



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

705 551 A1

(51) Int. Cl.: F01D 11/14 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01551/11

(71) Anmelder:
ALSTOM Technology Ltd, Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden (CH)

(22) Anmeldedatum: 19.09.2011

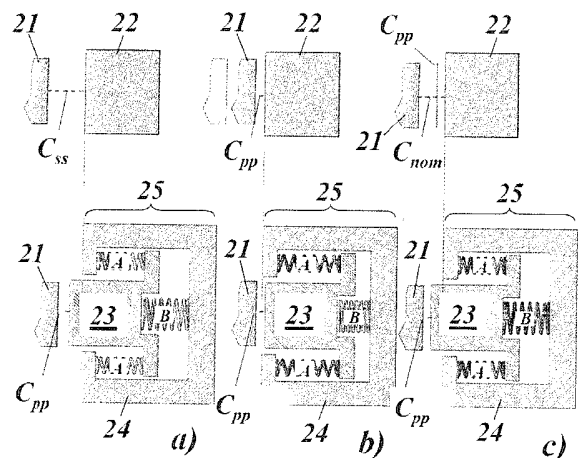
(72) Erfinder:
Jaroslaw Szwedowicz, 5330 Bad Zurzach (CH)
Alexey Mozharov, 5415 Nussbaumen (CH)
Florian Schiedeck, 95444 Bayreuth (DE)
Jonas Böttcher, 30451 Hannover (DE)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 28.03.2013

(54) Selbstjustierende Einrichtung zum Steuern des Spielraums, insbesondere in radialer Richtung, zwischen rotierenden und stationären Komponenten einer thermisch belasteten Turbomaschine.

(57) Die Erfindung betrifft eine selbstjustierende Einrichtung (25) zum Steuern des Spielraums (C), insbesondere in radialer Richtung, zwischen rotierenden und stationären Komponenten (21, 23) einer thermisch belasteten Turbomaschine, wobei sich der Spielraum (C) auf lineare und/oder nichtlineare Weise während eines Übergangs der Maschine zwischen Stillstand und stationärem Betrieb ändert.

Eine einfache und effektive Steuerung wird sogar für den Fall einer nichtlinearen Variation des Spielraums während eines Übergangsbetriebs durch die selbstjustierende Einrichtung (25) erzielt, die mindestens zwei verschiedene Antriebselemente (A, B) umfasst, um die rotierenden und festen Komponenten (21, 23) relativ zueinander zu bewegen, um den Spielraum (C) zwischen ihnen zu ändern, und dadurch, dass die verschiedenen Antriebselemente (A, B) konfiguriert sind, zu verschiedenen Zeiten während des Übergangs der Maschine aktiviert zu werden.



Beschreibung

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Technologie von Turbomaschinen wie Kompressoren oder Gasturbinen oder anderen. Sie bezieht sich auf eine selbstjustierende Einrichtung zum Steuern des Spielraums, insbesondere in radialer Richtung, zwischen rotierenden und stationären Komponenten einer thermisch belasteten Turbomaschine gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Die Minimierung von Spielräumen, insbesondere radialen Spielräumen zwischen stationären und rotierenden Teilen einer Turbomaschine, wie zum Beispiel Dampf- oder Gasturbinen, Strahltriebwerken, Kompressoren und Turboladern während des Betriebs derselben ist essentiell, um Strömungsverluste zu minimieren und folglich die Effizienz solcher Maschinen zu maximieren.

[0003] Zur Veranschaulichung zeigt Fig. 1 ein Beispiel einer Turbinenkonfiguration, wobei die Turbomaschinenstufe 10 eine Laufschaufel 14 und eine Leitschaufel 15 umfasst, befestigt auf einer rotierenden Welle 12 (die sich mit einer Rotationsgeschwindigkeit Ω um eine Achse 11 dreht), bzw. an einem Gehäuseteil 13, wobei ein Fluidkanal (Heissgaskanal im Falle von Gasturbinen) 16 zwischen der Welle 12 und dem Gehäuse 13 definiert ist. Durch Minimieren der radialen Spielräume C_b (Schaufelspielraum) und C_v (Blattschaufelspielraum) können Leckströme über die Schaufelspitzen und daraus resultierende Strömungsverluste reduziert werden. Radiale Spielräume können ausgebildet werden durch zylindrische oder konische Oberflächen der jeweiligen Rotor- und Statorkomponenten. Wenngleich sie im Grunde eine zylindrische oder konische Form aufweisen, könnte jedoch jedes Teil zusätzliche Formmerkmale besitzen.

[0004] Aufgrund der Relativbewegung zum Beispiel zwischen der Schaufelspitze der Schaufel 14 und dem Gehäuse 13 ist es nicht möglich, den radialen Spielraum C_b auf null zu setzen. Ein Kontakt zwischen diesen Teilen während des Betriebs kann zu einer Beschädigung oder sogar einer Zerstörung der ganzen Maschine führen.

[0005] Im Allgemeinen wird durch Auslegen einer derartigen Maschine der radiale Spielraum während des Betriebs («heisser Spielraum») durch eine Anzahl von Faktoren bestimmt, die bezüglich der Montagespielräume («kalte Spielräume») unter Stillstandsbedingungen für eine «kalten» Maschine bedeuten üblicherweise Umgebungstemperatur) berücksichtigt werden müssen:

- Herstellungstoleranzen
- Montagetoleranzen
- Verformung der Welle 12 und der Gehäuse 13 unter Bedingungen des stabilen Betriebs (z.B. Ovalisierung der Verkleidung gegenüber der geforderten kreisförmigen Gestalt)
- Schaufelausdehnung während des Betriebs wegen thermischem Wachstum und Zentrifugalkräften,
- Zeitabhängige Verformungen und Relativbewegungen während transients Betriebsbedingungen, wie Hochfahren oder Herunterfahren der Maschine.

[0006] Die letzten beiden Faktoren, Wärmeausdehnung während transients und stationärer Betriebsphasen, werden durch die Temperaturdifferenzen innerhalb der Maschine verursacht. Die typische Temperaturverteilung z.B. innerhalb einer Turbine führt zu einem nicht konstanten Temperaturprofil an einer gewissen axialen Position bezüglich der radialen Richtung (Temperaturgradient in der radialen Richtung). Die höchste Temperatur wird in dem Fluidkanal 16 angenommen, wo die Schaufeln 14 und 15 platziert sind. Die Umgebungstemperatur beträgt T_A . Fig. 3 zeigt die räumlichen (radialen, d.h. abhängig von dem Radius R) Temperaturverteilungen innerhalb einer Turbine zu verschiedenen Zeitpunkten (t_1 - t_6).

[0007] Radiale Sektionen in Fig. 3 werden durch Konstruktionsmerkmale der Turbine definiert, nämlich die Welle 12, die Schaufel 14, das Gehäuse 13, die Wurzel 17 der Schaufel 14, ein Hitzeschild 18 gegenüber der Spitze der Schaufel 14, eine Kammer 19 hinter dem Hitzeschild 18 und die äussere Oberfläche 20 der Maschine. Der obere Teil von Fig. 3 zeigt eine mögliche Variation der Temperaturverteilung $T(R)$ entlang der radialen Richtung R während der Abkühlung ($T \downarrow$) zu Zeitpunkten t_3 - t_6 in Zeitbereich t . Der untere Teil von Fig. 3 zeigt die mögliche Variation der Temperaturverteilung $T(R)$ während einer Erhitzung ($T \uparrow$) zu den Zeitpunkten t_1 - t_3 . In beiden Fällen ist ein Transformationstemperaturbereich durch einen schattierten Balken in Fig. 3 dargestellt. Es ist zu sehen, dass die zeitliche Variation der Temperatur während eines instabilen Betriebs (Erhitzen/Kühlen) an den Schaufeln 14 im Fluidkanal 16 ein Maximum ist.

[0008] Insbesondere sind die zeitabhängigen Verformungen und Relativbewegungen der Hauptkomponenten während der instabilen Maschineoperation von Bedeutung zum Bestimmen der Kaltstillstandsspielräume C_{ss} und für die resultierenden stabilen Heiss- oder Nominalspielräume C_{nom} . Das Designziel besteht darin, die Kaltspielräume so zu bestimmen, dass während stabiler Bedingungen die resultierenden Heissspielräume C_{nom} minimiert sind. Aufgrund der verschiedenen geometrischen Abmessungen, Materialien und Wärmekapazitäten der Beschaufelung, der Gehäuse und der Wellen während des Aufwärmens (Hochfahren) oder Abkühlens (Abschalten) der Maschine jedoch erscheint der kleinste Heissspielraum möglicherweise nicht im stabilen heissen Zustand, wo die kleinsten Spielräume wünschenswert sind. Unter Berücksichtigung, dass die Maschine auch schnelle Lastwechsel erfahren kann oder angefahren werden kann, wenn Hauptkomponenten von einer vorausgegangenen Betriebsperiode immer noch heiss sind, können zudem kleinste mögliche Spielräume

während des Betriebs («Pinch Point», C_{pp} in Fig. 2) manchmal während des instabilen Maschinebetriebs erscheinen (in einem Hochfahrzustand S-U, aber nicht in einem stabilen Zustand S-S, siehe Fig. 2(a)). In diesem Fall ist es notwendig, die Kaltspielräume weiter zu vergrössern, um einen «harten» Kontakt zwischen stationären und rotierenden Teilen während eines derartigen instabilen Betriebs zu vermeiden, was dann unter stabilen Bedingungen zu einem Heissspielraum führt, der grösser ist als gewünscht.

[0009] Beispielsweise erfolgt während des Hochfahrens der Maschine die Wärmeausdehnung der Beschaukelung in der Regel viel schneller als die von Verkleidungsteilen oder der Welle, die aufgrund der grösseren Masse im Vergleich zu der Beschaukelung eine höhere Wärmeträgheit aufweist. Somit wird das Aufheizen und die Wärmeausdehnung der Welle oder von strukturellen Teilen (strichgepunktete Linie in Fig. 2(b)) fortgesetzt, selbst nachdem die Arbeitsfluidtemperatur (gepunktete Linie in Fig. 2(b)) die nominelle Höhe T_n erreicht hat, um schliesslich eine nominelle (Metall) Höhe T_{mn} zu erreichen.

[0010] Weiterhin sind die Verkleidungen und die Wellen in der Regel den heissen Gasen nicht direkt ausgesetzt. Diese Tatsache führt zu dem sogenannten Pinch Point, was den Zeitpunkt bedeutet, wenn der radiale Spielraum seinen kleinsten Wert (C_{pp}) erreicht. Für die nominelle stabile Betriebsbedingung muss der resultierende nominelle Spielraum C_{nom} deshalb einen Spielraumwert beinhalten, der den Pinch Point und weitere Wärmeausdehnungen abdeckt, die auf der Basis von thermischen Grenzbedingungen, Abmessungen und Materialeigenschaften der rotierenden und stationären Komponenten analytisch bestimmt werden.

[0011] Bekannte Massnahmen zum Minimieren der durch verbleibende Heissspielräume verursachten Strömungsverluste sind zum Beispiel das Anordnen von Deckbändern an den Spitzen der Schaufelblätter. Um den Fluss durch den Ringspalt zu minimieren, der durch das Deckband und die Verkleidung oder den Rotor gebildet wird, werden Reihen von Rippen auf dem rotierenden Teil aufgebracht, während die Oberfläche des stationären Teils flach oder abgestuft sein kann, wodurch insgesamt eine Labyrinthdichtung ausgebildet wird.

[0012] Weiterhin können Wabenkörper an der Oberfläche des stationären Teils angebracht werden, wobei gestattet wird, dass die Rippen während des instabilen Betriebs in die Wabenkörper einschneiden, wodurch ein abgestuftes Labyrinth ausgebildet wird und weiterhin Leckströme während des stabilen Betriebs reduziert werden. Eine weitere bekannte Massnahme zum Minimieren der Heissspielräume besteht darin, an dem stationären Teil angebrachte sogenannte Lamellen- oder Bürstendichtungen zu verwenden, die während des instabilen Betriebs eine gewisse Variation bei dem Spielraum aufnehmen können.

[0013] Schliesslich kann der Einsatz einer Kombination aus abrasiven Materialien und abreibbaren Beschichtungen an dem gegenüberliegenden Teil dazu verwendet werden, den Effekt von Umfangsspielraumvariationen zu lindern, die z.B. durch eine Ovalisierung von strukturellen Teilen oder eine gewisse Exzentrizität der Welle innerhalb der Verkleidung verursacht werden.

[0014] Während alle oben erwähnten Lösungen rein passive Systeme sind, die eine Minimierung von Heissspielräumen ohne irgendeine Justierung der Temperatur, des Drucks oder anderer Belastungen während des Betriebs gestatten, ist auch eine Anzahl anderer aktiver Spielraumreduktionsmassnahmen bekannt.

[0015] Es wurde ein System beschrieben, bei dem der vollständige Rotor einer Gasturbine axial verschoben wird, nachdem der Maschine ihren stabilen Zustand erreicht hat. In Kombination mit einem konischen Fluidströmungsweg gestattet dies ein aktives Minimieren der Turbinenheissspielräume und kann mit einer beliebigen der oben erwähnten passiven Massnahmen kombiniert werden. Da jedoch der ganze Rotorzug bewegt werden muss, führt dies auch zu einer gewissen Vergrösserung von Spielräumen auf der Kompressorseite. Deshalb wird diese Massnahme nur solange vorteilhaft sein, wie die Gewinne in der Turbine die zusätzlichen Verluste auf der Kompressorseite überwiegen.

[0016] Anstelle einer allgemeinen axialen Wellenbewegung wurden Lösungen für jede Turbinenstufe vorgeschlagen, indem entweder die radiale thermische Schaufelausdehnung oder ein Federsystem gesteuert wird, was eine zusätzliche radiale Bewegung des Hitzeschildes gestattet (siehe beispielsweise US 7 596 954 B2).

[0017] Das Dokument US 2009/0 226 327 A1 beschreibt eine aus Formgedächtnislegierungen hergestellte Hülse, die in der Rotorscheibe montiert wird. Hinsichtlich der Umgebungstemperatur steuert der Hülshals die Kühlmittelströmungsmasse in die Turbinenschaufel. Indem die Schaufel weniger Kühlmittel erhält, dehnt sie sich thermisch, um einen Spalt zwischen ihrer Profilschulter und einer Verkleidung zu reduzieren. Durch Liefern von mehr Kühlmittel zieht sich die Schaufel zusammen, um einen radialen Spalt der Turbinenstufe zu vergrössern.

[0018] Das Dokument GB 2 354 290 A bestimmt das in der Kühlpassage der Gasturbinenschaufel montierte Formgedächtnislegierungsventil. Dieses Formgedächtnislegierungsventil gestattet ein Regulieren des Einsatzes von Kühlmittel als Reaktion auf die Temperatur der Komponente. GB 2 354 290 A beansprucht jedoch keine Lösung für die Spielraumsteuerung für die rotierende Schaufel und stationären Blätter.

[0019] Das Dokument US 7 686 569 B2 legt ein System für die axiale Bewegung des Schaufelrings vor, der durch eine über den Schaufelring gelieferte Druckdifferenz, die Wärmeausdehnung und/oder die thermische Kontraktion eines Gestänges oder durch einen Kolben angetrieben wird. Eine Formgedächtnislegierung kann ebenfalls die erforderliche Bewegung auslösen.

[0020] Im Allgemeinen können verschiedene passive, halbaktive und aktive Systeme für ein Spielraummanagement zwischen der Laufschaufel 14 und dem Gehäuse 13 sowie der Leitschaufel 15 und dem Rotor oder der Welle 12 in Betracht gezogen werden. Der Spielraum C_b oder C_v (Fig. 1) bezeichnet einen relativen Abstand zwischen der rotierenden und stationären Komponente, der mit verschiedenen Raten während Bedingungen des instabilen Betriebs variiert, wie etwa dem Hochfahren oder Abschalten der Maschine, aufgrund der unterschiedlichen Wärmeträgheit der verschiedenen Maschinekomponenten, in Abhängigkeit von ihren Volumina, Exposition zu heissen oder kalten Fluiden und den thermischen Eigenschaften der beteiligten Legierungen.

[0021] Wegen dieser Unterschiede muss ein «Heiss»-Spielraum C_{nom} unter einer Bedingung des stabilen Betriebs den instabilen Beitrag $C_{nom}-C_{pp}$ entsprechend dem Unterschied bei den Wärmeausdehnungen der rotierenden und stationären Komponenten während des instabilen Betriebs der Maschine beinhalten. Dieser Unterschied muss bei der Definition des kalt konstruierten Spielraums berücksichtigt werden, was die aerodynamische Effizienz der Turbomaschine verschlechtert. Das ultimative Ziel besteht darin, den radialen Spielraum während der ganzen Zeit des Maschinebetriebs immer so klein wie C_{pp} zu halten.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0022] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer selbstjustierenden Einrichtung zum Steuern des Spielraums, wodurch die Nachteile von Einrichtungen gemäss dem Stand der Technik vermieden werden, die eine einfache Konstruktion aufweist und die sichere Steuerung von Spielräumen selbst in Fällen gestattet, wenn der Spielraum während eines Übergangsbetriebs der Maschine durch ein Minimum läuft.

[0023] Diese und weitere Aufgaben werden durch eine selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 1 erhalten.

[0024] Die selbstjustierende Einrichtung gemäss der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens zwei verschiedene Antriebselemente zum Bewegen der rotierenden und festen Komponenten relativ zueinander, um den Spielraum zwischen ihnen zu ändern, und dass die verschiedenen Antriebselemente konfiguriert sind, um zu verschiedenen Zeiten während des Übergangs der Maschine aktiviert zu werden, enthält.

[0025] Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Spielraum während des Übergangs der Maschine zwischen Stillstand und stabilem Betrieb durch ein Minimum läuft und eines der mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente konfiguriert ist zum Reduzieren des Abstands zwischen den rotierenden und stationären Komponenten und ein anderes der mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente konfiguriert ist zum Vergrössern des Abstands zwischen den rotierenden und stationären Komponenten, wenn aktiviert.

[0026] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden die mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente automatisch aktiviert, wenn eine vordefinierte Aktivierungstemperatur erreicht ist.

[0027] Insbesondere weisen die mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente die gleiche Aktivierungstemperatur auf, sind aber innerhalb der selbstjustierenden Einrichtung derart angeordnet, dass sie ihre Aktivierungstemperatur zu verschiedenen Zeiten während des Übergangs der Maschine erreichen.

[0028] Alternativ weisen die mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente unterschiedliche Aktivierungstemperaturen auf und sind in der selbstjustierenden Einrichtung derart angeordnet, dass sie während des Übergangs der Maschine den gleichen oder fast den gleichen Temperaturbedingungen ausgesetzt sind.

[0029] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die selbstjustierende Einrichtung konfiguriert zum Bewirken einer Bewegung der rotierenden und stationären Komponenten relativ zueinander in der radialen und/oder axialen Richtung.

[0030] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die rotierenden und stationären Komponenten rotierende und/oder stationäre Schaufeln umfassen, insbesondere eines Kompressors oder einer Gasturbine, wobei die rotierenden und/oder stationären Schaufeln mit jeweiligen Schaufelspitzen versehen sind, und assoziierte Hitzeschilde, die gegenüber den jeweiligen Schaufelspitzen angeordnet sind, und die selbstjustierende Einrichtung entweder direkt oder über eine mechanische Kopplung mit mindestens einem der assoziierten Hitzeschilde verbunden ist.

[0031] Eine noch andere Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebselemente Bimetall- und/oder Formgedächtnislegierungs-Systeme und/oder ein beliebiges Material umfassen, das sich über einem Schwellwert von Temperatur, Druck oder mechanischer Belastung auf elastische, superelastische oder pseudoelastische Weise verformt.

[0032] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfassen die Antriebselemente eine Temperatur direkt an der Turbomaschine und werden aktiviert, wenn die erfasste Temperatur ihre Aktivierungstemperatur erreicht.

[0033] Eine weitere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur an der Turbomaschine mit Hilfe eines separaten Temperatursensors erfasst wird und die Antriebselemente durch einen Aktivierungsmechanismus oder eine Aktivierungsschaltung aktiviert werden, wenn die erfasste Temperatur ihre Aktivierungstemperatur erreicht.

[0034] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung liegen die Antriebselemente in der Form einer Feder oder anderer Einrichtungen vor, die die Fähigkeit besitzen, die potentielle Energie zu speichern und freizugeben.

[0035] Insbesondere werden die Antriebselemente mit Rückholfedern kombiniert, die in einer dem jeweiligen Antriebselement entgegengesetzten Richtung wirken.

[0036] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die zu bewegende Komponente in einer Stütze beweglich geschützt und sind die Antriebselemente zwischen der zu bewegenden Komponente und der Stütze angeordnet.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0037] Die vorliegende Erfindung wird nun mit Hilfe verschiedener Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen eingehender erläutert.

- Fig. 1 zeigt einen Teil der Turbomaschinenstufe mit Laufschaufeln und Leitschaufeln und dem zwischen einer sich drehenden Welle und einem stationären Gehäuse definierten Fluidkanal (im Falle einer Gasturbine Heissgaskanal);
- Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Kurve des zeitabhängigen Spielraums einer Turbomaschinenstufe während einer Übergangsoperation (Fig. 2(a)) und den Unterschied bei der Zeitabhängigkeit der Temperatur des Arbeitsfluids und von Metallteilen der Turbomaschine während des Übergangsbetriebs (Fig. 2(b));
- Fig. 3 zeigt die radiale Variation der Temperatur einer Turbomaschine während des Kühlens und Erhitzens für verschiedene Zeitpunkte;
- Fig. 4 zeigt das Hauptverfahren einer selbstjustierenden Einrichtung nach einer Ausführungsform der Erfindung mit zwei verschiedenen Antriebselementen A und B im Vergleich mit einem ungesteuerten Spielraum in dem Stillstandzustand (a), unter einem instabilen Zustand (b) und in einem nominellen Betriebszustand (c);
- Fig. 5 zeigt eine Spaltjustierung bezüglich der Wärme- und/oder Zentrifugalausdehnung mit Hilfe der radial bewegbaren Hitzeschilde;
- Fig. 6 zeigt eine Spaltjustierung bezüglich der Wärme- und/oder Zentrifugalausdehnung mit Hilfe der axial bewegbaren Hitzeschilde;
- Fig. 7 erläutert den effektiven Spielraum für einen abgeschrägten Kontakt zwischen Verkleidung und Schaufel;
- Fig. 8 zeigt schematisch einen radial beweglichen Hitzeschild mit zwei verschiedenen Antriebselementen A und B, die aus einer Formgedächtnislegierung (SMA-Shape Memory Alloy) oder anderen Materialien hergestellt sind, die ähnliche Eigenschaften zeigen, gemäss einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 9 zeigt schematisch einen axial und radial beweglichen Hitzeschild mit zwei verschiedenen Antriebselementen A und B, die aus einer Formgedächtnislegierung (SMA) oder anderen Materialien hergestellt sind, die ähnliche Eigenschaften zeigen, und Rückholfedern D gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und
- Fig. 10 zeigt schematisch ein axial bewegliches Hitzeschild mit zwei verschiedenen Antriebselementen A und B, die aus einer Formgedächtnislegierung (SMA) oder anderen Materialien hergestellt sind, die ähnliche Eigenschaften zeigen, gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON VERSCHIEDENEN AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0038] Die vorliegende Erfindung betrifft die Anwendung einer selbstjustierenden Einrichtung oder eines selbstjustierenden Systems (SAS-Self-Adjusting System), umfassend Bimetall- und/oder Formgedächtnislegierungs- (SMA-Shape Memory Alloy) Systeme und/oder ein beliebiges anderes Material, das sich über einen Schwellwert von Temperatur, Druck oder mechanischer Belastung auf elastische, superelastische oder pseudoelastische Weise verformt. Die Systeme können aktiv oder passiv ausgelöst werden. Sie werden innerhalb der Baugruppensektion einer Turbinen- oder einer Kompressorschaukel, einem Stator- oder einem Rotorhitzeschild, einem Schaufelträger oder anderen rotierenden oder stationären Komponenten installiert, die an dem Rotor oder an der äusseren Verkleidung einer Turbomaschine montiert sind, wobei angestrebt wird, die Spielräume während des Betriebs zu minimieren.

[0039] Nachfolgend wird die Montage eines Turbinenstatorhitzeschilds innerhalb eines Stators als eine beispielhafte Anwendung der offenbarten Innovation gewählt, doch ist die Offenbarung nicht nur auf Hitzeschilde beschränkt.

[0040] Die Kompensation der Wärmeausdehnungen innerhalb der Maschine ausgeführt, indem Antriebselemente oder SAS-Glieder an den die Turbinenschaufeln umgebenden Hitzeschilden angebracht werden. Nachdem die Aktivierungstemperatur eines Antriebselements oder SAS-Glieds erreicht ist, führt das angebrachte Hitzeschild eine Bewegung weg von der Maschineachse 11 oder auf die Maschineachse 11 zu aus.

[0041] Das Prinzip ist in Fig. 4 durch einen Vergleich des Verhaltens von konventionellen Spielräumen nach dem Stand der Technik (oberer Teil von Fig. 4) mit einem SAS-gesteuerten Spielraumverhalten (unterer Teil von Fig. 4) dargestellt. In Fig. 4 ist der relative Abstand zwischen Schaufelspitze 21 und einem assoziierten stationären Hitzeschild 21 (oberer Teil von Fig. 4) oder einem beweglichen und steuerbaren Hitzeschild 23 einer selbstjustierenden Einrichtung 25 (unterer Teil von Fig. 4) gezeigt.

[0042] Wenn die Turbine zu arbeiten beginnt, steigt die Temperatur innerhalb der Turbine auf ihren Arbeitspunkt. Wegen der geringeren Wärmekapazität der Schaufeln bezüglich des Rotors dehnen sich die Schaufeln thermisch aus, bevor der Rotor aufgrund des Unterschieds bei den Wärmeausdehnungen des Rotors und Stators relativ zu dem Stator axial verschoben wird. Dies bedeutet, dass die Hitzeschilder 23 auf eine Weise bewegt werden müssen, dass der Radius der Statorteile an diesem bestimmten axialen Ort in einem ersten Schritt (a) → (b) vergrößert wird, um den Spielraum C zwischen den Rotorschaukeln (Schaufelspitzen 21) und der Verkleidung (Hitzeschild 23) konstant zu halten. Im zweiten Schritt (b) → (c) müssen die Hitzeschilder 23 bewegt werden, um den Radius der Statorteile an diesem bestimmten axialen Ort zu reduzieren, da die Rotorschaukeln in der axialen Richtung eine geneigte äussere Oberfläche aufweisen und da der Rotor aufgrund des Unterschieds bei den Wärmeausdehnungen des Rotors und Stators relativ zu dem Stator axial verschoben wird.

[0043] Die Anzahl derartiger Arbeitsschritte ist nicht auf zwei begrenzt und kann so zahlreich sein, wie dies durch Arbeits- und Designüberlegungen erforderlich wird.

[0044] Die oben erläuterte zweistufige Bewegung kann durch eine Agonisten-Antagonisten-Konfiguration aus zwei oder mehr verschiedenen Antriebselementen oder SAS-Paketen A und B, die in Fig. 4 gezeigt sind, durchgeführt werden, die beispielsweise Glieder aus einer Formspeicherlegierung (SMA) sind. Diese Glieder könnten aus einer oder mehreren Federn von willkürlicher Form bestehen, beispielsweise Spiral- oder Blattfedern; es kann eine willkürliche Form der Feder verwendet werden. Das Hitzeschild 23 ist beweglich innerhalb einer Stütze 24 in einer Art von Kolben-Zylinder-Anordnung montiert. Die Antriebselemente A und B sind vorgesehen, um das Hitzeschild 23 in der Stütze in entgegengesetzten Richtungen zu bewegen.

[0045] Bei steigenden Temperaturen der Maschinenkomponenten beginnt auch die Temperatur der Antriebselemente A und B anzusteigen aufgrund von Wärmetransferprozessen um den Ort der Antriebselemente A und B herum. Dieser Temperaturanstieg kann eine Formänderung der SMA-Antriebselemente A und B bewirken.

[0046] Das Agonisten-Antriebselement oder SMA-Paket A vergrößert beim Ausdehnen den Radius der inneren Oberfläche der Hitzeschilder 23 (Fig. 4(b)), während das Antagonisten-Antriebselement oder SMA-Paket B beim Ausdehnen den Radius der inneren Oberfläche der Hitzeschilder 23 verringert (Fig. 4(c)). Dadurch wird das Agonisten-Antriebselement oder SMA-Paket A bei einer niedrigeren Temperatur oder zu einem früheren Zeitpunkt während des Erhitzens der Verkleidung aktiviert, und das Antagonisten-Antriebselement oder SMA-Paket B wird bei einer höheren Temperatur oder zu einem späteren Zeitpunkt während des Erhitzens der Verkleidung aktiviert. Jedes der Glieder A oder B oder andere können aufgrund von Designanforderungen aus parallelen oder seriellen Federsystemen oder ihrer Kombination bestehen. Jede Feder kann bezüglich anderer Federn aus dem gleichen oder einem anderen Material hergestellt werden.

[0047] Die Gestalt der selbstjustierenden Einrichtung kann willkürlich sein und kann generell von dem verfügbaren Designraum abhängen. Das Wesentliche an der Form der selbstjustierenden Einrichtung ist die Abmessung, die es ermöglicht, einen Hitzeschild 23 um den Unterschied von $C_{nom} - C_{pp}$ weg von einer Schaufel- oder Blattspitze 21 zu bewegen, wie in Fig. 4 gezeigt.

[0048] Mehrere Ausführungsformen von selbstjustierenden Einrichtungen gemäss der Erfindung werden unten beschrieben. Diese Beschreibungen auf der Basis der SMA-Eigenschaften eignen sich auch zum Verstehen des Prinzips der Offenbarung. Dennoch können die selbstjustierenden Einrichtungen andere Materialien verwenden und in anderen Konfigurationen angeordnet sein.

SMA-Antriebselemente oder -pakete mit identischen Transformationstemperaturen (Aktivierungstemperaturen)

[0049] Mehrere, aus der gleichen SMA hergestellte Antriebselemente werden bezüglich des radialen Abstands an verschiedenen Positionen platziert. Wegen des Wärmegradienten innerhalb des Gehäuses (siehe Fig. 3) werden die Antriebselemente oder SMA-Einrichtungen zu verschiedenen Zeiten aktiviert, wenn die Temperatur innerhalb der Turbine steigt und das Gehäuse erhitzt. Ein Antriebselement oder SMA-Paket wird in dem radialen Abstand auf eine derartige Weise platziert, dass es zu einer Zeit $t=t_2$ aktiviert wird. Ein anderes Antriebselement oder SMA-Paket wird im Vergleich zu dem ersten Paket in einem grösseren radialen Abstand platziert und zu einer Zeit $t=t_3$ aktiviert (siehe Fig. 3).

SMA-Antriebselemente oder -pakete mit verschiedenen Transformationstemperaturen (Aktivierungstemperaturen)

[0050] Mehrere SMA-Pakete werden in Serie angewendet, wobei die SMA innerhalb der jeweiligen Pakete die gleichen Transformationstemperaturen aufweist, aber die SMA von verschiedenen Paketen besitzen unterschiedliche Transformationstemperaturen. Deshalb werden die jeweiligen Pakete bei verschiedenen Temperaturen aktiviert und führen eine inkrementelle Verschiebung durch.

[0051] Gemäss Fig. 5 werden die Hitzeschilde 26, wenn sich die Schaufeln 14 in der radialen Richtung thermisch ausdehnen, in dergleichen radialen Richtung bewegt, um den Spielraum zwischen Rotorschaukeln 14 und den Hitzeschilden konstant zu halten (Fig. 5, mittlerer Teil). Wenn die Schaufeln 14 aufgrund der Wärmeausdehnung des Rotors axial bewegt werden, werden die Hitzeschilde 26 in der radialen Richtung zurückbewegt (Fig. 5, rechter Teil).

[0052] Gemäss Fig. 6, wenn sich die Schaufeln 14 in der radialen Richtung thermisch ausdehnen, werden die Hitzeschilde 26' in der axialen Richtung bewegt, um den Spielraum zwischen den Rotorschaukeln 14 und den Hitzeschilden 26' konstant zu halten (Fig. 6, mittlerer Teil). Wenn die Schaufeln 14 aufgrund der Wärmeausdehnung des Rotors axial bewegt werden, werden die Hitzeschilde 26' in der axialen Richtung zurückbewegt (Fig. 6, rechter Teil).

[0053] Die erforderliche axiale Verschiebung «s» (siehe Fig. 7) der Hitzeschilde hängt von der Veränderung « δ » des Radius der äusseren Oberfläche der Schaufeln und dem Winkel « α » der schrägen äusseren Oberfläche der Schaufeln bezüglich der Rotorachse ab (siehe auch Fig. 6).

[0054] Die Fig. 8-10 zeigen einige andere mögliche Konfigurationen.

Radiale Bewegung mit bidirektionaler Kraft (Fig. 8)

[0055] Eine Vergrösserung des Spalts durch eine axiale Relativbewegung des Rotors in der X-Richtung kann durch eine radiale Bewegung des Hitzeschildes 28 mit seiner konischen Oberfläche 29 in R-Richtung eliminiert werden. Bei der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform generiert die selbstjustierende Einrichtung 27 mit einer Agonisten-Antagonisten-Konfiguration aus unterschiedlichen SMA-Antriebsselementen A und B zwischen dem Hitzeschild 28 und seiner Stütze 30' eine radiale Bewegung des Hitzeschildes 28 mit Hilfe von bidirektionalen Kräften (Fig. 8).

Axiale Bewegung mit bidirektionaler Kraft (Fig. 10)

[0056] Eine in Fig. 10 gezeigte weitere Ausführungsform verwendet die gleiche Agonisten-Antagonisten-Konfiguration in der selbstjustierenden Einrichtung 36 mit Antriebselementen A und B und eine Stütze 38, wie in der Ausführungsform von Fig. 8 beschrieben, aber für axiale Bewegungen des Hitzeschildes 37. Auf diese Weise werden die Spalte zwischen benachbarten Hitzeschilden durch die Bewegung nicht beeinträchtigt.

Kombinierte radiale/axiale Bewegung (Fig. 9)

[0057] Neben einer ausschliesslich radialen oder ausschliesslich axialen Bewegung von Hitzeschilden ist auch eine kombinierte radiale/axiale Bewegung möglich.

[0058] Die in Fig. 9 gezeigte Ausführungsform, die eine selbstjustierende Einrichtung 31 mit einem Hitzeschild 28, einer ersten, beweglichen Stütze 32 mit einer axialen Führung 33, einer zweiten, stationären Stütze 35 für die erste Stütze 32, einer dritten Stütze 34 und Antriebselementen A und B und Rückholfedern D umfasst, kann eine planare Bewegung durch zwei Antriebselemente oder SMA-Pakete A und B erzeugen, die innerhalb eines bestimmten Winkels (in dem gezeigten Beispiel 90°) zueinander angeordnet sind. Bei der Konfiguration von Fig. 9 erfordert jedes der Antriebselemente oder SMA-Pakete A und B eine zusätzliche Rückholfeder D zum Zurücksetzen.

[0059] Bei den bisher gezeigten Ausführungsformen wirkten die Kraft und der Hub der Antriebselemente oder SMA-Betätigungseinrichtungen A und B direkt auf den zu bewegenden Hitzeschild. Es liegt jedoch innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung, dass die Kraft und der Hub der Antriebselemente durch einen nichtgezeigten Hebemechanismus an die erforderliche Leistung zur Betätigung der Hitzeschilde angepasst werden kann.

Installationsplatz

[0060] Bisher können die verfügbaren SMAs auf der Basis von NiTi (wobei Ni und Ti Nickel bzw. Titan bedeuten) den hohen Temperatur nicht standhalten, die an den Hitzeschilden einer Gasturbine existieren. Deshalb sollte die selbstjustierende SMA-Betätigungseinrichtung in einem Abstand von dem Hotspot platziert werden.

[0061] Durch Platzierung eines Hochtemperatursensorschalters bei den Hitzeschilden kann ein Signal für die Aktivierung der Antriebselemente oder SMA-Einrichtungen erzeugt werden. Die Aktivierung kann durch Schalten eines elektrischen Stroms für Joulsche Erwärmung der SMA oder durch Manipulieren eines heissen Fluidflusses zu der SMA realisiert werden.

[0062] In dieser Offenbarung werden verschiedene Formgedächtnislegierungen, Bimetalle und/oder andere Materialien, die das erforderliche Verhalten zeigen, berücksichtigt. Ihre Herstellung und Montage in die Komponente werden hier nicht ausführlich erörtert, doch entsprechen sie dem Stand der Technik bei der Forschung und Herstellung bezüglich Formgedächtnislegierungen und Bimetallen.

[0063] Beispielsweise können NiTi-basierte Formgedächtnislegierungen, deren zulässige Betriebstemperatur bis zu 200°C beträgt, innerhalb der heissen Wurzelsektion der Schaufeln berücksichtigt werden durch Bereitstellen einer sekundären Luftströmungskühlung, die in den Gasturbinenmotoren zur Verfügung steht.

[0064] Ternäre Hochtemperatur-NiTiX-Legierungen, wobei X Hafnium (Hf), Palladium (Pd), Gold (Au), Zirkonium (Zr) oder Platin (Pt) sein kann, erweitern die Aktivierungstemperatur bis zu 800 °C und höher, sowie Eisen- (Fe)- und Kupfer-(Cu) basierte Formgedächtnislegierungen.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN

[0065]

10	Turbomaschine
11	Achse
12	Welle
13	Gehäuse
14	Laufschaufel
15	Leitschaufel
16	Fluidkanal, z.B. Heissgaskanal
17	Wurzel
18	Hitzeschild
19	Kammer
20	äussere Oberfläche
21	Schaufelspitze
22, 23, 26, 26'	Hitzeschild
24, 30, 32	Stütze
25, 27, 31, 36	selbstjustierende Einrichtung
28, 37	Hitzeschild
29	konische Oberfläche
33	Führung
34, 35, 38	Stütze
A, B	Antriebselement
C	Spielraum
C _b	Laufschaufelspielraum (radial)
C _v	Leitschaufelspielraum (radial)
C _{pp}	Pinch-Point-Spielraum
C _{ss}	Stillstandsspielraum
C _{nom}	nomineller Spielraum
D	Rückholfeder
R	Radius
S-U	Hochfahrzustand
S-S	stabiler Zustand
t	Zeit
T	Temperatur

T_A	Umgebungstemperatur
T_n	nominelle Gastemperatur
T_{mn}	nominelle Metalltemperatur
x	axialer Abstand (willkürlich)

Patentansprüche

1. Selbstjustierende Einrichtung (25, 27, 31, 36) zum Steuern des Spielraums (C), insbesondere in radialer Richtung, zwischen rotierenden und stationären Komponenten (14, 15, 21, 23, 26, 26', 28, 37) einer thermisch. belasteten Turbomaschine (10), wobei sich der Spielraum (C) auf nichtlineare Weise während eines Übergangs der Maschine zwischen Stillstand und stationärem Betrieb ändert, dadurch gekennzeichnet, dass die selbstjustierende Einrichtung (25, 27, 31, 36) mindestens zwei verschiedene Antriebselemente (A, B, D) zum Bewegen der rotierenden und festen Komponenten (14, 15, 21, 23, 26, 26', 28, 37) relativ zueinander, um den Spielraum (C) zwischen ihnen zu ändern, und dass die verschiedenen Antriebselemente (A, B, D) konfiguriert sind, um zu verschiedenen Zeiten während des Übergangs der Maschine aktiviert zu werden, enthält.
2. Selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spielraum (C) während des Übergangs der Maschine zwischen Stillstand und stabilem Betrieb durch ein Minimum (C_{pp}) läuft und eines der mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente (A, B) konfiguriert ist zum Reduzieren des Abstands zwischen den rotierenden und stationären Komponenten (14, 15, 21, 23, 26, 26', 28, 37) und ein anderes der mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente (A, B) konfiguriert ist zum Vergrössern des Abstands zwischen den rotierenden und stationären Komponenten (14, 15, 21, 23, 26, 26', 28, 37), wenn aktiviert.
3. Selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente (A, B) automatisch aktiviert werden, wenn eine vordefinierte Aktivierungstemperatur erreicht wird.
4. Selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente (A, B) die gleiche Aktivierungstemperatur aufweisen, aber innerhalb der selbstjustierenden Einrichtung derart angeordnet sind, dass sie ihre Aktivierungstemperatur zu verschiedenen Zeiten während des Übergangs der Maschine erreichen.
5. Selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei verschiedenen Antriebselemente (A, B) unterschiedliche Aktivierungstemperaturen aufweisen und in der selbstjustierenden Einrichtung so angeordnet sind, dass sie während des Übergangs der Maschine die gleichen oder fast die gleichen Temperaturbedingungen sehen.
6. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die selbstjustierende Einrichtung (25, 27, 31, 36) konfiguriert ist zum Bewirken einer Bewegung der rotierenden und stationären Komponenten (14, 15, 21, 23, 26, 26', 28, 37) relativ zueinander in der radialen und/oder axialen Richtung.
7. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die rotierenden und stationären Komponenten (14, 15, 21, 23, 26, 26', 28, 37) Laufschaufeln (14) und/oder Leitschaufeln (15) umfassen, insbesondere eines Kompressors oder einer Gasturbine, wobei die rotierenden Laufschaufeln (14) und/oder stationären Leitschaufeln (15) mit jeweiligen Schaufelspitzen (21) versehen sind, und assoziierte Hitzeschilde (23, 26, 26', 28, 37), die gegenüber den jeweiligen Schaufelspitzen (21) angeordnet sind, und die selbstjustierende Einrichtung (25, 27, 31, 36) entweder direkt oder über eine mechanische Kopplung antriebsmässig mit mindestens einem der assoziierten Hitzeschilde (23, 26, 26', 28, 37) verbunden ist.
8. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebselemente (A, B) Bimetall- und/oder Formgedächtnislegierungs-(SMA-Shape Memory Alloy)Systeme und/oder ein beliebiges Material umfassen, das sich über einem Schwellwert von Temperatur, Druck oder mechanischer Belastung auf elastische, superelastische oder pseudoelastische Weise verformt.
9. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebselemente (A, B) eine Temperatur direkt an der Turbomaschine (10) erfassen und aktiviert werden, wenn die erfasste Temperatur ihre Aktivierungstemperatur erreicht.
10. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur an der Turbomaschine (10) mit Hilfe eines separaten Temperatursensors erfasst wird und die Antriebselemente (A, B) durch einen Aktivierungsmechanismus oder eine Aktivierungsschaltung aktiviert werden, wenn die erfasste Temperatur ihre Aktivierungstemperatur erreicht.
11. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebselemente (A, B) die Fähigkeit besitzen, potentielle Energie zu speichern und freizugeben.

CH 705 551 A1

12. Selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebselemente (A, B) in Form einer Feder vorliegen.
13. Selbstjustierende Einrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebselemente (A, B) mit Rückholfedern (D) kombiniert sind, die in einer dem jeweiligen Antriebselement (A, B) entgegengesetzten Richtung wirken.
14. Selbstjustierende Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zu bewegend Komponente (23, 28, 37) beweglich in einer Stütze (24, 30, 32, 38) gestützt ist und die Antriebselemente (A, B) zwischen der zu bewegend Komponente (23, 28, 37) und der Stütze (24, 30, 32, 38) angeordnet sind.

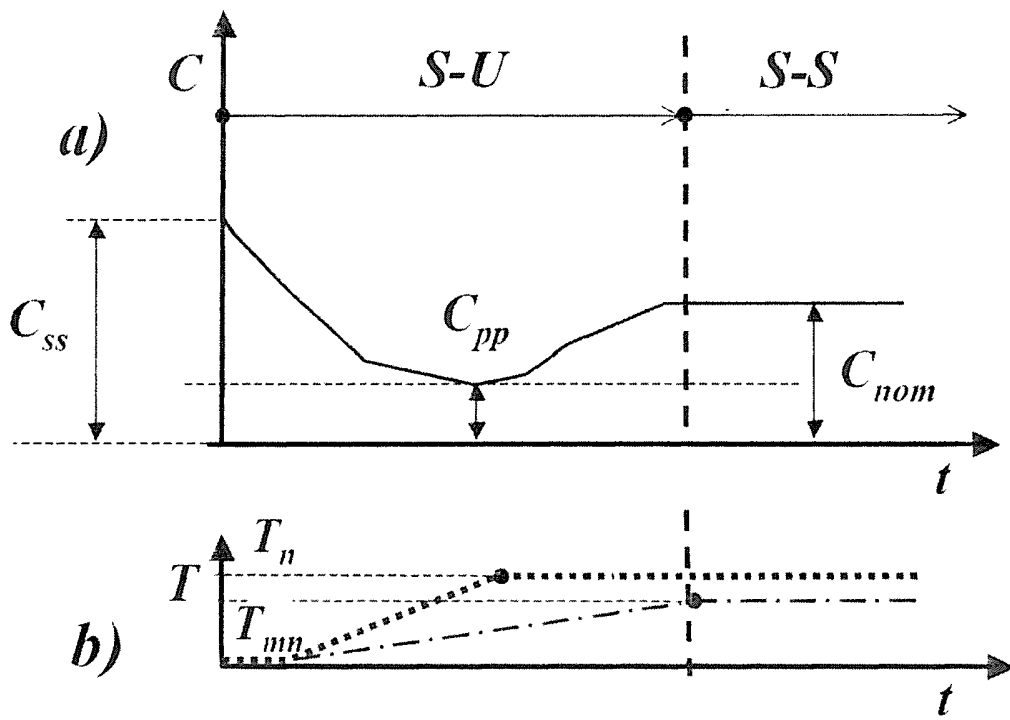
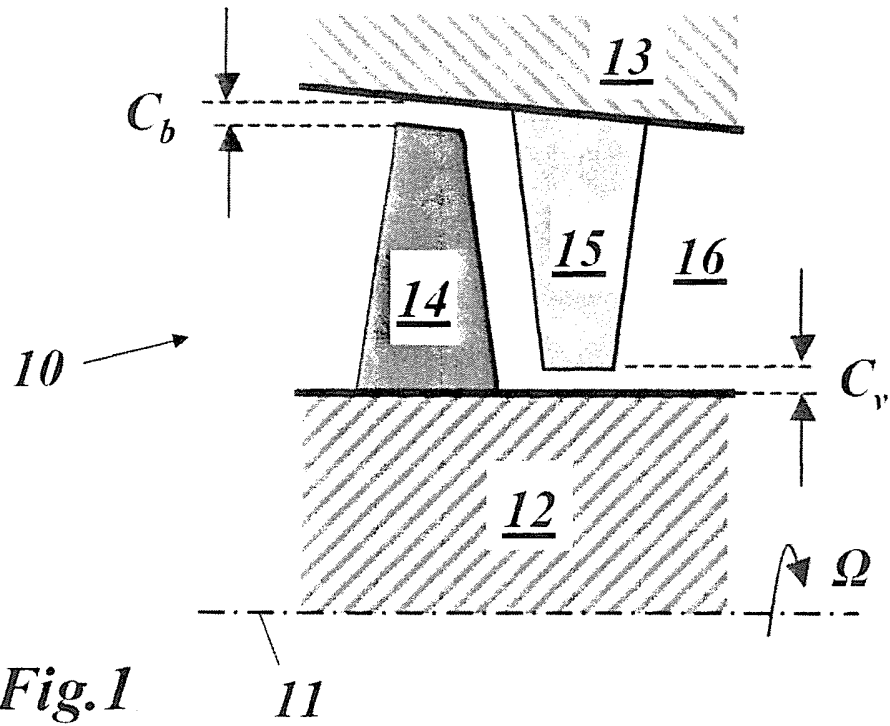


Fig. 2

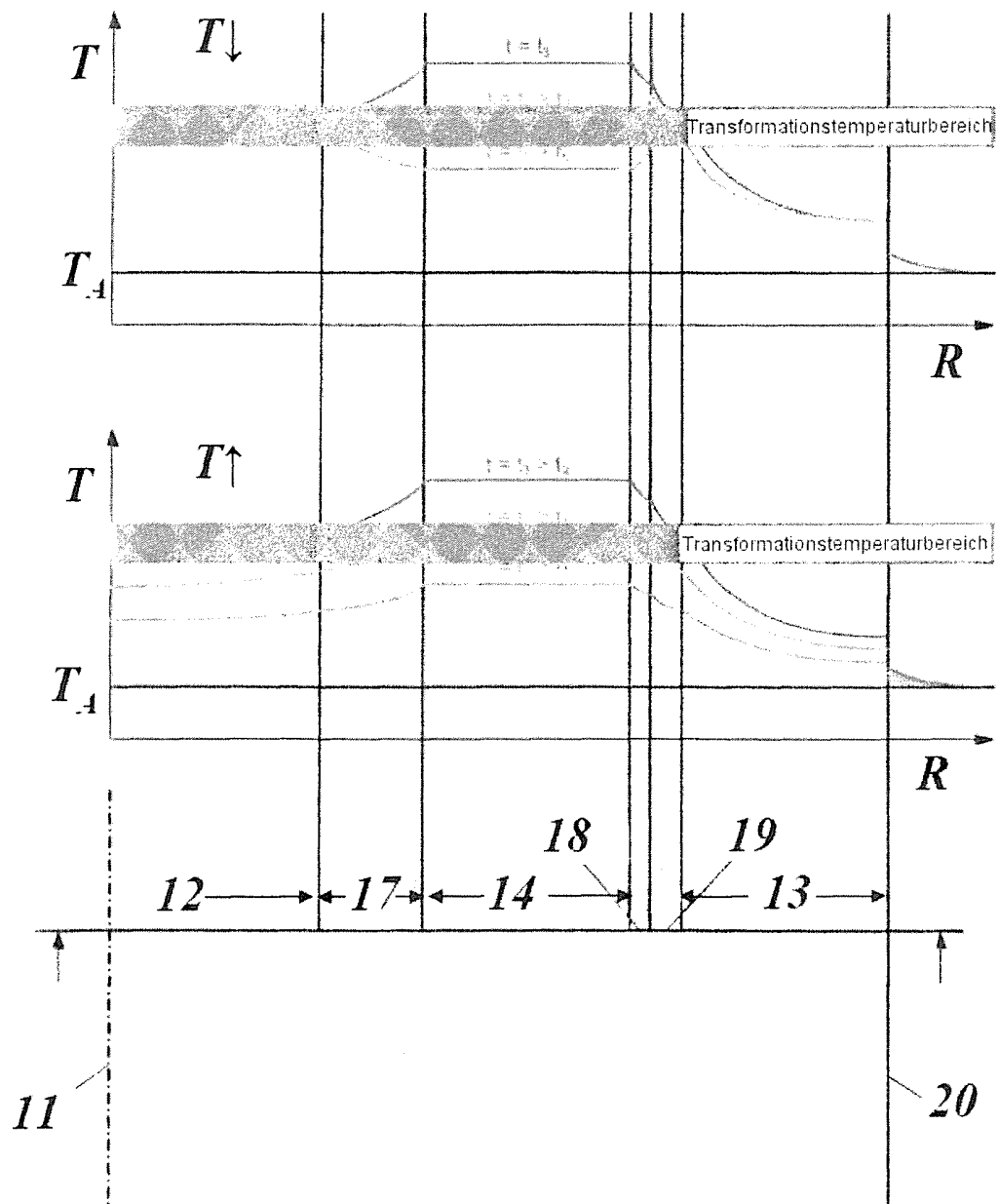
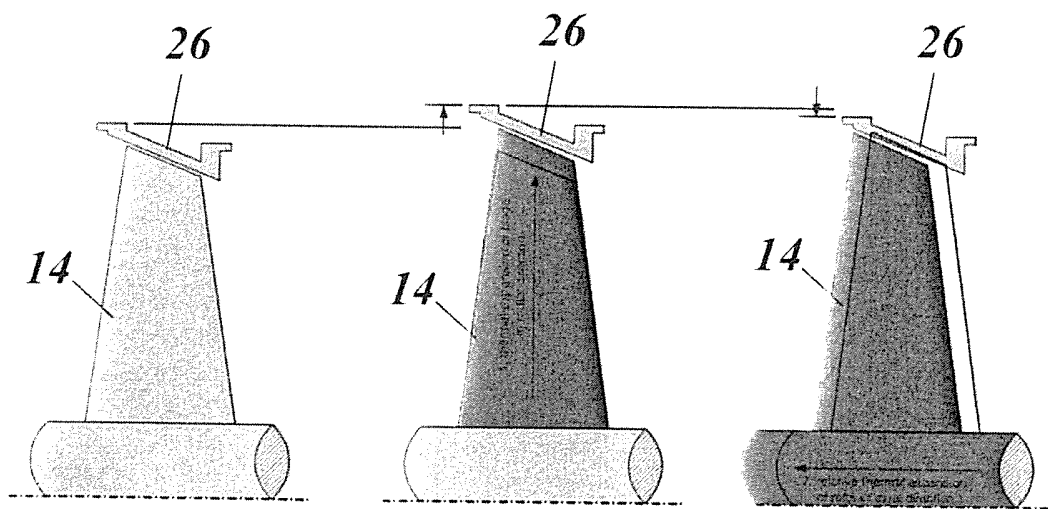
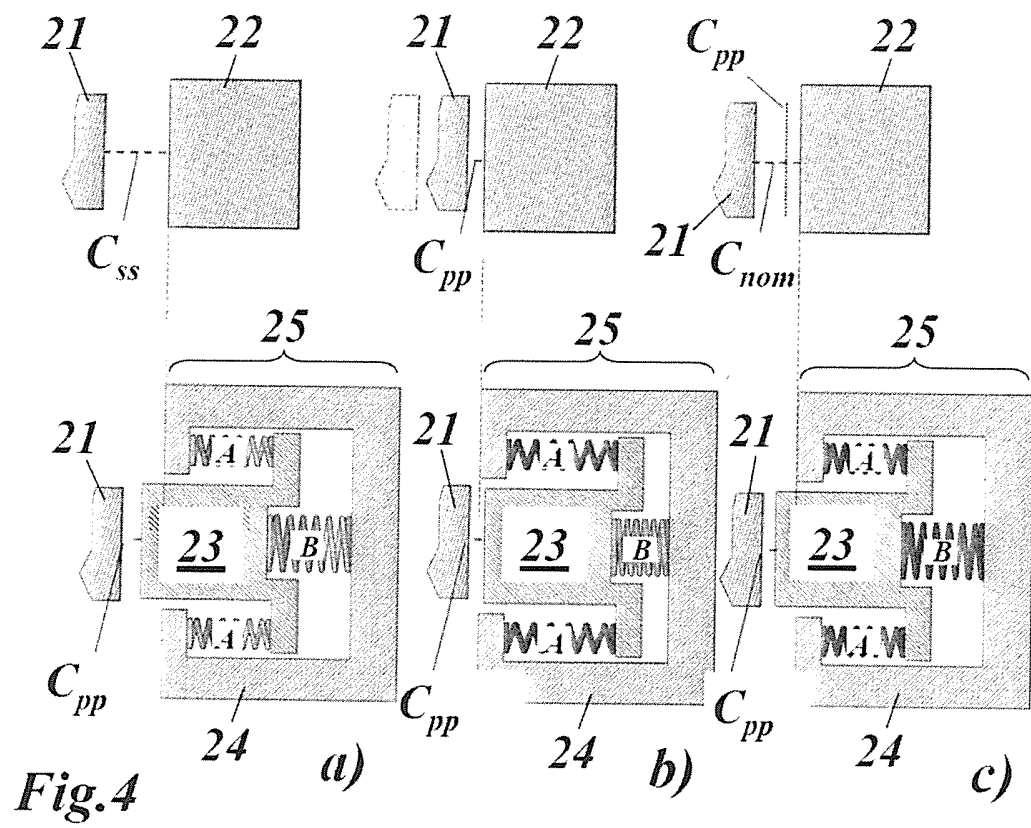


Fig.3



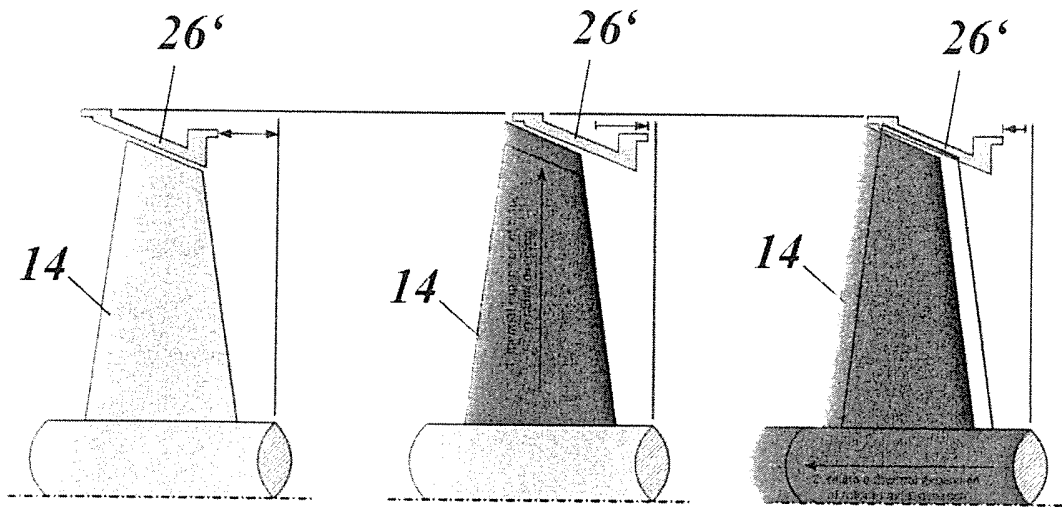


Fig. 6

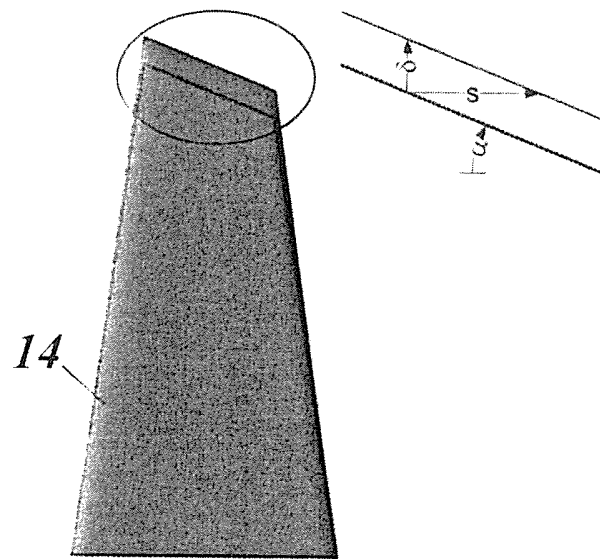
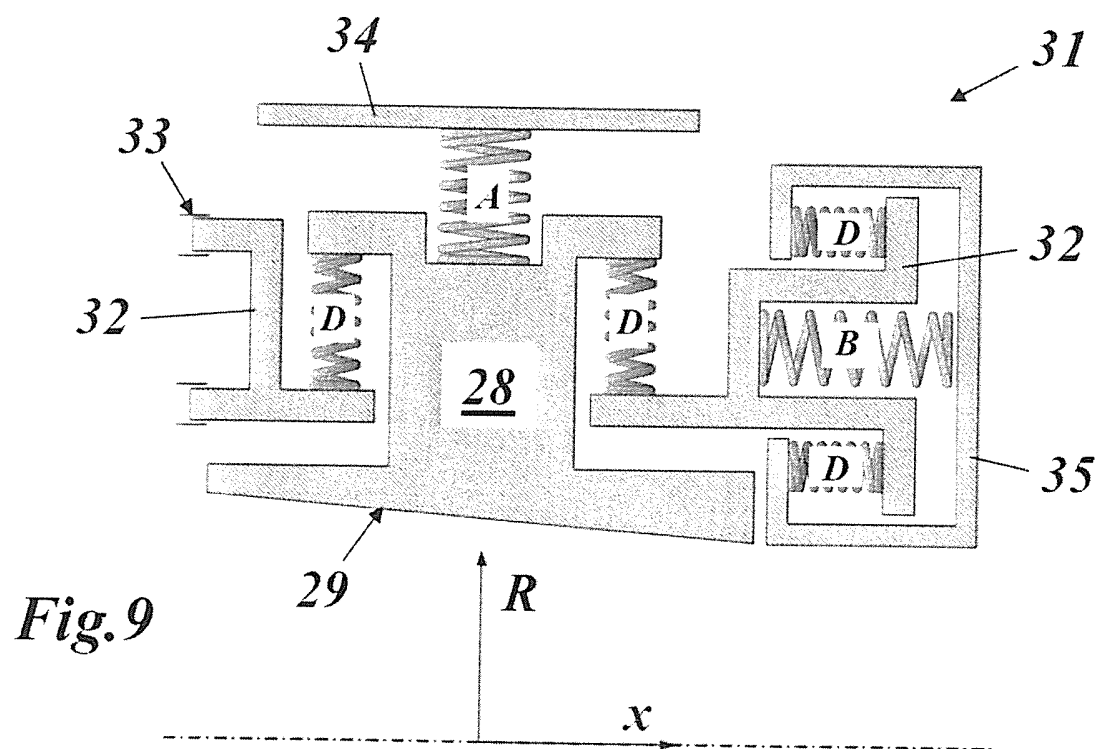
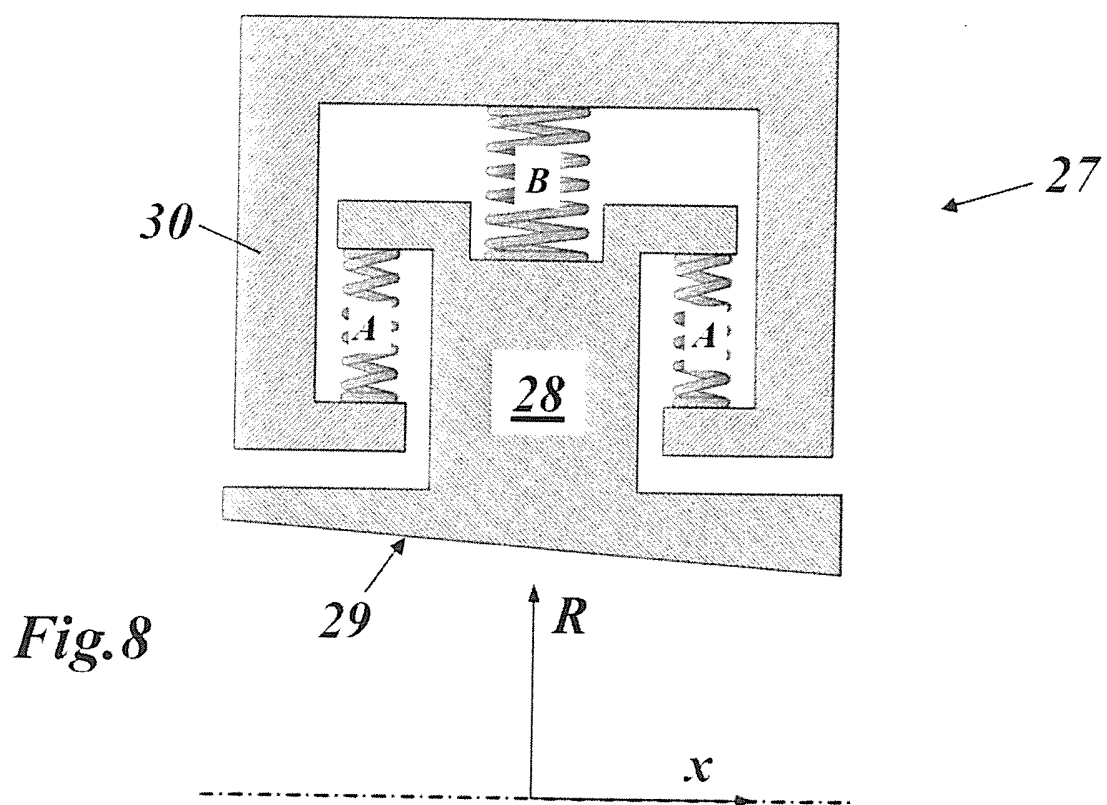


Fig. 7



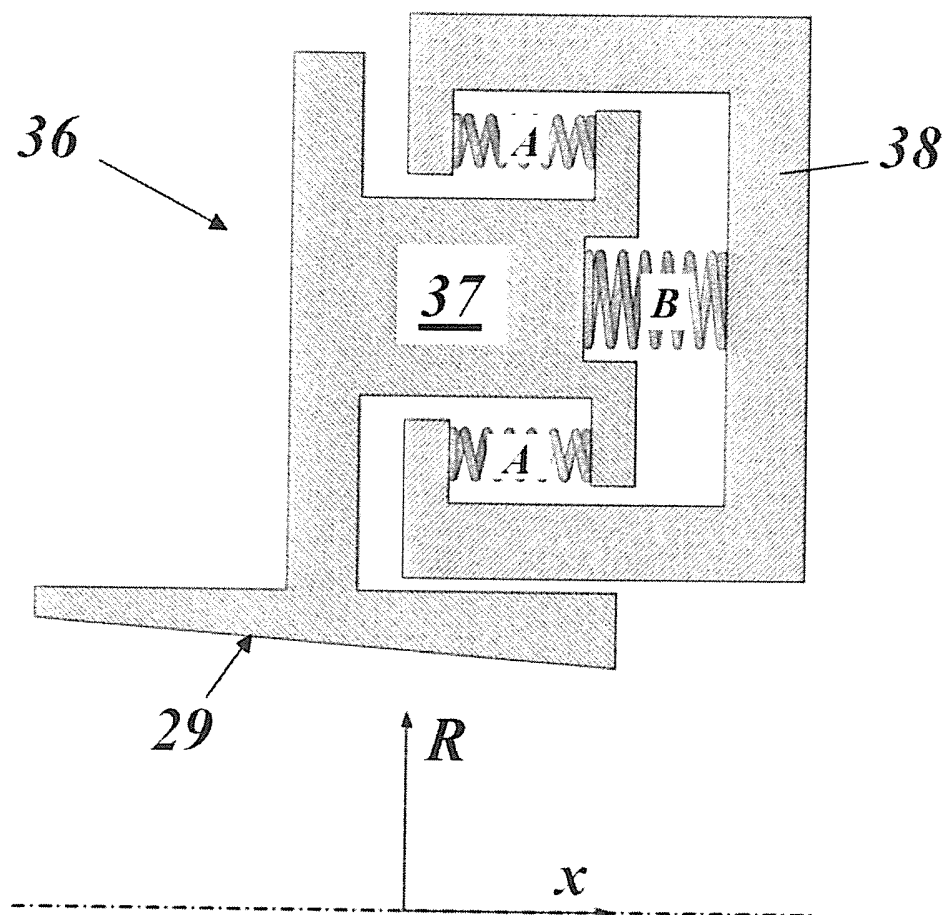


Fig.10

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		B11/088-0 CH	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
1551/2011		19-09-2011	
Anmeldeland		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
ALSTOM Technology Ltd.			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat	
04-10-2011		SN 56958	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)			
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
F01D11/18			
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierter Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC. 8	F01D		
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 15512011

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F01D11/18

ADD.

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Rechenkitier Mindestprüfstoß (Klassifikationsystem und Klassifikationsymbole)

F01D

Rechenkitiere, aber nicht zum Mindestprüfstoß gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beh. Anspruch Nr.
X	JP 61 103504 U (-) 1. Juli 1986 (1986-07-01) * Abbildungen *	1-14
X	US 5 330 321 A (ROBERTS MICHAEL C (GB) ET AL) 19. Juli 1994 (1994-07-19) * Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 31 * * Spalte 4, Zeile 9 - Zeile 31 * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,3-9, 11,14
X	US 3 975 901 A (HALLINGER CLAUDE CHRISTIAN ET AL) 24. August 1976 (1976-08-24) * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 52 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1-2a *	1-3,5,6, 9
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

B älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

C Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

D Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Beratung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

E Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

F Solitare Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

G Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsmäßiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden

H Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsmäßiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung betrachtet wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

I Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art

20. Dezember 2011

Abschließendes Datum des Berichts über die Recherche internationaler Art

23.12.2011

Name und Postadresse der internationalen Recherchenbehörde

Europäische Patentamt, P.B. 3618 Patentamt 2
NL - 2200 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Sachverständiger

O'Shea, Gearóid

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 15512011

C (Fortsetzung): ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Behr. Anspruch Nr.
X	JP 57 195803 A (HITACHI LTD) 1. Dezember 1982 (1982-12-01) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-3,8-14
A	US 2010/054912 A1 (WILSON IAN DAVID [US] ET AL) 4. März 2010 (2010-03-04) * Absatz [0025] - Absatz [0038] * * Absatz [0055] - Absatz [0056] * * Absatz [0061] - Absatz [0064] * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-3, 6-11,14
A	US 2010/054911 A1 (WILSON IAN DAVID [US] ET AL) 4. März 2010 (2010-03-04) * Absatz [0023] - Absatz [0034] * * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 *	1,2,6,7, 11
A	JP 58 206806 A (TOKYO SHIRAIURA ELECTRIC CO) 2. Dezember 1983 (1983-12-02) * Zusammenfassung; Abbildung 10 *	1-3

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 15512011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 61103504	U	01-07-1986	KEINE
US 5330321	A	19-07-1994	GB 2267129 A 24-11-1993 US 5330321 A 19-07-1994
US 3975901	A	24-08-1976	DE 2532415 A1 19-02-1976 FR 2280791 A1 27-02-1976 GB 1491112 A 09-11-1977 US 3975901 A 24-08-1976
JP 57195803	A	01-12-1982	KEINE
US 2010054912	A1	04-03-2010	CN 101660508 A 03-03-2010 DE 102009043860 A1 15-04-2010 JP 2010053863 A 11-03-2010 US 2010054912 A1 04-03-2010
US 2010054911	A1	04-03-2010	CN 101660431 A 03-03-2010 DE 102009043832 A1 04-03-2010 JP 2010053862 A 11-03-2010 US 2010054911 A1 04-03-2010
JP 58206806	A	02-12-1983	KEINE

Revised PC/ISA/STI (Anhang Patentfamilie) (Januar 2004)