

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Statorschaufel und eine Gasturbine, die dieselbe umfasst.

[0002] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität basierend auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2022-089017, die am 31. Mai 2022 beim japanischen Patentamt eingereicht wurde und deren Inhalt hier durch Verweis aufgenommen wird.

Stand der Technik

[0003] Die Gasturbine enthält einen Kompressor, der Luft komprimiert, um komprimierte Luft zu erzeugen, eine Brennkammer, die Brennstoff in der komprimierten Luft verbrennt, um ein Verbrennungsgas zu erzeugen, und eine Turbine, die durch das Verbrennungsgas angetrieben wird. Die Turbine enthält einen Turbinenrotor, der sich um eine Achse dreht, ein Turbinengehäuse, das den Rotor abdeckt, und mehrere Statorschaufelreihen. Der Turbinenrotor enthält eine Rotorwelle um die Achse und mehrere Rotorschaufelreihen, die an der Rotorwelle angebracht sind. Die mehreren Rotorschaufelreihen sind in einer Axialrichtung ausgerichtet, in der sich die Achse erstreckt. Jede der Rotorschaufelreihen enthält mehrere Rotorschaufeln, die in einer Umfangsrichtung in Bezug auf die Achse ausgerichtet sind. Die mehreren Statorschaufelreihen sind in der Axialrichtung ausgerichtet und sind an einer Innenumfangsseite des Turbinengehäuses angebracht. Jede der mehreren Statorschaufelreihen ist auf einer axialen Stromaufwärtsseite einer Rotorschaufelreihe der mehreren Rotorschaufelreihen angeordnet. Jede der Statorschaufelreihen enthält mehrere Statorschaufeln, die in der Umfangsrichtung in Bezug auf die Achse ausgerichtet sind.

[0004] Die Statorschaufel enthält einen Schaufelkörper, der sich in einer Radialrichtung in Bezug auf die Achse erstreckt und der eine Schaufelform bildet, eine innere Ummantelung, die auf einer Radialinnen-seite des Schaufelkörpers vorgesehen ist, und eine äußere Ummantelung, die auf einer Radialaußen-seite des Schaufelkörpers vorgesehen ist. Der Schaufelkörper der Statorschaufel ist innerhalb eines Verbrennungsgaskanals angeordnet, den das Verbrennungsgas passiert. Die innere Ummantelung definiert eine radiale Innenseitenkante des Verbrennungsgaskanals. Die äußere Ummantelung definiert eine radiale Außenseitenkante des Verbrennungsgaskanals.

[0005] Die Statorschaufel der Gasturbine wird einem Hochtemperatur-Verbrennungsgas ausgesetzt. Aus diesem Grund wird die Statorschaufel im Allgemeinen durch Luft oder dergleichen gekühlt.

[0006] Beispielsweise sind in dem Schaufelkörper der in PTL 1 unten offenbarten Statorschaufel mehrere Kühlluftfräumer gebildet, die Kühlluft passiert. Alle der mehreren Kühlluftfräumer erstrecken sich in einer Schaufelhöhenrichtung, die eine Radialrichtung in Bezug auf die Achse ist. Unter den mehreren Kühlluftfräumen sind mehrere Kühlkanäle an hinterem Ende, die sich zu einer Hinterkante des Schaufelkörpers erstrecken, in einem hinteren Endraum auf der am weitesten entfernten Seite der Hinterkante gebildet. In dem hinteren Endraum sind mehrere Stifte und mehrere Rippen, die den hinteren Endraum in der Schaufelhöhenrichtung unterteilen, angeordnet. Die mehreren Stifte stehen von einer überdruckseitigen Innenfläche oder einer unterdruckseitigen Innenfläche, die den hinteren Endraum definiert, vor. Darüber hinaus stehen die mehreren Rippen ebenfalls von der überdruckseitigen Innenfläche oder der unterdruckseitigen Innenfläche, die den hinteren Endraum definiert, vor. Darüber hinaus ist unter den mehreren Kühlluftfräumen ein rohrförmiger Einsatz in einen benachbarten Raum in Kontakt mit einer Kante auf einer Seite der Vorderkante des hinteren Endraums eingeführt. Ein Durchgangsloch, durch das Kühlluft von einer Innenumfangsseite zu einer Außenumfangsseite ausgestoßen werden kann, ist bei dem rohrförmigen Einsatz gebildet.

[0007] Darüber hinaus sind beispielsweise auch mehrere Kühlluftfräumer, die Kühlluft passiert, bei einem Schaufelkörper einer unten in PTL 2 beschriebenen Statorschaufel gebildet. Alle der mehreren Kühlluftfräumer erstrecken sich in einer Schaufelhöhenrichtung, die eine Radialrichtung in Bezug auf die Achse ist. Unter den mehreren Kühlluftfräumen sind mehrere Stifte in einem hinteren Endraum auf der am weitesten entfernten Seite einer Hinterkante angeordnet. Die mehreren Stifte sind mit einer überdruckseitigen Innenfläche und einer unterdruckseitigen Innenfläche, die den hinteren Endraum definieren, verbunden. Darüber hinaus ist unter den mehreren Kühlluftfräumen ein rohrförmiger Einsatz in einen benachbarten Raum in Kontakt mit einer Kante auf einer Seite einer Vorderkante des hinteren Endraums eingeführt. Ein Durchgangsloch, durch das die Kühlluft von einer Innenumfangsseite zu einer Außenumfangsseite ausgestoßen werden kann, ist bei dem rohrförmigen Einsatz gebildet.

Zitatliste

Patentliteratur

[PTL 1] Japanische ungeprüfte Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 10-306705 **Fig. 5**

[PTL 2] Japanisches Patent Nr. 6353131

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0008] Bei den in PTL 1 und PTL 2 beschriebenen Techniken sind die mehreren Stifte in dem hinteren Endraum vorgesehen, so dass Wärmeaustausch zwischen einer Wandfläche, die den hinteren Endraum definiert, und der Kühlluft in dem hinteren Endraum effizient durchgeführt werden kann. Darüber hinaus kann, wie bei der in PTL 2 beschriebenen Technik, in einem Fall, in dem die überdruckseitige Innenfläche und die unterdruckseitige Innenfläche, die den hinteren Endraum definieren, durch die mehreren Stifte in dem hinteren Endraum miteinander verbunden sind, die Steifigkeit eines Abschnitts der Statorschaufel, der den hinteren Endraum enthält, erhöht werden.

[0009] Darüber hinaus wird bei den in PTL 1 und PTL 2 beschriebenen Techniken der rohrförmige Einsatz in den benachbarten Raum in Kontakt mit der Kante auf der Seite der Vorderkante des hinteren Endraums eingeführt, so dass die überdruckseitige Innenfläche und die unterdruckseitige Innenfläche, die den benachbarten Raum definieren, durch einen Stift oder dergleichen nicht miteinander verbunden sind. Aus diesem Grund ist die Steifigkeit eines Abschnitts um den benachbarten Raum bei der Statorschaufel geringer als die Steifigkeit eines Abschnitts um den hinteren Endraum bei der Statorschaufel.

[0010] Während des Betriebs der Gasturbine ist der Druck innerhalb des Kühllufttraums des Schaufelkörpers höher als der Druck auf der Außenseite des Schaufelkörpers. Aus diesem Grund wirkt während des Betriebs der Gasturbine eine Kraft, die eine Schaufelfläche des Schaufelkörpers veranlasst, nach außen aufgeblasen zu werden, auf den Schaufelkörper aufgrund einer Druckdifferenz zwischen der Innenseite und der Außenseite des Schaufelkörpers. Ein Phänomen, bei dem die Kraft die Schaufelfläche veranlasst, sich auszubauchen und kriechverformt zu werden, wird als Ausbauchung bezeichnet.

[0011] Bei dem Schaufelkörper der Statorschaufel ist wahrscheinlich, dass ein Ausbauchungsphänomen in einem Abschnitt, der geringe Steifigkeit aufweist, auftritt. In einem Fall, in dem das Ausbauchungsphänomen auftritt, wird nicht nur die aerodynamische Leistung der Statorschaufel reduziert, sondern auch die Haltbarkeit der Statorschaufel wird reduziert.

[0012] Daher besteht eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung darin, eine Technik bereitzustellen, die in der Lage ist, Ausbauchungsstärke einer Statorschaufel zu verbessern und eine Abnahme hinsicht-

lich aerodynamischer Leistung und Haltbarkeit der Statorschaufel zu unterdrücken.

Lösung für das Problem

[0013] Es wird gemäß einem Aspekt der Erfindung, um die oben beschriebene Aufgabe zu erzielen, eine Statorschaufel bereitgestellt, die in einer Gasturbine enthalten ist, wobei die Statorschaufel einen Schaufelkörper, von dem eine Form in einem Querschnitt eine Schaufelform bildet und der sich in einer Schaufelhöhenrichtung mit einer Richtungskomponente senkrecht zu dem Querschnitt erstreckt, umfasst.

[0014] Der Schaufelkörper enthält eine Vorderkante und eine Hinterkante, die sich in der Schaufelhöhenrichtung erstrecken, eine Überdruckfläche und eine Unterdruckfläche, die sich in der Schaufelhöhenrichtung erstrecken und die die Vorderkante und die Hinterkante verbinden, einen hinteren Endraum und einen benachbarten Raum, die zwischen der Vorderkante und der Hinterkante und zwischen der Überdruckfläche und der Unterdruckfläche positioniert sind, und mehrere Kühlkanäle an hinterem Ende, die von dem hinteren Endraum zu der Hinterkante durchdringen. Der benachbarte Raum ist weiter auf einer Seite der Vorderkante als der hintere Endraum positioniert. Eine Kante des hinteren Endraums auf der Seite der Vorderkante ist offen und kommuniziert mit dem hinteren Endraum. Sowohl der benachbarte Raum als auch der hintere Endraum sind jeweils durch eine Innenwandfläche definiert. Sowohl die Innenwandfläche des benachbarten Raums als auch die Innenwandfläche des hinteren Endraums enthalten jeweils eine überdruckseitige Innenwandfläche, die sich entlang der Überdruckfläche erstreckt, und eine unterdruckseitige Innenwandfläche, die sich entlang der Unterdruckfläche erstreckt und die von der überdruckseitigen Innenwandfläche zu einer Seite der Unterdruckfläche hin getrennt ist. Die überdruckseitige Innenwandfläche des benachbarten Raums und die überdruckseitige Innenwandfläche des hinteren Endraums sind miteinander verbunden. Die unterdruckseitige Innenwandfläche des benachbarten Raums und die unterdruckseitige Innenwandfläche des hinteren Endraums sind miteinander verbunden. Mehrere Unterteilungsrippen, die in der Schaufelhöhenrichtung ausgerichtet sind und den hinteren Endraum in der Schaufelhöhenrichtung unterteilen, und mehrere Stifte sind in dem hinteren Endraum angeordnet.

[0015] Alle der mehreren Stifte sind mit der überdruckseitigen Innenwandfläche des hinteren Endraums und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche des hinteren Endraums verbunden. Mindestens eine Unterteilungsrippe unter den mehreren Unterteilungsrippen bildet eine erweiterte Unterteilungsrippe, die sich zu einem Inneren des benachbarten Raums

erstreckt und die mit der Innenwandfläche, die den benachbarten Raum definiert, verbunden ist.

[0016] Bei dem vorliegenden Aspekt sind die überdruckseitige Innenwandfläche und die unterdruckseitige Innenwandfläche, die den hinteren Endraum definieren, durch die mehreren Stifte miteinander verbunden. Aus diesem Grund ist die Steifigkeit um den hinteren Endraum bei dem Schaufelkörper höher als die Steifigkeit um den benachbarten Raum bei dem Schaufelkörper. Mit anderen Worten ist die Steifigkeit um den benachbarten Raum bei dem Schaufelkörper geringer als die Steifigkeit um den hinteren Endraum bei dem Schaufelkörper. Es ist wahrscheinlich, dass ein Ausbauchungsphänomen in einem Abschnitt bei dem Schaufelkörper, der geringe Steifigkeit aufweist, auftritt. In einem Fall, in dem das Ausbauchungsphänomen auftritt, wird nicht nur die aerodynamische Leistung der Statorschaufel reduziert, sondern auch die Haltbarkeit der Statorschaufel wird reduziert. Insbesondere wird in der Nähe einer Grenze zwischen einem Abschnitt des Schaufelkörpers, der geringe Steifigkeit aufweist, und einem Abschnitt des Schaufelkörpers, der hohe Steifigkeit aufweist, aufgrund von Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, hohe Spannung erzeugt. Das heißt, in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum und dem hinteren Endraum wird aufgrund der Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, hohe Spannung erzeugt.

[0017] Daher erstreckt sich bei dem vorliegenden Aspekt mindestens eine Unterteilungsrippe unter den mehreren Unterteilungsrippen, die in dem hinteren Endraum angeordnet sind, zu dem Inneren des benachbarten Raums, und die Steifigkeit in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum und dem hinteren Endraum wird erhöht. Infolgedessen wird bei dem vorliegenden Aspekt das Auftreten des Ausbauchungsphänomens unterdrückt, und die Verformung in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum und dem hinteren Ende wird unterdrückt.

[0018] Daher kann bei dem vorliegenden Aspekt die Ausbauchungsstärke der Statorschaufel verbessert werden, und eine Abnahme hinsichtlich aerodynamischer Leistung und Haltbarkeit der Statorschaufel aufgrund des Auftretens eines Ausbauchungsphänomens kann unterdrückt werden.

[0019] Es wird gemäß einem Aspekt der Erfindung, um die oben beschriebene Aufgabe zu erzielen, eine Gasturbine bereitgestellt, die die Statorschaufel gemäß dem Aspekt, einen Rotor, der sich um eine Achse dreht, und ein Gehäuse, das eine Außenumfangsseite des Rotors abdeckt, enthält.

[0020] Die Statorschaufel ist an einer Innenumfangsfläche des Gehäuses befestigt.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0021] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann die Ausbauchungsstärke einer Statorschaufel verbessert werden, und eine Abnahme hinsichtlich aerodynamischer Leistung und Haltbarkeit der Statorschaufel kann unterdrückt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine schematische Querschnittsansicht einer Gasturbine gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht einer Statorschaufel bei der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie III-III in **Fig. 2** (eine Längsquerschnittsansicht eines Hauptabschnitts der Statorschaufel).

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie IV-IV in **Fig. 3** (eine laterale Querschnittsansicht eines Schaufelkörpers).

Fig. 5 ist eine vergrößerte Ansicht eines V-Abschnitts in **Fig. 4** (eine laterale Querschnittsansicht eines Hauptabschnitts des Schaufelkörpers).

Fig. 6 ist eine vertikale Querschnittsansicht eines Hauptabschnitts einer Statorschaufel bei einem Modifikationsbeispiel der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 7 ist eine laterale Querschnittsansicht eines Hauptabschnitts eines Schaufelkörpers gemäß einem weiteren Modifikationsbeispiel der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0022] Nachstehend werden Ausführungsformen einer Statorschaufel gemäß der vorliegenden Offenbarung und einer Gasturbine, die die Statorschaufel enthält, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben.

[Ausführungsform von Gasturbine]

[0023] Eine Ausführungsform einer Gasturbine wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

[0024] Wie in **Fig. 1** dargestellt, enthält eine Gasturbine 10 der vorliegenden Ausführungsform einen Kompressor 20, der Luft A komprimiert, eine Brennkammer 30, die einen Brennstoff F in der durch den Kompressor 20 komprimierten Luft A verbrennt, um

ein Verbrennungsgas G zu erzeugen, und eine Turbine 40, die durch das Verbrennungsgas G angetrieben wird.

[0025] Der Kompressor 20 enthält einen Kompressorrotor 21, der sich um eine Achse Ar dreht, ein Kompressorgehäuse 25, das den Kompressorrotor 21 abdeckt, und mehrere Statorschaufelreihen 26. Die Turbine 40 enthält einen Turbinenrotor 41, der sich um die Achse Ar dreht, ein Turbinengehäuse 45, das den Turbinenrotor 41 abdeckt, und mehrere Statorschaufelreihen 46. Nachstehend wird eine Erstreckungsrichtung der Achse Ar als eine Axialrichtung Da bezeichnet, eine Umfangsrichtung um die Achse Ar wird einfach als eine Umfangsrichtung Dc bezeichnet, und eine Richtung senkrecht zu der Achse Ar wird als eine Radialrichtung Dr bezeichnet. Darüber hinaus wird eine Seite in der Axialrichtung Da als eine axiale Stromaufwärtsseite Dau bezeichnet, und eine dieser gegenüberliegende Seite wird als eine axiale Stromabwärtsseite Dad bezeichnet. Darüber hinaus wird eine Seite, die in der Radialrichtung Dr näher an der Achse Ar liegt, als eine Radialinnenseite Dri bezeichnet, und eine dieser gegenüberliegende Seite wird als eine Radialaußenseite Dro bezeichnet.

[0026] Der Kompressor 20 ist in Bezug auf die Turbine 40 auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau angeordnet.

[0027] Der Kompressorrotor 21 und der Turbinenrotor 41 sind auf der gleichen Achse Ar positioniert und miteinander verbunden, um einen Gasturbinenrotor 11 zu bilden. Beispielsweise ist ein Rotor eines Generators GEN mit dem Gasturbinenrotor 11 verbunden. Die Gasturbine 10 enthält ferner ein Zwischengehäuse 16. Das Zwischengehäuse 16 ist zwischen dem Kompressorgehäuse 25 und dem Turbinengehäuse 45 in der Axialrichtung Da angeordnet. Das Kompressorgehäuse 25, das Zwischengehäuse 16 und das Turbinengehäuse 45 sind miteinander verbunden, um ein Gasturbinengehäuse 15 zu bilden.

[0028] Der Kompressorrotor 21 enthält eine sich in der Axialrichtung Da um die Achse Ar erstreckende Rotorwelle 22 und mehrere an der Rotorwelle 22 angebrachte Rotorschaufelreihen 23. Die mehreren Rotorschaufelreihen 23 sind in der Axialrichtung Da ausgerichtet. Jede der Rotorschaufelreihen 23 ist durch mehrere Rotorschaufeln konfiguriert, die in der Umfangsrichtung Dc ausgerichtet sind. Eine Statorschaufelreihe 26 der mehreren Statorschaufelreihen 26 ist auf der axialen Stromabwärtsseite Dad jeder der mehreren Rotorschaufelreihen 23 angeordnet. Jede der Statorschaufelreihen 26 ist innerhalb des Kompressorgehäuses 25 vorgesehen. Jede der Statorschaufelreihen 26 ist durch mehrere Stator-

schaufeln konfiguriert, die in der Umfangsrichtung Dc ausgerichtet sind.

[0029] Der Turbinenrotor 41 enthält eine Rotorwelle 42, die sich in der Axialrichtung Da erstreckt und die Achse Ar als eine Mitte aufweist, und mehrere Rotorschaufelreihen 43, die an der Rotorwelle 42 angebracht sind. Die mehreren Rotorschaufelreihen 43 sind in der Axialrichtung Da ausgerichtet. Jede der Rotorschaufelreihen 43 ist durch mehrere Rotorschaufeln konfiguriert, die in der Umfangsrichtung Dc ausgerichtet sind. Eine Statorschaufelreihe 46 unter den mehreren Statorschaufelreihen 46 ist auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau jeder der mehreren Rotorschaufelreihen angeordnet. Jede der Statorschaufelreihen 46 ist innerhalb des Turbinengehäuses 45 vorgesehen. Jede der Statorschaufelreihen 46 ist durch mehrere Statorschaufeln konfiguriert, die in der Umfangsrichtung Dc ausgerichtet sind.

[0030] Die Brennkammer 30 ist an dem Zwischengehäuse 16 angebracht.

[0031] Der Kompressor 20 komprimiert die Luft A, um komprimierte Luft zu erzeugen. Die komprimierte Luft strömt in die Brennkammer 30. Der Brennstoff F wird der Brennkammer 30 zugeführt. In der Brennkammer 30 wird der Brennstoff F in der komprimierten Luft verbrannt, und das Verbrennungsgas G, dessen Temperatur und Druck hoch sind, wird erzeugt. Das Verbrennungsgas G wird von der Brennkammer 30 zu einem ringförmigen Verbrennungsgaskanal 49 in dem Turbinengehäuse 45 gefördert. Das Verbrennungsgas G dreht den Turbinenrotor 41, während es durch das Innere des Verbrennungsgaskanals 49 zu der axialen Stromabwärtsseite Dad hin strömt. Der mit dem Gasturbinenrotor 11 verbundene Rotor des Generators GEN wird durch die Drehung des Turbinenrotors 41 gedreht. Infolgedessen erzeugt der Generator GEN Strom.

[0032] Nachstehend werden Ausführungsformen und Modifikationsbeispiele, die sich auf die Statorschaufel, die die Statorschaufelreihe 46 erster Stufe bei der Turbine 40 konfiguriert, beziehen, beschreiben.

[Ausführungsform von Statorschaufel]

[0033] Eine Ausführungsform der Statorschaufel wird unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis 5 beschrieben. Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht der Statorschaufel bei der vorliegenden Ausführungsform. Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie III-III in Fig. 2 (eine Längsquerschnittsansicht eines Hauptabschnitts der Statorschaufel). Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht entlang Linie IV-IV in Fig. 3 (eine laterale Querschnittsansicht eines Schaufelkörpers). Fig. 5 ist eine vergrößerte Ansicht eines

Abschnitts V in **Fig. 4** (eine laterale Querschnittsansicht eines Hauptabschnitts des Schaufelkörpers).

[0034] Wie in **Fig. 2 bis 4** dargestellt, enthält eine Statorschaufel 50 der vorliegenden Ausführungsform einen Schaufelkörper 51, eine innere Ummantelung 80i, eine äußere Ummantelung 80o, eine innere Prallplatte 88i, eine äußere Prallplatte 88o, einen ersten Einsatz 68A, einen zweiten Einsatz 68B und einen dritten Einsatz 68C.

[0035] Der Schaufelkörper 51 weist eine Form auf, die in einem Querschnitt eine Schaufelform bildet, und erstreckt sich in einer Schaufelhöhenrichtung Dh mit einer Richtungskomponente senkrecht zu dem Querschnitt. Die äußere Ummantelung 80o ist an einem Ende auf einer Seite in der Schaufelhöhenrichtung Dh in dem Schaufelkörper 51 vorgesehen. Die innere Ummantelung 80i ist an einem Ende auf der anderen Seite in der Schaufelhöhenrichtung Dh in dem Schaufelkörper 51 vorgesehen. Der Schaufelkörper 51, die innere Ummantelung 80i und die äußere Ummantelung 80o sind durch Gießen oder dergleichen integral gebildet.

[0036] Die Schaufelhöhenrichtung Dh ist die Radialrichtung Dr in einem Zustand, in dem die Statorschaufel 50 an dem Turbinengehäuse 45 angebracht ist. Darüber hinaus ist eine erste Schaufelhöhenseite Dh1 auf einer Seite in der Schaufelhöhenrichtung Dh die Radialaußenseite Dro, und eine zweite Schaufelhöhenseite Dh2 auf der anderen Seite in der Schaufelhöhenrichtung Dh ist die Radialinnenseite Dri. Aus diesem Grund ist die äußere Ummantelung 80o auf der Radialaußenseite Dro des Schaufelkörpers 51 vorgesehen, und die innere Ummantelung 80i ist auf der Radialinnenseite Dri des Schaufelkörpers 51 vorgesehen. Daher kann bei der vorliegenden Ausführungsform die Schaufelhöhenrichtung Dh als die Radialrichtung Dr bezeichnet werden, die erste Schaufelhöhenseite Dh1 kann als die Radialaußenseite Dro bezeichnet werden, und die zweite Schaufelhöhenseite Dh2 kann als die Radialinnenseite Dri bezeichnet werden.

[0037] Wie in **Fig. 2 bis 4** dargestellt, enthält eine Schaufelfläche, die eine Außenfläche des Schaufelkörpers 51 ist, eine Vorderkante 52, eine Hinterkante 53, eine Unterdruckfläche 54, die eine konvexe Fläche ist, und eine Überdruckfläche 55, die eine konkave Fläche ist. Die Unterdruckfläche 54 und die Überdruckfläche 55 sind Flächen, die die Vorderkante 52 und die Hinterkante 53 verbinden. Die Vorderkante 52, die Hinterkante 53, die Unterdruckfläche 54 und die Überdruckfläche 55 erstrecken sich alle in der Radialrichtung Dr, die die Schaufelhöhenrichtung Dh ist. Die Vorderkante 52 ist auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau in Bezug auf die Hinterkante 53 in einem Zustand, in dem die Statorschaufel 50 an dem Turbinengehäuse 45 angebracht ist, positio-

niert. Darüber hinaus ist in einem Zustand, in dem die Statorschaufel 50 an dem Turbinengehäuse 45 angebracht ist, die Unterdruckfläche 54 einer Seite in der Umfangsrichtung Dc zugewandt, und die Überdruckfläche 55 ist der anderen Seite in der Umfangsrichtung Dc zugewandt. Der Schaufelkörper 51 ist in dem Verbrennungsgaskanal 49 der unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschriebenen Turbine 40 angeordnet.

[0038] Der Schaufelkörper 51 enthält mehrere Kühllufräume 60, die sich in der Schaufelhöhenrichtung Dh (der Radialrichtung Dr) in dem Schaufelkörper 51 erstrecken. Die mehreren Kühllufräume 60 sind von der axialen Stromaufwärtsseite Dau zu der axialen Stromabwärtsseite Dad hin entlang einer Wölbungslinie CL des Schaufelkörpers 51 ausgerichtet. Hier wird unter den mehreren Kühllufräumen 60 der Kühlluft Raum 60 auf der am weitesten axialen Stromaufwärtsseite Dau als ein erster Raum 60A bezeichnet, der Kühlluft Raum 60, der zu dem ersten Raum 60A auf der axialen Stromabwärtsseite Dad benachbart ist, wird als ein zweiter Raum 60B bezeichnet, der Kühlluft Raum 60, der zu dem zweiten Raum 60B auf der axialen Stromabwärtsseite Dad benachbart ist, wird als ein dritter Raum 60C bezeichnet, und der Kühlluft Raum 60, der zu dem dritten Raum 60C auf der axialen Stromabwärtsseite Dad benachbart ist, wird als ein vierter Raum 60D bezeichnet. Der erste Raum 60A und der zweite Raum 60B sind durch eine erste Trennwand 57 unterteilt, die sich in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Wölbungslinie CL erstreckt. Darüber hinaus sind der zweite Raum 60B und der dritte Raum 60C durch eine zweite Trennwand 58 unterteilt, die sich in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Wölbungslinie CL erstreckt. Der erste Einsatz 68A ist in dem ersten Raum 60A angeordnet, der zweite Einsatz 68B ist in dem zweiten Raum 60B angeordnet, und der dritte Einsatz 68C ist in dem dritten Raum 60C angeordnet.

[0039] Die innere Ummantelung 80i definiert eine Kante auf der Radialinnenseite Dri des ringförmigen Verbrennungsgaskanals 49. Darüber hinaus definiert die äußere Ummantelung 80o eine Kante auf der Radialaußenseite Dro des ringförmigen Verbrennungsgaskanals 49.

[0040] Die innere Ummantelung 80i enthält einen Ummantelungskörper 81i, eine Umfangswand 84i und einen Halter 86i.

[0041] Der Ummantelungskörper 81i ist ein viereckiges plattenförmiges Element, das sich in einer Richtung erstreckt, die eine Richtungskomponente in einer Richtung senkrecht zu der Radialrichtung Dr enthält, die die Schaufelhöhenrichtung Dh ist. Der Ummantelungskörper 81i enthält eine Gaswegfläche 82i und eine Gegengaswegfläche 83i. Die Gasweg-

fläche 82i ist eine Fläche, die der Radialaußenseite Dro zugewandt ist, die die erste Schaufelhöhenseite Dh1 ist und mit der das Verbrennungsgas G in Kontakt kommt. Die Gegengaswegfläche 83i ist eine Fläche, die der Radialinnenseite Dri zugewandt ist, die die zweite Schaufelhöhenseite Dh2 ist. Die Gegengaswegfläche 83i steht in einer Rücken-an-Rücken-Beziehung mit der Gaswegfläche 82i auf.

[0042] Die Umfangswand 84i ist eine Wand, die von dem Ummantelungskörper 81i zu der Radialinnenseite Dri entlang eines Außenumfangsrandes des Ummantelungskörpers 81i vorsteht. Bei der inneren Ummantelung 80i ist ein Hohlraum 85i, der zu der Radialaußenseite Dro hin vertieft ist, durch den Ummantelungskörper 81i und die Umfangswand 84i gebildet.

[0043] Der Halter 86i ist auf der Radialinnenseite Dri der Umfangswand 84i gebildet. Der Halter 86i ist mit einem Ende auf der Radialaußenseite Dro einer an dem Gasturbinengehäuse 15 befestigten inneren Abdeckung (nicht dargestellt) verbunden und dient dazu, einen Abschnitt der Statorschaufel 50 auf der Radialinnenseite Dri an der inneren Abdeckung zu stützen.

[0044] Die äußere Ummantelung 80o weist im Wesentlichen die gleiche Konfiguration wie die innere Ummantelung 80i auf. Daher enthält, ähnlich wie die innere Ummantelung 80i, die äußere Ummantelung 80o auch einen Ummantelungskörper 81o und eine Umfangswand 84o. Die äußere Ummantelung 80o weist jedoch keinen Abschnitt auf, der dem Halter 86i der inneren Ummantelung 80i entspricht. Ähnlich wie der Ummantelungskörper 81i der inneren Ummantelung 80i weist der Ummantelungskörper 81o der äußeren Ummantelung 80o auch eine viereckige Plattenform auf und enthält eine Gaswegfläche 82o und eine Gegengaswegfläche 83o. Die Gaswegfläche 82o der äußeren Ummantelung 80o ist eine Fläche, die der Radialinnenseite Dri zugewandt ist, die die zweite Schaufelhöhenseite Dh2 ist, und mit der das Verbrennungsgas G in Kontakt kommt. Die Gegengaswegfläche 83o der äußeren Ummantelung 80o ist eine Fläche, die der Radialaußenseite Dro zugewandt ist, die die erste Schaufelhöhenseite Dh1 ist.

[0045] Die Umfangswand 84o ist eine Wand, die von dem Ummantelungskörper 81o zu der Radialaußenseite Dro entlang des Außenumfangsrandes des Ummantelungskörpers 81o vorsteht. Ein Hohlraum 85o, der durch den Ummantelungskörper 81o und die Umfangswand 84o zu der Radialinnenseite Dri hin vertieft ist, ist bei der äußeren Ummantelung 80o gebildet. Ein Abschnitt der Umfangswand 84o dient dazu, die Statorschaufel 50 an einer Innenumfangsseite des Turbinengehäuses 45 anzubringen.

[0046] Die innere Prallplatte 88i unterteilt den Hohlraum 85i der inneren Ummantelung 80i in zwei Räume in der Schaufelhöhenrichtung Dh. Mehrere Pralllöcher 89, die in der Schaufelhöhenrichtung Dh durchdringen, sind bei der inneren Prallplatte 88i gebildet.

[0047] KühlluftAc, die in den Hohlraum 85i der inneren Ummantelung 80i geströmt ist, wird aus den mehreren Pralllöchern 89 der inneren Prallplatte 88i zu der Radialaußenseite Dro ausgestoßen, kollidiert mit der Gegengaswegfläche 83i der inneren Ummantelung 80i und führt Prallkühlung an der Gegengaswegfläche 83i durch. Die Kühlluft Ac, die an der Gegengaswegfläche 83i Prallkühlung durchgeführt hat, wird beispielsweise durch einen Kanal (nicht dargestellt) in den Verbrennungsgaskanal 49 ausgestoßen und führt an der Gaswegfläche 82i oder dergleichen Filmkühlung durch.

[0048] Die äußere Prallplatte 88o unterteilt den Hohlraum 85o der äußeren Ummantelung 80o in zwei Räume in der Schaufelhöhenrichtung Dh. Die mehreren Pralllöcher 89, die in der Schaufelhöhenrichtung Dh durchdringen, sind bei der äußeren Prallplatte 88o gebildet.

[0049] Die Kühlluft Ac, die in den Hohlraum 85o der inneren Ummantelung 80o geströmt ist, wird aus den mehreren Pralllöchern 89 der äußeren Prallplatte 88o zu der Radialinnenseite Dri ausgestoßen, kollidiert mit der Gegengaswegfläche 83o der äußeren Ummantelung 80o und führt Prallkühlung an der Gegengaswegfläche 83o durch. Die Kühlluft Ac, die an der Gegengaswegfläche 83o Prallkühlung durchgeführt hat, wird beispielsweise durch einen Kanal (nicht dargestellt) in den Verbrennungsgaskanal 49 ausgestoßen und führt an der Gaswegfläche 82o oder dergleichen Filmkühlung durch.

[0050] Wie in **Fig. 3** und **4** dargestellt, ist der dritte Raum 60C an einem Ende auf der Radialinnenseite Dri, die die zweite Schaufelhöhenseite Dh 2 ist, geschlossen und ist an einem Ende auf der Radialaußenseite Dro, die die erste Schaufelhöhenseite Dh1 ist, offen. Ein Ende auf der Radialinnenseite Dri des Schaufelkörpers 51 bildet einen Abschnitt der Gegengaswegfläche 83i der inneren Ummantelung 80i, und ein Ende auf der Radialaußenseite Dro des Schaufelkörpers 51 bildet einen Abschnitt der Gegengaswegfläche 83o der äußeren Ummantelung 80o. Aus diesem Grund ist eine Öffnung 61C des dritten Raums 60C an der Gegengaswegfläche 83o der äußeren Ummantelung 80o offen. Mehrere dritte Schaufelflächen-Kühlkanäle 67C, die von einer Innenwandfläche 62C, die den dritten Raum 60C definiert, zu der Schaufelfläche des Schaufelkörpers 51 durchdringen, sind bei dem Schaufelkörper 51 gebildet.

[0051] Ähnlich wie bei dem dritten Raum 60C, der unter Bezugnahme auf **Fig. 3** und **4** beschrieben ist, sind der erste Raum 60A und der zweite Raum 60B an dem Ende auf der Radialinnenseite Dri, die die zweite Schaufelhöhenseite Dh2 ist, geschlossen und sind an dem Ende auf der Radialaußenseite Dro, die die erste Schaufelhöhenseite Dh1 ist, offen. Eine Öffnung des ersten Raums 60A und eine Öffnung des zweiten Raums 60B sind an der Gegengaswegfläche 83o der äußeren Ummantelung 80o offen, ähnlich wie die Öffnung 61C des dritten Raums 60C. Mehrere erste Schaufelflächen-Kühlkanäle 67A, die von einer Innenwandfläche 62A, die den ersten Raum 60A definiert, zu der Schaufelfläche des Schaufelkörpers 51 durchdringen, sind bei dem Schaufelkörper 51 gebildet. Ferner sind mehrere zweite Schaufelflächen-Kühlkanäle 67B, die von einer Innenwandfläche 62B, die den zweiten Raum 60B definiert, zu der Schaufelfläche des Schaufelkörpers 51 durchdringen, bei dem Schaufelkörper 51 gebildet.

[0052] Wie in **Fig. 3** und **4** dargestellt, weist der in dem dritten Raum 60C angeordnete dritte Einsatz 68C eine rohrförmige Form auf und erstreckt sich in der Radialrichtung Dr. Ein Ende des dritten Einsatzes 68C auf der Radialinnenseite Dri ist geschlossen, und ein Ende des dritten Einsatzes 68C auf der Radialaußenseite Dro ist offen. Obwohl fast der gesamte dritte Einsatz 68C innerhalb des dritten Raums 60C positioniert ist, steht ein Abschnitt des dritten Einsatzes 68C auf der Radialaußenseite Dro von dem dritten Raum 60C zu der Radialaußenseite Dro vor, und das Ende des dritten Einsatzes 68C auf der Radialaußenseite Dro ist weiter auf der Radialaußenseite Dro positioniert als die äußere Prallplatte 88o. Aus diesem Grund kann die Kühlluft Ac von der Öffnung des dritten Einsatzes 68C in den dritten Einsatz 68C strömen. Mehrere Pralllöcher 69, die von einer Innenumfangsseite zu einer Außenumfangsseite hin durchdringen, sind bei dem dritten Einsatz 68C, der eine rohrförmige Form aufweist, gebildet. Aus diesem Grund wird die Kühlluft Ac, die in den dritten Einsatz 68C geströmt ist, aus den mehreren Pralllöchern 69 ausgestoßen, kollidiert mit der Innenwandfläche 62C, die den dritten Raum 60C definiert, und führt Prallkühlung an der Innenwandfläche 62C durch. Ein Teil der Kühlluft Ac, die an der Innenwandfläche 62C, die den dritten Raum 60C definiert, Prallkühlung durchgeführt hat, wird durch die mehreren dritten Schaufelflächen-Kühlkanäle 67C, die oben beschrieben sind, in den Verbrennungsgaskanal 49 ausgestoßen und führt an der Schaufelfläche Filmkühlung durch.

[0053] Der erste Einsatz 68A, der in dem ersten Raum 60A angeordnet ist, und der zweite Einsatz 68B, der in dem zweiten Raum 60B angeordnet ist, weisen die im Wesentlichen gleiche Konfiguration wie die Konfiguration des unter Bezugnahme auf

Fig. 3 und **4** beschriebenen dritten Einsatzes 68C auf. Das heißt, ähnlich wie der dritte Einsatz 68C, weisen der erste Einsatz 68A und der zweite Einsatz 68B eine rohrförmige Form auf und erstrecken sich in der Radialrichtung Dr. Enden des ersten Einsatzes 68A und des zweiten Einsatzes 68B auf der Radialinnenseite Dri sind geschlossen, und Enden des ersten Einsatzes 68A und des zweiten Einsatzes 68B auf der Radialaußenseite Dro sind offen. Obwohl fast der gesamte erste Einsatz 68A innerhalb des ersten Raums 60A positioniert ist, steht ein Abschnitt des ersten Einsatzes 68A auf der Radialaußenseite Dro von dem dritten Raum 60C zu der Radialaußenseite Dro vor, und das Ende des ersten Einsatzes 68A auf der Radialaußenseite Dro ist weiter auf der Radialaußenseite Dro positioniert als die äußere Prallplatte 88o. Aus diesem Grund kann die Kühlluft Ac von der Öffnung des ersten Einsatzes 68A in den ersten Einsatz 68A strömen. Die mehreren Pralllöcher 69, die von der Innenumfangsseite zu der Außenumfangsseite hin durchdringen, sind auch bei dem ersten Einsatz 68A, der eine rohrförmige Form aufweist, gebildet. Aus diesem Grund wird die Kühlluft Ac, die in den ersten Einsatz 68A geströmt ist, aus den mehreren Pralllöchern 69 ausgestoßen, kollidiert mit der Innenwandfläche 62A, die den ersten Raum 60A definiert, und führt Prallkühlung an der Innenwandfläche 62A durch. Die Kühlluft Ac, die an der Innenwandfläche 62A, die den ersten Raum 60A definiert, Prallkühlung durchgeführt hat, wird durch die mehreren ersten Schaufelflächen-Kühlkanäle 67A, die oben beschrieben sind, in den Verbrennungsgaskanal 49 ausgestoßen und führt an der Schaufelfläche Filmkühlung durch. Obwohl fast der gesamte zweite Einsatz 68B innerhalb des zweiten Raums 60B positioniert ist, steht darüber hinaus ein Abschnitt des zweiten Einsatzes 68B auf der Radialaußenseite Dro von dem zweiten Raum 60B zu der Radialaußenseite Dro vor, und das Ende des zweiten Einsatzes 68A auf der Radialaußenseite Dro ist weiter auf der Radialaußenseite Dro positioniert als die äußere Prallplatte 88o. Aus diesem Grund kann die Kühlluft Ac von der Öffnung des zweiten Einsatzes 68B in den zweiten Einsatz 68B strömen. Die mehreren Pralllöcher 69, die von der Innenumfangsseite zu der Außenumfangsseite hin durchdringen, sind auch bei dem zweiten Einsatz 68B, der eine rohrförmige Form aufweist, gebildet. Aus diesem Grund wird die Kühlluft Ac, die in den zweiten Einsatz 68B geströmt ist, aus den mehreren Pralllöchern 69 ausgestoßen, kollidiert mit der Innenwandfläche 62B, die den zweiten Raum 60B definiert, und führt Prallkühlung an der Innenwandfläche 62B durch. Die Kühlluft Ac, die an der Innenwandfläche 62B, die den zweiten Raum 60B definiert, Prallkühlung durchgeführt hat, wird durch die mehreren zweiten Schaufelflächen-Kühlkanäle 67B, die oben beschrieben sind, in den Verbrennungsgaskanal 49 ausgestoßen und führt an der Schaufelfläche Filmkühlung durch.

[0054] Der vierte Raum 60D ist auf der am weitesten axialen Stromabwärtsseite Dad unter den mehreren Kühllufräumen 60 positioniert. Aus diesem Grund wird nachstehend der vierte Raum 60D als ein hinterer Endraum 60D bezeichnet. Darüber hinaus ist der dritte Raum 60C zu der axialen Stromaufwärtsseite Dau des hinteren Endraums 60D benachbart. Aus diesem Grund wird nachstehend der dritte Raum 60C als ein benachbarter Raum 60C bezeichnet.

[0055] Der hintere Endraum 60D ist an dem Ende auf der Radialinnenseite Dri, die die zweite Schaufelhöhenseite Dh 2 ist, und an dem Ende auf der Radialaußenseite Dro, die die erste Schaufelhöhenseite Dh1 ist, geschlossen. Darüber hinaus ist die Kante (die Kante auf der Seite der Vorderkante 52) auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau des hinteren Endraums 60D offen und kommuniziert mit dem benachbarten Raum 60C. Die Innenwandfläche 62D, die den hinteren Endraum 60D definiert, enthält eine Innenwandfläche 64D auf erster Schaufelhöhenseite, eine Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite, eine überdruckseitige Innenwandfläche 63Dp und eine unterdruckseitige Innenwandfläche 63Dn. Die Innenwandfläche 64D auf erster Schaufelhöhenseite ist der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2 zugewandt und definiert eine Kante des hinteren Endraums 60D auf der ersten Schaufelhöhenseite Dh1. Die Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite ist der ersten Schaufelhöhenseite Dh1 zugewandt und definiert eine Kante des hinteren Endraums 60D auf der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2. Die überdruckseitige Innenwandfläche 63Dp ist einer Seite der Unterdruckfläche 54 zugewandt, erstreckt sich entlang der Überdruckfläche 55 und definiert eine Kante auf einer Seite der Überdruckfläche 55 des hinteren Endraums 60D. Eine Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp auf der ersten Schaufelhöhenseite Dh1 ist mit der Innenwandfläche 64D auf erster Schaufelhöhenseite verbunden. Die Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp auf der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2 ist darüber hinaus mit der Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite verbunden. Die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Dn ist der Seite der Überdruckfläche 55 zugewandt, erstreckt sich entlang der Unterdruckfläche 54, ist von der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp zu der Seite der Unterdruckfläche 54 hin getrennt und definiert die Kante auf der Seite der Unterdruckfläche 54 des hinteren Endraums 60D. Eine Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn auf der ersten Schaufelhöhenseite Dh1 ist mit der Innenwandfläche 64D auf erster Schaufelhöhenseite verbunden. Eine Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn auf der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2 ist darüber hinaus mit der Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite verbunden. Eine Kante der unterdruckseitigen

Innenwandfläche 63Dn auf der axialen Stromabwärtsseite Dad ist ferner mit einer Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn auf der axialen Stromabwärtsseite Dad verbunden.

[0056] Mehrere Kühlkanäle 67D an hinterem Ende, die den Verbrennungsgaskanal von dem hinteren Endraum 60D durchdringen, sind bei dem Schaufelkörper 51 gebildet. Der Kühlkanal 67D an hinterem Ende durchdringt von einer Grenze zwischen der Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn auf der axialen Stromabwärtsseite Dad und der Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp auf der axialen Stromabwärtsseite Dad bis zu der Hinterkante 53 des Schaufelkörpers 51. Die mehreren Kühlkanäle 67D an hinterem Ende sind in der Schaufelhöhenrichtung Dh ausgerichtet.

[0057] Mehrere Unterteilungsrippen 71, die in der Schaufelhöhenrichtung Dh ausgerichtet sind und die den hinteren Endraum 60D in der Schaufelhöhenrichtung Dh unterteilen, und mehrere Stifte 72, die eine zylindrische oder polygonale Prismenform aufweisen, sind in dem hinteren Endraum 60D angeordnet.

[0058] Die mehreren Unterteilungsrippen 71 erstrecken sich in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Schaufelhöhenrichtung Dh und sind mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn verbunden. Die mehreren Stifte 72 erstrecken sich in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Wölbungslinie CL und sind mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn verbunden.

[0059] Mindestens eine Unterteilungsrippe 71 unter den mehreren Unterteilungsrippen 71 bildet eine erweiterte Unterteilungsrippe 71a, die sich zu einem Inneren des benachbarten Raums 60C erstreckt. Insbesondere ist die erweiterte Unterteilungsrippe 71a an einer Position von 30 % bis 70 % einer Abmessung des hinteren Endraums 60D in der Schaufelhöhenrichtung von der Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite, die den hinteren Endraum 60D definiert, angeordnet. Das heißt, die erweiterte Unterteilungsrippe 71a ist in der Nähe eines Mittelabschnitts des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung Dh angeordnet.

[0060] Die Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C, der der dritte Raum 60C ist, definiert, enthält eine Innenwandfläche 65C auf zweiter Schaufelhöhenseite, eine überdruckseitige Innenwandfläche 63Cp, eine unterdruckseitige Innenwandfläche 63Cn und eine zweite Trennwandfläche 66C, die die Fläche der zweiten Trennwand 58 ist, die der axialen Stromabwärtsseite Dad zugewandt ist. Die Innenwandfläche 65C auf zweiter Schaufel-

höhenseite ist der ersten Schaufelhöhenseite Dh1 zugewandt und definiert eine Kante des benachbarten Raums 60C auf der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2. Eine Kante der Innenwandfläche 65C auf zweiter Schaufelhöhenseite auf der axialen Stromabwärtsseite Dad ist mit einer Kante der Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite, die den hinteren Endraum 60D definiert, auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau verbunden. Die überdruckseitige Innenwandfläche 63Cp ist der Seite der Unterdruckfläche 54 zugewandt, erstreckt sich entlang der Überdruckfläche 55 und definiert eine Kante auf der Seite der Überdruckfläche 55 des hinteren Endraums 60D. Eine Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp auf der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2 ist mit der Innenwandfläche 65C auf zweiter Schaufelhöhenseite verbunden. Eine Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau ist mit der zweiten Trennwandfläche 66C verbunden. Eine Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp auf der axialen Stromabwärtsseite Dad ist mit einer Kante der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp, die den hinteren Endraum 60D definiert, auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau verbunden. Die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Cn ist der Seite der Überdruckfläche 55 zugewandt, erstreckt sich entlang der Fläche von Unterdruckfläche 54, ist von der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp zu der Seite der Unterdruckfläche 54 hin getrennt und definiert die Kante auf der Seite der Unterdruckfläche 54 des hinteren Endraums 60C. Eine Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn auf der zweiten Schaufelhöhenseite Dh2 ist mit der Innenwandfläche 65C auf zweiter Schaufelhöhenseite verbunden. Eine Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau ist mit der zweiten Trennwandfläche 66C verbunden. Eine Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn auf der axialen Stromabwärtsseite Dad ist mit einer Kante der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn, die den hinteren Endraum 60D definiert, auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau verbunden.

[0061] Ein Abschnitt der oben beschriebenen erweiterten Unterteilungsrippe 71a, der in dem benachbarten Raum 60C vorhanden ist, ist mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, verbunden. Wie in **Fig. 5** dargestellt, ist eine Erweiterungsabmessung L, um die sich die erweiterte Unterteilungsrippe 71a von der Kante des hinteren Endraums 60D auf der axialen Stromaufwärtsseite Dau (der Kante auf der Seite der Vorderkante 52) zu dem Inneren des benachbarten Raums 60C erweitert, kleiner als das Doppelte einer Grenzbreite W, die ein Abstand zwischen der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp und der

unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp bei der Kante auf der Seite der Vorderkante 52 in dem hinteren Endraum 60D ist. Die Kante auf der Seite der Vorderkante 52 in dem hinteren Endraum 60D ist eine Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und ist eine Öffnung 61D auf der Seite der Vorderkante 52 in dem hinteren Endraum 60D. Darüber hinaus befindet sich bei der vorliegenden Ausführungsform die Kante auf der Seite der Vorderkante 52 in dem hinteren Endraum 60D an einer Position der Kante auf der Seite der Vorderkante 52 bei dem Stift 72, die der Seite der Vorderkante 52 am nächsten liegt, unter den mehreren Stiften 72.

[0062] Ein anderer Teil der Kühlluft Ac, die aus dem dritten Einsatz 68C, der in dem benachbarten Raum 60C, der der dritte Raum 60C ist, angeordnet ist ausgestoßen wurde und die an der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, Prallkühlung durchgeführt hat, strömt von der Öffnung 61D des hinteren Endraums 60D in den hinteren Endraum 60D. Die Kühlluft Ac, die in den hinteren Endraum 60D geströmt ist, führt bei einem Prozess des Strömens innerhalb des hinteren Endraums 60D an den mehreren Unterteilungsrippen 71, den mehreren Stiften 72 und der Innenwandfläche 62D, die den hinteren Endraum 60D definiert, Konvektionskühlung durch. Die Kühlluft Ac strömt in die mehreren Kühlkanäle 67D an hinterem Ende. Die Kühlluft Ac, die in den Kühlkanal 67D an hinterem Ende geströmt ist, führt bei dem Prozess des Strömens innerhalb des hinteren Endraums 60D an der Fläche, die den hinteren Endraum 60D definiert, Konvektionskühlung durch. Die Kühlluft Ac wird von der Hinterkante 53 des Schaufelkörpers 51 zu dem Verbrennungsgaskanal 49 ausgestoßen.

[0063] Wie oben beschrieben sind die überdruckseitige Innenwandfläche 63Dp und die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Dp, die den hinteren Endraum 60D definieren, durch die mehreren Stifte 72 und Unterteilungsrippen 71 miteinander verbunden. Andererseits sind, da der dritte Einsatz 68C in den benachbarten Raum 60C, der zu dem hinteren Endraum 60D benachbart ist, eingeführt ist, die überdruckseitige Innenwandfläche 63Cp und die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Cn, die den benachbarten Raum 60C definieren, durch einen Stift oder dergleichen miteinander nicht verbunden. Aus diesem Grund ist die Steifigkeit um den benachbarten Raum 60C bei dem Schaufelkörper 51 geringer als die Steifigkeit um den hinteren Endraum 60D bei dem Schaufelkörper 51. Wie in dem Abschnitt „Technisches Problem“ beschrieben, ist in einem Abschnitt des Schaufelkörpers 51, der geringe Steifigkeit aufweist, wahrscheinlich, dass ein Ausbauchungsphänomen, bei dem die Schaufelfläche in eine bauchige Form kriechverformt wird, aufgrund einer Druckdifferenz zwischen der Innenseite und

der Außenseite des Schaufelkörpers 51 während des Betriebs der Gasturbine auftritt. In einem Fall, in dem das Ausbauchungsphänomen auftritt, wird die Schaufelfläche des Abschnitts, der geringe Steifigkeit aufweist, verformt, wie in **Fig. 4** durch eine Zweipunkt-Strich-Linie angegeben. In einem Fall, in dem das Ausbauchungsphänomen auftritt, wird nicht nur die aerodynamische Leistung der Statorschaufel 50 reduziert, sondern auch die Haltbarkeit der Statorschaufel 50 wird reduziert. Insbesondere wird in der Nähe einer Grenze zwischen einem Abschnitt des Schaufelkörpers 51, der geringe Steifigkeit aufweist, und einem Abschnitt des Schaufelkörpers 51, der hohe Steifigkeit aufweist, aufgrund von Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, hohe Spannung erzeugt. Das heißt, in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D wird aufgrund der Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, hohe Spannung erzeugt. Darüber hinaus nimmt um den benachbarten Raum 60C bei dem Schaufelkörper 51 der Betrag an Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, in der Nähe des Mittelabschnitts des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung D_h zu.

[0064] Daher sind bei der vorliegenden Ausführungsform unter den mehreren Unterteilungsrippen 71, die in dem hinteren Endraum 60D angeordnet sind, die mehreren Unterteilungsrippen 71, die in der Nähe des Mittelabschnitts des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung D_h angeordnet sind, zu dem Inneren des benachbarten Raums 60C erweitert, und die Steifigkeit wird in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und in der Nähe des Mittelabschnitts des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung D_h erhöht. Infolgedessen wird bei der vorliegenden Ausführungsform das Auftreten des Ausbauchungsphänomens unterdrückt, und die Verformung wird in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und in der Nähe des Mittelabschnitts des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung D_h unterdrückt.

[0065] Daher kann bei der vorliegenden Ausführungsform die Ausbauchungsstärke der Statorschaufel 50 verbessert werden, und eine Abnahme hinsichtlich aerodynamischer Leistung und Haltbarkeit der Statorschaufel 50 aufgrund des Auftretens eines Ausbauchungsphänomens kann unterdrückt werden.

[0066] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist, wie oben beschrieben, die Erweiterungsabmessung L , um die sich die erweiterte Unterteilungsrippe 71a von der Kante des hinteren Endraums 60D auf der Seite der Vorderkante 52 zu dem Inneren des

benachbarten Raums 60C erweitert, kleiner als das Doppelte der Grenzbreite W , die der Abstand zwischen der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp des hinteren Endraums 60D und der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn des hinteren Endraums 60D bei der Kante auf der Seite der Vorderkante 52 in dem hinteren Endraum 60D ist. Die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippe 71a kann jedoch größer als das Doppelte der Grenzbreite W sein. In diesem Fall ist, obwohl die Ausbauchungsstärke des Schaufelkörpers 51 im Vergleich zu einem Fall, in dem die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippe 71a so eingestellt ist, dass sie das Doppelte der Grenzbreite W beträgt, zunimmt, der Betrag an Zunahme der Ausbauchungsstärke kleiner als der Betrag an Erhöhung hinsichtlich der Erweiterungsabmessung L . Darüber hinaus nimmt, da die Statorschaufel 50 durch Gießen gebildet wird, in einem Fall, in dem die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippe 71a erhöht wird, die Schwierigkeit des Gießens dementsprechend zu. Daher ist bei der vorliegenden Ausführungsform die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippe 71a so eingestellt, dass sie kleiner als das Doppelte der Grenzbreite W ist.

[Erstes Modifikationsbeispiel von Statorschaufel]

[0067] Ein erstes Modifikationsbeispiel der Statorschaufel gemäß der Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben.

[0068] Bei der Statorschaufel 50 bei der oben beschriebenen Ausführungsform bilden, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben, unter den mehreren Unterteilungsrippen 71 die mehreren Unterteilungsrippen 71, die an einer Position von 30 % bis 70 % der Abmessung des hinteren Endraums 60D in der Schaufelhöhenrichtung D_h von der Innenwandfläche 65D auf zweiter Schaufelhöhenseite, die den hinteren Endraum 60D definiert, angeordnet sind, die erweiterte Unterteilungsrippe 71a.

[0069] Wie in **Fig. 6** dargestellt, bildet bei einer Statorschaufel 50a des vorliegenden Modifikationsbeispiels alle der mehreren Unterteilungsrippen 71 die erweiterte Unterteilungsrippe 71a. Aus diesem Grund kann bei dem vorliegenden Modifikationsbeispiel die gesamte Steifigkeit in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und in der Schaufelhöhenrichtung D_h des Schaufelkörpers 51 erhöht werden.

[Zweites Modifikationsbeispiel von Statorschaufel]

[0070] Ein zweites Modifikationsbeispiel der Statorschaufel gemäß der Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben.

[0071] Bei der Statorschaufel 50 bei der oben beschriebenen Ausführungsform ist, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben, ein Abschnitt der erweiterten Unterteilungsrippe 71a, der in dem benachbarten Raum 60C vorhanden ist, mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, verbunden.

[0072] Wie in **Fig. 7** dargestellt, ist bei einer Statorschaufel 50b des vorliegenden Modifikationsbeispiels ein Abschnitt der erweiterten Unterteilungsrippe 71b, der in dem benachbarten Raum 60C vorhanden ist, von der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert nur mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn verbunden und ist nicht mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp verbunden.

[0073] Von der Innenseite des benachbarten Raums 60C sind der von der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp, die den benachbarten Raum 60C definiert, aufgenommene statische Druck und der von der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn, die den benachbarten Raum 60C definiert, aufgenommene statische Druck der gleiche Wert. Andererseits ist, da die Strömungsgeschwindigkeit des Verbrennungsgases G, das entlang der Unterdruckfläche 54 außerhalb des Schaufelkörpers 51 strömt, höher als die Strömungsgeschwindigkeit des Verbrennungsgases G ist, das entlang der Überdruckfläche 55 außerhalb des Schaufelkörpers 51 strömt, der von der Außenseite des Schaufelkörpers 51 durch die Unterdruckfläche 54 aufgenommene statische Druck niedriger als der von der Außenseite des Schaufelkörpers 51 durch die Überdruckfläche 55 aufgenommene statische Druck. Daher nimmt die Druckdifferenz zwischen dem Druck in dem benachbarten Raum 60C und dem Druck in dem Bereich entlang der Unterdruckfläche 54 außerhalb des Schaufelkörpers 51 im Vergleich zu der Druckdifferenz zwischen dem Druck in dem benachbarten Raum 60C und dem Druck in dem Bereich entlang der Überdruckfläche 55 außerhalb des Schaufelkörpers 51 zu. Aus diesem Grund ist selbst in einem Fall, in dem ein Ausbauchungsphänomen um den benachbarten Raum 60C auftritt, der Betrag an Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, auf der Seite der Unterdruckfläche 54 größer als auf der Seite der Überdruckfläche 55.

[0074] Daher ist bei dem vorliegenden Modifikationsbeispiel ein Abschnitt der erweiterten Unterteilungsrippe 71b, der in dem benachbarten Raum 60C vorhanden ist, nur mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn der inneren Wandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, verbunden, und die Steifigkeit wird nur in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und

dem hinteren Endraum 60D und auf der Seite der Unterdruckfläche 54 erhöht.

[0075] Bei dem vorliegenden Modifikationsbeispiel können, da der von der erweiterten Unterteilungsrippe 71b in dem benachbarten Raum 60C eingenommene Raum kleiner als der bei der oben beschriebenen Ausführungsform ist, die Einführbarkeit des dritten Einsatzes 68C in den benachbarten Raum 60C und der Grad an Freiheit bei dem Layout des dritten Einsatzes 68C in dem benachbarten Raum 60C erhöht werden.

[0076] Das vorliegende Modifikationsbeispiel ist ein Modifikationsbeispiel der Statorschaufel 50 bei der oben beschriebenen Ausführungsform. Das vorliegende Modifikationsbeispiel kann jedoch auf die Statorschaufel 50a bei dem ersten Modifikationsbeispiel angewendet werden.

[Weitere Modifikationsbeispiele von Statorschaufel]

[0077] Alle Statorschaufeln 50, 50a und 50b bei der oben beschriebenen Ausführungsform und jedem der Modifikationsbeispiele enthalten vier Räume von dem ersten Raum 60A bis zu dem vierten Raum 60D. Die Statorschaufel kann jedoch eine größere Anzahl an Räumen aufweisen. Darüber hinaus ist bei allen Statorschaufeln 50, 50a und 50b bei der oben beschriebenen Ausführungsform und jedem der Modifikationsbeispiele der Einsatz in allen Räumen außer dem hinteren Endraum 60D, der der vierte Raum 60D ist, angeordnet. Es kann jedoch sein, dass der Einsatz nicht in allen Räumen außer dem hinteren Endraum 60D angeordnet ist.

[0078] Alle Statorschaufeln 50, 50a und 50b bei der oben beschriebenen Ausführungsform und jedem der Modifikationsbeispiele sind Statorschaufeln, die die Statorschaufelreihe 46 erster Stufe konfigurieren. Die Statorschaufel kann jedoch eine Statorschaufel sein, die die Statorschaufelreihe 46 auf der axialen Stromabwärtsseite Dad der Statorschaufelreihe 46 erster Stufe konfiguriert.

[0079] Darüber hinaus ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die Ausführungsform und jedes der Modifikationsbeispiele, die oben beschrieben sind, beschränkt.

[0080] Verschiedene Ergänzungen, Änderungen, Ersetzungen oder teilweise Weglassungen können innerhalb des Schutzzumfangs vorgenommen werden, der nicht von der konzeptionellen Idee und dem Kern der vorliegenden Offenbarung abweicht, die von den Inhalten, die in dem Schutzzumfang der angehängten Ansprüche und der Äquivalente davon definiert sind, abgeleitet sind.

[Zusätzliche Bemerkungen]

[0081] Beispielsweise wird die Statorschaufel bei der Ausführungsform und jedem der Modifikationsbeispiele, die oben beschrieben sind, wie folgt verstanden.

[0082] (1) Bei einer Statorschaufel gemäß einem ersten Aspekt umfasst die Statorschaufeln 50, 50a und 50b die in der Gasturbine 10 enthalten sind, den Schaufelkörper 51, von dem eine Form in einem Querschnitt eine Schaufelform bildet und der sich in der Schaufelhöhenrichtung Dh mit einer Richtungskomponente senkrecht zu dem Querschnitt erstreckt.

[0083] Der Schaufelkörper 51 enthält die Vorderkante 52 und die Hinterkante 53, die sich in der Schaufelhöhenrichtung Dh erstrecken, die Überdruckfläche 55 und die Unterdruckfläche 54, die sich in der Schaufelhöhenrichtung Dh erstrecken und die die Vorderkante 52 und die Hinterkante 53 verbinden, den hinteren Endraum 60D und den benachbarten Raum 60C, die zwischen der Vorderkante 52 und der Hinterkante 53 und zwischen der Überdruckfläche 55 und der Unterdruckfläche 54 positioniert sind, und die mehreren Kühlkanäle 67D an hinterem Ende, die von dem hinteren Endraum 60D zu der Hinterkante 53 durchdringen. Der benachbarte Raum 60C ist weiter auf einer Seite der Vorderkante 52 als der hintere Endraum 60D positioniert. Eine Kante des hinteren Endraums 60D auf der Seite der Vorderkante 52 ist offen und kommuniziert mit dem hinteren Endraum 60D. Sowohl der benachbarte Raum 60C als auch der hintere Endraum 60D sind jeweils durch die Innenwandflächen 62C und 62D definiert. Sowohl die Innenwandfläche 62C des benachbarten Raums 60C als auch die Innenwandfläche 62D des hinteren Endraums 60D enthalten jeweils die überdruckseitigen Innenwandflächen 63Cp und 63Dp, die sich entlang der Überdruckfläche 55 erstrecken, und die unterdruckseitigen Innenwandflächen 63Cn und 63Dn, die sich entlang der Unterdruckfläche 54 erstrecken und die von den überdruckseitigen Innenwandflächen 63Cp und 63Dp zu einer Seite der Unterdruckfläche 54 hin getrennt ist. Die überdruckseitige Innenwandfläche 63Cp des benachbarten Raums 60C und die überdruckseitige Innenwandfläche 63Dp des hinteren Endraums 60D sind miteinander verbunden. Die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Cn des benachbarten Raums 60C und die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Dn des hinteren Endraums 60D sind miteinander verbunden. Die mehreren Unterteilungsrippen 71, die in der Schaufelhöhenrichtung Dh ausgerichtet sind und den hinteren Endraum 60D in der Schaufelhöhenrichtung Dh unterteilen, und die mehreren Stifte 72 sind in dem hinteren Endraum 60D angeordnet. Alle der mehreren Stifte 72 sind mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp

des hinteren Endraums 60D und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn des hinteren Endraums 60D verbunden. Die mindestens eine Unterteilungsrippe 71 unter den mehreren Unterteilungsrippen 71 bildet die erweiterten Unterteilungsrippen 71a und 71b, die sich zu einem Inneren des benachbarten Raums 60C erstrecken und die mit der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, verbunden ist.

[0084] Bei dem vorliegenden Aspekt sind die überdruckseitige Innenwandfläche 63Dp und die unterdruckseitige Innenwandfläche 63Dp, die den hinteren Endraum 60D definieren, durch die mehreren Stifte 72 verbunden. Aus diesem Grund ist die Steifigkeit um den hinteren Endraum 60D bei dem Schaufelkörper 51 höher als die Steifigkeit um den benachbarten Raum 60D bei dem Schaufelkörper 51. Mit anderen Worten ist die Steifigkeit um den benachbarten Raum 60C bei dem Schaufelkörper 51 geringer als die Steifigkeit um den hinteren Endraum 60D bei dem Schaufelkörper 51. Bei dem Schaufelkörper 51 ist wahrscheinlich, dass ein Ausbauchungsphänomen in einem Abschnitt, der geringe Steifigkeit aufweist, auftritt. In einem Fall, in dem das Ausbauchungsphänomen auftritt, wird nicht nur die aerodynamische Leistung der Statorschaufel 50 reduziert, sondern auch die Haltbarkeit der Statorschaufel 50 wird reduziert. Insbesondere wird in der Nähe einer Grenze zwischen einem Abschnitt des Schaufelkörpers 51, der geringe Steifigkeit aufweist, und einem Abschnitt des Schaufelkörpers 51, der hohe Steifigkeit aufweist, aufgrund von Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, hohe Spannung erzeugt. Das heißt, in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D wird aufgrund der Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, hohe Spannung erzeugt.

[0085] Daher erstreckt sich bei dem vorliegenden Aspekt mindestens eine Unterteilungsrippe 71 unter den mehreren Unterteilungsrippen 71, die in dem hinteren Endraum 60D angeordnet sind, zu dem Inneren des benachbarten Raums 60C, und die Steifigkeit in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D wird erhöht. Infolgedessen wird bei dem vorliegenden Aspekt das Auftreten des Ausbauchungsphänomens unterdrückt, und die Verformung in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Ende 60D wird unterdrückt.

[0086] Daher kann bei dem vorliegenden Aspekt die Ausbauchungsstärke der Statorschaufeln 50, 50a und 50b verbessert werden, und eine Abnahme hinsichtlich aerodynamischer Leistung und Haltbarkeit der Statorschaufeln 50, 50a und 50b aufgrund des

Auftretens eines Ausbauchungsphänomens kann unterdrückt werden.

[0087] (2) Bei der Statorschaufel gemäß einem zweiten Aspekt ist bei der Statorschaufel 50 gemäß dem ersten Aspekt die erweiterte Unterteilungsrippe 71a an einer Position von 30 % bis 70 % einer Abmessung des hinteren Endraums 60D in der Schaufelhöhenrichtung Dh von einem Ende auf einer Seite des hinteren Endraums 60D in der Schaufelhöhenrichtung Dh angeordnet.

[0088] Um den benachbarten Raum 60C bei dem Schaufelkörper 51 nimmt der Betrag an Verformung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, in der Nähe des Mittelabschnitts des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung Dh zu. Daher wird bei dem vorliegenden Aspekt unter den mehreren Unterteilungsrippen 71 die Unterteilungsrippe 71, die an einer Position von 30 % bis 70 % einer Abmessung des hinteren Endraums 60D in der Schaufelhöhenrichtung Dh von einem Ende auf einer Seite des hinteren Endraums 60D in der Schaufelhöhenrichtung Dh angeordnet ist, mit anderen Worten die Unterteilungsrippe 71, die an dem Mittelabschnitt in der Schaufelhöhenrichtung Dh bei dem Schaufelkörper 51 angeordnet ist, als die erweiterte Unterteilungsrippe 71a bezeichnet. Infolgedessen kann bei dem vorliegenden Aspekt die Verformung in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und in dem Mittelabschnitt des Schaufelkörpers 51 in der Schaufelhöhenrichtung Dh unterdrückt werden.

[0089] (3) Bei der Statorschaufel gemäß einem dritten Aspekt sind bei der Statorschaufel 50a gemäß dem ersten Aspekt oder dem zweiten Aspekt alle der mehreren Unterteilungsrippen 71 die erweiterten Unterteilungsrippen 71a und 71b.

[0090] Bei dem vorliegenden Aspekt kann die gesamte Steifigkeit in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und in der Schaufelhöhenrichtung Dh des Schaufelkörpers 51 erhöht werden.

[0091] (4) Bei der Statorschaufel gemäß einem vierten Aspekt ist bei den Statorschaufeln 50, 50a und 50b gemäß einem des ersten bis dritten Aspekts die Erweiterungsabmessung L, um die sich die erweiterten Unterteilungsrippen 71a und 71b von einer Kante auf der Seite der Vorderkante 52 des hinteren Endraums 60D zu dem Inneren des benachbarten Raums 60C erweitert, kleiner als das Doppelte der Grenzbreite W ist, die ein Abstand zwischen der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp und der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn bei der Kante auf der Seite der Vorderkante 52 des hinteren Endraums 60D ist.

[0092] Die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippen 71a und 71 b kann größer als das Doppelte der Grenzbreite W sein. In diesem Fall ist, obwohl die Ausbauchungsstärke des Schaufelkörpers 51 im Vergleich zu einem Fall, in dem die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippen 71 a und 71b so eingestellt ist, dass sie das Doppelte der Grenzbreite W beträgt, zunimmt, der Betrag an Zunahme der Ausbauchungsstärke kleiner als der Betrag an Erhöhung hinsichtlich der Erweiterungsabmessung L. Darüber hinaus nimmt, da die Statorschaufeln 50, 50a und 50b durch Gießen gebildet werden, in einem Fall, in dem die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippen 71 a und 71b erhöht wird, die Schwierigkeit des Gießens dementsprechend zu. Daher werden bei dem vorliegenden Aspekt die Zunahme der Ausbauchungsstärke und die Schwierigkeit beim Gießen verglichen und berücksichtigt, und die Erweiterungsabmessung L der erweiterten Unterteilungsrippen 71a und 71b ist so eingestellt, dass sie kleiner als das Doppelte der Grenzbreite W ist.

[0093] (5) Bei der Statorschaufel gemäß einem fünften Aspekt ist bei der Statorschaufel 50b gemäß einem des ersten bis vierten Aspekts die erweiterte Unterteilungsrippe 71b mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Dn des benachbarten Raums 60C verbunden und ist nicht mit der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Dp des benachbarten Raums 60C verbunden.

[0094] Von der Innenseite des benachbarten Raums 60C sind der von der überdruckseitigen Innenwandfläche 63Cp, die den benachbarten Raum 60C definiert, aufgenommene statische Druck und der von der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn, die den benachbarten Raum 60C definiert, aufgenommene statische Druck der gleiche Wert. Andererseits ist, da die Strömungsgeschwindigkeit des Verbrennungsgases G, das entlang der Unterdruckfläche 54 außerhalb des Schaufelkörpers 51 strömt, höher als die Strömungsgeschwindigkeit des Verbrennungsgases G ist, das entlang der Überdruckfläche 55 außerhalb des Schaufelkörpers 51 strömt, der von der Außenseite des Schaufelkörpers 51 durch die Unterdruckfläche 54 aufgenommene statische Druck niedriger als der von der Außenseite des Schaufelkörpers 51 durch die Überdruckfläche 55 aufgenommene statische Druck. Daher nimmt die Druckdifferenz zwischen dem Druck in dem benachbarten Raum 60C und dem Druck in dem Bereich entlang der Unterdruckfläche 54 außerhalb des Schaufelkörpers 51 im Vergleich zu der Druckdifferenz zwischen dem Druck in dem benachbarten Raum 60C und dem Druck in dem Bereich entlang der Überdruckfläche 55 außerhalb des Schaufelkörpers 51 zu. Aus diesem Grund ist selbst in einem Fall, in dem ein Ausbauchungsphänomen um den benachbarten Raum 60C auftritt, der Betrag an Ver-

formung, die durch das Ausbauchungsphänomen verursacht wird, auf der Seite der Unterdruckfläche 54 größer als auf der Seite der Überdruckfläche 55.

[0095] Daher ist bei dem vorliegenden Aspekt ein Abschnitt der erweiterten Unterteilungsrippe 71b, der in dem benachbarten Raum 60C vorhanden ist, nur mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche 63Cn der inneren Wandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, verbunden, und die Steifigkeit wird nur in der Nähe der Grenze zwischen dem benachbarten Raum 60C und dem hinteren Endraum 60D und auf der Seite der Unterdruckfläche 54 erhöht.

[0096] (6) Bei der Statorschaufel gemäß einem sechsten Aspekt umfassen die Statorschaufeln 50, 50a und 50b gemäß einem des ersten bis fünften Aspekts ferner den Einsatz 68C einer rohrförmigen Form, der in dem benachbarten Raum 60C angeordnet ist.

[0097] Der Einsatz 68C ist mit den mehreren Pralllöchern 69 gebildet, die von einer Innenumfangsseite zu einer Außenumfangsseite durchdringen.

[0098] Bei dem vorliegenden Aspekt wird die Kühlluft Ac, die in den Einsatz 68C geströmt ist, aus dem Prallloch 69 ausgestoßen, kollidiert mit der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, und führt Prallkühlung an der Innenwandfläche 62C durch.

[0099] Aus diesem Grund kann bei dem vorliegenden Aspekt die Schaufelfläche entlang der Innenwandfläche 62C, die den benachbarten Raum 60C definiert, effizient gekühlt werden.

[0100] Beispielsweise ist die Gasturbine bei der oben beschriebenen Ausführungsform wie folgt zu verstehen.

[0101] (7) Eine Gasturbine gemäß einem siebten Aspekt umfasst die Statorschaufeln 50, 50a und 50b gemäß einem des ersten bis sechsten Aspekts, den Rotor 41, der sich um die Achse Ar dreht, und das Gehäuse 45, das eine Außenumfangsseite des Rotors 41 abdeckt.

[0102] Die Statorschaufeln 50, 50a und 50b sind an einer Innenumfangsfläche des Gehäuses 45 befestigt.

Industrielle Anwendbarkeit

[0103] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann die Ausbauchungsstärke einer Statorschaufel verbessert werden, und eine Abnahme hinsichtlich aerodynamischer Leistung

und Haltbarkeit der Statorschaufel kann unterdrückt werden.

Bezugszeichenliste

10	Gasturbine
11	Gasturbinenrotor
15	Gasturbinengehäuse
16	Zwischengehäuse
20	Kompressor
21	Kompressorrotor
22	Rotorwelle
23	Rotorscheufelreihe
25	Kompressorgehäuse
26	Statorschaufelreihe
30	Brennkammer
40	Turbine
41	Turbinenrotor
42	Rotorwelle
43	Rotorscheufelreihe
45	Turbinengehäuse
46	Statorschaufelreihe
49	Verbrennungsgaskanal
50, 50a, 50b	Statorschaufel
51	Schaufelkörper
52	Vorderkante
53	Hinterkante
54	Unterdruckfläche
55	Überdruckfläche
57	erste Trennwand
58	zweite Trennwand
60	Kühlraum
60A	erster Raum
62A	Innenfläche
67A	erster Schaufelflächen-Kühlkanal
68A	erster Einsatz
69	Prallloch
60B	zweiter Raum
62B	Innenfläche
67B	zweiter Schaufelflächen-Kühlkanal
68B	zweiter Einsatz

60C	dritter Raum (benachbarter Raum)	F	Brennstoff
		G	Verbrennungsgas
61C	Öffnung	Ar	Achse
62C	Innenfläche	CL	Wölbungslinie
63Cp	überdruckseitige Innenwandfläche	Da	Axialrichtung
63Dn	unterdruckseitige Innenwandfläche	Dau	axiale Stromaufwärtsseite
		Dad	axiale Stromabwärtsseite
65C	Innenwandfläche auf zweiter Schaufelhöhenseite	Dc	Umfangsrichtung
		Dr	Radialrichtung
66C	zweite Trennwandfläche	Dri	Radialinnenseite
67C	dritter Schaufelflächen-Kühlkanal	Dro	Radialaußenseite
68C	dritter Einsatz	Dh	Schaufelhöhenrichtung
60D	vierter Raum (hinterer Endraum)	Dh1	erste Schaufelhöhenseite
		Dh2	zweite Schaufelhöhenseite
61D	Öffnung	L	Erweiterungsabmessung
62D	Innenfläche	W	Grenzbreite
63Dp	überdruckseitige Innenwandfläche		
63Dn	unterdruckseitige Innenwandfläche		
64D	Innenwandfläche auf erster Schaufelhöhenseite		
65D	Innenwandfläche auf zweiter Schaufelhöhenseite		
67D	Kühlkanal an hinterem Ende		
71	Unterteilungsrippe		
71a, 71b	erweiterte Unterteilungsrippe		
72	Stift		
80i	innere Ummantelung		
80o	äußere Ummantelung		
81i, 81o	Ummantelungskörper		
82i, 82o	Gaswegfläche		
83i, 83o	Gegengaswegfläche		
84i, 84o	Umfangswand		
85i, 85o	Hohlraum		
86i	Halter		
88i	innere Prallplatte		
88o	äußere Prallplatte		
89	Prallloch		
A	Luft		
Ac	Kühlluft		

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2022-089017 [0002]
- JP 10-306705 [0007]
- JP 6353131 [0007]

Patentansprüche

1. Statorschaufel, die in einer Gasturbine enthalten ist, wobei die Statorschaufel umfasst: einen Schaufelkörper, von dem eine Form in einem Querschnitt eine Schaufelform bildet und der sich in einer Schaufelhöhenrichtung mit einer Richtungskomponente senkrecht zu dem Querschnitt erstreckt, wobei der Schaufelkörper eine Vorderkante und eine Hinterkante, die sich in der Schaufelhöhenrichtung erstrecken, eine Überdruckfläche und eine Unterdruckfläche, die sich in der Schaufelhöhenrichtung erstrecken und die die Vorderkante und die Hinterkante verbinden, einen hinteren Endraum und einen benachbarten Raum, die zwischen der Vorderkante und der Hinterkante und zwischen der Überdruckfläche und der Unterdruckfläche positioniert sind, und mehrere Kühlkanäle an hinterem Ende, die von dem hinteren Endraum zu der Hinterkante durchdringen, enthält, der benachbarte Raum weiter auf einer Seite der Vorderkante als der hintere Endraum positioniert ist, eine Kante des hinteren Endraums auf der Seite der Vorderkante offen ist und mit dem hinteren Endraum kommuniziert, sowohl der benachbarte Raum als auch der hintere Endraum sind jeweils durch eine Innenwandfläche definiert, sowohl die Innenwandfläche des benachbarten Raums als auch die Innenwandfläche des hinteren Endraums jeweils eine überdruckseitige Innenwandfläche, die sich entlang der Überdruckfläche erstreckt, und eine unterdruckseitige Innenwandfläche, die sich entlang der Unterdruckfläche erstreckt und die von der überdruckseitigen Innenwandfläche zu einer Seite der Unterdruckfläche hin getrennt ist, enthalten, die überdruckseitige Innenwandfläche des benachbarten Raums und die überdruckseitige Innenwandfläche des hinteren Endraums miteinander verbunden sind, die unterdruckseitige Innenwandfläche des benachbarten Raums und die unterdruckseitige Innenwandfläche des hinteren Endraums miteinander verbunden sind, mehrere Unterteilungsrippen, die in der Schaufelhöhenrichtung ausgerichtet sind und den hinteren Endraum in der Schaufelhöhenrichtung unterteilen, und mehrere Stifte in dem hinteren Endraum angeordnet sind, alle der mehreren Stifte mit der überdruckseitigen Innenwandfläche des hinteren Endraums und mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche des hinteren Endraums verbunden sind, und mindestens eine Unterteilungsrippe unter den mehreren Unterteilungsrippen eine erweiterte Unterteilungsrippe bildet, die sich zu einem Inneren des benachbarten Raums erstreckt und mit der Innen-

wandfläche, die den benachbarten Raum definiert, verbunden ist.

2. Statorschaufel nach Anspruch 1, wobei die erweiterte Unterteilungsrippe an einer Position von 30 % bis 70 % einer Abmessung des hinteren Endraums in der Schaufelhöhenrichtung von einem Ende auf einer Seite des hinteren Endraums in der Schaufelhöhenrichtung angeordnet ist.

3. Statorschaufel nach Anspruch 1 oder 2, wobei alle der mehreren Unterteilungsrippen die erweiterte Unterteilungsrippe sind.

4. Statorschaufel nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Erweiterungsabmessung, um die sich die erweiterte Unterteilungsrippe von einer Kante auf der Seite der Vorderkante des hinteren Endraums zu dem Inneren des benachbarten Raums erweitert, kleiner als das Doppelte einer Grenzbreite ist, die ein Abstand zwischen der überdruckseitigen Innenwandfläche und der unterdruckseitigen Innenwandfläche bei der Kante auf der Seite der Vorderkante des hinteren Endraums ist.

5. Statorschaufel nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erweiterte Unterteilungsrippe mit der unterdruckseitigen Innenwandfläche des benachbarten Raums verbunden ist und nicht mit der überdruckseitigen Innenwandfläche des benachbarten Raums verbunden ist.

6. Statorschaufel nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend: einen Einsatz einer rohrförmigen Form, der in dem benachbarten Raum angeordnet ist, wobei der Einsatz mit mehreren Pralllöchern versehen ist, die von einer Innenumfangsseite zu einer Außenumfangsseite durchdringen.

7. Gasturbine, umfassend: die Statorschaufel nach Anspruch 1 oder 2; einen Rotor, der sich um eine Achse dreht; und ein Gehäuse, das eine Außenumfangsseite des Rotors abdeckt, wobei die Statorschaufel an einer Innenumfangsfläche des Gehäuses befestigt ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

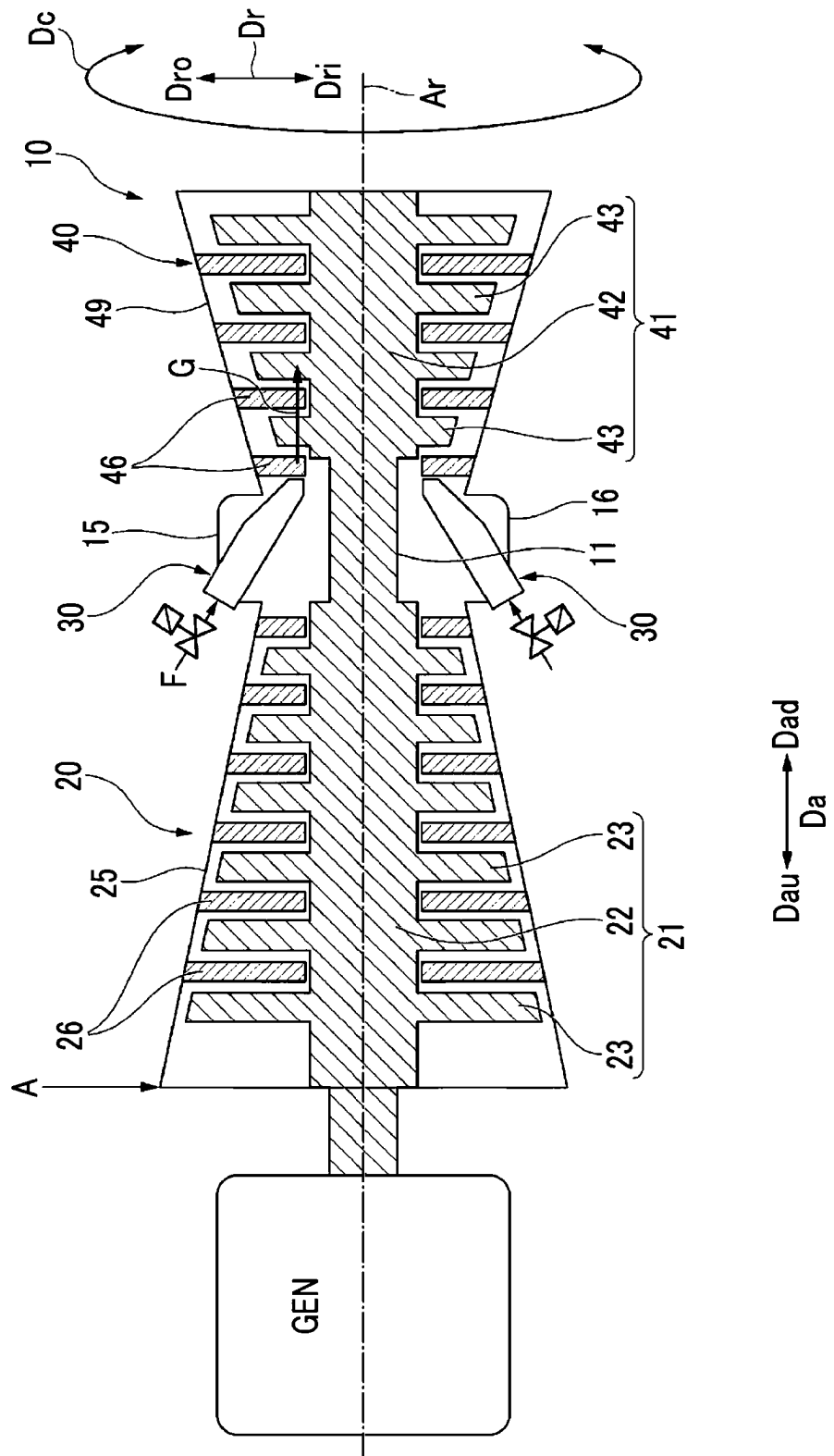


FIG. 2

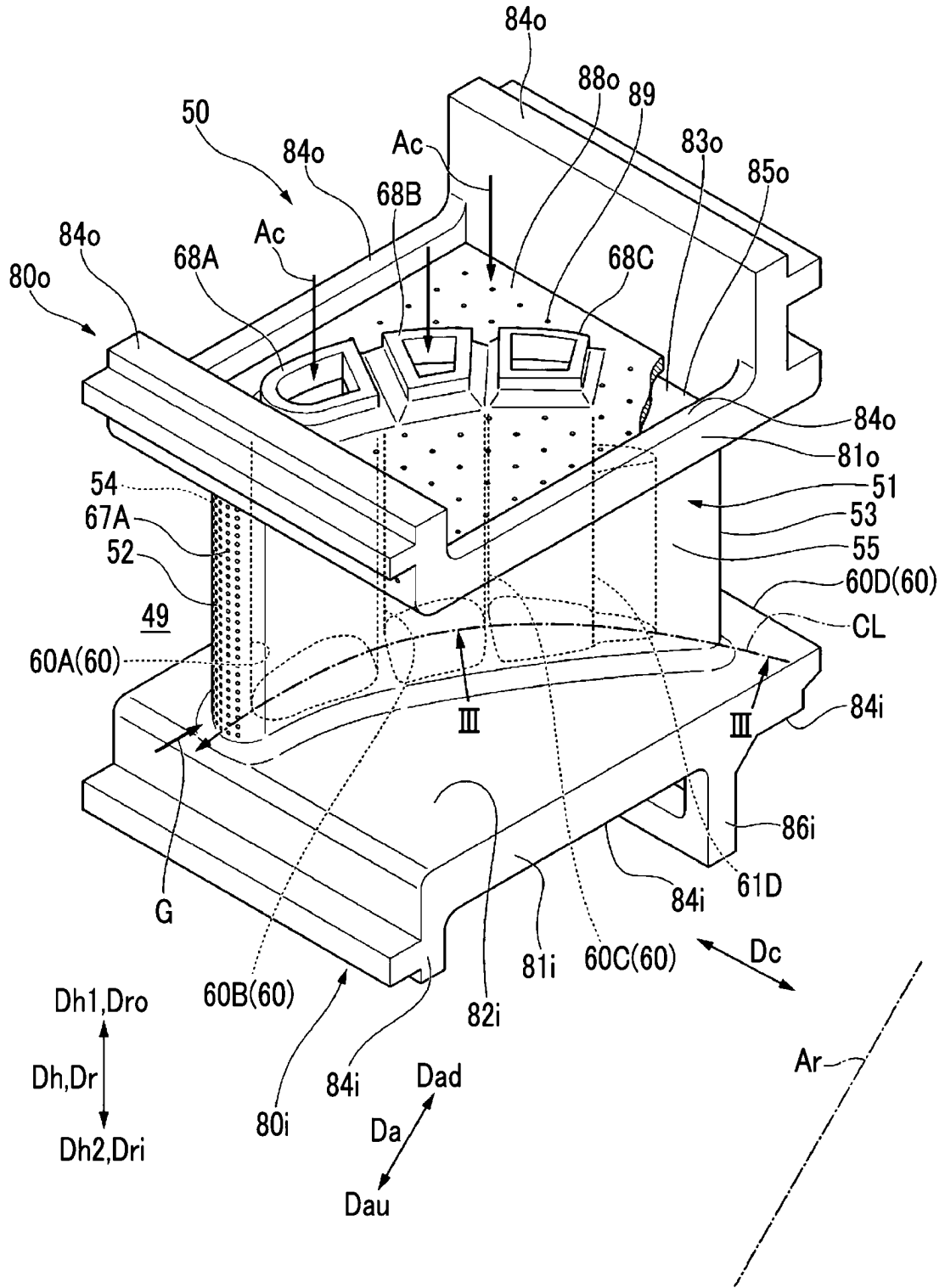


FIG. 4

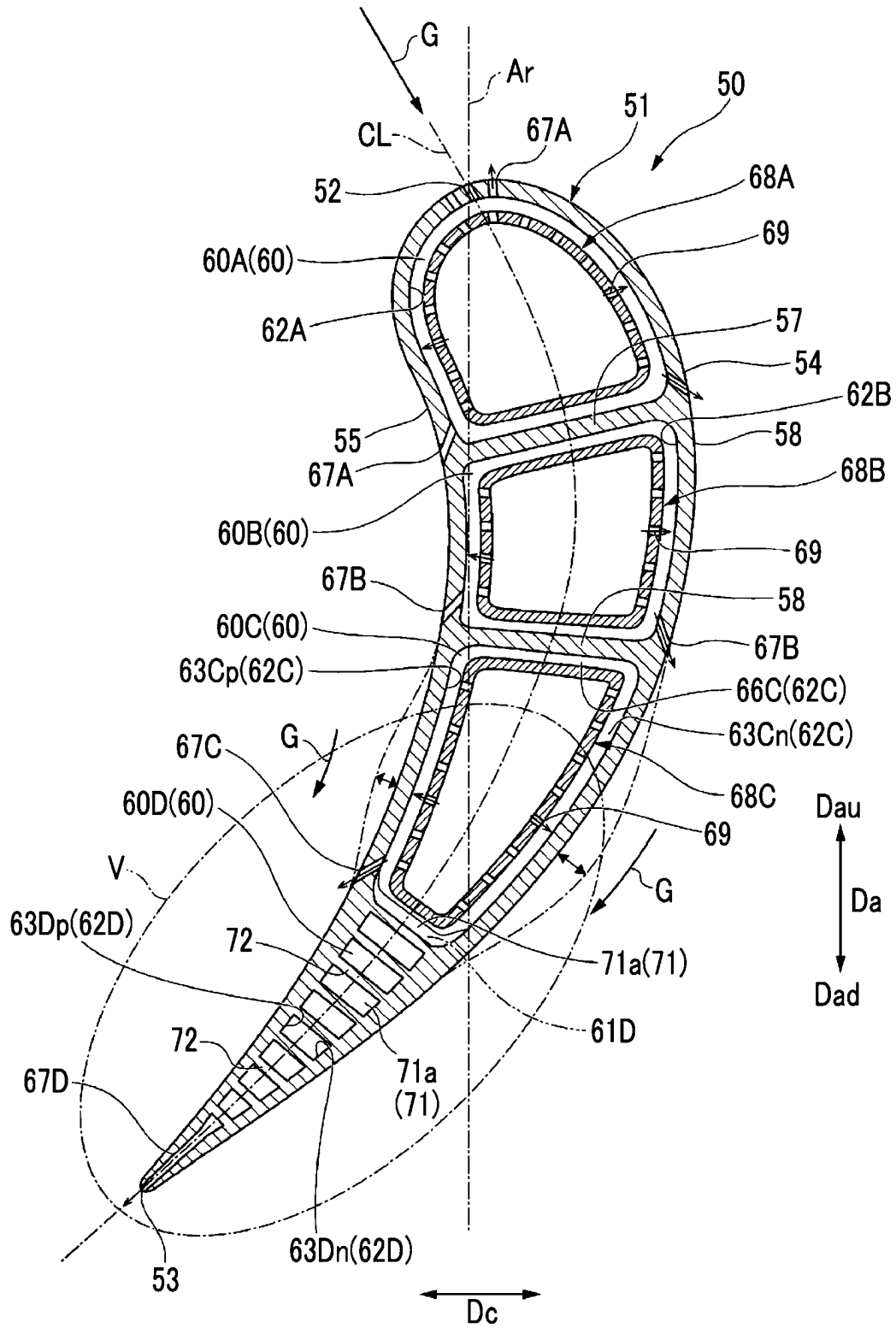


FIG. 5

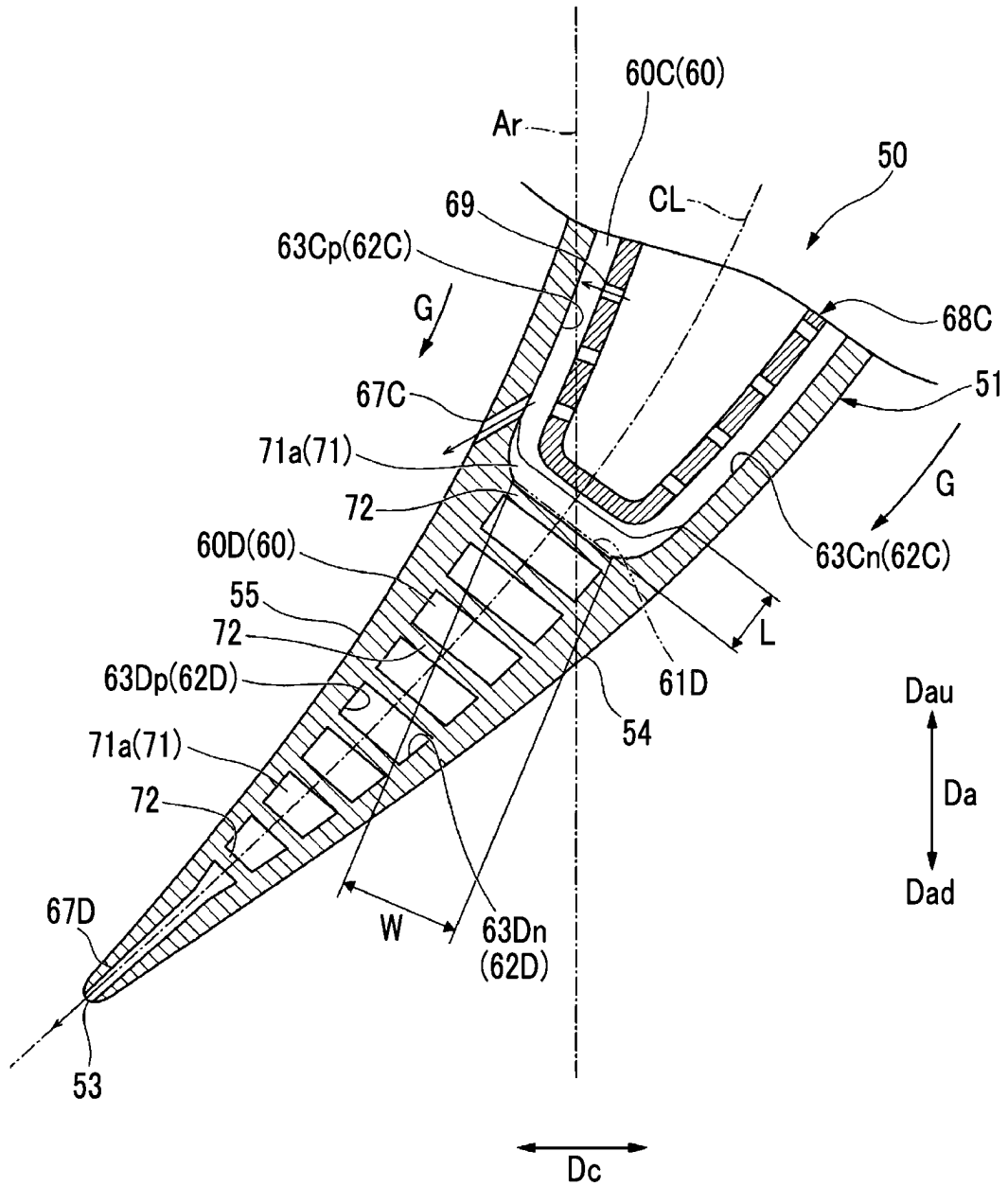


FIG. 6

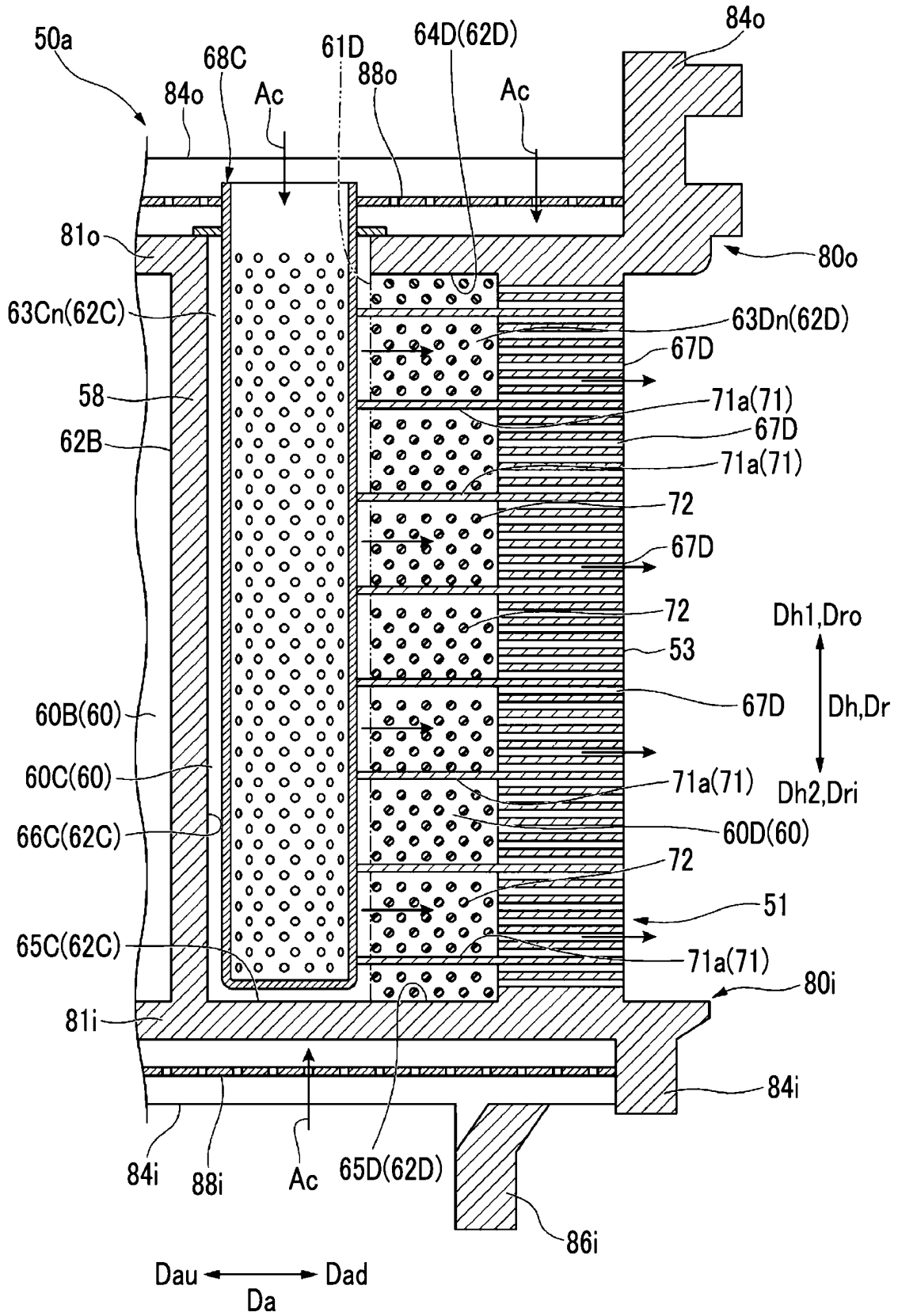


FIG. 7

