zweiter Turbinenstatorleitschaufelkörper
53	Zweiter innerer Kragen
61	Plattform
62	Turbinenrotorlaufschaufelkörper
80	Turbinenkühlsystem
81	Kühleinheit

82	Zulieferströmungskanal
83	Zusatzverdichter
90	Gasturbinenkörper
91	Gasturbinenrotor
93	Gasturbinengehäuse
100	Gasturbinensystem
244	Ringförmiger Körper
245	Verlängerung
283	Zusatzverdichter
383	Zusatzverdichter
243A	Innenkragenbasis
243B	Innenkragenringformabschnitt
244A	Körperstromaufwärtsoberfläche
244B	Körperstromabwärtsoberfläche
244C	Körperinnenumfangsoberfläche
245A	Verlängerungsstromaufwärtsoberfläche
245B	Verlängerungsstromabwärtsoberfläche
245C	Verlängerungsinnenumfangsoberfläche
31S	Rotoraußenumfangsoberfläche
34A	Erste Turbinenstatorleitschaufelstufe
34B	Zweite Turbinenstatorleitschaufelstufe
36A	Erste Turbinenstatorleitschaufel
36B	Zweite Turbinenstatorleitschaufel
383A	Impellerscheibe
383B	Laufschaufel
383C	Impellerabdeckung
383C	Impellerströmungskanal
383E	Abzweigungsströmungskanal
43A	Erste Innenkragenbasis
43B	Erster Innenkragenringformabschnitt
43S	Erste innere Umfangsoberfläche
53A	Zweite Innerkragenbasis
53B	Zweiter Innenkragenringformabschnitt
53S	Zweite innere Umfangsoberfläche
61A	Plattformkörper
7A	Stromaufwärtsvorsprung
7B	Stromabwärtsvorsprung
83A	Impellerscheibe
83B	Laufschaufel
83C	Impellerabdeckung
83D	Impellerströmungskanal
Am	Achse
C1	Erster Leitschaufelinnenströmungskanal
C2	Zweiter Leitschaufelinnenströmungskanal
C21	Erster Leitschaufelinnenströmungskanal
C22	Zweiter Leitschaufelinnenströmungskanal
C3	Drehwelleninnenströmungskanal
C4	Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal
C41	Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal
C5	Turbinenaußenströmungskanal
E1	Rotorlaufschaufelinnenströmungskanaleinlass
F1	Impellereinlass
F11	Impellereinlass
F2	Impellerauslass
F21	Impellerauslass
F31	Abzweigungsströmungskanalauslass
Fm	Hauptströmung
P1	Erste Kommunikationsöffnung
P2	Zweite Kommunikationsöffnung
S1	Stromaufwärtige Oberfläche
S2	Stromabwärtige Oberfläche
V1	Erster Raum
V2	Zweiter Raum

Patentansprüche

1. Ein Gasturbinensystem (100), umfassend:
eine Turbine (3), die aufweist
eine Drehwelle (31), die eingerichtet ist, um um eine Achse (Am) zu rotieren,
eine Rotorlaufschaufelstufe (32), die eine Vielzahl von Rotorlaufschaufeln (35) aufweist, welche auf einen Außenumfang der Drehwelle (31) in Abständen in einer Umfangsrichtung hiervon angeordnet sind,

ein Gehäuse (93), welches die Drehwelle (31) und die Vielzahl von Rotorlaufschaufeln (35) umgibt, und eine Vielzahl von Statorleitschaufelstufen (34), die in einer Hauptströmungsrichtung parallel zur Achse (Am) angeordnet sind und die jeweils eine Vielzahl von Statorleitschaufeln (36) aufweisen, welche am Gehäuse (93) befestigt sind und in Abständen in der Umfangsrichtung angeordnet sind, und
ein Turbinenkühlsystem (80), welches eingerichtet ist, um die Turbine (3) mit Kühlluft zu kühlen,
wobei das Turbinenkühlsystem (80) aufweist:
einen ersten Leitschaufelinnenströmungskanal (C1), welcher in einer (36A) der Statorleitschaufeln (36) derart gebildet ist, dass er die Statorleitschaufel (36A) in einer Radialrichtung der Drehwelle (31) durchdringt,
einen zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal (C2), welcher in einer (36B) der Statorleitschaufeln (36) derart gebildet ist, dass er die Statorleitschaufel (36B) in der Radialrichtung durchdringt,
einen Drehwelleninnenströmungskanal (C3), welcher in der Drehwelle (31) gebildet ist und innere Enden in der Radialrichtung des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals (C1) und des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals (C2) verbindet,
einen Turbinenaußenströmungskanal (C5), der ein äußeres Ende in der Radialrichtung des ersten Leitschaufelinnenströmungskanals (C1) und ein äußeres Ende in der Radialrichtung des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals (C2) verbindet,
einen Zusatzverdichter (83;283), der eingerichtet ist, um die Kühlluft nacheinander durch den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal (C1), den Drehwelleninnenströmungskanal (C3), den zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal (C2) und den Turbinenaußenströmungskanal (C5) strömen zu lassen, und
eine Kühleinheit (81), die im Turbinenaußenströmungskanal (C5) vorgesehen ist und eingerichtet ist, um die Kühlluft zu kühlen,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Leitschaufelinnenströmungskanal (C1) in einer (34A) der Vielzahl der Statorleitschaufelstufen (34) gebildet ist und der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal (C2) in einer anderen (34B) der Vielzahl der Statorleitschaufelstufen (34) gebildet ist,
der erste Leitschaufelinnenströmungskanal (C1) in der Statorleitschaufelstufe (34A) in der Hauptströmungsrichtung stromabwärts von der Statorleitschaufelstufe (34B) gebildet ist, in der der zweite Leitschaufelinnenströmungskanal (C2) gebildet ist, und
der Zusatzverdichter (83;283) zwischen dem Drehwelleninnenströmungskanal (C3) und dem zweiten Leitschaufelinnenströmungskanal (C2) angebracht ist.

2. Das Gasturbinensystem (100) gemäß Anspruch 1, wobei der Zusatzverdichter (83) aufweist:
eine scheibenförmige Impellerscheibe (83A), die integral mit der Drehwelle (31) vorgesehen ist und auf der Achse (Am) zentriert ist,
eine Vielzahl von Laufschaufeln (83B), die radial zentriert auf der Achse (Am) auf einer Oberfläche der Impellerscheibe (83A), die der Achsrichtung zugewandt ist, angeordnet sind, und
eine Impellerabdeckung (83C), die die Laufschaufeln (83B) abdeckt, wobei hierdurch ein Impellerströmungskanal (83D) zwischen der Impellerscheibe (83A) und der Impellerabdeckung (83C) gebildet ist, und
wobei ein Einlass des Impellerströmungskanals (83D) zu einem Auslass des Drehwelleninnenströmungskanals (C3) offen ist und ein Auslass des Impellerströmungskanals (83D) zu einem Einlass des zweiten Leitschaufelinnenströmungskanals (C2) offen ist.

3. Das Gasturbinensystem (100) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei ein Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal (C4) in einer der Rotorlaufschaufeln (35) derart gebildet ist, dass er die Rotorlaufschaufel (35) in der Radialrichtung durchdringt, wobei wenigstens einem Teil der Kühlluft, welche den ersten Leitschaufelinnenströmungskanal (C1) durchströmte, den Rotorlaufschaufelinnenströmungskanal (C4) durchströmen kann.

4. Das Gasturbinensystem (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, welches weiterhin einen Verdichter (1) umfasst, der eingerichtet ist, um zusammen mit der Drehwelle (31) zu rotieren, um hierdurch Luft zu verdichten, die als Kühlluft dient, wobei das Turbinenkühlsystem (80) außerdem einen Zulieferströmungskanal (82) aufweist, der eingerichtet ist, um Luft, welche vom Verdichter (1) ausgelassen wird, zum Turbinenaußenströmungskanal (C5) zu liefern.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

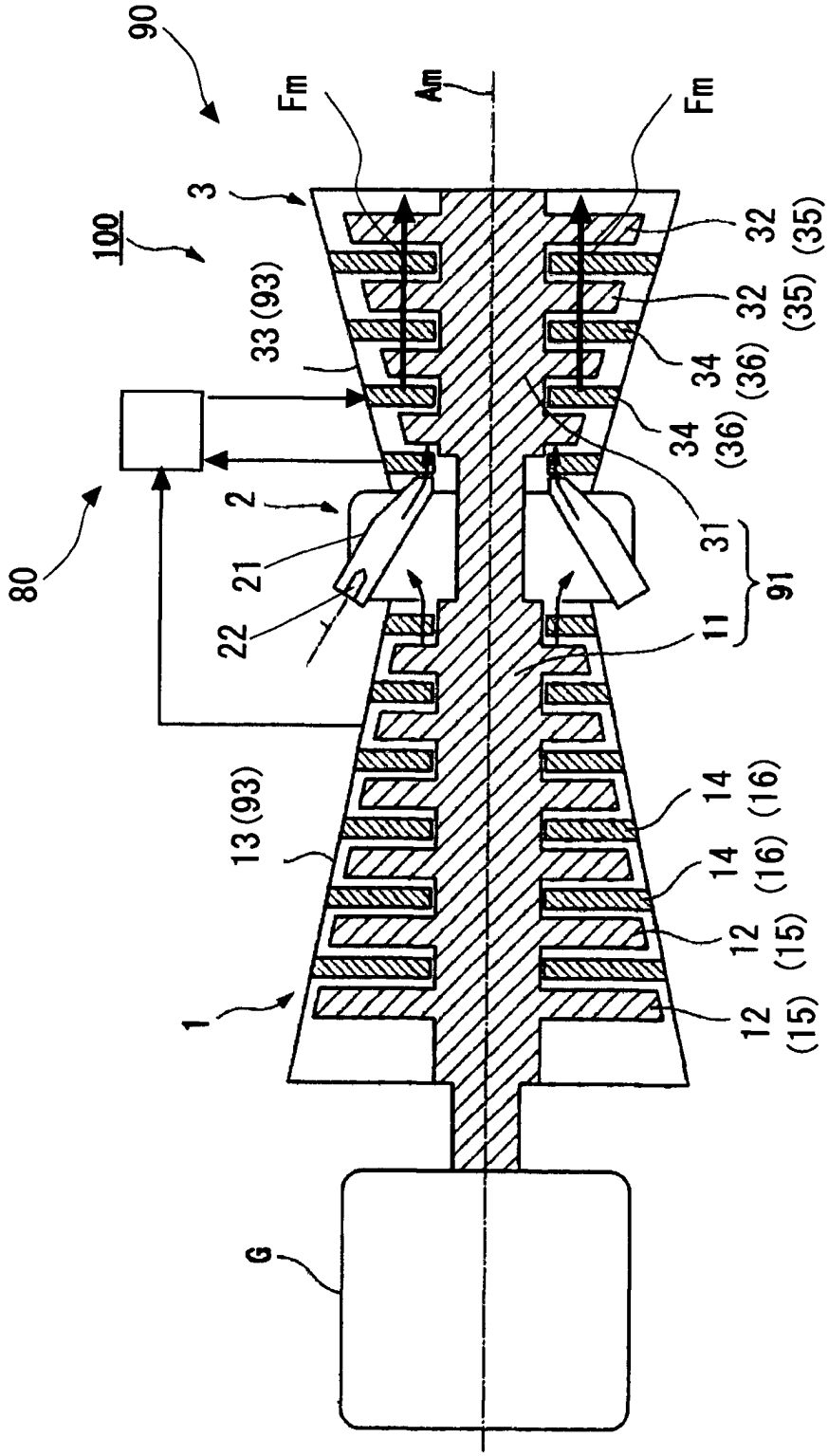


FIG. 1

FIG. 2

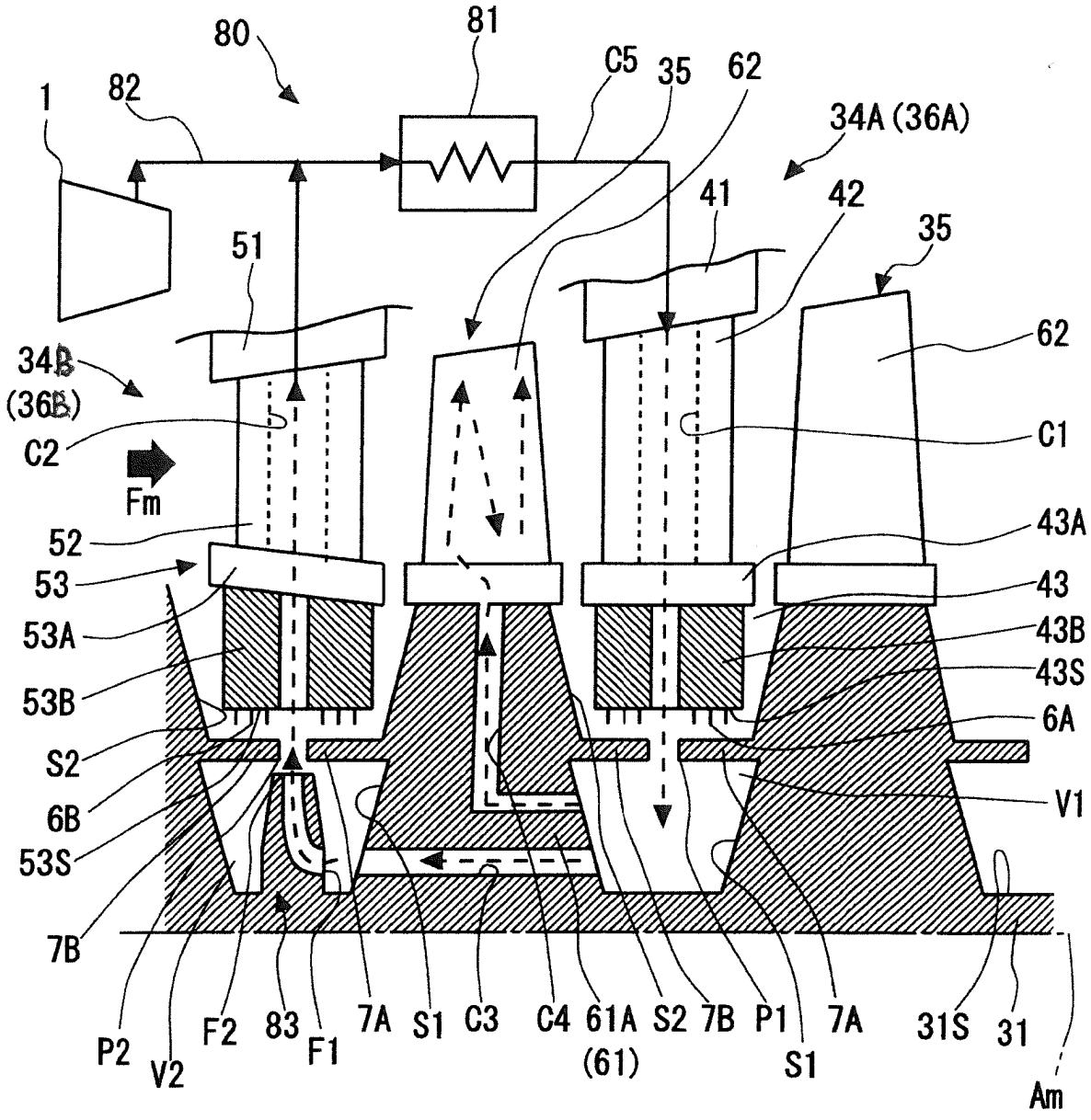

80
81
C5
35
62
1
82
34A (36A)
41
42
35
51
62
34B
(36B)
C1
C2
Fm
43A
52
53
43
53A
43B
53B
43S
6A
S2
6B
V1
53S
7B
P2
V2
F2
83
F1
7A
S1
C3
C4
61A
(61)
S2
7B
P1
7A
S1
31S
31
Am

FIG. 3

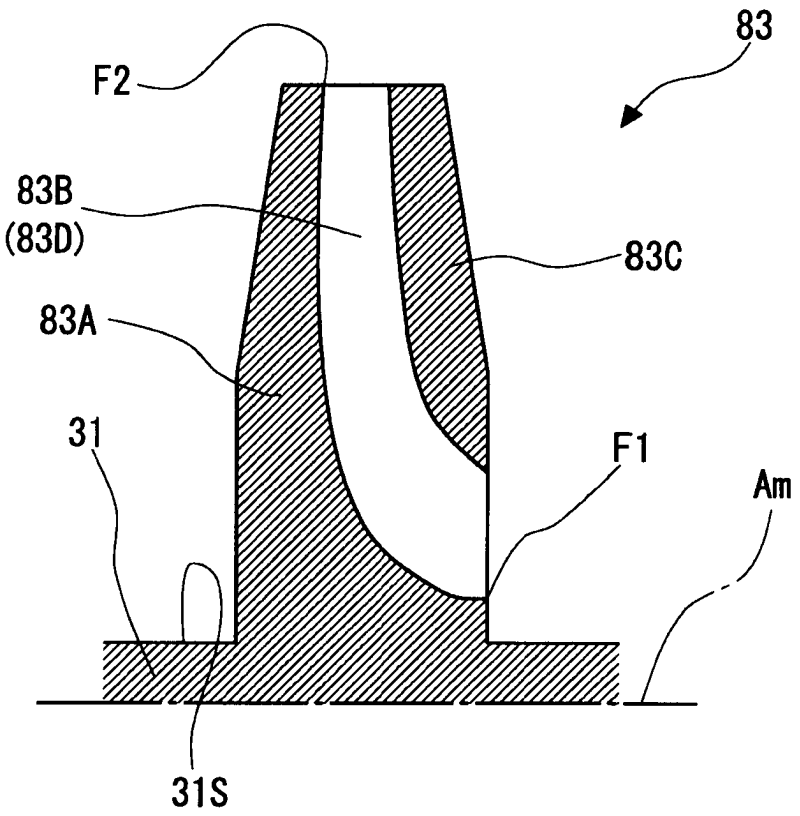

83
F2
83B
(83D)
83C
83A
31
F1
Am
31S

FIG. 4

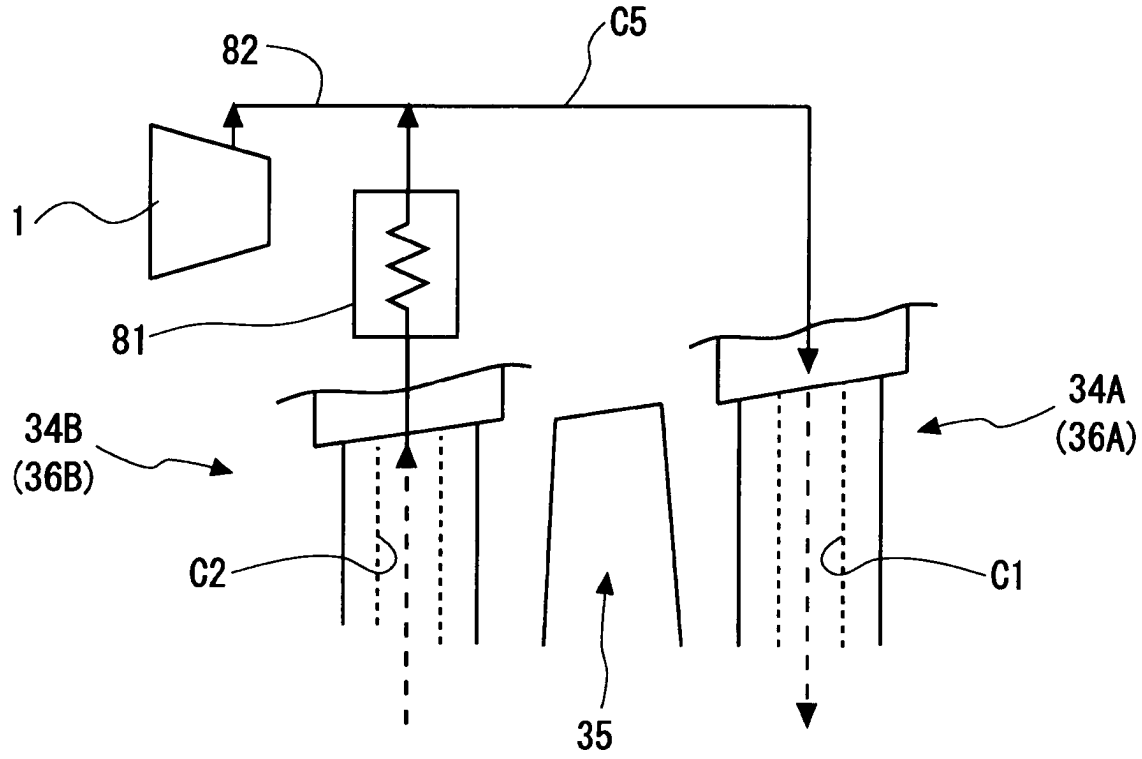

82
C5
1
81
34B
(36B)
34A
(36A)
C2
C1
35

FIG.5

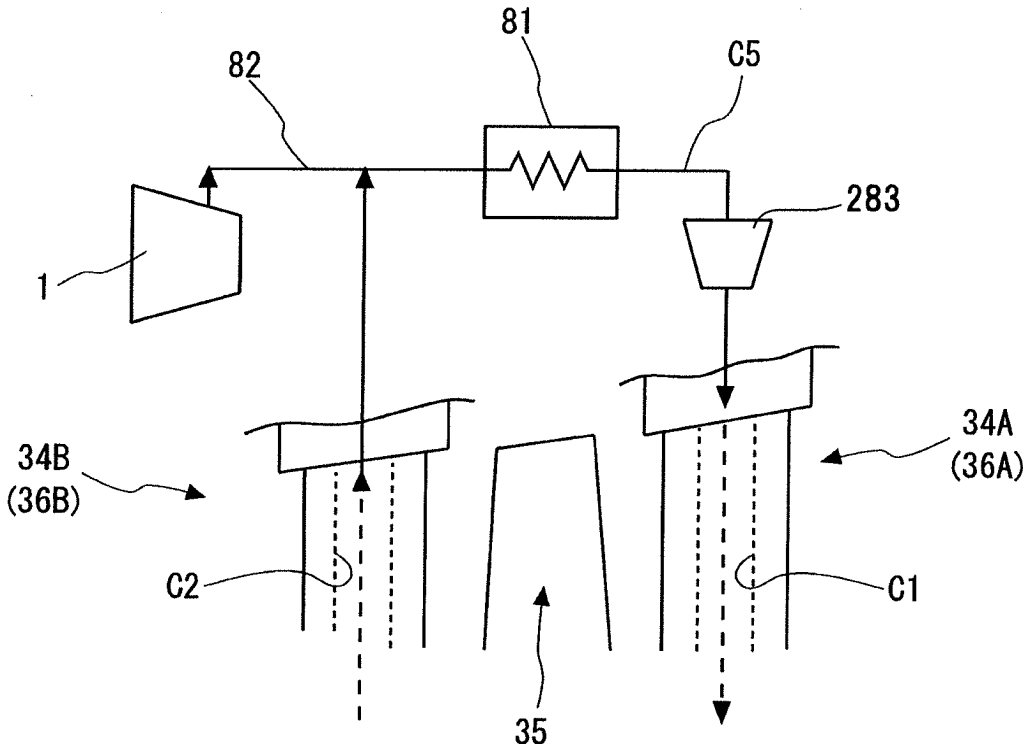


FIG. 6

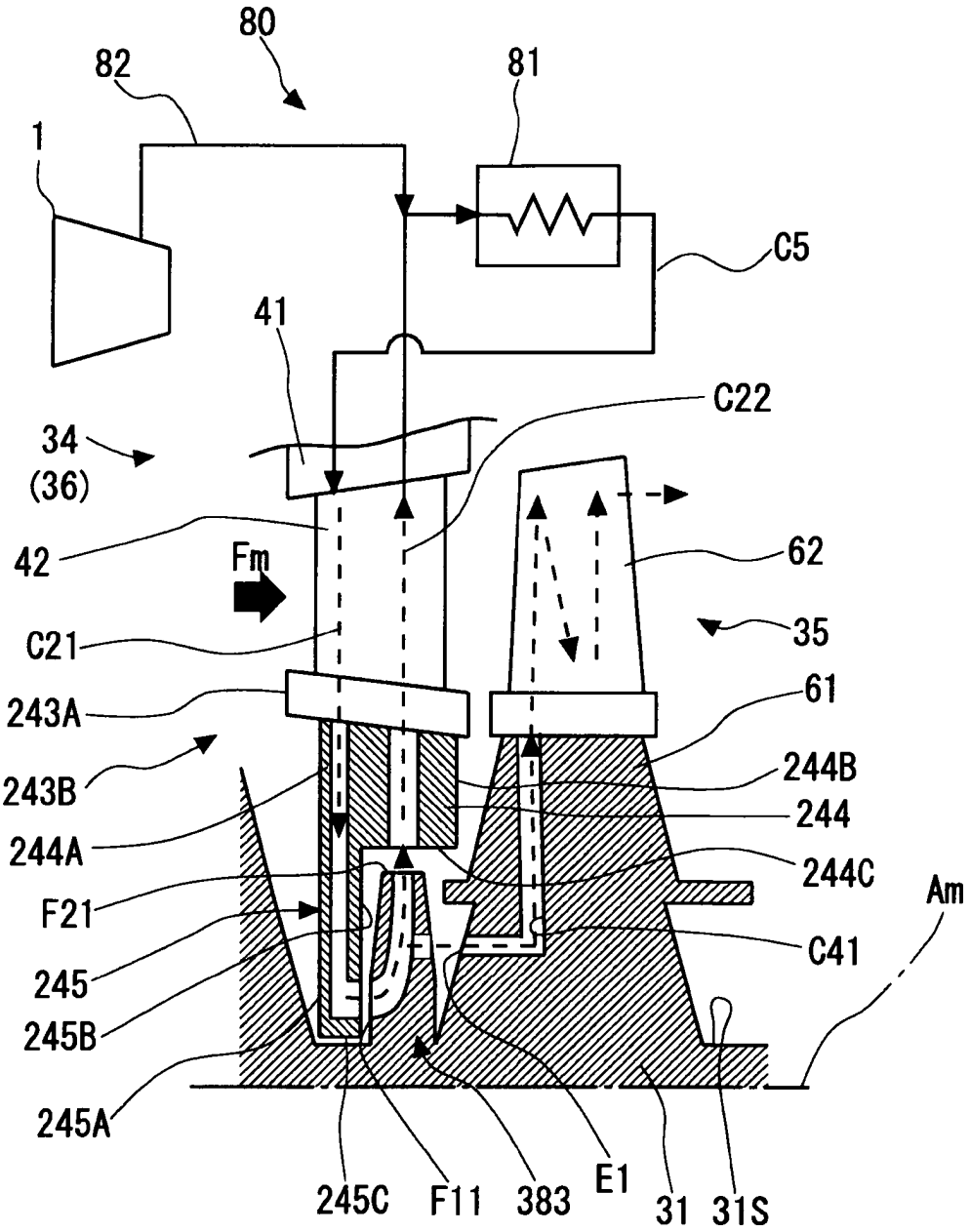
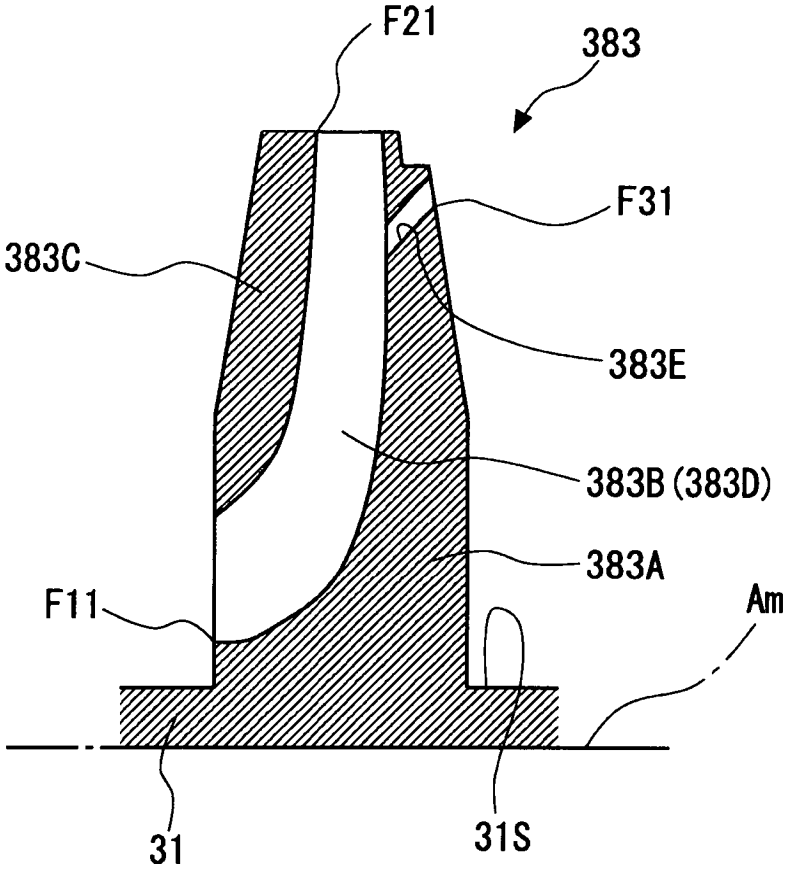

80
82
81
1
C5
41
C22
34
(36)
42
Fm
62
C21
35
243A
61
243B
244B
244
244A
244C
F21
Am
C41
245
245B
245A
245C
F11
383
E1
31
31S

FIG. 7



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.