



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

708 765 A2

(51) Int. Cl.: F01D 5/32 (2006.01)

## Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01570/14

(22) Anmeldedatum: 15.10.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.04.2015

(30) Priorität: 16.10.2013 US 14/055,106

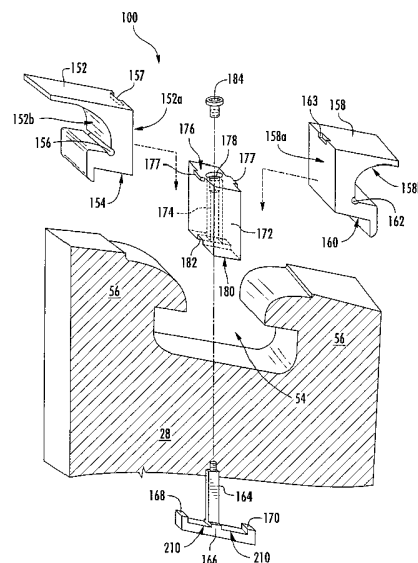
(71) Anmelder:  
General Electric Company, 1 River Road  
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:  
Christian Michael Hansen, Greenville, SC 29615 (US)  
Michael James Healy, Greenville, SC 29615-4614 (US)  
Brian Denver Potter, Greenville, SC 29615 (US)

(74) Vertreter:  
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14  
6300 Zug (CH)

### (54) Verriegelnde Abstandshalteranordnung zur Einführung in einen umlaufenden Befestigungsschlitz zwischen Plattformen benachbarter Laufschaufeln.

(57) Es sind verriegelnde Abstandshalteranordnungen, Rotoranordnungen und Turbomaschinen geschaffen. In einer Ausführungsform enthält eine verriegelnde Abstandshalteranordnung (100) ein erstes Endstück (152) und ein zweites Endstück (158), die jeweils eingerichtet sind, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen benachbarter Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück (152) und das zweite Endstück (158) jeweils eine äussere Oberfläche (152b, 158b) und eine innere Oberfläche (152a, 158a) aufweisen, wobei die äussere Oberfläche (152b, 158b) ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in einen Befestigungsschlitz (54) hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen (152a, 158a) des ersten und des zweiten Endstückes (152, 158) im Wesentlichen einander zugewandt sind. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung (100) enthält ferner einen Aktuator (164), der zwischen den inneren Oberflächen (152a, 158a) bewegbar ist, wobei der Aktuator (164) einen Fortsatz (166) aufweist, wobei der Fortsatz (166) eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz (166) ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen (152a, 158a) in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.



**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Turbomaschine. Insbesondere betrifft die Erfindung verriegelnde Abstandshalteranordnungen zur Sicherung von Laufschaufeln an einer Laufscheibe der Turbomaschine.

**HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG**

[0002] Verschiedene Turbomaschinen, wie beispielsweise eine Gasturbine oder Dampfturbine, umfassen eine Welle, mehrere Laufscheiben, die mit der Welle gekoppelt sind, und viele Laufschaufeln, die an den Laufscheiben montiert sind. Eine herkömmliche Gasturbine enthält eine drehbare Welle mit mehreren Laufschaufeln, die auf Scheiben in dem Verdichter- und Turbinenabschnitt von dieser montiert sind. Jede Laufschaufel enthält ein Schaufelblatt, über dem unter Druck gesetzte Luft, Verbrennungsgase oder andere Fluide, wie beispielsweise Dampf, strömt bzw. strömen, und eine Plattform an der Basis des Schaufelblattes, die eine radial innere Begrenzung für den Luft- oder Fluidstrom definiert.

[0003] Die Laufschaufeln sind gewöhnlich lösbar und enthalten deshalb einen geeigneten Fussabschnitt, wie beispielsweise einen T-artigen Fussabschnitt, der eingerichtet ist, um mit einem komplementären Befestigungsschlitz in dem Umfang der Laufscheibe in Eingriff zu stehen. Der Fuss kann entweder ein Axialeinführungsfuss oder ein Umfangseinführungsfuss sein, der mit einem entsprechenden axialen oder umlaufenden Schlitz in Eingriff steht, der in dem Scheibenumfang ausgebildet ist. Ein typischer Fuss enthält einen Hals mit minimalem Querschnittsbereich und Fussvorsprünge, die von dem Fuss aus in ein Paar seitlicher Ausnehmungen hineinragen, die in dem Befestigungsschlitz angeordnet sind.

[0004] Für Umfangseinführungsfüsse ist ein einziger Befestigungsschlitz zwischen einem vorderen und hinteren kontinuierlichen Umfangspfosten oder -ringband ausgebildet, die sich in Umfangsrichtung um den gesamten Umfang der vorderen und hinteren Stirnfläche der Laufscheibe herum erstrecken. Die Querschnittsgestalt des umlaufenden Befestigungsschlitzes enthält seitliche Ausnehmungen, die durch den vorderen und hinteren Laufscheibenpfosten oder das vordere und hintere Laufscheibenband definiert sind, die mit den Fussvorsprüngen der Laufschaufeln zusammenwirken, um die einzelnen Schaufeln während eines Turbinenbetriebs radial festzuhalten.

[0005] In dem Verdichterabschnitt einer Gasturbine werden z.B. Lauf- oder Verdichterschaufeln (insbesondere die Fusskomponenten) in den Umfangsschlitz hinein und um diesen herum eingeführt und um etwa 90 Grad gedreht, um die Fussabschnitte der Laufschaufeln mit den seitlichen Ausnehmungen in Berührung zu bringen, um eine vollständige Stufe von Laufschaufeln rings um den Umfang der Laufscheiben zu bilden. Die Laufschaufeln enthalten Plattformen an der Schaufelblattbasis, die rings um den Schlitz in anliegender Eingriffsverbindung stehen können. In anderen Ausführungsformen können Abstandshalter in dem Umfangsschlitz zwischen benachbarten Laufschaufelplattformen installiert sein. Nachdem all die Laufschaufeln (und Abstandshalter) eingebaut worden sind, wird ein letzter verbleibender Zwischenraum oder werden letzte verbleibende Zwischenräume in dem Befestigungsschlitz gewöhnlich mit einer speziell gestalteten Abstandshalteranordnung gefüllt, wie sie in der Technik allgemein bekannt ist.

[0006] Eine übliche Technik, die verwendet wird, um die Einführung der abschliessenden Abstandshalteranordnung in den Umfangsschlitz zu unterstützen, besteht darin, einen nicht achsensymmetrischen Einführungsschlitz in der Laufscheibe aufzunehmen. Es sind verschiedene herkömmliche Abstandshalteranordnungen entworfen worden, um die Notwendigkeit eines Einführungsschlitzes in der Laufscheibe zu beseitigen. Diese Anordnungen umfassen jedoch komplexe Vorrichtungen. Diese herkömmlichen Anordnungen sind im Allgemeinen schwer zu montieren, kostspielig bei der Herstellung, und sie können eine Rotorunwucht zur Folge haben. Demgemäss besteht ein Bedarf nach einer verbesserten verriegelnden Abstandshalteranordnung, die in dem letzten Zwischenraum zwischen Plattformen benachbarter Laufscheiben einer Turbomaschine, wie beispielsweise Verdichter- und/oder Turbinenlaufschaufeln einer Gasturbine, relativ einfach zu montieren sind.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

[0007] Aspekte und Vorteile der Erfindung sind nachstehend in der folgenden Beschreibung erläutert, oder sie können aus der Beschreibung offensichtlich sein oder können durch Umsetzung der Erfindung in die Praxis erfahren werden.

[0008] Gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist eine verriegelnde Abstandshalteranordnung zur Einführung in einen umlaufenden Befestigungsschlitz zwischen Plattformen benachbarter Laufschaufeln geschaffen. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ein erstes Endstück, das eingerichtet ist, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen der benachbarten Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, und ein zweites Endstück, das eingerichtet ist, um in den Zwischenraum zwischen den Plattformen hineinzupassen, wobei das zweite Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks im Wesentlichen einander zugewandt sind. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ferner einen Aktuator, der zwischen den inneren Flächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die

an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.

**[0009]** Die zuvor erwähnte verriegelnde Abstandshalteranordnung kann ferner eine erste Ebene, die an der inneren Oberfläche des ersten Endstücks ausgebildet ist, und eine zweite Ebene aufweisen, die an der inneren Oberfläche des zweiten Endstücks ausgebildet ist, wobei die erste und die zweite Ebene im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind, wobei die erste Oberfläche des Aktuators eingerichtet sein kann, um mit der ersten Ebene in Eingriff zu stehen, und die zweite Oberfläche des Aktuators eingerichtet sein kann, um mit der zweiten Ebene in Eingriff zu stehen.

**[0010]** Die verriegelnde Abstandshalteranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner eine Aussparung aufweisen, die zwischen der ersten Oberfläche und der zweiten Oberfläche des Fortsatzes definiert ist.

**[0011]** Die verriegelnde Abstandshalteranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner einen Abstandshalterblock aufweisen, der eingerichtet ist, um zwischen die inneren Oberflächen eingefügt zu werden, wobei der Abstandshalterblock einen Hohlraum definiert, der eingerichtet ist, um den Aktuator aufzunehmen.

**[0012]** Die verriegelnde Abstandshalteranordnung der zuvor erwähnten Art kann ferner ein Befestigungsmittel aufweisen, das eingerichtet ist, um den Abstandshalterblock an dem Aktuator zu sichern.

**[0013]** Alternativ oder zusätzlich kann die verriegelnde Abstandshalteranordnung der zuvor erwähnten Art ferner Aussparungen definieren, die in den inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks ausgebildet sind, wobei der Abstandshalterblock ferner seitlich ragende Schultern aufweist, wobei die Schultern eingerichtet sein können, um in den Aussparungen aufgenommen zu sein, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.

**[0014]** Die verriegelnde Abstandshalteranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art, die den Abstandshalterblock aufweist, kann ferner Vertiefungen definieren, die sich von den Aussparungen aus radial erstrecken, und sie kann ferner Vorsprünge aufweisen, die sich von den Schultern aus radial erstrecken, wobei die Vorsprünge eingerichtet sein können, um in den Vertiefungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.

**[0015]** Die verriegelnde Abstandshalteranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner eine Schulteranordnung aufweisen, wobei die Schulteranordnung zur Befestigung an dem Aktuator eingerichtet ist.

**[0016]** Zusätzlich kann die verriegelnde Abstandshalteranordnung ferner ein Befestigungsmittel aufweisen, das eingerichtet ist, um die Schulteranordnung an dem Aktuator zu sichern.

**[0017]** Alternativ oder zusätzlich kann die verriegelnde Abstandshalteranordnung der zuvor erwähnten Art ferner Aussparungen definieren, die in den inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks ausgebildet sind, wobei die Schulteranordnung ferner seitlich ragende Schultern aufweisen kann, wobei die Schultern eingerichtet sein können, um in den Aussparungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.

**[0018]** Als eine weitere Alternative oder zusätzlich kann die verriegelnde Abstandshalteranordnung der zuvor erwähnten Art ferner Vertiefungen definieren, die sich von den Aussparungen aus radial erstrecken, und sie kann ferner Vorsprünge aufweisen, die sich von den Schultern aus radial erstrecken, wobei die Vorsprünge eingerichtet sein können, um in den Vertiefungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.

**[0019]** Gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist eine Rotoranordnung geschaffen. Die Rotoranordnung enthält eine Laufscheibe, die einen vorderen und einen hinteren Pfosten aufweist, die einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden, kontinuierlichen Befestigungsschlitz definieren, und mehrere Laufschaufeln, wobei jede der mehreren Laufschaufeln sich von einer von mehreren Plattformen aus erstreckt, wobei jede der mehreren Plattformen an dem Befestigungsschlitz durch einen sich nach innen erstreckenden Fuss gesichert ist. Die Rotoranordnung enthält ferner eine verriegelnde Abstandshalteranordnung, die in einem Zwischenraum zwischen wenigstens zwei der mehreren Plattformen angeordnet ist. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ein erstes Endstück, das eingerichtet ist, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen der benachbarten Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, und ein zweites Endstück, das eingerichtet ist, um in den Zwischenraum zwischen den Plattformen hineinzupassen, wobei das zweite Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks im Wesentlichen einander zugewandt sind. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ferner einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.

**[0020]** Die zuvor erwähnte Rotoranordnung kann eine beliebige Konfiguration der verriegelnden Abstandshalteranordnung der ersten Ausführungsform der Erfindung, wie vorstehend erwähnt, einschliesslich einer oder mehrerer der folgenden, umfassen.

**[0021]** Die Rotoranordnung kann ferner eine erste Ebene, die an der inneren Oberfläche des ersten Endstücks ausgebildet ist, und eine zweite Ebene aufweisen, die an der inneren Oberfläche des zweiten Endstücks ausgebildet ist, wobei die erste und die zweite Ebene im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind, wobei die erste Oberfläche des Aktuators eingerichtet sein kann, um mit der ersten Ebene in Eingriff zu stehen, und die zweite Oberfläche des Aktuators eingerichtet sein kann, um mit der zweiten Ebene in Eingriff zu stehen.

**[0022]** Alternativ oder zusätzlich kann die Rotoranordnung ferner eine Aussparung aufweisen, die zwischen der ersten Oberfläche und der zweiten Oberfläche des Fortsatzes definiert ist.

**[0023]** Die Rotoranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner einen Abstandshalterblock aufweisen, der eingerichtet ist, um zwischen die inneren Oberflächen eingefügt zu sein, wobei der Abstandshalterblock einen Hohlraum definiert, der eingerichtet ist, um den Aktuator aufzunehmen.

**[0024]** Zusätzlich kann die Rotoranordnung ferner Aussparungen definieren, die in den inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks ausgebildet sind, wobei der Abstandshalterblock ferner seitlich ragende Schultern aufweist, wobei die Schultern eingerichtet sein können, um in den Aussparungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.

**[0025]** Die Rotoranordnung einer beliebigen zuvor erwähnten Art kann ferner eine Schulteranordnung aufweisen, wobei die Schulteranordnung zur Befestigung an dem Aktuator eingerichtet ist.

**[0026]** Zusätzlich kann die Rotoranordnung der zuvor erwähnten Art ferner Aussparungen definieren, die in den inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks ausgebildet sind, wobei die Schulteranordnung ferner seitlich ragende Schultern aufweisen kann, wobei die Schultern eingerichtet sein können, um in den Aussparungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.

**[0027]** Gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist eine Turbomaschine geschaffen. Die Turbomaschine enthält einen Verdichterabschnitt, einen Turbinenabschnitt und einen Brennkammerabschnitt zwischen dem Verdichterabschnitt und dem Turbinenabschnitt. Entweder der Verdichterabschnitt oder der Turbinenabschnitt enthält eine Laufscheibe, die einen vorderen und hinteren Pfosten aufweist, die einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden kontinuierlichen Befestigungsschlitz definieren, und mehrere Laufschaufeln, wobei jede der mehreren Laufschaufeln sich von einer von mehreren Plattformen aus erstreckt, wobei jede der mehreren Plattformen an dem Befestigungsschlitz durch einen sich nach innen erstreckenden Fuss gesichert ist. Entweder der Verdichterabschnitt oder der Turbinenabschnitt enthält ferner eine verriegelnde Abstandshalteranordnung, die in einem Zwischenraum zwischen wenigstens zwei der mehreren Plattformen angeordnet ist. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ein erstes Endstück, das eingerichtet ist, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen der benachbarten Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, und ein zweites Endstück, das eingerichtet ist, um in den Zwischenraum zwischen den Plattformen hineinzupassen, wobei das zweite Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks im Wesentlichen einander zugewandt sind. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ferner einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.

**[0028]** Die zuvor erwähnte Turbomaschine kann ferner eine erste Ebene, die an der inneren Oberfläche des ersten Endstücks ausgebildet ist, und eine zweite Ebene aufweisen, die an der inneren Oberfläche des zweiten Endstücks ausgebildet ist, wobei die erste und die zweite Ebene im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind, wobei die erste Oberfläche des Aktuators eingerichtet sein kann, um mit der ersten Ebene in Eingriff zu stehen, und die zweite Oberfläche des Aktuators eingerichtet sein kann, um mit der zweiten Ebene in Eingriff zu stehen.

**[0029]** Fachleute auf dem Gebiet werden die Merkmale und Aspekte derartiger Ausführungsformen und weiterer bei einer Durchsicht der Beschreibung besser erkennen.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0030]** Eine vollständige und befähigende Offenbarung der vorliegenden Erfindung, einschliesslich deren bester Ausführungsart, für Fachleute ist in grösseren Einzelheiten in der restlichen Beschreibung dargelegt, die eine Bezugnahme auf die beigefügten Figuren enthält, in denen zeigen:

**[0031]** Fig. 1 ein Funktionsdiagramm einer beispielhaften Gasturbine innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung;

**[0032]** Fig. 2 eine ausschnittsweise Schnittansicht einer Ausführungsform einer Fuss- und Befestigungsschlitz-Konfiguration für Laufschaufeln zur umfangsseitigen Einführung;

**[0033]** Fig. 3 eine ausschnittsweise Perspektivansicht einer beispielhaften Laufscheibe, die letzte oder Einführungszwischenräume enthält, in die eine verriegelnde Abstandshalteranordnung eingeführt werden kann;

**[0034]** Fig. 4 eine Explosionsansicht der Komponenten einer Ausführungsform der verriegelnden Abstandshalteranordnung gemäss Aspekten des vorliegenden Gegenstands;

**[0035]** Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 sequentielle Montageansichten einer Ausführungsform einer verriegelnden Abstandshalteranordnung gemäss Aspekten des vorliegenden Gegenstands;

**[0036]** Fig. 9 eine Schnittansicht einer montierten Ausführungsform einer verriegelnden Abstandshalteranordnung gemäss Aspekten des vorliegenden Gegenstands, wobei die Stellen der Drehbelastung angezeigt sind;

**[0037]** Fig. 10 eine Explosionsansicht der Komponenten einer weiteren Ausführungsform der verriegelnden Abstandshalteranordnung gemäss Aspekten des vorliegenden Gegenstands; und

**[0038]** Fig. 11 eine Explosionsansicht der Komponenten einer weiteren Ausführungsform der verriegelnden Abstandshalteranordnung gemäss Aspekten des vorliegenden Gegenstands.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0039]** Es wird nun im Einzelnen auf vorliegende Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, von denen ein oder mehrere Beispiele in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht sind. Die detaillierte Beschreibung verwendet Bezeichnungen durch Zahlen und Buchstaben, um auf Merkmale in den Zeichnungen Bezug zu nehmen. Gleiche oder ähnliche Bezeichnungen in den Zeichnungen und der Beschreibung werden verwendet, um auf gleiche oder ähnliche Teile der Erfindung Bezug zu nehmen. Wie hierin verwendet, können die Ausdrücke «erste», «zweite» und «dritte» austauschbar verwendet werden, um eine Komponente von einer anderen zu unterscheiden, und sie sind nicht dazu bestimmt, eine Lage oder Wichtigkeit der einzelnen Komponenten anzuzeigen. Die Ausdrücke «stromaufwärts» und «stromabwärts» beziehen sich auf die relative Richtung in Bezug auf eine Fluidströmung in einem Fluidpfad. Zum Beispiel bezieht sich «stromaufwärts» auf die Richtung, von der das Fluid aus strömt, und «stromabwärts» bezieht sich auf die Richtung, zu der das Fluid hin strömt. Der Ausdruck «radial» bezieht sich auf die relative Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zu einer axialen Mittellinie einer bestimmten Komponente verläuft, und der Ausdruck «axial» bezieht sich auf die relative Richtung, die im Wesentlichen parallel zu einer axialen Mittellinie einer bestimmten Komponente verläuft.

**[0040]** Jedes Beispiel ist zur Erläuterung der Erfindung, nicht zur Beschränkung der Erfindung vorgesehen. In der Tat wird es für Fachleute auf dem Gebiet offenkundig sein, dass Modifikationen und Veränderungen an der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne von deren Umfang oder Rahmen abzuweichen. Zum Beispiel können Merkmale, die als ein Teil einer einzelnen Ausführungsform veranschaulicht oder beschrieben sind, bei einer anderen Ausführungsform verwendet werden, um eine noch weitere Ausführungsform zu ergeben. Somit besteht die Absicht, dass die vorliegende Erfindung derartige Modifikationen und Veränderungen mit umfasst, wie sie in den Umfang der beigefügten Ansprüche und ihrer Äquivalente fallen.

**[0041]** Obwohl beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung für die Zwecke der Erläuterung allgemein in dem Zusammenhang mit einer Gasturbine beschrieben sind, wird ein Fachmann auf dem Gebiet erkennen, dass Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung auf eine beliebige Turbomaschine angewandt werden können, die eine Welle und umlaufende Schaufeln aufweist, die mit der Welle gekoppelt sind, wie beispielsweise auf eine Dampfturbine oder dergleichen, und nicht auf eine Gasturbine beschränkt sind, sofern dies nicht speziell in den Ansprüchen angegeben ist.

**[0042]** Indem nun auf die Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen identische Bezugszeichen die gleichen Elemente überall in den Figuren kennzeichnen, zeigt Fig. 1 ein Funktionsdiagramm einer Ausführungsform einer Turbomaschine, in diesem Fall einer beispielhaften Gasturbine 10, die verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthalten kann. Es sollte verstanden werden, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf Gasturbinen beschränkt ist und dass stattdessen Dampfturbinen oder beliebige sonstige geeignete Turbomaschinen innerhalb des Umfangs und Rahmens der vorliegenden Offenbarung liegen. Wie veranschaulicht, enthält die Gasturbine 10 allgemein einen Verdichterabschnitt 12, der einen Verdichter 14 enthält, der an einem stromaufwärtigen Ende der Gasturbine 10 angeordnet ist, einen Verbrennungsabschnitt 16 mit wenigstens einer Brennkammer 18 stromabwärts von dem Verdichter 14 und einen Turbinenabschnitt 20, der eine Turbine 22 enthält, die sich stromabwärts von dem Verbrennungsabschnitt 16 befindet. Eine Welle 24 erstreckt sich entlang einer axialen Mittellinie 26 der Gasturbine 10 wenigstens teilweise durch den Verdichter 14 und/oder die Turbine 22 hindurch. In bestimmten Konfigurationen kann die Welle 24 mehrere einzelne Wellen aufweisen.

**[0043]** Mehrere Laufräder oder -scheiben 28 sind koaxial entlang der Welle 24 innerhalb des Verdichters 14 und/oder der Turbine 22 angeordnet. Jede Laufscheibe 28 ist eingerichtet, um mehrere sich radial erstreckende Laufschaufeln 30 aufzunehmen, die längs des Umfangs um die Laufscheibe 28 herum beabstandet und lösbar an dieser fixiert sind. Die Laufschaufeln 30 können eingerichtet sein, um in dem Verdichter 14 verwendet zu werden, wie beispielsweise eine Verdichterlaufschaufel 32, oder um in der Turbine 22 verwendet zu werden, wie beispielsweise eine Turbinenlaufschaufel oder Turbinenrotorschaukel 34. Jede Schaufel 30 weist eine Längs- und Mittellinienachse 36 auf und enthält einen Schaufelblattschnitt 38 mit einer Vorderkante 40 und einer Hinterkante 42.

**[0044]** Im Betrieb wird ein Arbeitsfluid 44, wie beispielsweise Luft, in den Verdichter 14 eingeleitet, wo es zum Teil durch die Verdichterlaufschaufeln 32 zunehmend verdichtet wird, während es zu dem Verbrennungsabschnitt 16 hin geleitet wird. Ein verdichtetes Arbeitsfluid 26 strömt von dem Verdichter 14 aus und wird zu dem Verbrennungsabschnitt 16 geliefert. Das verdichtete Arbeitsfluid 46 wird auf jede der Brennkammern 18 verteilt, wo es mit einem Brennstoff vermischt wird,

um ein brennbares Gemisch zu schaffen. Das brennbare Gemisch wird verbrannt, um Verbrennungsgase 48 mit einer relativ hohen Temperatur und relativ hohen Geschwindigkeit zu erzeugen. Die Verbrennungsgase 48 werden durch die Turbine 22 geleitet, wo thermische und kinetische Energie auf die Turbinenlaufschaufeln 34 übertragen wird, wodurch die Welle 24 veranlasst wird umzulaufen. In bestimmten Anwendungen ist die Welle 24 mit einem (nicht veranschaulichten) Generator gekoppelt, um Elektrizität zu erzeugen.

**[0045]** Fig. 2 zeigt eine vergrösserte Querschnittsansicht eines Abschnitts einer beispielhaften Laufscheibe 28, die eine beispielhafte Laufschaufel 30 enthält, die eine T-artige Fuss- und Befestigungsschlitz-Konfiguration aufweist. Wie in Fig. 2 veranschaulicht, kann jede Laufschaufel 30 ferner eine Plattform 50 enthalten, die einen Abschnitt einer radial inneren Begrenzung für eine Luftströmung, Verbrennungsgasströmung oder andere Fluidströmung, wie beispielsweise Dampf, über den Schaufelblättern 38 während eines Betriebs der Gasturbine 10 bereitstellt. Zusätzlich enthält jede Laufschaufel 30 einen integralen Fussabschnitt 52, der sich von der Plattform 50 aus radial nach innen erstreckt. Der Fussabschnitt 52 gleitet in einen und entlang eines sich in Umfangsrichtung erstreckenden Befestigungsschlitzes 54, der durch eine vordere und hintere Pfosten- oder Ringbandkomponente 56 der Laufscheibe 28 definiert ist, wie dies in der Technik allgemein bekannt ist.

**[0046]** Der Fussabschnitt 52 kann Vorsprünge 58 enthalten, die in seitlichen Ausnehmungen 60 aufgenommen sind, die in dem Befestigungsschlitz 54 definiert und wenigstens teilweise durch ausgesparte Wandabschnitte 62 der Ringbandkomponenten 56 definiert sind. Es sollte leicht erkannt werden, dass die Konfiguration des Fussabschnitts 52 und des Befestigungsschlitzes 54, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, lediglich veranschaulichenden Zwecken dient und dass die Fuss- und Schlitzkonfiguration innerhalb des Umfangs und Rahmens des vorliegenden Gegenstands stark variieren kann.

**[0047]** Fig. 3 zeigt eine ausschnittsweise Perspektivansicht eines Abschnitts einer beispielhaften Laufscheibe 28 und veranschaulicht insbesondere mehrere Laufschaufeln 30, die in einem Befestigungsschlitz 54 (Fig. 2) zwischen der vorderen und hinteren Ringbandkomponente 56 der Laufscheibe 28 eingerichtet ist. Wie veranschaulicht, enthält jede der Laufschaufeln 30 eine Plattform 50. Wie in Fig. 3 veranschaulicht, sind zwischen den Plattformen 50 benachbarter Laufschaufeln 30 herkömmliche Abstandshalter 64 angeordnet, wie dies in der Technik allgemein bekannt ist.

**[0048]** Letzte Zwischenräume oder Einführungszwischenräume 66, die eine Umfangsweite W, zwischen benachbarten Plattformen 50 der Laufschaufel 30 aufweisen, können durch verschiedene Ausführungsformen einer verriegelnden Abstandshalteranordnung 100, wie in den Fig. 4–11 veranschaulicht, gefüllt sein, was in grösseren Einzelheiten nachstehend beschrieben ist. Die letzten oder Einführungszwischenräume 66 werden allgemein zur Einführung der Laufschaufeln 30 in den Befestigungsschlitz 54 während einer Montage und/oder Demontage der Laufschaufeln 30 an/von der Laufscheibe 28 verwendet. Es sollte erkannt werden, dass die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 in bestimmten Ausführungsformen dazu verwendet werden kann, die letzten Zwischenräume 68 zwischen den Plattformen 50 benachbarter Laufschaufeln 30 zu füllen, zu denen die Verdichterlaufschaufeln 32, die innerhalb des Verdichters 14 angeordnet sind, und/oder die Turbinenlaufschaufeln 34, die innerhalb der Turbine 22 angeordnet sind, gehören. An sich wird die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 nachstehend allgemein beschrieben, wie sie zwischen die Plattformen 50 benachbarter Laufschaufeln 30 installiert wird, wobei die Plattformen 50 und die Laufschaufeln 30 einen Teil einer Verdichterlaufschaufel 32 oder einer Turbinenlaufschaufel 34 bilden können, um so beide Anwendungen vollständig zu umfassen.

**[0049]** Bezugnehmend auf Fig. 4 ist eine Ausführungsform der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100 in einer Explosionsansicht veranschaulicht. Die Anordnung 100 enthält ein erstes Endstück 152 und ein zweites Endstück 158, die eingerichtet sind, um in die letzten Zwischenräume 66 zwischen den Plattformen 50 benachbarter Laufschaufeln 30 hineinzu passen. Die Endstücke 152, 158 weisen somit eine beliebige dimensionsmässige Konfiguration auf, so dass die Weite, Länge, Dicke oder eine beliebige sonstige Charakteristik den Endstücken 152, 158 ermöglicht, zwischen die Plattformen 50 eingefügt zu werden. Zum Beispiel können die Endstücke 152, 158 allgemein eine horizontale Weite W (Fig. 3) haben, um gut zwischen die Plattformen 50 benachbarter Schaufelblätter zu passen.

**[0050]** Das erste Endstück 152 enthält eine innere Oberfläche 152a und eine äussere Oberfläche 152b. Ebenso enthält das zweite Endstück 158 eine innere Oberfläche 158a und eine äussere Oberfläche 158b. Die äusseren Oberflächen 152b, 158b weisen ein Profil auf, das im Wesentlichen angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz 54 hineinzuragen, wie dies in Fig. 5 allgemein veranschaulicht ist. Zum Beispiel kann das Profil der äusseren Oberflächen 152b, 158b einen oberen Abschnitt aufweisen, der im Wesentlichen kurvenförmig ist, um die Kurve der Ringbandkomponenten 56 widerzuspiegeln. Ausserdem kann das Profil einen unteren Abschnitt aufweisen, der sich an der Ecke, die zwischen den Ringbandkomponenten 56 und den seitlichen Ausnehmungen 60 ausgebildet ist, nach aussen erstreckt, um in den veranschaulichten T-artigen Befestigungsschlitz 54 hineinzuragen. Es sollte jedoch leicht erkannt werden, dass die äusseren Oberflächen 152b, 158b ein beliebiges gewünschtes Profil aufweisen können und nicht das spezielle Profil aufweisen müssen, wie es in Fig. 4 und Fig. 5 veranschaulicht ist. Das Profil der äusseren Oberflächen 152d, 158d hängt zum grossen Teil von der speziellen Gestalt und Konfiguration des Befestigungsschlitzes 54 ab.

**[0051]** Es kann auch erwünscht sein, bogenförmige Nuten 156, 162 an den äusseren Oberflächen 152b bzw. 158b vorzusehen. Zum Beispiel können die bogenförmigen Nuten 156, 162 enthalten sein, um eine spannungsarme Stelle oder eine Stelle zur Spannungsentlastung an den Endstücken 152, 158 zu schaffen. Wie veranschaulicht, sind die bogenförmigen Nuten 156, 162 an den äusseren Oberflächen 152d, 158d an der Ecke angeordnet, die zwischen den Ringbandkomponenten 56 und den seitlichen Ausnehmungen 60 ausgebildet ist.

**[0052]** In der veranschaulichten Ausführungsform sind die inneren Oberflächen 152a, 158a im Wesentlichen einander zugewandt, wenn die Endstücke 152, 158 in den Befestigungsschlitz 54 eingefügt sind, wie dies allgemein in Fig. 6 veranschaulicht ist. Vorzugsweise bilden die Ebenen 154, 160 einen Teil einer Hinterschneidung in den inneren Oberflächen 152a bzw. 158a, und sind durch einen Winkel in Bezug auf die Radialrichtung definiert. Wie veranschaulicht, ist der Winkel in Bezug auf die Radialrichtung vorteilhafterweise ein im Wesentlichen senkrechter Winkel. Zum Beispiel kann der Winkel der Ebenen 154, 160 zwischen 86 Grad und 94 Grad, beispielsweise zwischen ungefähr 89 Grad und ungefähr 91 Grad, z.B. etwa 90 Grad, relativ zur Radialrichtung betragen.

**[0053]** Zusätzlich können Aussparungen 157, 163 an den inneren Oberflächen 152a bzw. 158a ausgebildet sein. Wie in Fig. 4 veranschaulicht, sind die Aussparungen 157, 163 in den inneren Oberflächen 152a, 158a an der Oberseite der Endstücke 152, 158 ausgebildet. Die Aussparungen 157, 163, die z.B. rechteckig sein können, wie veranschaulicht, können eingerichtet sein, um komplementäre Schultern 177 eines Abstandshalterblocks aufzunehmen, wie nachstehend beschrieben ist. Somit sollte erkannt werden, dass die Gestalt, Tiefe und Lage der Aussparungen 157, 163 in Abhängigkeit von den Konfigurationen der komplementären rechteckigen Schultern 177 variieren können.

**[0054]** Ferner können die Aussparungen 157, 163 in einigen Ausführungsformen, wie in den Fig. 10 und 11 veranschaulicht, im Wesentlichen radiale Vertiefungen 202, 204 enthalten. Derartige Vertiefungen können sich von den Aussparungen 157, 163 radial nach innen erstrecken und können eingerichtet sein, um komplementäre Vorsprünge 206 aufzunehmen, die sich von den Schultern 177 des Abstandshalterblocks radial nach innen erstrecken, wie nachstehend beschrieben ist. Somit sollte erkannt werden, dass die Gestalt, Tiefe und Lage der Vertiefungen 202, 204 in Abhängigkeit von den Konfigurationen der komplementären Vorsprünge 206 variieren können.

**[0055]** Die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 enthält ferner einen Aktuator 164, der zwischen den inneren Oberflächen 152a, 158 bewegbar und eingerichtet ist, um mit derartigen inneren Oberflächen 152a, 158a in Eingriff zu stehen. Vorzugsweise enthält der Aktuator 164 einen Fortsatz 166, der eingerichtet ist, um mit den inneren Oberflächen 152a, 158a in Eingriff zu stehen. In der veranschaulichten Ausführungsform erstreckt sich der Fortsatz 166 von der Basis des Aktuators 164 in entgegengesetzte Richtungen nach aussen, so dass der Aktuator T-förmig gestaltet ist. Der Fortsatz 166 kann Oberflächen 168, 170 enthalten, die durch einen Winkel relativ zur Radialrichtung definiert sind, die im Wesentlichen senkrecht in Bezug auf die Ebenen 154, 160 ausgerichtet sein kann, wie vorstehend beschrieben. Allgemein können die winkligen Flächen 168, 170 eine Gestalt und einen Winkel aufweisen, die der Gestalt und den Winkeln der Ebenen 154, 160 entsprechen, die einen Teil der Hinterschneidung in den inneren Oberflächen 152a, 158a bilden.

**[0056]** Ausserdem kann der Fortsatz 166 in einigen Ausführungsformen, wie veranschaulicht, ausgesparte Abschnitte 210 enthalten, die neben den Oberflächen 168, 170, wie beispielsweise zwischen den Oberflächen 168, 170 in der im Wesentlichen seitlichen Richtung, definiert sind. Diese ausgesparten Abschnitte 210 verhindern eine Berührung zwischen dem Fortsatz 166 und den Ebenen 154, 160 an anderen Stellen als denjenigen der Oberflächen 168, 170. Die Verwendung eines derartigen ausgesparten Abschnitts 210 führt und positioniert vorteilhafterweise die Stelle der radialen Belastung zwischen die Oberflächen 168, 170 und die Ebenen 154, 160. Ferner führt und positioniert die Verwendung eines derartigen ausgesparten Abschnitts 210 vorteilhafterweise die Stelle der radialen Belastung durch die Oberflächen 168, 170 und die Ebenen 154, 160 mit der Stelle der radialen Belastung der Druckflächen des ersten Endstücks 152 und des zweiten Endstücks 158 an den ausgesparten Wandabschnitten 62, beispielsweise an Pfostenstellen 188 (wie hierin beschrieben, vgl. Fig. 9).

**[0057]** Bezugnehmend auf Fig. 4, Fig. 8 und Fig. 9 kann die verriegelnde Abstandshalteranordnung ferner einen Abstandshalterblock 172 und ein Befestigungsmittel 184 enthalten. Wie veranschaulicht, ist der Abstandshalterblock 172 eingerichtet, um zwischen die inneren Oberflächen 152a, 158a eingefügt zu werden, und er enthält einen (durch verdeckte Linien in Fig. 4 und Fig. 8 veranschaulichten) Hohlraum 174, der eingerichtet ist, um den Aktuator 164 aufzunehmen. Ähnlich den Endstücken 152, 158 ist der Abstandshalterblock 172 auch dazu eingerichtet, zwischen den Plattformen 50 benachbarter Laufschaufeln 30 zu passen. Somit kann der Abstandshalterblock 172 eine beliebige dimensionsmässige Konfiguration aufweisen, so dass die Weite, Länge, Dicke oder eine beliebige sonstige Charakteristik dem Abstandshalterblock 172 ermöglicht, zwischen den Plattformen 50 eingesetzt zu sein, wenn er zwischen den inneren Oberflächen 152a, 158a angeordnet ist. Z.B. kann der Abstandshalterblock 172 allgemein eine horizontale Weite W (Fig. 3) aufweisen, um gut zwischen die Plattformen 50 zu passen.

**[0058]** Der Abstandshalterblock 172 kann ferner Schultern 177 enthalten, die sich von der Oberseite des Abstandshalterblocks 172 aus seitlich erstrecken. Die Schultern 177 können eingerichtet sein, um in den Aussparungen 157, 163 aufgenommen zu werden, die in den inneren Oberflächen 152a, 158a ausgebildet sind. Wie in Figur 8 veranschaulicht, gleiten die Schultern 177 in die Aussparungen 157, 163 hinein, wenn der Abstandshalterblock 172 zwischen die inneren Oberflächen 152a, 158a eingesetzt wird, was einer relativen Bewegung zwischen dem Abstandshalterblock 172 und dem ersten und zweiten Endstück 152, 158 verhindern kann.

**[0059]** Zusätzlich können die Schultern 177 in einigen Ausführungsformen, wie in Fig. 10 veranschaulicht, Vorsprünge 206 enthalten, die sich von diesen aus radial erstrecken. Die Vorsprünge 206 können eingerichtet sein, um in den Vertiefungen 202, 204 aufgenommen zu werden, die sich von den Aussparungen 157, 163 aus erstrecken. Wie veranschaulicht, gleiten die Vorsprünge 206 in die Vertiefungen 202, 204 hinein, wenn der Abstandshalterblock 172 zwischen die inneren Oberflächen 152a, 158a eingefügt wird, was den Abstandshalterblock 172 daran hindern kann, radial nach unten in dem

Befestigungsschlitz 54 zu fallen, und ferner eine seitliche relative Bewegung zwischen den Endstücken 52, 58 und dem Abstandshalterblock 172 verhindern kann.

**[0060]** Der Abstandshalterblock 172 kann ferner eine Öffnung 178 und einen Kanal 182 enthalten. Die Öffnung 178 ist in einer oberen Fläche 176 des Abstandshalterblocks 172 definiert und eingerichtet, um das Befestigungsmittel 184 aufzunehmen. Z.B. kann das Befestigungsmittel 184 in die Öffnung 178 derart hinein passen, dass das Befestigungsmittel 184 im Wesentlichen bündig mit den Plattformen 50 positioniert ist, wenn die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 innerhalb des Befestigungsschlitzes 54 verriegelt ist. Der Kanal 182 ist in einer unteren Fläche 180 des Abstandshalterblocks 172 definiert und eingerichtet, um einen Abschnitt des Aktuators 164 aufzunehmen. Insbesondere gleitet der Kanal 182, wie in Fig. 8 veranschaulicht, über einen Abschnitt des Fortsatzes 166, wenn die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 montiert wird. Es sollte erkannt werden, dass die Öffnung 178 und der Kanal 182 nicht die spezielle Gestalt, Tiefe oder Weite, wie sie allgemein veranschaulicht sind, aufweisen müssen. Die Gestalt, Weite und Tiefe der Öffnung 178 und des Kanals 182 können variiert werden, um verschiedene Formen und Grössen von Befestigungsmitteln und Aktuatoren aufzunehmen.

**[0061]** Das Befestigungsmittel 184 ist eingerichtet, um den Abstandshalterblock 172 an dem Aktuator 164 zu sichern. Somit kann das Befestigungsmittel 184 verwendet werden, um den Aktuator 164 daran zu hindern, radial nach unten in den Befestigungsschlitz 136 hineinzufallen. Es sollte von einem Fachmann auf dem Gebiet erkannt werden, dass das Befestigungsmittel 184 allgemein jeden beliebigen Verriegelungsmechanismus aufweisen kann, der verwendet werden kann, um den Abstandshalterblock 172 an dem Aktuator 164 zu sichern. In der veranschaulichten Ausführungsform weist das Befestigungsmittel 184 ein Innengewindeende auf, das auf ein Aussengewindeende des Aktuators 164 aufgeschraubt werden kann.

**[0062]** Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 veranschaulichen sequentielle Montageansichten einer Ausführungsform der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100. Zunächst können die Endstücke 152, 158 in den Befestigungsschlitz 54 eingesetzt und derart voneinander beabstandet werden, dass der Aktuator 164 zwischen die inneren Oberflächen 152a, 158a eingefügt werden kann. Sobald er zwischen die inneren Oberflächen 152a, 158a eingefügt worden ist, wird der Aktuator 164 um 90 Grad verdreht, so dass die im Wesentlichen senkrechten Oberflächen 168, 170 des Fortsatzes 166 den im Wesentlichen senkrechten Ebenen 154, 160 der inneren Oberflächen 152a, 158a im Wesentlichen zugewandt sind. Der Abstandshalterblock 172 kann dann zwischen die inneren Oberflächen 152a, 158a eingefügt werden, wobei die Schultern 177 des Abstandshalterblocks 172 in den komplementären rechteckigen Aussparungen 157, 163 der inneren Oberflächen 152a, 158a aufgenommen werden. Der Aktuator 164 wird anschliessend von Hand radial nach aussen (in die Richtung Y) gezogen, bis die Oberflächen 168, 170 mit den Ebenen 154, 160 in Eingriff gelangen. Das Befestigungsmittel 184 kann dann verwendet werden, um den Aktuator 164 an dem Abstandshalterblock 172 zu sichern und den Aktuator 164 daran zu hindern, radial nach unten zu fallen.

**[0063]** Nach der Installation des Befestigungsmittels 184 bleibt die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 innerhalb des Befestigungsschlitzes 54 gemeinsam verriegelt, obwohl in einem etwas lockereren Zustand. Wenn die Laufscheibe 28 während eines Betriebs der Turbine rotiert, bewirkt jedoch eine Drehbelastung an den Anordnungs-komponenten, dass die Anordnung 100 innerhalb des Befestigungsschlitzes 54 fest gemeinsam verriegelt wird. Insbesondere wird die radiale Last auf den Aktuator 164, die durch eine Drehung der Laufscheibe 28 verursacht wird, durch die Endstücke 152, 158 auf die Laufscheibe 28 übertragen, um die Anordnung innerhalb des Befestigungsschlitzes 54 fest zu verriegeln.

**[0064]** Fig. 9 veranschaulicht die Stellen der Drehbelastung an den verschiedenen Komponenten der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100 während eines Betriebs einer herkömmlichen Gasturbine. Bei einer Drehung der Laufscheibe 28 belasten die Endstücke 152, 158 die Ringbandkomponenten 56 der Scheibe 58 an den Pfostenstellen 188 in radialer Richtung (in Richtung Y). Gleichzeitig ruft eine Drehung der Laufscheibe 28 eine Drehbelastung an dem Abstandshalterblock 172 hervor, die durch das Befestigungsmittel 184 auf den Aktuator 164 übertragen wird. Aufgrund der von Zentrifugalkräften herrührenden Drehbelastung bewegt sich der Aktuator 164 radial nach aussen und kommt mit den Endstücken 152, 158 an den Fortsatzstellen 190 in Eingriff. Da die Fortsatzstellen 190 im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind, wird die gesamte Last oder ein Grossteil der Last von dem Aktuator 184 durch die Endstücke 152, 158 radial übertragen.

**[0065]** Wie in Fig. 9 veranschaulicht, können die Komponenten der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100, wenn sie montiert sind, eine Toleranz haben. Jedoch ist es erwünscht, dass jede Komponente gut in den Befestigungsschlitz 54 passt, so dass die Komponenten der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100 die Weite des Befestigungsschlitzes 54 zwischen den Ringbandkomponenten 56 im Wesentlichen ausfüllen. Zum Beispiel haben enge Toleranzen einen festen Passsitz an den Toleranzstellen 192 zur Folge. Ausserdem können enge Toleranzen eine wesentliche Drehung der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100 verhindern, wodurch eine Drehsicherungseinrichtung geschaffen ist.

**[0066]** Indem nun auf Fig. 11 Bezug genommen wird, ist eine alternative Ausführungsform der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100 gemäss der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht. In dieser Ausführungsform ist ein Abstandshalterblock 172 nicht erforderlich. Der Aktuator 164 kann, wie vorstehend erläutert, zwischen den inneren Oberflächen 152a, 158a bewegbar und eingerichtet sein, um mit derartigen inneren Oberflächen 152a, 158a in Eingriff zu stehen. In einigen Ausführungsformen kann der Aktuator die inneren Oberflächen 152a, 158a berühren, wenn die verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 montiert ist. In anderen Ausführungsformen können seitliche Zwischenräume 220 zwischen



dem Aktuator 164 und den inneren Flächen 152a, 158a ausgebildet sein. Diese seitlichen Zwischenräume 220 können eine Montage der verriegelnden Abstandshalteranordnung 100 erleichtern, indem sie den verschiedenen Komponenten ermöglichen, in den Befestigungsschlitz 54 zu passen und zusammen zu passen.

**[0067]** In der in Fig. 11 veranschaulichten Ausführungsform kann eine Schulteranordnung 230 zusätzlich vorgesehen sein, und sie kann zur Befestigung an dem Aktuator 164 eingerichtet sein. Die Schulteranordnung 230 kann Schultern 232 enthalten, die sich von einem zentralen Abschnitt 234 aus in Seitenrichtung erstrecken. Die Schultern 232 können eingerichtet sein, um in den Aussparungen 157, 163 aufgenommen zu werden, die in den inneren Oberflächen 152a, 158a ausgebildet sind, wie vorstehend in Bezug auf die Schultern 177 erläutert.

**[0068]** Zusätzlich können die Schultern 232 in einigen Ausführungsformen, wie in Fig. 10 veranschaulicht, Vorsprünge 236 enthalten, die von diesen radial vorragen. Die Vorsprünge 236 können eingerichtet sein, um in den Vertiefungen 202, 204 aufgenommen zu werden, die sich von den Aussparungen 157, 163 aus erstrecken, wie vorstehend in Bezug auf die Vorsprünge 206 erläutert.

**[0069]** Ein Befestigungsmittel 240 kann eingerichtet sein, um die Schulteranordnung 230 an dem Aktuator 164 zu sichern. Somit kann das Befestigungsmittel 240 dazu verwendet werden, den Aktuator 164 daran zu hindern, radial nach unten in den Befestigungsschlitz 136 hineinzufallen. Es sollte von einem Fachmann auf dem Gebiet erkannt werden, dass das Befestigungsmittel 240 allgemein einen beliebigen Verriegelungsmechanismus aufweisen kann, der verwendet werden kann, um die Schulteranordnung an dem Aktuator 164 zu sichern. In der veranschaulichten Ausführungsform weist das Befestigungsmittel 240 ein Innengewindeende auf, das auf ein Aussengewindeende des Aktuators 164 aufgeschraubt werden kann, das durch ein zentrales Bohrloch 242 ragen kann, das in der Schulteranordnung 230 definiert ist.

**[0070]** Es sollte erkannt werden, dass der vorliegende Gegenstand auch eine Rotoranordnung umfasst, die eine verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 enthält, wie hierin beschrieben und verkörpert. Die Rotoranordnung enthält eine Laufscheibe 28 mit einem vorderen und einem hinteren Pfosten 56, die einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden kontinuierlichen Befestigungsschlitz 54 definieren. Die Rotoranordnung enthält ferner mehrere Laufschaufeln 30, wobei jede Laufschaufel 30 sich von einer Plattform 50 aus erstreckt. Die Plattform 50 ist innerhalb des Befestigungsschlitzes 54 durch einen sich nach innen erstreckenden Fuss 52 gesichert. Wenigstens eine verriegelnde Abstandshalteranordnung 100 gemäss einer beliebigen der hierin veranschaulichten oder beschriebenen Ausführungsformen ist in einem Zwischenraum 66 zwischen zwei der Plattformen 50 angeordnet. Es sollte leicht erkannt werden, dass, wie oben erwähnt, die Rotoranordnung in dem Verdichter- oder Turbinenabschnitt einer Gasturbine angeordnet sein kann, wobei die Plattform 50 und die Laufschaufeln 30 einen Teil einer vollständigen Stufe von entweder Rotorschaufeln oder Turbinenlaufschaufeln bilden.

**[0071]** Es sind verriegelnde Abstandshalteranordnungen, Rotoranordnungen und Turbomaschinen geschaffen. In einer Ausführungsform enthält eine verriegelnde Abstandshalteranordnung ein erstes Endstück und ein zweites Endstück, die jeweils eingerichtet sind, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen benachbarter Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück und das zweite Endstück jeweils eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweisen, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in einen Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstückes im Wesentlichen einander zugewandt sind. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ferner einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.

**[0072]** Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschliesslich der besten Ausführungsart, zu offenbaren und auch um jeden Fachmann auf dem Gebiet zu befähigen, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wozu die Schaffung und Verwendung jeglicher Vorrichtungen oder Systeme und die Durchführung jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele enthalten, die Fachleuten auf dem Gebiet einfallen. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Umfang der Ansprüche enthalten sein, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden zu dem Wortsinn der Ansprüche enthalten.

**[0073]** Es sind verriegelnde Abstandshalteranordnungen, Rotoranordnungen und Turbomaschinen geschaffen. In einer Ausführungsform enthält eine verriegelnde Abstandshalteranordnung ein erstes Endstück und ein zweites Endstück, die jeweils eingerichtet sind, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen benachbarter Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück und das zweite Endstück jeweils eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweisen, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in einen Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstückes im Wesentlichen einander zugewandt sind. Die verriegelnde Abstandshalteranordnung enthält ferner einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.

**Bezugszeichenliste**

[0074]

|       |  |
|-------|--|
| 10    | Gasturbine   |
| 12    | Verdichterabschnitt                                  |
| 14    | Verdichter   |
| 16    | Verbrennungsabschnitt                                |
| 18    | Brennkammer  |
| 20    | Turbinenabschnitt                                    |
| 22    | Turbine  |
| 24    | Welle  |
| 26    | Axiale Mittellinie                                   |
| 28    | Laufblätter oder -scheiben                           |
| 30    | Laufschaufeln  |
| 32    | Verdichterlaufschaufel                               |
| 34    | Turbinenlaufschaufel                                 |
| 36    | Längs- und Mittellinienachse                         |
| 38    | Schaufelblattabschnitt                               |
| 40    | Vorderkante  |
| 42    | Hinterkante  |
| 44    | Arbeitsfluid   |
| 46    | Verdichtetes Arbeitsfluid                            |
| 48    | Verbrennungsgase                                     |
| 50    | Plattform  |
| 52    | Fussabschnitt  |
| 54    | Befestigungsschlitz                                  |
| 56    | Vordere und hintere Pfosten- oder Ringbandkomponente |
| 58    | Vorsprünge   |
| 60    | Seitliche Ausnehmungen                               |
| 62    | Ausgesparter Wandabschnitt                           |
| 64    | Abstandshalter                                       |
| 66    | Endgültige/Einführungszwischenräume                  |
| 67–99 | Nicht benutzt  |
| 100   | Verriegelnde Abstandshalteranordnung                 |
| 136   | Befestigungsschlitz                                  |
| 152   | Erstes Endstück                                      |
| 152a  | Erstes Endstück – Innere Oberfläche                  |

|      |   |
|------|---|
| 152b | Erstes Endstück – Äussere Oberfläche      |
| 154  | Ebene                                     |
| 156  | Bogenförmige Nuten                        |
| 157  | Aussparung                                |
| 158  | Zweites Endstück                          |
| 158a | Zweites Endstück – Innere Oberfläche      |
| 158b | Zweites Endstück – Äussere Oberfläche     |
| 160  | Ebene                                     |
| 162  | Bogenförmige Nuten                        |
| 163  | Aussparung                                |
| 164  | Aktuator                                  |
| 166  | Fortsatz                                  |
| 168  | Fortsatzoberfläche                        |
| 170  | Fortsatzoberfläche                        |
| 172  | Abstandshalterblock                       |
| 174  | Hohlraum des Abstandshalterblocks         |
| 176  | Obere Oberfläche des Abstandshalterblocks |
| 177  | Schulter                                  |
| 178  | Öffnung des Abstandshalterblocks          |
| 180  | Untere Fläche des Abstandshalterblocks    |
| 182  | Kanal des Abstandshalterblocks            |
| 184  | Befestigungsmittel                        |
| 188  | Pfosten                                   |
| 192  | Toleranzstelle                            |
| 202  | Radiale Vertiefung                        |
| 204  | Radiale Vertiefung                        |
| 206  | Komplementäre Vorsprünge                  |
| 210  | Ausgesparter Abschnitt                    |
| 214  | Positionierkanal                          |
| 220  | Seitliche Zwischenräume                   |
| 230  | Schulteranordnung                         |
| 232  | Schultern                                 |
| 234  | Zentraler Abschnitt                       |
| 236  | Vorsprung                                 |
| 240  | Befestigungsmittel                        |
| 242  | Zentrales Bohrloch                        |

**Patentansprüche**

1. Verriegelnde Abstandshalteranordnung zur Einführung in einen umlaufenden Befestigungsschlitz zwischen Plattformen benachbarter Laufschaufeln, die aufweist:  
ein erstes Endstück, das eingerichtet ist, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen der benachbarten Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen;  
ein zweites Endstück, das eingerichtet ist, um in den Zwischenraum zwischen den Plattformen hineinzupassen, wobei das zweite Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks im Wesentlichen einander zugewandt sind; und  
einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.
2. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach Anspruch 1, die ferner eine erste Ebene, die an der inneren Oberfläche des ersten Endstücks ausgebildet ist, und eine zweite Ebene aufweist, die an der inneren Oberfläche des zweiten Endstücks ausgebildet ist, wobei die erste und die zweite Ebene im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind, und wobei die erste Oberfläche des Aktuators eingerichtet ist, um mit der ersten Ebene in Eingriff zu stehen, und die zweite Oberfläche des Aktuators eingerichtet ist, um mit der zweiten Ebene in Eingriff zu stehen; und/oder die ferner eine Aussparung aufweist, die zwischen der ersten Oberfläche und der zweiten Oberfläche des Fortsatzes definiert ist.
3. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, die ferner einen Abstandshalterblock aufweist, der eingerichtet ist, um zwischen die inneren Oberflächen eingefügt zu werden, wobei der Abstandshalterblock einen Hohlraum definiert, der eingerichtet ist, um den Aktuator aufzunehmen; wobei die verriegelnde Abstandshalteranordnung ferner ein Befestigungsmittel aufweisen kann, das eingerichtet ist, um den Abstandshalterblock an dem Aktuator zu sichern.
4. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach Anspruch 3, die ferner Aussparungen definiert, die in den inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks ausgebildet sind, und wobei der Abstandshalterblock ferner seitlich ragende Schultern aufweist, wobei die Schultern eingerichtet sind, um in den Aussparungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.
5. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach Anspruch 4, die ferner Vertiefungen definiert, die sich von den Aussparungen aus radial erstrecken, und die ferner Vorsprünge aufweist, die sich von den Schultern aus radial erstrecken, wobei die Vorsprünge eingerichtet sind, um in den Vertiefungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.
6. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, die ferner eine Schulteranordnung aufweist, wobei die Schulteranordnung zur Befestigung an dem Aktuator eingerichtet ist; wobei die verriegelnde Abstandshalteranordnung ferner ein Befestigungsmittel aufweisen kann, das zur Sicherung der Schulteranordnung an dem Aktuator eingerichtet ist.
7. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach Anspruch 6, die ferner Aussparungen definiert, die in den inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks ausgebildet sind, wobei die Schulteranordnung ferner seitlich ragende Schultern aufweist, wobei die Schultern eingerichtet sind, um in den Aussparungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.
8. Verriegelnde Abstandshalteranordnung nach Anspruch 6 oder 7, die ferner Vertiefungen definiert, die sich von den Aussparungen aus radial erstrecken, und ferner Vorsprünge aufweist, die sich von den Schultern aus radial erstrecken, wobei die Vorsprünge eingerichtet sind, um in den Vertiefungen aufgenommen zu werden, wenn der Abstandshalterblock zwischen die inneren Oberflächen eingefügt ist.
9. Rotoranordnung, die aufweist:  
eine Laufscheibe, die einen vorderen und einen hinteren Pfosten aufweist, die einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden, kontinuierlichen Befestigungsschlitz definieren;  
mehrere Laufschaufeln, wobei jede der mehreren Laufschaufeln sich von einer von mehreren Plattformen aus erstreckt, wobei jede der mehreren Plattformen an dem Befestigungsschlitz durch einen sich nach innen erstreckenden Fuss gesichert ist; und  
eine verriegelnde Abstandshalteranordnung, die in einem Zwischenraum zwischen wenigstens zwei der mehreren Plattformen angeordnet ist, wobei die verriegelnde Abstandshalteranordnung aufweist:  
ein erstes Endstück, das eingerichtet ist, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen der benachbarten Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen;

ein zweites Endstück, das eingerichtet ist, um in den Zwischenraum zwischen den Plattformen hineinzupassen, wobei das zweite Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks im Wesentlichen einander zugewandt sind; und  
einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.

10. Turbomaschine, die aufweist:

einen Verdichterabschnitt;

einen Turbinenabschnitt; und

einen Brennkammerabschnitt zwischen dem Verdichterabschnitt und dem Turbinenabschnitt,

wobei entweder der Verdichterabschnitt oder der Turbinenabschnitt aufweist:

eine Laufscheibe, die einen vorderen und einen hinteren Pfosten aufweist, die einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden kontinuierlichen Befestigungsschlitz definieren;

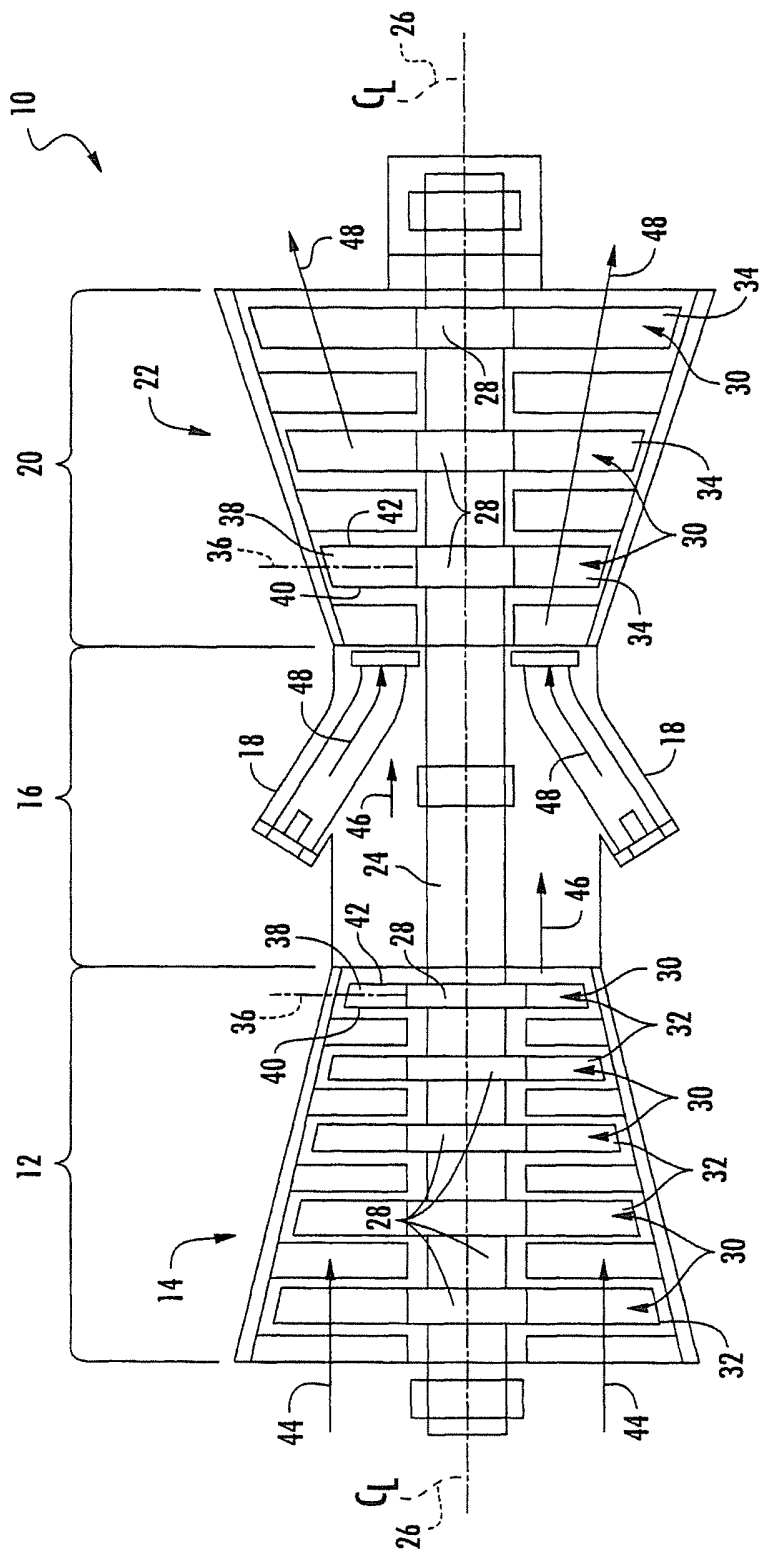
mehrere Laufschaufeln, wobei jede der mehreren Laufschaufeln sich von einer von mehreren Plattformen aus erstreckt, wobei jede der mehreren Plattformen an dem Befestigungsschlitz durch einen sich nach innen erstreckenden Fuss gesichert ist; und

eine verriegelnde Abstandshalteranordnung, die in einem Zwischenraum zwischen wenigstens zwei der mehreren Plattformen angeordnet ist, wobei die verriegelnde Abstandshalteranordnung aufweist:

ein erstes Endstück, das eingerichtet ist, um in einen Zwischenraum zwischen Plattformen der benachbarten Laufschaufeln hineinzupassen, wobei das erste Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen;

ein zweites Endstück, das eingerichtet ist, um in den Zwischenraum zwischen den Plattformen hineinzupassen, wobei das zweite Endstück eine äussere Oberfläche und eine innere Oberfläche aufweist, wobei die äussere Oberfläche ein Profil aufweist, das angepasst ist, um in den Befestigungsschlitz hineinzuragen, wobei die inneren Oberflächen des ersten und des zweiten Endstücks im Wesentlichen einander zugewandt sind; und

einen Aktuator, der zwischen den inneren Oberflächen bewegbar ist, wobei der Aktuator einen Fortsatz aufweist, wobei der Fortsatz eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, die an dem Fortsatz ausgebildet und eingerichtet sind, um mit den inneren Oberflächen in Eingriff zu stehen, wobei die erste und die zweite Oberfläche im Wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung ausgerichtet sind.



**FIG. 1**  
(Stand der Technik)

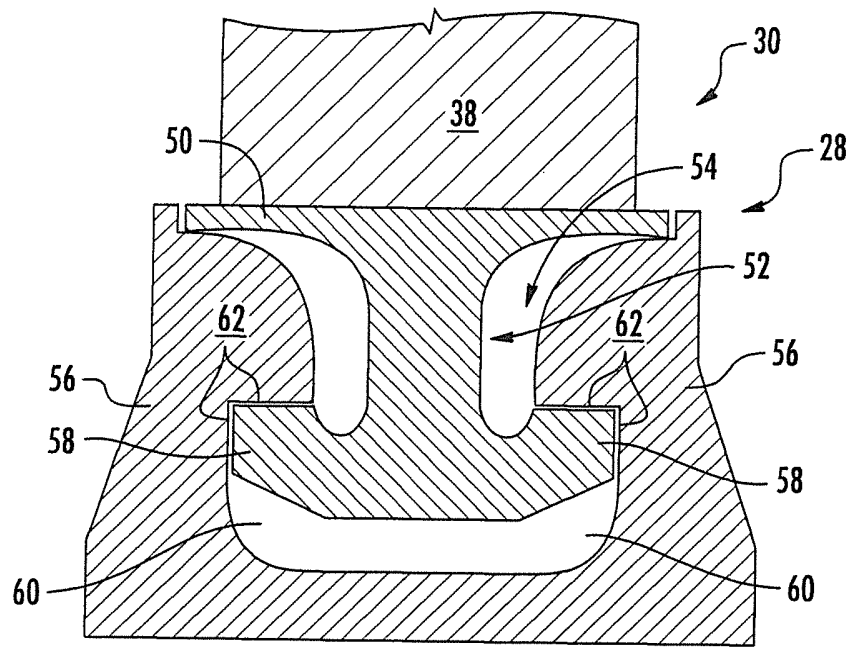


FIG. 2

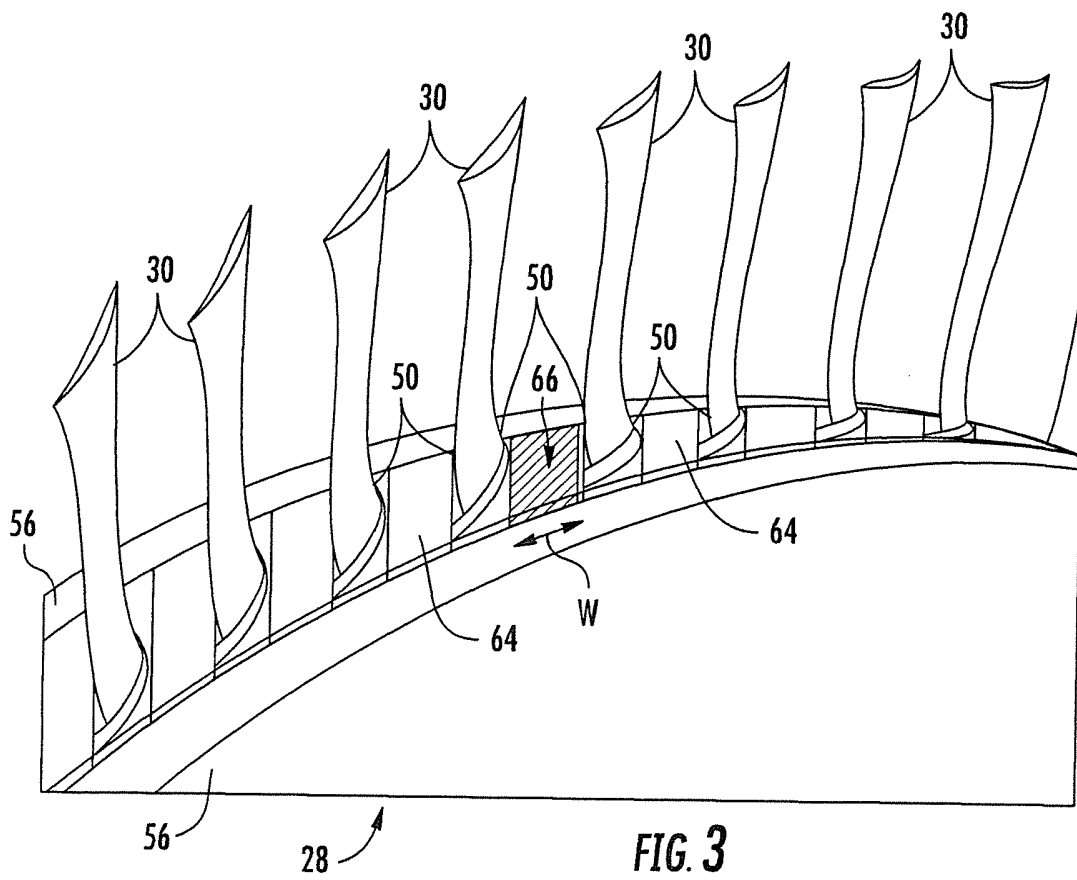
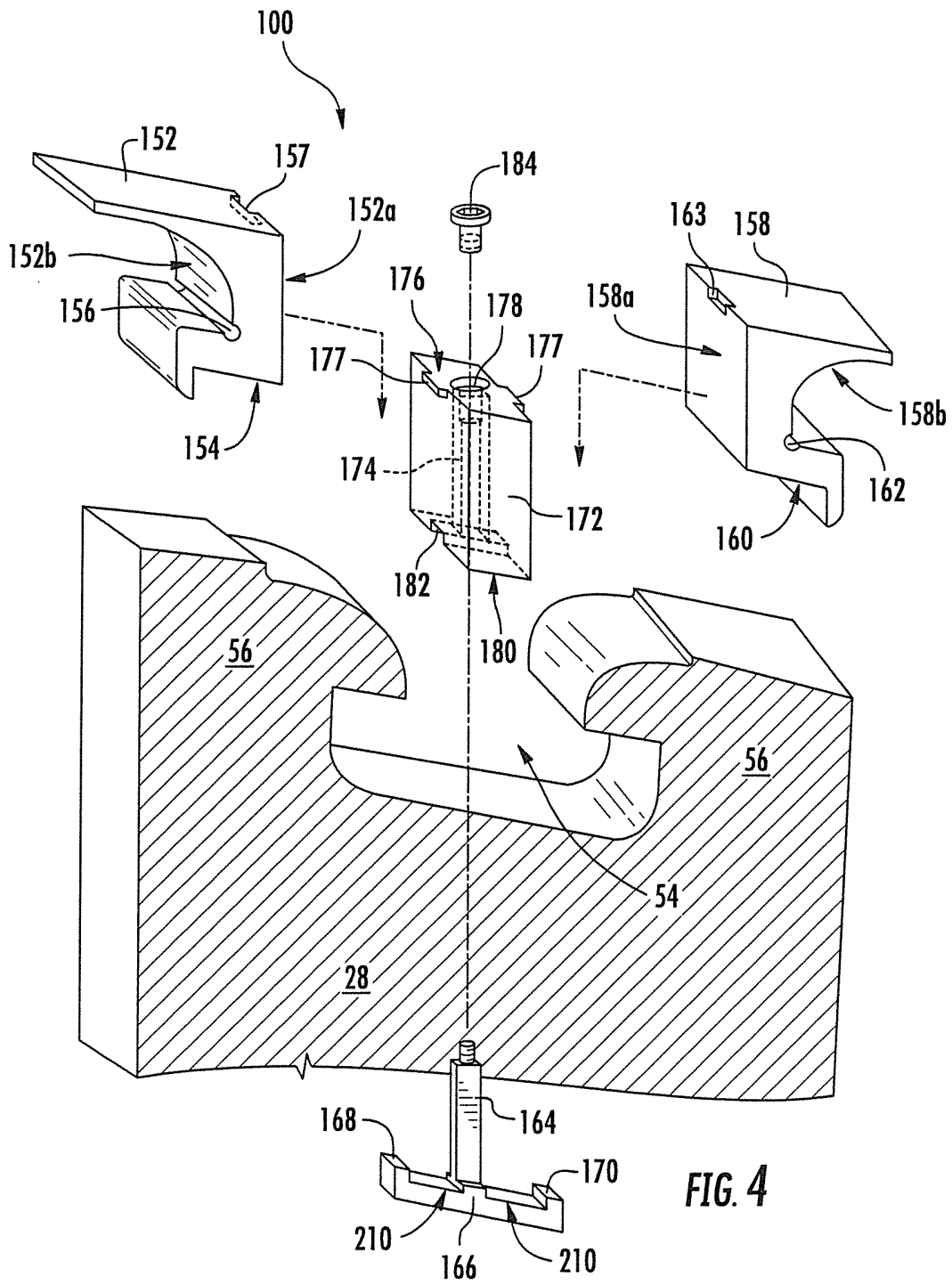
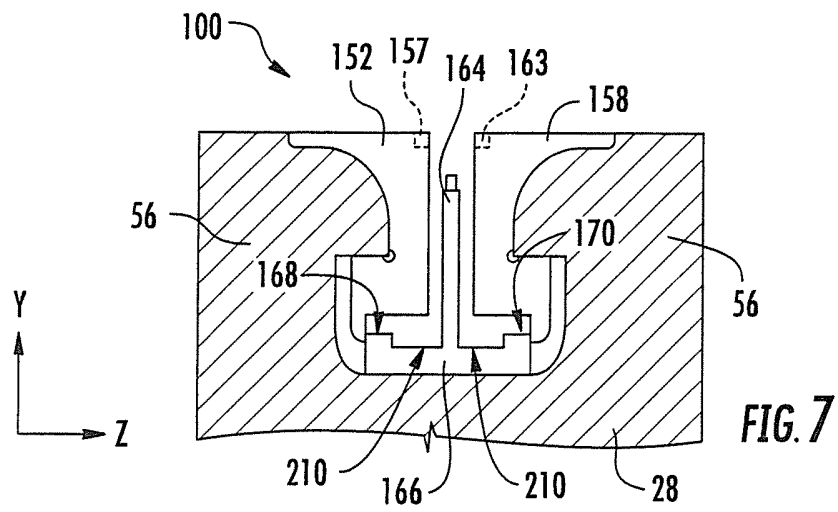
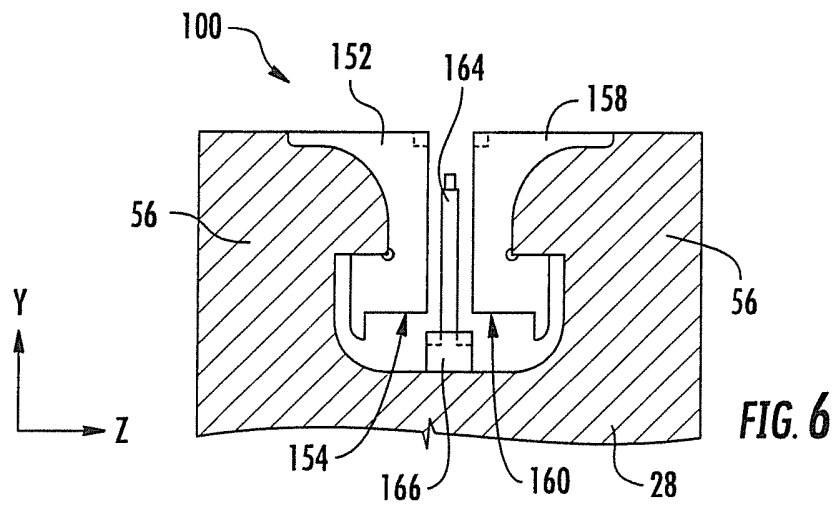
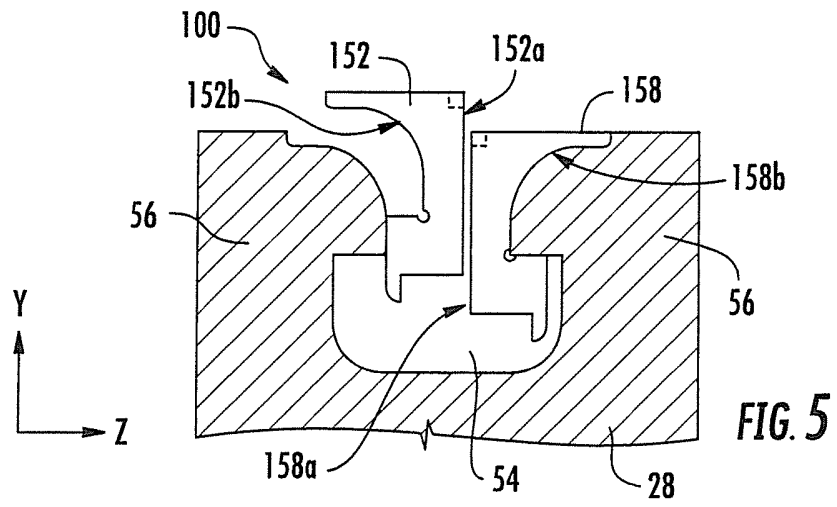
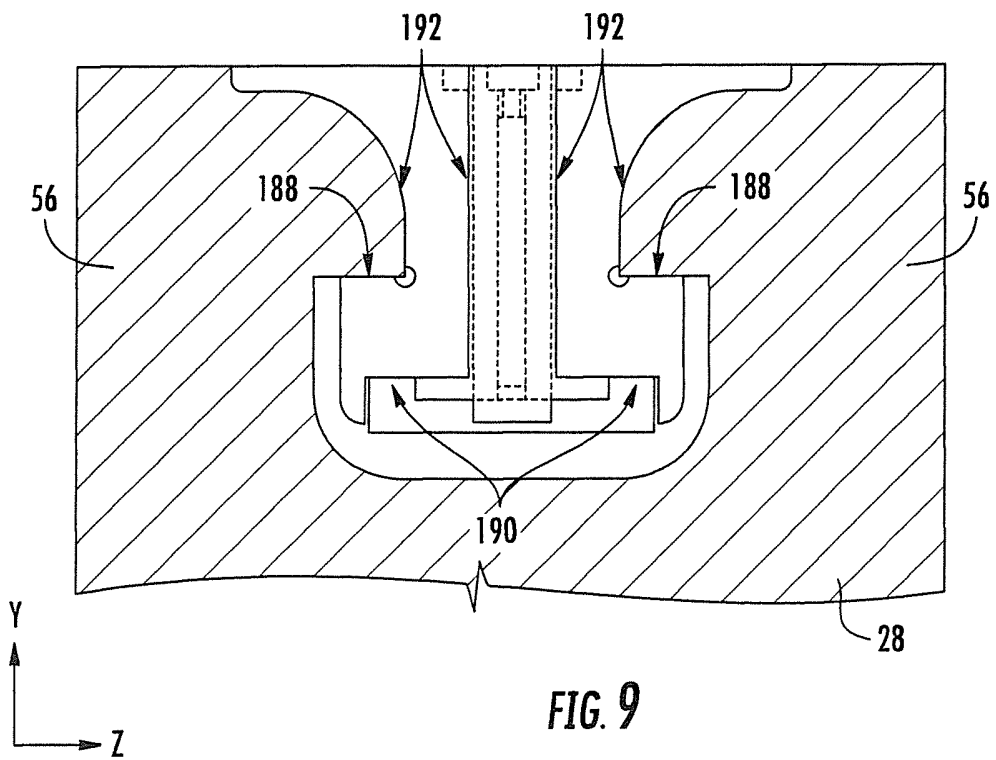
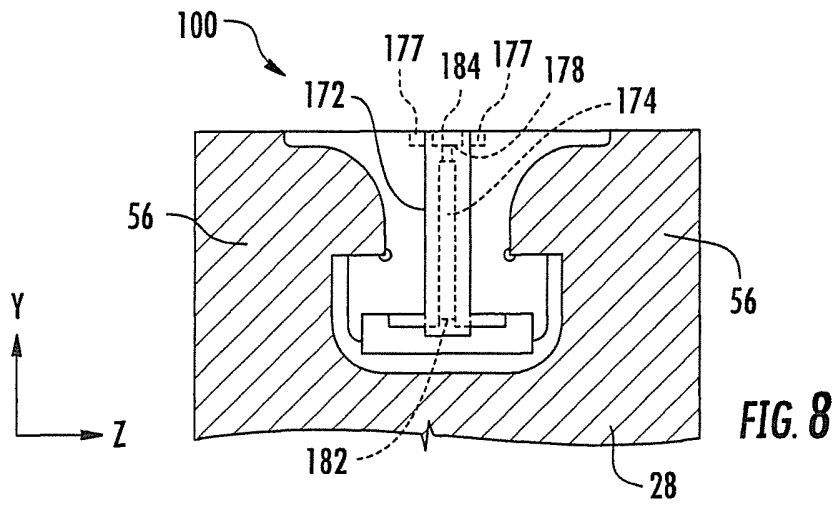


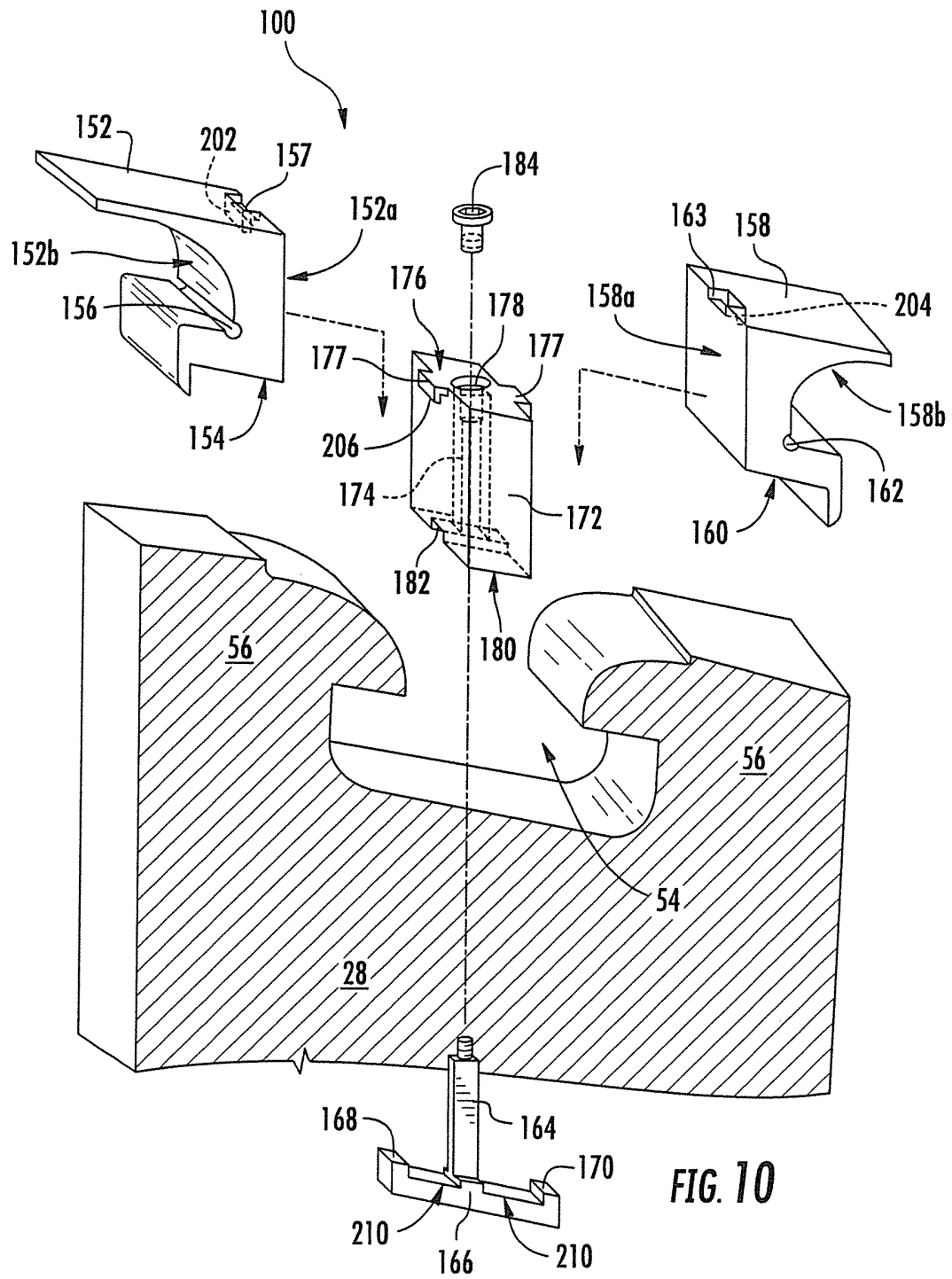
FIG. 3











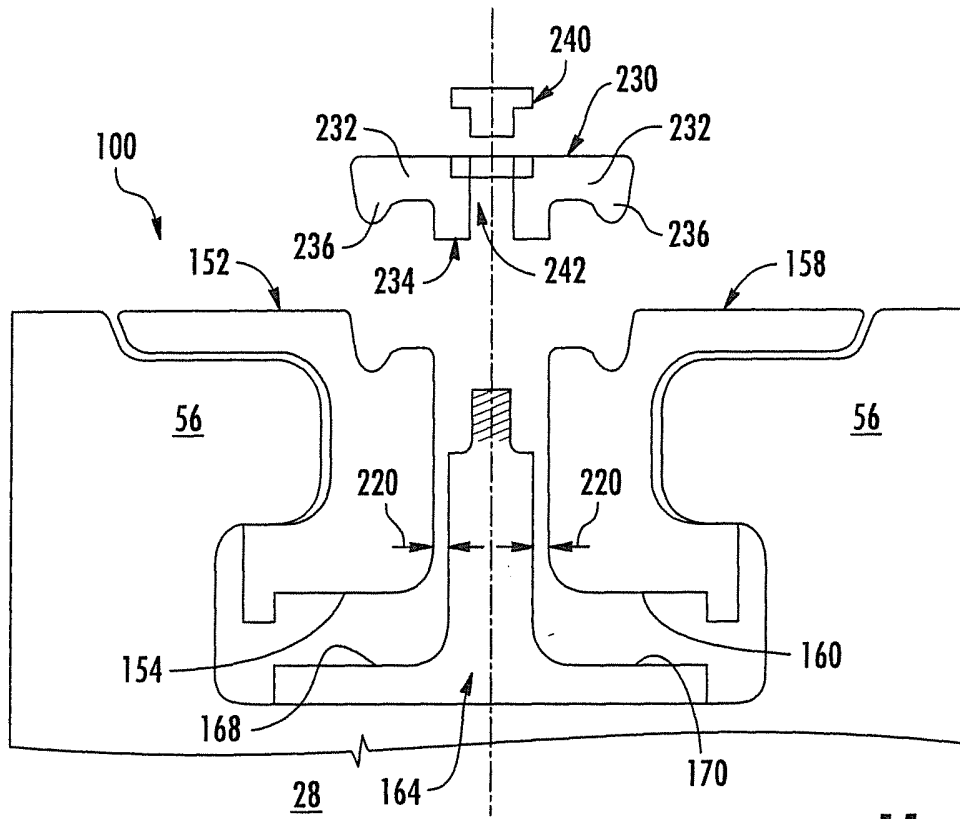


FIG. 11