(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2011 054 877 A1** 2012.05.10

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 054 877.7**
(22) Anmeldetag: **27.10.2011**
(43) Offenlegungstag: **10.05.2012**

(51) Int Cl.: ***F01D 5/18*** (2011.01)

(30) Unionspriorität:
12/939,576 04.11.2010 US

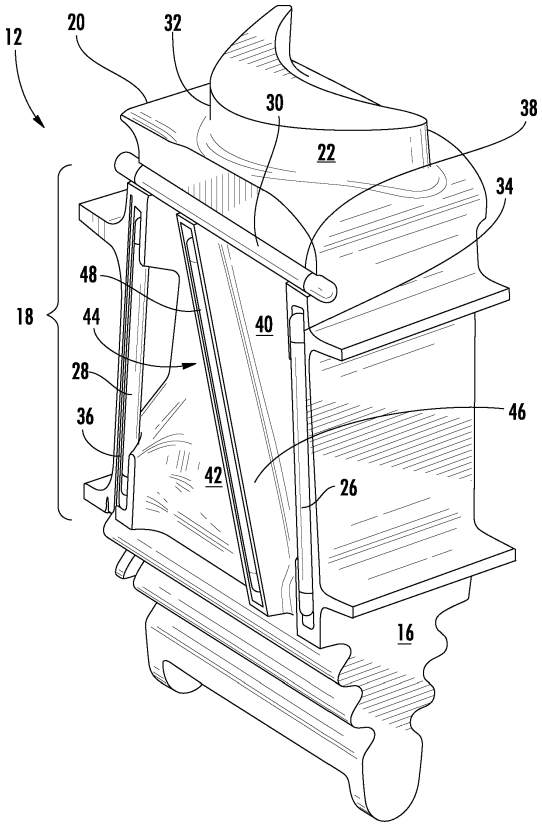
(71) Anmelder:
General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:
Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

(72) Erfinder:
Zhang, Xiuzhang James, Greenville, South Carolina 29615, US; Itzel, Gary Michael, Greenville, South Carolina 29680, US; Amaral, Sergio Daniel Marques, Greenville, SC, US; Sampayo, Camilo Andres, Greenville, South Carolina 29615, US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum Kühlen einer Turbinenschaufel**



(57) Zusammenfassung: Eine Turbinenschaufel (12) beinhaltet ein Schaufelblatt (22), eine an das Schaufelblatt (22) angrenzende Plattform (20) und einen an die Plattform (20) angrenzenden Schaft (18). Der Schaft (18) definiert einen Schafthohlraum (40, 42) und eine Trennwand (44) im Schafthohlraum (40, 42) erzeugt eine Druckdifferenz im Schafthohlraum (40, 42). Ein Verfahren zum Kühlen einer Turbinenschaufel (12) beinhaltet das Lenken eines Fluids zu einem vorderen Schafthohlraum (40) und das Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum (40) und einem hinteren Schafthohlraum (42).

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein System und ein Verfahren zum Kühlen einer Turbinenschaufel. Insbesondere können Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung den Kühlungsfluidstrom regeln und/oder zu einem Schafthohlraum und/oder einer Plattform der Turbinenschaufel lenken.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Turbinen sind in der Technik für die Energieerzeugung bekannt. Eine typische Turbine beinhaltet abwechselnde Stufen von feststehenden Leitschaufeln oder Düsen und rotierenden Laufschaufeln oder Schaufeln. Die rotierenden Schaufeln sind an einem Rotor angebracht. Ein Arbeitsfluid, wie z. B. Dampf oder Verbrennungsgase, strömt entlang eines Heißgaspfads über die feststehenden Leitschaufeln und die rotierenden Schaufeln. Die feststehenden Leitschaufeln lenken das Arbeitsfluid auf die rotierenden Laufschaufeln, was dazu führt, dass die rotierenden Laufschaufeln und somit der Rotor sich drehen, um Arbeit zu erzeugen. Zum Beispiel kann der Rotor mit einem Generator verbunden sein, so dass die Drehung des Rotors elektrische Energie erzeugt. Erhöhen der Temperatur des Arbeitsfluids erhöht im Allgemeinen den thermodynamischen Wirkungsgrad der Turbine; die erhöhte Temperatur des Arbeitsfluids kann aber auch zu einer übermäßigen Erhitzung der Turbinenschaufeln und anderer Bauteile entlang des Heißgaspfads führen. Daher sind in der Technik verschiedene Systeme und Verfahren zum Bereitstellen von Kühlung für die Turbinenschaufeln bekannt, um Schäden zu verhüten und/oder die Betriebslebensdauer der Turbinenschaufeln zu verlängern.

[0003] Die rotierenden Schaufeln weisen im Allgemeinen ein Schaufelblatt auf, das sich von einer Plattform in den Heißgaspfad hinein erstreckt. Die rotierenden Schaufeln beinhalten ferner einen Schaft radial einwärts von der Plattform und der Schaft beinhaltet oft einen Schafthohlraum. Ein System und ein Verfahren, die in der Technik zum Kühlen von Turbinenschaufeln bekannt sind, lassen ein Kühlmedium in den Schafthohlraum strömen, um den Schaft zu kühlen. Das Kühlmedium kann jedes beliebige Fluid umfassen, das Wärme aus dem Schafthohlraum entfernen kann, wie z. B. umgeleitete Luft von einem Verdichter. Der Druck des in den Schafthohlraum strömenden Kühlmediums wird allgemein größer gehalten als der Druck des über das Schaufelblatt im Heißgaspfad strömenden Arbeitsfluids. Auf diese Weise hindert das Kühlmedium das Arbeitsfluid daran, das Schaufelblatt zu umgehen und in den Schafthohlraum einzudringen oder aufgenommen zu werden.

[0004] Die Druckdifferenz zwischen dem Kühlmedium und dem Arbeitsfluid kann dazu führen, dass ein erster Teil des Kühlmediums aus dem Schafthohlraum und in den Heißgaspfad eindringt. Der erste Teil des Kühlmediums, der in den Heißgaspfad eindringt, strömt dann durch die abwechselnden Stufen von feststehenden Leitschaufeln und rotierenden Schaufeln, um Arbeit zu erzeugen. Die Druckdifferenz zwischen dem Kühlmedium und dem Arbeitsfluid kann aber auch verursachen, dass ein zweiter Teil des Kühlmediums im Schafthohlraum stromabwärts strömt und aus dem Schafthohlraum in ein abströmseitiges Bauteil eindringt, wie z. B. einen Radhohlraum-Spülholraum abströmseitig des Schafts. Der zweite Teil des Kühlmediums, der aus dem Schafthohlraum in das abströmseitige Bauteil eindringt, erzeugt in der Turbine keine Arbeit und trägt daher nicht zum thermodynamischen Wirkungsgrad der Turbine bei.

[0005] Ein hinterer Dichtungspin kann in den hinteren Teil des Schafthohlraums eingebaut werden, um die aus dem Schafthohlraum in das abströmseitige Bauteil entweichende Menge von Kühlmedium zu verringern. Der Druck des Kühlmediums kann aber trotzdem noch zu unerwünschtem Entweichen des Kühlmediums an dem hinteren Dichtungspin vorbei und aus dem Schafthohlraum hinaus führen. Daher wäre ein verbessertes System und Verfahren zum Kühlen von Turbinenschaufeln, das die Menge des unerwünscht aus dem Schafthohlraum entweichenden Kühlmediums reduzieren würde, nützlich.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Aspekte und Vorteile der Erfindung werden unten in der folgenden Beschreibung dargelegt oder sind möglicherweise aus der Beschreibung offensichtlich oder können durch Ausüben der Erfindung gelernt werden.

[0007] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Turbinenschaufel, die ein Schaufelblatt, eine an das Schaufelblatt angrenzende Plattform und einen an die Plattform angrenzenden Schaft beinhaltet. Der Schaft definiert einen Schafthohlraum und eine Trennwand im Schafthohlraum erzeugt eine Druckdifferenz im Schafthohlraum.

[0008] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Turbinenschaufel, die ein Schaufelblatt, eine an das Schaufelblatt angrenzende Plattform und einen an die Plattform angrenzenden Schaft beinhaltet. Der Schaft definiert einen vorderen Schafthohlraum und einen hinteren Schafthohlraum mit einer Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum und dem hinteren Schafthohlraum.

[0009] Die vorliegende Erfindung beinhaltet auch ein Verfahren zum Kühlen einer Turbinenschaufel. Das Verfahren beinhaltet das Lenken eines Fluids zu einem vorderen Schafthohlraum und das Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum und einem hinteren Schafthohlraum.

[0010] Der Durchschnittsfachmann kann die Merkmale und Aspekte derartiger Ausführungsformen und anderer bei Durchsicht der Beschreibung besser erkennen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Eine vollständige und genügende Offenbarung der vorliegenden Erfindung einschließlich ihrer besten Ausführung wird im Rest der Beschreibung, einschließlich Bezugnahme auf die Begleitzeichnungen, eingehender dargelegt. Dabei zeigt:

[0012] Fig. 1 einen vereinfachten axialen Querschnitt einer Turbinenschaufelstufe;

[0013] Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Turbinenschaufel nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 3 eine Draufsicht der Unterdruckseite der in Fig. 2 gezeigten Turbinenschaufel;

[0015] Fig. 4 eine Draufsicht der Druckseite einer Turbinenschaufel nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

[0016] Fig. 5 eine Nahansicht eines Teils der in Fig. 4 gezeigten Turbinenschaufel.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0017] Im Folgenden wird nun detailliert auf vorliegende Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, für die in den Begleitzeichnungen ein oder mehrere Beispiele illustriert werden. Die ausführliche Beschreibung verwendet Zahlen- und Buchstabenbezeichnungen zur Bezugnahme auf Merkmale in den Zeichnungen. Gleiche oder ähnliche Bezeichnungen in den Zeichnungen und der Beschreibung werden zur Bezugnahme auf gleiche oder ähnliche Teile der Erfindung verwendet.

[0018] Jedes Beispiel ist zur Veranschaulichung der Erfindung gegeben, nicht zur Begrenzung der Erfindung. Für fachkundige Personen ist es auch offensichtlich, dass Modifikationen und Veränderungen an der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne von ihrem Umfang oder Sinn abzuweichen. Zum Beispiel können als Teil einer Ausführungsform verwendete oder beschriebene Merkmale in einer anderen Ausführungsform verwendet werden, um noch eine weitere Ausführungsform zu ergeben. Es ist also vorgesehen, dass die vorliegende Erfindung die Modifikationen und Veränderungen abdeckt, die in den Umfang der angehängten Ansprüche und ihrer Äquivalenten fallen.

[0019] Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sehen eine verbesserte Kühlung des Schafts einer Turbinenschaufel vor. Außerdem können spezielle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung auch eine verbesserte Kühlung und/oder Unterstützung für eine Plattform der Turbinenschaufel vorsehen. Die verbessere Kühlung des Schafts und/oder der Plattform kann den Kühlungsbedarf der Turbinenschaufel reduzieren, den thermodynamischen Wirkungsgrad der Turbine verbessern und/oder die Betriebslebensdauer der Turbinenschaufel verlängern.

[0020] Fig. 1 bietet einen vereinfachten axialen Querschnitt einer typischen Turbinenschaufelstufe **10**. Wie gezeigt, beinhaltet die Turbinenschaufelstufe **10** im Allgemeinen mehrere Turbinenschaufeln **12**, die an einem Rad **14** angebracht sind, das wiederum an einem Rotor (nicht abgebildet) angebracht ist. Jede Turbinenschaufel **12** beinhaltet im Allgemeinen einen Schwalbenschwanz **16**, einen Schaft **18**, eine Plattform **20** und ein Schaufelblatt **22**. Der Schwalbenschwanz **16** und das Rad **14** weisen einander ergänzende Oberflächen **24** auf, die jede Turbinenschaufel **12** axial in das Rad **14** hinein gleiten lassen, und die einander ergänzenden Oberflächen **24** zwischen dem Rad **14** und dem Schwalbenschwanz **16** halten jede Turbinenschaufel **12** in Solllage fest, wenn sich die Turbinenschaufelstufe **10** während des Betriebs dreht. Der Schaft **18** ist mit dem Schwalbenschwanz **16** verbunden und erstreckt sich radial nach außen von dem Schwalbenschwanz **16** zur Plattform **20**. Wie in Fig. 1 gezeigt, kann der Schaft **18** mehrere Pins beinhalten, die Zwischenräume zwischen benachbarten Turbinenschaufeln **12** füllen. Insbesondere kann jeder Schaft **18** einen vorderen Pin **26** nahe der Vorderseite des Schafts **18**, einen hinteren Pin **28** nahe der Rückseite des Schafts **18** (in Fig. 1 nicht sichtbar) und einen horiontalen Pin **30** nahe der Oberseite des Schafts **18** aufweisen. Beim Drehen der Turbinenschaufeln **12** um den Rotor lässt die Zentrifugalkraft die Pins **26**, **28**, **30** in den Zwischenräumen zwischen benachbarten Turbinenschaufeln **12** aufsitzen, um Vibrationen und/oder das Durchströmen von Fluid zwischen benachbarten Turbinenschaufeln **12** zu verringern. Die Plattform **20** befindet sich radial auswärts von und neben dem Schaft **18** und das Schaufelblatt **22** befindet sich neben der Plattform **20** und erstreckt sich von ihr radial auswärts. Ein Arbeitsfluid strömt an einem Heißgaspfad entlang über das Schaufelblatt **22**, um die Turbinenschaufelstufe **10** zum Drehen um den Rotor zu bringen, wie in der Technik bekannt ist.

[0021] Fig. 2 bietet eine perspektivische Darstellung der Turbinenschaufel **12** nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und Fig. 3 bietet eine Draufsicht einer Unterdruckseite **32** der in Fig. 2 gezeigten Turbinenschaufel **12**. Der Durchschnittsfachmann wird erkennen, dass die Druckseite der Turbinenschaufel **12** im Allgemeinen ein Spiegelbild der Unterdruckseite **32** ist, damit benachbarte Turbinenschaufeln **12** zusammenpassen können, und die Darstellung der Druckseite der Turbinenschaufel **12** nicht notwendig ist, um die Ausführungsform der in den Fig. 2 und Fig. 3 gezeigten Turbinenschaufel **12** zu verstehen oder ihre Ausführung zu ermöglichen. Die Turbinenschaufel **12** beinhaltet im Allgemeinen den Schwalbenschwanz **16**, den Schaft **18**, die Plattform **20** und das Schaufelblatt **22**, wie bereits mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben. Wie in Fig. 2 am deutlichsten gezeigt wird, kann der Schaft **18** eine vordere Nut **34**, eine hintere Nut **36** und eine horizontale Nut **38** zur Aufnahme des vorderen Pins **26**, des hinteren Pins **28** bzw. des horizontalen Pins **30** beinhalten. Wie bereits besprochen, lässt die durch die Drehung der Turbinenschaufel **12** erzeugte Zentrifugalkraft die Pins **26**, **28**, **30** in den Zwischenräumen zu einer benachbarten Turbinenschaufel **12** aufsitzen, um Vibrationen und/oder das Durchströmen von Fluid zwischen benachbarten Turbinenschaufeln zu verringern.

[0022] Wie in den Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt, kann der Schaft **18** einen vorderen Schafthohlraum **40** und einen hinteren Schafthohlraum **42** definieren und zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Schafthohlraum **42** kann eine Trennwand **44** angeordnet sein. Die Trennwand **44** kann in einem spitzen Winkel zur Plattform **20** angeordnet sein und kann durch den horizontalen Pin **30** mit der Plattform **20** verbunden sein, um zusätzliche Unterstützung für die Plattform **20** zu ergeben. Die Trennwand **44** kann jede beliebige geeignete Konstruktion umfassen, die in der Technik zum Trennen oder Abscheiden von Bereichen oder Volumen bekannt ist. Zum Beispiel kann die Trennwand **44** eine Labyrinthdichtung, Flachdichtung, Barriere, Platte, Wischer oder gleichwertige Konstruktionen aufweisen. Wie in den Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt, kann die Trennwand **44** eine Tasche **46** zur Aufnahme eines Dichtungspins **48** aufweisen. Beim Drehen der Turbinenschaufel **12** verursacht die Zentrifugalkraft, dass sich der Dichtungspin **48** radial nach außen gegen die abgewinkelte Tasche **46** bewegt, um eine teilweise oder vollständige Dichtung zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Hohlraum **42** zu bilden. Der Durchschnittsfachmann wird leicht erkennen, dass ein Verkleinern des Winkels zwischen der Trennwand **44** und der Plattform **20** die Dichtung verbessert, die zwischen dem Dichtungspin **48** und der Tasche **46** gebildete wird, während sich die Turbinenschaufel **12** dreht und der Dichtungspin **48** sich radial nach außen bewegt.

[0023] Dem vorderen Schafthohlraum **40** kann ein Kühlmedium zum Kühlen des Schafts **18** der Turbinenschaufel **12** zugeführt werden. Das Kühlmedium kann jedes beliebige Fluid umfassen, das Wärme vom Schaft **18** abziehen kann, wie z. B. umgeleitete Luft von einem Verdichter. Das Kühlmedium wird allgemein auf einem Druck gehalten, der größer als der Druck des Arbeitsfluids im Heißgaspfad ist. Infolgedessen verhindert das Kühlmedium den Eintritt des Arbeitsmediums in den vorderen Schafthohlraum **40** und aus dem vorderen Schafthohlraum **40** in den Heißgaspfad entweichendes Kühlmedium schließt sich dem Arbeitsfluid im Heißgaspfad beim Überströmen der Turbinenschaufeln **12** zum Erzeugen von Arbeit an. Außerdem verhindert die Trennwand **44**, dass das Kühlmedium frei zum hinteren Schafthohlraum **42** strömt, was eine Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Schafthohlraum **42** entstehen lässt oder bewirkt. Die Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Schafthohlraum **42** führt zu einem reduzierten Druck des Kühlmediums im hinteren Schafthohlraum **42**. Der reduzierte Druck des Kühlmediums im hinteren Schafthohlraum **42** verringert die Menge des Kühlmittels, das am hinteren Dichtungspin **28** vorbei und aus dem hinteren Schafthohlraum **42** entweichen kann.

[0024] Fig. 4 bietet eine Draufsicht einer Druckseite **50** der Turbinenschaufel **12** nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und Fig. 5 bietet eine Nahansicht eines Teils der in Fig. 4 gezeigten Druckseite **50**. Der Durchschnittsfachmann erkennt, dass die Unterdruckseite der Turbinenschaufel **12** im Allgemeinen ein Spiegelbild der Druckseite **32** ist, so dass benachbarte Turbinenschaufeln **12** zusammenpassen können, und die Darstellung der Unterdruckseite der Turbinenschaufel **12** nicht notwendig ist, um die in den Fig. 4 und Fig. 5 gezeigte Ausführungsform der Turbinenschaufel **12** zu verstehen oder ihre Ausführung zu ermöglichen. Die Turbinenschaufel **12** beinhaltet wieder im Allgemeinen den Schwalbenschwanz **16**, den Schaft **18**, die Plattform **20** und das Schaufelblatt **22**, wie bereits mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben. Außerdem kann der Schaft **18** wieder die vordere, hintere und horizontale Nut **34**, **36**, **38** aufweisen, wie bereits mit Bezug auf die Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben. Darüber hinaus definiert der Schaft **18** wieder den vorderen Schafthohlraum **40** und den hinteren Schafthohlraum **42** und die Trennwand **44** kann zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Schafthohlraum **42** angeordnet sein. Die Trennwand **44** kann wieder die Tasche **46** zum Aufnehmen des Dichtungspins **48** aufweisen und die Trennwand kann durch den horizontalen Pin mit der Plattform **20** verbunden sein, um für zusätzliche Unterstützung für die Plattform **20** zu sorgen.

[0025] In der in den Fig. 4 und Fig. 5 gezeigten speziellen Ausführungsform kann die Trennwand **44** lotrecht zur Plattform **20** angeordnet sein, um zusätzliche Unterstützung für die Plattform **20** zu ergeben. Wie in Fig. 5 am deutlichsten gezeigt wird, kann die Trennwand **44** ferner eine oder mehrere Öffnungen **52** durch die Trennwand **44** beinhalten, um einen Teil des Kühlmediums durch die Trennwand **44** in den hinteren Schafthohlraum **42** strömen zu lassen. Die Öffnung **52** kann in der Trennwand abgewinkelt sein, um den Strom des Kühlmediums durch die Öffnung **52** auf die Plattform **20** zu lenken. Auf diese Weise prallt das durch die Öffnung **52** strömende Kühlmedium auf die Plattform **20**, um eine Prallkühlung für die Plattform **20** zu ergeben.

[0026] Die mit Bezug auf die Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 beschriebenen und veranschaulichten Ausführungsformen der Turbinenschaufel erzeugen so eine Druckdifferenz des Kühlmediums zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Schafthohlraum **42**. Die Druckdifferenz lässt zu, dass der Druck des Kühlmediums im vorderen Schafthohlraum **40** größer gehalten werden kann als der des Arbeitsfluids im Heißgaspfad, um die Aufnahme von Arbeitsfluid in den vorderen Schafthohlraum **40** zu verringern und/oder zu verhindern. Außerdem führt die Druckdifferenz zu einem verringerten Druck des Kühlmediums im hinteren Schafthohlraum **42**, wodurch die Menge des Kühlmediums, die an dem hinteren Pin **28** vorbei und aus dem hinteren Schafthohlraum **42** hinaus entweicht, verringert wird. Infolgedessen wird die Menge des Kühlmediums, die durch den Schaft **18** strömt, ohne in der Turbine Arbeit zu erzeugen, verringert. Der Durchschnittsfachmann kann leicht erkennen, dass der Schaft **18** bei anderen Ausführungsformen mehr als eine Trennwand **33** zwischen dem vorderen Schafthohlraum und dem hinteren Schafthohlraum **42** aufweisen kann, um mehrere Druckdifferenzen zwischen dem vorderen Schafthohlraum **42** und dem hinteren Schafthohlraum **42** zu erzeugen, und eine Darstellung mehrerer Trennwände **44** nicht notwendig ist, um andere Ausführungsformen der Turbinenschaufel **12** innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung zu verstehen oder ihre Ausführung zu ermöglichen.

[0027] Die mit Bezug auf die Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 bereits beschriebenen Ausführungsformen sehen ein Verfahren zum Kühlen der Turbinenschaufel **12** vor. Das Verfahren beinhaltet im Allgemeinen das Lenken des Fluids zu dem vorderen Schafthohlraum **40** und das Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und dem hinteren Schafthohlraum **42**. Zum Erzeugen der Druckdifferenz kann das Verfahren ferner das Abtrennen des vorderen Schafthohlraums **40** von dem hinteren Schafthohlraum **42** beinhalten. Wie besonders in den Fig. 4 und Fig. 5 gezeigt wird, kann das Verfahren ferner das Durchströmenlassen eines Teils des Fluids von dem vorderen Schafthohlraum **40** zu dem hinteren Schafthohlraum **42** zum Aufprallen auf die Plattform **20** beinhalten, um eine Prallkühlung für die Plattform **20** zu ergeben.

[0028] Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele zur Offenbarung der Erfindung, einschließlich der besten Ausführung, und auch, um fachkundigen Personen die Ausführung der Erfindung, einschließlich der Herstellung und Verwendung von Vorrichtungen oder Systemen und der Durchführung eingebundener Verfahren, zu ermöglichen. Der patentfähige Umfang der Erfindung wird von den Ansprüchen definiert und kann andere Beispiele beinhalten, die fachkundigen Personen einfallen. Es ist vorgesehen, dass derartige und andere Beispiele im Umfang der Ansprüche liegen, wenn sie Konstruktionselemente beinhalten, die sich nicht von der wörtlichen Bedeutung der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente Konstruktionselemente mit unwesentlichen Unterschieden von den wörtlichen Bedeutungen der Ansprüche beinhalten.

[0029] Eine Turbinenschaufel **12** beinhaltet ein Schaufelblatt **22**, eine an das Schaufelblatt **22** angrenzende Plattform **20** und einen an die Plattform **20** angrenzenden Schaft **18**. Der Schaft **18** definiert einen Schafthohlraum **40**, **42** und eine Trennwand **44** im Schafthohlraum **40**, **42** erzeugt eine Druckdifferenz im Schafthohlraum **40**, **42**. Ein Verfahren zum Kühlen einer Turbinenschaufel **12** beinhaltet das Lenken eines Fluids zu einem vorderen Schafthohlraum **40** und das Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum **40** und einem hinteren Schafthohlraum **42**.

Bezugszeichenliste

10	Turbinenschaufelstufe
12	Turbinenschaufel
14	Rad
16	Schwalbenschwanz
18	Schaft
20	Plattform
22	Schaufelblatt
24	Einander ergänzende Oberflächen
26	Vorderer Pin
28	Hinterer Pin
30	Horizontaler Pin
32	Unterdruckseite
34	Vordere Nut
36	Hintere Nut
38	Horizontale Nut
40	Vorderer Schafthohlraum
42	Hinterer Schafthohlraum
44	Trennwand

46 Tasche
48 Dichtungspin
50 Druckseite
52 Öffnung

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (**12**), die aufweist:
ein Schaufelblatt (**22**);
eine an das Schaufelblatt (**22**) angrenzende Plattform (**20**);
einen an die Plattform (**20**) angrenzenden Schaft (**18**), wobei der Schaft (**18**) einen Schafthohlraum (**40**, **42**) begrenzt;
eine Trennwand (**44**) in dem Schafthohlraum (**40**, **42**), wobei die Trennwand (**44**) in dem Schafthohlraum (**40**, **42**) eine Druckdifferenz erzeugt.

2. Turbinenschaufel (**12**) nach Anspruch 1, wobei die Trennwand (**44**) im Wesentlichen rechtwinklig zu der Plattform (**20**) angeordnet ist.

3. Turbinenschaufel (**12**) nach einem der Ansprüche 1–2, wobei die Trennwand (**44**) in einem spitzen Winkel zur Plattform (**20**) angeordnet ist.

4. Turbinenschaufel (**12**) nach einem der Ansprüche 1–3, wobei die Trennwand (**44**) mit der Plattform (**20**) verbunden ist.

5. Turbinenschaufel (**12**) nach einem der Ansprüche 1–4, wobei die Trennwand (**44**) einen Dichtungspin (**48**) aufweist.

6. Turbinenschaufel (**12**) nach einem der Ansprüche 1–5, die ferner in dem Schafthohlraum (**40**, **42**) mehrere Trennwände (**44**) aufweist, wobei die mehreren Trennwände (**44**) mehrere Druckdifferenzen in dem Schafthohlraum (**40**, **42**) erzeugen.

7. Turbinenschaufel (**12**) nach einem der Ansprüche 1–6, die ferner eine Öffnung (**52**) durch die Trennwand (**44**) aufweist, wobei die Öffnung (**52**) ein Fluid durch die Trennwand (**44**) strömen lässt.

8. Turbinenschaufel (**12**) nach Anspruch 7, wobei die Öffnung (**52**) abgewinkelt ist, um Fluid auf die Plattform (**20**) prallen zu lassen.

9. Verfahren zum Kühlen einer Turbinenschaufel (**12**), umfassend:
Lenken eines Fluids zu einem vorderen Schafthohlraum (**40**) und
Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem vorderen Schafthohlraum (**40**) und einem hinteren Schafthohlraum (**42**).

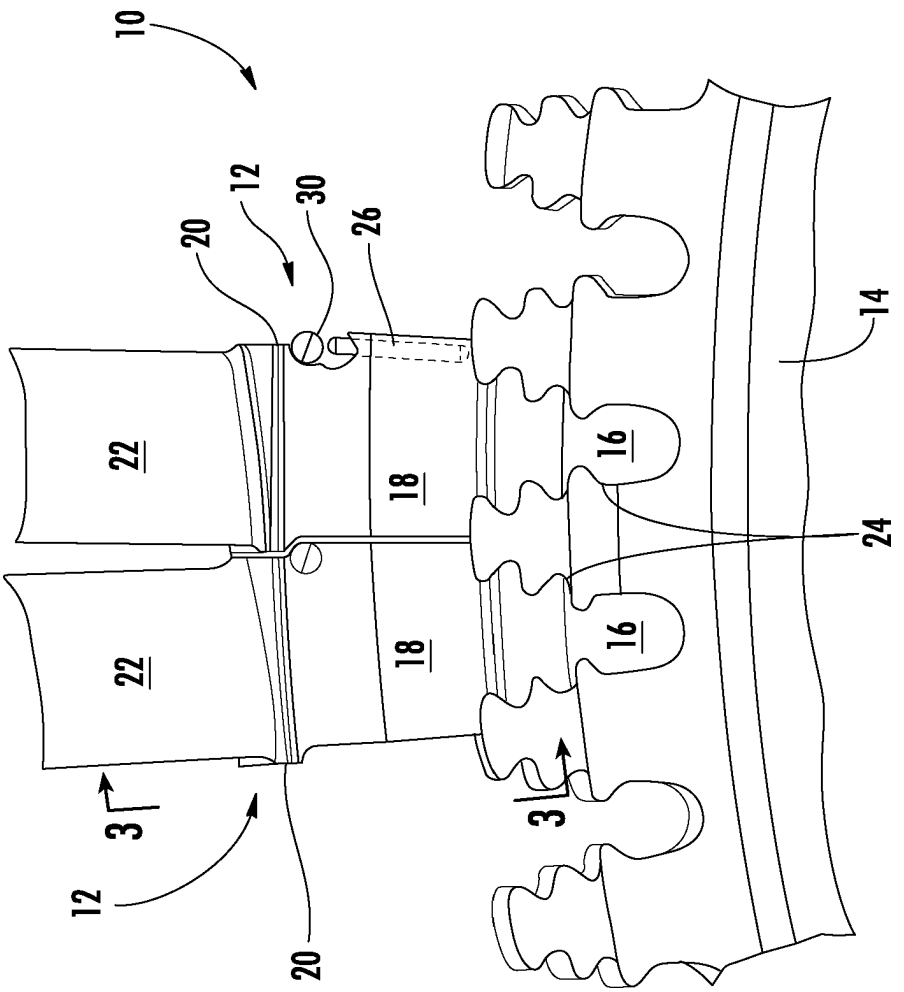
10. Verfahren nach Anspruch 9, das ferner das Abtrennen des vorderen Schafthohlraums (**40**) von dem hinteren Schafthohlraum (**42**) aufweist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9–10, wobei es ferner das Durchströmenlassen eines Teils des Fluids von dem vorderen Schafthohlraum (**40**) zu dem hinteren Schafthohlraum (**42**) aufweist.

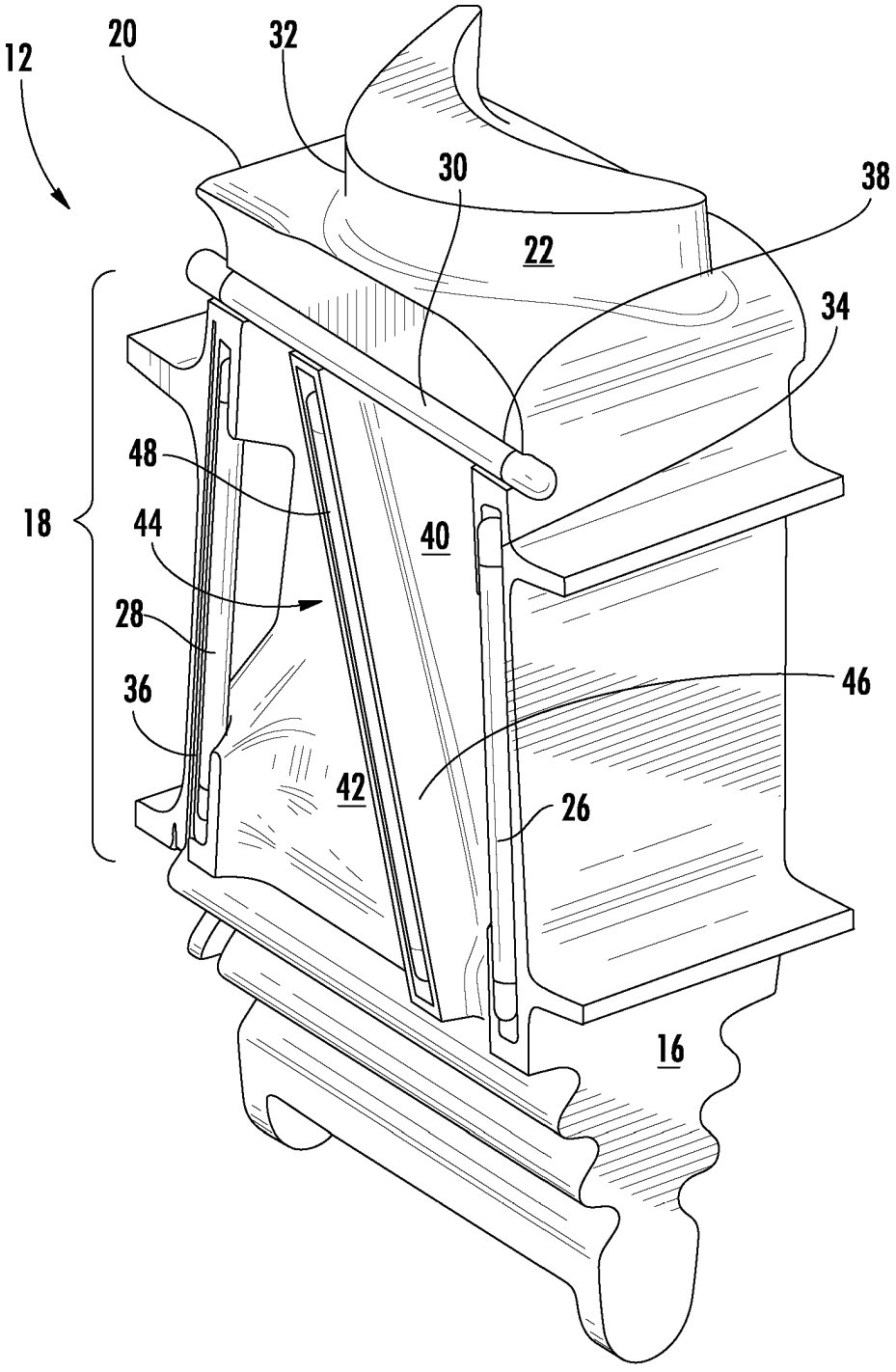
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9–11, das ferner das Aufprallenlassen eines Teils des Fluids in dem hinteren Schafthohlraum (**42**) auf eine Turbinenplattform (**20**) aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

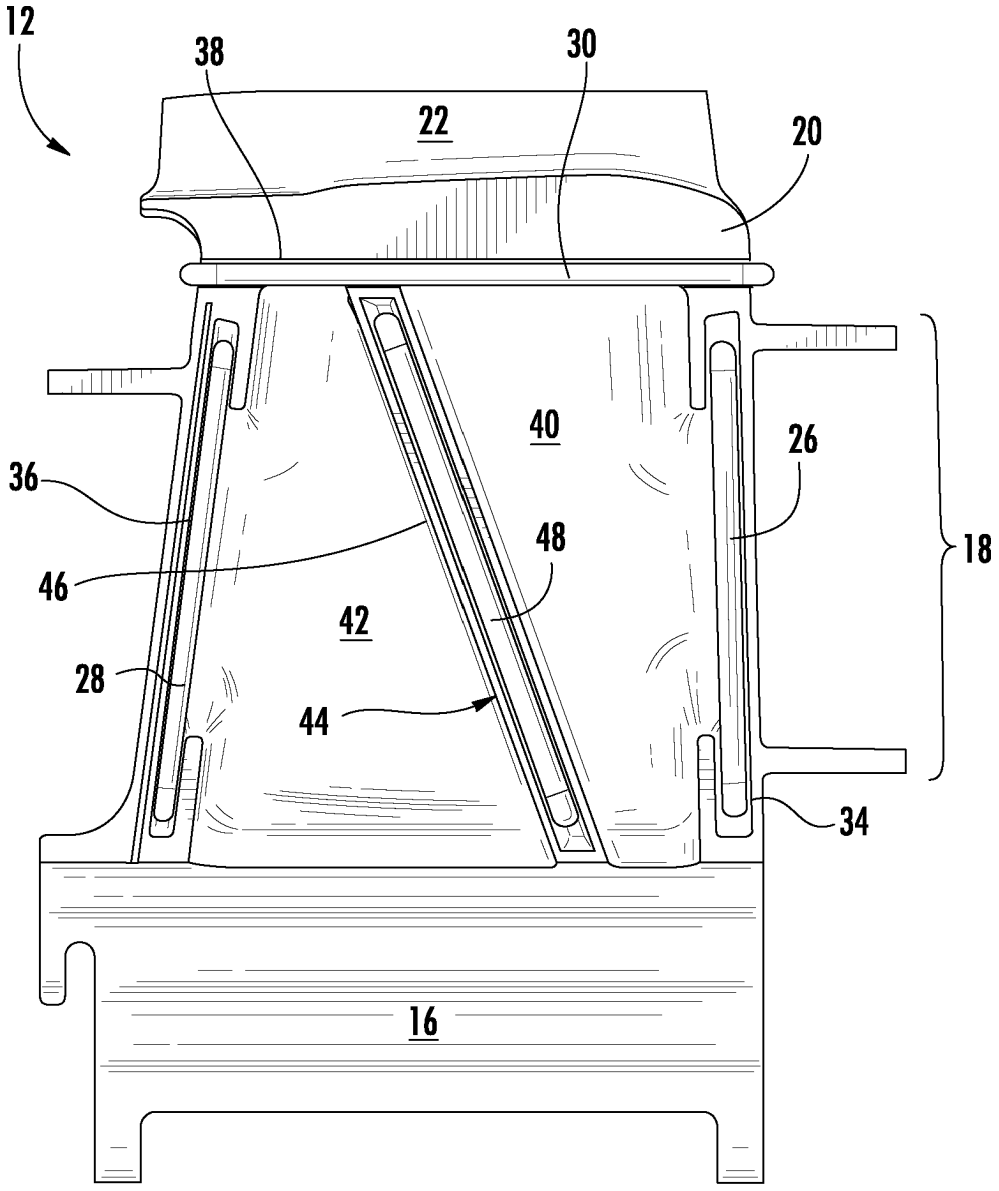
Anhängende Zeichnungen



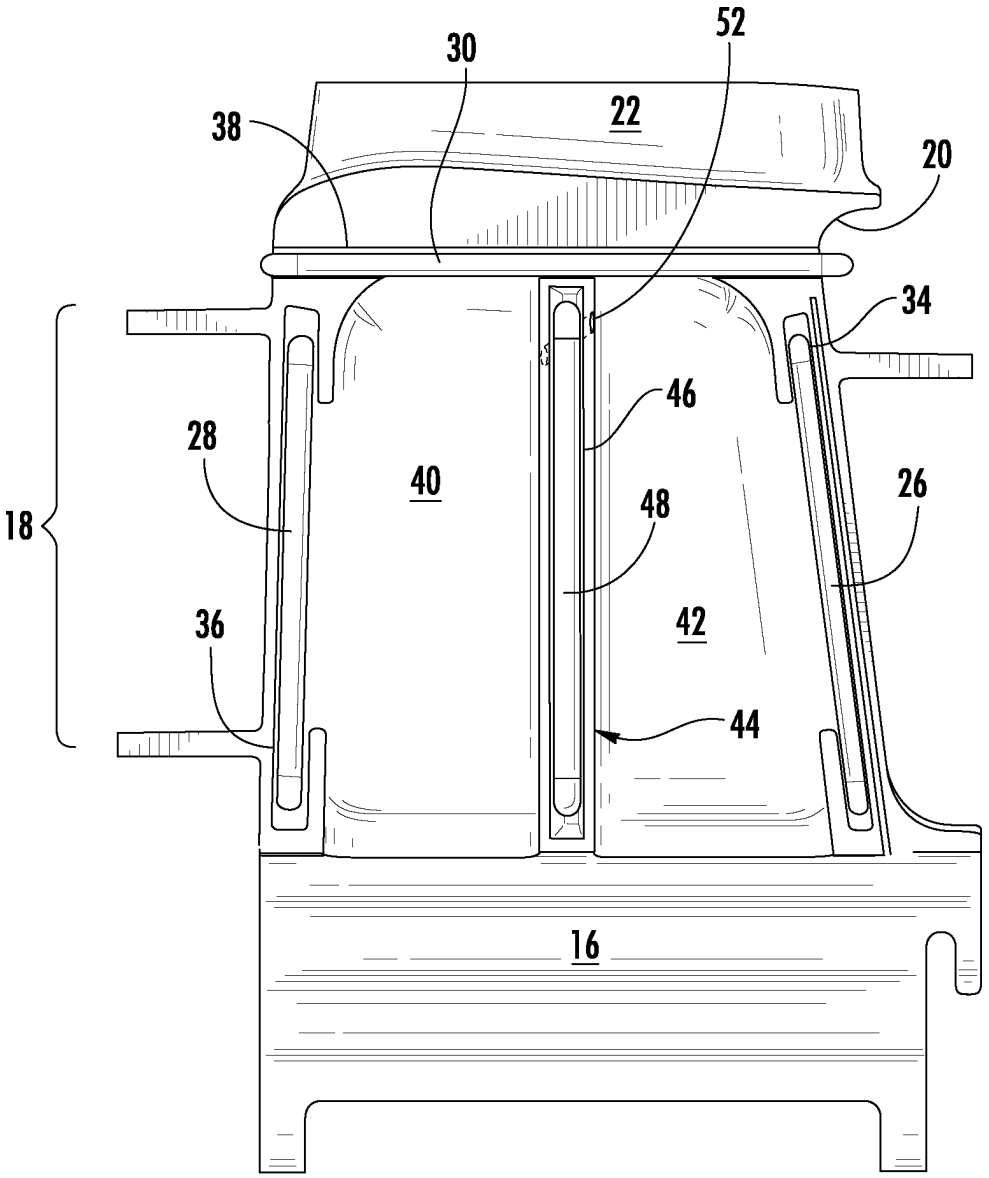
FIGUR 1



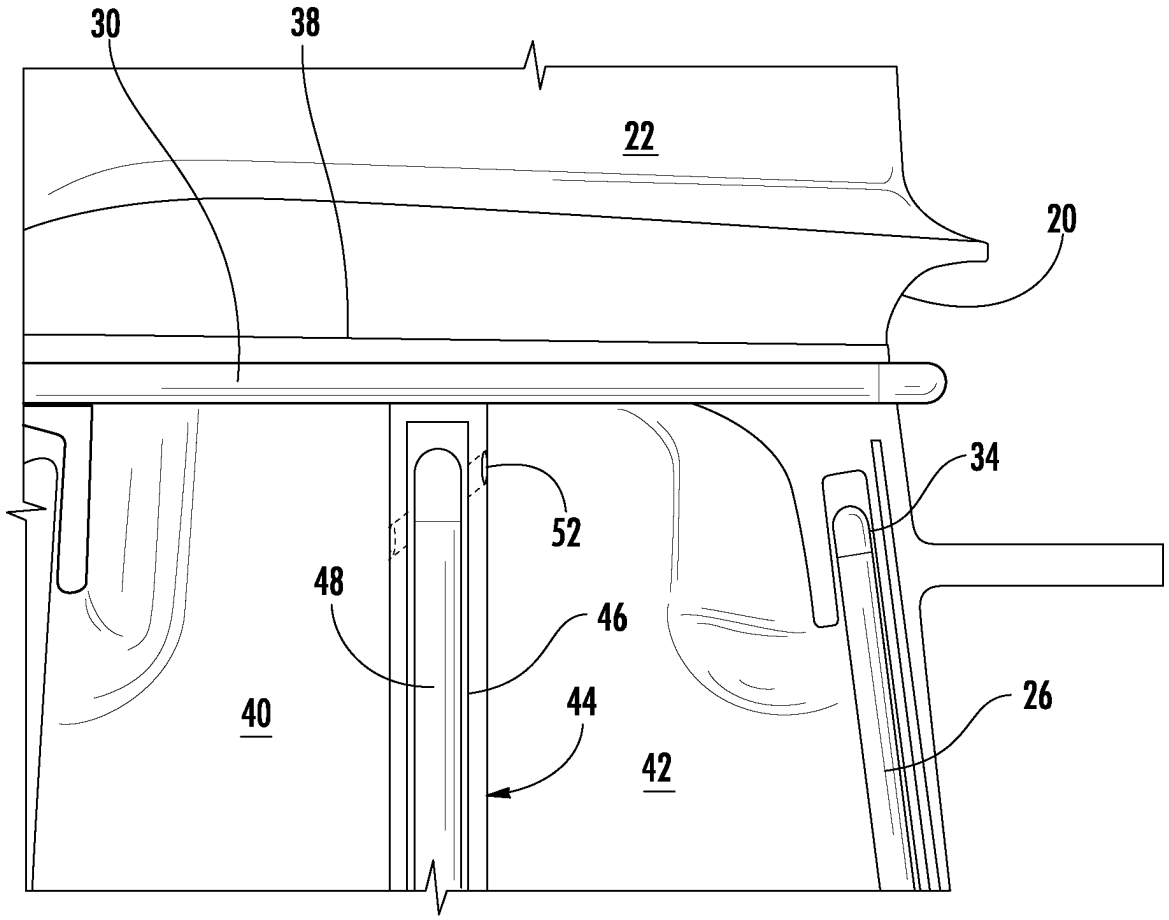
FIGUR 2



FIGUR 3



FIGUR 4



FIGUR 5