



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

708 868 A2

(51) Int. Cl.: F01D 25/12 (2006.01)
F01D 11/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01721/14

(22) Anmeldedatum: 06.11.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2015

(30) Priorität: 13.11.2013 US 14/079,610

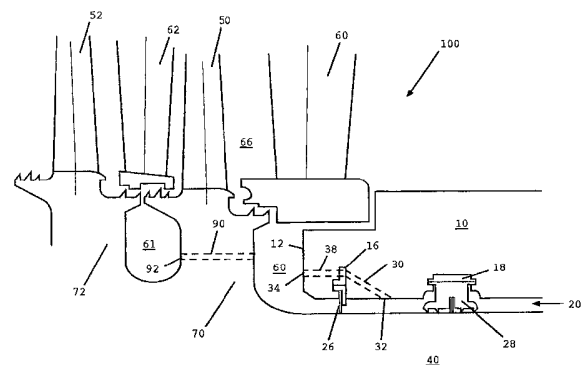
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Xiaoqing Zheng, Schenectady, NY 12345-6000 (US)
Sanjay Chopra, Schenectady, NY 12345-6000 (US)
Thomas Joseph Farineau, Schenectady, NY 12345 (US)
Tai Joung Kim, Schenectady, NY 12345-6000 (US)
Richard James Miller Jr.,
Schenectady, NY 12345-6000 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) **Turbine mit einer Rotor-Kühlung.**

(57) In einem Ausführungsbeispiel schafft die Erfindung eine Turbine (100), zu der gehören: ein Rotor (40) mit einem ersten Schaufelfuss (70); und ein Statorglied (10), das aufweist: eine Rotorbohrung (20), in der wenigstens ein Abschnitt des Rotors (40) angeordnet ist; ein Stirnende (12), das benachbart zu dem ersten Schaufelfuss (70) des Rotors (40) angeordnet ist; mehrere Dichtungen (26, 28) in der Rotorbohrung (20), die dazu dienen, gegen den Rotor (40) abzudichten, wobei die mehreren Dichtungen (26, 28) eine erste Dichtung (26), die dem Stirnende (12) am nächsten ist, und eine zweite Dichtung (28) beinhalten, die benachbart zu der ersten Dichtung (26) angeordnet ist; und mehrere Durchlasskanäle (30, 38), wobei sich jeder ausgehend von einer Oberfläche der Rotorbohrung (20) an einer Stelle zwischen der ersten Dichtung (26) und der zweiten Dichtung (28) erstreckt und sich durch das Stirnende (12) erstreckt.



Beschreibung**HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG**

[0001] In vielen Turbomaschinen, beispielsweise in Dampfturbinen, wird der erste Radraum benachbart zu einer Rotor-schaufel gekühlt. Gewöhnlich wird bei einer derartigen Kühlung Dampf von einer späteren Stufe eines Hochdruckabschnitts zu dem ersten Radraum eines Mitteldruckabschnitts umgeleitet. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass für die Erzielung einer wirkungsvollen Kühlung und einer Verlängerung der Lebensdauer in einem Betriebszustand das Verwirbelungsverhältnis des Kühlstroms, das als die Umfangsgeschwindigkeit des Kühldampfstroms geteilt durch die Drehgeschwindigkeit des Rotors definiert ist, von Bedeutung ist. Wichtig ist ausserdem der Druckabfall zwischen der Quelle des Kühldampfstroms und einem Punkt, an dem er in den Radraum entlassen wird. Ausführungsbeispiele der Erfindung beschreiben die Verbesserung und/oder Wechselwirkung sowohl des Verwirbelungsverhältnisses als auch des Druckabfalls, um einen wirkungsvolleren Kühlstrom zu erzeugen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0002] In einem Ausführungsbeispiel schafft die Erfindung eine Turbine, zu der gehören: ein Rotor mit einem ersten Schaufelfuss; und ein Statorglied, das aufweist: eine Rotorbohrung, in der wenigstens ein Abschnitt des Rotors angeordnet ist; ein Stirnende, das zu dem ersten Schaufelfuss des Rotors benachbart angeordnet ist; mehrere Dichtungen in der Rotorbohrung, die dazu dienen, gegen den Rotor abzudichten, wobei die mehreren Dichtungen eine erste Dichtung, die dem Stirnende am nächsten ist, und eine zweite Dichtung beinhalten, die benachbart zu der ersten Dichtung angeordnet ist; und mehrere Durchlasskanäle, wobei sich jeder Durchlasskanal ausgehend von einer Oberfläche der Rotorbohrung an einer Stelle zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung erstreckt und sich durch das Stirnende erstreckt.

[0003] Die erste Dichtung kann aus einer Gruppe ausgewählt sein, die aus einer Bürstendichtung und einem Dichtungsring besteht.

[0004] Die erste Dichtung jeder oben erwähnten Turbine kann ein Dichtungsring sein, und die zweite Dichtung ist ein Dichtungsring.

[0005] Das Statorglied jeder oben erwähnten Bauart kann ferner eine Vorlaufradplatte aufweisen, die an dem Stirnende angebracht ist, wobei die Vorlaufradplatte mit mehreren Durchlasskanälen ausgebildet ist, die sich von einer ersten Oberfläche, die benachbart zu dem Stirnende angeordnet ist, hindurch zu einer zweiten Oberfläche erstrecken, die im Wesentlichen parallel zu der ersten Fläche ist, wobei mindestens einer der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte mit einem der mehreren Durchlasskanäle des Statorgliedsströmungsmässig verbunden ist.

[0006] Der mindestens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte jeder oben erwähnten Turbine kann in einer Rotationsrichtung des Rotors abgewinkelt sein.

[0007] Der mindestens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte jeder oben erwähnten Turbine kann in der Vorlaufradplatte um zwischen etwa 45 Grad und etwa 90 Grad abgewinkelt sein.

[0008] Der mindestens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte jeder oben erwähnten Turbine kann in der Vorlaufradplatte um zwischen etwa 60 Grad und etwa 85 Grad abgewinkelt sein.

[0009] Der mindestens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte jeder oben erwähnten Turbine kann in der Vorlaufradplatte unter einem Winkel von etwa 80 Grad abgewinkelt sein.

[0010] In einem Betriebszustand jeder oben erwähnten Turbine kann ein Quantum von Dampf von zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung, durch die mehreren Durchlasskanäle des Statorglieds hindurch und in einen Laufradhohlraum zwischen dem Stirnende und dem ersten Schaufelfuss umgeleitet sein.

[0011] Die mehreren Durchlasskanäle des Statorglieds jeder oben erwähnten Turbine können dem Quantum von Dampf ein Verwirbelungsverhältnis verleihen, das grösser ist als etwa 1,6.

[0012] Das Verwirbelungsverhältnis kann zwischen etwa 1,7 und etwa 2 betragen.

[0013] Das Quantum von Dampf kann an dem Punkt zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung einen ersten Druck aufweisen, der um mindestens 50 psi höher ist als ein zweiter Druck in dem Laufradhohlraum.

[0014] Der erste Druck kann um etwa 80 psi höher sein als der zweite Druck.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform schafft die Erfindung ein Statorglied für eine Turbine, wobei das Statorglied aufweist: einen länglichen Grundkörper; eine Rotorbohrung in dem länglichen Grundkörper und entlang einer Längsachse desselben; mindestens einen Durchlasskanal, der mit einer ersten Öffnung an einer Oberfläche der Rotorbohrung ausgebildet ist und der sich durch den länglichen Grundkörper zu einer zweiten Öffnung an einem Stirnende des länglichen Grundkörpers erstreckt, wobei das Stirnende entlang einer Ebene angeordnet ist, die zu der Längsachse des länglichen Grundkörpers im Wesentlichen rechtwinklig ist; und entlang der Oberfläche der Rotorbohrung eine erste Ausnehmung, die dazu dient, eine Dichtungsanordnung aufzunehmen, wobei die erste Ausnehmung zwischen dem Stirnende und der ersten Öffnung des wenigstens einen Durchlasskanals angeordnet ist.

[0016] Das Statorglied kann ferner entlang der Oberfläche der Rotorbohrung eine zweite Ausnehmung aufweisen, die dazu dient, eine zweite Dichtungsanordnung aufzunehmen, wobei die zweite Ausnehmung benachbart zu der ersten Öffnung des wenigstens einen Durchlasskanals gegenüberliegend zu der ersten Ausnehmung angeordnet ist.

[0017] Das Statorglied jeder oben erwähnten Bauart kann ferner eine Vorlaufradplatte aufweisen, die an dem Stirnende befestigt ist, wobei die Vorlaufradplatte mindestens einen Durchlasskanal aufweist, der sich von einer ersten Oberfläche in Nachbarschaft des Stirnendes, hindurch zu einer zweiten Oberfläche erstreckt, die im Wesentlichen parallel zu der ersten Fläche ist, wobei der wenigstens eine Durchlasskanal mit dem wenigstens einen Durchlasskanal des Statorglieds strömungsmässig verbunden ist.

[0018] Der mindestens eine Durchlasskanal der Vorlaufradplatte jedes oben erwähnten Statorglieds kann in der Vorlaufradplatte um zwischen etwa 45 Grad und etwa 90° abgewinkelt sein.

[0019] Der mindestens eine Durchlasskanal der Vorlaufradplatte jedes oben erwähnten Statorglieds kann in der Vorlaufradplatte um zwischen etwa 60 Grad und etwa 85 Grad abgewinkelt sein.

[0020] Der mindestens eine Durchlasskanal der Vorlaufradplatte jedes oben erwähnten Statorglieds kann in der Vorlaufradplatte um etwa 80 Grad abgewinkelt sein.

[0021] Der mindestens eine Durchlasskanal der Vorlaufradplatte jedes oben erwähnten Statorglieds kann in einer Rotationsrichtung des Rotors abgewinkelt sein.

KÜRZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] Diese und weitere Merkmale dieser Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beigegeführten Figuren verständlicher, die vielfältige Ausführungsbeispiele der Erfindung veranschaulichen:

- Fig. 1 zeigt eine schematische querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Turbine gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 2 zeigt eine schematische querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Turbine gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 3 Zeigt eine Vorderansicht einer Vorlaufradplatte gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht der Vorlaufradplatte von Fig. 3.
- Fig. 5 zeigt eine schematische querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Turbine gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 6 zeigt eine schematische querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Turbine gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 7 zeigt eine grafische Darstellung eines relativen Wärmeaustausches und einer Druckdifferenz in Abhängigkeit von einem Verwirbelungsverhältnis gemäss vielfältigen Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0023] Zu beachten ist, dass die Zeichnungen der Erfindung nicht massstäblich sind. Die Zeichnungen sollen lediglich typische Aspekte der Erfindung veranschaulichen und sollten daher nicht als den Schutzzumfang der Erfindung beschränkend erachtet werden. In den Zeichnungen sind gleiche Elemente durch gleiche Zahlen bezeichnet.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0024] Fig. 1 zeigt eine schematische querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Turbine 100 gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. In Fig. 1 ist ein Rotor 40 in einer Rotorbohrung 20 eines Statorglieds 10 untergebracht. Ein erster Radraum 60 ist zwischen einem Stirnende 12 des Stators 10 und einem ersten Schaufelfuss 70 der Schaufel 50 vorhanden. Wie in Fig. 1 ersichtlich, ist die Schaufel 50 eine von mehreren Schaufeln 50, 52, die an dem Rotor 40 befestigt sind, die sich mit mehreren nicht rotierenden Leitapparate 60, 62 abwechseln, wie es für Turbomaschinen der Bauart der Turbine 100 typisch ist. Der Fachmann wird verstehen, dass der Begriff «Blatt» gewöhnlich für Luftfahrtturbinen verwendet wird, während der Begriff «Schaufel» gewöhnlich bei der Beschreibung derselben Art von Bauteil für erdgebundene Turbinen verwendet wird. Zur Vereinfachung wird der Begriff «Schaufel» im Vorliegenden jedoch verwendet, um kollektiv Schaufeln oder Blätter zu bezeichnen.

[0025] Mehrere Dichtungen 26, 28 sind jeweils innerhalb von Dichtungshohlräumen 16, 18 des Stators 10 angeordnet und bewirken eine Abdichtung des Rotors 40 gegen den Stator 10. Wie in Fig. 1 gezeigt, ist die erste Dichtung 26 eine Bürstendichtung, während die zweite Dichtung 28 ein Dichtungsring ist. Selbstverständlich sind andere Anordnungen und Kombinationen von Dichtungen möglich und fallen in den Schutzzumfang der Erfindung.

[0026] In dem erfindungsgemässen Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 erstreckt sich ein erster Durchlasskanal 30 ausgehend von einer ersten Öffnung 32 zwischen der ersten Dichtung 26 und der zweiten Dichtung 28 durch einen zweiten Durchlasskanal 38 und den Stator 10 hindurch zu einer zweiten Öffnung 34 auf dem Stirnende 12 des Stators 10. Dem Kühldampf ist dadurch gestattet, zwischen der ersten Dichtung 26 und der zweiten Dichtung 28 zu dem ersten Radraum 60 zu strömen, so dass dadurch der erste Schaufelfuss 70 gekühlt wird. Wie im Einzelnen nachstehend näher erläutert, ist der zweite Durchlasskanal 38 in Bezug auf eine Längsachse des Stators 10 (entlang des Umfangs) tangential abgewinkelt, so dass Kühldampf unter einem Winkel auf den ersten Schaufelfuss 70 auftrifft. Allerdings kann optional auch der erste Durchlasskanal 30 in Bezug auf eine Längsachse des Stators 10 tangential abgewinkelt sein. Gewöhnlich wird ein derartiger Winkel in Richtung der Rotation des Rotors 40 sein, so dass das Verwirbelungsverhältnis des Kühldampfstroms und der begleitende Wärmeabfuhrwirkungsgrad gesteigert werden. Der zweite Durchlasskanal 38 kann einen konvergenten oder einen konvergenten-divergenten Abschnitt aufweisen, um den Strom zu beschleunigen, der die Öffnung 34 verlässt.

[0027] Wie in Fig. 1 gezeigt, kann in dem ersten Schaufelfuss 70 ein optionaler zusätzlicher Durchlasskanal 90 ausgebildet sein, so dass Kühldampf, der in den ersten Radraum 60 geleitet ist, weiter durch den Schaufelfuss 70 und in den zweiten Radraum 61 zwischen dem ersten Schaufelfuss 70 und dem zweiten Schaufelfuss 72 strömen kann. Auch hier kann der zusätzliche Durchlasskanal 90 und/oder seine in den zweiten Radraum 61 hinein ausgebildete Öffnung 92 in Bezug auf eine Längsachse des Stators 10 abgewinkelt sein. Eine solche Abwinkelung kann beispielsweise in Richtung der Rotation des Rotors 40 sein.

[0028] Ein zusätzlicher Vorteil der Einspeisung von Kühldampf in den ersten Radraum 60 insbesondere dort, wo eine wesentliche Drucksteigerung in dem ersten Radraum 60 erzielt wird, basiert auf einer Verringerung eines Leckstroms von heissem Arbeitsdampf von dem Dampfpfad 66 in den ersten Radraum 60, der eine Erwärmung des Schaufelfusses 70 bewirken würde.

[0029] Fig. 2 zeigt eine schematische quergeschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Turbine 200 gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im vorliegenden Fall ist an einem Stirnende 112 des Stators 110 eine Vorlaufradplatte 180 angebracht. Gemäss einigen Ausführungsbeispielen der Erfindung ist die Vorlaufradplatte 180 abnehmbar an dem Stirnende 112 befestigt, so dass sie ausgetauscht werden kann. Gemäss einigen Ausführungsbeispielen der Erfindung sind der erste Durchlasskanal 130 und der zweite Durchlasskanal 138 möglicherweise nicht tangential abgewinkelt, um die Herstellung zu erleichtern. In einem solchen Fall kann der Vorlaufradkanal 136 in Relation zu der Längsachse des Stators 110 tangential abgewinkelt sein, was im Wesentlichen dieselbe Abwinkelung von Kühldampf bei seinem Verlassen der Vorlaufradplatte 180 bereitstellt, als ob der erste Durchlasskanal 130 und/oder der zweite Durchlasskanal 138 abgewinkelt wären. Auch hier kann der Vorlaufradkanal 136 einen konvergenten oder einen konvergenten-divergenten Abschnitt aufweisen, um den Strom zu beschleunigen, der die Öffnung 134 verlässt.

[0030] Fig. 3 und 4 zeigen Vorder- bzw. Seitenansichten eines Ausführungsbeispiels der Vorlaufradplatte 180, in denen Durchlasskanäle 182, 184, 186 in der erwähnten Weise tangential (entlang des Umfangs) abgewinkelt sind. Obwohl lediglich drei Durchlasskanäle 182, 184, 186 in Fig. 3 und 4 bezeichnet und in Fig. 4 gezeigt sind, dient dies lediglich der Übersichtlichkeit der Darstellung. Darüber hinaus versteht sich, dass in Abhängigkeit von den Anforderungen der Situation, in der die Vorlaufradplatte 180 genutzt wird, beliebig viele Durchlasskanäle beliebiger Abmessung oder unterschiedlicher Abmessungen genutzt werden können.

[0031] In dem in Fig. 3 und 4 gezeigten Ausführungsbeispiel basiert die Vorlaufradplatte 180 auf einem Grundkörper 182, der eine erste Stirnfläche 182A und eine zweite Stirnfläche 182B und mehrere Durchlasskanäle 184, 186, 188 aufweist, die sich von der ersten Stirnfläche 182A zu der zweiten Stirnfläche 182B erstrecken. Entweder die erste Stirnfläche 182A oder die zweite Stirnfläche 182B ist in Berührung mit dem Stirnende 112 (Fig. 2) des Stators 110 (Fig. 2) angeordnet, so dass die Durchlasskanäle 182, 184, 186 mit dem zweiten Durchlasskanal 138 strömungsmässig verbunden sind. Wie in Fig. 4 gezeigt, ist jeder Durchlasskanal 184, 186, 188 unter einem Winkel α in Bezug auf eine Längsachse A des Stators 110, d.h. bezüglich einer Geraden abgewinkelt, die im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Stirnfläche 182A und/oder zu der zweiten Stirnfläche 182B ist. Für den Durchlasskanal 186 sind beispielsweise die Öffnung 185 an der Stirnfläche 182A und die Öffnung 187 an der Stirnfläche 182B gekennzeichnet. Die Vorlaufradplatte 180 kann an dem Stirnende 112 mittels beliebiger bekannter oder zukünftig entwickelter Vorrichtungen oder Verfahren angebracht sein, beispielsweise durch Bolzen, Schrauben oder sonstige Befestigungsmittel, wie z.B. Schweißen und dergleichen.

[0032] Der Winkel α , bis zu dem die Durchlasskanäle 184, 186, 188 relativ zu der Längsachse A des Stators 110 (Fig. 2) tangential abgewinkelt sind, wird selbstverständlich in Abhängigkeit von der gewünschten Wirkung einer solchen Abwinkelung variieren. Gewöhnlich beträgt der Winkel α jedoch zwischen etwa 45° und etwa 90° gegenüber der Längsachse A des Stators 110, z.B. zwischen etwa 60° und etwa 85°, oder etwa 80°. Wie oben erwähnt, haben die Erfinder entdeckt, dass das Verwirbelungsverhältnis des Kühldampfstroms, das als die Umfangsgeschwindigkeit des Kühldampfstroms geteilt durch die Drehgeschwindigkeit des Rotors definiert ist, bei der Bereitstellung einer wirkungsvollen Kühlung und einer Verlängerung der Lebensdauer von Bedeutung ist. Speziell haben die Erfinder entdeckt, dass ein Verwirbelungsverhältnis von etwa 1,7 oder darüber eine höhere Wärmeübertragungsrate bewirkt. Es hat sich herausgestellt, dass Winkel zwischen etwa 45° und etwa 90° gegenüber der Längsachse des Stators 110 derartige Verwirbelungsverhältnisse erreichen.

[0033] Fig. 5 und 6 zeigen schematische quergeschnittene Seitenansichten von Abschnitten der Turbinen 300, 400 gemäss weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung. In Fig. 5 ist die erste Dichtung 226 anstelle einer Bürstendichtung,

wie in Fig. 1, ein Dichtungsring. In Fig. 6 ist an dem Stirnende 312 des Stators 310 eine optionale Vorlaufradplatte 380 angebracht.

[0034] Darüber hinaus haben die Anmelder der Erfindung entdeckt, dass eine Beschränkung der Grösse und/oder Anzahl von Punkten, an denen Kühldampf zu dem ersten Radraum 60 (Fig. 1) übertragen wird, die Wärmeübertragung verbessert und in manchen Fällen auch das Verwirbelungsverhältnis erhöht. Die Anmelder der Erfindung haben entdeckt, dass die Wärmeübertragung bedeutend verbessert werden kann, indem beispielsweise die Grösse und/oder die Anzahl von Durchlasskanälen 30 (Fig. 1) oder die Grösse und/oder Anzahl der zweiten Öffnungen 34 (Fig. 1) in den ersten Radraum 60 hinein beschränkt wird, um eine Druckdifferenz von 50 psi (Pfund pro Quadratzoll) oder mehr zu erreichen, was den Kühldampf beschleunigt. In manchen Fällen beträgt die Verbesserung der Wärmeübertragung bis zu 80%. In einigen Ausführungsbeispielen beträgt die Druckdifferenz bis zu 80 psi.

[0035] In einigen Ausführungsbeispielen der Erfindung sind Verbesserungen der Wärmeübertragung erzielt, indem eine Abwinkelung der Durchlasskanäle 184, 186, 188 und eine Steigerung einer Druckdifferenz des Kühldampfstroms kombiniert werden, um den Strom zu beschleunigen. Es ist jedoch zu beachten, dass der Winkel α in anderen Ausführungsbeispielen der Erfindung im Wesentlichen bei 0° liegen kann, so dass die Durchlasskanäle 184, 186, 188 relativ zu der ersten Stirnfläche 182A und zu der zweiten Stirnfläche 182B der Vorlaufradplatte 180 im Wesentlichen parallel ausgerichtet sind oder unter einem flachen Winkel zu dieser verlaufen, wobei eine Verbesserung der Wärmeübertragung hauptsächlich durch eine Steigerung der Druckdifferenz des Kühldampfstroms erreicht wird. In noch weiteren Ausführungsbeispielen wird eine Verbesserung der Wärmeübertragung hauptsächlich durch eine Abwinkelung der Durchlasskanäle 184, 186, 188 ohne eine beabsichtigte oder wesentliche Steigerung der Druckdifferenz des Kühldampfstroms, d.h. mit einer Druckdifferenz, die geringer ist als etwa 50 psi, erzielt.

[0036] Fig. 7 zeigt eine grafische Darstellung des relativen Wärmeaustausches und der Druckdifferenz in Abhängigkeit von dem Verwirbelungsverhältnis auf der Grundlage von Ergebnissen, die durch die Erfinder gemäss vielfältigen Ausführungsbeispielen der Erfindung beobachtet wurden. Wie in Fig. 7 ersichtlich, nimmt der relative Wärmeaustausch zu Beginn entlang des Abschnitts A ab, während das Verwirbelungsverhältnis gegen 1,0 hin zunimmt, wobei die relative Wärmeübertragung an diesem Punkt ihr Minimum erreicht. Dies leuchtet ein, da bei einem Verwirbelungsverhältnis von 1,0 die Geschwindigkeit des Kühldampfstroms gleich der Rotordrehgeschwindigkeit ist, d.h. der Rotor ist im Wesentlichen von dem Kühldampf umflossen, wobei über die Relativbewegung des Kühldampfstroms bezüglich des Rotors keine zusätzliche Wärmeübertragung erreicht wird. Die relativen Wärmeaustauschwerte entlang des Abschnitts A sind jene, die unter Verwendung von Kühldampf ohne Verwendung der abgewinkelten Kanäle 30, 38 (Fig. 1) und/oder der Vorlaufradplatten 180 (Fig. 2) gemäss vielfältigen Ausführungsbeispielen der Erfindung erzielbar sind.

[0037] Noch immer Bezug nehmend auf Fig. 7 nimmt der relative Wärmeaustausch, während das Verwirbelungsverhältnis 1,0 überschreitet, wie es gemäss vielfältigen Ausführungsbeispielen der Erfindung erreicht werden kann, entlang des Abschnitts B zu, bis bei etwa 1,7 der relative Wärmeaustausch gleich dem maximalen relativen Wärmeaustausch ist, der ohne die Erfindung, d.h. mit einem Verwirbelungsverhältnis kleiner als 1,0, erreichbar ist. Verwirbelungsverhältnisse oberhalb von etwa 1,7 ergeben einen relativen Wärmeaustausch, der grösser ist als das Maximum, das sich durch ein Verwirbelungsverhältnis, das kleiner ist als 1,0, erzielen lässt. Wie in Fig. 7 ersichtlich, beträgt der relative Wärmeaustausch bei einem Verwirbelungsverhältnis von etwa 2,5 etwa das Doppelte des Maximums, das mit einem Verwirbelungsverhältnis von kleiner als 1,0 erreichbar ist.

[0038] Der Abschnitt C von Fig. 7 zeigt die Druckdifferenz, die erforderlich ist, um das entsprechende Verwirbelungsverhältnis zu erzeugen. Wie ersichtlich, ist eine Druckdifferenz von etwa 50 psi erforderlich, um ein Verwirbelungsverhältnis von etwa 1,7 zu erreichen. Ausgehend von diesem Punkt führen Steigerungen der Druckdifferenz zu weiteren Steigerungen des Verwirbelungsverhältnisses, mit dem Ergebnis eines höheren relativen Wärmeaustausches. Dies spiegelt die Tatsache wider, dass der relative Wärmeaustausch eine Komponente, die der Druckdifferenz entspricht, die in Abschnitt C gezeigt ist, sowie eine Komponente aufweist, die der Abwinkelung des Kühldampfstroms entspricht, die mittels der abgewinkelten Durchlasskanäle und/oder der Vorlaufradplatten gemäss vielfältigen Ausführungsbeispielen der Erfindung erzielt wird. Die weist auch die Funktion der ersten Dichtung 26 in Fig. 1 für die Erzeugung des Drucks nach, der erforderlich ist, um den Kühlstrom durch den abgewinkelten Durchlasskanal zu treiben und das erwünschte Verwirbelungsverhältnis zu erreichen.

[0039] Die hier verwendete Terminologie dient lediglich zur Vereinfachung der Erläuterung spezieller Ausführungsformen und soll die Beschreibung nicht beschränken. In dem hier verwendeten Sinne sollen die Singularformen der unbestimmten und bestimmten Artikel auch die Pluralformen einschliessen, sofern aus dem Zusammenhang nicht ausdrücklich Entgegenstehendes hervorgeht. Weiter ist klar, dass die in dieser Beschreibung verwendeten Begriffe «aufweisen» und/oder «aufweisend» das Vorhandensein von genannten Merkmalen, Ganzen Zahlen, Schritten, Arbeitsschritten, Operationen, Elementen und/oder Komponenten spezifizieren, jedoch nicht das Vorhandensein oder die Hinzufügung einzelner oder mehrerer sonstiger Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Arbeitsschritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen davon ausschliessen.

[0040] Die vorliegende Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung einschliesslich der besten Ausführungsart zu beschreiben und um ausserdem jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, beispielsweise beliebige Einrichtungen und Systeme herzustellen und zu nutzen, und beliebige verwandte oder damit verbundene Verfahren durchzuführen. Der patentfähige Schutzbereich der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann andere dem

Fachmann in den Sinn kommende Beispiele umfassen. Solche anderen Beispiele sollen in den Schutzzumfang der Ansprüche fallen, falls sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden, oder falls sie äquivalente strukturelle Elemente enthalten, die nur unwesentlich von dem Wortsinn der Ansprüche abweichen.

[0041] Ausführungsbeispiele der Erfindung betreffen allgemein Rotor-Kühlung und speziell ein Statorglied, das wenigstens einen Durchlasskanal für die Zufuhr von Kühldampf zu einem Schaufelfuss aufweist. In einem Ausführungsbeispiel schafft die Erfindung eine Turbine, zu der gehören: ein Rotor mit einem ersten Schaufelfuss; und ein Statorglied, das aufweist: eine Rotorbohrung, in der wenigstens ein Abschnitt des Rotors angeordnet ist; ein Stirnende, das benachbart zu dem ersten Schaufelfuss des Rotors angeordnet ist; mehrere Dichtungen in der Rotorbohrung, die dazu dienen, gegen den Rotor abzudichten, wobei die mehreren Dichtungen eine erste Dichtung, die dem Stirnende am nächsten ist, und eine zweite Dichtung beinhalten, die benachbart zu der ersten Dichtung angeordnet ist; und mehrere Durchlasskanäle, wobei sich jeder ausgehend von einer Oberfläche der Rotorbohrung an einer Stelle zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung erstreckt und sich durch das Stirnende erstreckt.

Bezugszeichenliste

[0042]

100, 200, 300, 400	Turbine
10	Stator
12	Stirnende
16, 18	Dichtungshohlräume
20	Rotorbohrung
26, 28	Dichtungen
30, 130	erster Durchlasskanal
32	erste Öffnung
34	zweite Öffnung
38, 138	zweiter Durchlasskanal
40	Rotor
50, 52	Schaufeln
60, 62	nicht rotierende Leitapparate
60	erster Radraum
61	zweiter Radraum
66	Dampfpfad
70	erster Schaufelfuss
72	zweiter Schaufelfuss
90	zusätzlicher Durchlasskanal
92, 185, 187	Öffnung
110, 310	Stator
112, 312	Stirnende
134	Stromaustrittsöffnung
136	Vorlaufradkanal
180, 380	Vorlaufradort
182, 184, 186, 188	Durchlasskanäle

182	Grundkörper
182A	erste Stirnfläche
182B	zweite Stirnfläche
226	erste Dichtung

Patentansprüche

1. Turbine, zu der gehören:
ein Rotor mit einem ersten Schaufelfuss; und
ein Statorglied, das aufweist:
eine Rotorbohrung, in der wenigstens ein Abschnitt des Rotors angeordnet ist;
ein Stirnende, das benachbart zu dem ersten Schaufelfuss des Rotors angeordnet ist;
mehrere Dichtungen in der Rotorbohrung, um gegen den Rotor abzudichten, wobei die mehreren Dichtungen eine erste Dichtung, die dem Stirnende am nächsten ist, und eine zweite Dichtung beinhalten, die benachbart zu der ersten Dichtung angeordnet ist; und
mehrere Durchlasskanäle, wobei sich jeder Durchlasskanal ausgehend von einer Oberfläche der Rotorbohrung an einer Stelle zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung erstreckt und sich durch das Stirnende erstreckt.
2. Turbine nach Anspruch 1, wobei die erste Dichtung aus einer Gruppe ausgewählt ist, zu der gehören: eine Bürstendichtung und ein Dichtungsring; und/oder wobei die erste Dichtung ein Dichtungsring ist, und die zweite Dichtung ein Dichtungsring ist.
3. Turbine nach Anspruch 1, ferner mit einer Vorlaufradplatte, die an dem Stirnende angebracht ist, wobei die Vorlaufradplatte mehrere Durchlasskanäle aufweist, die sich von einer ersten Oberfläche, die benachbart zu dem Stirnende angeordnet ist, hindurch zu einer zweiten Oberfläche erstrecken, die im Wesentlichen parallel zu der ersten Fläche ist, wobei mindestens einer der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte mit einem der mehreren Durchlasskanäle des Statorgliedsströmungsmässig verbunden ist.
4. Turbine nach Anspruch 3, wobei der wenigstens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte in einer Rotationsrichtung des Rotors abgewinkelt ist; und/oder wobei der wenigstens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte in der Vorlaufradplatte um zwischen etwa 45 Grad und etwa 90 Grad abgewinkelt ist.
5. Turbine nach Anspruch 4, wobei der wenigstens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte in der Vorlaufradplatte um zwischen etwa 60 Grad und etwa 85 Grad abgewinkelt ist; und/oder wobei der wenigstens eine der mehreren Durchlasskanäle der Vorlaufradplatte in der Vorlaufradplatte unter einem Winkel von etwa 80 Grad abgewinkelt ist.
6. Turbine nach Anspruch 1, wobei in einem Betriebszustand ein Quantum von Dampf von zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung, durch die mehreren Durchlasskanäle des Statorglieds hindurch und in einen Laufradhohlraum zwischen dem Stirnende und dem ersten Schaufelfuss umgeleitet wird.
7. Turbine nach Anspruch 6, wobei die mehreren Durchlasskanäle des Statorglieds dem Quantum von Dampf ein Verwirbelungsverhältnis verleihen, das grösser ist als etwa 1,6; und/oder wobei das Verwirbelungsverhältnis zwischen etwa 1,7 und etwa 2 beträgt.
8. Turbine nach Anspruch 6, wobei das Quantum von Dampf an dem Punkt zwischen der ersten Dichtung und der zweiten Dichtung einen ersten Druck aufweist, der um mindestens 50 psi höher ist als ein zweiter Druck in dem Laufradhohlraum.
9. Turbine nach Anspruch 8, wobei der erste Druck um etwa 80 psi höher ist als der zweite Druck.
10. Statorglied für eine Turbine, wobei das Statorglied aufweist:
einen länglichen Grundkörper;
eine Rotorbohrung in dem länglichen Grundkörper und entlang einer Längsachse desselben;
wenigstens ein Durchlasskanal, der eine erste Öffnung an einer Oberfläche der Rotorbohrung aufweist und der sich durch den länglichen Grundkörper zu einer zweiten Öffnung an einem Stirnende des länglichen Grundkörpers erstreckt, wobei das Stirnende entlang einer Ebene angeordnet ist, die im Wesentlichen rechtwinklig zu der Längsachse des länglichen Grundkörpers ist; und
eine erste Ausnehmung entlang der Oberfläche der Rotorbohrung, die dazu dient, eine Dichtungsanordnung aufzunehmen, wobei die erste Ausnehmung zwischen dem Stirnende und der ersten Öffnung des wenigstens einen Durchlasskanals angeordnet ist.

FIG. 1

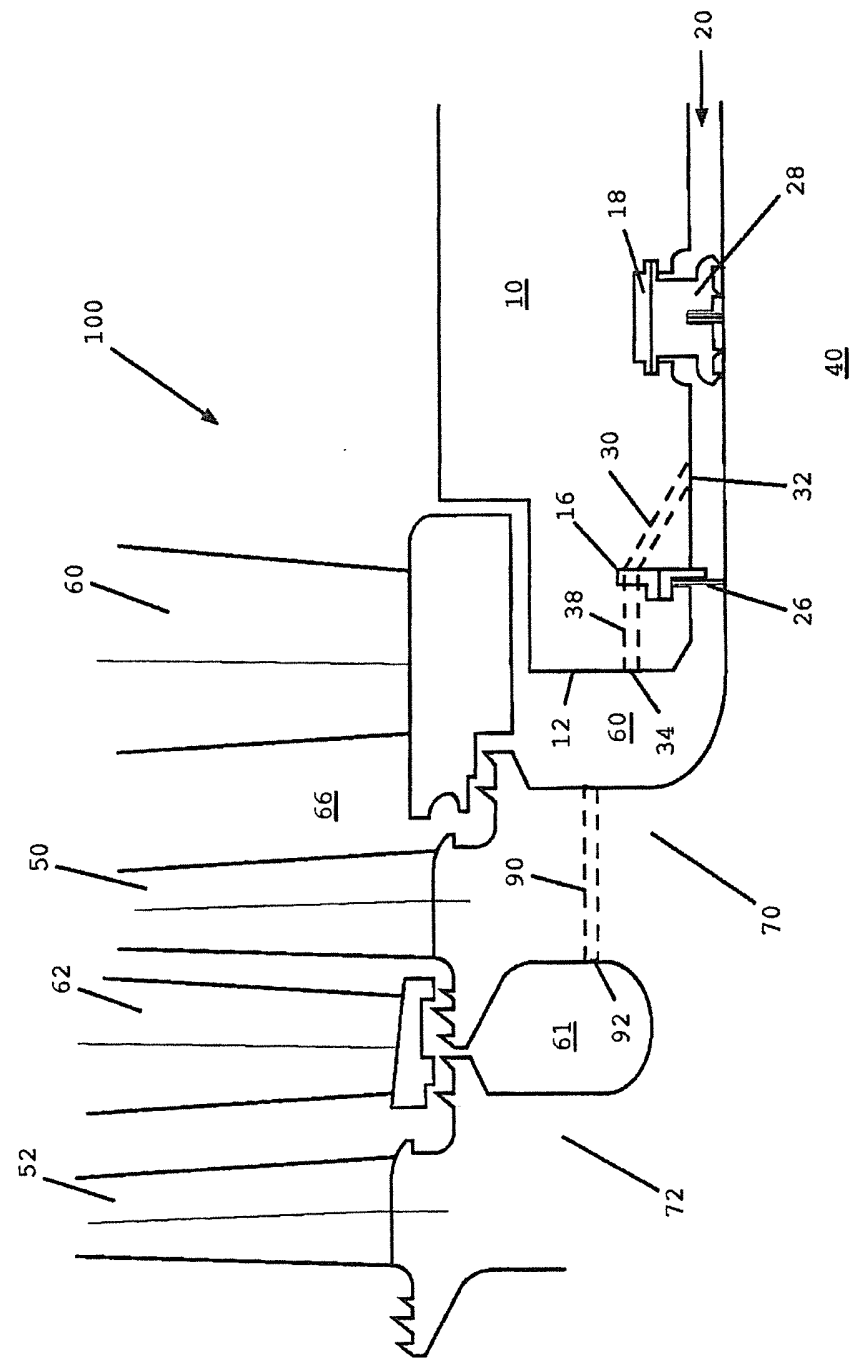
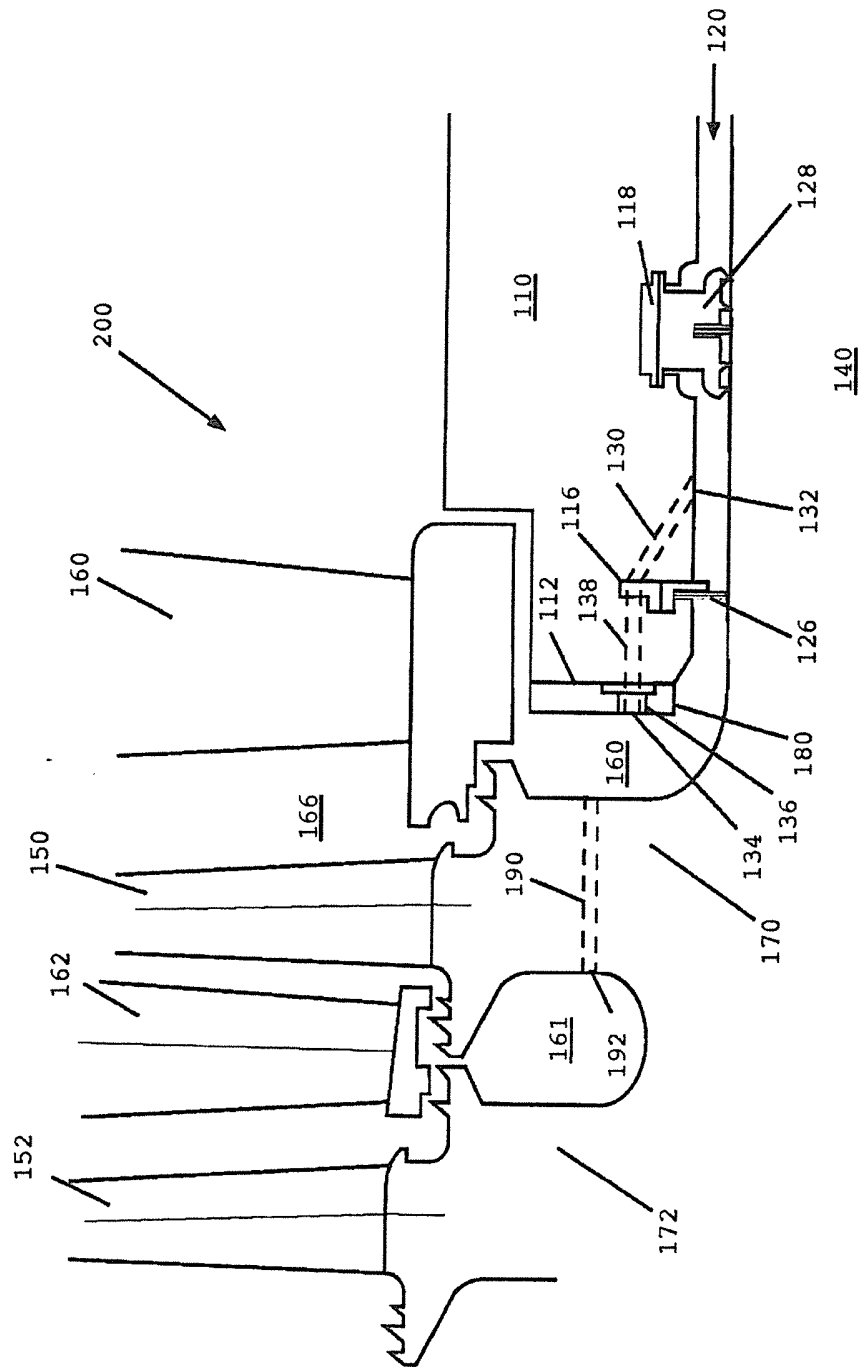


FIG. 2



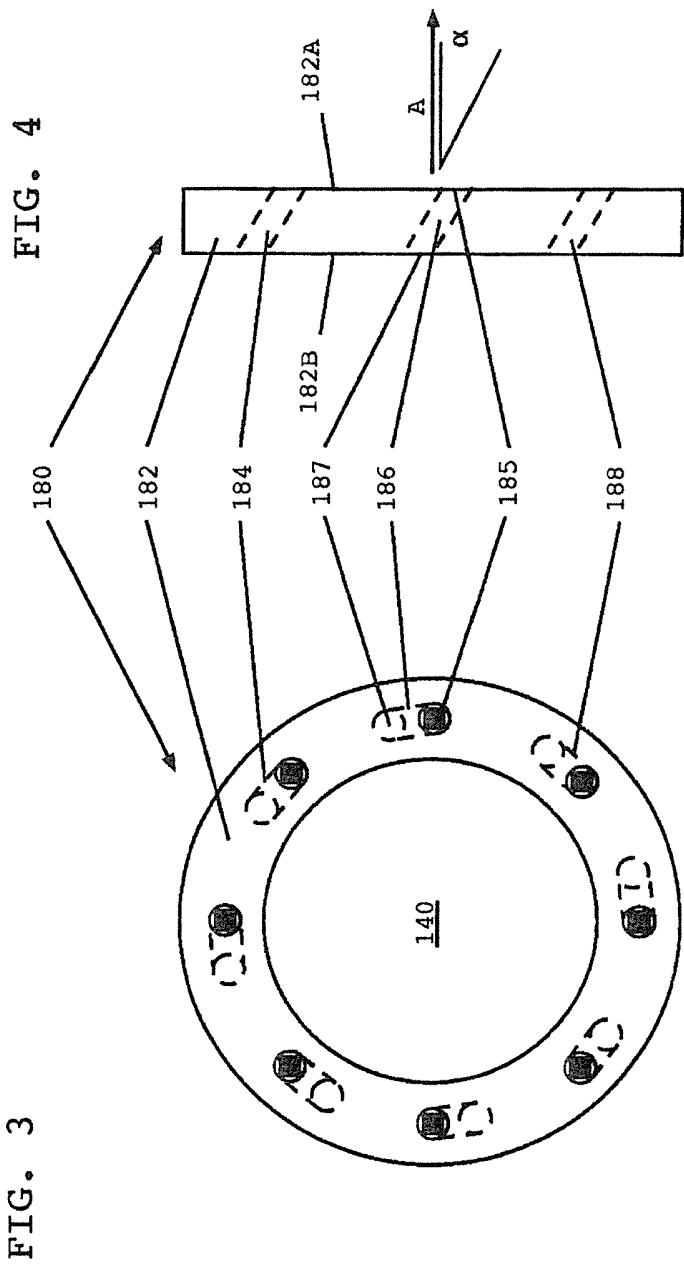


FIG. 5

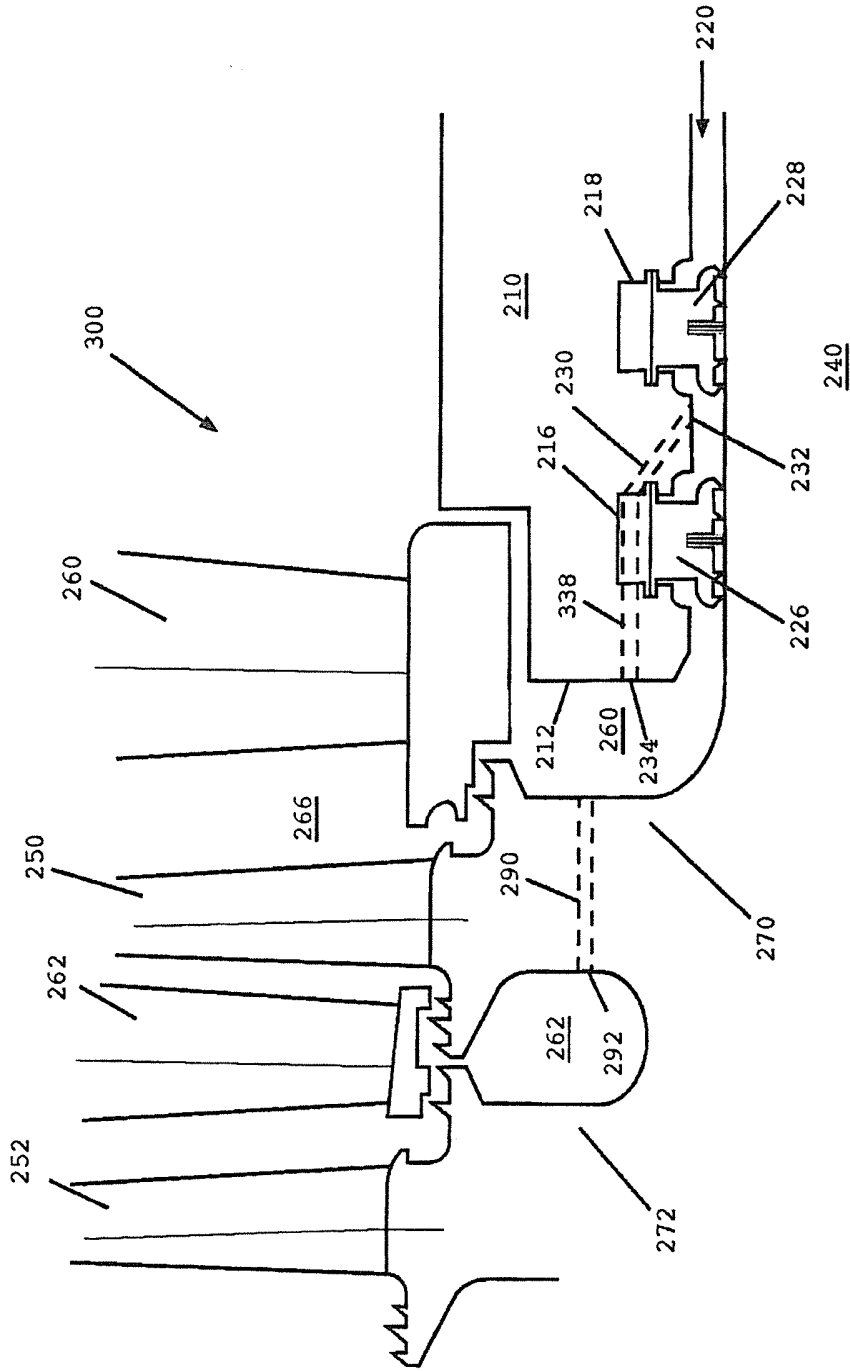


FIG. 7

