

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 702 385 A2

(51) Int. Cl.: F16J 15/34 (2006.01)
F16J 9/20 (2006.01)
F01D 23/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

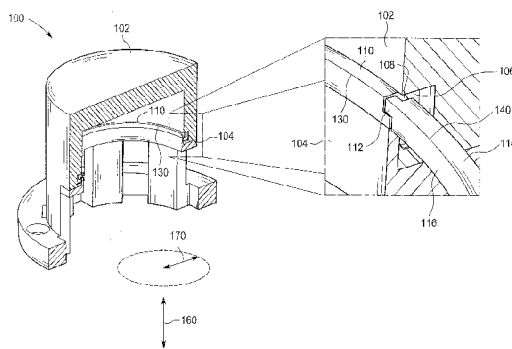
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer:	02020/10	(71) Anmelder:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	01.12.2010	(72) Erfinder:	Norman Arnold Turnquist, Niskayuna, New York 12309 (US) Keith Michael Parker, Greenville, South Carolina 29615 (US) Xiaoqing Zhang, Schenectady, New York 12345 (US) Rodrigo Ermenger Rodriguez, Niskayuna, New York 12309 (US) Robbert Christiaan Pankeet, Niskayuna, New York 12309 (US) Alexander Kimberley Simpson, Niskayuna, New York 12309 (US) Biao Fang, Niskayuna, New York 12309 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	15.06.2011	(74) Vertreter:	R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneeggstrasse 4 8008 Zürich (CH)
(30) Priorität:	04.12.2009 US 12/630,886		

(54) Reibungsarme Druckausgleichsdichtung.

(57) Zu einer Druckausgleichsdichtung (110) gehören eine radial nach innen weisende Dichtungsfläche (116) und eine Statorgrenzfläche, die wenigstens eine Fläche aufweist, die mit einem Stator in Berührung steht. Weiter umfasst die Druckausgleichsdichtung (110) ein Reibungsverringerungsstrukturmerkmal. Das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal weist einen auf der Dichtungsfläche (116) ausgebildeten Hohlraum auf. Der Hohlraum ist dazu eingerichtet, ein Fluid aufzunehmen, so dass eine auf die Druckausgleichsdichtung ausgeübte Normalkraft durch eine Kraft ausgeglichen wird, die durch einen Druck des Fluids erzeugt wird.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet von Dichtungen und speziell Systeme und Verfahren zum Erzielen von Druckausgleichsdichtungen zwischen Elementen, die eine Relativbewegung, beispielsweise eine axiale Bewegung, ausführen.

[0002] In Gasturbinen werden bisher weit verbreitet zwischen einem sich axial bewegenden Kolben und einer feststehenden Kammer Kolbenringe genutzt, um einen Leckstrom von einem Bereich hohen Drucks in einen Bereich geringen Drucks zu verhindern. Dieser Druck bewirkt, dass der Ring gegen den Kolben gedrückt wird und Reibungskräfte hervorruft. Da während des Hochfahrvorgangs einer Gas- oder Dampfturbine unterschiedliche Druckpegel auftreten können, kann der auf den Kolbenring wirkende resultierende Druck in hohem Masse variieren. Während der Druck steigt, erhöht sich die resultierende Reibung zwischen dem Kolbenring und dem Kolben.

[0003] Es besteht daher ein Bedarf, effizientere Techniken zu entwickeln, um in Turbinen Reibung zwischen Elementen zu vermindern, die eine relative axiale Bewegung aufweisen.

KURZBESCHREIBUNG

[0004] Gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist eine Druckausgleichsdichtung geschaffen. Zu der Druckausgleichsdichtung gehören eine radial nach innen weisende Dichtungsfläche und eine Statorgrenzfläche, die wenigstens eine Fläche aufweist, die mit einem Stator in Berührung steht. Die Druckausgleichsdichtung enthält ferner eine Massnahme zur Reibungsverringerung. Zu der Massnahme der Reibungsverringerung gehört ein Hohlraum auf der Dichtungsfläche. Der Hohlraum ist dazu eingerichtet, ein Fluid aufzunehmen, so dass eine auf die Druckausgleichsdichtung ausgeübte Normalkraft durch eine Kraft ausgeglichen ist, die durch einen Druck des Fluids erzeugt wird.

[0005] In einem Ausführungsbeispiel wird die Druckausgleichsdichtung in einer Dampfturbine genutzt.

[0006] Gemäss noch einem Ausführungsbeispiel ist ein Verfahren zum Zusammenbau einer grossen Turbine geschaffen, die einen Stator, einen Rotor und eine berührungsfreie Gleitringdichtungsanordnung enthält. Das Verfahren zum Zusammenbau der Turbine beinhaltet den Schritt des Bereitstellens einer Druckausgleichsdichtung, die wenigstens ein erstes Dichtungselement und ein zweites Dichtungselement aufweist. Anschliessend wird das wenigstens eine Dichtungselement in einem Ringspalt in der Statoranordnung angeordnet.

ZEICHNUNGEN

[0007] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach dem Lesen der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verständlicher, in denen übereinstimmende Teile durchgängig mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind:

[0008] Fig. 1 veranschaulicht eine fragmentarische perspektivische Ansicht und eine vergrösserte Ansicht eines Abschnitts, einer Dichtungsanordnung, die einen Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet.

[0009] Fig. 2 zeigt in einer Seitenansicht eine Druckausgleichsdichtung in einem ringförmigen Hohlraum der Dichtungsanordnung von Fig. 1.

[0010] Fig. 3 zeigt eine fragmentarische Vorderansicht der Druckausgleichsdichtung von Fig. 1.

[0011] Fig. 4 zeigt eine fragmentarische Ansicht einer Druckausgleichsdichtung, die einen weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet.

[0012] Fig. 5 veranschaulicht anhand einer Seitenansicht einer Druckausgleichsdichtung die Durchgangslochkonfigurationen der Druckausgleichsdichtung gemäss mehreren Aspekten der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0013] In dem hier verwendeten Sinne sollten im Singular erwähnte Elemente oder Funktionen, denen der unbestimmte Artikel vorangestellt ist, in dem Sinne verstanden werden, dass der Plural der Elemente oder der Funktionen nicht ausgeschlossen ist, es sei denn, ein derartiger Ausschluss ist ausdrücklich genannt. Weiter sind Bezüge auf «ein Ausführungsbeispiel» nicht als Ausschluss der Existenz zusätzlicher, die aufgeführten Merkmale ebenfalls beinhaltender Ausführungsbeispiele zu interpretieren.

[0014] Fig. 1 zeigt in einer fragmentarischen Schnittansicht eine Dichtungsanordnung 100, die sich beispielsweise in einer Dampfturbine nutzen lässt, gemäss einem Aspekt der vorliegenden Erfindung. Fig. 1 veranschaulicht ein erstes Stator-element 102 und ein zweites Stator-element 104 eines Stators, einen Ringspalt 106 zwischen den Stator-elementen 102, 104 und eine sekundäre Druckausgleichsdichtung 110, die wenigstens teilweise in dem Ringspalt 106 angeordnet ist. Die veranschaulichten Stator-elemente 102, 104 definieren ein zylindrisches Volumen für eine Bewegung eines (nicht gezeigten) Kolbens entlang einer Axialrichtung 160. Die Radialrichtung ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 170 gezeigt. Die Druckausgleichsdichtung 110, die gemäss speziellen Ausführungsbeispielen ein Kolbenring 110 ist, ist dazu eingerichtet,

in der Dampfturbine zwischen mindestens zwei Hohlräumen, die Dampf (oder Luft) mit unterschiedlichen Drücken enthalten, eine Dichtung bereitzustellen. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann der Hochdruckbereich in Dampfturbinen gewöhnlich Luft und/oder Dampf mit Temperaturen von etwa 120 °C und Druckgefällen von gewöhnlich bis zu 1800 psi und gelegentlich sogar bis 3000 psi aufweisen. Dem Fachmann wird einleuchten, dass die Temperaturen und Druckgefälle in unterschiedlichen Turbinenanwendungen verschieden sind. Der Kolbenring 110 weist eine Dichtungsgrenzfläche, die eine Dichtungsfläche 116 und eine Statorgrenzfläche beinhaltet, die mehrere Flächen aufweist, die mit dem Stator, beispielsweise den Statorelementen 102, 104, in Berührung stehen. In der Darstellung von Fig. 1 und Fig. 2 umfasst die Statorgrenzfläche beispielsweise eine rückseitige Fläche 124, die im Wesentlichen entgegengesetzt zu der Dichtungsfläche 116 angeordnet ist, eine erste Fläche 114, die sich im Wesentlichen in Berührung mit dem ersten Statorelement 102 befindetet, und eine zweite Fläche 118, die im Wesentlichen mit dem zweiten Statorelement 104 in Berührung steht. Der Begriff Statorgrenzfläche bezieht sich auf sämtliche Flächen der Druckausgleichsdichtung 110, die sich mit dem Stator oder den Statorelementen 102, 104 in Berührung befinden. Der Stator (von dem in den Zeichnungen lediglich ein Teil dargestellt ist) kann auf einem einstückig hergestellten Stator basieren oder er kann (wie in Fig. 1 und 2 gezeigt) zweiteilig sein oder kann auf mehr als zwei Teilen basieren. Die Statorelemente 102, 104 sind lediglich voneinander unabhängig bezeichnet, um den Ringspalt 106 zu identifizieren, in dem die Druckausgleichsdichtung 110 sitzt. Dementsprechend sind die Statorelemente 102, 104 in einem Ausführungsbeispiel Bestandteile eines einzelnen Teils eines Stators. Gemäss weiteren Ausführungsbeispielen gehören die Statorelemente 102, 104 zu einzelnen Teilen eines mehrteiligen Stators, beispielsweise gehören das erste und zweite Statorelement 102, 104, wie in Fig. 1 veranschaulicht, zu einem ersten bzw. zweiten Teil eines zweiteiligen Rotors.

[0015] Weiter ist der Kolbenring 110 oder die Druckausgleichsdichtung 110 in dem veranschaulichten Beispiel im Wesentlichen übereinstimmende erste bzw. zweite halbkreisförmige Dichtungselemente 130 und 140 unterteilt, die einen hälftig geteilten Kolbenring bilden. Der hälftig geteilte Kolbenring 110 enthält das erste Dichtungselement 130, das sich mit einer vorbestimmten Überlappung 112 über das zweite Dichtungselement 140 erstreckt. Die vorbestimmte Überlappung 112 vermindert, wie in Fig. 1 veranschaulicht, einen Leckstrom zwischen den beiden Dichtungselementen 130 und 140, beispielsweise mittels eines entlang der Dichtungsfläche 116 des Kolbenrings 110 genau angepassten Überlappungsprofils. Der Ring der Druckausgleichsdichtung 110 kann ausserdem wenigstens ein Antirotationsmerkmal umfassen, beispielsweise einen Halterschlitz 108. Gemäss einem Ausführungsbeispiel basiert der Halterschlitz 108 auf einem entlang der rückseitigen Fläche 124 in der vorbestimmte Überlappung 112 ausgebildeten Raum, der mit einem aus dem Stator (oder einem der Statorelemente 102, 104) ragenden (nicht gezeigten) Vorsprung in Eingriff kommt und eine kreisförmige Relativbewegung des Kolbenrings 110 in dem ringförmigen Hohlraum 106 verhindert. Wenn nicht anderslautend vermerkt, ist in dem hier verwendeten Sinne selbstverständlich, dass die mit Bezug auf das Dichtungselement 140 erörterten Konzepte allgemein auf die Druckausgleichsdichtung 110 (einschliesslich des Dichtungselements 130) und vice versa zutreffen. Weiter ist klar, dass die Erfindung, obwohl eine hälftig geteilte Druckausgleichsdichtung 110 dargestellt ist, auch Dichtungen, die mehr als zwei Dichtungselemente aufweisen, oder einen ganzen Ring beinhalten kann, der beispielsweise wenigstens einmal entlang des Umfangs des ganzen Rings aufgetrennt ist.

[0016] Mit Bezugnahme auf Fig. 2 ist eine Vorderansicht des in dem ringförmigen Hohlraum 106 angeordneten Dichtungselements 140 veranschaulicht. Das Dichtungselement 140 weist ein Profil auf, das an dem Rand der ersten Fläche 114 und der rückseitige Fläche 124 ausgebildet ist, beispielsweise ist dies eine Schrägfläche 126. Gemäss einem der funktionalen Vorteile dient die Schrägfläche 126 dazu, eine Beeinträchtigung oder Blockierung zwischen dem Dichtungselement 140 und den Statorkomponenten (beispielsweise dem ersten und zweiten Statorelement 102, 104) zu vermeiden. Das Dichtungselement 140 weist ausserdem einen Vorsprung 128 auf, der sich gewöhnlich von der zweiten Fläche 118 ausgehend erstreckt. Der Vorsprung 128 erstreckt sich gemäss einigen Ausführungsbeispielen, wie beispielsweise durch Fig. 3 veranschaulicht, über die gesamte Länge des Dichtungselements 140. Der Vorsprung 128 ist dazu eingerichtet, zu verhindern, dass sich das Dichtungselement 140 von dem ringförmigen Hohlraum 106 beispielsweise radial nach innen ablöst. Die Schrägfläche 126 und der Vorsprung 128 sind ferner dazu eingerichtet, eine Verwindung der Druckausgleichsdichtung 110 zu verhindern. Beispielsweise können die Schrägfläche 126 (in Fig. 2 als an dem oberen linken Rand des Querschnitts der Dichtung 110 angeordnet veranschaulicht) und der (in Fig. 2 veranschaulichte, links an dem unteren Rand des Querschnitts der Dichtung 110 hervorspringende) Vorsprung 128 sich einrichten lassen, um abweichend von der in Fig. 2 veranschaulichten Weise positioniert zu werden. In einem abgewandelten Ausführungsbeispiel sind die Schrägfläche 126 und der Vorsprung 128 entlang dem unteren linken Ende des Querschnitts der Druckausgleichsdichtung 110 hintereinander ausgebildet. Vorteilhafterweise können die Schrägfläche 126 und der Vorsprung 128 angeordnet sein, um den Schwerpunkt des Querschnitts der Druckausgleichsdichtung 110 (oder das Dichtungselement 140) so einzustellen, dass der Abstand zwischen einem Punkt, auf dem eine resultierende Kraft auf die Druckausgleichsdichtung 110 wirkt, und dem Schwerpunkt des Querschnitts der Druckausgleichsdichtung 110 verringert wird. Ein Verringern des Abstands vermindert die Wahrscheinlichkeit einer Verwindung des Dichtungselements 140 in dem Ringspalt 106.

[0017] Fig. 2 veranschaulicht ausserdem ein Beispiel eines Druckprofils, das in dem ringförmigen Hohlraum 106 um das Druckausgleichsdichtungselement 110 beispielsweise durch das Fluid in der Turbine entwickelt wird, das während des Betriebes der Turbine (beispielsweise einer Dampfturbine) verdichtet wird, so dass unterschiedliche Kräfte auf die Statorgrenzflächen wirken, zu denen die rückseitige Fläche 124, die Schrägfläche 126 und der Vorsprung 128 gehören. Fig. 2 veranschaulicht weiter ein Beispiel der Kräfte 150, 152 und 154, die durch den Fluiddruck in dem ringförmigen Hohlraum 106 entstehen und auf die Statorgrenzfläche des Dichtungselements 140 wirken. Die maximale Dicke des Kolbenrings

110 und der entsprechenden Nutabmessung sind gewählt, um geringe, jedoch begrenzte Toleranzen zu schaffen. Dies begrenzt die axiale Bewegung des Kolbenrings 110 in Bezug auf den Ringspalt 106 und eine Verwindung oder Verdrehung des Querschnitts des Kolbenrings 110, die aufgrund des Zusammenwirkens der axialen Bewegung des Kolbens und der zyklischen Druckschwankungen auftreten könnte. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die veranschaulichten Figuren nicht massstäblich sind, und dass gewisse Aspekte oder Merkmale aus Gründen der Übersichtlichkeit der Darstellung übertrieben dargestellt sein können. Beispielsweise sind die Toleranzabstände zwischen den Flächen 114 und dem ersten Statorelement 102 und/oder der zweiten Fläche 118 (oder dem Vorsprung 128) und dem zweiten Statorelement 118 in Fig. 2 zur Verdeutlichung vergrössert dargestellt.

[0018] Weiter ist der auf die Dichtungsfläche 116 des Dichtungselements 140 (und der Druckausgleichsdichtung 110 allgemein) ausgeübte Fluiddruck im Betrieb im Allgemeinen geringer als der in dem ringförmigen Hohlraum 106 auf das Dichtungselement 140 wirkende Fluiddruck. Eine resultierende Normalkraft drückt das Dichtungselement 140 radial nach innen, wobei das Dichtungselement gegen einen Kolben gedrückt wird, der in einer (in den Zeichnungen nicht gezeigten) axialen Richtung beweglich ist. Eine solche Normalkraft erhöht die Reibung zwischen dem Dichtungselement 140 und dem mit der Dichtungsfläche 116 in Berührung stehenden Kolben.

[0019] Mit Bezugnahme auf Fig. 3 ist eine fragmentarische Ansicht des Dichtungselements 140 der in Fig. 1 gezeigten Druckausgleichsdichtung 110 veranschaulicht, die einen Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet. Das Dichtungselement 140 ist konstruiert, um in dem Ringspalt 106 (Fig. 1) zwischen dem ersten Statorelement 102 und dem in Fig. 1 veranschaulichten zweiten Statorelement 104 zu sitzen. Im Betrieb besteht (oder entsteht) in dem Ringspalt 106 zwischen den Dichtungselementen 130, 140 und dem Stator (zu dem das erste und zweite Statorelement 102, 104 gehören) ein hoher Druck. Der hohe Druck entsteht aufgrund des Fluids (beispielsweise des Dampfes oder der Luft), das in dem Bereich zwischen der Statorgrenzfläche der Druckausgleichsdichtung 110 und dem Stator vorhanden ist. Gewöhnlich ist die Dichtungsfläche 116 dem Fluid bei einem vergleichsweise geringeren Druck ausgesetzt, der in einer Nettornormalkraft auf der Druckausgleichsdichtung 110 resultiert. Die Normalkraft wirkt auf die Druckausgleichsdichtung 110 radial nach innen, was die Reibung zwischen der Druckausgleichsdichtung 110 und dem Kolben erhöht. Gemäss einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung basiert ein Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 120 auf einem Hohlraum 120 (beispielsweise eine Nut), der auf der Dichtungsfläche 116 ausgebildet ist, um ein Fluid aufzunehmen, so dass die auf das Dichtungselement 140 wirkende Normalkraft durch den Druck des Fluids in dem Hohlraum 120 aufgehoben wird. In einem spezielleren Ausführungsbeispiel, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, beinhaltet der Hohlraum 120 eine auf der Dichtungsfläche 116 eines der Dichtungselemente 130, 140 ausgebildete geschlossene Nut, die einen Startpunkt 121 und einen dem Startpunkt 121 in der Dichtungsfläche 116 des Dichtungselements 140 von Fig. 3 ähnelnden (nicht gezeigten) Endpunkt aufweist. D.h., die Nut 120 setzt sich nicht über aufgeteilte Dichtungselemente, beispielsweise die aufgeteilten Dichtungselemente 130 und 140 von Fig. 1, fort. Im Betrieb definiert die Nut 120 demzufolge abgesehen von Öffnungen (z.B. einem Loch oder einer Aussparung), wie sie vorteilhafterweise durch die offenbarten Ausführungsbeispiele vorgesehen sind und im Folgenden erörtert werden, in Verbindung mit der Kolbenfläche einen geschlossenen (oder im Wesentlichen geschlossenen) Hohlraum auf der Dichtungsfläche 116. D.h., der Hohlraum 120 ist von einem ununterbrochenen Rand der Dichtungsfläche 116 umgeben. Der kontinuierliche Rand, der den Hohlraum 120 entlang der Dichtungsfläche 120 umschliesst, steht abgesehen von Öffnungen, wie sie vorteilhafterweise durch offenbarte Ausführungsbeispiele (beispielsweise durch eine Aussparung) vorgesehen sind, während des Betriebs in Berührung mit der Kolbenfläche.

[0020] In dem durch Fig. 3 veranschaulichten Ausführungsbeispiel weist das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 120 ferner ein auch als eine Öffnung 122 bezeichnetes Durchgangslotch auf, das sich ausgehend von dem Hohlraum 120 auf der Dichtungsfläche 116 zu mindestens einer der Flächen der Statorgrenzfläche der Druckausgleichsdichtung 110 erstreckt. Die Öffnung 122 stellt zwischen dem Bereich höheren Drucks und der an der Dichtungs/Kolben-Grenzfläche, beispielsweise der Dichtungsfläche 116, angeordneten Nut 120 einen Pfad bereit. Wie erörtert, stellt die Nut 120 gemäss einem Ausführungsbeispiel abgesehen von der Öffnung 122 im Betrieb einen im Wesentlichen geschlossenen Hohlraum an der Dichtungsfläche 116 bereit, wobei sich der Kolben in einer Position in der Nähe der Dichtungsfläche 116 befindet.

[0021] In dem durch Fig. 3 veranschaulichten Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Öffnung 122 von dem Hohlraum des auf der Dichtungsfläche 116 angeordneten Reibungsverringerungsstrukturmerkmals 120 zu der rückseitigen Fläche 124 des Dichtungselements 140. Das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 120 erlaubt es dem ansonsten abgedichteten Hochdruckfluid in der Nähe der rückseitigen Fläche 124 sich zu dem Niederdruckbereich, der benachbart zu der Dichtungsfläche 116 angeordnet ist, und spezieller zu dem Hohlraum 120 zu bewegen. Folglich steigt der Druck in dem der Dichtungsfläche 116 benachbarten Bereich an, was eine Kraft hervorruft, die im Wesentlichen radial nach aussen auf das Dichtungselement 140 wirkt und dadurch die auf das Dichtungselement 140 wirkende Nettornormalkraft vermindert (oder aufhebt/ausgleicht). Die Verringerung der auf das Dichtungselement 140 ausgeübten Nettornormalkraft vermindert die Reibung zwischen dem Dichtungselement 140 und dem Kolben. Fig. 5 veranschaulicht gemäss einem Ausführungsbeispiel die Öffnung 122, die sich durch die rückseitige Fläche 124 erstreckt und als ein Loch 500 auftaucht. Gemäss noch einem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Öffnung 122 durchgehend zwischen dem Hohlraum 120 und der zweiten Fläche 118 und tritt an der zweiten Fläche 118 als eine Öffnung 504 erscheint. In einem weiteren Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Öffnung 122 durchgehend zu der Schrägfläche 126 und als eine Öffnung 502 auftaucht. Es ist in diesem Zusammenhang selbstverständlich, dass die Öffnung 122 dazu dient, zwischen Regionen veränderlichen Drucks in der Nähe der Druckausgleichsdichtung 110 einen Pfad bereitzustellen, und dass die Öffnung 122 daher nicht auf die in Fig. 3 und 5

veranschaulichten Durchgangslochkonstruktionen beschränkt ist. Es ist ferner klar, dass der Begriff «Ausgleich» in dem hier verwendeten Sinne eine Verringerung einer Nettokraft der Druckausgleichsdichtung 110 durch Einführen von Kräften in entgegengesetzten (entgegenwirkenden) Richtungen bedeutet, und (es sei denn, dies ist anderslautend festgestellt) nicht unbedingt ein vollständiges Ausgleichen oder Aufheben von Kräften impliziert, so dass die Nettokraft gleich Null ist.

[0022] Fig. 4 veranschaulicht eine fragmentarische Ansicht eines Dichtungselements 400, das einen weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet. Das Dichtungselement 400 weist neben sonstigen Merkmalen eine Dichtungsfläche 406 und eine Statorgrenzfläche mit einer ersten Fläche 404, einer zweiten Fläche 408 und einer rückseitigen Fläche 414 auf. Das Dichtungselement 400 weist ferner ein Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 410, das auf der Dichtungsfläche 406 des Dichtungselements 400 einen Hohlraum 410 (beispielsweise eine Nut) bereitstellt. Die Nut 410 weist einen Startpunkt 411 und einen (nicht gezeigten) Endpunkt in der Dichtungsfläche 406 des Dichtungselements 400 auf. Das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 410 weist ausserdem mindestens eine Aussparung 412 auf, um zwischen Bereichen hohen und niederen Drucks in der Nähe des Dichtungselements 400 einen Leckstropfpfad für Fluid bereitzustellen. Speziell veranschaulicht Fig. 4 die Aussparung 412, die einen Leckstropfpfad zwischen mindestens zwei ansonsten im Wesentlichen dicht verschlossenen Regionen bereitstellt, zu denen der Bereich in der Nähe der Dichtungsfläche 406 und der Bereich unmittelbar benachbart zu einer zweiten Fläche 408 gehören. Gemäss unterschiedlichen Ausführungsbeispielen ist die Aussparung 412 ein Kanal, der entlang der Fläche des Dichtungselements 400 ausgebildet ist. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist die Aussparung 412 ein Kanal, der auf der Dichtungsfläche 406 des Dichtungselements 400 ausgebildet ist, um für ein Fluid einen Pfad von der zweiten Fläche 408 zu der Dichtungsfläche 406 zu schaffen. Das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 410, das die Aussparung 412 aufweist, erlaubt es dem unmittelbar benachbart zu der zweiten Fläche 408 angeordneten Hochdruckfluid, sich zu dem Niederdruckbereich zu bewegen, der benachbart zu der Dichtungsfläche 406, und spezieller zu dem Hohlraum 410, angeordnet ist. Folglich steigt der Druck in dem Bereich, der benachbart zu der Dichtungsfläche 406 angeordnet ist, an, was eine Kraft hervorruft, die im Wesentlichen radial nach aussen auf das Dichtungselement 400 wirkt und dadurch die Nettonormalkraft vermindert, die auf das Dichtungselement 400 ausgeübt wird. Die Verringerung der auf das Dichtungselement 400 ausgeübten Nettonormalkraft vermindert die Reibung zwischen dem Dichtungselement 400 und einem in einer axialen Richtung beweglichen Kolben. Wie erörtert stellt die Nut 410 im Betrieb abgesehen von der Aussparung 412 einen im Wesentlichen geschlossenen Hohlraum an der Dichtungsfläche 406 bereit, wobei sich der Kolben in einer Position in der Nähe der Dichtungsfläche 406 befindet.

[0023] Das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal, wie es mit Bezug auf Fig. 3 und 4 erörtert ist, bildet physikalisch einen Druckkompensationsmechanismus, indem es zwischen dem Hochdruckbereich und dem Niederdruckbereich in der Nähe des Dichtungselements 140 (oder 400) ein dynamisches Druckgleichgewicht aufrechterhält. Darüber hinaus können um den gesamten Umfang des Dichtungselements 140 mehrere radiale Durchgangslöcher, die der durch eine Mittelebene des Dichtungselements 140 verlaufenden Öffnung 122 von Fig. 3 ähneln, genutzt werden, um den mittleren Druck in dem Leckstropfpfad zwischen dem Hochdruckbereich in dem Ringspalt 106 und dem Niederdruckbereich an der Dichtungsfläche 116 strömungsmässig zu verbinden. In ähnlicher Weise können um den gesamten Umfang des Dichtungselements 140 mehrere Aussparungen, die der Aussparung 412 von Fig. 4 ähneln, genutzt werden, um den mittleren Druck in dem Leckstropfpfad zwischen dem Hochdruckbereich in dem Ringspalt 106 und dem Niederdruckbereich an der Dichtungsfläche 406 strömungsmässig zu verbinden. Ausserdem können, falls gewünscht, Aussparungen und Löcher in Verbindung mit einem bestehenden Dichtungselement genutzt werden.

[0024] Gemäss Fig. 2 und 3 ermöglicht die Schrägfläche 126 vorteilhafterweise einen verbesserten Druckausgleich der Druckausgleichsdichtung 110 in der axialen Richtung. Die erste Fläche 114 steht mit dem ersten Statorelement 102 in Berührung, um eine sekundäre Dichtungsfläche zu bilden. Im Betrieb ist über die erste Fläche 114 ein Druckabfall in einer radial nach innen verlaufenden Richtung von einem stromaufwärts zu einem stromabwärts herrschenden Druck vorhanden. Die Schrägfläche 126 dient dazu, die radiale Länge der ersten Fläche 114 zu verkürzen, um dadurch die Grösse der einem geringeren Druck ausgesetzten ersten Fläche 116 zu verkleinern. Aufgrund der Anwesenheit der Schrägfläche 126, wie sie veranschaulicht ist, wird beispielsweise ein verbesserter Druckausgleich der Druckausgleichsdichtung (oder des Kolbenrings) 110 in axialer Richtung erreicht, so dass die Kraft, die die erste Fläche 114 des Kolbenrings 110 gegen das erste Statorelement 102 drückt, verringert wird. Diese Verbesserung des axialen Druckausgleichs des Kolbenrings 110 verringert eine auf die erste Fläche 114 in einer radialen Richtung ausgeübte Reibungskraft und ermöglicht es dem Kolbenring 140, sich in dem ringförmigen Hohlraum 106, beispielsweise in der Radialrichtung, verhältnismässig frei zu bewegen. Ein verminderter Widerstand gegen die radiale Bewegung des Kolbenrings 110 verringert in einer dynamischen Betriebssituation auf die Dichtungsfläche 116 wirkende Kräfte, die das Reibungsverhalten des Kolbenrings 110 mittelbar verbessern.

[0025] Wie oben erörtert, existieren vielfältige funktionale Ausprägungen von Druckausgleichsdichtungen 110 und 400, und es gibt viele Szenarien, die der oben unterbreiteten Beschreibung entsprechen, die dem Fachmann ohne weiteres einfallen werden und die in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallen. Solche funktionalen Ausprägungen bieten eine Reihe von Vorteilen. Beispielsweise ermöglicht die Nutzung einer Konstruktion eines geteilten Kolbenrings, wie er in Fig. 4 veranschaulicht ist, eine horizontale Halterung des Rotors. Spezieller ist es bei Verwendung einer Kolbenringkonstruktion, die aus zwei Hälften aufgebaut ist, möglich, die Anordnung des Rotors in stationären Gas- und Dampfturbinenanwendungen zu verwenden. Um den Leckstrom zwischen den beiden Kolbenringhälften auf ein Minimum zu begrenzen, wird eine Überlappung der Konstruktion in Betracht gezogen. Darüber hinaus werden auch Merkmale zur

Verhinderung einer Drehung der beiden Dichtungshälften vorgeschlagen. Die vorgeschlagenen Kolbenringkonzepte reduzieren die Reibungskräfte, die zwischen dem Kolbenring und der Kolbenfläche auftreten, indem sie einen Druckausgleich in dem Kolbenring durchführen. Die Verringerung der Reibungskräfte in dem Ring, der als eine sekundäre Dichtung auf einer berührungsfreien Gleitringdichtung dienen kann, führt zu einer Verbesserung des dynamischen Ansprechens der primären Dichtung.

[0026] Die vorliegende Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung einschliesslich des besten Modus zu beschreiben, und um ausserdem jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung herzustellen und zu nutzen. Der patentfähige Schutzzumfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann andere dem Fachmann in den Sinn kommende Beispiele umfassen. Solche anderen Beispiele sollen in den Schutzzumfang der Ansprüche fallen, falls sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem wörtlichen Inhalt der Ansprüche nicht unterscheiden, oder falls sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden gegenüber dem wörtlichen Inhalt der Ansprüche enthalten.

[0027] Falls nicht anderslautend definiert, stimmt die Bedeutung der hierin verwendeten technischen und wissenschaftlichen Begriffe mit der üblicherweise durch den auf dem Gebiet dieser Erfindung bewanderten Fachmann verstandenen Bedeutung überein. In dem hier verwendeten Sinne legen die Begriffe «erste», «zweite» und dergleichen hierin keine Reihenfolge, Menge oder Rangfolge fest, sondern dienen vielmehr dazu, ein Element von einem anderen zu unterscheiden. Weiter bezeichnet der unbestimmte Artikel «ein» bzw. «eine» keine Beschränkung der Menge, sondern bedeutet vielmehr, dass mindestens ein betreffendes Element vorhanden ist, und die Begriffe «vorderer», «hintere», «unterster» und/oder «oberster» werden, soweit nicht anderweitig vermerkt, lediglich zum Zwecke der Vereinfachung der Beschreibung verwendet und sind nicht auf irgend eine Position oder räumliche Ausrichtung beschränkt. Falls Bereiche offenbart sind, sind die Endpunkte sämtlicher Bereiche, die dieselbe Komponente oder Eigenschaft betreffen, eingeschlossen und voneinander unabhängig kombinierbar (z.B. Bereiche von «bis zu etwa 25 Gew.-%, oder speziell etwa 5 Gew.-% bis ungefähr 20 Gew.-%» schliessen die Endpunkte und sämtliche Zwischenwerte der Bereiche von «etwa 5 Gew.-% bis ungefähr 25 Gew.-%» usw. ein). Der in Zusammenhang mit einer Quantität verwendete modifizierende Begriff «etwa» schliesst den genannten Wert ein und beinhaltet die durch den Zusammenhang vorgegebene Bedeutung (schliesst z.B. die Fehlerabweichung ein, die in Zusammenhang mit einer Messung der speziellen Quantität vorhanden sein kann).

[0028] Zu einer Druckausgleichsdichtung 110 gehören eine radial nach innen weisende Dichtungsfläche 116 und eine Statorgrenzfläche, die wenigstens eine Fläche aufweist, die mit einem Stator in Berührung steht. Weiter umfasst die Druckausgleichsdichtung 110 ein Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 120. Das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal 120 weist einen auf der Dichtungsfläche 116 ausgebildeten Hohlraum 120 auf. Der Hohlraum 120 ist dazu eingerichtet, ein Fluid aufzunehmen, so dass eine auf die Druckausgleichsdichtung ausgeübte Normalkraft 110 durch eine Kraft ausgeglichen wird, die durch einen Druck des Fluids erzeugt wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0029]

- 100 Dichtungsanordnung
- 102 Erstes Statorelement
- 104 Zweites Statorelement
- 106 Ringspalt zwischen 102 und 104
- 108 Antitrotationsmerkmal oder Halterschlitz
- 110 Druckausgleichsdichtung oder Kolbenring
- 112 Überlappung
- 114 Erste Fläche, die mit dem ersten Statorelement in Berührung steht
- 116 Dichtungsfläche, die dem inneren zylindrischen hohlen Volumen für eine Bewegung des Kolben zugewandt ist
- 118 Zweite Fläche, die mit dem zweiten Statorelement in Berührung steht
- 120 Reibungsverringerungsstrukturmerkmal - Hohlraum oder Nut auf 116
- 121 Ein Anfangs- (oder End-) Punkt der Nut 120
- 122 Durchgangsloch oder Öffnung
- 124 Rückseitige Fläche, die entgegengesetzt zu der Fläche 116 angeordnet ist
- 126 Profil an dem Rand von 114 und 124 - Schrägfläche

CH 702 385 A2

- 128 Vorsprung längs der zweiten Fläche 118 des Dichtungselements 140
- 130 Erstes Dichtungselement
- 140 Zweites Dichtungselement
- 150 Auf die Oberfläche der Schrägfläche 126 ausgeübte Kraft
- 152 Auf die rückseitige Fläche ausgeübte Kraft 124
- 154 Kraft, die in einer nach aussen gerichteten Radialrichtung auf den Vorsprung 128 wirkt
- 160 Axialrichtung
- 170 Radialrichtung
- 400 Zweites Ausführungsbeispiel eines Druckausgleichsdichtungselements
- 402 Überlappung
- 404 Erste Fläche
- 406 Dichtungsfläche
- 408 Zweite Fläche
- 410 Nut auf 406
- 411 Ein Anfangs- (oder End-) Punkt der Nut 410
- 412 Aussparung
- 414 Rückseitige Fläche
- 416 Schrägfläche
- 418 Vorsprung entlang der zweiten Fläche 408 des Dichtungselements 400
- 500 Durchgangsloch, das von dem Hohlraum 120 ausgeht und an der rückseitige Fläche 124 austritt
- 502 Durchgangsloch, das von dem Hohlraum 120 ausgeht und an der Schrägfläche 126 austritt
- 504 Durchgangsloch, das von dem Hohlraum 120 ausgeht und an der zweiten Fläche 118 austritt

Patentansprüche

1. 1. Druckausgleichsdichtung (110), die in einem ringförmigen Hohlraum (106) eines Stators angeordnet ist, der ein erstes Statorelement (102) und ein zweites Statorelement (104) enthält, wobei die Druckausgleichsdichtung (110) aufweist:
 - eine Dichtungsfläche (116), die im Wesentlichen radial nach innen weist;
 - eine Statorgrenzfläche, die wenigstens eine Fläche aufweist, die mit dem Stator in Berührung steht; und
 - ein Reibungsverringerungsstrukturmerkmal (120), das einen Hohlraum auf der Dichtungsfläche (116) beinhaltet, wobei der Hohlraum entlang der Dichtungsfläche (116) als eine Nut (120) ausgebildet ist, um es einem Fluid zu erlauben, sich von wenigstens einem Bereich höheren Drucks in der Nähe eines Bereichs der Statorgrenzfläche zu wenigstens einem Bereich geringeren Drucks zu bewegen, der benachbart zu der Dichtungsfläche (116) angeordnet ist, so dass eine auf die Druckausgleichsdichtung ausgeübte Normalkraft (110) durch eine Kraft ausgeglichen wird, die durch einen Druck des Fluids erzeugt wird, so dass dadurch Reibung zwischen der Druckausgleichsdichtung (110) und einem Kolben vermindert wird, der sich im Wesentlichen in axialer Richtung bewegt (160).
2. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, wobei das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal (120) ferner wenigstens ein Durchgangsloch (122) beinhaltet, das sich durch den Kolbenring erstreckt, um Fluid von dem wenigstens einen Bereich höheren Drucks zu einem Bereich in der Nähe der Dichtungsfläche (116) zu leiten, und wobei das Durchgangsloch sich zwischen der Nut (120) und mindestens entweder einer rückseitigen Fläche (124) der Statorgrenzfläche, einer zweiten Fläche (118) und/oder einer Schrägfläche (126) erstreckt.
3. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, wobei das Reibungsverringerungsstrukturmerkmal (120/410) wenigstens eine Aussparung (412) aufweist, die sich von der Dichtungsfläche (116/406) zu einer zweiten Fläche (408) erstreckt.

CH 702 385 A2

4. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, die ferner eine Schrägfläche (126) aufweist, die an dem Rand einer ersten Fläche (114) und einer rückseitigen Fläche (124) der Druckausgleichsdichtung (110) ausgebildet ist, wobei die Schrägfläche (126) dazu eingerichtet ist, die Wahrscheinlichkeit einer Verwindung der Druckausgleichsdichtung (110) zu vermindern.
5. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, die ferner einen Vorsprung (128) aufweist, der sich senkrecht zu einer zweiten Fläche (118) erstreckt, wobei der Vorsprung (128) dazu eingerichtet ist, die Wahrscheinlichkeit einer Verwindung der Druckausgleichsdichtung (110) zu vermindern.
6. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, die einen gesamten Ring, der mindestens einmal unterbrochen ist, oder einen mehrfach unterteilten Ring aufweist.
7. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 6, wobei der mehrfach unterteilte Ring eine erste Dichtungselementhälfte (130) aufweist, die sich mit einer vorbestimmten Überlappung (112) über eine zweite Dichtungselementhälfte (140) erstreckt.
8. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 6, ferner mit wenigstens einem Antirotationsmerkmal, das dazu eingerichtet ist, eine relative Drehbewegung der Druckausgleichsdichtung und des Ringspalts (106) zwischen dem ersten Stator-Element (102) und dem zweiten Stator-Element (104) zu verhindern, wobei das wenigstens eine Antirotationsmerkmal einen Halterschlitz (108) und einen Halter aufweist, der aus dem Stator vorspringt, um eine Drehbewegung des mehrfach unterteilten Rings in Bezug auf den Stator zu verhindern.
9. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, wobei der Hohlraum (120) durch eine kontinuierliche Begrenzung entlang der Dichtungsfläche (116) umschlossen ist, wobei die kontinuierliche Begrenzung den Hohlraum (120) umgibt, der dazu eingerichtet ist, während des Betriebs wenigstens teilweise mit dem Kolben in Berührung zu kommen.
10. Druckausgleichsdichtung nach Anspruch 1, wobei die Druckausgleichsdichtung (110) einen Kolbenring einer berührungsfreien Gleitringdichtungsanordnung (100) in einer Turbine beinhaltet.

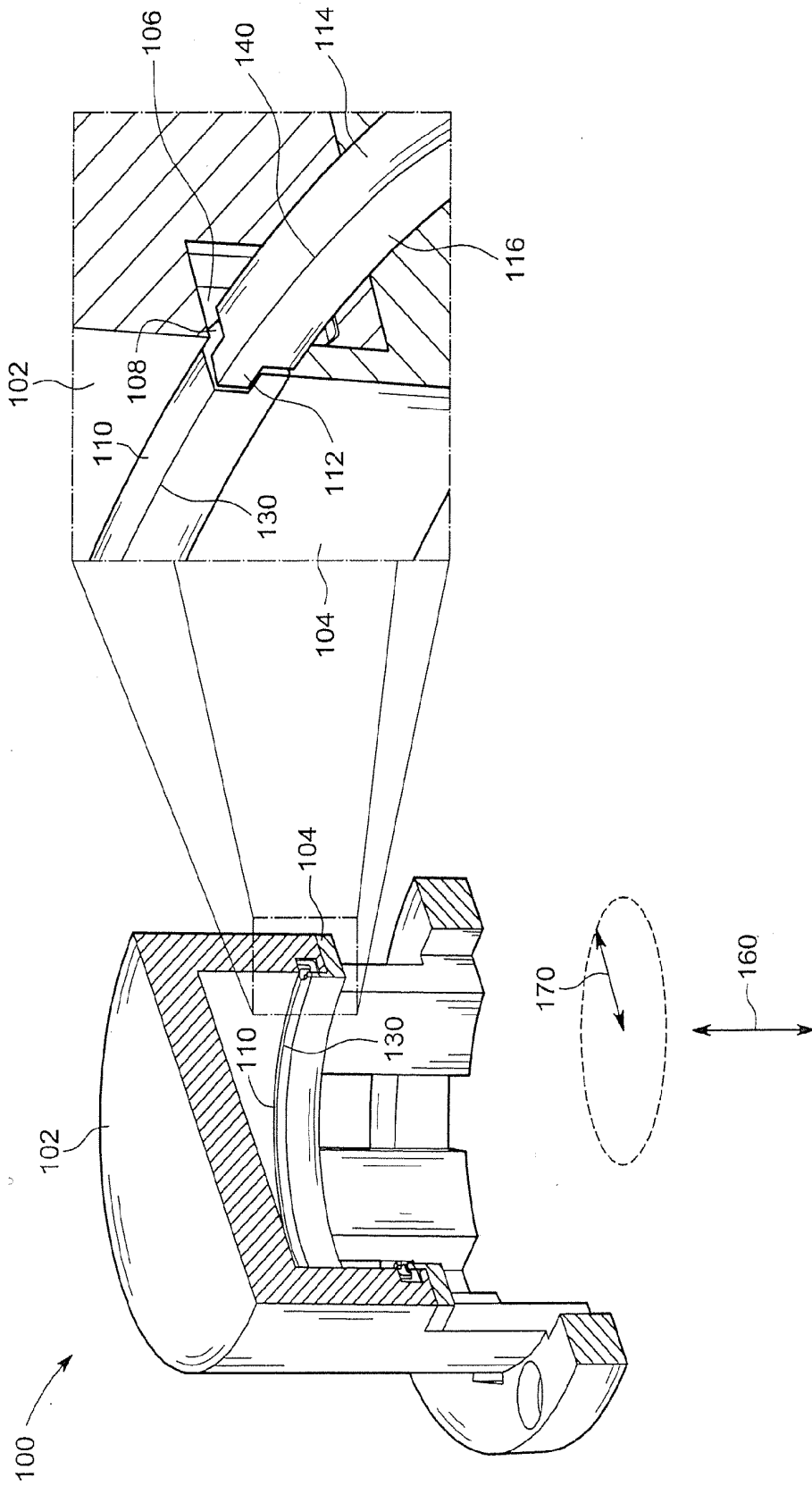


FIG. 1

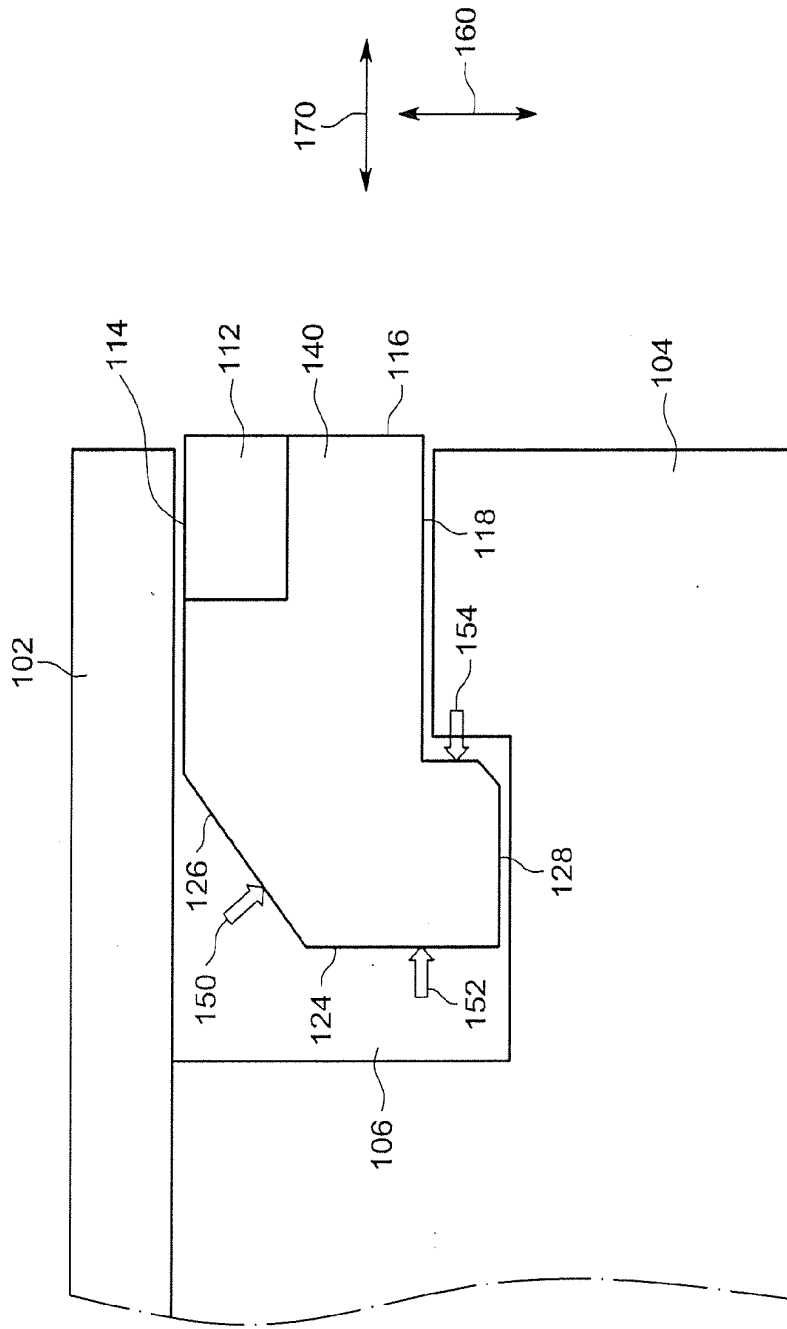


FIG. 2

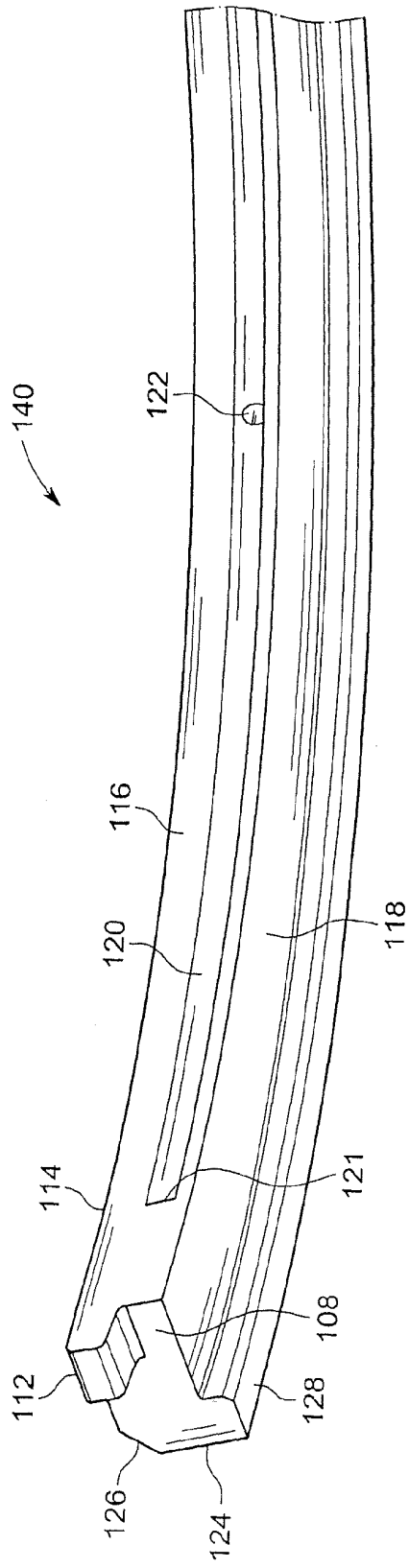


FIG. 3

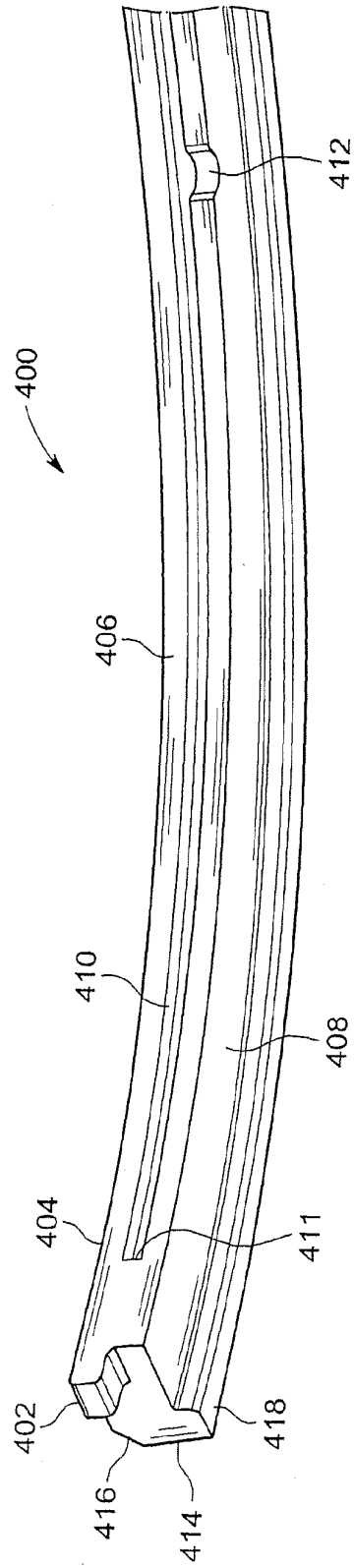


FIG. 4

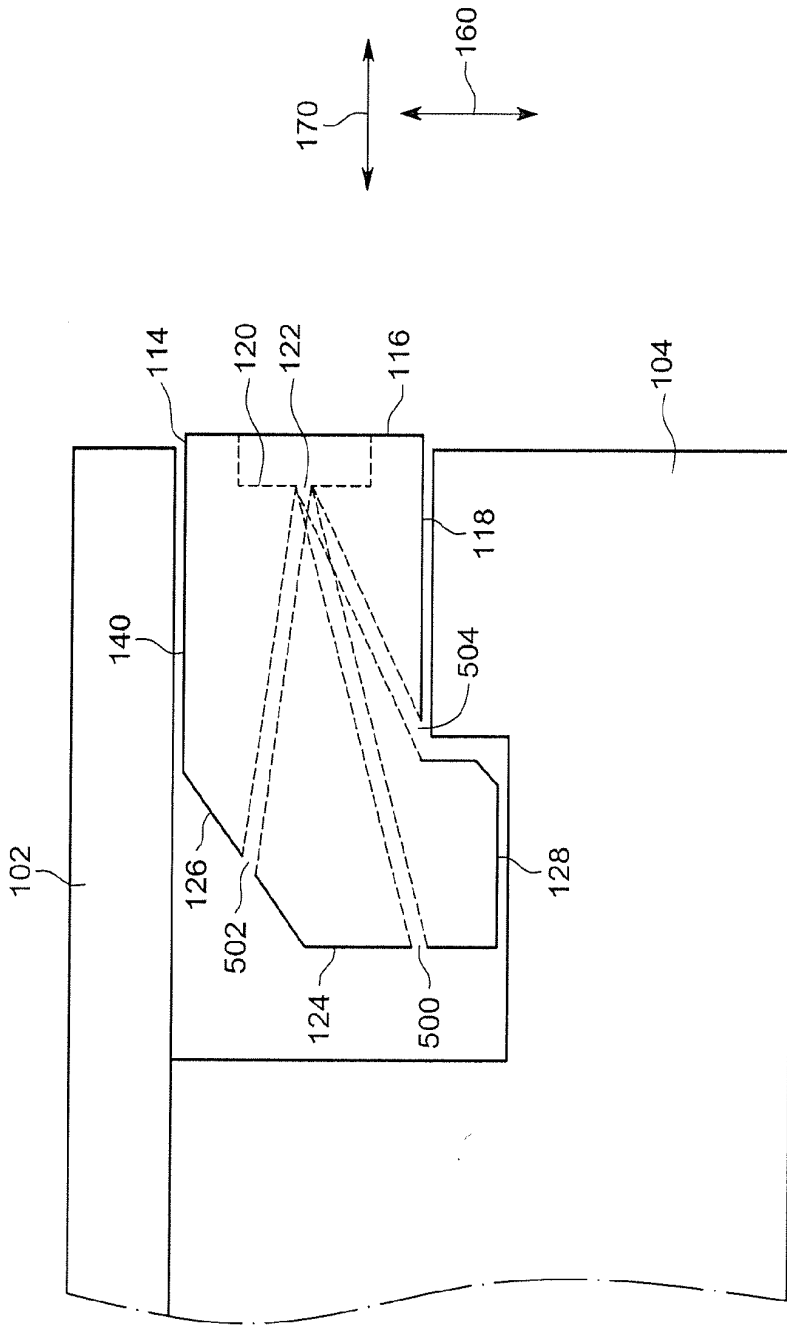


FIG. 5