



(10) **DE 10 2014 112 699 A1** 2015.03.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 112 699.8**

(22) Anmeldetag: **03.09.2014**

(43) Offenlegungstag: **12.03.2015**

(51) Int Cl.: **F01D 25/26 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**14/025,179**

**12.09.2013**

**US**

(71) Anmelder:

**General Electric Company, Schenectady, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728  
Esslingen, DE**

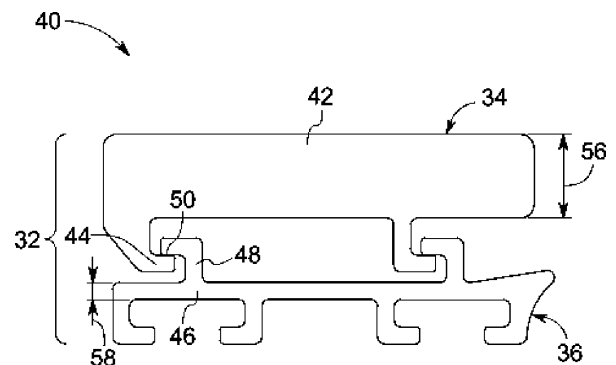
(72) Erfinder:

**Johnson, David Martin, Greenville, S.C., US;  
Danescu, Radu Ioan, Greenville, S.C., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Abstandssteuersystem für drehende Maschine und Verfahren zur Steuerung eines Abstandes**

(57) Zusammenfassung: Ein Abstandssteuersystem (100) für eine drehende Maschine (10) enthält ein Außengehäuse (34), das einen Hauptabschnitt des Außengehäuses (34) mit einer ersten radialen Dicke enthält, wobei das Außengehäuse zur Ausdehnung mit einer ersten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist. Ebenfalls ist ein zwischen dem Außengehäuse und einem drehenden Abschnitt angeordnetes Innengehäuse (36) enthalten, wobei das Innengehäuse einen Hauptabschnitt des Innengehäuses (36) mit einer zweiten radialen Dicke enthält, die geringer als die erste radiale Dicke ist, wobei das Innengehäuse zur Ausdehnung mit einer zweiten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist, die größer als die erste Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit des Außengehäuses ist. Ferner ist ein Schenkel des Innengehäuses (36) enthalten, der zur Trennung von einem Schenkel des Außengehäuses (34) während der Ausdehnung des Innengehäuses eingerichtet ist und der zum Eingriff mit dem Außengehäuseschenkel während der Kontraktion des Innengehäuses eingerichtet ist.



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

**[0001]** Gegenstand der hier beschriebenen Erfindung sind drehende Maschinen und insbesondere ein Abstandssteuersystem zum Einstellen des Abstandes zwischen einer stationären Komponente und einer drehenden Komponente der drehenden Maschine sowie ein Verfahren zum Einstellen des Abstandes.

**[0002]** In bestimmten Anwendungen kann ein Abstand zwischen Komponenten vorliegen, die sich in Bezug zueinander bewegen. Beispielsweise kann ein Abstand zwischen drehenden und stationären Komponenten in einer drehenden Maschine, wie z.B. einem Verdichter, einer Turbine oder dergleichen vorliegen. Der Abstand kann während des Betriebs der drehenden Maschine aufgrund von Temperaturänderungen und anderen Faktoren zunehmen oder abnehmen. Ein kleinerer Abstand kann das Betriebsverhalten und den Wirkungsgrad in einem Verdichter oder einer Turbine verbessern, da weniger Arbeitsfluid zwischen Schaufeln einer umgebenden Struktur, wie z.B. einem Deckband, entweicht. Jedoch erhöht ein kleinerer Abstand auch die Möglichkeit eines Reibzustandes zwischen der drehenden und stationären Komponente. Beispielsweise kann die Möglichkeit eines Reibzustandes während Übergangszuständen zunehmen und während stabiler Betriebszustände abnehmen. Leider steuern bestehende Systeme den Abstand in drehenden Maschinen nicht in angemessener Weise. Eine Manipulation der Reaktion umgebender Strukturen beinhaltet eine schnelle Reaktion während des Hochfahrens, um Reiben zu vermeiden, jedoch kann eine zugeordnete schnelle Reaktion während des Herunterfahrens zu Reiben und/oder Klemmen während des Herunterfahrens oder des anschließenden Neustarts führen. Umgekehrt können langsame Reaktionen der umgebenden Strukturen zu Reiben und/oder Klemmen während eines Kaltstartübergangszustands führen.

**KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

**[0003]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung beinhaltet ein Abstandssteuersystem für eine Drehende Maschine ein Außengehäuse, das einen Außengehäusehauptabschnitt mit einer ersten radialen Dicke enthält, wobei das Außengehäuse zur Ausdehnung mit einer ersten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist. Ebenfalls ist ein zwischen dem Außengehäuse und einem drehenden Abschnitt angeordnetes Innengehäuse enthalten, wobei das Innengehäuse einen Innengehäusehauptabschnitt mit einer zweiten radialen Dicke enthält, die geringer als die erste radiale Dicke ist, wobei das Innengehäuse zur Ausdehnung mit einer zweiten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist, die grö-

ßer als die erste Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit des Außengehäuses ist. Ferner ist ein Innengehäuseschenkel enthalten, der zur Trennung von einem Außengehäuseschenkel während der Ausdehnung des Innengehäuses eingerichtet ist und der zum Eingriff mit dem Außengehäuseschenkel während der Kontraktion des Innengehäuses eingerichtet ist.

**[0004]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung enthält ein Abstandssteuerungssystem für eine Rotationsmaschine ein funktionell mit einem Außengehäuse verbundenes Innengehäuse, wobei das Innengehäuse dafür eingerichtet ist, sich radial mit einer ersten Geschwindigkeit zu bewegen. Ebenfalls ist eine funktionell mit dem Außengehäuse und dem Innengehäuse verbundene thermische Masse enthalten, wobei die thermische Masse dafür eingerichtet ist, das Innengehäuse zu berühren, während das Innengehäuse dafür eingerichtet ist, sich radial mit einer zweiten Geschwindigkeit, die langsamer als die erste Geschwindigkeit ist, nach dem Kontakt mit der thermischen Masse zu bewegen.

**[0005]** Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung enthält ein Abstandssteuersystem für ein Turbinensystem ein Außengehäuse mit einem Außengehäusehauptabschnitt, der zur Ausdehnung mit einer ersten Ausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist. Ebenfalls ist ein zwischen dem Außengehäuse und einer drehenden Komponente des Turbinensystems angeordnetes Innengehäuse enthalten, wobei das Innengehäuse dafür eingerichtet ist, sich mit einer zweiten Ausdehnungsgeschwindigkeit auszudehnen, die höher als die erste Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit des Außengehäuses ist. Ferner ist ein Innengehäuseschenkel enthalten, der zur Trennung von einem Außengehäuseschenkel während einer Ausdehnung des Innengehäuses eingerichtet ist, und der zum Eingriff mit dem Außengehäuseschenkel während einer Kontraktion des Innengehäuses eingerichtet ist.

**[0006]** Diese und weitere Vorteile und Merkmale werden aus der nachstehenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen deutlicher ersichtlich.

**KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0007]** Der als die Erfindung betrachtete Erfindungsgegenstand, wird insbesondere in den Ansprüchen am Schluss der Patentschrift dargestellt und eindeutig beansprucht. Die vorstehenden und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlich, in welchen:

**[0008]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer drehenden Maschine ist;

**[0009]** Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ersten Komponente und einer zweiten Komponente einer Gehäusestruktur in einem Eingriffszustand gemäß einer ersten Ausführungsform eines Abstandssteuersystems ist;

**[0010]** Fig. 3 eine schematische Darstellung der Gehäusestruktur in einem gelösten Zustand gemäß der ersten Ausführungsform von Fig. 2 ist;

**[0011]** Fig. 4 eine Auftragung einer radialen Position der ersten Komponente und der zweiten Komponente während eines Hochfahrvorgangs der drehenden Maschine ist;

**[0012]** Fig. 5 eine Auftragung einer radialen Position der ersten Komponente und der zweiten Komponente während eines Herunterfahrvorgangs der drehenden Maschine ist;

**[0013]** Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Abstandssteuersystems gemäß einer zweiten Ausführungsform ist; und

**[0014]** Fig. 7 eine schematische Darstellung des Abstandssteuersystems gemäß einer dritten Ausführungsform ist.

**[0015]** Die detaillierte Beschreibung erläutert Ausführungsformen der Erfindung zusammen mit Vorteilen und Merkmalen im Rahmen eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0016]** In Fig. 1 ist eine gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung aufgebaute drehende Maschine **10** schematisch dargestellt. Die Offenlegung hierin betrifft Abstandssteuertechniken, die in der drehenden Maschine implementiert sind. Die dargestellte drehende Maschine **10** umfasst eine Turbinen-basierende Maschine, wie z.B. solche, die einem Flugzeug, einer Lokomotive oder Stromerzeugungssystem eingesetzt werden. Es dürfte jedoch erkennbar sein, dass alternative Ausführungsformen der drehenden Maschine **10** von den Ausführungsformen der hierin beschriebenen Erfindung profitieren können. Insbesondere weist, wie sich aus der Beschreibung hierin versteht, die Gasturbinenmaschine einen Verdichterabschnitt **12** und einen Turbinenabschnitt **24** auf, aber die hierin nachstehend beschriebenen Ausführungsformen können beispielsweise nur bei einem eigenständigen Verdichter verwendet werden.

**[0017]** So wie hierin verwendet, soll sich der Begriff "Abstand" oder dergleichen als Bezug auf einen Zwischenraum oder Spalt beziehen, der zwischen zwei oder mehr Komponenten der drehenden Maschine

**10** vorliegen kann, die sich in Bezug zueinander während des Betriebs bewegen. Der Abstand kann aus einem ringförmigen Spalt, einem geradlinigen Spalt, einem rechtwinkligen Spalt oder einer beliebigen anderen Geometrie in Abhängigkeit von dem System, dem Typ der Bewegung und verschiedenen anderen Faktoren bestehen, wie es dem Fachmann bekannt ist. In einer Ausführungsform bezieht sich der Abstand auf den radialen Spalt oder Zwischenraum zwischen Gehäusekomponenten, die eine oder mehrere drehende Schaufeln eines Verdichters, einer Turbine oder dergleichen umgeben. Durch Steuern des Abstandes unter Verwendung der Ausführungsformen hierin kann die Leckagemenge zwischen den drehenden Schaufeln und dem Gehäuse aktiv reduziert werden, um den Betriebswirkungsgrad zu erhöhen, während gleichzeitig die Möglichkeit eines Reibvorgangs (z.B. eines Kontaktes zwischen Gehäusekomponenten und den rotierenden Schaufeln) verringert wird. Wie man erkennt, kann die Leckage jedem beliebigen Fluid, wie z.B. Luft, Dampf, Verbrennungsgasen usw. entsprechen. Die Begriffe "Geschwindigkeit", "Ausdehnungsgeschwindigkeit", "Kontraktionsgeschwindigkeit" oder dergleichen beziehen sich auf eine zeitliche Geschwindigkeit einer Ausdehnung oder Kontraktion.

**[0018]** Die dargestellte Ausführungsform der Rotationsmaschine **10** enthält einen Verdichterabschnitt **12** und mehrere Brennkammeranordnungen, die in einer Ringbrennkammeranordnung angeordnet sind, wovon eine bei **14** dargestellt ist. Es dürfte erkennbar sein, dass diese Erfindung unabhängig von den Details des Verbrennungssystems ist, und dass auf das Ringbrennkammersystem nur für Zwecke der Diskussion Bezug genommen wird. Der Brennstoff und verdichtete Luft werden in einem Verbrennungsabschnitt **18** eingeführt und gezündet, um ein Verbrennungsprodukt oder einen Luftstrom mit hoher Temperatur und hohem Druck zu erzeugen, der zum Antreiben des Turbinenabschnittes **24** verwendet wird. Der Verdichterabschnitt **12** und der Turbinenabschnitt **24** enthalten jeder einen drehenden Abschnitt **26**, der von einer Gehäusestruktur **32** umgeben ist. Der Turbinenabschnitt **24** ist funktionell mit dem Verdichterabschnitt **12** durch eine Verdichter/Turbinen-Welle **30** (hierin auch als Rotor bezeichnet) verbunden. Der drehende Abschnitt **26** weist mehrere Rotorschaukeln auf, die funktionell mit der Verdichter/Turbinen-Welle **30** verbunden sind.

**[0019]** In Fig. 2 und Fig. 3 ist die Gehäusestruktur **32** detaillierter dargestellt. Die Gehäusestruktur **32** bezieht sich im Allgemeinen auf eine Struktur, die einen Innenbereich des Turbinenabschnittes **24** und/oder des Verdichterabschnittes **12** umgibt und wenigstens zum Teil definiert. Die Gehäusestruktur **32** kann eine einteilige Struktur sein oder kann aus mehreren Segmenten aufgebaut sein. In jedem Falle weist die Gehäusestruktur **32** ein Außengehäuse

**34** und ein Innengehäuse **36** auf. Obwohl nicht dargestellt, dürfte erkennbar sein, dass eine Deckbandstruktur funktionell mit dem Innengehäuse **36** verbunden und in Umfangsrichtung um den drehenden Abschnitt **26** herum positioniert sein kann. Ein Abstandssteuersystem wird zum Vermeiden von Reibvorgängen und zu großen radialen Spalten zwischen den Rotorscheufeln und dem Deckband während des Betriebs der drehenden Maschine **10** verwendet. Bei Fehlen des Abstandssteuersystems kann sich der radiale Spalt zwischen den Rotorscheufeln und dem Deckband aufgrund von Temperaturänderungen oder anderen Faktoren vergrößern oder verkleinern. Beispielsweise kann, während sich der drehende Abschnitt **26** im Betrieb erwärmt, die Wärmeausdehnung des Außengehäuses **34** und des Innengehäuses **36** bewirken, dass sich das Deckband radial von der Rotationsachse des rotierenden Abschnittes **26** weg bewegt, und sich somit den Abstand zwischen den Rotorscheufeln und dem Deckband vergrößert. Ein derartiger Zustand ist im Allgemeinen unerwünscht, da Verbrennungsgase, die die Rotorscheufeln über den radialen Spalt umgehen, von den Schaufeln nicht erfasst werden und daher nicht in Rotationsenergie umgewandelt werden. Dieses verringert den Wirkungsgrad und die Leistungsabgabe der drehenden Maschine **10**.

**[0020]** Ein Abstandssteuerungssystem **40** gemäß einer ersten Ausführungsform enthält das Außengehäuse **34** und das Innengehäuse **36** und bezieht sich auf die Wechselwirkung dazwischen, wie aus der nachstehenden Beschreibung erkennbar wird. Das Außengehäuse **34** weist einen Außengehäusehauptabschnitt **42** und wenigstens einen Außengehäuseschenkel **44** auf, der sich von dem Außengehäusehauptabschnitt **42** radial nach innen erstreckt. Ebenso weist das Innengehäuse **36** einen Innengehäusehauptabschnitt **46** und wenigstens einen Innengehäuseschenkel **48** auf, der sich von dem Innengehäusehauptabschnitt **46** radial nach außen erstreckt. Das Außengehäuse **34** und das Innengehäuse **36** sind in einem Eingriffszustand **50** (Fig. 2) und einem getrennten oder gelösten Zustand **52** (Fig. 3) dargestellt. Der gelöste Zustand **52** wird durch den Umstand ermöglicht, dass das Außengehäuse **34** und das Innengehäuse **36** nicht fest miteinander verbunden sind, um dadurch eine relative Radialbewegung dazwischen zu ermöglichen. Der Eingriffszustand **50** ist durch einen Kontakt des wenigstens einen Außengehäuseschenkels **40** und des wenigstens einen Innengehäuseschenkels **48** definiert.

**[0021]** Wie vorstehend erwähnt, unterliegen das Außengehäuse **34** und das Innengehäuse **36** einer Wärmeausdehnung und Kontraktion in Reaktion auf Wärmezustände der drehenden Maschine **10**. Insbesondere dehnen sich bei einer Zunahme der Temperatur die Komponenten aus und bewegen sich radial nach außen, und bei einer Abnahme der Temperatur

ziehen sich die Komponenten zusammen und bewegen sich radial nach innen. Obwohl es für die Gehäusestruktur **32**, und insbesondere das Innengehäuse **36**, erwünscht ist, sich relativ schnell während einer Hochfahrzeitdauer radial nach außen zu bewegen, um einen Reibzustand mit den Rotorscheufeln zu verhindern, kann eine schnelle Kontraktionsreaktion während einer Herunterfahrzeitdauer zu einem Reibvorgang während des Herunterfahrens (oder "Klemmen") bei einem anschließenden Neustart der drehenden Maschine **10** führen. Der entkoppelte Zustand des Außengehäuses **34** und des Innengehäuses **36** beseitigt das vorstehend genannte Problem durch Bereitstellen einer relativ schnellen Hochfahrreaktion und einer relativ langsamen Herunterfahrreaktion, wie es aus der Beschreibung hierin erkennbar wird.

**[0022]** Unter Bezugnahme Fig. 4 und Fig. 5 und weiterer Bezugnahme auf Fig. 2 und Fig. 3 werden entsprechende Reaktionen des Außengehäuses **34** und des Innengehäuses **36** veranschaulicht. Es ist zu erkennen, dass nicht die radiale Position jeder Komponente, sondern lediglich die radialen Reaktionen jeder Komponente als eine Funktion der Zeit dargestellt sind. Das Außengehäuse **34** bewegt sich radial zwischen einer ersten Außengehäuseposition **74** und einer zweiten Außengehäuseposition **76**, während sich das Innengehäuse **36** radial zwischen einer ersten Innengehäuseposition **78** und einer zweiten Innengehäuseposition **80** bewegt. Während einer Hochfahrzeitdauer **54** (Fig. 4) dehnt sich das Innengehäuse **36** aus und bewegt sich daher radial in einer schnelleren Geschwindigkeit als das Außengehäuse **34** aus. Diese schnellere Ausdehnungsgeschwindigkeit ist eine Folge eines dünneren Innengehäuses in Bezug auf das Außengehäuse **34**. Insbesondere weist der Außengehäuseabschnitt **42** eine erste radiale Dicke **56** auf, die größer als eine zweite radiale Dicke **58** des Innengehäuseabschnittes **46** ist. Das dünnere Innengehäuse reagiert rascher auf Temperaturänderungen der drehenden Maschine **10**, und führt dadurch zu schnelleren Reaktionen. Diese schnellere Ausdehnungsgeschwindigkeit führt zu einem in Fig. 3 gelösten Zustand **52**. Die Ausdehnungsgeschwindigkeit und die radiale Bewegung des Außengehäuses **34** ist mit dem Bezugszeichen **60** bezeichnet, während die Ausdehnungsgeschwindigkeit und radiale Bewegung des Innengehäuses mit dem Bezugszeichen **62** bezeichnet ist. Der gelöste Zustand **52** liegt für die gesamte Hochfahrzeitdauer **54** oder einen Teil davon vor. Obwohl es nicht erforderlich ist, ist es vorgesehen, dass das Außengehäuse **34** und das Innengehäuse **36** miteinander während eines Teils der Hochfahrzeitdauer **54** und/oder während eines stabilen Betriebszustandes der drehenden Maschine **10** in Eingriff stehen.

**[0023]** Wie vorstehend beschrieben, ist es auch erwünscht, die Reaktion der Gehäusestruktur **32** und

insbesondere des Innengehäuses **36** während einer Herunterfahrzeitdauer **64** zu verlangsamen. Gemäß Darstellung in **Fig. 5** ist die Reaktion des Innengehäuses **36** durch das Außengehäuse **34** während der Herunterfahrzeitdauer **64** als Folge der unterschiedlichen Ausdehnungs/Kontraktions-Geschwindigkeiten eingeschränkt. Insbesondere vereinen sich die Ausdehnungsgeschwindigkeiten **60**, **62** zu nur einer Ausdehnungsgeschwindigkeit **68** (welche während der Herunterfahrsequenz negativ ist) wenigstens für einen Teil **70** der Herunterfahrzeitdauer **64**. Für Darstellungszwecke ist eine hypothetische uneingeschränkte Reaktion des Innengehäuses **36** mit einer gestrichelten Linie **72** dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen radialen Dicken reagiert das dünnere Innengehäuse rascher auf Temperaturänderungen der drehenden Maschine **10**, sowie mit einer geringeren Kontraktionsgeschwindigkeit als das Außengehäuse **34**. Dieses führt zu dem in **Fig. 2** dargestellten Eingriffszustand **50** während des Abschnittes **70** der vorstehend diskutierten Herunterfahrzeitdauer **64**. Der Eingriffszustand **50** beschränkt die Kontraktion und die radiale Einwärtsbewegung des Innengehäuses **36** sowohl in einem mechanischen als auch thermischen Aspekt. Der Eingriff des wenigstens einen Außengehäuseschenkels **44** und des wenigstens einen Innengehäuseschenkels **48** sorgt für eine mechanische Einschränkung, die die radiale Bewegung des Innengehäuses **36** behindert. Zusätzlich verlangsamt eine Wärmeübertragung von dem Außengehäuse **34** auf das Innengehäuse **36** die Abkühlung des Innengehäuses **36**, und reduziert dadurch die Kontraktionsgeschwindigkeit des Innengehäuses **36**. Sowohl die mechanischen als auch thermischen Aspekte der Einschränkung reduzieren die radiale Einwärtsbewegung des Innengehäuses **36**, was die Wahrscheinlichkeit eines Reibvorgangs oder Klemmvorgangs zwischen den Rotorscheufeln des drehenden Abschnittes **26** und der umgebenden Struktur, sei es ein Deckband oder das Innengehäuse **36**, bei einem Neustart der drehenden Maschine **10** verringert.

**[0024]** Obwohl sich die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen auf eine Steuerung der Ausdehnungsgeschwindigkeiten mit unterschiedlichen Dicken in Bezug auf das Außengehäuse **34** und das Innengehäuse **36** beziehen, dürfte erkennbar sein, dass die Ausdehnungsgeschwindigkeit auf verschiedene alternativen Arten gesteuert werden kann. Beispielsweise können eine oder beide von den Komponenten mit einem Material oder einer Substanz beschichtet oder umwickelt werden, die manipuliert, oder von einer thermischen Umgebung umgeben werden, die die Wärmeausdehnungsgeschwindigkeiten steuert. Es kann jedoch jede geeignete Steuertechnik eingesetzt werden, um unterschiedliche Ausdehnungsgeschwindigkeiten zu erzeugen.

**[0025]** In **Fig. 6** ist ein Abstandssteuersystem **100** gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Gleiche Bezugszeichen wie die der ersten Ausführungsform zugeordnete werden bei der Beschreibung der zweiten Ausführungsform dort wo zutreffend, verwendet. Das Abstandssteuersystem **100** beruht auf einer thermischen Begrenzung des Innengehäuses **36** während der Herunterfahrzeitdauer **64**. Insbesondere wird eine Hebelanordnung **102** eingesetzt, um das Innengehäuse **36**, das Außengehäuse **34** und eine thermische Masse **104** zu verbinden. Die thermische Masse **104** weist segmentierte thermische Massenkomponenten auf, welche mit dem Innengehäuse **36** in Kontakt gebracht werden, wie es aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich wird. Ein erster Hebel **106** ist enthalten, um eine Relativbewegung zwischen der thermischen Masse **104** und dem Innengehäuse **36** zu erzeugen. Gemäß Darstellung befindet sich eine erste Kupplung **109** in der Nähe eines ersten Endes **110** des ersten Hebels **106** und trägt die thermische Masse **104**. Eine zweite Kupplung **112** befindet sich in der Nähe eines zweiten Endes **114** des ersten Hebels **106** und verbindet den ersten Hebel **106** mit dem Außengehäuse **34**. Eine dritte Kupplung **116** befindet sich entlang des ersten Hebels **106** an einer Stelle zwischen der ersten Kupplung **109** und der zweiten Kupplung **112**, aber in größerer Nähe zu der zweiten Kupplung **112**. Die vorstehend beschriebene Positionierung der Kupplungen liefert die gewünschte Kinematik des gesamten Abstandssteuersystems **100**.

**[0026]** Wie vorstehend in Verbindung mit der ersten Ausführungsform beschrieben, ist das Innengehäuse **36** dünner als das Außengehäuse **34** und reagiert rascher auf die thermischen Zustände der drehenden Maschine **10**. Sobald die Temperatur zunimmt, bewegt sich das Innengehäuse **36** mit einer rascheren Geschwindigkeit als das Außengehäuse **34** nach außen und die Hebelanordnung **102** ist so eingerichtet, dass sie eine radiale Auswärtsbewegung der thermischen Masse **104** während der Ausdehnung des Innengehäuses **36** bewirkt. Umgekehrt zieht, sobald sich das Innengehäuse **36** zusammenzieht und radial nach innen mit einer schnelleren Geschwindigkeit in Bezug auf das Außengehäuse **34** bewegt, das Innengehäuse **36** an dem ersten Hebel **106** und zwingt die thermische Masse **104** in Kontakt und thermischen Austausch mit dem Innengehäuse **36**. Während des Restes der Herabfahrzeitdauer **64** würde die thermische Masse **104** in Kontakt mit dem Innengehäuse **36** solange gehalten werden, wie das Innengehäuse **36** kälter als das Außengehäuse **34** ist.

**[0027]** Die vorstehend beschriebene Hebelanordnung **102** stellt eine passive Betätigung der thermischen Masse **104** dar, aber es könnten Aktoren enthalten sein, die entweder passiv oder aktiv betätigt werden. In einer alternativen Ausführungsform bringt ein aktives System die thermische Masse **104** aktiv

mit dem Innengehäuse **36** in Kontakt. Eine gesteuerte Betätigungsvorrichtung, wie z.B. ein Solenoid oder ein hydraulischer Kolben – entweder im Eingriff mit nur einem Aktor oder mehreren Aktoren – um den Umfang des Innengehäuses **36** kann verwendet werden. **Fig. 7** stellt allgemein eine Ausführungsform mit mehreren thermischen Massensegmenten **120** dar, die jeweils für eine Verbindung mit dem Innengehäuse **36** eingerichtet sind.

**[0028]** Wie vorstehend erwähnt, veranschaulicht **Fig. 6** ein passives Betätigungskonzept, um die thermische Masse **104** mit dem Innengehäuse **36** in und außer Kontakt zu bringen. Die Betätigung der thermischen Masse **104** könnte durch andere passive oder aktive Einrichtungen einschließlich elektrischer oder hydraulischer Solenoiden oder anderer Methoden erreicht werden. Ferner könnte das Innengehäuse **36** ein einwandiges Gehäuse (kein getrenntes Außengehäuse) sein. Signifikanterweise enthält das Gehäuse (d.h., formende oder tragende Komponenten, die die Strömungspfadaußenwand ausbilden) ein Wärmespeicherelement, mit dem es in thermische Verbindung (z.B. in Kontakt) gebracht oder davon getrennt werden kann, um die Temperatur und die Wärmeausdehnung des Gehäuses für Abstandssteuerzwecke zu verändern.

**[0029]** Obwohl die Erfindung in Verbindung mit nur einer eingeschränkten Anzahl von Ausführungsformen detailliert beschrieben wurde, dürfte es sich ohne Weiteres verstehen, dass die Erfindung nicht auf derartige offengelegte Ausführungsformen beschränkt ist. Stattdessen kann die Erfindung modifiziert werden, sodass sie eine beliebige Anzahl von bisher nicht beschriebenen Varianten, Änderungen, Ersetzungen oder äquivalenten Anordnungen enthält, die aber dem Erfindungsgedanken und Schutzzumfang der Erfindung entsprechen. Zusätzlich dürfte es sich, obwohl verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, verstehen, dass Aspekte der Erfindung nur einige von den beschriebenen Ausführungsformen enthalten können. Demzufolge ist die Erfindung nicht als durch die Beschreibung eingeschränkt zu betrachten, sondern ist nur durch den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche beschränkt.

**[0030]** Ein Abstandssteuersystem **100** für eine drehende Maschine **10** enthält ein Außengehäuse **34**, das einen Hauptabschnitt des Außengehäuses **34** mit einer ersten radialen Dicke enthält, wobei das Außengehäuse zur Ausdehnung mit einer ersten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist. Ebenfalls ist ein zwischen dem Außengehäuse und einem drehenden Abschnitt angeordnetes Innengehäuse **36** enthalten, wobei das Innengehäuse einen Hauptabschnitt des Innengehäuses **36** mit einer zweiten radialen Dicke enthält, die geringer als die erste radiale Dicke ist, wobei das Innengehäuse zur Aus-

dehnung mit einer zweiten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist, die größer als die erste Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit des Außengehäuses ist. Ferner ist ein Schenkel des Innengehäuses **36** enthalten, der zur Trennung von einem Schenkel des Außengehäuses **34** während der Ausdehnung des Innengehäuses eingerichtet ist und der zum Eingriff mit dem Außengehäuseschenkel während der Kontraktion des Innengehäuses eingerichtet ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	drehende Maschine
<b>12</b>	Verdichterabschnitt
<b>14</b>	mehrere Brennkammeranordnungen
<b>18</b>	Verbrennungsabschnitt
<b>24</b>	Turbinenabschnitt
<b>26</b>	drehender Abschnitt
<b>30</b>	Verdichter/Turbinen-Welle
<b>32</b>	Gehäusestruktur
<b>34</b>	Außengehäuse
<b>36</b>	Innengehäuse
<b>40</b>	Abstandssteuersystem
<b>42</b>	Außengehäusehauptabschnitt
<b>44</b>	wenigstens ein Außengehäuseschenkel
<b>46</b>	Innengehäusehauptabschnitt
<b>48</b>	wenigstens ein Innengehäuseschenkel
<b>50</b>	Eingriffszustand
<b>52</b>	gelöster Zustand
<b>54</b>	Hochfahrzeitdauer
<b>56</b>	erste radiale Dicke
<b>58</b>	zweite radiale Dicke
<b>60</b>	Ausdehnungsgeschwindigkeit und radiale Bewegung des Außengehäuses
<b>62</b>	Ausdehnungsgeschwindigkeit und radiale Bewegung des Innengehäuses
<b>64</b>	Herunterfahrzeitdauer
<b>68</b>	nur eine Ausdehnungsgeschwindigkeit
<b>70</b>	Abschnitt
<b>72</b>	hypothetische unbeschränkte Reaktion für das Innengehäuse
<b>74</b>	erster Außengehäuseabschnitt
<b>76</b>	zweiter Außengehäuseabschnitt
<b>78</b>	erster Innengehäuseabschnitt
<b>80</b>	zweite Innengehäuseposition
<b>100</b>	Abstandssteuersystem
<b>102</b>	Hebelanordnung
<b>104</b>	thermische Masse
<b>106</b>	erster Hebel
<b>109</b>	erste Kupplung
<b>110</b>	erstes Ende
<b>112</b>	zweite Kupplung
<b>114</b>	zweites Ende
<b>116</b>	dritte Kupplung
<b>120</b>	thermische Massensegmente

**Patentansprüche**

1. Abstandssteuersystem (40) für eine drehende Maschine (10), aufweisend:

ein Außengehäuse (34), das einen Außengehäusehauptabschnitt (42) mit einer ersten radialen Dicke (56) enthält, wobei das Außengehäuse zur Ausdehnung mit einer ersten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist;

ein zwischen dem Außengehäuse und einem drehenden Abschnitt (26) angeordnetes Innengehäuse (36), wobei das Innengehäuse einen Innengehäusehauptabschnitt (46) mit einer zweiten radialen Dicke (58) enthält, die geringer als die erste radiale Dicke ist, wobei das Innengehäuse zur Ausdehnung mit einer zweiten Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit eingerichtet ist, die größer als die erste Wärmeausdehnungsgeschwindigkeit des Außengehäuses ist; und einen Innengehäuseschenkel (48), der zur Trennung von einem Außengehäuseschenkel (44) während der Ausdehnung des Innengehäuses eingerichtet ist und der zum Eingriff mit dem Außengehäuseschenkel während der Kontraktion des Innengehäuses eingerichtet ist.

2. Abstandssteuersystem nach Anspruch 1, wobei das Außengehäuse und das Innengehäuse jeweils in einer radialen Richtung bei Ausdehnung und Kontraktion bewegbar sind.

3. Abstandssteuersystem nach Anspruch 2, wobei sich das Außengehäuse und das Innengehäuse während der Ausdehnung nach radial außen bewegen und während der Kontraktion radial nach innen bewegen.

4. Abstandssteuersystem nach Anspruch 1, wobei das Außengehäuse von einer ersten Außengehäuseposition (74) zu einer zweiten Außengehäuseposition (76) bewegbar ist, während das Innengehäuse von einer ersten Innengehäuseposition (78) zu einer zweiten Innengehäuseposition (80) bewegbar ist.

5. Abstandssteuersystem nach Anspruch 4, wobei sich das Außengehäuse von der ersten Außengehäuseposition zu der zweiten Außengehäuseposition während einer Hochfahrzeitdauer (54) bewegt, während sich das Innengehäuse von der ersten Innengehäuseposition zu der zweiten Innengehäuseposition während der Hochfahrzeitdauer bewegt.

6. Abstandssteuersystem nach Anspruch 5, wobei der Außengehäuseschenkel und der Innengehäuseschenkel wenigstens für einen Teil der Hochfahrzeitdauer getrennt sind.

7. Abstandssteuersystem nach Anspruch 4, wobei das Außengehäuse in der zweiten Außengehäuseposition während einer Zeitdauer eines stabilen Betriebszustandes angeordnet ist, während das Innen-

gehäuse in der zweiten Innengehäuseposition während der Zeitdauer des stabilen Betriebszustandes angeordnet ist.

8. Abstandssteuersystem nach Anspruch 4, wobei sich das Außengehäuse von der zweiten Außengehäuseposition zu der ersten Außengehäuseposition während einer Herunterfahrzeitdauer (58) bewegt, während sich das Innengehäuse von der zweiten Innengehäuseposition zu der ersten Innengehäuseposition während der Herunterfahrzeitdauer bewegt.

9. Abstandssteuersystem nach Anspruch 8, wobei der Außengehäuseschenkel und der Innengehäuseschenkel während eines begrenzten Teils der Herunterfahrzeitdauer in Eingriff stehen.

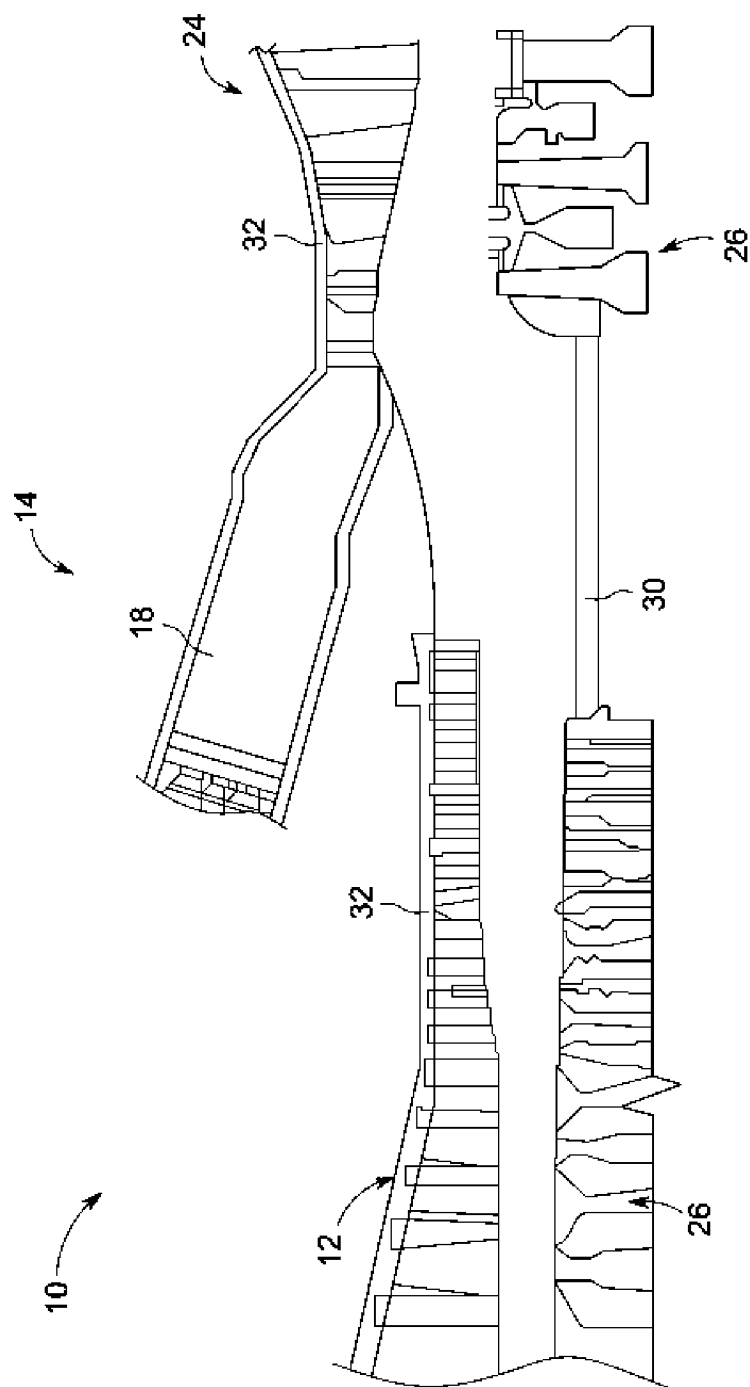
10. Abstandssteuersystem (100) für eine drehende Maschine (10), aufweisend:

ein funktionell mit einem Außengehäuse (34) verbundenes Innengehäuse (36), wobei das Innengehäuse dafür eingerichtet ist, sich radial mit einer ersten Geschwindigkeit zu bewegen; und

und eine funktionell mit dem Außengehäuse und dem Innengehäuse verbundene thermische Masse (104), wobei die thermische Masse dafür eingerichtet ist, das Innengehäuse zu berühren, während das Innengehäuse dafür eingerichtet ist, sich radial mit einer zweiten Geschwindigkeit, die langsamer als die erste Geschwindigkeit ist, bei Kontakt mit der thermischen Masse zu bewegen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





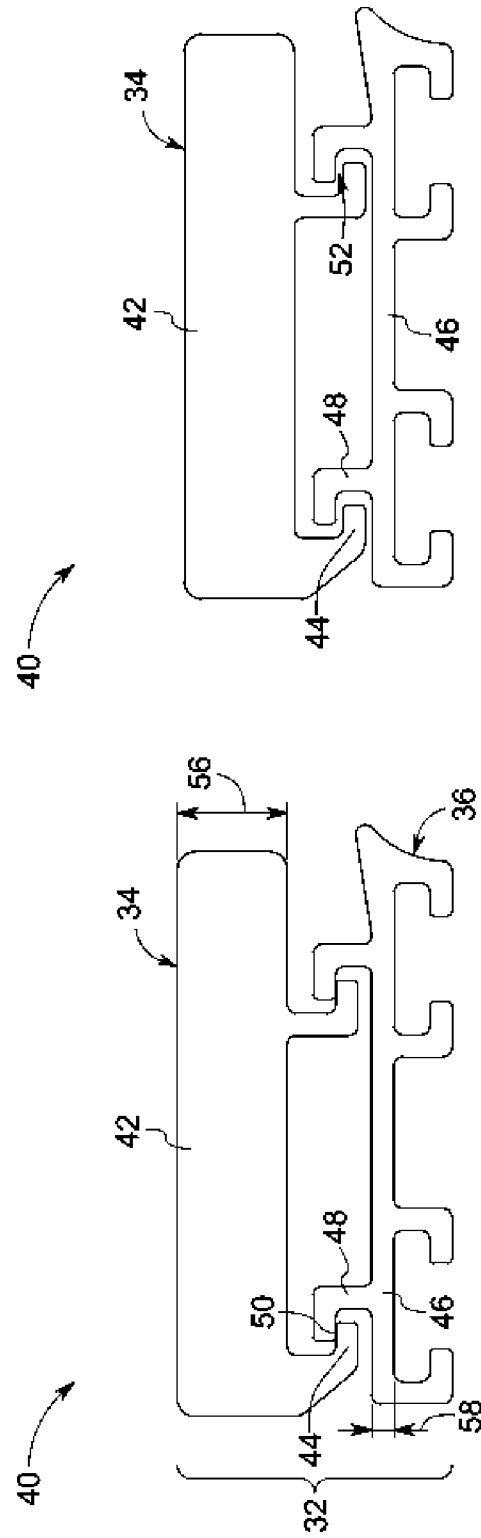
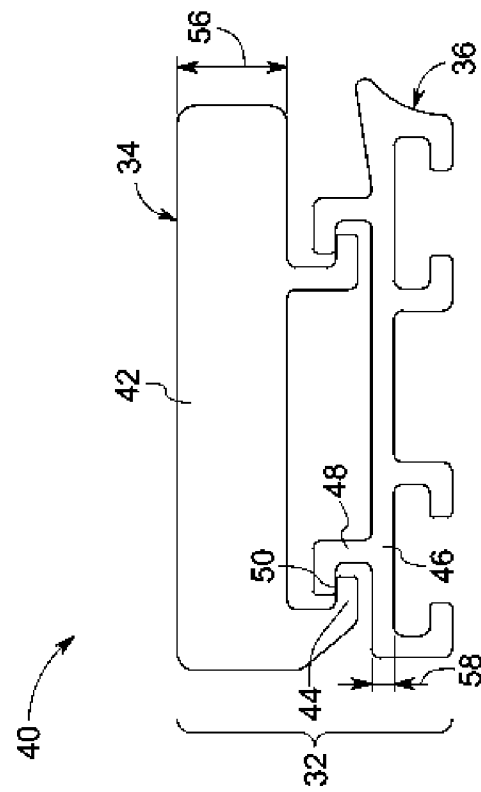


FIG. 3



**FIG. 2**

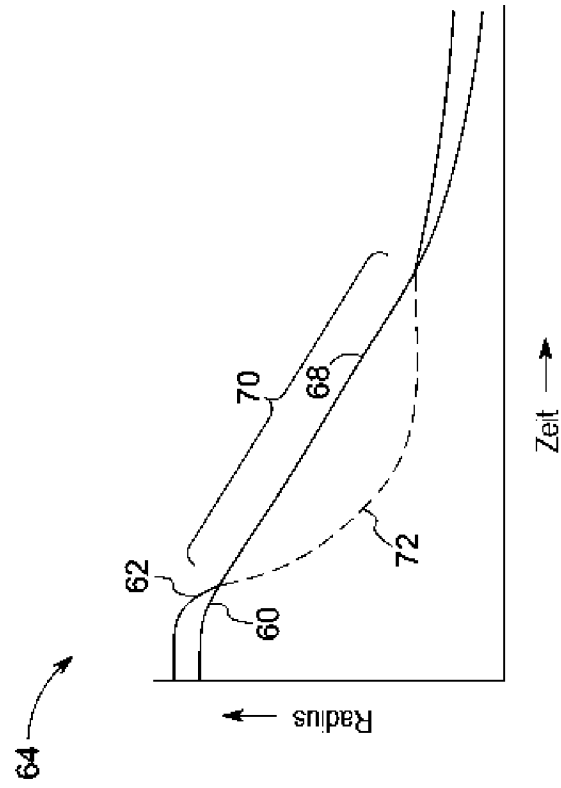


FIG. 5

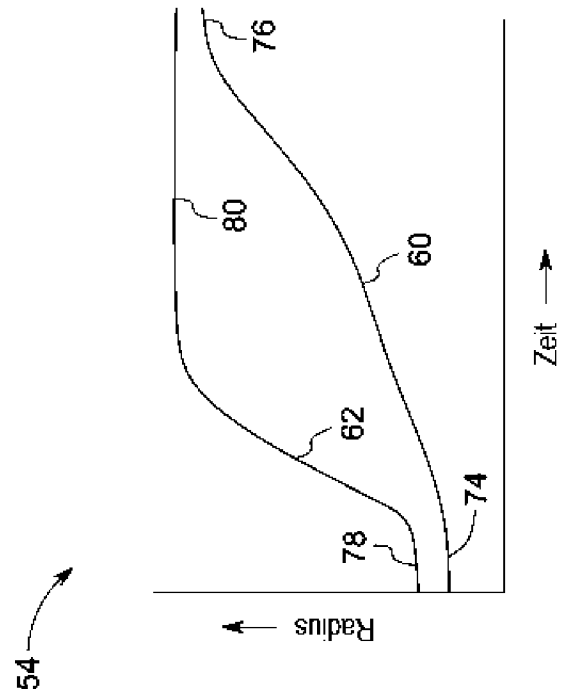


FIG. 4

