



(10) **DE 11 2015 004 414 B4** 2023.03.02

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 004 414.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/069520**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/047237**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.07.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.03.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **06.07.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.03.2023**

(51) Int Cl.: **F02C 7/28 (2006.01)**
F02C 7/18 (2006.01)
F01D 11/00 (2006.01)
F16J 15/06 (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:
2014-196771 26.09.2014 JP

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

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

(72) Erfinder:
**Kondo, Takahiro, Yokohama-shi, Kanagawa, JP;
Hashimoto, Shinya, Yokohama-shi, Kanagawa,
JP; Taniguchi, Kenta, Yokohama-shi, Kanagawa,
JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **DICHTUNGSSTRUKTUR**

(57) Hauptanspruch: Eine Dichtungsstruktur (100) umfassend:

ein erstes Element (21), derart angeordnet, dass es einem Verbrennungsgasströmungskanal (Pg), der um eine Rotorachse (Ar) ausgebildet ist, zugewandt ist,

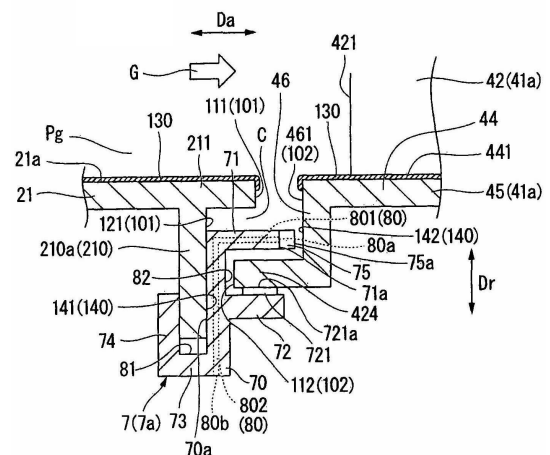
ein zweites Element (41a), welches benachbart zum ersten Element (21) angeordnet ist, um zum Verbrennungsgasströmungskanal (Pg) zu weisen,

ein drittes Element (7), welches auf einer Außenseite des Verbrennungsgasströmungskanals (Pg) zwischen einer ersten Endfläche (101) des ersten Elements (21) und einer zweiten Endfläche (102) des zweiten Elements (41a) zugewandt der ersten Endfläche (101) und im Eingriff mit dem ersten Element (21) und dem zweiten Element (41a) angeordnet ist,

eine wärmebeständige Beschichtung (130), ausgebildet auf wenigstens einer der ersten Endfläche (101) und der zweiten Endfläche (102) an der Seite auf der Fläche näher am Verbrennungsgasströmungskanal (Pg), und

jeweils ein Kontaktteil (140, 141, 142), welches in der ersten Endfläche (101) und der zweiten Endfläche (102) angeordnet ist, weiter außerhalb des Verbrennungsgasströmungskanals (Pg) als die wärmebeständige Beschichtung (130), und welches konfiguriert ist, um, wenn das erste Element (21) und das zweite Element (41a) sich relativ zueinander bewegen, die relative Bewegung durch direktes in Kontakt gelangen mit dem ersten Element (21) und dem zweiten Element (41a) oder indirektes in Kontakt gelangen mit

dem ersten Element (21) und dem zweiten Element (41a) über das dritte Element (7), in einem Zustand, wo eine Lücke oder ein Zwischenraum zwischen der wärmebeständigen Beschichtung (130) und wenigstens einer der ersten Endfläche (101) und der zweiten Endfläche (102), die der wärmebeständigen Beschichtung (130) zugewandt sind, gelassen ist, zu begrenzen, wobei ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	600 13 936	T2
US	2008 / 0 236 170	A1
JP	2012- 132 461	A
JP	2004- 100 682	A
JP	2014- 148 964	A
JP	2009- 167 905	A
JP	2013- 221 455	A

Christof Lechner, Jörg Seume: Stationäre
Gasturbinen. 2. Auflage. Berlin : Springer, 2010.
S. 609, 610. - ISBN 978-3-540-92787-7

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Dichtungsstruktur.

[0002] In einer Gasturbine wird Luft, welche in einem Verdichter unter Druck gesetzt wird in einem Brenner mit Brennstoff vermischt um ein Verbrennungsgas zu erzeugen, welches ein Hochtemperaturfluid ist und dieses Verbrennungsgas wird in einem Verbrennungsgasströmungskanal einer Turbine aufgegeben, in dem abwechselnd Leitschaufeln und abwechselnd angeordnet sind. Die Gasturbine versetzt dadurch, dass das Verbrennungsgas durch den Verbrennungsgasströmungskanal strömt, die Laufschaufeln und einen Rotor in Rotation. Deswegen gibt die Gasturbine die Energie des Verbrennungsgases als Rotationsenergie ab und gewährt eine Drehantriebskraft auf den Verdichter und einen Generator.

[0003] Eine Lücke bzw. ein Zwischenraum ist zwischen einem Übergangsteil und einer Kopfplatte einer Leitschaufel der ersten Stufe der Turbine vorgesehen, um einen Kontakt zwischen diesen aufgrund von thermischer Ausdehnung zu verhindern. In dieser Lücke ist ein Dichtteil vorgesehen, um zu verhindern, dass Gehäuseluft in den Verbrennungsgasströmungskanal ausläuft (z.B. JP JP 2009- 167 905 A).

[0004] Die Oberflächen von Komponenten der Gasturbine, die dem Verbrennungsgas ausgesetzt sind, haben eine thermische Sperrschichtbeschichtung („thermal barrier coating“ - TBC), welche hierauf als eine wärmebeständige Beschichtung zum Zwecke der Erhöhung der Wärmebeständigkeit angeordnet ist. Diese thermische Sperrschichtbeschichtung ist auf denjenigen Regionen, welche dadurch, dass sie dem Verbrennungsgas ausgesetzt sind, hohe Temperaturen erreichen, angeordnet. Die thermische Sperrschichtbeschichtung ist nicht nur auf eine Gaspfadoberfläche, welche dem Verbrennungsgasströmungskanal zugewandt ist angeordnet, sondern auch auf einer Seitenwandoberfläche, welche sich mit der Gaspfadoberfläche schneidet, auf der Seite der Oberfläche, welche näher an dem Verbrennungsgasströmungskanal ist.

[0005] Aus der JP 2012- 132 461 A ist eine Gasturbine mit einer Brennkammer bekannt, die ein Verbrennungsgas aus einem Endrohr eines Übergangsstücks der Brennkammer zu einem Turbinenabschnitt ausstößt. Ein Flansch ist mit dem Endrohr der Brennkammer auf der Seite verbunden, die dem Gasströmungsweg des Verbrennungsgases gegenüberliegt. In ähnlicher Weise ist eine Statorschaufelabdeckung einer Statorschaufel einer ersten Stufe des Turbinenabschnitts auf der Seite, die dem Gasströmungsweg gegenüberliegt, mit einem

Flansch versehen. Eine Endrohrdichtung ist zwischen den Flanschen angeordnet und verbindet das Endrohr und die Statorschaufelabdeckung. Um ein Durchbrennen eines Spaltteils zwischen dem Endrohr und der Statorschaufelabdeckung zu vermeiden, sind in einem Ende auf der stromabwärts gelegenen Seite des Endrohrs zahlreiche Öffnungen zum Ausstoßen von Kühlluft zu einem Ende auf der stromaufwärtigen Seite der Statorschaufelabdeckung vorgesehen.

[0006] Aus der JP 2004- 100 682 A ist ein ringförmiger Teilring bekannt, der an einer Außenumfangsseite einer Rotorschaufel in einer Gasturbine angeordnet ist. Dem Verbrennungsgas ausgesetzte Bereiche des Teilrings sind mit einer Wärmesperrbeschichtung geschützt.

[0007] Aus der JP 2014- 148 964 A ist ein Dichtungselement zur Anordnung zwischen einem Endrohr einer Brennkammer einer Gasturbine und einer Statorschaufelabdeckung von ersten Statorschaufeln an einem Turbineneinlass bekannt, bei der Kühlkanäle in dem Dichtungselement vorgesehen sind, die sich in einer Axialrichtung erstrecken und in die Kühlluft stromauf über eine radiale Bohrung von außen zugeführt wird, während die Kühlluft am stromabwärtigen Ende des Dichtungselements in den Gasströmungsweg des Verbrennungsgases ausgetragen wird.

[0008] Aus der DE 600 13 936 T2 ist eine weitere Dichtungsanordnung zwischen einem Endrohr einer Brennkammer einer Gasturbine und einem Turbineneinlass bekannt, die Kühllöcher zum Ausstoßen von Kühlluft in Verbindungsflanschen der Endrohrdichtung vorsieht.

[0009] Die JP 2013- 221 455 A zeigt eine Dichtungsstruktur für einen Übergang zwischen einer Brennkammer und einem Deckring einer ersten Leitschaufel einer Turbinensektion einer Gasturbine. Die Dichtungsstruktur umfasst ein Dichtungselement zur Abdichtung zwischen einem Auslassflansch der Brennkammer und dem inneren Deckring der Leitschaufel, das eine Eingriffsnut, die in einer stromabwärts gelegenen Endfläche des Dichtungselements, die einer Deckringfläche zugewandt ist, ausgebildet ist und die von dem Verbrennungsgasströmungspfad zurückgesetzt ist und die sich in einer Umfangsrichtung, die eine Erstreckungsrichtung der stromabwärts gelegenen Endfläche ist, erstreckt. Ein Kühlkanal ist im Inneren des Dichtungselements in einer Umfangsrichtung innerhalb eines Bereichs zwischen der Eingriffsnut und dem Verbrennungsgasströmungsweg ausgebildet und wird über einen Einführungskanal, der die Eingriffsnut 86 mit dem Kühlkanal verbindet, mit Kühlluft versorgt. Ein Auslasskanal, der den Kühlkanal mit dem Verbrennungsgasströmungsweg verbindet, erstreckt sich

von dem Kühlkanal schräg nach außen zu einer stromaufwärtigen Kante der gegenüberliegenden Deckringfläche des inneren Deckrings der Leitschaufel am Verbrennungsgasströmungspfad. Die dem Verbrennungsgasströmungsweg zugewandten Oberflächen des Auslassflansches der Brennkammer, des inneren Deckrings der Leitschaufel und des Dichtungselements sind bündig miteinander angeordnet.

[0010] Christof Lechner, Jörg Seume: Stationäre Gasturbinen, 2. Auflage, Berlin, Springer, 2010, Seiten 609-610, ISBN 978-3-540-92787-7 beschreibt ganz allgemein die Praxis, auf Schaufeln einer Gasturbine zusätzliche dünne Schichten aus Keramik aufzubringen.

[0011] Die US 2008 / 0 236 170 A1 beschreibt ein Dichtungselement für den Übergang zur Turbinensektion in einer Gasturbine, das in einer stromab weisenden Fläche des Dichtungselements Öffnungen von Kühlluftkanälen hat, die in radial einwärts geschlossenen und radial auswärts offenen Vertiefungen oder Taschen angeordnet sind. Dadurch wird sichergestellt, dass auch bei einem Kontakt der Endseite des Dichtungselements mit einer angrenzenden Kontaktfläche eine Ausströmung der Kühlluft durch die Taschen weiterhin gewährleistet ist.

[0012] In solch einer Gasturbine sind die Temperaturen von Teilen, welche die Gasturbine bilden, wie zum Beispiel Übergangsteile, Laufschaufeln, Leitschaufeln und Gehäuse, höher, wenn die Gasturbine in einem ständigen Betriebszustand ist, als wenn die Gasturbine in einem angehaltenen Zustand ist. Während des Anstiegsverlaufs der Gasturbinentemperatur beim Starten verursachen Temperaturunterschiede zwischen den Elementen, welche die Gasturbine bilden, Unterschiede in der thermischen Ausdehnung. Dementsprechend können Lücken zwischen den Elementen in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Gasturbine vom angehaltenen Zustand zum konstanten Betriebszustand der Gasturbine variieren. Deswegen können, wenn eine Lücke bzw. ein Zwischenraum zwischen benachbarten Elementen aufgrund des Unterschieds in der thermischen Ausdehnung reduziert wird, seitliche Wandoberflächen, die sich gegenüberliegen, gegenseitig in Kontakt kommen, was eine Zerstörung der wärmebeständigen Beschichtung wegen des Auftretens eines Phänomens, wie zum Beispiel ein Ablösen der thermischen Sperrschichtbeschichtung verursachen kann.

[0013] Die vorliegende Erfindung stellt eine Dichtungsstruktur zur Verfügung, welche eine Zerstörung der wärmebeständigen Beschichtungen von benachbarten Elementen verhindern kann, sogar wenn diese Elemente miteinander in Kontakt gelangen.

[0014] Eine Dichtungsstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Merkmale des Patentanspruchs 1, insbesondere ein erstes Element, derart angeordnet, dass es einem Verbrennungsgasströmungskanal, der um eine Rotorachse ausgebildet ist, zugewandt ist, ein zweites Element, welches benachbart zum ersten Element angeordnet ist, um zum Verbrennungsgasströmungskanal zu weisen, ein drittes Element, welches auf einer Außenseite des Verbrennungsgasströmungskanals zwischen einer ersten Endfläche des ersten Elements und einer zweiten Endfläche des zweiten Elements zugewandt zur ersten Endfläche und zusammenwirkend bzw. in Eingriff mit dem ersten Element und dem zweiten Element angeordnet ist, eine wärmebeständige Beschichtung, ausgebildet auf wenigstens einer der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche an der Seite der Fläche näher am Verbrennungsgasströmungskanal, und jeweils ein Kontaktteil, welches in der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche angeordnet ist, weiter auf der äußeren Seite des Verbrennungsgasströmungskanals als die wärmebeständige Beschichtung, und welches konfiguriert ist, um, wenn das erste Element und das zweite Element sich relativ zueinander bewegen, die relative Bewegung durch direktes in Kontakt gelangen mit dem ersten Element und dem zweiten Element oder indirektes in Kontakt gelangen mit dem ersten Element und dem zweiten Element über das dritte Element, in einem Zustand, wo eine Lücke oder ein Zwischenraum zwischen der wärmebeständigen Beschichtung und wenigstens einer der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche, die der wärmebeständigen Beschichtung zugewandt sind, gelassen ist, zu begrenzen.

[0015] Gemäß dieser Zusammenstellung kommt das Kontaktteil mit der ersten Endseite und der zweiten Endseite in Kontakt, bevor die erste Endfläche und die zweite Endfläche in Kontakt kommen, oder kommt mit wenigstens einer Seite, auf der die wärmebeständige Beschichtung nicht ausgebildet ist über ein drittes Element in Kontakt. Es ist deswegen möglich, die relative Bewegung des ersten Elements und des zweiten Elements zu begrenzen, sodass sich die erste Endfläche und die zweite Endfläche nicht über eine Position hinaus, an der das Kontaktteil direkt mit der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche oder indirekt mit der ersten Endfläche und der zweiten Endfläche durch das dritte Element in Kontakt kommt, annähert.

[0016] Deswegen kann ein Kontakt zwischen der ersten Endfläche des ersten Elements, auf dem eine wärmebeständige Beschichtung ausgebildet ist, und der zweiten Endfläche des zweiten Elements, benachbart zum ersten Element, auf der eine wärmebeständige Beschichtung ausgebildet ist, verhindert werden.

[0017] Gemäß der Dichtungsstruktur der vorliegenden Erfindung ist das erste Element ein Übergangsteil einer Brennkammer, das zweite Element ist eine erste Leitschaufel, welche auf der Stromabwärtsseite in einer Rotorachsenrichtung relativ zu der Brennkammer angeordnet ist, und das dritte Element ist ein Dichtelement, welches auf der Außenseite des Verbrennungsgasströmungskanals angeordnet ist.

[0018] Gemäß dieser Konfiguration ist das erste Element ein Übergangsteil einer Brennkammer, das zweite Element eine Leitschaufel, benachbart zur Stromabwärtsseite der Brennkammer, in der Rotorachsenrichtung gesehen, und das dritte Teil ist ein Dichtteil, welches zwischen der Brennkammer und der Leitschaufel angeordnet ist. Deswegen kann die Dichtungsstruktur, welche die wärmebeständige Beschichtung in der Nähe des Auslasses der Brennkammer schützen kann, einfach zum Einsatz kommen.

[0019] Bei der Dichtungsstruktur der vorliegenden Erfindung umfasst das Dichtelement Kühlkanäle, ausgebildet in einer bestimmten Region, die sich in einer Umfangsrichtung basierend auf der Rotorachse an Positionen erstreckt, einschließlich einer Position auf der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung relativ zu einer Vorderkante der ersten Leitschaufel, die der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung zugewandt ist, einen ersten Vorsprung, der von einem Ende eines Hauptkörperteils des Dichtelements in der Rotorachsenrichtung (Da) zu der Stromabwärtsseite vorspringt, und der erste Vorsprung hat eine dritte Endfläche, welche der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung und einer seitlichen Endfläche der ersten Leitschaufel zugewandt ist und eine Vielzahl von Öffnungen hat, die in einer Umfangsrichtung so vorgesehen sind, dass von den Öffnungen Kühlluft, die durch die Kühlkanäle strömt, abgegeben werden kann.

[0020] Gemäß dieser Konfiguration ist es möglich, das Dichtelement in der Nähe der Vorderkante, welche dazu neigt eine hohe Temperatur zu erreichen, weil das Verbrennungsgas, welches in den Verbrennungsgasströmungskanal strömt, auf der Vorderkante auftritt und hierdurch gefangen wird, effektiv zu kühlen. Insbesondere erreicht ein Teil des Dichtelements auf der Stromaufwärtsseite von der Vorderkante in der Rotorachsenrichtung gesehen eine höhere Temperatur als der andere Teil in der Umfangsrichtung, weil das Verbrennungsgas auf der Vorderkante auftritt. Es ist deshalb möglich, effizient Kühlluft zu dem Teil, der eine höhere Temperatur erreicht, zu leiten und das Dichtelement durch das Vorsehen von Kühlkanälen, wobei die Öffnungen im Dichtelement, auf der Stromaufwärtsseite der Vorderkante in der Rotorachsenrichtung gesehen, angeordnet sind, zu kühlen. Im Ergebnis kann die Strömungsrate an Kühlluft, welche durch die Kühlkanäle

geführt wird, um das Dichtelement zu kühlen, reduziert werden.

[0021] Bei der Dichtungsstruktur der vorliegenden Erfindung umfasst der erste Vorsprung des Dichtelements einen Zwischenraum-bildenden Abschnitt, welcher von der dritten Endfläche zur Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung hin vorspringt und welcher eine vierte Endfläche besitzt, welche der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung zugewandt ist.

[0022] Gemäß dieser Konfiguration steht der den Zwischenraum oder die Lücke bildende Abschnitt in Rotorachsenrichtung gesehen weiter zur Stromabwärtsseite vor als die dritte Endfläche. Deswegen sind die Öffnungen, aus denen die Kühlluft entlassen wird nicht blockiert, sodass das Dichtelement stabil gekühlt wird.

[0023] Bei der Dichtungsstruktur der vorliegenden Erfindung ist die vierte Endfläche derart angeordnet, dass sie dem Kontaktteil der zweiten Endfläche der Leitschaufel, die der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung zugewandt ist, zugewandt ist so dass, wenn die dritte Endfläche (71a) und die seitliche Endfläche (461) der ersten Leitschaufel (41a) sich annähern und die vierte Endfläche (75a) und die seitliche Endfläche (461) miteinander in Kontakt gelangen, die dritte Endfläche (71a) und die seitliche Endfläche (461) nicht miteinander in Kontakt kommen und ein Zwischenraum auf der Stromabwärtsseite der dritten Endfläche (71a) in der Rotorachsenrichtung (Da) gelassen ist.

[0024] Gemäß dieser Konfiguration gelangt, sogar wenn die Lücke zwischen der dritten Endfläche, in der die Öffnungen angeordnet sind und der seitlichen Endfläche der Leitschaufel, die der dritten Endfläche von der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung gesehen, zugewandt ist, verringert wird, das Kontaktteil der seitlichen Endfläche mit der vierten Endfläche in Kontakt, bevor die Öffnungen blockiert sind. Deshalb kann ein Raum vor den Öffnungen stabil sichergestellt werden, sodass die notwendige Kühlluft kontinuierlich aus den Öffnungen strömen kann, sogar wenn die Lücke zwischen der Endfläche und der seitlichen Endfläche verringert wird.

[0025] Gemäß der Dichtungsstruktur der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen Kontakt zwischen den Oberflächen von benachbarten Elementen, die sich bei einem Kontaktteil gegenüberliegen zu verhindern und deswegen kann eine Zerstörung/Beschädigung der wärmebeständigen Beschichtungen verhindert werden.

Fig. 1: Fig. 1 ist eine geschnittene Seitenansicht auf Hauptbestandteile einer Gasturbine in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2: Fig. 2 ist eine Schnittdarstellung von Hauptbestandteilen der Gasturbine in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3: Fig. 3 ist eine vergrößerte Ansicht auf Hauptbestandteile, die eine Dichtungsstruktur in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 4: Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht auf Hauptbestandteile, welche ein Dichtelement aus einer Blickrichtung von der Stromabwärtsseite in einer axialen Richtung gesehen in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 5: Fig. 5 ist eine schematische Ansicht, welche die Positionen von Öffnungen des Dichtelements in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 6: Fig. 6 ist eine Schnittansicht, welche den Schnitt entlang der Linie IV.-IV. in Fig. 4 zeigt.

[0026] Eine Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis Fig. 6 beschrieben werden.

[0027] Wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt, umfasst eine Gasturbine 1 einen Verdichter 10, welcher verdichtete Luft A durch Verdichten von Umgebungsluft erzeugt, eine Vielzahl von Brennkammern 20, welche Verbrennungsgas G durch Zumischen von Brennstoff zur verdichteten Luft A und Verbrennen der Mischung erzeugen, und eine Turbine 30, die durch das Verbrennungsgas G angetrieben wird.

[0028] Die Turbine 30 umfasst ein Gehäuse 31 und einen Turbinenrotor 33, welcher um eine Rotorachse Ar innerhalb des Gehäuses 31 rotiert. Beispielsweise ist der Turbinenrotor 33 mit einem Generator (nicht gezeigt) verbunden, welcher aufgrund der Rotation des Turbinenrotors 33 Elektrizität erzeugt.

[0029] Relativ zur Turbine 30 ist der Verdichter 10 auf einer Seite der Rotorachse Ar angeordnet. Das Gehäuse der Turbine 30 hat eine zylindrische Raumform um die Rotorachse Ar. Ein Teil der verdichteten Luft A wird als Kühlluft aus dem Verdichter 10 zur Turbine 30 und zu den Brennkammern 20 geleitet.

[0030] Die Vielzahl von Brennkammern 20 sind im Gehäuse 31 mit Zwischenräumen in einer Umfangsrichtung Dc relativ zur Rotorachse Ar montiert.

[0031] Hier wird die Richtung, in der sich die Rotorachse Ar erstreckt als eine Rotorachsenrichtung Da bezeichnet werden. In der Rotorachsenrichtung Da wird die Seite, auf welcher die Turbine 30 relativ zu den Brennkammern 20 angeordnet ist, als Stromabwärtsseite und die gegenüberliegende Seite als Stromaufwärtsseite bezeichnet werden.

[0032] Eine Umfangsrichtung Dc basierend auf der Rotorachse Ar wird einfach als die Umfangsrichtung Dc bezeichnet werden und eine Radialrichtung Dr basierend auf der Rotorachse Ar, wird einfach als die Radialrichtung Dr bezeichnet werden.

[0033] In der Radialrichtung Dr wird die Seite weg von einer Achsline Ac als die äußere Seite in der Radialrichtung Dr und die gegenüberliegende Seite als die innere Seite in der Radialrichtung Dr bezeichnet werden.

[0034] Wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt hat der Turbinenrotor 33 einen Rotorhauptkörper 34, der sich in der Rotorachsenrichtung Da um die Rotorachse Ar erstreckt und eine Vielzahl von Laufschaufelreihen 35, welche entlang der Rotorachsenrichtung Da aufgestellt sind und auf dem Rotorhauptkörper 34 montiert sind. Die Laufschaufelreihen 35 haben jeweils eine Vielzahl von Laufschaufeln 36, welche in der Umfangsrichtung Dc relativ zur Rotorachse Ar aufgestellt sind, und um die Rotorachse Ar montiert sind. Die Laufschaufel 36 hat einen Laufschaufelhauptkörper 37, der sich in der Radialrichtung Dr erstreckt, eine Plattform 38, welche auf der inneren Seite des Laufschaufelhauptkörpers 37 in der Radialrichtung Dr vorgesehen ist, und einen Laufschaufelfuß 39, der auf der inneren Seite der Plattform 38 in der Radialrichtung Dr vorgesehen ist. Die Laufschaufel 36 ist auf dem Rotorhauptkörper 34 befestigt, weil der Laufschaufelfuß 39 in den Rotorhauptkörper 34 eingesetzt ist.

[0035] Leitschaufelreihen 40 sind entsprechend auf der Stromaufwärtsseite der Vielzahl von Laufschaufelreihen 35 angeordnet. Die Leitschaufelreihen 40 sind jeweils aus einer Vielzahl von Leitschaufeln 41, die in der Umfangsrichtung Dc aufgestellt sind, zusammengesetzt. Jede Leitschaufel 41 hat einen Leitschaufelhauptkörper 42, der sich zur äußeren Seite in der Radialrichtung Dr erstreckt, einen äußeren Schutzkragen, der auf der Außenseite des Leitschaufelhauptkörpers 42 in der Radialrichtung Dr vorgesehen ist und einen inneren Schutzkragen 45 auf der inneren Seite des Leitschaufelhauptkörpers 42 in der Radialrichtung Dr.

[0036] Ein Laufschaufelring 50, der eine zylindrische Raumform um die Rotorachse Ar hat, ist auf der Außenseite der Laufschaufelreihe 35 und der Leitschaufelreihe 40 in der radialen Richtung Dr, auf der inneren Seite des Gehäuses 31 in der Radialrichtung Dr, vorgesehen. Der Laufschaufelring 50 ist am Gehäuse 31 befestigt. Der äußere Schutzkragen 43 der Leitschaufel 41 und der Laufschaufelring 50 sind mittels eines Hitzeschildrings 52 verbunden.

[0037] Eine Vielzahl von Ringsegmenten 60, die in der Umfangsrichtung Dc um die Rotorachse Ar aufgestellt sind, sind zwischen den äußeren Schutzkrä-

gen 43 der Leitschaufelreihen 40 benachbart zueinander in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet. Die Vielzahl der Ringsegmente 60, die in der Umfangsrichtung Dc aufgestellt sind, bilden eine ringförmige Form. Die Laufschaufelreihe 35 ist auf der Innenseite der Ringsegmente 60 in der Radialrichtung Dr angeordnet. Die gesamte Vielzahl von Ringsegmenten 60, die in der Umfangsrichtung Dc aufgestellt sind, sind mit dem Laufschaufelring 50 durch den Hitzeschildring 52 verbunden.

[0038] Ein Verbrennungsgasströmungskanal Pg, durch welchen das Verbrennungsgas G strömt, ist innerhalb eines Übergangsteils 21 der Brennkammer 20, was später beschrieben werden wird, und innerhalb des Gehäuses 31 der Turbine 30 ausgebildet. Der Verbrennungsgasströmungskanal Pg innerhalb des Gehäuses 31 der Turbine 30 ist ringförmig um den Rotorhauptkörper 34 durch die inneren Schutzkrägen 45 und die äußeren Schutzkrägen 53 der Vielzahl von Leitschaufeln 41, die die Leitschaufelreihe 40 bilden, durch die Plattformen 38 der Vielzahl der Laufschaufeln 36, welche die Laufschaufelreihe 35 auf der Stromabwärtsseite der Leitschaufelreihe 40 bilden, und durch die Ringsegmente 60, welche den Plattformen 38 zugewandt sind, definiert.

[0039] Die Brennkammer 20 umfasst das Übergangsteil 21, welches das Hochtemperatur-Hochdruck-Verbrennungsgas G zur Turbine 30 leitet und eine Brennstoffzuführeinheit 22, welche den Brennstoff und die verdichtete Luft A in das Übergangsteil 21 liefert.

[0040] Eine Flamme wird innerhalb der Brennstoffzuführeinheit 22 gebildet. Die Brennstoffzuführeinheit 22 hat einen Brennerkorb 22a, der eine rohrförmige Raumform um die Achslinie Ac besitzt.

[0041] Das Übergangsteil 21 ist mit dem Brennerkorb 22a verbunden. Das Übergangsteil 21 leitet das Hochtemperatur-Hochdruck-Verbrennungsgas G, welches im Brennerkorb 22a erzeugt wurde, zur Turbine 30. Das Übergangsteil 21 hat eine rohrförmige Raumform. Insbesondere hat eine Auslassöffnung des Übergangsteils 21, welche in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromabwärtsseite angeordnet ist, eine im Wesentlichen viereckige Raumform. Dementsprechend wird der Verbrennungsgasströmungskanal Pg innerhalb des Übergangsteils 21 durch eine innere Umfangsfläche 21a des rohrförmigen Übergangsteils 21 definiert. Das Übergangsteil 21 dieser Ausführungsform ist ein erstes Element in einer Dichtungsstruktur 100 der Ausführungsform. Das Übergangsteil 21 dieser Ausführungsform hat einen Auslassflansch 210 (**Fig. 3**), der in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromabwärtsseite angeordnet ist und der in der Radialrichtung Dr über eine äußere Umfangsoberfläche des Übergangsteils 21 vorsteht.

[0042] Die Dichtungsstruktur 100 verhindert, dass die verdichtete Luft A innerhalb des Gehäuses 31 zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg hinausläuft, während sie einen Kontakt zwischen den Oberflächen von benachbarten Elementen, die sich gegenüberliegen, verhindert. Die Dichtungsstruktur 100 der Ausführungsform ist zwischen der Brennkammer 20 und der Leitschaufelreihe 40 der Turbine 30 in der Rotorachsenrichtung Da benachbart zur Stromabwärtsseite der Brennkammer 20 angeordnet. Insbesondere dichtet die Dichtungsstruktur 100 der Ausführungsform die Lücke zwischen dem Übergangsteil 21 und einer ersten Leitschaufelreihe 40a, welche benachbart zueinander in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet sind, ohne einen Kontakt zwischen wärmebeständigen Beschichtungen 130, die auf dem Übergangsteil 21 gebildet sind, und der ersten Leitschaufelreihe 40a zu ermöglichen.

[0043] Die in **Fig. 3** gezeigte Dichtungsstruktur 100, welche auf der Innenseite relativ zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg in der Radialrichtung Dr angeordnet ist, ist eine Struktur, die das Übergangsteil 21, die inneren Schutzkrägen 45 der ersten Leitschaufelreihe 40a und ein Dichtelement 7 (inneres Dichtelement 7a) umfasst. Das Übergangsteil 21 ist auf der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet. Die inneren Schutzkrägen 45 sind auf der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet. Das Dichtelement 7 (inneres Dichtelement 7a) ist auf der Innenseite in der Radialrichtung Dr relativ zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg zwischen dem Übergangsteil 21 und den inneren Schutzkrägen 45 angeordnet. Auf der anderen Seite ist die Dichtungsstruktur 100 auf der äußeren Seite in der Radialrichtung Dr relativ zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg angeordnet und ist eine Struktur, welche das Übergangsteil 21, die äußeren Schutzkrägen 43 der ersten Leitschaufelreihe 40a und das Dichtelement 7 (äußeres Dichtelement 7b) umfasst. Die äußeren Schutzkrägen 43 in der Rotorachsenrichtung Da sind auf der Stromabwärtsseite angeordnet. Das Dichtelement 7 (äußeres Dichtelement 7b) ist in der Radialrichtung Dr auf der äußeren Seite relativ zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg zwischen dem Übergangsteil 21 und den äußeren Schutzkrägen 43 angeordnet. Beide Strukturen sind relativ zur Achslinie Ac der Brennkammer symmetrisch. Beide Strukturen sind kombiniert und integriert, um die Dichtungsstruktur 100 zu bilden. Die Komponenten der Dichtungsstruktur 100 umfassen die wärmebeständige Beschichtung 130 und ein Kontaktteil 140. Die wärmebeständige Beschichtung 130 ist auf den Oberflächen des Übergangsteils 41 und der ersten Leitschaufelreihe 40a, welche dem Verbrennungsgas G ausgesetzt sind, gebildet. Das Kontaktteil 140 verhindert eine Relativbewegung des Übergangsteils 21 und der ersten Leitschaufelreihe 40a aufeinander zu.

[0044] Der Auslassflansch 210 hat im Wesentlichen eine viereckige ringförmige Raumform, um die Peripherie der Auslassöffnung des Übergangsteils 21 zu umfassen. Der Auslassflansch 210 steht von der äußeren Umfangsoberfläche des Übergangsteils 21 zur Außenseite des Verbrennungsgasströmungskana ls Pg über. Insbesondere hat der Auslassflansch 210 ein Paar von umfänglichen Flanschabschnitten 210a und ein Paar von radialen Flanschabschnitten (nicht gezeigt).

[0045] Das Paar der umfänglichen Flanschabschnitte 210a steht jeweils von einem Teil der äußeren Umfangsfläche des Übergangsteils 21 über, welches sich in der Umfangsrichtung Dc erstreckt. Das Paar der umfänglichen Flanschabschnitte 210a ist derart angeordnet, um sich in der Radialrichtung Dr über die Auslassöffnung gegenüberzuliegen.

[0046] Wie in **Fig. 3** gezeigt, erstreckt sich ein hinteres Ende 211 des Übergangsteils 21, welches in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromabwärtsseite angeordnet ist, weiter in der Rotorachsenrichtung Da auf die Stromabwärtsseite als der Auslassflansch 210.

[0047] Hier wird die Oberfläche des Übergangsteils 21 der Ausführungsform, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite gegenüberliegt, als eine erste Endfläche 101 bezeichnet werden. Insbesondere ist die erste Endfläche 101 der Ausführungsform durch eine erste Endfläche 111 eines Hauptkörpers, welche die Seite des hinteren Endes 211, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, bezeichnet, und eine erste Endfläche 121 eines Flansches ist die Seite des Auslassflansches 210, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist.

[0048] Von den Leitschaufelreihen 40 ist die erste Leitschaufelreihe 40a auf der am weitesten stromaufwärts gelegenen Seite in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet. Die erste Leitschaufelreihe 40a ist aus einer Vielzahl von ersten Leitschaufeln 41a, die in der Umfangsrichtung Dc benachbart zueinander sind, gebildet. Die erste Leitschaufelreihe 40a wird durch den Laufschaufelring 50 unterstützt. Die Lücke zwischen der ersten Leitschaufelreihe 40a und dem Übergangsteil 21 der Brennkammer 20 ist durch das Dichtelement 7 abgedichtet. Die erste Leitschaufel 41a dieser Ausführungsform ist ein zweites Element in der Dichtungsstruktur 100 der Ausführungsform. Die erste Leitschaufel 41a ist in der Rotorachsenrichtung Da benachbart zur Stromabwärtsseite des Übergangsteils 21, welches das erste Element ist.

[0049] Wie in **Fig. 3** gezeigt ist ein Schutzkragenhauptkörper 44, der eine Gaspfadoberfläche 441 hat, die dem Verbrennungsgasströmungskanal Pg

zugewandt ist, und eine seitliche Wand 46, die sich mit der Gaspfadoberfläche 441 schneidet, in dem inneren Schutzkragen 45 und dem äußeren Schutzkragen 43 der ersten Leitschaufel 41a gebildet. Die Seitenwand 46 hat eine seitliche Endfläche 461, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt ist. Die seitliche Endfläche 461 ist derart angeordnet, dass sie der ersten Endfläche 111 des Hauptkörpers des hinteren Endes 211 des Übergangsteils 21 und der ersten Endfläche 121 des Flansches des Auslassflansches 210 zugewandt ist, mit einer Lücke gelassen in der Rotorachsenrichtung Da zwischen der seitlichen Endfläche 461 und den Endflächen. Ein Vorsprung 424, der sich in der Rotorachsenrichtung Da von der seitlichen Endfläche 461 zur Stromaufwärtsseite erstreckt, ist auf der Seitenwand 46 gebildet.

[0050] Der Vorsprung 424 ist an einer Stelle entfernt von der Gaspfadoberfläche 451 der seitlichen Endfläche 461, auf der in der Radialrichtung Dr inneren Seite oder auf der in der Radialrichtung Dr äußeren Seite der Gaspfadoberfläche 441. Der Vorsprung 424 hat eine ringförmige Raumform um die Rotorachse Ar. Eine zweite Vorsprungsendfläche 112 des Vorsprungs 424, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da zugewandt ist, ist derart angeordnet, dass sie der ersten Flanschendfläche 121 des Auslassflansches 210 zugewandt ist, mit einer Lücke dazwischen gelassen in der Rotorachsenrichtung Da.

[0051] Hier wird die Fläche der ersten Leitschaufel 41a der Ausführungsform, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt ist, als zweite Endfläche 102 bezeichnet werden. Insbesondere ist die zweite Endfläche 102 der Ausführungsform durch die Seitenendfläche 461 und die zweite Vorsprungsendfläche 112 des inneren Schutzkragens 45 und des äußeren Schutzkragens 43 gebildet.

[0052] Das Dichtelement 7 ist eine Übergangsteildichtung, die zwischen der Brennkammer 20 und der ersten Leitschaufelreihe 40a, die in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromabwärtsseite der Brennkammer 20 angeordnet ist, angeordnet ist und dem Verbrennungsgasströmungskanal Pg zugewandt ist. Das Dichtelement 7 dichtet die Lücke zwischen dem Auslassflansch 210 des Übergangsteils 21 der Brennkammer 20 und den inneren Schutzkrägen 45 und den äußeren Schutzkrägen 43 der ersten Leitschaufeln 41a der ersten Leitschaufelreihe 40a. Das Dichtelement 7 dieser Ausführungsform ist ein drittes Element in der Dichtungsstruktur 100 der Ausführungsform.

[0053] Das Dichtelement 7 wirkt mit dem Übergangsteil 21 und den inneren Schutzkrägen 45 oder den äußeren Schutzkrägen 43 der ersten Leitschau-

feldn 41a zwischen der ersten Hauptkörperendfläche 111 und der ersten Flanschendfläche 121, die die erste Endfläche 101 bildet, und der Seitenendfläche 461 und der zweiten Vorsprungsendfläche 112, die die zweite Endfläche 102 bildet, zusammen. Das Dichtelement 7 dieser Ausführungsform ist entlang des umfänglichen Flanschabschnittes 210a des im Wesentlichen viereckigen ringförmigen Auslassflansches 210 angeordnet. Das Dichtelement 7 (inneres Dichtelement 7a) wirkt mit dem Umfangsflanschabschnitt 210a auf der inneren Seite in der Radialrichtung Dr und mit den inneren Schutzkrägen 45 der ersten Leitschaukeln 41a zusammen. Das Dichtelement 7 (äußeres Dichtelement 7b) wirkt mit dem Umfangsflanschabschnitt 210a auf der äußeren Seite in der Radialrichtung Dr und mit den äußeren Schutzkrägen 43 der ersten Leitschaukeln 41a zusammen.

[0054] Die Raumformen des Dichtelements 7 auf der inneren Seite in der Radialrichtung Dr (inneres Dichtelement 7a) und des Dichtelements 7 auf der äußeren Seite in der Radialrichtung Dr (äußeres Dichtelement 7b) sind im Wesentlichen zur Achslinie Ac des Übergangsteils 21 symmetrisch. In der folgenden Beschreibung wird daher die Dichtungsstruktur 100 umfassend das innere Dichtelement 7a, welches mit dem inneren Schutzkragen 45 auf der inneren Seite in der Radialrichtung Dr zusammenwirkt, im Wesentlichen beschrieben als ein typisches Beispiel, aber die Beschreibung ist ebenfalls anwendbar auf das äußere Dichtelement 7b. In der folgenden Beschreibung wird „Dichtelement 7“ als der Name und das Bezugszeichen des inneren Dichtelements 7a verwendet.

[0055] Das innere Dichtelement 7 ist auf der äußeren Seite des Verbrennungsgasströmungskanaals Pg, durch den das Verbrennungsgas G strömt (auf der Innenseite in der Radialrichtung Dr) angeordnet. Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist das Dichtelement 7 in einem Hohlraum C, der in der Lücke zwischen dem Übergangsteil 21 und dem inneren Schutzkragen 45 der ersten Leitschaukel 41a gebildet ist, angeordnet. Hier ist der Hohlraum C in dieser Ausführungsform der Raum, der zwischen dem Übergangsteil 21 und der ersten Leitschaukel 41a gebildet ist, und dem Verbrennungsgasströmungskanal Pg zugewandt ist. Relativ zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg ist der Hohlraum C weiterhin auf der in der Radialrichtung Dr weiter innen liegenden Seite als die innere Umfangsfläche 21a des Übergangsteils 21 und der Gaspfadoberfläche 441 der ersten Leitschaukel 41a ausgebildet. Der Hohlraum C ist der Raum, der weiter auf der Innenseite in der Radialrichtung Dr angeordnet ist als das hintere Ende 211 des Übergangsteils 21 und der in der Rotorachsenrichtung Da zwischen dem Auslassflansch 210 und der seitlichen Endfläche 461 definiert ist.

[0056] Das Dichtelement 7 ist ein Element, welches ringförmig in der Umfangsrichtung Dc ausgebildet ist mit einer konstanten Querschnittsraumform umfassend die Achslinie Ac und sich erweiternd in der Radialrichtung Dr. Das Dichtelement 7 dieser Ausführungsform hat ein Hauptkörperteil, einen ersten Vorsprung 71, einen zweiten Vorsprung 72, einen dritten Vorsprung 73 und einen vierten Vorsprung 74. Im Querschnitt umfassend die Achslinie Ac und sich erweiternd in der Radialrichtung Dr erstreckt sich der Hauptkörperteil 70 in der Radialrichtung Dr. Im Querschnitt umfassend die Achse Ac und sich erweiternd in der Radialrichtung Dr springt der erste Vorsprung 71 von einem Ende des Hauptkörperteils 70 in der Rotorachsenrichtung Da zur Stromabwärtsrichtung vor. Im Querschnitt umfassend die Achslinie Ac und sich erweiternd in radialer Richtung Dr ist der zweite Vorsprung in der Radialrichtung Dr weiter auf der inneren Seite als der erste Vorsprung 71 angeordnet und erstreckt sich vom Hauptkörperteil 70 zur Stromabwärtsseite der Rotorachsenrichtung Da. Im Querschnitt umfassend die Achslinie Ac und sich erweiternd in der Radialrichtung Dr springt der dritte Vorsprung 73 vom Ende des Hauptkörperteils 70 angeordnet auf der inneren Seite in der Radialrichtung Dr zur Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da vor. Im Querschnitt umfassend die Achslinie Ac und sich erweiternd in der Radialrichtung Dr springt der vierte Vorsprung 74 vom Ende des ersten Vorsprungs 73, der in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite angeordnet ist, zur Außenseite in der Radialrichtung Dr vor. Das Dichtelement 7 dieser Ausführungsform hat Kühlkanäle 80, durch die Kühlluft aus Öffnungen 80a entweicht.

[0057] Das Hauptkörperteil 70 dieser Ausführungsform hat eine im Wesentlichen viereckige Raumform, deren Querschnitt die Achslinie Ac umfasst und sich in der Radialrichtung Dr erweitert.

[0058] Der erste Vorsprung 71 springt vom Ende des Hauptkörperteils 70 zur Seitenendfläche 461 vor. Der erste Vorsprung 71 dieser Ausführungsform hat eine im Wesentlichen rechteckige, paralleleflache Raumform, deren Querschnitt umfassend die Achslinie Ac und sich in der Radialrichtung Dr erweitert und in der Rotorachsenrichtung Da lang ist. Der erste Vorsprung 71 hat eine ringförmige Raumform um die Rotorachse Ar. Der erste Vorsprung 71 ist in einem Raum ausgebildet, der in der Rotorachsenrichtung Da zwischen der ersten Endfläche 101 des hinteren Endes 211 des Übergangsteils 21 und des Vorsprungs 424 definiert ist. Der erste Vorsprung 71 hat eine Endfläche 71a, welche eine dritte Endfläche ist, die der seitlichen Endfläche 461 zugewandt ist und in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist. Im ersten Vorsprung 71 sind die Kühlkanäle 18 in der Rotorachsenrichtung Da ausgebildet. Die Enden der Kühlkanäle 80 auf der Stromabwärtsseite sind mit den Öffnungen 80a,

die in der Endfläche 71a eine kreisförmige Raumform haben verbunden.

[0059] Die Endfläche 71a dieser Ausführungsform ist die Fläche am Ende des ersten Vorsprungs 71, das heißt, dass Ende, welches auf der Stromabwärtsseite der Rotorachsenrichtung Da gegenüberliegend zum Hauptkörper 70 angeordnet ist. Die Endfläche 71a dieser Ausführungsform ist derart ausgebildet, dass sie der Seitenendfläche 461 zugewandt ist, wobei in der Rotorachsenrichtung Da eine Lücke auf der Stromaufwärtsseite der seitlichen Endfläche 461 gelassen ist.

[0060] Wie in **Fig. 4** gezeigt sind die Vielzahl der Öffnungen 80a dieser Ausführungsform in Abständen in der Umfangsrichtung Dc über einen vorbestimmten Bereich der Endfläche 71a angeordnet. Insbesondere - wie in **Fig. 5** gezeigt - sind die Öffnungen 80a dieser Ausführungsform relativ zu einer Vorderkante 421, welche ein Bereich des Leitschaukelhauptkörpers 42 ist, der der Stromaufwärtsseite der Rotorachsenrichtung Da zugewandt ist, in einem bestimmten Bereich der Endfläche 71a, der sich in Umfangsrichtung Dc erstreckt, an Positionen angeordnet, die eine Position in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 umfasst. Das bedeutet, dass die Öffnungen 80a dieser Ausführungsform in einem bestimmten Bereich ausgebildet sind, der sich in der Umfangsrichtung Dc an Positionen, umfassend die Positionen, die in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 angeordnet sind und mit der Vorderkante 421 korrespondieren, sodass die Positionen der Öffnung 80a in der Umfangsrichtung Dc mit der Position, an der die Vorderkante 421 des Leitschaukelhauptkörpers 42 ausgebildet ist, korrespondieren.

[0061] Wie in **Fig. 5** gezeigt besitzt der erste Vorsprung 71 einen einen Zwischenraum oder eine Lücke (im Folgenden immer „Zwischenraum“) bildenden Abschnitt 75 der von der Endfläche 71a, an der die Öffnungen 78a ausgebildet sind, in der Rotorachsenrichtung Da auf die Stromabwärtsseite zu vorspringt. Die Endfläche des den Zwischenraum bildenden Abschnitts 75, der in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsrichtung zugewandt ist, ist der seitlichen Endfläche 471 in der Rotorachsenrichtung Da zugewandt. Von der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da gesehen befindet sich der den Zwischenraum bildende Abschnitt 75 benachbart zur Endfläche 71a in der Umfangsrichtung Dc angeordnet. Der den Zwischenraum bildende Abschnitt 75 hat keine Öffnungen 80a, welche mit den Kühlkanälen 80 kommunizieren und ist periodisch periodisch abwechselnd mit der Endfläche 71a, in der in der Umfangsrichtung Dc die Öffnungen 80a gebildet sind in der Umfangsrichtung gebildet. Dementsprechend ist, wenn die End-

fläche des den Zwischenraum bildenden Abschnitts 75, der in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, und die seitliche Endfläche 461 wegen Unterschieden in der thermischen Ausdehnung des Übergangsteils 21 des inneren Schutzkragens 45 und des Dichtungselements miteinander in Kontakt gelangen, eine dritte Dichtoberfläche 75a gebildet, welche eine vierte Endfläche ist, in der Endfläche des den Zwischenraum bildenden Abschnitt 75 ausgebildet, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist. Sogar wenn die Endfläche 71a und die seitliche Endfläche 461 sich annähern und die dritte Dichtoberfläche 75a und die seitliche Endfläche 461 miteinander in Kontakt gelangen, kommen die Endfläche 71a und die seitliche Endfläche 461 jedoch nicht miteinander in Kontakt, sondern es ist zuverlässig einen Zwischenraum auf der Stromabwärtsseite der Endfläche 71a in der Rotorachsenrichtung Da gelassen.

[0062] Insbesondere wenn die dritte Dichtoberfläche 75a, welches die Endfläche des den Zwischenraum bildenden Abschnitts 75, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, in Kontakt mit der in der Rotorachsenrichtung Da seitlichen Endfläche 461 gelangt, wird ein zweites Kontaktteil 142, welches ein Kontaktteil in der ersten Leitschaukel 41a, die das zweite Element ist, in der seitlichen Endfläche 461 gebildet, die der dritten Dichtoberfläche 75a zugewandt ist. In **Fig. 5** ist ein Beispiel des zweiten Kontaktteils 142, welches in der seitlichen Endfläche 461 gebildet ist, durch dicke Linien angedeutet. Das zweite Kontaktteil 142 ist der äußeren Oberfläche der seitlichen Endfläche 461 ausgebildet, die mit der dritten Dichtoberfläche 75a in der Rotorachsenrichtung Da in Kontakt gelangt. Dennoch muss das zweite Kontaktteil 142 nicht mit der ganzen dritten Dichtoberfläche 75a in Kontakt gelangen und kann lediglich mit einem Teil der dritten Dichtoberfläche 75a in Kontakt kommen.

[0063] Der zweite Vorsprung 72 ist an einer Stelle angeordnet, die von dem ersten Vorsprung 71 auf der Innenseite des ersten Vorsprungs 71 in der Radialrichtung Dr beabstandet ist, und springt vom Hauptkörper 70 in der Rotorachsenrichtung Da zur Stromabwärtsseite vor. Der zweite Vorsprung 72 hat eine im Wesentlichen viereckige parallele Raumform, dessen Querschnitt, der die Achsline Ac umfasst und sich in der Radialrichtung Dr erweitert, in der Rotorachsenrichtung Da lang ist. Der zweite Vorsprung 72 hat eine ringförmige Raumform um die Rotorachse Ar. Der zweite Vorsprung 72 ist in einem solchen Abstand von dem ersten Vorsprung 71 ausgebildet, dass der Vorsprung 424 zwischen den zweiten Vorsprung 72 und den ersten Vorsprung 71 eingesetzt werden kann. Ein Kontaktdichtelement 721 ist auf dem zweiten Vorsprung dieser Ausführungsform befestigt.

[0064] Das Kontaktdichtelement 721 ist ein Metallblech. Das Kontaktdichtelement 721 ist auf der Oberfläche des zweiten Vorsprungs 72, dem ersten Vorsprung 71 zugewandt, befestigt. Das Kontaktdichtelement 721 hat eine erste Dichtoberfläche 721a, welche ringförmig zwischen dem Kontaktdichtelement 721 und dem Vorsprung 424 ausgebildet ist.

[0065] Die erste Dichtoberfläche 721a gelangt mit der Oberfläche des Vorsprungs 424, die der inneren Seite in der Radialrichtung Dr zugewandt, ist in Kontakt. Die erste Dichtoberfläche 721a dieser Ausführungsform ist die Oberfläche des Kontaktdichtelements 721, die dem ersten Vorsprung 71, der auf der Außenseite des Kontaktdichtelements 721 in der Radialrichtung Dr angeordnet ist, zugewandt ist.

[0066] Der dritte Vorsprung springt vom Ende des Hauptkörperteils 70, welches auf der Innenseite in der Radialrichtung Dr angeordnet ist, zur Seite entgegengesetzt zum ersten Vorsprung 71 vor. Der dritte Vorsprung 73 dieser Ausführungsform hat einen im Wesentlichen viereckige flachparallele Raumform, deren Querschnitt, der die Achslinie AC umfasst und sich in der Radialrichtung Dr erweitert, in der Rotorachsenrichtung Da lang ist. Der dritte Vorsprung ist an einer Position ausgebildet, die in Radialrichtung Dr weiter auf der Innenseite als der Umfangsflanschabschnitt 210a liegt.

[0067] Der vierte Vorsprung 74 springt vom Ende des dritten Vorsprungs 73, welcher in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite angeordnet ist, zur äußeren Umfangsoberfläche des Übergangsteils 21 vor. Der vierte Vorsprung hat eine im Wesentlichen viereckige flachparallele Raumform, deren Querschnitt, der die Achslinie AC umfasst und sich in der Radialrichtung Dr erweitert, in der Radialrichtung Dr lang ist. Der vierte Vorsprung 74 ist an einer Position ausgebildet, die weiter in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite angeordnet als der Umfangsflanschabschnitt 210a und springt vom dritten Vorsprung 73 vor.

[0068] Die verdichtete Luft A von innerhalb des Gehäuses 31 der Turbine 30 wird in die Kühlkanäle 80 als Kühlluft eingebracht, wird durch die Kühlkanäle geleitet und aus den Öffnungen 80a zur seitlichen Endfläche 461 hin ausgestoßen. Der Kühlkanal 80 dieser Ausführungsform hat eine kreisförmige Querschnittsraumform. Die Vielzahl von Kühlkanälen 80 ist derart ausgebildet, dass sie das Innere des Hauptkörperteils 70 und des ersten Vorsprungs 71 durchdringen. Insbesondere umfasst, wie in **Fig. 6** gezeigt, der Kühlkanal 80 dieser Ausführungsform einen Axialkanal 801 und einen Radialkanal 802. Der Axialkanal 801 ist von der Öffnung 80a zur Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da ausgebildet. Der Radialkanal 802 kommuniziert mit dem

Axialkanal 801 auf der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da und erstreckt sich zur Innenseite in der Radialrichtung Dr. Ein Teil des Verbrennungsgases G, welches auf der Vorderkante 421 des Leitschaufelhauptkörpers 42 auftritt, wird in dem Hohlraum C durch die Lücke zwischen dem hinteren Ende 211 des Übergangsteils 21 und des inneren Schutzkragens 45 gefangen. Dementsprechend wird ein Bereich, der die Endfläche 71a des ersten Vorsprungs 71, umfassend die Position korrespondierend zur Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da der Vorderkante 421 des Leitschaufelhauptkörpers 42, dem Verbrennungsgas G ausgesetzt. In diesem Bereich ist die Vielzahl der Kühlkanäle 80 in der Umfangsrichtung Dc angeordnet. Die Kühlkanäle 80 sind mit den Öffnungen 80a an den Enden auf der Stromabwärtsseite bezüglich der Rotorachsenrichtung Da verbunden. Deswegen ist es nicht notwendig, die Kühlkanäle 80 über den gesamten Bereich des ersten Vorsprungs 71 in der Umfangsrichtung Dc anzuordnen. Die Kühlkanäle 80 sollten wenigstens in einigen Bereichen, die sich in der Umfangsrichtung erstrecken, einschließlich der Endfläche 71a angeordnet werden.

[0069] Der Axialkanal 801 erstreckt sich im Inneren des ersten Vorsprungs 71 von der Öffnung 80a, die in der Endfläche 71a ausgebildet ist, in der Rotorachsenrichtung Da zur Stromaufwärtsseite.

[0070] Der Radialkanal 802 erstreckt sich von einem Einlasskanal 80b, der in der Oberfläche des Hauptkörperteils 70, der Innenseite in der Radialrichtung Dr zugewandt ausgebildet ist zur Außenseite in der Radialrichtung Dr. Der Radialkanal 802 kommuniziert mit dem Axialkanal 801.

[0071] Das Dichtelement 7 dieser Ausführungsform umfasst ein erstes Eingriffsteil 81, welches mit dem Übergangsteil 21 der Brennkammer 20 in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite verbunden ist und ein zweites Eingriffsteil 82, welches mit dem inneren Schutzkragen 45 der ersten Leitschaufel 41a in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromabwärtsseite verbunden ist.

[0072] Das erste Eingriffsteil 81 dichtet derart, dass die verdichtete Luft A im Inneren des Gehäuses 31 nicht in den Verbrennungsgasströmungskanal Pg durch die Lücke zwischen den Berührflächen des Auslassflansches 210 und des Dichtelements 7 ausströmt. Das erste Eingriffsteil 81 dieser Ausführungsform ist aus dem Hauptkörperteil 70, dem dritten Vorsprung 73 und dem vierten Vorsprung 74 gebildet. Das erste Eingriffsteil 81 dieser Ausführungsform ist eine Rille, die durch die Oberfläche des Hauptkörperteils 70, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt ist, durch die Oberfläche des dritten Vorsprungs 73, welche in der Radialrichtung Dr der Außenseite zuge-

wandt ist, und der Oberfläche des vierten Vorsprungs 74, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, gebildet ist. In dieser Ausführungsform wirkt das erste Eingriffsteil 81 mit dem Auslassflansch 210 des Übergangsteils 21 zusammen, weil der Umfangsflanschbereich 210 in der Rille befestigt ist, welche das erste Eingriffsteil 81 ist.

[0073] Eine zweite Dichtoberfläche 70a, welche mit der Oberfläche des Auslassflansches 210, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, in Kontakt kommt, ist in der Oberfläche des Hauptkörperteils 70, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt ist, ausgebildet. Insbesondere wirkt ein Differenzdruck zwischen dem Druck der verdichteten Luft A innerhalb des Gehäuses und dem Druck auf der Seite des Verbrennungsgasströmungskanal Pg auf die Oberfläche des Auslassflansches 210, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, auf die Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da zu. Im Ergebnis wird die Oberfläche des Auslassflansches 210, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, gegen die Oberfläche, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite des Hauptkörperteils 70 zugewandt ist, die auf der Stromabwärtsseite des Auslassflansches 210 in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet ist, gedrückt. Dementsprechend wird während eines Normalbetriebs der Gasturbine die Oberfläche des Hauptkörperteils 70, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt ist, durch in Kontakt gelangen mit der Oberfläche des Auslassflansches 210, der in der Rotorachsenrichtung der Stromabwärtsseite zugewandt ist, gedichtet. Deswegen ist die zweite Dichtoberfläche 70a in der Oberfläche des Hauptkörperteils 70, welche der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da zugewandt ist, ausgebildet. Ein erstes Kontaktteil 141, welches ein Kontaktteil des Übergangsteils 21 ist, welches das erste Element ist, ist in der Oberfläche des Auslassflansches 210, welcher in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, ausgebildet und gelangt mit der zweiten Dichtoberfläche 70a in Kontakt.

[0074] Das zweite Eingriffsteil 82 dichtet derart, dass die verdichtete Luft A innerhalb des Gehäuses 31 nicht aus der Lücke zwischen dem Vorsprung 424 und dem Dichtelement 7 hin zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg ausströmt. Das zweite Eingriffsteil 82 dieser Ausführungsform ist aus dem Hauptkörperteil 70, dem ersten Vorsprung 71 und dem zweiten Vorsprung 72 gebildet. Insbesondere ist das zweite Eingriffsteil 82 dieser Ausführungsform eine Rille, die durch die Oberfläche des Hauptkörperteils 70, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, die Oberfläche

des ersten Vorsprungs 71, die der Innenseite in der Radialrichtung Dr zugewandt ist, und die erste Dichtoberfläche 721a des zweiten Vorsprungs 72 gebildet ist. Das zweite Eingriffsteil 82 ist in der Rotorachsenrichtung Da zur Stromabwärtsseite geöffnet. In dieser Ausführungsform gelangt die erste Dichtoberfläche 721a in Kontakt mit der Oberfläche des Vorsprungs 424, welche der Innenseite in der Radialrichtung Dr zugewandt ist, in Kontakt, da der Vorsprung 424 in der Rille befestigt ist, welche das zweite Eingriffsteil 82 ist. Deswegen greift das zweite Eingriffsteil 82 mit dem Vorsprung 424 des inneren Schutzkragens 45 zusammen.

[0075] Die wärmebeständige Beschichtung 130 ist eine Beschichtung, welche auf den Oberflächen der Elemente aufgebracht ist, die dem Verbrennungsgas G ausgesetzt sind, um die Hitzebeständigkeit dieser Elemente zu verbessern. Die wärmebeständige Beschichtung, auch eine sogenannte thermische Grenzschichtbeschichtung (TBC) dieser Ausführungsform funktioniert als Schutzfilm, welcher durch das Verbrennungsgas G verursachte thermische Beschädigung auf den Oberflächen der Elemente begrenzt. Die wärmebeständige Beschichtung 130 dieser Ausführungsform ist auf dem Übergangsteil 21 und der ersten Leitschaufel 41 ausgebildet.

[0076] Die wärmebeständige Beschichtung 130, welche auf dem Übergangsteil 21 aufgebracht ist, ist mit einer vorbestimmten Filmdicke auf der inneren peripheren Oberfläche 21a des Übergangsteils 21, welche dem Verbrennungsgasströmungskanal Pg zugewandt ist, und auf der ersten Endfläche 101, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, auf der Seite der Fläche, die näher am Verbrennungsgasströmungskanal Pg liegt, ausgebildet. Die wärmebeständige Beschichtung 130, die auf der ersten Endfläche 101 ausgebildet ist, ist derart ausgebildet, dass sie sich in der Radialrichtung Dr von einer Stelle, die ein Teil der äußeren Seite der ersten Hauptkörperendfläche 111 ist und nahe bis zum Verbrennungsgasströmungskanal Pg zur Gaspfadoberfläche 441 erstreckt.

[0077] Die wärmebeständige Beschichtung 130, die auf die erste Leitschaufel 41a aufgebracht ist, ist mit einer vorbestimmten Filmdicke auf der äußeren Oberfläche des Leitschaufelhauptkörpers 42, der Gaspfadoberfläche 441 des inneren Schutzkragens 45, und der Seite der zweiten Endfläche 102, die näher bei dem Verbrennungsgasströmungskanal Pg ist, ausgebildet. Die wärmebeständige Beschichtung 130, die auf der zweiten Endfläche 102 ausgebildet ist, ist derart ausgebildet, dass sie sich von einer Position, die ein Teil der äußeren Seite der Seitenendfläche 461 in der Radialrichtung Dr und nahe beim Verbrennungsgasströmungskanal Pg ist, zu der inneren peripheren Oberfläche 21a erstreckt.

[0078] Wie in **Fig. 3** gezeigt ist eine vorbestimmte Lücke in der Rotorachsenrichtung Da sichergestellt, sogar wenn ein Unterschied in der thermischen Ausdehnung in der Rotorachsenrichtung Da zwischen der ersten Endfläche 101 und der zweiten Endfläche 202, welche die wärmebeständige Beschichtungen 130 haben, aufgrund von Temperaturänderungen des Verbrennungsgases G, welches durch den Verbrennungsgasströmungskanal Pg fließt, auftritt, sodass diese Oberflächen nicht miteinander in Kontakt geraten. Insbesondere kommt, was später beschrieben werden wird, in dem Fall dieser Ausführungsform, sogar wenn das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41a sich gegenseitig nähern, die erste Endfläche 101 und das Dichtelement 7 miteinander in Kontakt, während die zweite Endfläche 202 und das Dichtelement 7 miteinander in Kontakt kommen. Deswegen kommen das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41a miteinander über das Dichtelement 7 indirekt in Kontakt, kommen aber nicht direkt miteinander in Kontakt. Im Ergebnis ist eine vorbestimmte Lücke in der Rotorachsenrichtung Da zwischen dem Übergangsteil 21 und der ersten Leitschaufel 41a immer gegeben.

[0079] Im Besonderen umfasst das Kontaktteil 140 in der Dichtungsstruktur dieser Ausführungsform das erste Kontaktteil 141 und das zweite Kontaktteil 142. Das erste Kontaktteil 141 ist in der Oberfläche des Auslassflansches 210 (erste Flanschendfläche 121), welche einen Teil der ersten Endfläche 101 bildet und in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, ausgebildet. Das zweite Kontaktteil 142 ist in der Oberfläche der seitlichen Endfläche 461, welche einen Teil der zweiten Endfläche 102 bildet, angeordnet und in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt.

[0080] Insbesondere kommt, wenn sich das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41a relativ zueinander bewegen, die erste Endfläche 101 des ersten Kontaktteils 141 mit der zweiten Dichtoberfläche 70a, die im Dichtelement 7 ausgebildet ist, am ersten Kontaktteil 141 in Kontakt. Wenn das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41a sich relativ zueinander bewegen, kommt die zweite Endfläche 102 des zweiten Kontaktteils 152 mit der dritten Dichtoberfläche 75a, die im Dichtelement 7 ausgebildet ist, am zweiten Kontaktteil 142 in Kontakt. Indessen ist eine Lücke zwischen der ersten Endfläche 101 und der zweiten Endfläche 102 gelassen. So begrenzen das erste Kontaktteil 141 und das zweite Kontaktteil 142 die Relativbewegung der ersten Endfläche 101 und der zweiten Endfläche 102 in der Rotorachsenrichtung Da über das Dichtelement 7.

[0081] Insbesondere, wenn das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41 sich relativ zueinander in der Rotorachsenrichtung Da bewegen, um nächstmöglich aneinander zu gelangen, ist das erste Kon-

takteil 141 in Kontakt mit der zweiten Dichtoberfläche 70a des Dichtelements 7. In diesem Zustand ist das zweite Kontaktteil 142 gleichzeitig in Kontakt mit der dritten Dichtoberfläche 75a des Dichtelements 7. Sogar in diesem Fall ist jedoch immer eine bestimmte Lücke zwischen der ersten Endfläche 101 und der zweiten Endfläche 102 gelassen. In anderen Worten, wenn das Übergangsteil 21, welches das erste Element ist, und die erste Leitschaufel 41a, welches das zweite Element ist, sich relativ zueinander bewegen, ist zwischen der ersten Endfläche 101 und der zweiten Endfläche 102, welche die wärmebeständigen Beschichtungen 130 haben, eine Lücke gelassen. In diesem Zustand befinden sich das Übergangsteil 21, welches das erste Element ist, und die erste Leitschaufel 41a, welches das zweite Element ist, in Kontakt miteinander über das Dichtelement 7, welches das dritte Element ist, weiter auf der Außenseite des Verbrennungsgasströmungskanals Pg (der Innenseite oder der äußeren Seite in der Radialrichtung Dr) als die wärmebeständigen Beschichtungen 130. Deswegen sind in dieser Ausführungsform das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41a über das Kontaktteil 140, gebildet aus dem Kontaktteil 141 und dem zweiten Kontaktteil 142, indirekt miteinander in Kontakt.

[0082] Deswegen lässt, wenn das Übergangsteil 21 und die erste Leitschaufel 41a sich relativ zueinander in der Rotorachsenrichtung Da bewegen, sodass sie sich einander annähern, das Kontaktteil 140 (das erste Kontaktteil 141, das zweite Kontaktteil 142) der Ausführungsform einen Zwischenraum bzw. eine Lücke zwischen der ersten Endfläche 101 (111) und der seitlichen Endfläche 461. In diesem Zustand verhindert das Kontaktteil 140 die Relativbewegung des Übergangsteils 21 und der ersten Leitschaufel 41a in der Rotorachsenrichtung Da.

[0083] Als nächstes wird die Arbeitsweise der Gasturbine 1, welche die oben genannte Konfiguration hat, beschrieben.

[0084] Entsprechend der Gasturbine 1 dieser Ausführungsform tritt verdichtete Luft A aus dem Verdichter 10 in das Gehäuse 31 der Turbine 30 ein und strömt in die Brennkammer 20. In der Brennkammer 20 wird Brennstoff, zugeführt von der Außenseite, zusammen mit der verdichteten Luft A innerhalb des Brennerkorbes 22a verbrannt, um das Verbrennungsgas G zu erzeugen. Das Verbrennungsgas G strömt durch das Übergangsteil 21 in den Verbrennungsgasströmungskanal Pg der Turbine 30. Während des Strömens durch den Verbrennungsgasströmungskanal Pg gelangt das Verbrennungsgas G in Kontakt mit den Schaufelhauptkörpern 37 und rotiert den Turbinenrotor um die Rotorachse Ar.

[0085] Wenn es vom Übergangsteil 21 in den Verbrennungsgasströmungskanal Pg strömt, trifft das Verbrennungsgas G auf die Vorderkante 421 des Leitschaufelhauptkörpers 42 auf. Deswegen wird ein Teil des Verbrennungsgases eingefangen und strömt in den Hohlraum C durch die Lücke, die zwischen dem hinteren Ende 211 des Übergangsteils 21 und dem inneren Schutzkragen gebildet ist. Im Ergebnis sind die Oberflächen des Hauptkörperteils 70 und des ersten Vorsprungs 71 des Dichtelements 7, welche dem Verbrennungsgasströmungskanal G zugewandt sind, dem Hochtemperaturverbrennungsgas G ausgesetzt.

[0086] Während des Betriebes der Gasturbine 1 ist der Druck innerhalb des Gehäuses 31 größer als der Druck innerhalb des Hohlraumes C, welcher mit dem Verbrennungsgasströmungskanal Pg kommuniziert. Dementsprechend kommen die Oberfläche des Hauptkörperteils 70 des Dichtelements 7, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromaufwärtsseite zugewandt ist, und die Oberfläche des Auslassflansches 210, welche in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, miteinander am ersten Kontaktteil 141 und der zweiten Dichtoberfläche 70a in Kontakt. Darüber hinaus kommen die erste Dichtoberfläche 721a des Kontaktdichtelements 721, welche auf dem zweiten Vorsprung 72 befestigt ist und die Oberfläche des Vorsprungs 424, welche in der Radialrichtung Dr auf der Innenseite angeordnet ist miteinander in Kontakt. Deswegen sind der Raum innerhalb des Gehäuses 31 und der Hohlraum C voneinander abgedichtet.

[0087] Insbesondere wird die erste Dichtoberfläche 721a des Kontaktdichtelements 721, vorgesehen in dem zweiten Vorsprung 72, gegen die Oberfläche des Vorsprungs 424, der in der Radialrichtung Dr der Innenseite zugewandt ist, gedrückt. Die zweite Dichtoberfläche 70a wird gegen die Oberfläche des Umfangsflanschbereichs 210a, der in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, gedrückt. Deswegen ist die Lücke zwischen der ersten Dichtoberfläche 721a und der Oberfläche des Vorsprungs 424, die in der Radialrichtung Dr der Innenseite zugewandt ist, abgedichtet. Darüber hinaus ist die Lücke zwischen der zweiten Dichtoberfläche 70a und der Oberfläche des Umfangsflanschbereichs 210a, die in der Rotorachsenrichtung Da der Stromabwärtsseite zugewandt ist, gedichtet.

[0088] In diesem Zustand strömt ein Teil der verdichteten Luft A, welcher vom Verdichter 10 in das Gehäuse 31 geliefert wird, in die Kühlkanäle 80 des Dichtelements 7 und kühlt hierdurch das Dichtelement 7 selbst. Insbesondere strömt die verdichtete Luft A innerhalb des Gehäuses 31 von dem Einstromkanal 80b in den radialen Kanal 802, strömt durch den axialen Kanal 801 und wird aus der Öffnung 80a in den Hohlraum C ausgestoßen. Im

Ergebnis sind der Hauptkörperteil 70 und der erste Vorsprung 71, die dem Verbrennungsgas G ausgesetzt sind, gekühlt.

[0089] Gemäß der Dichtungsstruktur 100, wie sie oben beschrieben wurde, begrenzt das Kontaktteil 140 (das erste Kontaktteil 141 und das zweite Kontaktteil 142) die Relativbewegung des Übergangsteils 21 und der ersten Leitschaufel 41a in der Rotorachsenrichtung Da aufeinander zu durch das in Kontakt gelangen mit der seitlichen Endfläche 461 in dem Zustand, in dem eine Lücke zwischen der ersten Hauptkörperendfläche 111 (erste Endfläche 101) und der seitlichen Endfläche 461 gelassen ist. Im Ergebnis ist es möglich, den Kontakt zwischen der wärmebeständigen Beschichtung 130, die auf der ersten Hauptkörperendfläche 111 gebildet ist und der wärmebeständigen Beschichtung 130, welche auf der seitlichen Endfläche 461 gebildet ist, zu verhindern.

[0090] Insbesondere während des Hochfahrens oder des Herunterfahrens der Gasturbine gelangen die erste Hauptkörperendfläche 111 und die seitliche Endfläche 461 aufgrund von Unterschieden in der thermischen Ausdehnung zwischen dem Übergangsteil 21 und dem inneren Schutzkragen 45 miteinander in Kontakt. Dies kann eine Beschädigung/-Zerstörung der wärmebeständigen Beschichtungen 130 bewirken.

[0091] In der Ausführungsform jedoch gelangt das Kontaktteil 141 (das erste Kontaktteil 141 und das zweite Kontaktteil 142) mit dem Bereich der seitlichen Endfläche 461 auf der Außenseite in der Radialrichtung Dr, wo die wärmebeständige Beschichtung 130 nicht ausgebildet ist in Kontakt, bevor die erste Hauptkörperendfläche 111 und die seitliche Endfläche 461 direkt miteinander in Kontakt gelangen. Deswegen ist die Relativbewegung des Übergangsteils 21 und der ersten Leitschaufel 41a in der Rotorachsenrichtung Da durch das Dichtelement 7 begrenzt, sodass die erste

[0092] Hauptkörperendfläche 111 und die seitliche Endfläche 461 sich in der Rotorachsenrichtung Da nicht erreichen. Es ist deswegen möglich, einen direkten Kontakt zwischen der ersten Hauptkörperendfläche 111 des Übergangsteils 21, auf der die wärmebeständige Beschichtung 130 ausgebildet ist, und der seitlichen Endfläche 461 der benachbarten ersten Leitschaufel 41a, auf welcher die wärmebeständige Beschichtung 130 ausgebildet ist, zu verhindern. Dementsprechend kann eine Beschädigung/Zerstörung der wärmebeständigen Beschichtungen 130 verhindert werden.

[0093] Das erste Element in der Dichtungsstruktur 100 ist das Übergangsteil 21 der Brennkammer 20. Das zweite Element ist die erste Leitschaufel 21a

benachbart zur Stromabwärtsseite des Übergangsteils 21 in der Rotorachsenrichtung Da. Das dritte Element ist das Dichtelement 7, welches zwischen dem Übergangsteil 21 und der ersten Leitschaukel 41a angeordnet ist. Deswegen kann die Dichtungsstruktur 100, welche die wärmebeständige Beschichtung 130 in der Nähe der Auslassöffnung des Übergangsteils 21 schützen kann, einfach angewendet werden.

[0094] Der den Zwischenraum bildende Abschnitt 75, welcher von der Endfläche 71a des Dichtelements 7 zur Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da hin vorspringt, wird vorgesehen. Deswegen können, sogar wenn die Endfläche 71a und die seitliche Endfläche 461 des inneren Schutzkragens 45 sich aneinander annähern, die Öffnungen 80a vor einer Blockade geschützt werden.

[0095] Insbesondere springt der den Zwischenraum bildende Abschnitt 75 in dieser Ausführungsform weiter in Richtung der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da vor als die Endfläche 71a, in der die Öffnungen 80a gebildet sind. Deswegen gelangen, sogar wenn die Lücke zwischen der Endfläche 71a des ersten Vorsprungs 71 und der Seitenendfläche 461 des inneren Schutzkragens 45 vermindert ist, die dritte Dichtoberfläche 75a, welche in der Endfläche des den Zwischenraum bildenden Abschnitts 75, angeordnet in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromabwärtsseite, in Kontakt mit dem zweiten Kontaktteil 142, welches in der seitlichen Endfläche 461 ausgebildet ist, bevor die Öffnungen 80a blockiert sind. Deswegen kann auf der Stromabwärtsseite der Öffnungen 80a in der Rotorachsenrichtung Da ein Raum stabil sichergestellt werden. Es ist deswegen möglich, stabil und kontinuierlich die benötigte Kühlluft aus den Öffnungen 80a entweichen zu lassen, sogar wenn die Lücke zwischen der Endfläche 71a und der seitlichen Endfläche 461 reduziert ist.

[0096] Dementsprechend können die Öffnungen 80a vor einer Blockade geschützt werden. Deswegen kann die verdichtete Luft A als Kühlluft stabil durch den Axialkanal 801 und dem Radialkanal 802 strömen. Im Ergebnis wird das Dichtelement 7 stabil gekühlt.

[0097] Die Öffnungen 80a, die in der Endfläche 71a vorgesehen sind, sind in einem bestimmten Bereich, der sich in der Umfangsrichtung Dc erstreckt, an Positionen, umfassend die Position, die relativ zur Position in der Umfangsrichtung Dc an der die Vorderkante 421 des Leitschaukelhauptkörpers 42 geformt ist, auf der Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da ausgebildet und korrespondieren zu dieser Position. Deswegen ist es möglich, potentiell und effektiv die Umgebung der Vorderkante 421, die dazu neigt, eine hohe Temperatur zu errei-

chen, weil das Verbrennungsgas G, das von dem Übergangsteil 21 in den Verbrennungsgasströmungskanal Pg strömt, auf die Vorderkante 421 trifft, zu kühlen.

[0098] Insbesondere trifft das Verbrennungsgas G auf die Vorderkante 421 auf. Im Ergebnis ist es für einen Teil des Verbrennungsgases G wahrscheinlicher, in den Hohlraum C durch die Lücke zwischen dem hinteren Ende 211 des Übergangsteils 21 und der Endfläche 71a des inneren Schutzkragens 45 zu strömen, in einem Teil, der auf der Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 in der Rotorachsenrichtung Da liegt, als zum anderen Teil, der in der Umfangsrichtung Dc angeordnet ist. Deswegen erreichen der Hauptkörper 70 und der erste Vorsprung 71 wegen des eingefangenen Verbrennungsgases G höhere Temperaturen an dem Teil, der auf der Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet ist.

[0099] Aus diesem Grund ist eine Vielzahl von Kühlkanälen 80 in der Umfangsrichtung Dc in dem ersten Vorsprung 71 angeordnet, welcher ein bestimmter Bereich in der Umfangsrichtung Dc ist, an Positionen umfassend die Position entsprechend der Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 in der Rotorachsenrichtung Da, und die Öffnungen 80a sind an den Enden der Kühlkanäle 80 auf der Stromabwärtsseite in der Axialrichtung vorgesehen. Dies macht es möglich, effektiv kühle Luft zu dem Teil des Hauptkörpers 70 und des ersten Vorsprungs 71 zu leiten, welcher höhere Temperaturen erreicht, und hierdurch das Dichtelement 7 in der Umfangsrichtung Dc zu kühlen. Im Ergebnis kann die Strömungsrate von Kühlluft, welche durch die Kühlkanäle 80 geleitet wird, um den Hauptkörper 70 und den ersten Vorsprung 71 des Dichtelements 7 zu kühlen, reduziert werden. Dementsprechend kann die Strömungsrate der verdichteten Luft A, welche als Kühlluft benutzt wird, reduziert werden, sodass eine Leistungseinbuße der Gasturbine 1 begrenzt werden kann.

[0100] Das Kontaktteil 140 der Ausführungsform ist nicht auf die Form, in der das Kontaktteil 140 benachbart zu den Öffnungen 80a in der Umfangsrichtung Dc, wie im Ausführungsbeispiel, begrenzt. Das Kontaktteil 140 der Ausführungsform soll wenigstens in der Lage sein, einen Raum zwischen der Endfläche 71a, wo die Öffnungen 80a vorgesehen sind und der seitlichen Endfläche 461 des inneren Schutzkragens 45 zu lassen, um so die Öffnungen 80a nicht zu blockieren. Beispielsweise kann das Kontaktteil 140 der Ausführungsform in der Radialrichtung Dr benachbart zu den Öffnungen 80a ausgebildet sein oder kann in dem zweiten Vorsprung 72 oder dem Hauptkörper 70 ausgebildet sein.

[0101] Die Öffnungen 80a, die in dem Dichtelement 7 der Ausführungsform vorgesehen sind, sind nicht

auf die Form, in der die Öffnungen 80a auf der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung Da der Vorderkante 421 des Leitschaufelhauptkörpers 42 ausgebildet sind, wie in der Ausführungsform, beschränkt. Die Öffnungen 80a sollen wenigstens in einer Ordnung in der Umfangsrichtung Dc angeordnet sein. Beispielsweise können die Öffnungen 80a in der Umfangsrichtung Dc in gleichen Abständen ausgebildet sein oder in Bereichen anders als die Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 in der Rotorachsenrichtung Da ausgebildet sein.

[0102] In der Ausführungsform haben die Öffnungen 80a, die in einer Ordnung in der Umfangsrichtung Dc angeordnet sind, die gleiche Raumform aber die Öffnungen 80a sind nicht auf dieses Beispiel begrenzt. Die Öffnungen 80a können eine beliebige Raumform betreffend die Position in der Umfangsrichtung Dc haben. Beispielsweise können die Öffnungen, welche in der Rotorachsenrichtung Da auf der Stromaufwärtsseite der Vorderkante 421 ausgebildet sind eine größere Größe besitzen, wohingegen die Öffnungen 80a, die an Stellen anders als der Stromaufwärtsseite der Vorderkanten 421 in der Rotorachsenrichtung Da angeordnet sind, können eine geringere Größe aufweisen.

[0103] In der Ausführungsform können die Kanäle 80 in dem Übergangsteil 21 oder der ersten Leitschaufel 41a ausgebildet sein. Beispielsweise können die Kühlkanäle 80 ausgebildet sein, welche die Öffnungen 80a in der ersten Hauptkörperendfläche 111, welche die erste Endfläche 101 der Ausführungsform ist, haben oder Kühlkanäle 80 ausgebildet sein, welche die Öffnungen 80a in der Seitenendfläche 461, welche die zweite Endfläche 102 ist, haben.

[0104] Das Kontaktteil 140 ist nicht auf die Form des Kontaktteils in der Ausführungsform begrenzt. Das Kontaktteil 140 soll wenigstens in der Lage sein, die Relativbewegung des ersten Elements und des zweiten Elements aufeinander zu durch in Kontakt gelangen mit einer der ersten Endfläche 101 und der zweiten Endfläche 102 auf der Außenseite der wärmebeständigen Beschichtungen 130 zu begrenzen.

[0105] Gemäß der Dichtungsstruktur 100, wie sie oben beschrieben wurde, gelangt das Kontaktteil 140 mit dem Bereich der ersten Endfläche 101, an dem die wärmebeständige Beschichtung 130 nicht ausgebildet ist in Kontakt, bevor die erste Endfläche 101 und die zweite Endfläche 102 miteinander in Kontakt gelangen. Deswegen ist es möglich, einen Kontakt zwischen der ersten Endfläche 101 des ersten Elements, auf dem die wärmebeständige Beschichtung 130 ausgebildet ist und der zweiten Endfläche 102 des zweiten Elements benachbart zum ersten Element, auf dem die wärmebeständige Beschichtung 130 ausgebildet ist, zu verhindern.

Bezugszeichenliste

1	Gasturbine
A	verdichtete Luft
10	Verdichter
20	Brennkammer
Ac	Achslinie
21	Übergangsteil (erstes Element)
21a	innere Umfangsoberfläche
210	Auslass-Flansch
210a	Flansch-Übergangsabschnitt
211	hinteres Ende
22	Brennstoffzuführeinheit
22a	Brenner- bzw. Brennkammerkorb
30	Turbine
Da	Rotorachsenrichtung
Dc	Umfangsrichtung
Dr	Radialrichtung
31	Gehäuse
Ar	Rotorachse
33	Turbinenrotor
34	Rotorhauptkörper
35	Laufschaukelreihe
36	Laufschaukel
37	Laufschaukelhauptkörper
38	Plattform
39	Laufschaukelfuß
40	Leitschaukelreihe
41	Leitschaukel
42	Leitschaukelhauptkörper
43	äußerer Schutzkragen
45	innerer Schutzkragen
40a	erste Leitschaukelreihe
41a	erste Leitschaukel (zweites Element)
421	Vorderkante
44	Schutzkragenhauptkörper
441	Gaspfadoberfläche
46	Seitenwand
461	seitliche Endfläche
424	Vorsprung
50	Laufschaukelring

52	Hitzeschildring
60	Ringelement
G	Verbrennungsgas
Pg	Verbrennungsgasströmungskanal
100	Dichtungsstruktur
101	erste Endfläche
111	erste Endfläche des Hauptkörpers
121	erste Endfläche des Flansches
102	zweite Endfläche
112	zweite Vorsprungsendfläche
7	Dichtelement (drittes Element)
C	Hohlraum
70	Hauptkörperteil
70a	zweite Dichtoberfläche
71	erster Vorsprung
71a	Endfläche (3. Endfläche)
72	zweiter Vorsprung
721	Kontaktdichtelement
721a	erste Dichtoberfläche
73	3. Überstand
74	4. Überstand
75	Lücke bildender Abstand
75a	3. Dichtoberfläche (4. Endfläche)
80	Kühlkanal
801	Axialkanal
802	Radialkanal
80a	Öffnung
80b	Einlaufkanal
81	1. Eingriffsteil
82	2. Eingriffsteil
130	hitzebeständige Beschichtung
140	Kontaktteil
141	1. Kontaktteil
142	2. Kontaktteil

Patentansprüche

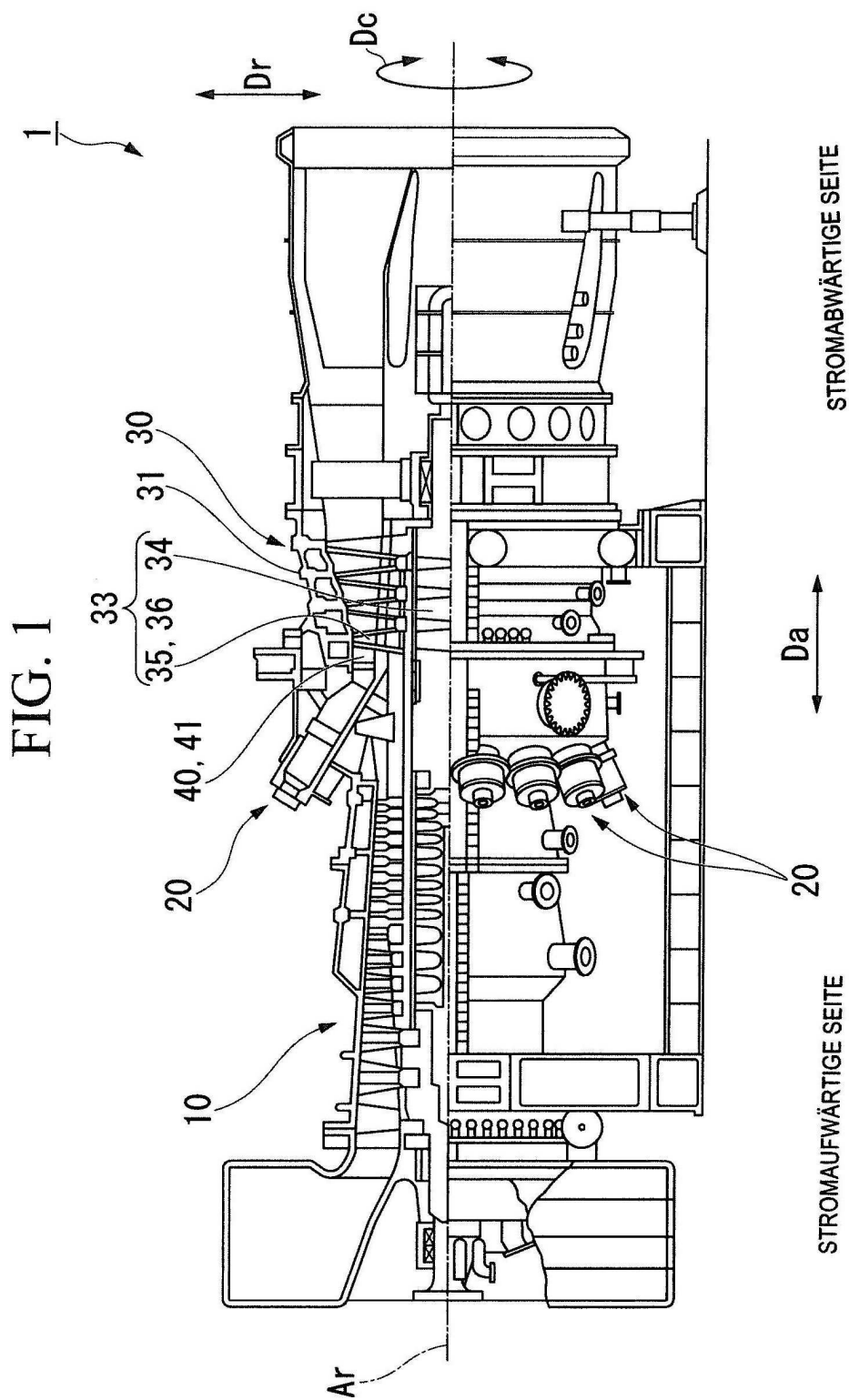
1. Eine Dichtungsstruktur (100) umfassend:
ein erstes Element (21), derart angeordnet, dass es
einem Verbrennungsgasströmungskanal (Pg), der
um eine Rotorachse (Ar) ausgebildet ist, zugewandt
ist,
ein zweites Element (41a), welches benachbart zum
ersten Element (21) angeordnet ist, um zum Ver-

brennungsgasströmungskanal (Pg) zu weisen,
ein drittes Element (7), welches auf einer Außen-
seite des Verbrennungsgasströmungskanals (Pg)
zwischen einer ersten Endfläche (101) des ersten
Elements (21) und einer zweiten Endfläche (102)
des zweiten Elements (41a) zugewandt der ersten
Endfläche (101) und im Eingriff mit dem ersten Ele-
ment (21) und dem zweiten Element (41a) angeord-
net ist,
eine wärmebeständige Beschichtung (130), ausge-
bildet auf wenigstens einer der ersten Endfläche
(101) und der zweiten Endfläche (102) an der Seite
auf der Fläche näher am Verbrennungsgasströ-
mungskanal (Pg), und
jeweils ein Kontaktteil (140,141,142), welches in der
ersten Endfläche (101) und der zweiten Endfläche
(102) angeordnet ist, weiter außerhalb des Verbren-
nungsgasströmungskanals (Pg) als die wärmebe-
ständige Beschichtung (130), und welches konfigu-
riert ist, um, wenn das erste Element (21) und das
zweite Element (41a) sich relativ zueinander bewe-
gen, die relative Bewegung durch direktes in Kon-
takt gelangen mit dem ersten Element (21) und
dem zweiten Element (41a) oder indirektes in Kon-
takt gelangen mit dem ersten Element (21) und dem
zweiten Element (41a) über das dritte Element (7),
in einem Zustand, wo eine Lücke oder ein Zwi-
schenraum zwischen der wärmebeständigen
Beschichtung (130) und wenigstens einer der ersten
Endfläche (101) und der zweiten Endfläche (102),
die der wärmebeständigen Beschichtung (130)
zugewandt sind, gelassen ist, zu begrenzen,
wobei das erste Element (21) ein Übergangsteil (21)
einer Brennkammer (20) ist,
wobei das zweite Element (41a) eine erste Leit-
schaufel (41a) ist, welche auf der Stromabwärtsseite
in einer Rotorachsenrichtung (Da) relativ zu der
Brennkammer (20) angeordnet ist, und
wobei das dritte Element (7) ein Dichtelement (7) ist,
welches auf der Außenseite des Verbrennungs-
gasströmungskanals (Pg) angeordnet ist, und
wobei das Dichtelement (7) umfasst:
Kühlkanäle (80), ausgebildet in einer bestimmten
Region, die sich in einer Umfangsrichtung (Dc) um
die Rotorachse (Ar) an Positionen erstreckt, ein-
schließlich einer Position auf der Stromaufwärtsseite
in der Rotorachsenrichtung (Da) relativ zu einer Vor-
derkante (421) der ersten Leitschaufel (41a), die der
Stromaufwärtsseite in der Rotorachsenrichtung (Da)
zugewandt ist, und
einen ersten Vorsprung (71), der von einem Ende
eines Hauptkörperteils (70) des Dichtelements (7)
in der Rotorachsenrichtung (Da) zu der Stromab-
wärtsseite vorspringt,
wobei der erste Vorsprung (71) eine dritte Endfläche
(71a) hat, welche der Stromabwärtsseite in der
Rotorachsenrichtung (Da) und einer seitlichen End-
fläche (461) der ersten Leitschaufel (41a) zuge-
wandt ist und eine Vielzahl von Öffnungen (80a)
hat, die in der Umfangsrichtung (Dc) so vorgesehen

sind, dass von den Öffnungen (80a) Kühlluft (A), die durch die Kühlkanäle (80) strömt, abgegeben werden kann, wobei der erste Vorsprung (71) des Dichtelements (7) einen Zwischenraum-bildenden Abschnitt (75) umfasst, welcher von der dritten Endfläche (71a) zur Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung (Da) hin vorspringt und welcher eine vierte Endfläche (75a) besitzt, welche der Stromabwärtsseite in der Rotorachsenrichtung (Da) zugewandt ist, und wobei die vierte Endfläche (75a) derart angeordnet ist, dass sie dem Kontaktteil (140,142) der zweiten Endfläche (102) der ersten Leitschaufel (41a), die in der Rotorachsenrichtung (Da) der Stromaufwärtsseite zugewandt ist, zugewandt ist, so dass, wenn die dritte Endfläche (71a) und die seitliche Endfläche (461) der ersten Leitschaufel (41a) sich annähern und die vierte Endfläche (75a) und die seitliche Endfläche (461) miteinander in Kontakt gelangen, die dritte Endfläche (71a) und die seitliche Endfläche (461) nicht miteinander in Kontakt kommen und ein Zwischenraum auf der Stromabwärtsseite der dritten Endfläche (71a) in der Rotorachsenrichtung (Da) gelassen ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



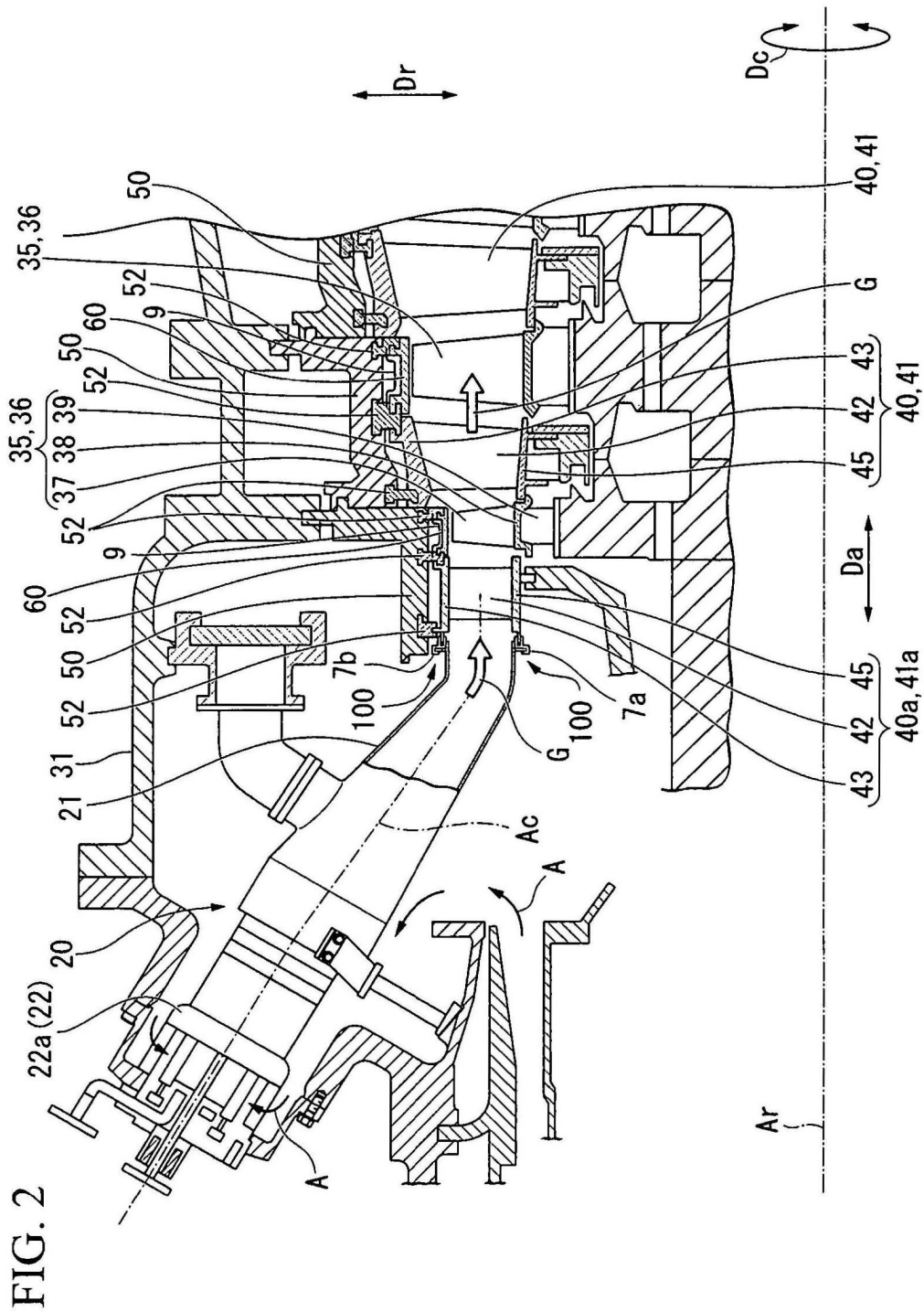


FIG. 3

A detailed cross-sectional diagram of a semiconductor device. The diagram shows several stacked layers and internal structures. At the top, there are two main horizontal sections labeled 21a and 21. Below these, various layers and regions are identified with numerical labels: 130, 211, 71, 121(101), 210a(210), 82, 141(140), 74, 81, 70a, 73, 80b, 802, 70, 112(102), 72, 721a, 72, 71a, 75, 80a, 801(80), 142(140), 75a, 46, 461(102), 421, 42(41a), 44, 441, 45(41a). A large arrow labeled 'G' points to the right at the top left. A double-headed arrow labeled 'Da' is positioned above the center. A vertical double-headed arrow labeled 'Dr' is on the right side. Dashed lines indicate specific interfaces or boundaries between different materials or layers.

FIG. 5

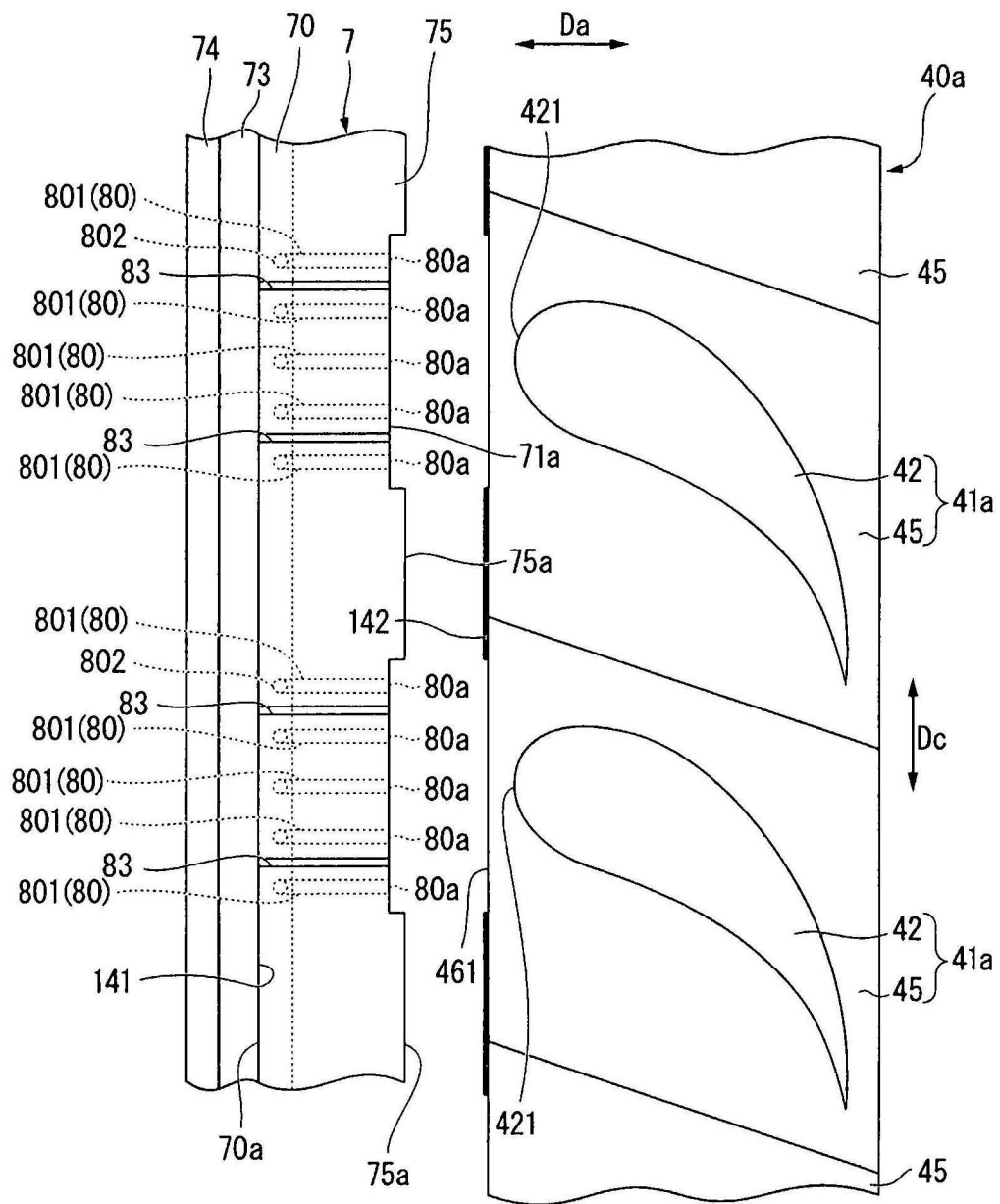


FIG. 6

