



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 23 744 T2 2005.04.28

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 890 710 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 23 744.7

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 112 312.8

(96) Europäischer Anmeldetag: 02.07.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 13.01.1999

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 12.05.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 28.04.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: F01D 5/08

F02C 7/16, F01D 5/18, F01D 11/00

(30) Unionspriorität:

18120597 07.07.1997 JP  
18653997 11.07.1997 JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Henkel, Feiler & Hänzel, 81675 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI

(72) Erfinder:

Uematsu, Kazuo, Arai-cho, Hyogo-ken, JP;  
Chikami, Rintaro, Arai-cho, Hyogo-ken, JP;  
Tomita, Yasuoki, Arai-cho, Hyogo-ken, JP;  
Fukuno, Hiroki, Arai-cho, Hyogo-ken, JP; Aoki,  
Sunao, Arai-cho, Hyogo-ken, JP; Sano, Toshiaki,  
Arai-cho, Hyogo-ken, JP; Hashimoto, Yukihiro,  
Arai-cho, Hyogo-ken, JP; Suenaga, Kiyoshi,  
Arai-cho, Hyogo-ken, JP; Hirokawa, Kazuharu,  
Arai-cho, Hyogo-ken, JP

(54) Bezeichnung: Anordnung von Gasturbinenlaufschaufeln mit einem Dampfkühlungssystem

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung mit einem Dampfkühlungssystem und insbesondere auf einen Aufbau derselben, der in der Lage ist, eine Minderung der Festigkeit bzw. Stärke des Schaufelfußabschnitts sowie ein Entweichen von Dampf zu verhindern.

**Beschreibung des Standes der Technik**

**[0002]** **Fig. 8** ist eine Schnittansicht des Inneren einer vorbekannten Gasturbine und zeigt Kühlluftströme in einem Laufschaufelabschnitt. In **Fig. 8** bezeichnet die Bezugsziffer **50** eine Leitschaufel, die Bezugsziffer **51** bezeichnet einen äußeren Deckring und die Bezugsziffer **52** bezeichnet einen inneren Deckring. Die Bezugsziffer **60** bezeichnet eine Laufschaufel, die an einem Schaufelfußabschnitt **62** einer Turbinenscheibe **61** befestigt ist und sich zwischen den Leitschaufeln **50** dreht.

**[0003]** Bei der so durch die Leitschaufel **50** und die Laufschaufel **60** aufgebauten vorbekannten Gasturbine wird die Laufschaufel **60** durch Luft gekühlt, die ein Teil der Rotorkühlluft ist. Das heißt, in den Schaufelfußabschnitt **62** ist ein Radialloch **65** gebohrt, und die Rotorkühlluft **100** wird in jede Scheibenausnehmung **64** eingeleitet, um in einen unteren Abschnitt einer Plattform **63** über das Radialloch **65** weitergeleitet zu werden, und wird dann der Laufschaufel **60** zugeführt.

**[0004]** **Fig. 9** ist eine Schnittansicht eines Laufschaufelabschnitts und eines Leitschaufelabschnitts einer Gasturbine der genannten Struktur. In **Fig. 9** bezeichnet die Bezugsziffer **50** eine Leitschaufel, die einen äußeren Deckring **51** und einen inneren Deckring **52** sowie eine Luftleitung **53** aufweist, die sich in einer Schaufelhöhenrichtung erstreckt und das Schaufelinnere durchläuft. Dichtungsluft **110** wird hierdurch von der Seite des äußeren Deckrings **51** in eine Ausnehmung **54** geleitet, so dass der Druck in der Ausnehmung **54** höher wird als in einem Verbrennungsgasdurchgang, und die Dichtungsluft **110** strömt ferner durch ein Loch **57** und wird teilweise von einem Durchgang **56** ausgetragen, so dass verhindert wird, dass ein Hochtemperaturgas in diese eindringt. Die Bezugsziffer **55** bezeichnet eine Labyrinthdichtung, die auch zum Abdichten des Hochtemperaturgases dient.

**[0005]** Was die Kühlluft für die Laufschaufel **60** betrifft, so wird die erwähnte Rotorkühlluft **100** in die Scheibenausnehmung **64** eingeleitet, um ferner in einen Schaftabschnitt **66** eines unteren Abschnitts der

Plattform **63** über ein Radialloch **65** eingeleitet zu werden, welches das Innere eines Rotorscheiben-Schaufelfußabschnitts **62** durchläuft, und wird dann einem Kühlluftdurchgang in der Laufschaufel **60** zugeführt. Ferner erfolgt anstelle der Verwendung eines Teils der Rotorkühlluft auch eine Kühlung durch Luft von einem Kompressor, die durch ein Kühlement gekühlt und in eine Scheibenausnehmung **64** eingeleitet wird.

**[0006]** Wie oben erwähnt wurde, besteht die herkömmliche Technik der Kühlung der Gasturbinenschaufeln in einer Luftkühlung, und insbesondere für die Laufschaufeln wird ein Teil der Rotorkühlluft eingeleitet, um zu deren Kühlung verwendet zu werden. In den vergangenen Jahren geht die Entwicklung dahin, ein Dampfkühlverfahren statt der Verwendung von Luft anzuwenden, wobei es, um eine Dampfkühlung des RotorSystems durchzuführen, unerlässlich ist, eine Struktur anzuwenden, bei der ein Entweichen von Dampf hinreichend verhindert wird und der Schaufelfußabschnitt, in dem Dampfdurchgänge vorgesehen sind, einer Wärmebelastung genügend widersteht.

**[0007]** Ferner kommt es im Fall einer Luftkühlung zu einem erheblichen Entweichen von Luft, wenn die Kühlluft von der Scheibe in die Laufschaufel eintritt, was einen Kühlluftverlust ergibt, während im Fall der Dampfkühlung der Laufschaufel kein solcher Verlust von Kühlluft auftritt, sondern wenn der Dampf entweicht, eine große Menge an Dampf auf der Heizkeselseite verlorengieht, was die Leistung stark beeinträchtigt.

**[0008]** Ferner kommt es in der Laufschaufel bei der Luftkühlungsmethode zu einer Belastungskonzentration an einem Durchgangslochabschnitt des Radiallochs zwischen dem Schaufelfußabschnitt und einem Schaufelbasisabschnitt, so dass diese durch Wärmebelastung beeinträchtigt werden; folglich ist es zur Anwendung einer Dampfkühlung nötig, einen Aufbau in Betracht zu ziehen, der die Belastungskonzentration vermeidet.

**[0009]** US-A-5 318 404 offenbart eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung mit einer Laufschaufel mit einem Dampfkühlungssystem. Dieser Stand der Technik offenbart im einzelnen eine Dampfübertragungsanordnung, die Schwabenschwanzverbindungen zwischen einer Turbinenschaufel und einem Rotorrad aufweist, wobei ein Dampzführerdurchgang im Rotorrad mit einem Dampfrückführerdurchgang in der Turbinenschaufel ausgerichtet ist, und ein Dampfrückführerdurchgang in der Turbinenschaufel mit einem Dampfrückführerdurchgang in dem Rad ausgerichtet ist. Der Turbinenschaufel-Schwabenschwanz und der Radschlitz erstrecken sich in sowohl vorwärts als auch rückwärts axial nach außen gewandten Richtungen. In diesen Radialerstreckungen sind

radial gebohrte Löcher vorgesehen, die mit axial verlaufenden Verteilerkammern bzw. Pleni innerhalb der Laufschaufel in Verbindung stehen. Übertragungshülsen sind jeweils im Presssitz in die Radiallöcher eingesetzt und stellen die Verbindung zwischen dem Radialloch und dem Plenum bzw. der Verteilerkammer auf jeder axialen Seite des Schaufelfußes her.

#### ABRISS DER ERFINDUNG

**[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung mit einer Laufschaufel bereitzustellen, die in einen Schaufelfußabschnitt über eine Platte am Dampfkühlsystem eingesetzt ist, welche in der Lage ist, ein Entweichen von Dampf aus den Dampfzuführdurchgängen zwischen einem Schaufelfußabschnitt und einer Scheibe weitgehend zu reduzieren sowie eine Minderung der Festigkeit von Endabschnitten des Schaufelfußabschnitts infolge von Wärmeverlust zu verhindern.

**[0011]** Ferner besteht ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung darin, zusätzlich zu dem oben erwähnten System eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung bereitzustellen, die in der Lage ist, eine Wartungsarbeit bei der Inspektion, eine Reparatur und dgl. von Durchgängen, durch die Dampf vom Schaufelfußabschnitt zur Laufschaufel geleitet wird, zu erleichtern, so dass eine Lösung der ersten Aufgabe gewährleistet werden kann.

**[0012]** Ferner besteht ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung darin, eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung zusätzlich zu dem oben genannten System bereitzustellen, die in der Lage ist, ein Entweichen von Dampf sicher zu verhindern, so dass eine Lösung der ersten Aufgabe erleichtert werden kann.

**[0013]** Ein vierter Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht ferner darin, eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung bereitzustellen, die in der Lage ist, eine Dichtungsfunktion an einem Verbindungsabschnitt zwischen einem Dampfdurchgang auf der Turbinenscheibenseite und demjenigen auf der Schaufelseite so zu verbessern, dass die Umsetzbarkeit in die Praxis des Dampfkühlverfahrens gewährleistet und weiter vorangetrieben werden kann.

**[0014]** Um die Aufgaben und Aspekte zu erfüllen, stellt die vorliegende Erfindung eine Gasturbinen-Laufschaufelanordnung bereit, wie sie in Anspruch 1 definiert ist.

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Erfindung tritt Kühl-dampf aus der Laufschaufel in den Dampfdurchgang von dem Dampfzuführdurchgang auf der Scheiben-seite über die Dampfzuführöffnung ein, um das Schaufellinnere von dem Dampfdurchgang her zu

durchlaufen, während er die Schaufel kühlt, und kehrt dann zu der Dampfzuführöffnung des Dampfdurchgangs zurück, um den Dampfzuführdurchgang auf der Schaufelseite zu durchlaufen, um zurückgewonnen zu werden. Folglich nimmt der Dampf, während er die Schaufel kühlt, Wärme ohne Entweichen von Dampf auf, der auf eine hohe Temperatur erwärmt wird, und wird zur wirksamen Nutzung zurückgewonnen. Somit wird im Unterschied zum Stand der Technik, bei der Luft für die Kühlung verwendet wird, und die auf eine hohe Temperatur erwärmte Luft ausgetragen wird, ein starker Wärmeverlust eliminiert.

**[0016]** Ferner wird gemäß der vorliegenden Erfindung jeder Vorsprungsabschnitt ohne kleinen Eckabschnitt vorgesehen, und die Dampfzuführöffnung und die Dampfzuführöffnung des Dampfdurchgangs sind in jedem Vorsprungsabschnitt vorgesehen, womit eine Belastungskonzentration infolge von Hitze am Schaufelfußabschnitt und dessen Endabschnitten eliminiert wird und eine Minderung der Festigkeit an diesen Abschnitten verhindert werden kann.

**[0017]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird jeweils eine abnehmbare Verbindungsleitung vorgesehen, womit eine Inspektion, Reparatur und ein Austausch der Dampfdurchgänge erleichtert wird und die Zuverlässigkeit des Dampfkühlsystems der Laufschaufel verbessert wird.

**[0018]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird jeweils eine Dichtungsplatte zum Abdichten jeder Seitenfläche und dazwischen bei jedem Vorsprungsabschnitt von aneinandergrenzenden Laufschaufeln vorgesehen, womit ein Entweichen von Dampf sicher verhindert werden kann, so dass ein Dampfverlust sowie ein ungünstiger Einfluß auf die Gasdurchgänge infolge eines Entweichens von Dampf reduziert wird.

**[0019]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird durch Verwendung des an der Turbinen-Drehzentrumsseite des Dichtungspunkts der rohrartigen Verbindung vorgesehenen O-Rings, der sich an einer Stelle befindet, an der es infolge von Vibratoren zu einem Verschleiß kommen kann, selbst wenn der Verschleiß des Dichtungspunkts zunimmt, die Abdichtung gut aufrechterhalten, so dass eine Verschlechterung der Abdichtfähigkeit verhindert wird. Ferner wird durch Verwendung der an der Turbinen-Drehzentrumsseite des O-Rings anliegenden Hülse ein Dichtungsflächendruck des O-Rings durch Wirkung von Zentrifugalkraft verbessert, und die Abdichtfähigkeit wird weiter stabilisiert und verstärkt. Folglich wird die Abdichtung an den Abschnitten von der Scheibe zu der Laufschaufel der Gasturbine sicher erhalten, um eine hohe Dichtfähigkeit zu erreichen, und das Dampfkühlsystem hat in seiner Anwendung einen großen Fortschritt gemacht.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Es zeigen:

[0021] **Fig.** 1 eine Schnittansicht eines Schaufelfußabschnitts, der auf ein Gasturbinen-Laufschaukel-Dampfkühlsystem einer ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung angewandt ist,

[0022] **Fig.** 2 eine Schnittansicht längs der Linie A-A von **Fig.** 1,

[0023] **Fig.** 3 eine Schnittansicht eines Schaufelfußabschnitts, der auf ein Gasturbinen-Laufschaukel-Dampfkühlsystem einer zweiten Ausführungsform gemäß der Erfindung angewandt ist,

[0024] **Fig.** 4 eine vergrößerte detaillierte Ansicht von Abschnitt B von **Fig.** 3 zur Darstellung eines Zustands der Anbringung einer rohrartigen Verbindung,

[0025] **Fig.** 5(a) bis (d) Prozeduren zur Anbringung der rohrartigen Verbindung von **Fig.** 4,

[0026] **Fig.** 6 eine Schnittansicht zur Darstellung eines weiteren Beispiels der rohrartigen Verbindung von **Fig.** 4,

[0027] **Fig.** 7 eine Schnittansicht eines Hauptteils eines Schaufelfußabschnitts, der auf ein Gasturbinen-Laufschaukel-Dampfkühlsystem einer dritten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt ist,

[0028] **Fig.** 8 eine Schnittansicht eines Inneren einer vorbekannten Gasturbine durch Darstellung von Kühlluftströmungen in einem Laufschaukelabschnitt und

[0029] **Fig.** 9 eine Schnittansicht eines Laufschaukelabschnitts und eines Leitschaufelabschnitts der vorbekannten Gasturbine.

## BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0030] Nachstehend wird eine konkrete Beschreibung zu Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren gegeben. **Fig.** 1 ist eine Schnittansicht eines Schaufelfußabschnitts, der auf ein Gasturbinen-Laufschaukel-Dampfkühlsystem einer ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt ist, und **Fig.** 2 ist eine Schnittansicht längs einer Linie A-A von **Fig.** 1.

[0031] In **Fig.** 1 bezeichnet die Bezugsziffer 1 eine Laufschaukel, die Bezugsziffer 2 bezeichnet eine Plattform, die Bezugsziffer 3 bezeichnet einen Schaufelfußabschnitt und die Bezugsziffer 4a, 4b be-

zeichnet einen Vorsprungsabschnitt an jedem Ende entlang einer Turbinenaxialrichtung des Schaufelfußabschnitts 3 von aneinander grenzenden Laufschaukeln. Die Bezugsziffer 5 bezeichnet einen Dampfdurchgang, der sich zwischen den Vorsprungsabschnitten 4a und 4b erstreckt und mit einem nicht gezeigten Dampfdurchgang in Verbindung steht, der zum Schaufelinnern von einem unteren Abschnitt der Laufschaukel 1 führt. Der Dampfdurchgang 5 ist an seinem Ende auf der Seite eines Vorsprungsabschnitts 4a mit einer nach unten gerichteten Dampzfzuführöffnung 5a versehen, und an seinem Ende auf der Seite des Vorsprungsabschnitts 4b mit einer nach unten gerichteten Dampfrückführöffnung 5b. Die Dampzfzuführöffnung 5a und die Dampfrückführöffnung 5b können hierbei umgekehrt angeordnet sein, indem sie gegeneinander ausgetauscht werden. Ferner bezeichnen die Bezugsziffern 6, 7 und 8 Dichtungsplatten zum Abdichten jedes Schaufelfußabschnitts 3 und des Zwischenraums von aneinander grenzenden Laufschaukeln.

[0032] Wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, ist eine Einheit 10 des Dampfdurchgangs 5 zwischen benachbarte Schaufelfußabschnitte 3 so eingesetzt, dass sie in engen Kontakt mit gekrümmten Oberflächen der Schaufelfußabschnitte 3 kommt, und ist in ihrem Inneren mit einem Loch 11 versehen, durch das Dampf passiert. Ferner stellt die Dampzfzuführöffnung 5a eine Verbindung zum Dampzfzuführdurchgang 20 her, der in einem Scheibenabschnitt vorgesehen ist, und die Dampfrückführöffnung 5b stellt eine Verbindung zu einem Dampfrückführdurchgang 21 her, der ebenfalls in dem Scheibenabschnitt vorgesehen ist.

[0033] Bei der oben erwähnten ersten Ausführungsform wird Kühldampf von dem Dampzfzuführdurchgang 20 im Scheibenabschnitt zugeführt, um durch die Dampzfzuführöffnung 5a und den Dampfdurchgang 5 in den Vorsprungsabschnitt 4a zu strömen, und tritt in den unteren Abschnitt der Laufschaukel 1 ein, um durch einen nicht gezeigten Dampfdurchgang in der Schaufel zu passieren, während er die Schaufel kühlt, und kehrt dann zu dem Dampfdurchgang 5 im Vorsprungsabschnitt 4b zurück, um über die Dampfrückführöffnung 5b und den Dampfrückführdurchgang 21 im Scheibenabschnitt zurückgewonnen zu werden.

[0034] Gemäß der oben erwähnten ersten Ausführungsform steht der Dampfdurchgang 5 jeweils mit dem Dampzfzuführdurchgang 20 und dem Dampfrückführdurchgang 21 in Verbindung, die beide im Scheibenabschnitt vorgesehen sind, und ferner sind die Dampzfzuführseite und die Dampfrückführseite zwischen benachbarten Schaufelfußabschnitten jeweils durch Dichtungsplatten 8, 8 abgedichtet, womit ein Entweichen von Dampf verhindert wird und ein Verlust an Dampfmenge reduziert wird.

**[0035]** Ferner wird ein Aufbau der Art angewandt, dass im Vergleich zum Stand der Technik jeder Endabschnitt entlang der Turbinenaxialrichtung des Schaufelfußabschnitts 3 so vorsteht, dass er den Vorsprungsabschnitt 4a, 4b bildet, bei dem Eckabschnitte abgerundet sind, und die Dampfzuführöffnung 5a sowie die Dampfrückführöffnung 5b des Dampfdurchgangs 5 sind nach unten zu dem Dampfdurchgang 5 in den Vorsprungsabschnitten 4a und 4b vorgesehen, womit ein durch Belastungskonzentration infolge von Wärme an diesen Abschnitten gegebener ungünstiger Einfluß abgemildert werden kann.

**[0036]** **Fig.** 3 ist eine Schnittansicht eines Schaufelfußabschnitts, der auf ein Gasturbinen-Laufschaukel-Dampfkühlsystem einer zweiten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt ist. In **Fig.** 3 bezeichnen die Bezugsziffern 1 bis 6, 8, 20 und 21 jeweils die gleichen Teile wie bei der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführungsform, und deren Beschreibung wegfällt, wobei die zweite Ausführungsform ihr Merkmal in einer rohrartigen Verbindung 30 hat, die nachstehend beschrieben wird.

**[0037]** In **Fig.** 3 steht im Vergleich zum Stand der Technik jeder Endabschnitt entlang einer Turbinenaxialrichtung eines Schaufelfußabschnitts 3 so vor, dass er einen Vorsprungsabschnitt 4a, 4b bildet, und jeder Endabschnitt eines Dampfdurchgangs 5 erstreckt sich jeweils nach unten in die Vorsprungsabschnitte 4a und 4b. An Endabschnitten des Dampfdurchgangs 5 und eines Dampfzuführdurchgangs 20 in einem Scheibenabschnitt sowie an Endabschnitten des Dampfdurchgangs 5 und eines Dampfrückführdurchgangs 21 in dem Scheibenabschnitt sind jeweils Montageabschnitte 33, 34 vorgesehen, an denen die Endabschnitte des Dampfdurchgangs 5 und die Endabschnitte des Dampfzuführdurchgangs 20 sowie des Dampfrückführdurchgangs 21 so ausgearbeitet sind, dass eine rohrartige Verbindung 30 darin eingesetzt werden kann.

**[0038]** **Fig.** 4 ist eine vergrößerte detaillierte Ansicht des Abschnitts B der **Fig.** 3 zur Darstellung eines Stadiums der Anbringung der rohrartigen Verbindung 30, und die **Fig.** 5(a) bis (d) zeigen Montagevorgänge. Der Montageabschnitt 33 auf der Schaufelseite der rohrartigen Verbindung 30 ist in runder Form gefertigt, um gut montiert werden zu können, und der Montageabschnitt 34 auf der Schaufelseite desselben ist in einer regelmäßigen zylindrischen Form gefertigt, um gut gleiten zu können. Ein flanschartiger Vorsprungsabschnitt 31 ist an der Oberseite der röhrlängigen Verbindung 30 ausgebildet. Die Bezugsziffer 32 bezeichnet ein Befestigungsteil zum endgültigen Befestigen der rohrartigen Verbindung 30.

**[0039]** Im folgenden werden Montagevorgänge der rohrartigen Verbindung 30 beschrieben. Wie in **Fig.** 5(a) gezeigt ist, wird die rohrartige Verbindung

30 zunächst in den scheibenseitigen Montageabschnitt 34 eingesetzt, und anschließend wird gemäß **Fig.** 5(b) die Schaufel von der rechten Seite in der Figur eingesetzt, um zu einer vorbestimmten Position über dem Scheibenabschnitt zu gelangen. Nachdem die Schaufel auf diese Weise am Scheibenabschnitt angebracht wurde, wird gemäß **Fig.** 5(c) die rohrartige Verbindung 30 zu dem schaufelseitigen Montageabschnitt 34 hin angehoben, um darin eingesetzt zu werden. Dann wird das Befestigungsteil 32 von Hufeisenform zwischen den Vorsprungsabschnitt 31 der rohrartigen Verbindung 30 und die Scheibe für eine sichere Befestigung eingesetzt. Auch wenn das Befestigungsteil 32 nicht verwendet wird, wird die rohrartige Verbindung 30 durch Wirkung der Zentralkraft infolge der Drehung hinreichend zu dem schaufelseitigen Montageabschnitt 33 bewegt, und es kann eine sichere Montage erfolgen. Es ist anzumerken, dass das Demontieren der rohrartigen Verbindung 30 einfach durch umgekehrte Vorgänge zu den oben erwähnten vorgenommen werden kann.

**[0040]** **Fig.** 6 ist eine Schnittansicht zur Darstellung eines weiteren Beispiels der rohrartigen Verbindung 30 der zweiten Ausführungsform, die im Grunde die gleiche ist wie die in **Fig.** 3 und 4 gezeigte, außer dass die rohrartige Verbindung 30 des vorliegenden Beispiels einen flanschartigen Vorsprungsabschnitt 31 jeweils an seinem oberen Abschnitt und unteren Abschnitt aufweist, wobei der Vorsprungsabschnitt 31 in einem schaufelseitigen Montageabschnitt 33 und in einem scheibenseitigen Montageabschnitt 34 verschiebbar ist, wobei die rohrartige Verbindung 30 durch Wirkung der Zentralkraft nach oben gleitet, um zu bewirken, dass ein schaufelseitiger Dampfdurchgang und ein scheibenseitiger Dampfdurchgang miteinander in Verbindung treten. Es ist anzumerken, dass die Form der rohrartigen Verbindung nicht auf die in den Figuren gezeigten beschränkt ist, sondern natürlich mit modifizierten Formen je nach Fall eingesetzt werden kann.

**[0041]** Ferner wird bei der zweiten Ausführungsform nach obigem Aufbau Kühldampf von dem Kühldampfdurchgang 20 zugeführt, um durch den Dampfdurchgang 5 im Vorsprungsabschnitt 4a zu strömen, und wird nach Kühlung des Schaufellinnen durch den Dampfrückführdurchgang 21 im Vorsprungsabschnitt 4b zurückgewonnen. Folglich kann die gleiche Wirkung wie bei der ersten Ausführungsform erzielt werden. Ferner wird durch Verwendung der rohrartigen Verbindung 30, die demontierbar ist, eine Inspektion der Durchgänge des Dampfkühlsystems erleichtert.

**[0042]** **Fig.** 7 ist eine Schnittansicht eines Hauptteils eines Schaufelfußabschnitts, der auf ein Gasturbinen-Laufschaukel-Dampfkühlsystem einer dritten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt ist. In **Fig.** 7 sind gleiche Teile wie die in den genannten Ausführungsformen gezeigten mit

den gleichen Bezugsziffern versehen, und eine wiederholte Beschreibung fällt weitgehend weg.

**[0043]** Eine rohrartige Verbindung **30** stellt eine Verbindung eines Dampfdurchgangs **5** eines Schaufelfußabschnitts **3** der Turbinenschaufel und eines Dampfzuführdurchgangs **20** eines Scheibenabschnitts her und bildet an seinem unteren Abschnitt, der mit dem Scheibenabschnitt verbunden ist, einen Dichtungspunkt **43** auf der Scheibenseite, von dem ein Zentralabschnitt eine kugelförmige Oberfläche eines geringen Krümmungsradius aufweist und an dem Schaufelfußabschnitt anliegt, und es sind ein O-Ring **40** an einer Turbinen-Drehzentrumsseite des scheibenseitigen Dichtungspunkts **43** sowie eine O-Ring-Lagerbüchse **41** vorgesehen, die an dem O-Ring an einer weiteren Turbinen-Drehzentrumsseite desselben anliegt.

**[0044]** Ferner ist an einem oberen, mit dem Schaufelfußabschnitt **3** verbindenden Abschnitt der rohrartigen Verbindung **30** ein schaufelseitiger Dichtungspunkt **42** mit einer kugelförmigen Oberfläche eines großen Krümmungsradius ausgebildet, der am Schaufelfußabschnitt **3** anliegt. Die rohrartige Verbindung **30** ist auf diese Weise aufgebaut.

**[0045]** Bei der vorliegenden Ausführungsform nach obigem Aufbau sind der schaufelseitige Dichtungspunkt **42** der rohrartigen Verbindung **30**, der die kugelförmige Oberfläche großen Krümmungsradius aufweist, um an den Schaufelfußabschnitt **3** so anzuliegen, dass er in der Lage ist, einen Dichtungsflächendruck infolge der Zentrifugalkraft aufrechtzuhalten, sowie der scheibenseitige Dichtungspunkt **43** der rohrartigen Verbindung **30**, der nicht den Dichtungsflächendruck infolge der Zentrifugalkraft aufnehmen kann, sondern Dichtfähigkeit erzielen kann, indem ein Einsetzspalt zwischen sich selbst und dem Scheibenabschnitt minimal gestaltet wird, vorgesehen, womit eine gute Abdichtung der rohrartigen Verbindung **30** erreicht wird.

**[0046]** Auch wenn ein Verschleiß des scheibenseitigen Dichtungspunkts **43** infolge von Vibration und dgl. nach einer bestimmten Betriebsdauer zunimmt, ist der O-Ring **40** auf der Turbinen-Drehzentrumsseite des scheibenseitigen Dichtungspunkts **43** vorgesehen, wodurch die Abdichtfunktion erhalten werden kann und eine Verschlechterung der gesamten Abdichtfähigkeit verhindert werden kann.

**[0047]** Die O-Ring-Lagerbüchse **41**, die auf der anderen Turbinen-Drehzentrumsseite des O-Rings **40** vorgesehen ist, um am O-Ring **40** anzuliegen, nimmt eine darauf einwirkende Zentrifugalkraft so auf, dass ein Dichtungsflächendruck auf den O-Ring **40** verstärkt wird, wodurch die Dichtungsfunktion stabil gehalten werden kann.

## Patentansprüche

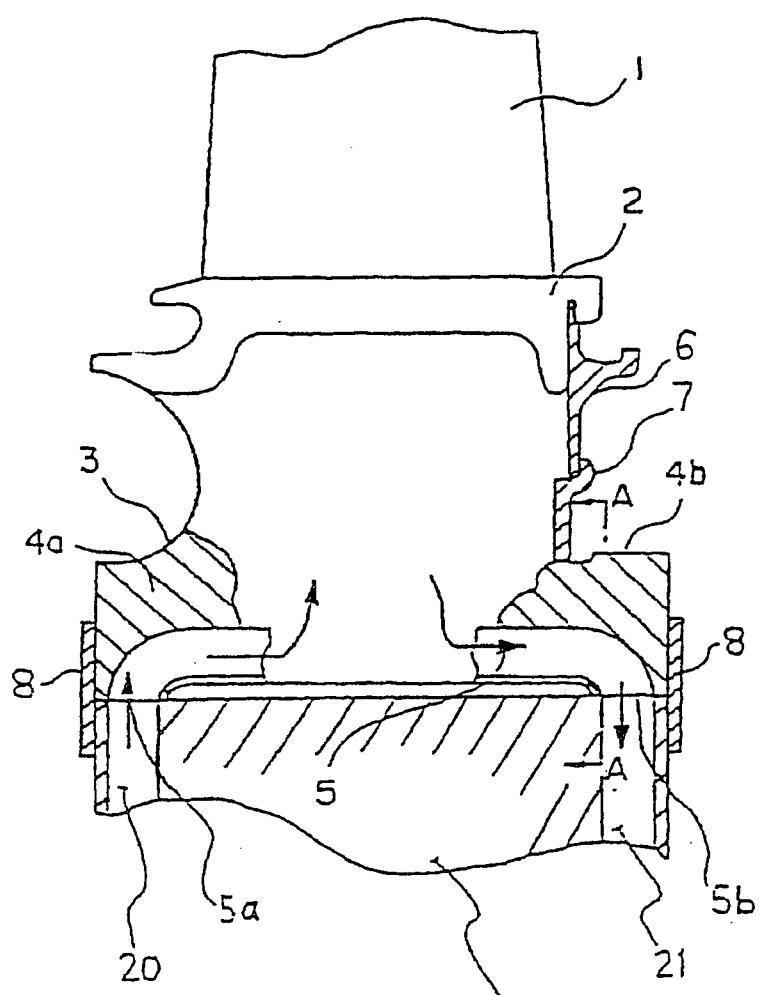
1. Gasturbinen-Laufschaufelanordnung mit einer Laufschaufel (**1**), die in einen Schaufelfußabschnitt (**3**) über eine Platte (**2**) eingesetzt ist, und einem Dampfkühlsystem, wobei der Schaufelfußabschnitt (**3**) umfasst: einen Vorsprungsabschnitt (**4a, 4b**), der von jedem von Vorder- und Hinterenden entlang einer Axialrichtung eines radial äußeren, sich unter der Platte (**2**) befindlichen Abschnitts des Schaufelfußabschnitts (**3**) vorspringt, und einen Dampfdurchgang (**5**), der entlang der Axialrichtung an jedem Ende zwischen jedem der Vorsprungsabschnitte (**4a, 4b**) vorgesehen ist und mit einem mit dem Inneren der Laufschaufel (**1**) kommunizierenden Dampfdurchgang in Verbindung steht und eine Dampfzuführöffnung (**5a**) aufweist, die radial einwärts in einem der Vorsprungsabschnitte (**4a, 4b**) vorgesehen ist, und eine Dampfrückführöffnung (**5b**), die radial einwärts in dem anderen derselben vorgesehen ist, aufweist, so dass die Dampfzuführöffnung (**5a**) und die Dampfrückführöffnung (**5b**) jeweils mit einem Dampfzuführdurchgang (**20**) und einem Dampfrückführdurchgang (**21**) in einer Rotorscheibe verbunden werden können, und eine gleitfähige bzw. verschiebbare, rohrartige Verbindung (**30**) mit einem flanschartigen Vorsprungsabschnitt (**31**), die demontierbar an sowohl der Dampfzuführöffnung (**5a**) als auch der Dampfrückführöffnung (**5b**) des Dampfdurchgangs (**5**) so vorgesehen ist, dass ein radial innerer Abschnitt jeder rohrartigen Verbindung (**30**) mit dem Dampfzuführdurchgang (**20**) bzw. dem Dampfrückführdurchgang (**21**) der Rotorscheibe verbunden werden kann, und eine Dichtungsplatte (**8**) zum Dichten jeder Seitenfläche und dazwischen entlang einer Turbinendrehrichtung jedes der Vorsprungsabschnitte (**4a, 4b**) von einander benachbarten Laufschaufelanordnungen, wenn diese Anordnungen in einer Gasturbine angebracht sind.

2. Gasturbinen-Laufschaufelanordnung nach Anspruch 1, ferner mit einem O-Ring (**40**), der an der radialen Innenseite eines Dichtungspunkts (**43**) der rohrartigen Verbindung (**30**) vorgesehen ist, und einer Büchse bzw. Hülse (**41**), die an der radialen Innenseite des O-Rings (**40**) so vorgesehen ist, dass sie an dem O-Ring (**40**) anliegt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



Scheibenabschnitt

Fig. 2

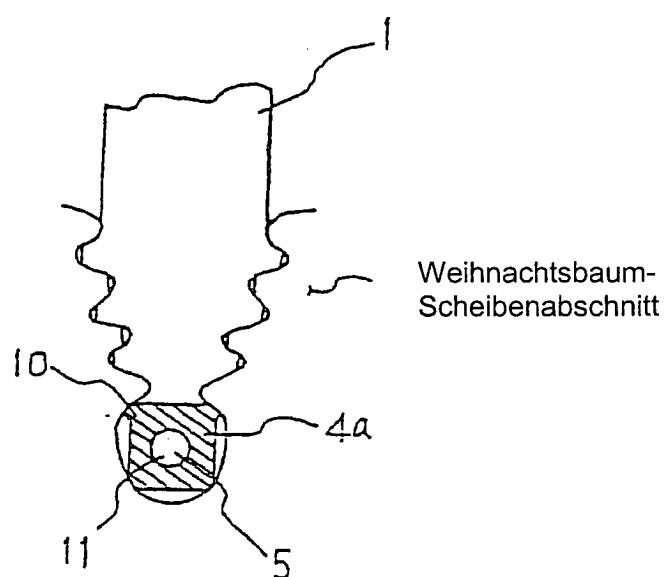


Fig. 3

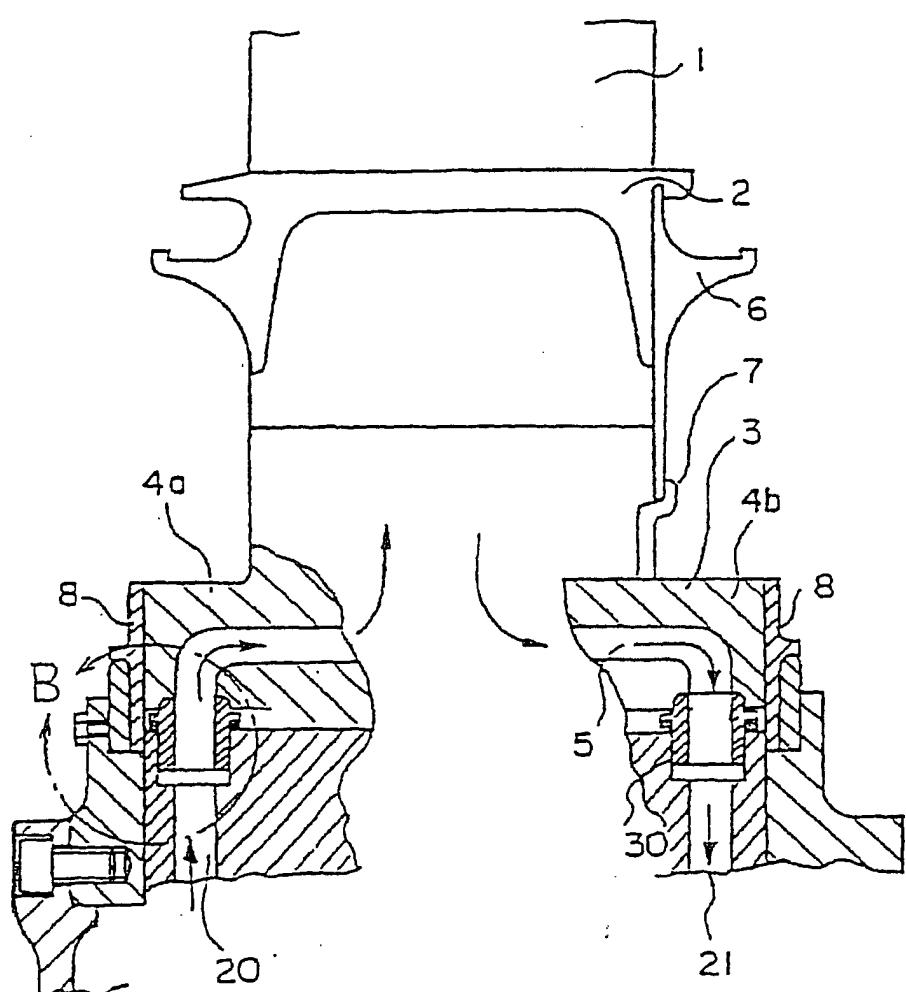


Fig. 4

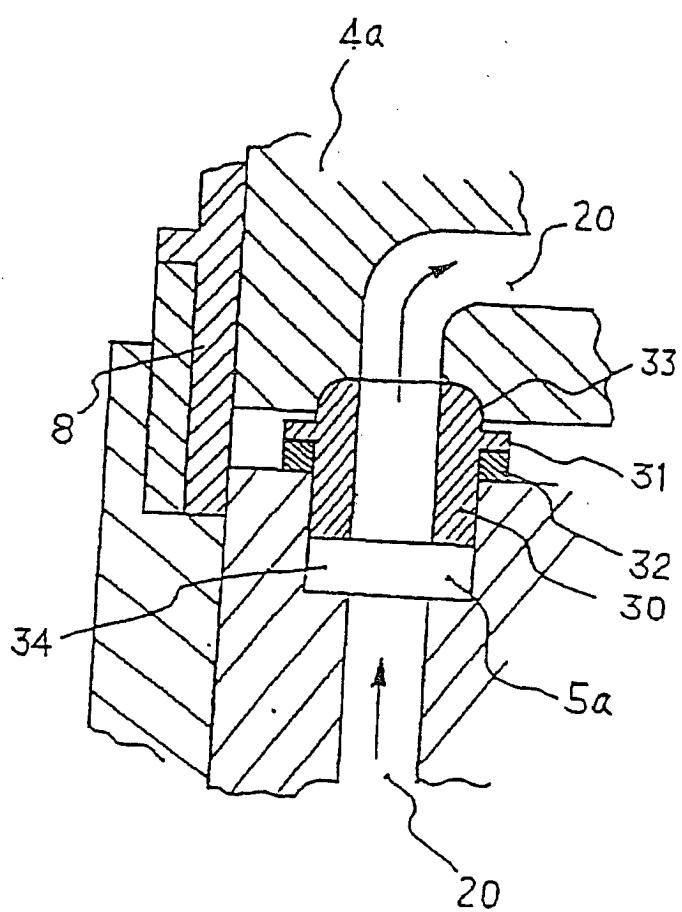


Fig. 5 (a)

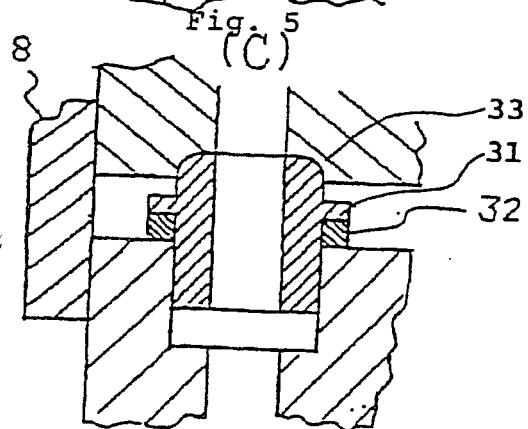
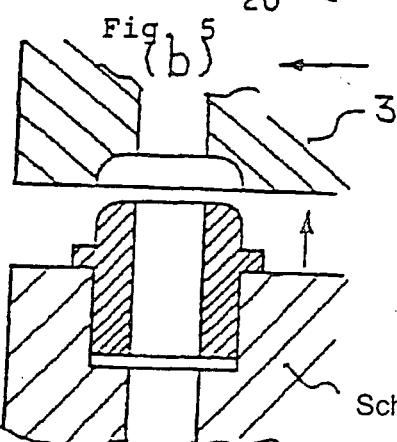
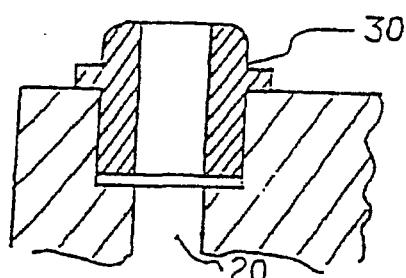


Fig. 5 (d)

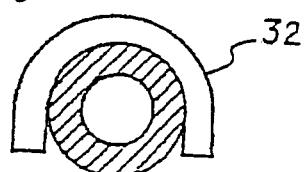


Fig. 6

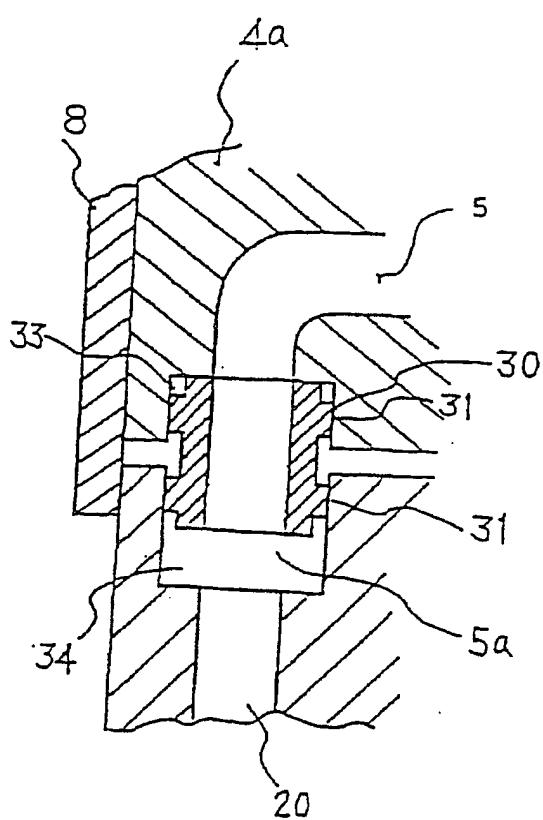


Fig. 7

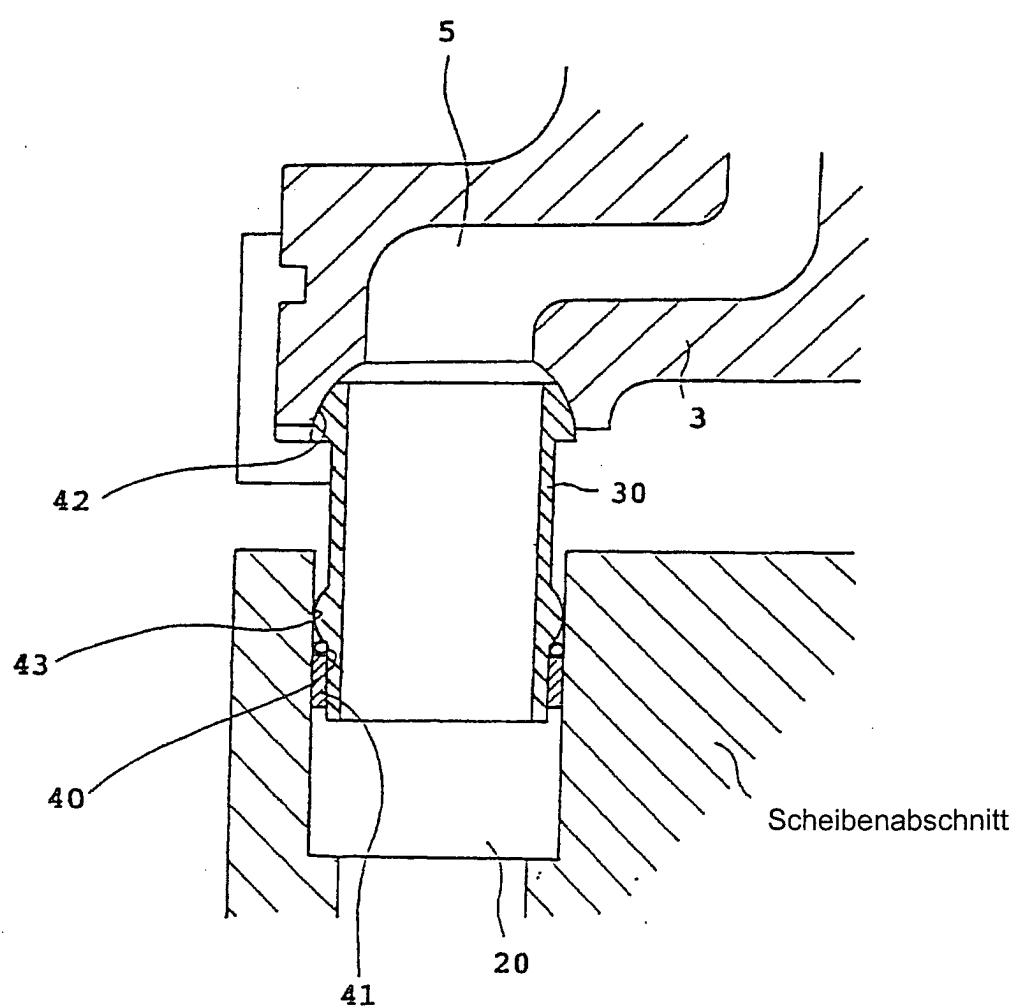


Fig. 8

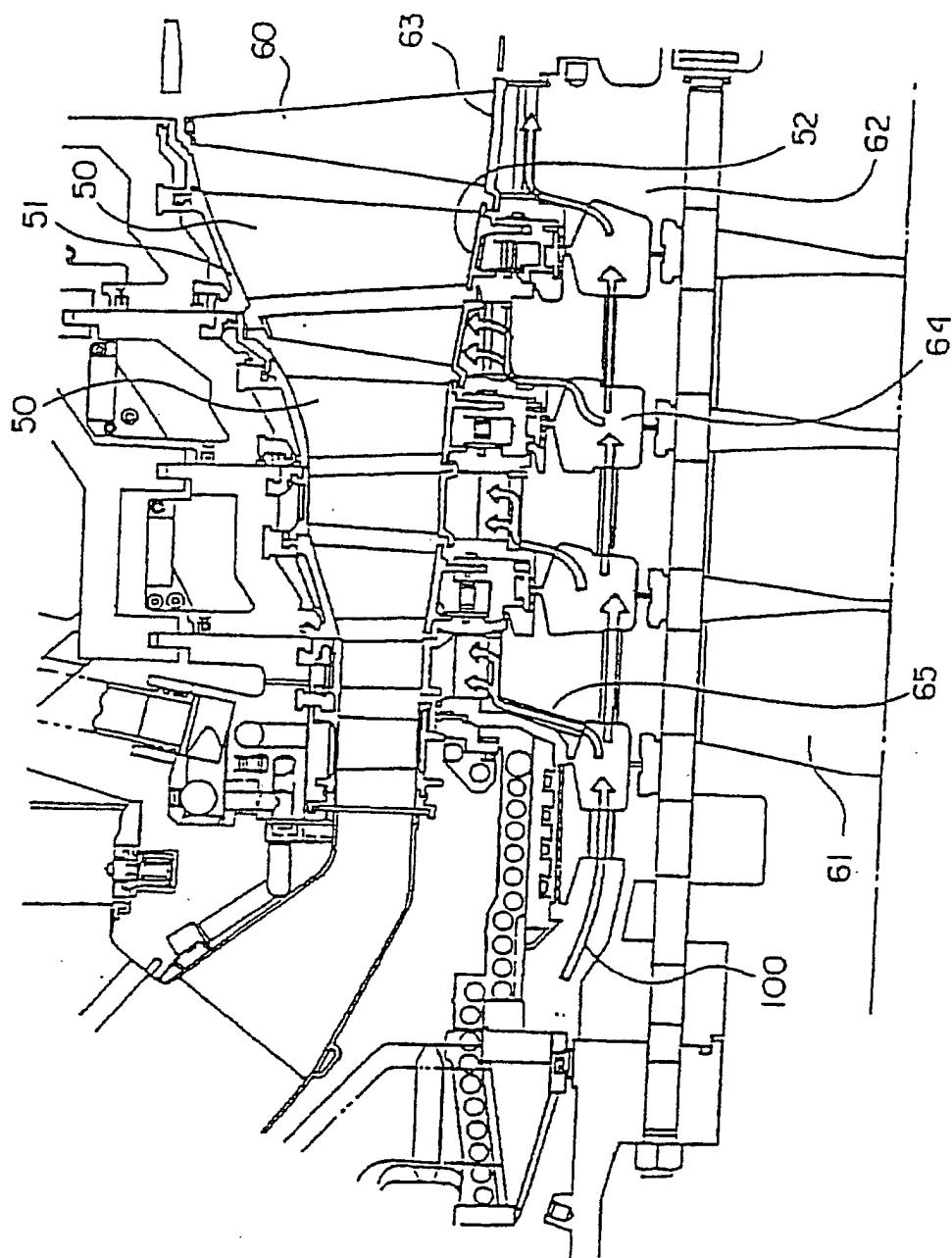


Fig. 9

