

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 947 B1

(51) Int. Cl.: F01D 5/18 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01591/10

(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(22) Anmeldedatum: 29.09.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2011

(72) Erfinder:
Jaime Javier Maldonado,
Greenville, South Carolina 29615 (US)

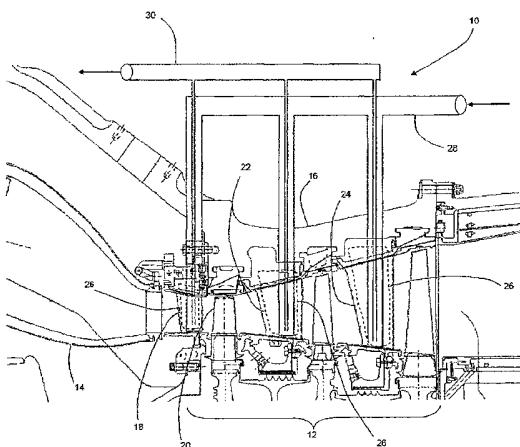
(30) Priorität: 01.10.2009 US 12/571,646

(24) Patent erteilt: 13.03.2015

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Vorrichtung und Verfahren zur Wärmeabfuhr aus einer Turbine.

(57) Die Erfindung betrifft ein System, das eine zu kühlende Komponente einer Turbine sowie eine Vorrichtung zur Wärmeabfuhr von der Komponente umfasst. Die Vorrichtung zur Wärmeabfuhr weist einen Hohlrbaum (26) in der Komponente und ein erstes Plenum (28) sowie ein zweites Plenum (30) in dem Hohlrbaum (26) auf. Das zweite Plenum (30) ist mit dem ersten Plenum (28) verbunden und umgibt das erste Plenum (28) in dem Hohlrbaum (26). Ein Kühlmedium strömt durch das erste Plenum (28) und das zweite Plenum (30), um Wärme von der Leitschaufel (24) abzuführen. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Kühlen einer Komponente einer Turbine mit Hilfe eines derartigen Systems sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Systems, wobei das Herstellungsverfahren das Ausbilden eines Hohlräums (26) in einer zu kühlenden Komponente, das Einfügen eines ersten Plenums (28) in dem Hohlräum (26) und das Einfügen eines zweiten Plenums (30) in den Hohlräum (26) beinhaltet. Das Herstellungsverfahren beinhaltet außerdem das Verbinden des zweiten Plenums (30) mit dem ersten Plenum (28) und das Umgeben des ersten Plenums (28) mit dem zweiten Plenum (30) innerhalb des Hohlräums (26), derart, dass das System dazu ausgebildet ist, ein Kühlmedium durch das erste Plenum (28) und das zweite Plenum (30) strömen zu lassen, um die Komponente zu kühlen.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Wärmeabfuhr aus Gasturbinenkomponenten.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Gasturbinen sind in kommerziellen Anlagen zur Energieerzeugung in weitem Gebrauch. Eine typische Gasturbine weist an der Vorderseite eine Turbine, eine oder mehrere Brennkammern rings um das Mittelteil und eine Turbine an der Hinterseite auf. Der Verdichter bringt kinetische Energie in das Arbeitsmedium (Luft) ein, um dieses in einen hochenergetischen Zustand zu überführen. Das verdichtete Arbeitsmedium tritt aus dem Verdichter aus und strömt in die Brennkammern ein. Die Brennkammern vermischen Brennstoff mit dem verdichteten Arbeitsmedium, und die Mischung aus Brennstoff und Arbeitsmedium wird gezündet, um Verbrennungsgase zu erzeugen, die eine hohe Temperatur, einen hohen Druck und eine hohe Geschwindigkeit aufweisen. Die Verbrennungsgase strömen zu der Turbine, wo sie expandieren und Arbeit erzeugen.

[0003] Es ist allgemein bekannt, dass der thermodynamische Wirkungsgrad einer Gasturbine mit der Zunahme der Betriebstemperatur, nämlich der Verbrennungsgastemperatur, zunimmt. Verbrennungsgase höherer Temperatur enthalten mehr Energie und erzeugen mehr Arbeit bei der Expansion der Verbrennungsgase in der Turbine. Verbrennungsgase mit höherer Temperatur können in der Turbine übermässige Temperaturen erzeugen, die sich der Schmelztemperatur verschiedener Turbinenkomponenten annähern, oder diese übersteigen.

[0004] Es gibt verschiedene Techniken, die es den Brennkammern gestatten, mit höheren Temperaturen zu arbeiten. Beispielsweise kann Luft aus dem Verdichter abgezweigt, um die Brennkammern herumgeleitet und direkt in den Strom der Verbrennungsgase in der Turbine eingeleitet werden, um eine konduktive und/oder konvektive Kühlung der Turbinenstufen zu erzielen. Die aus dem Verdichter abgezweigte Luft ist aber bereits verdichtet und damit um ein gewisses Mass erwärmt, wodurch die Wärmeabfuhrfähigkeit der abgezweigten Luft verringert ist. Ausserdem verringert, weil die abgezweigte Luft an den Brennkammern vorbeigeleitet ist, die Abzweigung von Luft aus dem Verdichter das Volumen der Verbrennungsgase und den Gesamtwirkungsgrad und die Ausgangsleistung der Gasturbine.

[0005] Ein anderes Verfahren zur Kühlung von Turbinenkomponenten besteht darin, Luft durch das Innere der Turbinenkomponenten zirkulieren zu lassen. Beispielsweise beinhaltet eine Turbine typischerweise feststehende Düsen oder Leitschaufeln und umlaufende Schaufeln oder Laufschaufeln. Die Leitschaufeln und/oder Laufschaufeln können innen liegenden Kanäle aufweisen, durch die Kühlluft durchströmen kann. Beim Durchströmen durch die innen liegenden Kanäle berührt die Luft unmittelbar die Wände der innen liegenden Kanäle, um Wärme von den Leitschaufeln und/oder Laufschaufeln durch konduktive oder konvektive Kühlung abzuführen. Ein Nachteil dieses Kühlverfahrens liegt in den erhöhten Herstellungskosten, die mit der Erzeugung der speziell gestalteten und ausgebildeten innen liegenden Kanäle in den Leitschaufeln und/oder Laufschaufeln verbunden sind. Ausserdem muss die durch die innen liegenden Kanäle strömende Kühlluft vorzugsweise einen Druck aufweisen, der höher ist als der der die Aussenseite der jeweiligen Turbinenkomponente anströmenden Verbrennungsgase, um so die Gefahr zu minimieren, dass Verbrennungsgase in die Leitschaufeln und/oder Laufschaufeln eindringen und damit eine von der Kühlung bewirkte Kühlung zunichte machen. Schliesslich verringert die Wärmeabfuhr von der Gasturbine ohne die Erzeugung von Arbeit aus dieser Wärme notwendigerweise den thermodynamischen Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine.

[0006] Es besteht deshalb ein Bedürfnis nach einem Kühlsystem, das Wärme von Gasturbinenkomponenten ableiten kann und das einige oder alle Nachteile vorhandener Systeme vermeidet. Idealerweise schafft das Kühlsystem eine Kühlung der Gasturbinenkomponente ohne Erhöhung der Herstellungskosten oder Verschlechterung der Gesamtleistungsfähigkeit der Gasturbine.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0007] Die Erfindung gemäss Vorrichtungsanspruch 1 und Verfahrensanspruch 7 wird in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung sowie des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0008] Gegenstand der Erfindung ist ein System umfassend eine zu kühlende Komponente einer Turbine sowie eine Vorrichtung zur Wärmeabfuhr von der Komponente. Die Vorrichtung umfasst einen Hohlraum in der zu kühlenden Komponente. Die Vorrichtung weist weiterhin ein erstes Plenum und ein zweites Plenum in dem Hohlraum auf. Das zweite Plenum ist mit dem ersten Plenum verbunden und umgibt das erste Plenum in dem Hohlraum. Das System ist dazu ausgebildet, ein Kühlmittel durch das erste Plenum und das zweite Plenum strömen zu lassen, um Wärme von der Komponente abzuführen.

[0009] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Kühlen einer Turbine mit Hilfe eines vorgenannten Systems, bei dem ein Kühlmittel durch das erste Plenum und das zweite Plenum strömt, um Wärme von der zu kühlenden Komponente in der Gasturbine abzuführen. Die Erfindung betrifft ausserdem ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Systems, das das Ausbilden eines Hohlraums in einer zu kühlenden Komponente, das Ausbilden eines ersten Plenums

in dem Hohlraum und das Ausbilden eines zweiten Plenums in dem Hohlraum beinhaltet. Das Herstellungsverfahren beinhaltet außerdem das Verbinden des zweiten Plenums mit dem ersten Plenum und das Umgeben des ersten Plenums mit dem zweiten Plenum in dem Hohlraum, derart, dass das System dazu ausgebildet ist, ein Kühlmittel durch das erste Plenum und das zweite Plenum strömen zu lassen, um die Komponente zu kühlen.

[0010] Die Erläuterungen der Beschreibung ergeben für den Fachmann ein besseres Verständnis der Merkmale und Besonderheiten der vorstehenden und anderer Ausführungsformen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Eine vollständige und das Verständnis erleichternde Offenbarung der vorliegenden Erfindung, einschliesslich deren für einen Fachmann bestmöglichen Ausführungsform, sind insbesondere in dem nachfolgenden Teil der Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren enthalten, in denen bedeuten:

- Fig. 1 ist eine vereinfachte Querschnittsdarstellung eines Kühlsystems gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine in Fig. 1 veranschaulichte Leitschaufel gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 zeigt einen Querschnitt einer alternativen Ausführungsform eines Kühlsystems im Rahmen der vorliegenden Erfindung; und
- Fig. 4 veranschaulicht eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit einem Kombikraftwerk mit Gasturbine.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0012] Im Einzelnen wird Bezug genommen auf die vorliegenden Ausführungsformen der Erfindung, von der ein oder mehrere Ausführungsbeispiele in der beigefügten Zeichnung veranschaulicht sind. Die detaillierte Beschreibung verwendet Zahlen- und Buchstabenbezeichnungen, um Merkmale in der Zeichnung zu bezeichnen. Gleiche oder ähnliche Bezeichnungen in der Zeichnung und in der Beschreibung werden dazu benutzt, gleiche oder ähnliche Teile der Erfindung zu bezeichnen.

[0013] Fig. 1 zeigt eine vereinfachte Querschnittsansicht eines Kühlsystems 10 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser speziellen Ausführungsform ist das Kühlsystem 10 dazu benutzt, Wärme von Leitschaufeln in einer Turbine 12 abzuführen.

[0014] Bezugnehmend auf Fig. 1 strömen Verbrennungsgase von links nach rechts, von den (nicht dargestellten) Brennkammern durch ein Überleitungsstück 14 zu der Turbine 12. Ein Gehäuse 16 umschliesst die Verbrennungsgase in der Turbine 12 und führt die Verbrennungsgase einer jeweiligen Leitschaufel 18 der ersten Stufe zu. Die Leitschaufel 18 der ersten Stufe leitet die Verbrennungsgase auf eine jeweilige Laufschaufel 20 der ersten Stufe, wo die Expansion der Verbrennungsgase die Laufschaufel 20 in eine Umlaufbewegung versetzt, um Arbeit zu erzeugen. Die Verbrennungsgase strömen sodann zu einer jeweiligen Leitschaufel 22 der zweiten Stufe, wo sich der Vorgang wiederholt, bis die Verbrennungsgase durch jede Stufe der Turbine 12 durchgestromt sind. Beim Durchströmen der Verbrennungsgase durch die Turbinenstufen erhöht Wärme von den Verbrennungsgasen die Temperatur der verschiedenen Turbinenkomponenten längs des Heissgasweges. Die Verbrennungsgase heizen beispielsweise das Gehäuse 16 und die Leitschaufeln 18, 22, 24 in der Turbine 12 auf.

[0015] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform begrenzt jede Leitschaufel 18, 22, 24 einen (durch gestrichelte Kästchen 26) angedeuteten Hohlraum auf der Innenseite der Leitschaufel. Ein Kühlmittel enthaltendes Speiseplenum 28 verläuft durch das Gehäuse 16, um eine Fluidverbindung für das Kühlmittel zu schaffen, so dass dieses in jeden Hohlraum 26 einströmen oder diesen erreichen kann. Ein Auslassplenum 30 ist mit dem Speiseplenum 28 in jedem Hohlraum 26 verbunden und führt aus dem Gehäuse 16 heraus, um eine Fluidverbindung für das Kühlmittel zu schaffen, so dass diese aus jedem Hohlraum 26 abströmen oder austreten kann. Auf diese Weise strömt das Kühlmittel durch das Speiseplenum 28 in jede Leitschaufel 18, 22, 24 und strömt aus jedem Hohlraum 26 durch das Auslassplenum 30 aus. Das Kühlmittel hält die Oberflächentemperatur des Speiseplenums 28 zu allen Zeiten kälter als die Oberflächentemperatur jedes Hohlraums 26 und ermöglicht dadurch einen Strahlungs- und Konvektionsaustausch von dem heißeren Hohlraum 26 zu dem kälteren Plenum 28.

[0016] Wie in Fig. 1 dargestellt, können das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 im Wesentlichen konzentrische Rohre sein, von denen eines in dem anderen liegt. Beispielsweise kann, wie in Fig. 1 veranschaulicht, das Speiseplenum 28 das Auslassplenum 30 umgeben. Bei alternativen Ausführungsformen kann aber auch das Auslassplenum 30 das Speiseplenum 28 umschließen. Um einen weiten Schutzbereich der beanspruchten Erfindung sicherzustellen, können das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 gattungsgemässer als erstes und zweites Plenum bezeichnet werden, wobei sich das erste Plenum abhängig von der in den Ansprüchen definierten speziellen Ausführungsform entweder auf

das Speiseplenum 28 oder das Auslassplenum 30 bezieht, während sich das zweite Plenum auf das jeweils andere Plenum bezieht.

[0017] Die Konstruktion mit den ineinanderliegenden Rohren liefert viele mögliche Vorteile gegenüber bestehenden Systemen. Beispielsweise ergeben das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 einen preiswerten Aufbau zur Zufuhr und Abfuhr von Kältemittel zu bzw. von den Leitschaufeln 18, 22, 24, und zwar insbesondere im Vergleich zu den komplizierten innen liegenden Strömungskanälen, die bei bestimmten Leitschaufeln in bekannten Systemen angetroffen werden. Das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 können unabhängig von der Leitschaufelfertigung und -montage hergestellt und zusammengebaut werden, wodurch sich eine zusätzliche Flexibilität und Verringerung der Herstellungskosten ergibt.

[0018] Darüber hinaus ergeben das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 eine zuverlässige Abtrennung des Kühlmittels von dem Heissgasweg. Das hat zur Folge, dass der Druck des Kühlmittels wesentlich niedriger sein kann als der Verbrennungsgasdruck, und zwar ohne Erhöhung der Gefahr, dass Verbrennungsgase durch die Leitschaufelwand durchbrechen. Außerdem ist das Kühlmittel nicht auf Luft beschränkt, die einen spezifischen Wärmeinhalt von etwa 1000 J/kg C aufweist. Stattdessen können viele andere gut zugängliche Medien mit einer höheren spezifischen Wärmekapazität, etwa mit spezifischen Wärmekapazitäten, die grösser sind als 1500 J/kg C, als Kühlmittel benutzt werden. Beispielsweise sind Brennstoff (1670 J/kg C), Wasserdampf (2014 J/kg C) und Wasser (4186 J/kg C) leicht zugängliche Medien in einem eine Gasturbine enthaltenden Kombikraftwerkssystem (GTCC = Gas Turbine Combined Cycle), die im Vergleich mit Luft höhere spezifische Wärmekapazitäten aufweisen. In gleicher Weise ist das Kühlmittel nicht auf von dem Verdichter abgezweigte Luft beschränkt, die Temperaturen oberhalb von 200 Grad Celsius erreicht. Stattdessen können viele andere leicht zugängliche Medien bei Raumtemperatur (20 Grad Celsius) als Kühlmittel Verwendung finden. Da das Mass der Wärmeübertragung direkt proportional der spezifischen Wärmekapazität des Kühlmittels und der Temperaturdifferenz ist, liefert die Konstruktion mit ineinanderliegenden Rohren, bei jeweils gleichem Volumenstrom, das Potenzial für eine grössere Wärmeübertragungsfähigkeit als ein System, das sich exklusiv auf Luft als Kühlmittel stützt.

[0019] Wenngleich das in Fig. 1 dargestellte Kühlssystem im Zusammenhang mit der Wärmeabfuhr von einer Turbinelaufschaufel beschrieben und veranschaulicht ist, so versteht sich für den Fachmann doch, dass das Kühlssystem dazu eingerichtet sein kann, Wärme von praktisch jeder Gasturbinenkomponente abzuführen. Beispielsweise kann das Gehäuse 16 einen Hohlraum begrenzen, und das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 können in dem Hohlraum angeordnet sein, um für die Kühlung des den Heissgasweg umschliessenden Gehäuses 16 zu sorgen. In ähnlicher Weise kann jede Brennkammer eine die Brennkammer umgebende Auskleidung (Flammrohr) aufweisen. Das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 können angrenzend an die Brennkammerauskleidung angeordnet sein, um die Brennkammer zu kühlen.

[0020] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine in Fig. 1 dargestellte Leitschaufel 18, 22, 24 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie dargestellt, weist die Leitschaufel 22 eine Druckseite 34 und eine Unterdruckseite 32 auf, die gemeinsam den Hohlraum 26 im Inneren der Leitschaufel 22 begrenzen. Das Speiseplenum 28 erscheint in Figur 2a als ein im Wesentlichen ovales Rohr, dass das Auslassplenum 30 umgibt, welches als kreisrundes Rohr erscheint. Es kann aber auch, wie bereits vermerkt, bei alternativen Ausführungsformen das Auslassplenum 30 das Speiseplenum 28 umschließen. Darüber hinaus können das Speiseplenum 28 und das Auslassplenum 30 jede beliebige Gestalt annehmen, um die Ausbildung und Herstellung zu erleichtern oder den Wärmeübergang zu verbessern.

[0021] Spezielle Ausführungsformen, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegen, können zusätzliche Merkmale enthalten, um den Wärmeübergang von dem Heissgasweg auf das Kühlmittel zu erleichtern oder zu verbessern. Beispielsweise kann die Oberfläche auf der Aussenseite des in Fig. 2 dargestellten Speiseplenums 28 vergrössert sein, um das Oberflächengebiets zu vergrössern, durch das ein Wärmeübergang stattfinden kann. Außerdem kann die Außenoberfläche des Speiseplenums 28 so nahe wie vernünftigerweise möglich bei den Innenwänden der Leitschaufel 22 liegen, um den Wärmeübergang auf das Kühlmittel weiter zu erleichtern. Schliesslich können das Strahlungsvermögen (Emissivität) fördernde Überzüge auf jede Oberfläche der Leitschaufel 22, des Speiseplenums 28 und des Auslassplenums 30 aufgebracht sein, um den Wärmedurchgang durch die verschiedenen Oberflächen auf das Kühlmittel zu erleichtern.

[0022] Fig. 3 veranschaulicht eine Schnittdarstellung einer im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegenden alternativen Ausführungsform eines Kühlssystems 36. Die zu kühlende Komponente weist wieder eine Oberfläche 38 auf, die einen Hohlraum 40 in der Komponente begrenzt. Das Kühlssystem 36 beinhaltet wiederum ein Speiseplenum 42, das eine Fluidverbindung für ein Kühlmittel bildet, so dass dieses in den Hohlraum 40 einströmen oder diesen erreichen kann. Ein Auslassplenum 44, das in dem Hohlraum 40 auf beiden Seiten des Speiseplenums 42 mündet, kann eine das Speiseplenum 42 umgebende zylindrische Gestalt aufweisen, oder es kann aus mehreren Rohren bestehen, die das Speiseplenum 42 umgeben. Das in Fig. 3 veranschaulichte Auslassplenum 44 weist eine Anzahl Öffnungen 46 auf, die es dem Hohlraum 40 zugeführter Kühlluft gestatten, durch das Auslassplenum 44 zu zirkulieren, um den Wärmeübergang zu der Komponente weiter zu verbessern.

[0023] Wegen des Umstandes, dass das Kühlssystem der vorliegenden Erfindung das Kühlmittel in einem an dem Hohlraum, von den Verbrennungsgasen oder der umgebenden Luft getrennten Kreislauf enthält, gestattet es das Kühlssystem der vorliegenden Erfindung, viele Medien wie Brennstoff, Dampf, Luft und Wasser als Kühlmittel zu verwenden, die vorher unzweckmässig oder nicht möglich waren. Beispielsweise enthält ein Kombikraftwerk mit Gasturbine (GTCC) viele Fluidsysteme, die wiederholt erwärmt und abgekühlt werden, oder die vor der Verwendung in dem GTCC eine Vorheizung

erfordern. Das Kühlssystem der vorliegenden Erfindung kann viele dieser Fluide oder Medien als Kühlmittel benutzen. Demzufolge beeinträchtigt die von dem Kühlssystem geschaffene Wärmeabfuhrmöglichkeit nicht den thermodynamischen Gasturbinenwirkungsgrad, sondern sie kann auch den thermodynamischen Wirkungsgrad des GTCC durch Vorheizen verschiedener in dem GTCC verwendeter Fluide oder Medien verbessern.

[0024] Fig. 4 veranschaulicht eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit einer schematischen Darstellung eines GTCC (Kombikraftwerk) 48. Das GTCC 48 weist typischerweise eine Gasturbine 50 auf, die mit einem Wärmerückgewinnungssystem 52 kombiniert ist. Die Gasturbine 50 weist auf einer Seite einen Verdichter 54 und rings um ein Mittelteil eine oder mehrere Brennkammern 56 sowie auf der anderen Seite eine Turbine 58 auf. Der Verdichter 54 und die Turbine 58 sind mit einem gemeinsamen Rotor 60 verbunden, der einen Generator 62 zur Erzeugung von elektrischer Energie antreibt. Das Wärmerückgewinnungssystem 52 beinhaltet ein geschlossenes Kreislaufsystem, um Wärme von der Gasturbine 50 zurückzugewinnen und so den thermodynamischen Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine 50 zu verbessern. Das Wärmerückgewinnungssystem beinhaltet einen Wärmetauscher 64, eine Dampfturbine 66, einen Kondensator 68 und einen Hilfsgenerator 70. Der Wärmetauscher 64 gewinnt Wärme aus den aus der Turbine 58 austretenden Verbrennungsgasen zurück und erzeugt aus dieser zurückgewonnenen Wärme Dampf. Der Dampf strömt durch die Dampfturbine 66, um eine Welle 72 in Umdrehung zu versetzen, die zur Energieerzeugung mit dem Hilfsgenerator 70 verbunden ist. Der Dampf strömt dann zu dem Kondensator 68, und eine Pumpe 74 rezirkuliert das Kondensat zurück zu dem Wärmetauscher 64, wo der Kreislauf von neuem beginnt.

[0025] Wie in Fig. 4 dargestellt, kann die vorliegende Erfindung Medien von verschiedenen Stellen in dem GTCC nutzen. Beispielsweise kann Kondensat zwischen dem Kondensator 68 und dem Wärmetauscher 64 aus dem Wärmerückgewinnungssystem 52 zu der Turbine 58 abgezweigt werden, um die Leitschaufeln oder das Gehäuse, wie im Vorstehenden beschrieben, zu kühlen. Auf diese Weise dient das Kondensat als Kühlmittel für die Turbine 58, um Wärme von der Turbine 58 abzuführen, während die Turbine 58 ihrerseits als Vorhezeinrichtung für das Kondensat dient, bevor das Kondensat den Wärmetauscher 64 durchströmt, um in Dampf umgewandelt zu werden. Dieser Wärmeaustausch von der Turbine 58 zu dem Kondensat verringert die Temperatur der Turbinenkomponenten, um so höhere Verbrennungstemperaturen zu ermöglichen, ohne dass insgesamt etwas von dem thermodynamischen Wirkungsgrad bei der Gasturbine 58 geopfert wird.

[0026] Der in den Brennkammern 56 verbrauchte Brennstoff kann auch als Kühlmittel verwendet werden, um vor der Verbrennung Wärme aus den Turbinenkomponenten abzuführen. Beispielsweise kann, wie in Fig. 4 veranschaulicht, eine Brennstoffleitung 76, die Brennstoff den Brennkammern 56 zuleitet, zunächst einen Teil des Brennstoffs vor der Verbrennung zu der Turbine 58 zirkulieren lassen, um Wärme von den Turbinenkomponenten abzuführen. In ähnlicher Weise kann ein Teil der durch den Verdichter 54 der Gasturbine 50 durchströmenden Luft zu der Turbine 58 zurückgeführt, als Kühlmittel zur Wärmeabfuhr von den Turbinenkomponenten verwendet und später dann wieder in den Verdichter 54 eingeleitet werden. So wie bei dem im vorstehenden erörterten Kondensat verringert der Wärmeaustausch von Turbine 58 zu dem Brennstoff oder zu der Luft die Temperatur der Turbinenkomponenten und heizt den Brennstoff oder die Luft auf, um höhere Verbrennungstemperaturen zu ermöglichen, ohne dass bei der Turbine 50 insgesamt etwas von dem thermischen Wirkungsgrad geopfert wird.

[0027] Vorläufige Berechnungen und Abschätzungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung weisen auf eine wesentliche Verbesserung der für die Gasturbinenkomponenten sich ergebenden Strahlungskühlung hin. Die verbesserte Strahlungskühlung kann dazu benutzt werden, vorhandene Kühlssysteme zu ergänzen, um die Temperatur von Gasturbinenkomponenten weiter abzusenken oder die Zeitspanne zwischen Wartungsintervallen zu verlängern. Alternativ kann die verbesserte Strahlungskühlung, abhängig von den für jede Anwendung speziellen betrieblichen Überlegungen, vorhandene Kühlssysteme vollständig ersetzen.

[0028] Die Erfindung betrifft ein System, das eine zu kühlende Komponente einer Turbine sowie eine Vorrichtung zur Wärmeabfuhr von der Komponente umfasst. Die Vorrichtung zur Wärmeabfuhr weist einen Hohlraum 26 in der Komponente und ein erstes Plenum 28 sowie ein zweites Plenum 30 in dem Hohlraum 26 auf. Das zweite Plenum 30 ist mit dem ersten Plenum 28 verbunden und umgibt das erste Plenum 28 in dem Hohlraum 26. Ein Kühlmittel strömt durch das erste Plenum 28 und das zweite Plenum 30, um Wärme von der Leitschaufel 24 abzuführen. Die Erfindung betrifft ausserdem ein Verfahren zum Kühlen einer Komponente einer Turbine mit Hilfe eines derartigen Systems sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Systems, wobei das Herstellungsverfahren das Ausbilden eines Hohlraums 26 in einer zu kühlenden Komponente, das Einfügen eines ersten Plenums 28 in dem Hohlraum 26 und das Einfügen eines zweiten Plenums 30 in den Hohlraum 26 beinhaltet. Das Herstellungsverfahren beinhaltet ausserdem das Verbinden des zweiten Plenums 30 mit dem ersten Plenum 28 und das Umgeben des ersten Plenums 28 mit dem zweiten Plenum 30 innerhalb des Hohlraums 26, derart, dass das System dazu ausgebildet ist, ein Kühlmittels durch das erste Plenum 28 und das zweite Plenum 30 strömen zu lassen, um die Komponente zu kühlen.

Bezugszeichenliste

[0029]

Bezugszeichen	Komponente
10	Kühlssystem

Bezugszeichen	Komponente
12	Turbine
14	Überleitungsstück
16	Gehäuse
18	Leitschaufel der ersten Stufe
20	Laufschaufel der ersten Stufe
22	Leitschaufel der zweiten Stufe
24	Leitschaufel der dritten Stufe
26	Hohlraum
28	Speisepenum
30	Auslassplenum
32	Unterdruckseite
34	Druckseite
36	alternatives Kühlssystem
38	Komponentenoberfläche
40	Hohlraum
42	Speisepenum
44	Auslassplenum
46	Öffnungen
48	GTCC
50	Gasturbine
52	Wärmerückgewinnungssystem
54	Verdichter
56	Brennkammern
58	Turbine
60	Rotor
62	Generator
64	Wärmetauscher
66	Dampfturbine
68	Kondensor
70	Hilfsgenerator
72	Welle
74	Pumpe
76	Brennstoffleitung

Patentansprüche

1. System, umfassend eine zu kühlende Komponente einer Turbine (12) sowie eine Vorrichtung (10) zur Wärmeabfuhr von der Komponente, wobei die Vorrichtung (10) umfasst:
 - a) einen Hohlraum (26) im Inneren der Komponente;
 - b) ein erstes Plenum (28) in dem Hohlraum (26);
 - c) ein zweites Plenum (30) in dem Hohlraum (26) und mit dem ersten Plenum (28) verbunden, wobei das zweite Plenum (30) das erste Plenum (28) in dem Hohlraum (26) umgibt; undwobei das System dazu ausgebildet ist, ein Kühlmittel durch das erste Plenum (28) und das zweite Plenum (30) strömen zu lassen, um Wärme von der Komponente abzuführen.
2. System nach Anspruch 1, bei dem das erste Plenum (28) und das zweite Plenum (30) im Wesentlichen konzentrische Rohre sind.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das zweite Plenum (30) mehrere durchgehende Öffnungen (46) aufweist.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, das ausserdem eine Emissivitätsbeschichtung auf dem zweiten Plenum (30) aufweist.
5. Verfahren zum Kühlen einer Komponente einer Turbine (12) mittels eines Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem ein Kühlmittel durch das erste Plenum (28) und das zweite Plenum (30) strömt, um Wärme von der zu kühlenden Komponente der Turbine abzuführen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem das Kühlmittel eine spezifische Wärmekapazität von höher als 1,5 kJ/kg C aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem das Kühlmittel Brennstoff ist.
8. Verfahren zum Herstellen eines Systems gemäss Anspruch 1, das aufweist:
 - a) Ausbilden eines Hohlraums (26) in einer zu kühlenden Komponente;
 - b) Ausbilden eines ersten Plenums (28) in dem Hohlraum (26);
 - c) Ausbilden eines zweiten Plenums (30) in dem Hohlraum (26);
 - d) Verbinden des zweiten Plenums (30) mit dem ersten Plenum (28);
 - e) Umgeben des ersten Plenums (28) mit dem zweiten Plenum (30) in dem Hohlraum (26);derart, dass das System dazu ausgebildet ist, ein Kühlmittel durch das erste Plenum (28) und das zweite Plenum (30) strömen zu lassen, um die Komponente zu kühlen.
9. Verfahren nach Anspruch 8, das ausserdem das Ausbilden mehrerer Öffnungen (46) durch das zweite Plenum (30) beinhaltet.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, das ausserdem das Ausbilden des Hohlraums (26) in einer Leitschaufel (18) in der Turbine (12) beinhaltet.

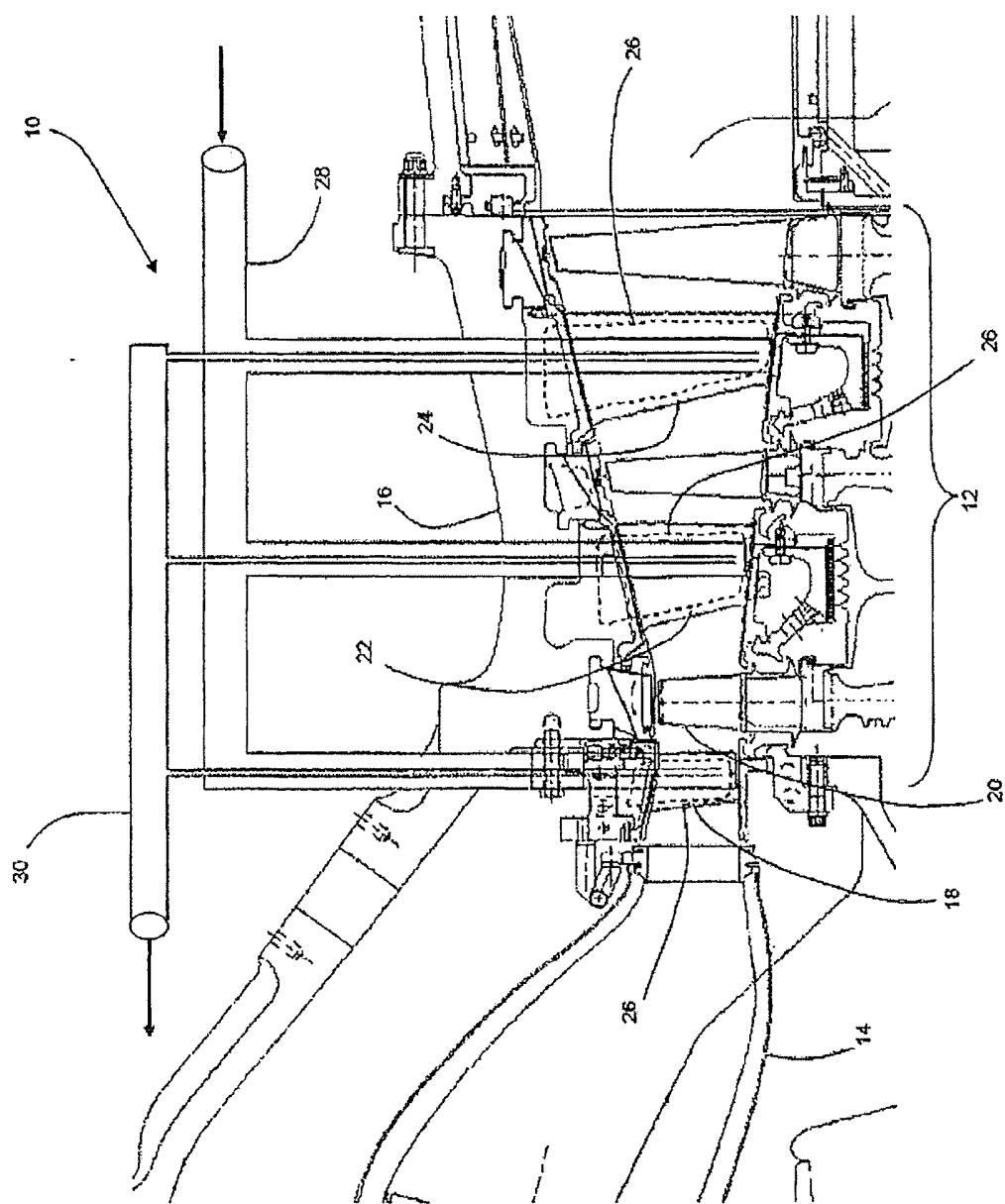
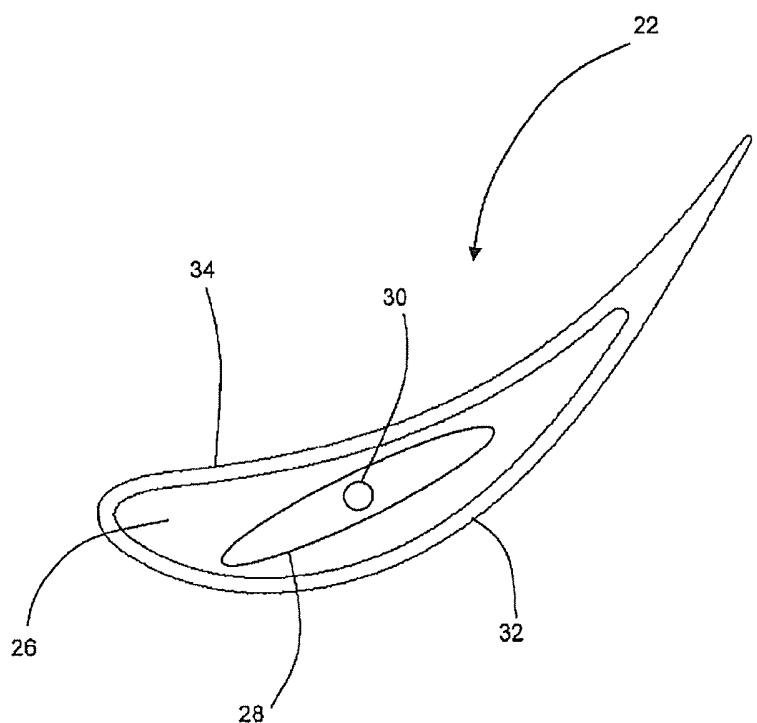
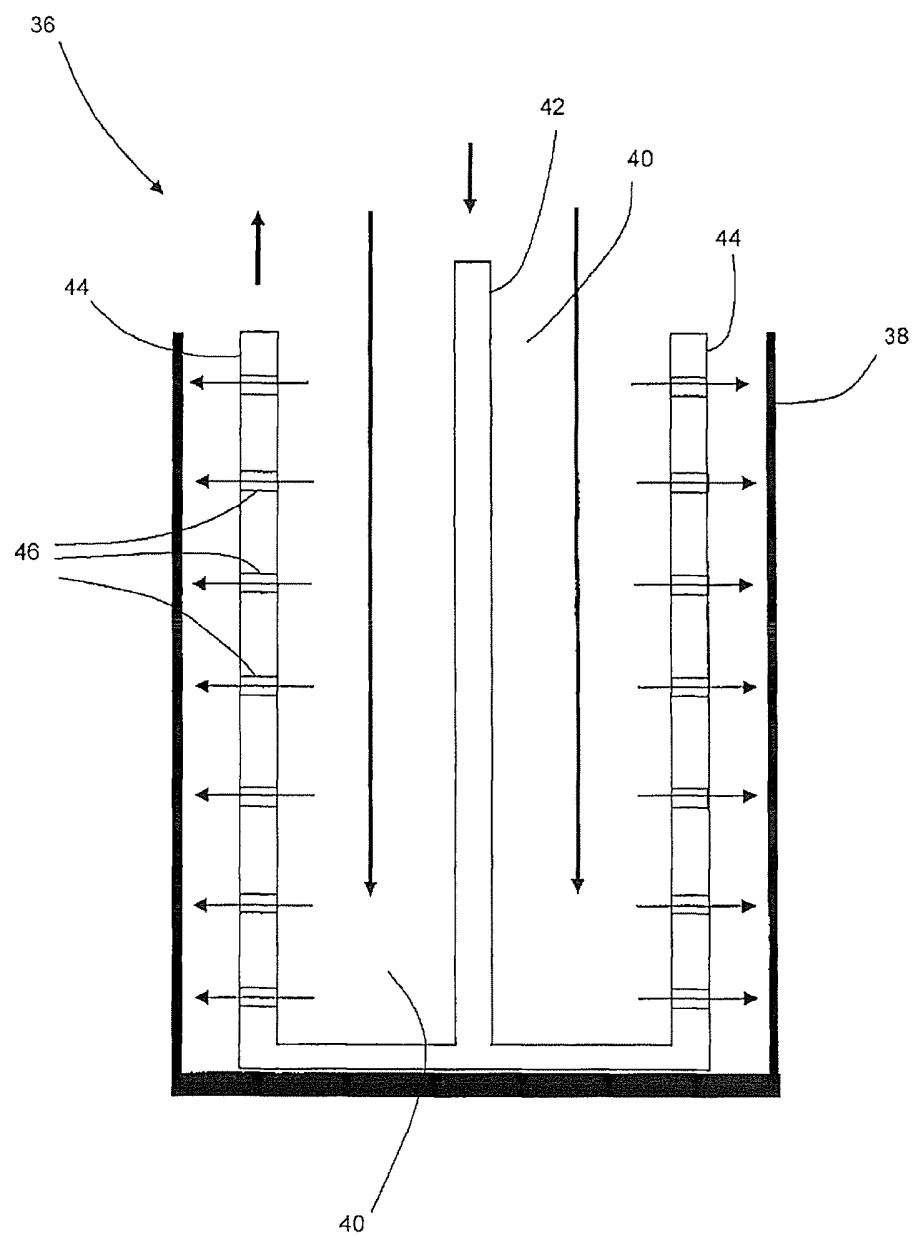


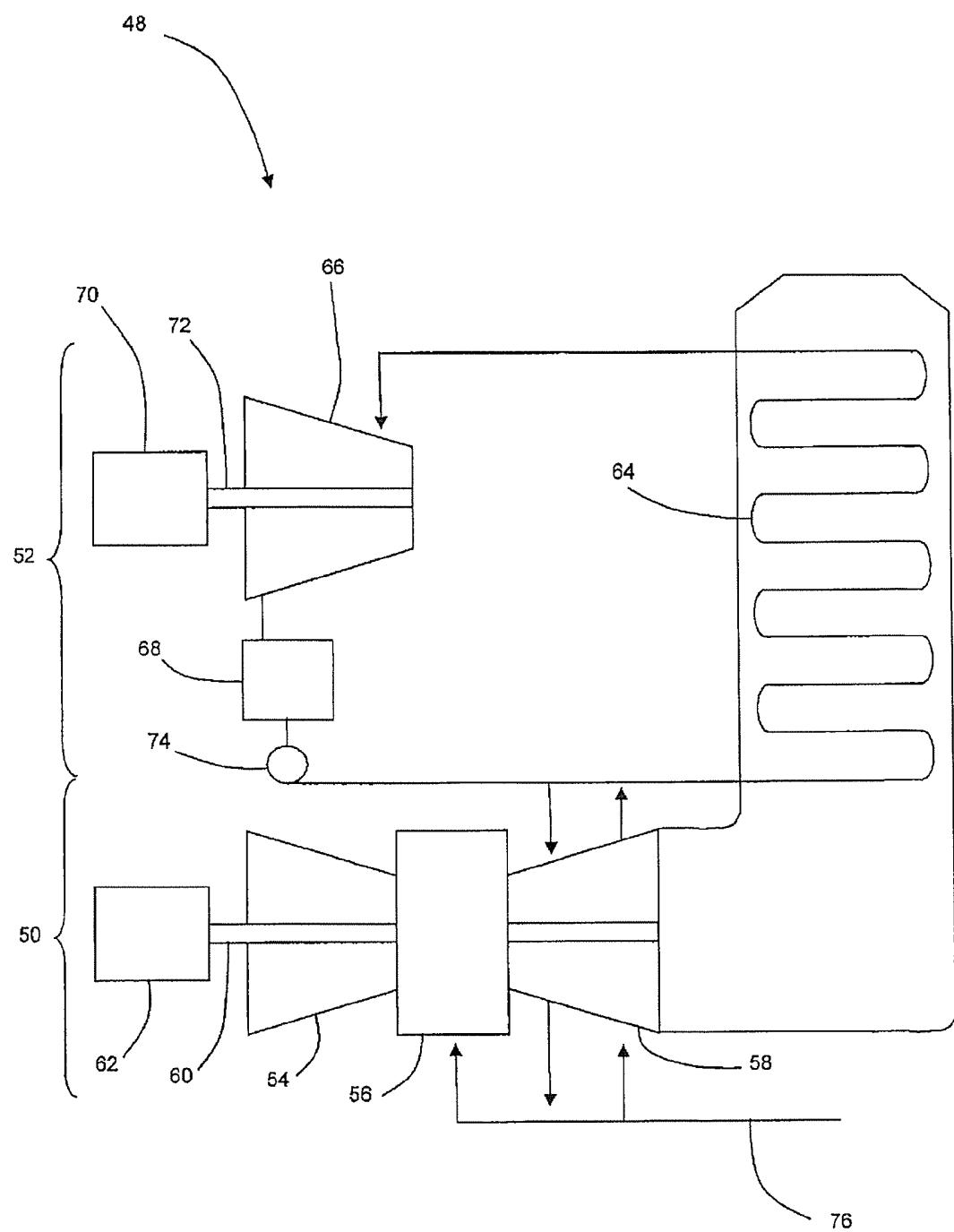
Figure 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4