



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 58 377 A1 2004.06.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 58 377.7

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: F01D 11/00

(22) Anmeldetag: 11.12.2003

F02D 9/02

(43) Offenlegungstag: 24.06.2004

(30) Unionspriorität:  
10/316102 11.12.2002 US

(74) Vertreter:  
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

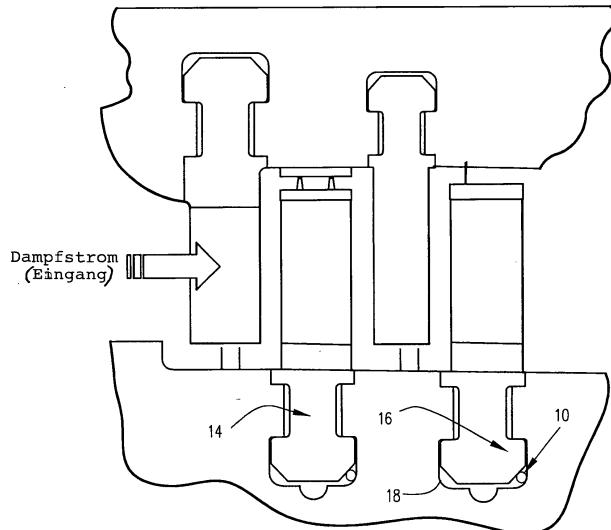
(71) Anmelder:  
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(72) Erfinder:  
Murphy, John Thomas, Niskayuna, N.Y., US;  
Burgdick, Steven Sebastian, Schenectady, N.Y.,  
US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Abdichten von Leckströmen an Schaufelfüßen einer Dampfturbine mittels einer geflochtenen Seildichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Dampfturbine enthält einen Rotor, der eine Anzahl von Turbinenschaufeln (12) trägt. Der Rotor weist geformte Nuten (18) auf, die dazu dienen, einen komplementär gestalteten Schaufelfuß (14) aufzunehmen, der an einem Ende jeder der Turbinenschaufeln ausgebildet ist. In jedem Zwischenraum zwischen den Schaufelfüßern und den geformten Nuten ist jeweils eine Seildichtung (10) angeordnet. Die Seildichtung dient dazu, einen Leckstrompfad abzudichten, der über die Schaufelfüße hinweg zwischen den Schaufeln und entsprechenden Rotornuten vorliegen kann.



**Beschreibung****HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft Turbinenschaufeln von Dampfturbinen und insbesondere ein Abdichten von an Schaufelfüßen von Dampfturbinen auftretenden Leckströmen mittels einer geflochtenen Seildichtung.

[0002] Innerhalb einer Dampfturbine lenken Schaufeln (Flügel, Plattform und Schwabenschwanz) den Strom um, während sie dem Dampf Energie entziehen. In einer Turbinenkonstruktion der Reaktionsbauart werden diese einzelnen Schaufeln in eine um den Turbinenrotor in Umfangsrichtung ausgebildete Nut geschoben. Es existiert ein Leckstromkreislauf um die Schaufel herum, an dem Fuß vorbei (stromabwärts des Fußes hindurch), hin zu der Axialanlagefläche des Rotors. Dieser Leckstrom umgeht die Schaufel, und daher wird die Energie nicht dem Dampf entzogen. Dieser in diesem Bereich über den Fuß wandernde Leckstrom kann ins Gewicht fallen, wenn die Schaufel der abgedichteten Axialanlagefläche aufgrund der Eigenarten der Anordnung und der Schaufelbelastung abhebt.

**KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

[0003] In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, weist eine Dampfturbine einen Rotor auf, der eine Anzahl von Turbinenschaufeln trägt. Der Rotor weist geformte Nuten auf, die dazu dienen, einen komplementär gestalteten Schaufelfuß aufzunehmen, der an einem Ende jeder der Turbinenschaufeln ausgebildet ist. In den Zwischenräumen zwischen den Schaufelfüßen und den geformten Nuten ist jeweils eine Seildichtung angeordnet.

[0004] In einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist ein Verfahren zum Zusammenbau einer Dampfturbine vorgesehen, wobei die Dampfturbine eine Anzahl von Schaufeln mit Schaufelfuß und einen Rotor umfasst, an dem zu den Schaufelfüßen passend geformten Nuten ausgebildet sind. Das Verfahren beinhaltet die Schritte: Einsetzen einer Seildichtung in jede der Rotornuten; und Sichern der Schaufeln in den jeweiligen Rotornuten mittels der Schaufelfüße, wobei die Seildichtung in den Zwischenräumen zwischen den Schaufelfüßen und den Nuten angeordnet wird.

[0005] In noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst eine Rotoranordnung für eine Dampfturbine eine Anzahl von geformten Nuten, die dazu dienen, eine entsprechende Anzahl von Turbinenschaufeln über komplementär gestaltete Schaufelfüße entgegen zu nehmen, die an einem Ende jeder der Turbinenschaufeln ausgebildet sind. In den Zwischenräumen zwischen den Schaufelfüßen und den geformten Nuten ist jeweils die Seildichtung angeordnet.

**KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

[0006] **Fig. 1** zeigt in einer Seitenansicht eine typische Hochdruck/Mitteldruck-Dampfturbine; und

[0007] **Fig. 2** veranschaulicht schematisch in einem Querschnitt eine Schaufel und einen Roter, die die Seildichtung der vorliegenden Erfindung verwenden.

**DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

[0008] Bei einer Dampfturbinenkonstruktion kommt es darauf an, möglichst viele Leckstrompfade in den sekundären (Leckage-) Strömungskreisläufen der Turbine abzudichten. Jede Stufe einer Dampfturbine umfasst eine auf eine Stufe von Düsen (Strömungsflächen) folgende Rotor- und Schaufelstufe. In einer Turbinenkonstruktion werden die aus Flügeln und Schwabenschwänzen aufgebauten Schaufeln in in Umfangsrichtung verlaufende Hinterschnitte (Nuten) auf den Rotor geschoben. Es gibt einen Leckstrompfad, der zwischen der Schaufel und der Rotornut über die Schaufelfuß verläuft. Dieser Leckstrom wird durch den in dem vorderen (stromaufwärts gelegenen) Hohlraum vorhandenen Dampf mit höherem Druck hervorgerufen. Über die Schaufel hinweg findet ein Druckabfall statt, der diesen Druckunterschied hervorruft. Falls diesem Leckstrom nicht begegnet wird, kommt es zu vermehrten Verlusten des Wirkungsgrads. Derartige Füße sind gewöhnlich in den Abschnitten hohen Drucks (HP) und mittleren Drucks (IP) der Dampfturbine vorhanden.

[0009] **Fig. 1** veranschaulicht eine Seitenansicht einer typischen Hochdruck/Mitteldruck-Dampfturbine. Die Schaufelbereiche sind mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnet.

[0010] Die vorliegende Erfindung deckt auf, dass in einem Zwischenraum zwischen dem Schaufelschwabenschwanz 14 und einer Axialanlagefläche 16 einer Nut 18 eine Seildichtung 10, beispielsweise eine geflochtene Seildichtung, in dem Rotor angeordnet werden kann, um einen Leckstrom über den Zwischenraum hinweg zu vermindern. Siehe **Fig. 2**. Die Dichtung bewirkt eine Erhöhung des Wirkungsgrades der Stufe, und steigert damit die Gesamtleistung der Turbine. Die Dichtung ist vorzugsweise für den Einsatz in Konstruktionen von Reaktionsturbinschaufeln geeignet, kann jedoch auch in eine bestehende Technologie, die eine in Umfangsrichtung angeordnete Schaufelfußbefestigung verwendet, zur Umrüstung eingesetzt werden. Der Leistungsgewinn ist im Falle der höhere Reaktionsdrücke verwendenden Bauarten aufgrund des über jede Schaufelstufe aufgenommenen höheren Drucks gewöhnlich höher.

[0011] Es wird weiter auf **Fig. 2** eingegangen, die Dichtkonstruktion verwendet eine in Umfangsrichtung verlaufende geflochtene Seildichtung 10, um den Zwischenraum zwischen dem Schaufelsegment (Schwabenschwanz) hinter dem (stromabwärts des) Fuß(s) 14 und der axial belasteten Nut 16, 18 in dem

Rotor abzudichten. Die Dichtung wird gewöhnlich in Fällen verwendet, in denen die Schaufeln einzelne oder "gruppierte" Segmente darstellen, die in einen in Umfangsrichtung verlaufende Nut in die Rotorstruktur geschoben werden.

[0012] Vorzugsweise ist die geflochtene Seildichtung **10** aus einer Metallgeflechtumhüllung gefertigt, die ein Verbundgefüge umgibt, beispielsweise Keramik. Dies verleiht der Dichtung **10** Flexibilität und hohe Temperaturbeständigkeit unter Beibehaltung einer gewissen Elastizität. Die typische Seildichtung weist vorzugsweise einen Durchmesser im Bereich von 1/16 bis 3/16 Zoll auf.

[0013] Während eines Zusammenbaus der Rotoranordnung wird die Seildichtung **10** in die Rotornut eingefügt, und die Schaufeln werden eine nach der anderen um den Rotor herum gesichert. Das später über die Schaufelstufe vorhandene Druckgefälle bewirkt, dass sich die Seildichtung **10** in die Lücke zwischen den Schaufelfuß **14** und der Rotornut **18** schmiegt. Infolgedessen ist der "über den Fuß" verlaufende Leckstrom an dieser Stelle erheblich reduziert. Vorzugsweise ist die Seildichtung **10** aus einem geeigneten Material gefertigt, so dass sich die Dichtung ausreichend in die Lücke schmiegt und "dauerhaft" an Ort und Stelle verbleibt, nachdem die Dichtung mindestens einmal einem Turbinenbetrieb ausgesetzt war. In vergleichenden Versuchen hat sich erwiesen, dass sich diese Art einer Dichtung wesentlich besser zum Abdichten von Leckströmen zwischen Komponenten eignet als der herkömmliche Kontakt von Metall auf Metall.

[0014] Eine Dampfturbine enthält einen Rotor, der eine Anzahl von Turbinenschaufeln **12** trägt. Der Rotor weist geformte Nuten **18** auf, die dazu dienen, einen komplementär gestalteten Schaufelfuß **14** aufzunehmen, der an einem Ende jeder der Turbinenschaufeln ausgebildet ist. In jedem Zwischenraum zwischen den Schaufelfüßten und den geformten Nuten ist jeweils eine Seildichtung **10** angeordnet. Die Seildichtung dient dazu, einen Leckstrompfad abzudichten, der über die Schaufelfüße hinweg zwischen den Schaufeln und entsprechenden Rotornuten vorliegen kann.

[0015] Die Erfindung wurde zwar anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen beschrieben, von denen gegenwärtig angenommen wird, dass diese sich am besten verwirklichen lassen, es ist allerdings selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt sein soll, sondern vielmehr vielfältige Abwandlungen und äquivalente Anordnungen abdecken soll, die in den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

## Bezugszeichenliste

- 10** Seildichtung
- 12** Schaufelbereiche
- 14** Schaufelschwalbenschwanz
- 16** Axialanlagefläche
- 18** Nut

## Patentansprüche

1. Dampfturbine mit einem Rotor, der eine Anzahl von Turbinenschaufeln (**12**) trägt, wobei der Rotor geformte Nuten (**18**) aufweist, die dazu dienen, einen komplementär gestalteten Schaufelfuß (**14**) aufzunehmen, der an einem Ende jeder der Turbinenschaufeln ausgebildet ist, wobei in den Zwischenräumen zwischen den Schaufelfüßten und den geformten Nuten jeweils eine Seildichtung (**10**) angeordnet ist.
2. Dampfturbine nach Anspruch 1, wobei die Seildichtung (**10**) eine Metallgeflechtumhüllung umfasst, die ein Verbundgefüge umgibt.
3. Dampfturbine nach Anspruch 2, wobei das Verbundgefüge keramisch ist.
4. Dampfturbine nach Anspruch 1, wobei die Seildichtung (**10**) einen Durchmesser zwischen 1/16 Zoll und 3/16 Zoll aufweist.
5. Dampfturbine nach Anspruch 1, wobei die Seildichtung (**10**) aus einem geeigneten Material gefertigt, so dass sich die Dichtung in den Zwischenraum schmiegt, nachdem die Dichtung mindestens einmal einem Turbinenbetrieb ausgesetzt war.
6. Dampfturbine nach Anspruch 1, wobei in den Zwischenräumen zwischen den Schaufelfüßten (**14**) und einer axial belasteten Fläche (**16**) der geformten Nuten (**18**) jeweils die Seildichtung (**10**) angeordnet ist.
7. Dampfturbine nach Anspruch 1, wobei die Seildichtung (**10**) eine geflochtene Seildichtung ist.
8. Verfahren zum Zusammenbau einer Dampfturbine, die eine Anzahl von Schaufeln (**12**) mit Schaufelfüßten (**14**) und einen Rotor umfasst, an dem zu den Schaufelfüßten passend geformten Nuten (**18**) ausgebildet sind, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Einsetzen einer Seildichtung (**10**) in jede der Rotornuten; und Sichern der Schaufeln mittels der Schaufelfüßte in den jeweiligen Rotornuten, wobei die Seildichtung in die Zwischenräume zwischen den Schaufelfüßten und den Nuten angeordnet wird.
9. Rotoranordnung für eine Dampfturbine, die eine Anzahl von geformten Nuten (**18**) umfasst, die dazu dienen, eine entsprechende Anzahl von Turbi-

nenschaufeln (12) an komplementär gestaltete Schaufelfüßen (14) aufzunehmen, die an einem Ende jeder der Turbinenschaufeln ausgebildet sind, wobei in den Zwischenräumen zwischen den Schaufelfüßen und den geformten Nuten jeweils eine Seildichtung (10) angeordnet ist.

10. Rotoranordnung nach Anspruch 9, wobei die Seildichtung (10) eine Metallgeflechtumhüllung umfasst, die ein Verbundgefüge umgibt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

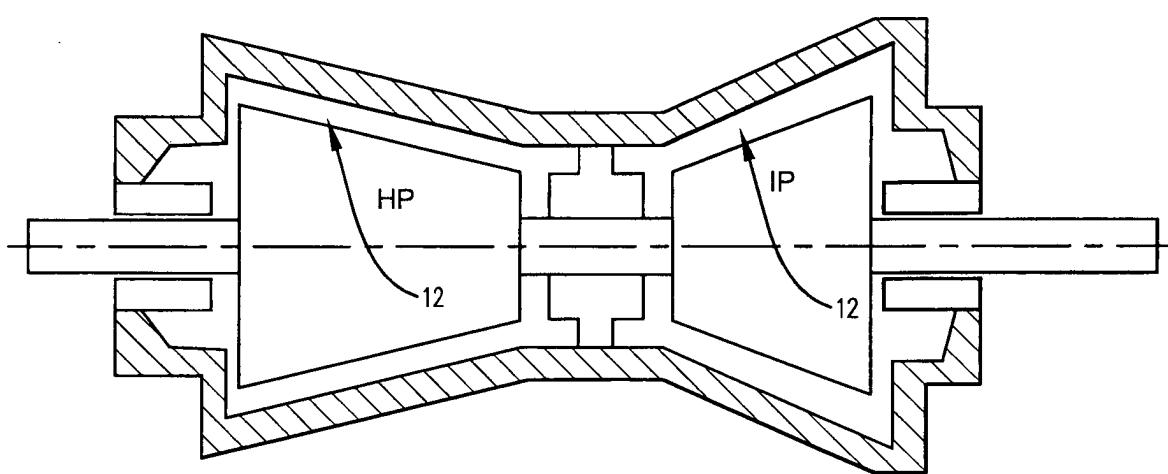


Fig.1

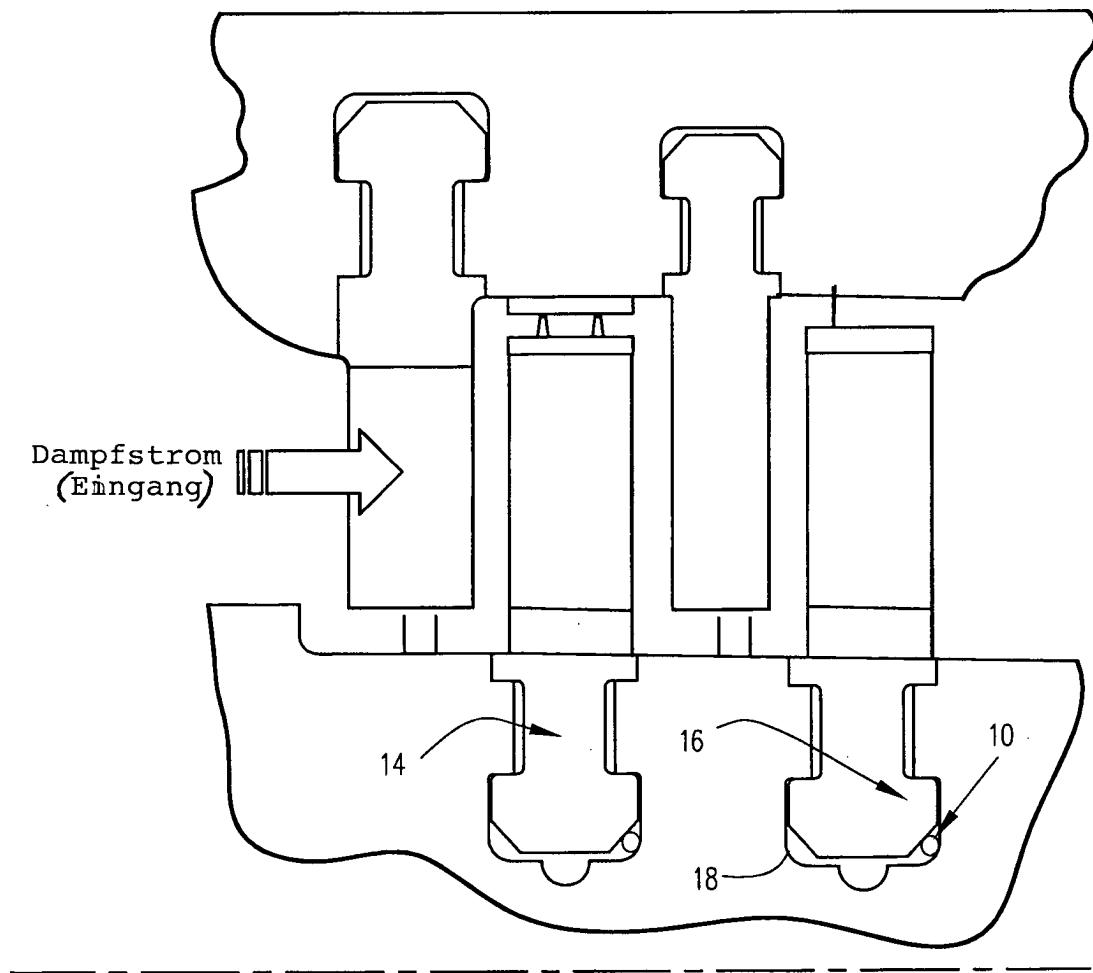


Fig.2