



## Beschreibung

### Erklärung zur durch eine US-Bundesbehörde geförderten Forschung oder Entwicklung

[0001] Diese Erfindung wurde mit Unterstützung der US-Regierung unter dem Auftrag Nr. DE-FC26-05NT42 643, der durch das Energieministerium vergeben wurde, geschaffen. Die Regierung hat bestimmte Rechte an dieser Erfindung.

## Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung eines Flammenrückschlags in der Brennkammer einer Gasturbinenmaschine beziehungsweise eines Gasturbinentreibwerks.

## Hintergrund zu der Erfindung

[0003] Gasturbinenhersteller sind regelmässig in Forschungs- und Entwicklungsprogramme zur Erzeugung neuer Gasturbinen involviert, die mit hohem Wirkungsgrad arbeiten und weniger unerwünschte luftverunreinigende Emissionen erzeugen würden. Die primären luftverunreinigenden Emissionen, die gewöhnlich erzeugt werden, wenn Gasturbinen herkömmliche Kohlenwasserstoffbrennstoffe verbrennen, sind Oxide von Stickstoff, Kohlenmonoxid und unverbrannten Kohlenwasserstoffen.

[0004] Die Oxidation molekularen Stickstoffs in Luft atmenden Maschinen beziehungsweise Triebwerken hängt in hohem Masse von der maximalen Heissgasttemperatur in der Reaktionszone des Verbrennungssystems ab. Die Rate der chemischen Reaktionen, die Stickoxide (NOx) bilden, ist eine Funktion der Temperatur. Wenn die Temperatur des Heissgases der Brennkammer auf ein hinreichend niedriges Niveau gesteuert wird, wird thermisches NOx reduziert.

[0005] Ein Verfahren zur Steuerung der Temperatur der Reaktionszone einer Brennkammer unter das Niveau, bei dem thermisches NOx gebildet wird, besteht darin, Brennstoff und Luft vor der Verbrennung zu einer mageren Mischung im Vorfeld zu vermischen. Die thermische Masse der überschüssigen Luft, die in der Reaktionszone eines Brenners mit magerer Vermischung vorhanden ist, absorbiert Wärme und reduziert den Temperaturanstieg der Verbrennungsprodukte auf ein Niveau, auf dem die Erzeugung des thermischen NOx reduziert ist.

[0006] Mit Trockenbrennern geringer Emissionen, die mit einem mageren Vorgemisch aus Brennstoff und Luft betrieben werden, sind verschiedene Probleme verbunden. Entflammbare Gemische von Brennstoff und Luft liegen in einem Vormischabschnitt des Brenners vor, der ausserhalb der Reaktionszone des Brenners liegt. Ein Problem ist die Neigung, dass auf Grund eines Flammenrückschlags eine Verbrennung innerhalb des Vormischabschnittes auftritt. Ein Flammenrückschlag tritt auf, wenn eine Flamme aus der Reaktionszone des Brenners in den Vormischabschnitt vordringt. Die innerhalb der Wirbelströmung gehaltene Flamme gelangt bis hinter die Brennstoffeinspritzsäulen (Strahlkreuzstrom) oder Leitschaufelhinterkanten.

[0007] Ein weiteres Problem ist die Selbstentzündung. Eine Selbstentzündung findet statt, wenn die Verweildauer und Temperatur für das Brennstoff/Luft-Gemisch in dem Vormischabschnitt ausreichen, damit ohne eine Zündvorrichtung eine Verbrennung ausgelöst wird. Die Folgen einer Verbrennung in dem Vormischabschnitt sind eine Verschlechterung des Emissionsverhaltens und/oder Überhitzung und Beschädigung an dem Vormischabschnitt, der gewöhnlich nicht dazu ausgelegt ist, der Hitze aus der Verbrennung zu widerstehen.

[0008] Folglich besteht ein zu lösendes Problem darin, einen Flammenrückschlag, ein Flammenhalten und/oder eine Selbstentzündung, die zu einer Verbrennung innerhalb des Vormischabschnitts es führen, zu verhindern. Da die Probleme im Zusammenhang mit Flammenrückschlag, Flammenhalten und/oder Selbstentzündung auf Grund der Verwendung reaktiver Brennstoffe steigen, steigt auch der Bedarf nach einem zuverlässigen Verfahren zur Erfassung eines Flammenrückschlags.

## Kurze Beschreibung der Erfindung

[0009] Gemäss einer beispielhaften Ausführungsform weist ein Temperaturdetektor ein erstes Metall und ein zweites Metall auf, das sich von dem ersten Metall unterscheidet. Das erste Metall weist mehrere Drähte auf, und das zweite Metall weist einen Draht auf. Die mehreren Drähte aus dem ersten Metall sind an parallelen Verbindungsstellen bzw. Kontakten mit dem Draht aus dem zweiten Metall verbunden.

[0010] Gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist ein Temperaturdetektor mehrere Widerstandstemperaturdetektoren auf. Die mehreren Widerstandstemperaturdetektoren sind an mehreren Verbindungen miteinander verbunden.

[0011] Gemäss einer noch weiteren beispielhaften Ausführungsform weist ein Verfahren zur Erfassung einer Temperaturveränderung einer Komponente einer Turbine ein Bereitstellen eines Temperaturdetektors, der ein erstes Metall und ein zweites Metall aufweist, das sich von dem ersten Metall unterscheidet, wobei das erste Metall und das zweite Metall an mehreren Verbindungen mit der Komponente in Kontakt stehend miteinander verbunden sind, und Erfassen irgendeiner Spannungsveränderung an irgendeiner Verbindung auf.

[0012] Gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist ein Verfahren zur Erfassung hoher Temperaturen in einer Komponente einer Turbine ein Erfassen einer Veränderung eines elektrischen Stroms oder Pulssignals durch einen oder mehrere Drähte auf, die durch eine Veränderung des Widerstands des einen oder der mehreren Drähte oder durch das Brechen des einen oder der mehreren Drähte verursacht ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013]

- Fig. 1 zeigt in schematisierter Weise ein Thermoelement zur Temperatur erfassung;
- Fig. 2 zeigt in schematisierter Weise ein Thermoelementnetz gemäss einer beispielhaften Ausführungsform;
- Fig. 3 zeigt in schematisierter Weise das Thermoelementnetz nach Fig. 2, das in einem Brennerrohr eines Brenners einer Gasturbinenmaschine beziehungsweise eines Gasturbinentreibwerks vorgesehen ist;
- Fig. 4 zeigt in schematischer Weise Thermoelementnetze gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform;
- Fig. 5 veranschaulicht in schematisierter Weise eine Flammenrückschlagerfassung gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform;
- Fig. 6 zeigt in schematisierter Weise eine Flammenrückschlagerfassung gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0014] Bezug nehmend auf Fig. 1 weist ein Thermoelement 2 zwei unterschiedliche Metalle 4, 6 auf, die an einer einzigen Stelle oder Verbindung (Kontakt) 8 miteinander verbunden sind. Auf Grund des Seebeck-Effektes wird in Abhängigkeit von der Temperatur an der Verbindung 8 (Fig. 1) eine Spannung erzeugt.

[0015] Zur Erfassung eines Flammenrückschlags (oder anderer Temperatur bezogener Übergangsvorgänge, die erfasst werden sollten) ist eine Messung der exakten Temperatur der Flamme nicht notwendig. Ein Flammenrückschlag kann detektiert werden, indem Temperaturübergänge an mehreren Stellen von mit einer Verbrennung verbundenen Komponenten in einer Gasturbine erfasst werden, so dass ein Betrieb schnell abgeschaltet werden kann, wenn die Temperatur an irgendeiner einzelnen dieser Stellen ansteigt. Bezugnehmend auf Fig. 2 ist ein Netz 10, das parallele Thermoelementverbindungen 8a-8e aufweist, durch zwei ungleiche Metalle 4, 6 gebildet. Das Netz 10 ergibt eine Spannungsveränderung, wenn irgendeine von den Verbindungsstellen 8a-8e an dem Netz 10 eine Temperaturveränderung, zum Beispiel einen Temperaturanstieg, erfährt.

[0016] In dem Fall einer Flamme wird, wenn diese in der Nähe der Verbindung 8a auftritt, die Verbindung 8a die korrekte oder höchste Temperaturveränderung messen. Falls die Flamme in der Nähe der Verbindung 8e auftritt, wird die Verbindung 8a eine geringere Temperaturveränderung messen, wobei jedoch eine Veränderung erfasst wird, die anzeigt, ob eine Flamme dort auftritt, wo sie nicht sollte. Flammennahe Verbindungen 8b-8d nehmen Veränderungen der Temperatur zwischen der Verbindung 8a und der Verbindung 8e war.

[0017] Bezug nehmend auf Fig. 3 kann das Netz 10 an einer Komponente 12 einer Gasturbine, zum Beispiel einem Brennerrohr, einer Brennerabdeckung oder einer Brennerauskleidung, platziert werden, um eine Temperaturabweichung zu erfassen, wo immer sie auftritt. Eine Flamme 14 eines Flammenrückschlags, die an mehreren Stellen auftreten kann, kann durch das Netz 10 und eine einzige Überwachungseinrichtung (nicht veranschaulicht) erfasst werden.

[0018] Bezug nehmend auf Fig. 4 können mehrere Netze 10 mit Parallelverbindungen 8a-8e miteinander verbunden werden, um ein vollständiges Netz 16 zu bilden. Das Netz 16 kann mit einer einzelnen Überwachungseinrichtung (nicht veranschaulicht) verbunden sein. Die Überwachungseinrichtung liest das stärkste Signal, so dass ein Temperaturanstieg an irgendeiner Verbindung an dem Netz 16 detektiert wird. Dies ermöglicht eine Erfassung über einen grossen Bereich einer Hardware mit lediglich einer einzigen Überwachungseinrichtung.

[0019] Eine alternative Ausführungsform kann einen kontinuierlichen Widerstandstemperaturdetektor (RTD, Resistance Temperature Detector) oder Draht 18 aufweisen, der spiralartig rings um eine Komponente 12 gewunden ist, wie dies in Fig. 5 veranschaulicht ist, und dann beispielsweise durch eine Flammenrückschlags-Flamme 14 verursachte Temperaturveränderungen an einer beliebigen Stelle entlang des RTDs oder Drahtes 18 durch Messen von Änderungen des spezifischen Widerstands des RTDs oder Drahtes 18 detektieren. Alternativ kann die Temperaturänderung detektiert werden, indem Veränderungen der Frequenz eines durch den RTD oder Draht 18 gelieferten Pulssignals erfasst werden. Es sollte verständlich sein, dass ein Netz von RTDs verwendet werden könnte, das dem Netz oder den Netzen, wie sie vorstehend beschrieben sind, ähnlich ist. Zum Beispiel kann ein erster RTD mehrere RTD-Elemente aus einem ersten Material aufweisen, die mit einem zweiten RTD-Element aus einem zweiten Material an parallelen Kontakten verbunden sind.

[0020] Bezug nehmend auf Fig. 6 kann in einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ein Draht 20 mit niedrigem Schmelzpunkt spiralartig rings um die Komponente 12 gewickelt sein. Ein Temperaturanstieg kann den niedrigschmel-

zenden Draht 20 veranlassen, bei 22 aufzugehen beziehungsweise eine Leitungsunterbrechung zu erleiden, so dass der Temperaturanstieg durch Erkennen des Verlustes eines durch den Niedertemperaturdraht 20 geschickten Signals erfasst werden kann.

[0021] Die Verwendung eines Netzes oder mehrerer Netze mit Thermoelementverbindungen oder von RTDs in Reihe und/oder parallel zueinander kann die Gefahr von Komponentenschäden reduzieren und/oder durch Ermöglichung eines Wegs zur Verringerung der Gefahr die Einsatzfähigkeit der Gasturbine erhöhen. Die Verwendung eines Netzes oder mehrerer Netze mit Thermoelementverbindungen oder von RTDs in Reihe und/oder parallel zueinander liefert einen zuverlässigen Weg zur Erfassung eines Flammenrückschlags, der keine mehreren Sensoren erfordert.

[0022] Das Netz oder die Netze und/oder der RTD bzw. die RTDs können bei Verbrennungsdüsen, Brennerrohren, einer Abdeckung oder Verkleidung eingebaut werden, um jegliche Temperaturabweichungen zu erfassen und eine Reaktion darauf zu ermöglichen. Das Netz bzw. die Netze und/oder der RTD bzw. die RTDs können auch an jeder beliebigen sonstigen Komponente oder jedem beliebigen sonstigen Produkt verwendet werden, bei der bzw. dem eine wesentliche Temperaturschwankung ein Problem darstellt.

[0023] Während die Erfindung in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben worden ist, die momentan als die praktikabelste und bevorzugte angesehen wird, ist es zu verstehen, dass die Erfindung nicht auf die offenbare Ausführungsform beschränkt sein soll, sondern dass sie im Gegenteil verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen mit umfassen soll, die in dem Rahmen und Schutzmfang der beigefügten Ansprüche enthalten sind.

[0024] Ein Temperaturdetektor 10 enthält ein erstes Metall 4 und ein zweites Metall 6, das sich von dem ersten Metall unterscheidet. Das erste Metall enthält mehrere Drähte, und das zweite Metall enthält einen Draht. Die mehreren Drähte aus dem ersten Metall sind mit dem Draht aus dem zweiten Metall an parallelen Verbindungen 8 verbunden. Ein weiterer Temperaturdetektor enthält mehrere Widerstandstemperaturdetektoren. Die mehreren Widerstandstemperaturdetektoren sind an mehreren Verbindungen miteinander verbunden. Ein Verfahren zum Erfassen einer Temperaturveränderung einer Komponente 12 einer Turbine enthält ein Bereitstellen eines Temperaturdetektors, der ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, das sich von dem ersten Metall unterscheidet, wobei das erste und das zweite Metall an mehreren Verbindungen mit der Komponente in Kontakt stehend miteinander verbunden sind, und Erfassen irgendeiner Spannungsveränderung an irgendeiner Verbindung.

#### Bezugszeichenliste

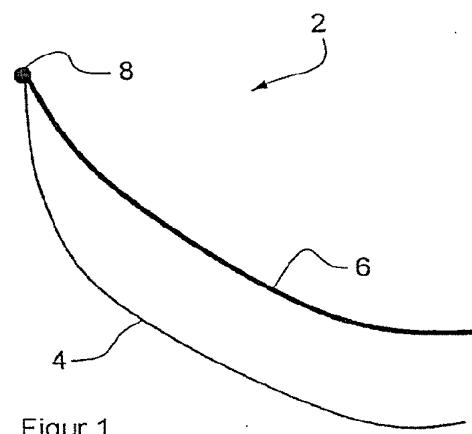
[0025]

- 2 Thermoelement
- 4 erstes Metall
- 6 zweites Metall
- 8 Verbindung
- 10 Thermoelementnetz
- 12 Brennerrohr, Abdeckung, Auskleidung
- 14 Flamme des Flammenrückschlags
- 16 Thermoelementnetze
- 18 Widerstandstemperaturdetektor
- 20 Niedertemperaturdraht
- 22 Versagen durch Leitungsunterbrechung

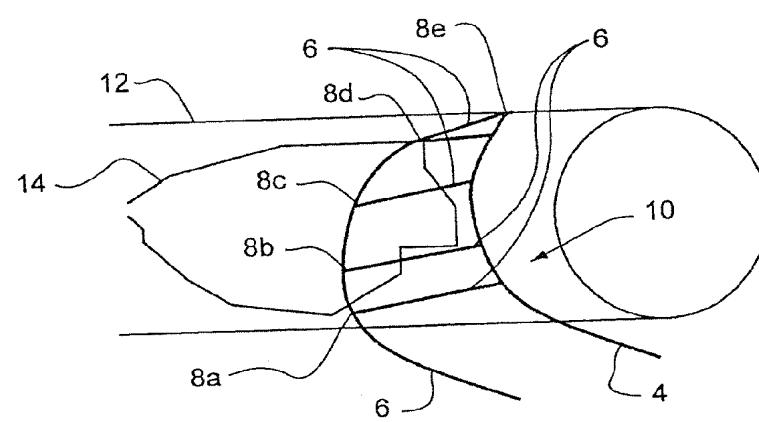
#### Patentansprüche

1. Temperaturdetektor (10), der aufweist: ein erstes Metall (4); und ein zweites Metall (6), das sich von dem ersten Metall unterscheidet, wobei das erste Metall mehrere Drähte aufweist und das zweite Metall einen Draht aufweist und wobei die mehreren Drähte aus dem ersten Metall an parallelen Verbindungen (8) mit dem Draht aus dem zweiten Metall verbunden sind.
2. Temperaturdetektor nach Anspruch 1, der ferner mehrere parallele Verbindungen aufweist.
3. Temperaturdetektor, der aufweist: mehrere Widerstandstemperaturdetektoren, wobei die mehreren Widerstandstemperaturdetektoren an mehreren Verbindungsstellen miteinander verbunden sind.

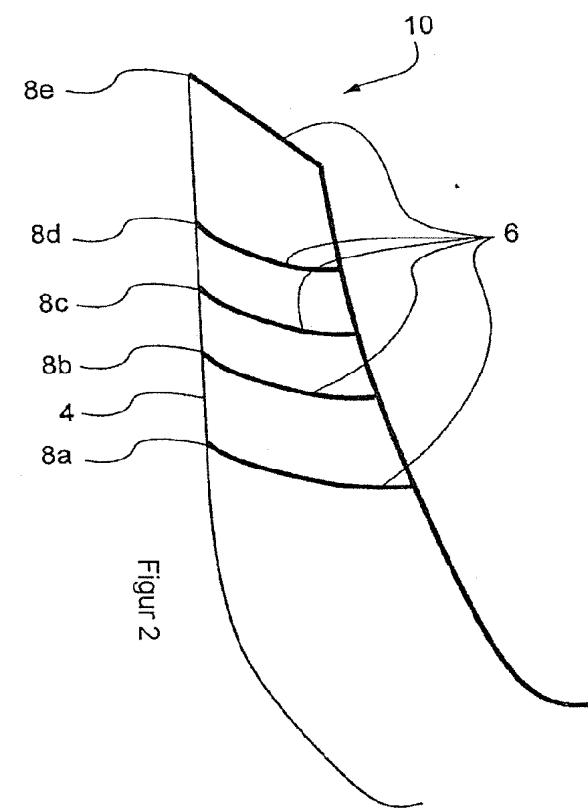
4. Temperaturdetektor nach Anspruch 3, wobei die mehreren Widerstandstemperaturdetektoren mehrere Widerstandstemperaturdetektoren aus einem ersten Material und einen zweiten Widerstandstemperaturdetektor aus einem zweiten Material aufweisen, das sich von dem ersten Material unterscheidet, und die mehreren Widerstandstemperaturdetektoren aus dem ersten Material an parallelen Verbindungen an den Widerstandstemperaturdetektor aus dem zweiten Material angeschlossen sind.
5. Temperaturdetektor nach Anspruch 4, wobei die parallelen Verbindungen mehrere parallele Verbindungen aufweisen.
6. Verfahren zum Erfassen einer Temperaturveränderung einer Komponente (12) einer Turbine, wobei das Verfahren aufweist:  
Bereitstellen eines Temperaturdetektors (10), der ein erstes Metall (4) und ein zweites Metall (6) aufweist, das sich von dem ersten Metall unterscheidet, wobei das erste Metall und das zweite Metall an mehreren Verbindungen (8) in Kontakt mit der Komponente miteinander verbunden sind; und  
Erfassen irgendeiner Spannungsveränderung an irgendeiner Verbindung.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Erfassen irgendeiner Spannungsveränderung ein Erfassen einer Spannung, die auf irgendeine Temperaturveränderung an mehreren Stellen zurückzuführen ist, aufweist.
8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das erste Metall einen oder mehrere Drähte aufweist und das zweite Metall einen oder mehrere Drähte aufweist und wobei der eine oder die mehreren Drähte aus dem ersten Metall mit dem einen oder den mehreren Drähten aus dem zweiten Metall an parallelen Verbindungen verbunden sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die parallelen Verbindungen mehrere parallele Verbindungen aufweisen.
10. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Verbindungen spiralartig entlang der Komponente mit der Komponente in Kontakt stehen.
11. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Komponente eine Verbrennungsdüse, ein Brennerrohr, eine Abdeckung und/oder eine Auskleidung aufweist.
12. Verfahren zum Erfassen von Temperaturen in einer Komponente einer Turbine, wobei das Verfahren aufweist:  
Erfassen einer Veränderung eines elektrischen Stroms oder Pulssignals durch einen oder mehrere Drähte (18, 20), die durch eine Veränderung des Widerstands des einen oder der mehreren Drähte (18) oder durch einen Bruch des einen oder der mehreren Drähte (20) verursacht ist.



Figur 1



Figur 3



Figur 2

