



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

697 788 A2

(51) Int. Cl.: F01D 25/24 (2006.01)
F01D 25/04 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01217/08

(22) Anmeldedatum: 04.08.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 27.02.2009

(30) Priorität: 23.08.2007 US 11/844,046

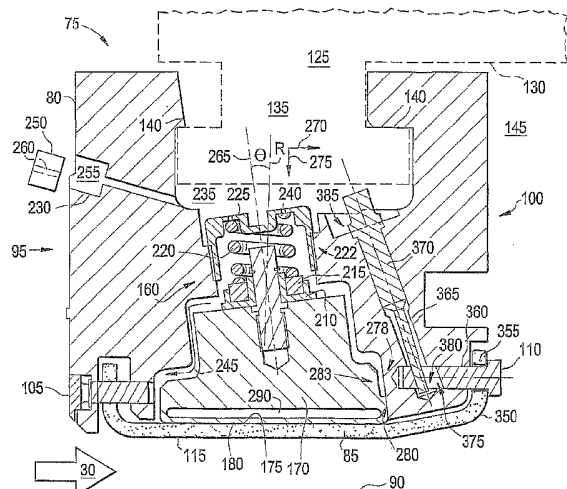
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Kevin Leon Bruce, Green, South Carolina 29651 (US)
Ronald Ralph Cairo, Greer, South Carolina 29650 (US)
Ronald Phillip Nimmer,
Schenectady, New York 12309 (US)
Curtis Alan Johnson, Niskayuna, New York 12309 (US)
Gregory Scot Cormann,
Ballston Lake, New York 12019 (US)
Herbert Chidsey Roberts III,
Simpsonville, South Carolina 29680 (US)

(74) Vertreter:
Ritscher & Partner AG, Resirain 1
8125 Zollikerberg (CH)

(54) **Mantelhalterungsvorrichtung für Gasturbinen.**

(57) Es wird eine Halterungsvorrichtung für den Mantel einer Gasturbine beschrieben. Die Vorrichtung besitzt einen Aussenmantelblock (80) mit einer Kopplung, die mit dem Gehäuse der Gasturbine verbunden werden kann, und ein Mantelelement (85), das einen vorderen Flansch und einen hinteren Flansch (350) besitzt. Das Mantelelement ist über den vorderen Flansch und den hinteren Flansch (350) am Aussenmantelblock (80) befestigt. Die Vorrichtung besitzt ferner eine Dämpfungseinrichtung, die zwischen dem Aussenmantelblock (80) und dem Mantelelement angeordnet ist, sowie ein Spannelement (220), das innerhalb des Aussenmantelblocks (80) angeordnet ist. Ein translatorischer Freiheitsgrad zwischen der Dämpfungseinrichtung und dem Aussenmantelblock (80) definiert eine Bewegungsrichtung (265) der Dämpfungseinrichtung. Das Spannelement (220) steht über die Dämpfungseinrichtung in arbeitsfähiger Verbindung zwischen dem Aussenmantelblock (80) und dem Mantelelement (85), wobei eine Spannkraft des Spannelementes (220) längs der Bewegungsrichtung (265) der Dämpfungseinrichtung gerichtet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Gasturbinen und insbesondere die Mantelhalterungen von Gasturbinen.

[0002] Bei Gasturbinenmotoren, wie sie beispielsweise zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet werden, kann es zur Verbesserung der Effizienz des Motors wünschbar sein, dass die Schaufeln im Turbinengehäuse oder «Mantel» mit vermindertem Abstand rotieren, um aus dem expandierenden Arbeitsfluid einen höheren Anteil der verfügbaren Energie zu gewinnen und dadurch die Effizienz zu verbessern. Eine höhere Betriebseffizienz kann in der Regel z.B. dadurch erzielt werden, dass man den Abstandsgrenzwert zwischen dem Mantel und den Schaufelspitzen und damit eine unerwünschte «Leckage», d.h. den Durchgang von heissem Gas an den Enden der Schaufeln, verringert. Ein vergrößerter Abstand führt zu Leckageproblemen und vermindert die Gesamteffizienz der Turbine.

[0003] Keramische Matrixverbundstoffe als Werkstoffe der Wahl für die Mantelelemente einer Turbine bieten Vorteile für den Betrieb im heissen Gasstrom. Keramische Matrixverbundstoffe können hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt werden und eignen sich daher auch zur Verwendung im Heissgaspfad von Gasturbinen. In neuerer Zeit wurden schmelz-infiltrierte (engl.: melt-infiltrated, MI) keramische Silicium-Kohlenstoff/Silicium-Kohlenstoff(SiC/SiC)- Matrixverbundstoffe (CMC) zu hochtemperaturbeständigen statischen Komponenten verarbeitet, wie beispielsweise den Mantelelementen von Gasturbinen. Wegen ihrer Wärmebeständigkeit kann mit Turbinenkomponenten aus keramischen Matrixverbundstoffen, wie beispielsweise mit aus MI-SiC/SiC Komponenten hergestellten Teilen, im Vergleich mit entsprechenden metallischen Komponenten der Kühlstrom verringert werden.

[0004] Es versteht sich, dass die Mantelelemente durch Druckpulse des heissen Gases bei den Relativbewegungen zwischen Mantel und Schaufeln in Vibration geraten könnten. Wegen der Nähe zu den mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Schaufeln kann die Vibration ausserdem bei oder nahe den Resonanzfrequenzen liegen und demzufolge aus Gründen einer ausreichenden Betriebsdauer bei lang anhaltendem kommerziellem Betrieb von Turbinen eine Dämpfung erfordern. Keramische Verbundstoffe benötigen eine besondere Befestigung und unterliegen mehreren, zum Bruch führende Mechanismen, wie Abnutzung, Oxidation, Belastungskonzentration und Beschädigung des keramischen Verbundes beim Bearbeiten des Verbundstoffes zur Befestigung an den metallischen Komponenten. Deshalb besteht bezüglich der Befestigung von Mantelelementen aus keramischem Verbundstoff an metallischen Turbinenteilen ein Bedarf an einem Ausgleich der dynamisch begründeten Probleme zur Minimalisierung von nachteiligen modalen Reaktionen.

[0005] Die Halterungsvorrichtung gemäss der Erfindung soll diesen Bedarf ermöglichen und hat die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Bevorzugte Ausführungsformen haben die in den Ansprüchen 2 bis 9 angegebenen Merkmale. Eine besondere Ausführungsform der Halterungsvorrichtung im Rahmen der Erfindung hat die in Anspruch 10 angegebenen Merkmale.

[0006] Gemäss einer Ausführungsform bietet die Erfindung eine Halterungsvorrichtung für den Mantel einer Gasturbine und besitzt einen Aussenmantelblock mit einer Kopplung zur Verbindung mit dem Gasturbinengehäuse sowie ein Mantelelement mit einem vorderen Flansch und einem hinteren Flansch. Das Mantelelement ist über den vorderen Flansch und den hinteren Flansch am Aussenmantelblock befestigt. Die Vorrichtung besitzt ferner eine Dämpfungseinrichtung, die zwischen dem Aussenmantelblock und dem Mantelelement angeordnet ist, sowie ein im Aussenmantelblock angeordnetes Spannelement. Die Bewegungsrichtung der Dämpfungseinrichtung ist durch den translatorischen Freiheitsgrad zwischen der Dämpfungseinrichtung und dem Aussenmantelblock definiert. Das Spannelement steht über die Dämpfungseinrichtung in Arbeitsverbindung mit dem Aussenmantelblock und dem Mantelelement, wobei die Spannkraft des Spannelementes in der Bewegungsrichtung der Dämpfungseinrichtung wirkt.

[0007] Gemäss einer weiteren Ausführungsform umfasst die Erfindung eine Halterungsvorrichtung für den Mantel einer Gasturbine, wobei die Gasturbine eine umlaufende Welle besitzt, die senkrecht zu der Welle eine radiale Richtung definiert. Die Vorrichtung besitzt einen Aussenmantelblock mit einer Kopplung, die mit einem Gehäuse der Gasturbine verbunden werden kann, sowie einen schmelz-infiltrierten keramischen Matrixverbundstoff als Innenmantelkomponente mit einem vorderen Flansch und einem hinteren Flansch. Das innere Mantelelement mit dem schmelz-infiltrierten keramischen Matrixverbundstoff ist über den vorderen Flansch und den hinteren Flansch mit dem Aussenmantelblock verbunden. Die Vorrichtung besitzt ferner eine Dämpfungseinrichtung, die zwischen dem Aussenmantelblock und dem inneren Mantelelement aus schmelz-infiltriertem keramischem Matrixverbundstoff angeordnet ist. Ein translatorischer Freiheitsgrad zwischen der Dämpfungseinrichtung und dem Aussenmantelblock definiert eine Bewegungsrichtung der Dämpfungseinrichtung, wobei diese Richtung relativ zur Radialrichtung der Gasturbine einen Winkel von grösser als 0° bildet. Die Vorrichtung besitzt ferner ein Spannelement, das sich im Aussenmantelblock befindet und über die Dämpfungseinrichtung in arbeitsfähiger Verbindung mit dem Aussenmantelblock und dem inneren Mantelelement aus schmelz-infiltriertem keramischem Matrixverbundmaterial steht. Die Spannkraft des Spannelementes wirkt längs der Bewegungsrichtung.

[0008] Die Erfindung wird in den beigeschlossenen Zeichnungen an Hand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Turbinenmotors gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

- Fig. 2 die auseinandergezogene isometrische Ansicht einer Mantelkonstruktion gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 3 die Querschnittsansicht durch die Mantelkonstruktion von Fig. 2, gesehen in Umfangsrichtung zur Achse der Turbine gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 4 den Querschnitt durch die Mantelkonstruktion von Fig. 2, gesehen in axialer Richtung nach vorne,
- Fig. 5 die perspektivische Draufsicht auf Mantelflächen gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 6 eine andere auseinandergezogene isometrische Darstellung der Mantelkonstruktion gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 7 den vergrösserten Querschnitt durch den vorderen Flanschabschnitt eines Mantels mit Verbindungsstift gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und
- Fig. 8 die vergrösserte Seitenansicht des vorderen Flanschbereichs des Mantels und des Verbindungsstiftes von Fig. 7.

[0009] Eine Ausführungsform der Erfindung bietet eine Mantelkonstruktion mit einem schräg liegenden Dämpfungsblock zur verbesserten Abdichtung und erhöhten Vibrationstoleranz. Weitere hier beschriebene Merkmale verbessern die Dichtung innerhalb der Konstruktion und vermindern die Abstände zu den rotierenden Schaufeln zur Verminderung der Leckage zwischen den rotierenden Schaufeln, wodurch die Betriebseffizienz des Motors erhöht wird.

[0010] Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Turbinenmotors 20, wie einem Gasturbinenmotor 20. Der Gasturbinenmotor 20 besitzt eine Brennkammer 25. In der Brennkammer 25 wird eine Mischung aus Kraftstoff und Oxidationsmittel zur Erzeugung eines Gasstroms 30 verbrannt, der heiss und energiegeladen ist. Der Fluss des Gases 30 gelangt dann aus der Brennkammer 25 in eine Turbine 35. Die Turbine 35 besitzt (nicht dargestellte) einen Rotor mit Turbinenschaufeln. Die Strömung des Gases 30 gibt Energie an die Schaufeln ab, wodurch der Rotor umzulaufen beginnt. Der Rotor besitzt eine Welle 40, die den Verdichter 45 betätigt. Die Welle 40 kann gewünschtenfalls Leistung 50 an verschiedene nicht dargestellte Verbrauchervorrichtungen abgeben, wie beispielsweise einen Elektrizitätsgenerator. Der Verdichter 45 nimmt den Oxidationsmittelstrom 55 auf und verdichtet ihn. Nach der Verdichtung des Oxidationsmittelstroms wird ein verdichteter Oxidationsmittelstrom 60 in die Brennkammer 25 eingeführt. Der verdichtete Oxidationsmittelstrom 60 aus dem Verdichter 45 wird mit einem Kraftstoffstrom 65 aus dem Kraftstoffversorgungssystem 70 zur Bildung einer Mischung aus Kraftstoff und Oxidationsmittel im Inneren der Brennkammer 25 gemischt.

[0011] Fig. 2 zeigt die auseinandergezogene isometrische Ansicht einer Mantelkonstruktion 75, die eingehender in Bezug anhand der Schnittdarstellungen der Fig. 3 und 4 erläutert wird.

[0012] Fig. 3 und 4 zeigen die Mantelkonstruktion 75, die einen Aussenmantelblock 80 oder Körper zur Befestigung mehrerer Mantelelemente 85, wie den stationären Mantelelementen 85, besitzt, die in der Nähe einer Reihe von (nicht dargestellten) Turbinenschaufeln angeordnet sind. Fig. 3 zeigt eine Ansicht in Umfangsrichtung mit einem Strom des heissen und energiegeladenen Gases 30, der durch den Motor 20 in der Zeichnung von links nach rechts verläuft, und eine Rotation der (nicht dargestellten) Schaufeln um die Achse 90 bewirkt, welche die Axialrichtung der Turbine 35 und des Aussenmantelblocks 80 definiert. Daher ist ein Druck des heissen und energiereichen Gases 30 am Vorderende 95 des Aussenmantelblocks 80 (vor Abgabe der Energie des heissen und Energie geladenen Gases 30 an die Schaufelkonstruktion) grösser als am hinteren Ende 100 (nach Abgabe eines Energieanteils an die Schaufeln).

[0013] Fig. 4 zeigt eine Ansicht in Axialrichtung nach vorne und entgegen der Strömungsrichtung des heissen und energiereichen Gases 30 durch die Turbine 35 gesehen. Beispielsweise ist der Strom des heissen und energiereichen Gases 30 aus der Zeichnungsebene von Fig. 4 heraus gerichtet, was zu einer Rotation 103 der Turbinenschaufeln um die Achse 90 entgegen dem Uhrzeigersinn führt. Die Enden der (nicht dargestellten) Schaufeln sind nahe den Mantelelementen 85 angeordnet. Jede Leckage von heissem und energiereichem Gas 30 zwischen den Schaufeln und den Mantelelementen 85 führt zu einem Verlust an Betriebseffizienz des Motors 20. Wenn beispielsweise der Abstand zwischen den Enden der Schaufeln und den Mantelelementen 85 vergrössert wird, nimmt die Effizienz des Motors 20 ab.

[0014] Gemäss Fig. 4 trägt der Mantelblock 80 vorzugsweise drei einzelne Mantelelemente 85. Es versteht sich, dass um den Umfang und um die Achse 90 mehrere Mantelblocks 80 zusammenhängend angeordnet sind und eine Turbine mehrere 85 besitzt, die den Strom des heissen Gases durch die Turbine 35 umgeben. Die Mantelelemente 85 sind aus einem keramischen Verbundstoff gefertigt, der durch Stifte 105, 110 (am besten in Fig. 3 zu erkennen) an den Mantelblöcken 80 befestigt ist und deren Innenfläche 115 ist dem heissen und energiereichen Gas 30 des Heissgaspfades ausgesetzt.

[0015] Fig. 5 zeigt die vereinfachte Wiedergabe einer fotografischen Aufnahme des Bodens der Mantelkonstruktion 75 von Fig. 4 mit drei Mantelelementen 85. Gemäss einer Ausführungsform sind die Mantelelemente 85 aus keramischem Matrixverbundmaterial (engl.: ceramic matrix composite material oder «CMC») gefertigt, das ein verbessertes Hochtemperaturverhalten aufweist. Zu den geeigneten Ausführungsformen des CMC-Materials gehören u.a. solche, die eine ökologische Sperrbeschichtung (engl.: environmental barrier coating oder «EBC») in Verbindung mit einer multidirektionalen

Lagenarchitektur aufweisen, wie dies z.B. bei schmelzinfiltrierte, mit Siliciumcarbid-Fasern verstärkten keramischen Matrixverbundstoffen (SiC/SiC CMC) der Fall ist. Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung besitzt die Innenfläche 115 des Mantelelements 85, welches das CMC-Material enthält, zusätzlich eine erhabene Musterung 120. Es wurde gefunden, dass die Verwendung von erhabenen Musterungen 120 der Innenfläche 115 des Mantelelements 85 die Innenfläche 115 vergrössert und den Luftstrom zwischen den rotierenden Schaufeln und dem Mantelelement 85 in ähnlicher Weise vermindert, wie dies bei einer Verringerung des Abstands zwischen den rotierenden Schaufeln und dem Mantelelement 85 der Fall ist und in beiden Fällen zu einer erhöhten Betriebseffizienz führt. Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält die erhabene Musterung 120 ein abschleifbares CMC-Material derart, dass die Enden der Turbinenschaufeln damit in Kontakt kommen und ein Abschleifen bewirken. Dadurch kann es auch zur Entfernung eines geringen Anteils der abschleifbaren erhabenen Musterung 120 aus CMC-Material von der Innenfläche 115 des Mantelelements 85 bzw. der gemeinsam als «Mantelelemente 85» bezeichneten Innenmäntel der Turbine kommen, was den Abstand zwischen der Innenfläche 115 der Mantelelemente 85 fuhr und den Enden der Turbinenschaufeln minimiert. Ausserdem ermöglicht die Verwendung eines abschleifbaren Materials, dass die durch Abschleifen entstandene Krümmung der Innenfläche der Mantelelemente 85 ziemlich genau der Krümmung entspricht, die sich aus der Rotation der Schaufelspitzen ergibt, wobei die Art der Passung ohne die Komplexität und Kosten erzielt wird, die sonst zur Herstellung einer entsprechenden Krümmung der Innenfläche 115 der Mantelelemente 85 notwendig wäre.

[0016] Wie aus den Fig. 3 und 4 zu ersehen, sind die Aussenmantelblöcke 80 in das Gehäuse 125 einer Gasturbine 35 eingepasst. Der Mantelblock 80 ist beispielsweise an dem sich von einer Innenwand 130 weiter in radialer Richtung nach Innen zur Achse 90 erstreckenden Gehäuse 125 befestigt. T-förmige Haken 135 können in Form einer angewinkelten Zahnreihe angeordnet werden und in die dazu passenden Seiten einer Nut 140 eingreifen, die sich längs des Aussenmantelblocks 80 erstreckt, sodass die Nut 140 eine Verbindung mit dem T-förmigen Haken 135 des Gehäuses 125 bildet. Der äussere Mantelblock 80 kann ein einstückiger Block sein, der an den T-förmigen Haken 135 gleitet oder er kann aus einem Paar linker und rechter Blockhälften bestehen, die mit dem T-förmigen Haken 135 verklammert werden. Jeder Block 80 passt in den Hohlraum 145 im Inneren des Gehäuses 125 und nahe dem rotierenden Teil der Turbine 35.

[0017] Die Aussenmantelblöcke 80 können aus einer Metalllegierung gefertigt werden, die bei den Temperaturen der brennenden Abgase ausreichend temperaturbeständig ist. Beispielsweise kann ein kleiner Teil des metallischen Aussenmantelblocks 80 in der Nähe des Mantelelements 85 den heissen und energiereichen Gasen 30 aus dem Strömungsweg der Turbine 35 ausgesetzt sein.

[0018] Im Inneren des Aussenmantelblocks 80 ist ein Dämpfungssystem 150 angeordnet. Zum Dämpfungssystem 150 gehören eine Dämpfungsblok/Mantel-Verbindung 155, ein Dämpfungskraft-Übertragungsmechanismus 160 und ein Dämpfungsmechanismus 165. Die Verbindung 155 umfasst den Dämpfungsblok 170 und das Mantelelement 85. Gemäss einer Ausführungsform ist der Dämpfungsblok 170 aus einem metallischen Material hergestellt, wie PM2000, einer Superlegierung mit hohen Gebrauchstemperaturgrenzen bis beispielsweise 1200°C (2200°F). Wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt, liegt eine radial nach innen gekehrte Fläche 175 des Dämpfungsblocks 170 parallel und benachbart zu und in Kontakt mit einer radial nach aussen gerichteten Fläche 180 des Mantelelements 85. Gemäss einer Ausführungsform kann praktisch der gesamte Bereich der radial nach innen gewendeten Fläche 175 des Dämpfungsblocks 170 innerhalb des Perimeters 183 (am besten in Fig. 6 zu erkennen) ganz-flächig an der nach aussen gekehrten Fläche 180 des Mantelelements 85 anliegen. Je grösser dieser Flächenkontakt ist, umso geringer ist auch die Beanspruchung des Mantelelements 85 durch Kräfte, die zwischen dem Mantelelement 85 und dem Dämpfungsblok 170 wirken und beispielsweise eine Folge der von den rotierenden Schaufeln erzeugten Druckpulse sind. Eine verminderte Kontaktbeanspruchung des Dämpfungsblocks 170 führt zu einer verminderten Abnutzung und bewirkt dadurch eine verlängerte Gebrauchsdauer des Dämpfungsblocks 170. Ausserdem bewirkt der Flächenkontakt eine dichte Verbindung zwischen den Flächen 175, 180, was wiederum ein Eindringen des heissen und energiereichen Gases 30 zwischen das Mantelelement 85 und den Dämpfungsblok 170 vom Vorderende 95 in Pachtung auf das Hinterende 100 der Mantelkonstruktion 75 vermindert. Beispielsweise sind bei einer Ausführungsform alle der radial nach Innen gekehrten Flächen 175 und alle der radial nach aussen gekehrten Flächen 180 planare Flächen 175, 180 und befinden sich in Flächenkontakt.

[0019] Fig. 6 zeigt eine auseinandergezogene isometrische Darstellung der Mantelkonstruktion 75. Aus den Fig. 4 und 6 ist die obere Führung 185 des Dämpfungsblocks 170 zu erkennen. Diese Führung 185 hat eine prismatische Form, die in den Aussenmantelblock 80 passt (am besten in Fig. 4 zu sehen). Eine mit genauer Passung gefertigte Kontaktfläche zwischen der oberen Führung 185 und dem Aussenmantelblock 80 vermindert die Leckage von Kühlluft zwischen der Führung 185 und dem Aussenmantelblock 80. Die Führung 185 ist so geformt, dass ihre Führungsflächen 190, 195 mit den entsprechenden Führungsflächen 200, 205 des Aussenmantelblocks 80 übereinstimmen. Die Führungsflächen 200, 205 zusammen mit den Führungsflächen 190, 195 definieren einen translatorischen Freiheitsgrad des Dämpfungsblocks 170 relativ zum Aussenmantelblock 80, wodurch eine Bewegungsrichtung 265 des Dämpfungsblocks 170 definiert wird. Bei einer Ausführungsform sind die Flächen 190 bis 205 flache Flächen 190 bis 205 derart, dass die enge Toleranz zwischen den flachen Flächen 190 bis 205 eine Seite-bei-Seite-Position ergibt und dadurch eine Verdrehung des Dämpfungsblocks 170 innerhalb des und relativ zum Aussenmantelblock 80 verhindert wird. Gemäss einer Ausführungsform besitzt die obere Führung 185 vier Seiten 190, 195, 207, 208, die eine Quader definieren.

[0020] Wie aus den Fig. 3 und 4 zu ersehen besitzt der Übertragungsmechanismus 160 für die Dämpfungskraft eine Napfdichtung 210 und einen thermisch isolierenden Dichtungsring 215. Der Dichtungsring 215 liegt im Inneren des Napfes 210,

der wiederum in direkter mechanischer Verbindung mit dem Dämpfungsblock 170 steht. Der Napf 210 bildet eine Fassung für die thermisch isolierende Dichtung 215, die den Wärmübergang von der oberen Führung 185 des Dämpfungsblocks 170 zum Spannelement 220, etwa einer Feder, die nahe zu einem ersten Teil 222 des Aussenmantelblocks 80 angeordnet ist, blockiert. Die thermisch isolierende Dichtung 215 kann aus geeigneten Werkstoffen, wie monolithischem keramischem Siliciumnitrid oder einem spanend bearbeitbaren keramischen Glas gefertigt sein, wie zum Beispiel MACOR® (erhältlich von Corning, Inc., Corning, New York).

[0021] Der Dämpfungsmechanismus 165 umfasst eine Feder 220. Die Feder 220 ist vor der Montage bei einer Temperatur und einer Spannung vorkonditioniert, um die Konsistenz der strukturellen Vorgaben zu verbessern. Die Feder 220 ist in einem napf-förmigen Block 225 gelagert, der im Inneren des Mantelblocks 80 befestigt ist, beispielsweise mechanisch durch Verschraubung. Die Feder 220 wird so vorgespannt, dass sie auf das Ende der isolierenden Dichtung 215 so einwirkt, dass der Dämpfungsblock 170 radial nach Innen gegen den Dichtungsnapf 210 gepresst wird. Das entgegengesetzte Ende der Feder 220 steht über dem napfförmigen Block 225 in Arbeitsverbindung mit dem Aussenmantelblock 80.

[0022] Fig. 3 zeigt einen Kühlkanal 230 in Strömungsverbindung mit dem Verdichter 45, um einen Kühlstrom aus abgezwiegender Luft durch den Innenhohlraum 235 zu führen. Der napfförmige Block 225 hat Öffnungen 240, die es ermöglichen, dass der Kühlstrom durch den Kühlkanal 230, um die Feder 220 unterhalb einer bestimmten Temperatur zu halten einer vorbestimmten Temperatur zu halten und dadurch eine Zwangskonvektion zur Regelung der Spannungs/Entspannungsrate zu erzeugen. Die Feder kann hierzu aus metallischen Niedertemperaturlegierungen gefertigt werden, um auf den Dämpfungsblock 170 in Richtung der Bewegung 265 eine positive Vorspannung auf den Dämpfungsblock 170 in Richtung der Bewegung 265 zu erzeugen, wie nachfolgend genauer erläutert. Das verbrauchte Kühlmittel wird über einen Pfad 245 abgeführt. Der Dichtungsnapf 210 sichert die Halterung und Spannung der Feder 220 für den Fall eines Bruchs der die isolierenden Dichtung 215.

[0023] In einer mittigen Bohrung 255 des Kühlkanals 230 ist ein Strömungsregelstopfen 250 angeordnet. Der Stopfen 250 hat Fläche 260 mit einer Bohrung zur Steuerung von Menge und Geschwindigkeit des Kühlmittelstroms zur Feder 220. Beispielsweise kann nach simulierten oder echten Tests festgelegt werden, dass eine bestimmte Strömungsrate Kühlmittelstroms eine gewünschte Maximaltemperatur der Feder 220 ergibt. Ein grösserer Kühlmittelstrom als der mit der gegebenen Strömungsrate ist unerwünscht, da er die Anforderungen an die Kapazität des Kompressors 45 erhöht, was zu einem Verlust an Effizienz des Motors 20 führt. Ausserdem können solche Kühlungsverminderungen den Wärmedurchgang bei Übergangsbetrieb (Warmlaufen) verbessern. Man kann daher rechnerisch eine geeignete Geometrie der Fläche 260 bestimmen, welche die gewünschte Strömungsrate ergibt und einen Kühlstrom vermeidet, der grösser als notwendig für die Einhaltung der gewünschten Temperatur der Feder 220 ist. Im Falle einer Änderung von Betriebsparametern des Motors 20 oder des gewünschten Kühlstromes kann der Stopfen 250 durch eine entsprechende Änderung der Geometrie der Fläche 260 angepasst werden.

[0024] Die Radialrichtung R der Turbine 35 liegt senkrecht zur Achse 90. Eine von der Feder 220 zwischen dem Block 180 und dem Dämpfungsblock 170 verursachte Spannkraft wird mit der Richtung der Bewegung 265 des Dämpfungsblocks 170 ausgerichtet, der relativ zur Radialrichtung R verschoben wird. Beispielsweise kann die Richtung der Bewegung 265 und die Radialrichtung R einen Offset-Winkel θ einschliessen. Dadurch wird die Spannung der Feder 220, die auf den Dämpfungsblock 170 wirkt, längs der Richtung der Bewegung 265 gerichtet und kann in eine axiale Komponente 270 aufgeteilt werden, die mit der Achse 90 übereinstimmt und gegen das hintere Ende 100 des Aussenmantelblocks 80 gerichtet ist, sowie in eine mit der Radialrichtung R und radial nach Innen gerichteten radialen Komponente 275.

[0025] Beim Betrieb erzeugt die radiale Komponente 275 der Spannkraft der Feder 220 auf den Dämpfungsblock 170 eine radial nach Innen gerichtete Kraft. Der Dämpfungsblock 170 drückt seinerseits gegen die nach Aussen gekehrte Fläche 180 des Mantelelements 85 zur Vibrationsdämpfung und insbesondere, um eine Vibration des Mantelelements 85 bei oder nahe den Resonanzfrequenzen zu vermeiden. Die axiale Komponente 270 der Spannkraft der Feder 220 erzeugt eine axiale Kraft auf den Dämpfungsblock 170, und zwar in Richtung zum hinteren Ende 100 eines zweiten Teils 278 des Aussenmantelblocks 80, der nahe dem Mantelelement 85 angeordnet ist. Daher ist eine Dichtungsfläche 280 an einem Hinterende 283 des Dämpfungsblocks 170 in Kontakt mit und vorgespannt gegen das hintere Ende 100 des zweiten Teils 278 des Aussenmantelblocks 80 angeordnet. Die Dichtungsfläche 280 erzeugt eine axiale Abstützung des Dämpfungsblocks 170, wodurch das Vibrationsverhalten des Dämpfungsblocks 170 vermindert und der Dämpfungsblock 170 mit dem Aussenmantelblock 80 abgedichtet wird. Die Abdichtung des Dämpfungsblocks 170 am Aussenmantelblock 80 vermindert die Umleitung von heissem und energiereichem Gas 30 vom Vorderende 95 zum Hinterende 100 um die Schaufeln, was die Effizienz des Motors 20 verbessert.

[0026] Fig. 4 zeigt die Dichtungen 285, die zwischen jeweils benachbarten Dichtungs-halterungen 290 angeordnet sind, wie beispielsweise den Dichtungshaltespalten in den aneinander grenzenden Dämpfungsblocks 170. Die Dichtungen 285 und die Dichtungshalterungen sind längs der Achse 90 ausgerichtet. Demzufolge sind die Dichtungen Axialdichtungen 285 und bewirken die Dichtung der Dämpfungsblocks 170, wodurch die Umleitung von heissem energiereichem Gas 30 um die Turbinenschaufeln vermindert wird. Die Axialdichtungen 285 sind aus einem geeigneten Material gefertigt, um den Temperaturen des heissen energiereichen Gases 30 zu widerstehen. Geeignete Beispiele sind die bekannten und sogenannten «Hundeknochen»-Dichtungen (engl.: dog-bone seals). Der unerwünschte Durchgang von heissem Gases 30 an den Schaufelenden kann ferner durch eine geeignete Anordnung der Mantelelemente 85 vermindert werden, indem die Spalte 295 zwischen benachbarten Mantelelementen 85 in Umfangsrichtung relativ zu den Spalten 300 zwischen

benachbarten Dämpfungsblocks 170 verschoben positioniert sind. Die Anordnung der Mantelelemente 85 derart, dass die Spalte 295 in Umfangsrichtung relativ zu den Spalten 300 versetzt sind, führt zu einem Labyrinthartigen Strömungspfad 305, der einen Fluss des heissen energiereichen Gases 30 um die Schaufeln einschränkt.

[0027] Fig. 7 zeigt die vergrösserte Ansicht eines vorderen Flanschbereichs 310 des Mantelelements 85 und eines Haltestiftes, z.B. dem Vorderflanschverbindungsstiftes 105. Der Stift 105 kann durch die Öffnung 315 des Vorderflansches 310 des Mantelelements 85 eingesetzt werden. Der Stift 105 hält das Mantelelement 85 im Befestigungsblock 80 in Position und wirkt der nach Innen gerichteten Kraft der Feder 220, welche über dem Dämpfungsblock 170 wirkt, entgegen. Der Stift 105 passt in eine Stiftöffnung 320 im Block 80, der eine Ausnehmung 325 für einen Kopf 330 des Stiftes 105 besitzt. Die Stiftöffnung 320 erstreckt sich über einen Spalt 335 im Aussenmantelblock 80 zur Aufnahme des Vorderflansches 310.

[0028] Fig. 8 zeigt die Seitenansicht des Stiftes 105 von Fig. 7, eingesetzt im Block 80. Der Kopf 330 des Stiftes 105 und die Ausnehmung 325 des Blocks 80 besitzen eine komplementäre Geometrie, wie die verlängerten Seiten 340, beispielsweise zum Eingriff mit dem Block 80 und zur Vermeidung einer Drehung des Stiftes 105 nach dem Einsetzen in den Block 80. Eine Kontaktfläche 345 zwischen dem Kopf 330 des Stiftes 105 und der Ausnehmung 325 des Blocks 80 hält den Stift 105 im Block 80. Die Grenzfläche 345 kann auch als Verformungsfläche ausgebildet sein, etwa als Folge des Einschlagens eines Stiftes oder des Nietens. Weitere mögliche Ausführungsformen der Kontaktfläche 345 umfassen eine Materialverformung des Kopfes 330, beispielsweise durch Schweißen, Hartlöten oder Weichlöten. Die Verwendung der Kontaktfläche 345 erübrigt die Verwendung von Gewindezügen am Stift 105 oder im Innern der Öffnung 320 des Blocks 80 und vereinfacht und verbilligt dadurch die Herstellung des Stiftes 105 und des Blocks 80. Ferner wird auf diese Weise auch die Gefahr eines Festfressens des Stiftes 105 bei dessen Entfernung nach dem Betrieb des Motors 20 vermieden.

[0029] In Fig. 3 ist ein hinterer Flansch 350 und ein Stift 110, wie ein Verbindungsstift 110 für den hinteren Flansch dargestellt. Da sich der Stift 110 in direktem Kontakt mit dem Mantelelement 85 befindet, ist die Verwendung einer Fläche, wie der Grenzfläche 345 zur Rückhaltung des vorderen Flanschverbindungsstiftes 105 nicht erforderlich, weil das keramische Material, aus welchem das Mantelelement 85 gefertigt ist, sich nicht für derartige Rückhalteverfahren eignet.

[0030] Der Stift 110 wird durch eine Öffnung 355 des hinteren Flansches 350 des Mantelelements 85 eingesetzt. Der Stift 110 hält das Mantelelement 85 im Halterungsblock 80 in Position und wirkt der radial nach Innen gerichteten Kraft der Feder 220 entgegen, die über den Dämpfungsblock 170 wirkt. Der Stift 110 passt in eine Stiftöffnung 360 im Block 80. Die Stiftöffnung 360 besitzt ferner eine Rückhaltebohrung 365, in welche ein Rückhaltestift 370 eingeführt ist. Der Stift 110 besitzt eine Rückhalteöffnung 375, durch die ein Ende 380 des Haltestiftes 370 geführt ist, wodurch der Stift 110 gehalten und sowohl gegen Verschieben als auch Verdrehen gesichert ist. Durch das nachfolgende Anbringen des Haltestiftes 370 in der Rückhalteöffnung 375 wird die Kontaktfläche 385 des Haltestiftes 370 am gewünschten Ort in der Rückhaltebohrung 365 fixiert. Die Grenzfläche 385 kann auch so ausgeführt sein, dass sie eine Verformung des Haltestiftes 370, wie Einschlagen oder Vernieten, oder eine Verformung des Rückhaltestiftes 370, etwa durch Schweißen, Hartlöten oder Weichlöten, ermöglicht. Die Verwendung des Haltestiftes 370 zusammen mit der Fläche 385 erübrigt die Einarbeitung von Gewindegängen am Stift oder in der Stiftöffnung 360 des Blocks 80 und vereinfacht und verbilligt dadurch die Herstellung des Stiftes 110 sowie des Blocks 80 und vermeidet ausserdem die Gefahr eines Festfressens beim Entfernen des Stiftes 110.

[0031] Obwohl oben eine Ausführungsform mit ebenen Flächen 175, 180 zwischen dem Dämpfungsblock 170 und dem Mantelelement 85 beschrieben ist, versteht sich, dass dies keine Beschränkung der Erfindung bedeutet und dass erfindungsgemäss auch solche Ausführungsformen der Mantelkonstruktion 75 möglich sind, die entsprechende Flächen 175, 180 mit einer anderen Geometrie zum Abdichten und zum Übertragen der radialen Komponente der Kraft der Feder 220 bieten, wie gekrümmte, ovale, in einander greifende verzahnte oder andere Formen.

[0032] Während oben eine Ausführungsform mit ebenen Flächen zur Gewährleistung der seitlichen Anordnung und zur Vermeidung einer Verdrehung des Dämpfungsblocks 170 in dem Aussenmantelblock 80 beschrieben worden ist, versteht sich, dass die Erfindung hierauf nicht begrenzt ist und auch auf solche Ausführungsformen der Mantelkonstruktion 75 angewendet werden kann, die entsprechende Flächen 190 bis 205 mit einer anderen Geometrie zum Erzielen der Dichtung der seitlichen Positionierung und der Vermeidung eines Verdrehens bieten, wie gekrümmte, ovale, elliptische, dreieckige oder andere geeignete Formen. Während oben eine Ausführungsform mit einer Feder 220 als Spannelement 220 beschrieben worden ist, versteht sich, dass die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist und die Erfindung auch in Ausführungsformen möglich ist, die andere Spannelemente 220 zur Vorspannung des Dämpfungsblocks 170 radial nach Innen besitzen, wie eine gesamthaft rückfedernde Konstruktion in Bezug auf entweder den Dämpfungsblock 170 oder den Mantelblock 80.

[0033] Wie beschrieben können Ausführungsformen der Erfindung mindestens einige der folgenden Vorteile besitzen: eine erhöhte Effizienz des Motors als Folge einer verbesserten Abdichtung zwischen dem Dämpfungsblock und dem Aussenmantelblock, eine verbesserte Dichtung zwischen benachbarten Dämpfungsblöcken, eine verbesserte Dichtung durch Mantelspalte, die in Umfangsrichtung gegen die Dämpfungsblocksspalten versetzt sind, eine verbesserte Dichtung zwischen der mit enger Toleranz gefertigten oberen Führungsfläche und dem Aussenmantelblock, einen vergrösserten Kontaktbereich zwischen dem Dämpfungsblock und dem Mantel, eine Verminderung des Abstands zwischen Schaufel und Mantel als Folge von abschleifbarem Mantelmaterial, verminderte Herstellungskosten und erleichterte Instandhaltung als Folge von gewindelosen Mantelrückhaltestiften, und eine vergrösserte Betriebsflexibilität als Folge von austauschbaren Entlüftungstopfen für den Kühlkanal.

[0034] Zusammenfassend bietet die Erfindung eine Halterungsvorrichtung für den Mantel einer Gasturbine. Die Vorrichtung hat einen Aussenmantelblock mit einer Kopplung, die mit dem Gehäuse der Gasturbine verbunden werden kann, und ein Mantelelement, das einen vorderen Flansch und einen hinteren Flansch besitzt. Das Mantelelement ist über den vorderen Flansch und den hinteren Flansch am Aussenmantelblock befestigt und besteht vorzugsweise mindestens teilweise aus einem keramischen Verbundmaterial. Die Vorrichtung besitzt ferner zwischen dem Aussenmantelblock und dem Mantelelement eine Dämpfungseinrichtung und ein Spannelement, das im Aussenmantelblock angeordnet ist. Der translatorische Freiheitsgrad zwischen der Dämpfungseinrichtung und dem Aussenmantelblock definiert die Bewegungsrichtung der Dämpfungseinrichtung. Das Spannelement steht über die Dämpfungseinrichtung in arbeitsfähiger Verbindung zwischen dem Aussenmantelblock und dem Mantelelement, wobei die Spannkraft des Spannelementes längs der Bewegungsrichtung der Dämpfungseinrichtung gerichtet ist.

[0035] Für den Fachmann ergeben sich zahlreiche weitere Abänderungsmöglichkeiten der Erfindung im Rahmen der Ansprüche, die in Übereinstimmung mit der obigen Beschreibung und Zeichnungen auszulegen sind.

Patentansprüche

1. Halterungsvorrichtung für den Mantel einer Gasturbine, wobei die Turbinenwelle eine Radialrichtung senkrecht zur Welle definiert und die Halterungsvorrichtung aufweist:
 - einen Aussenmantelblock (80) mit einer Kopplung zur Verbindung mit dem Gehäuse der Gasturbine (35),
 - ein Mantelelement (85) mit einem vorderen Flansch (310) und einen hinteren Flansch (350), wobei das Mantelelement über den vorderen Flansch (310) und den hinteren Flansch (350) am Aussenmantelblock (80) angebracht ist,
 - eine Dämpfungseinrichtung, die zwischen dem Aussenmantelblock (80) und dem Mantelelement angeordnet ist, wobei zwischen der Dämpfungseinrichtung und dem Aussenmantelblock (80) ein translatorischer Freiheitsgrad besteht, der eine Bewegungsrichtung (265) der Dämpfungseinrichtung definiert, wobei die Bewegungsrichtung (265) einen Winkel grösser als 0° relativ zur Radialrichtung der Gasturbine (35) bildet, und
 - ein Spannelement (220), das innerhalb des Aussenmantelblocks (80) angeordnet ist, wobei das Spannelement (220) sich über die Dämpfungseinrichtung in Arbeitsverbindung zwischen dem Aussenmantelblock (80) und dem Mantelelement befindet und wobei die Spannkraft des Spannelementes (220) längs der Richtung der Bewegung (265) der Dämpfungseinrichtung gerichtet ist.
2. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher
 - der Aussenmantelblock (80) einen ersten Teil nahe dem Spannelement (220) und einen zweiten Teil (278) nahe dem Mantel (85) besitzt und
 - eine Komponente der Spannkraft des Spannelementes (220) ein hinteres Ende (100) (283) der Dämpfungseinrichtung gegen den zweiten Teil (278) des Aussenmantelblocks (80) presst.
3. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher
 - die Dämpfungseinrichtung eine Führungsfläche (190) besitzt,
 - der Aussenmantelblock (80) eine Führungsfläche (200) (205) besitzt, und
 - die Führungsfläche (200) (205) mit der Führungsfläche (190) übereinstimmt, wodurch der translatorische Freiheitsgrad der Dämpfungseinrichtung im Verhältnis zum Aussenmantelblock (80) definiert wird.
4. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher
 - der Aussenmantelblock (80) einen Kühlkanal (230) in Strömungsverbindung mit dem Spannelement (220) besitzt, und
 - die Vorrichtung ausserdem einen Strömungsregelstopfen (250) besitzt, der im Kühlkanal (230) angeordnet ist, wobei der Strömungsregelstopfen (250) eine Fläche (260) besitzt, die eine durch den Strömungsregelstopfen (250) hindurchführende Öffnung aufweist.
5. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher:
 - jedes Mantelelement ein stationäres keramisches Mantelelement für eine Turbinenschaufelreihe der Gasturbine (35) ist, und
 - jedes stationäre keramische Mantelelement eine Fläche (260) benachbart zur Turbinenschaufelreihe aufweist, wobei die Fläche (260) ein erhöhtes Muster (120) hat.
6. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 5, bei welcher,
 - jedes stationäre keramische Mantelelement eines von mehreren stationären keramischen Mantelelementen ist, und
 - die Dämpfungseinrichtung eine von mehreren Dämpfungseinrichtungen ist, wobei jede Dämpfungseinrichtung der mehreren Dämpfungseinrichtungen sich in Kontakt mit einem der mehreren stationären keramischen Mantelelemente befindet,
 - jede Dämpfungseinrichtung der mehreren Dämpfungseinrichtungen eine Dichtungshaltefläche (290) besitzt, und
 - die Vorrichtung ausserdem eine Dichtung besitzt, die jeweils zwischen zwei benachbarten Dichtungsrückhalteflächen (290) von zwei benachbarten Dämpfungseinrichtungen der mehreren Dämpfungseinrichtungen angeordnet ist.
7. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner aufweist:

- einen ersten Stift, der geeignet ist, sich durch eine Öffnung (315, 320, 355) im vorderen Flansch (310) des keramischen Elements zu erstrecken,
 - eine Verformungsfläche zwischen dem Kopf (330) des ersten Stifts und dem Aussenmantelblock (80),
 - einen zweiten Stift, der geeignet ist, sich durch eine Öffnung (315, 320, 355) im hinteren Flansch (350) zu erstrecken, wobei der zweite Stift eine Rückhalteöffnung (315, 320, 355, 375) besitzt, und
 - einen Rückhaltestift (370), der innerhalb der Rückhalteöffnung (315, 320, 355, 375) des zweiten Stifts angeordnet ist.
8. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher
- die Dämpfungseinrichtung eine erste Fläche (260) besitzt,
 - das keramische Element eine zweite Fläche (260) parallel und benachbart zur ersten Fläche (260) besitzt, und
 - die erste Fläche (260) die zweite Fläche (260) berührt.
9. Halterungsvorrichtung nach Anspruch 8, bei welcher
- die erste Fläche (260) auf dem Umfang (183) der Dämpfungseinrichtung liegt und
 - praktisch der gesamte Bereich der ersten Fläche (260) über den Umfang (183) der Dämpfungseinrichtung im Kontakt mit der zweiten Fläche (260) steht.
10. Mantelhalterung für eine Gasturbine (35), wobei die Gasturbine eine umlaufende Welle (40) besitzt, die eine Radialrichtung senkrecht zur Welle definiert, wobei die Halterung umfasst:
- einen Aussenmantelblock (80), der eine Kopplung zur Verbindung mit dem Gehäuse der Gasturbine (35) besitzt,
 - ein schmelzinfiltrierte keramisches Innenmantelelement (85) aus keramischem Matrixverbund, das einen vorderen Flansch (310) und einen hinteren Flansch (350) besitzt, wobei das schmelzinfiltrierte Innenmantelelement aus keramischem Matrixverbund am Aussenmantelblock (80) über den vorderen Flansch (310) und den hinteren Flansch (350) verbunden ist,
 - eine Dämpfungseinrichtung, die zwischen dem Aussenmantelblock (80) und dem schmelzinfiltrierten Innenmantelelement aus keramischem Matrixverbundmaterial durch einen translatorischen Freiheitsgrad zwischen der Dämpfungseinrichtung und dem Aussenmantelblock (80) eine Bewegungsrichtung (265) der Dämpfungseinrichtung definiert, wobei die Bewegungsrichtung (265) relativ zur Radialrichtung der Gasturbine (35) einen Winkel grösser als Null Grad bildet, und
 - ein Spannelement (220), das innerhalb des Aussenmantelblocks (80) angeordnet ist, wobei sich das Spannelement (220) über die Dämpfungseinrichtung in arbeitsfähiger Verbindung zwischen dem Aussenmantelblock (80) und dem Innenmantelelement aus schmelzinfiltriertem keramischem Matrixverbund befindet und die Spannkraft des Spannelementes (220) längs der Bewegungsrichtung (265) gerichtet ist.

FIG. 1

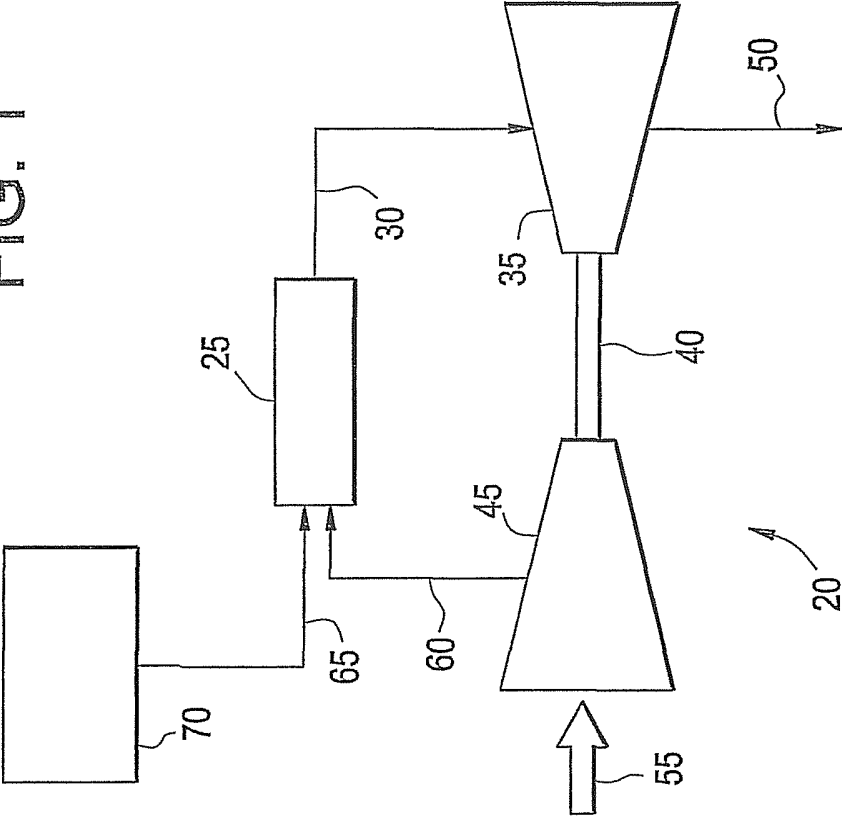
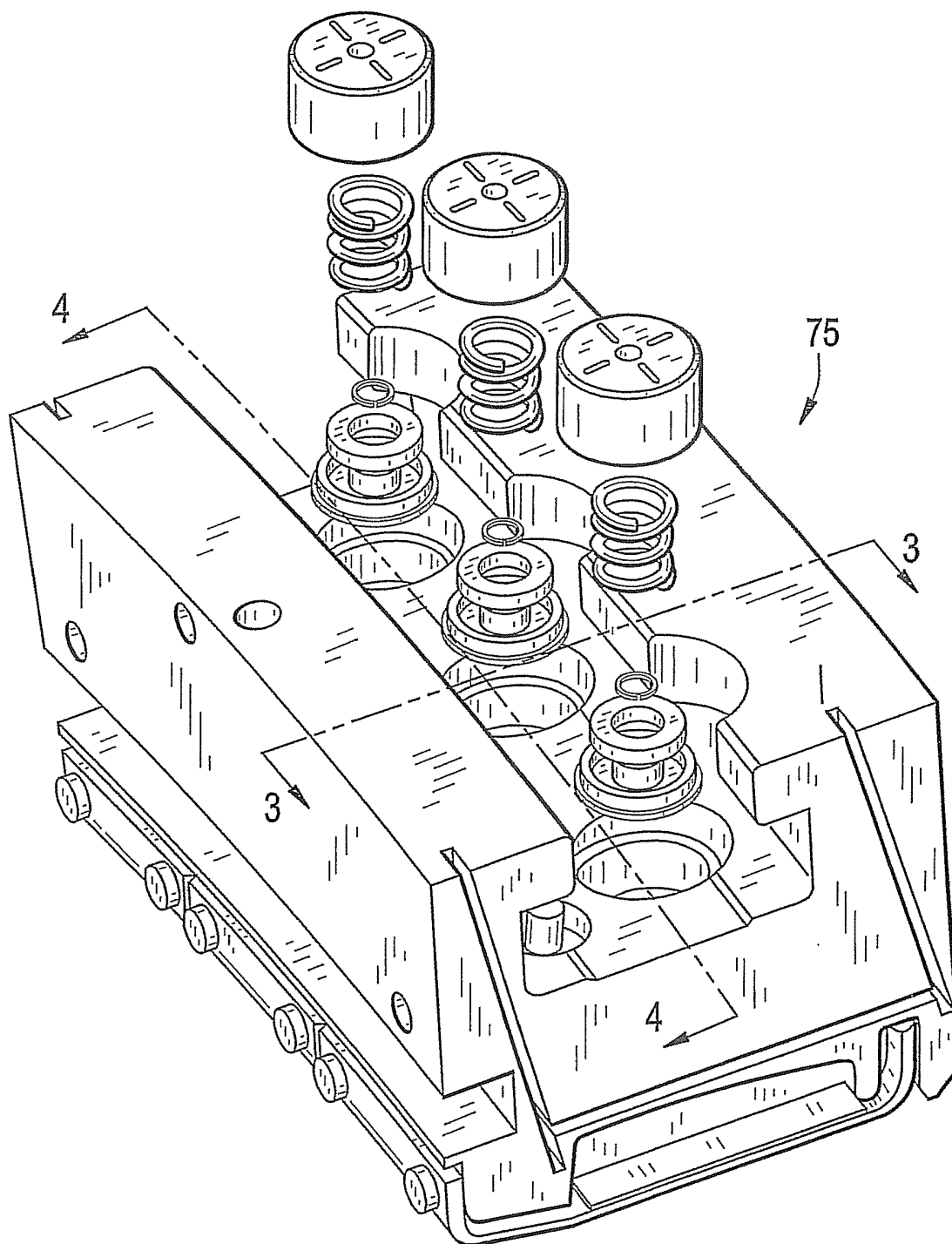
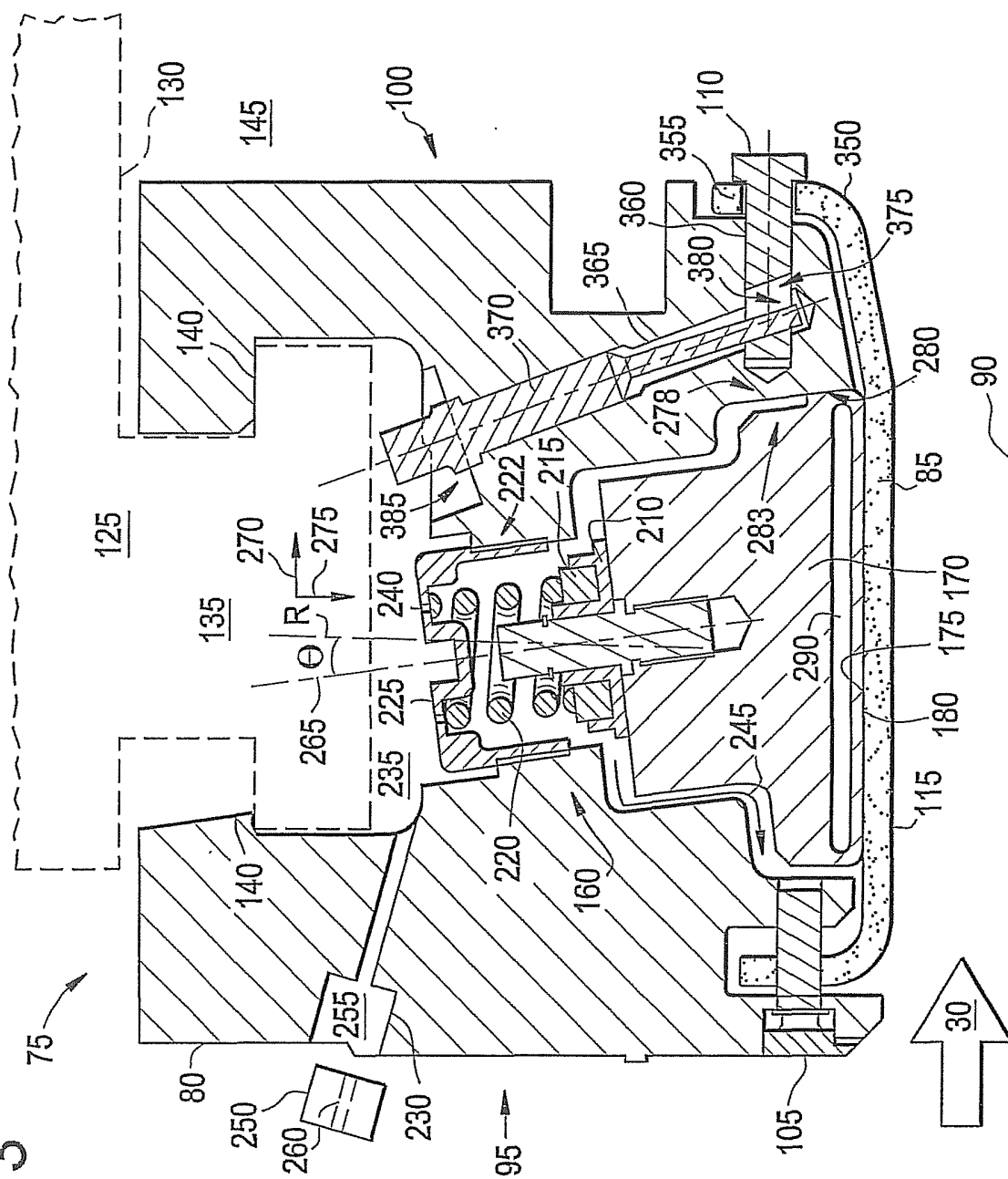


FIG. 2



ᠮᠤᠩᠭᠤᠯᠤᠯᠤᠰ







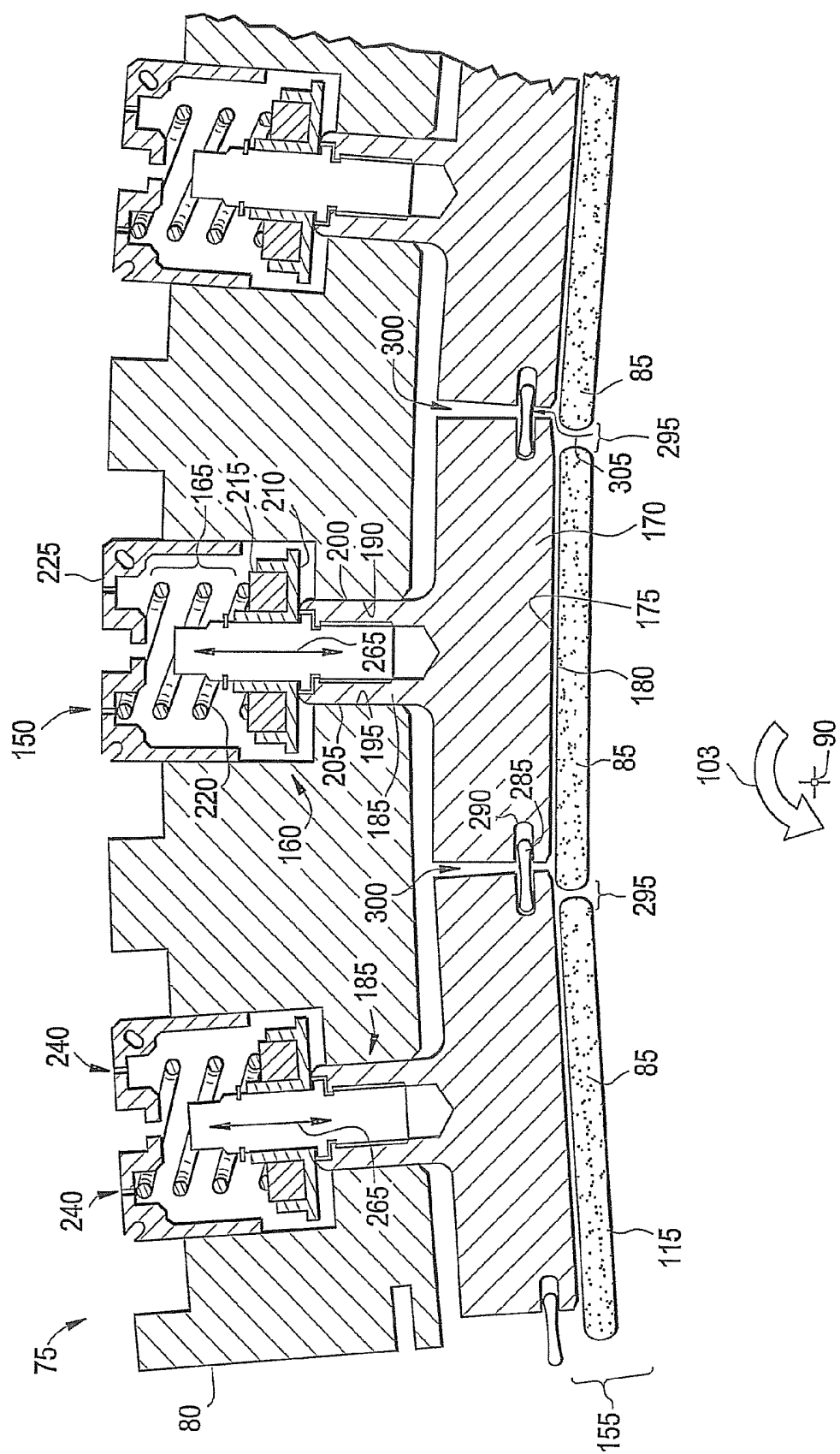


FIG. 5

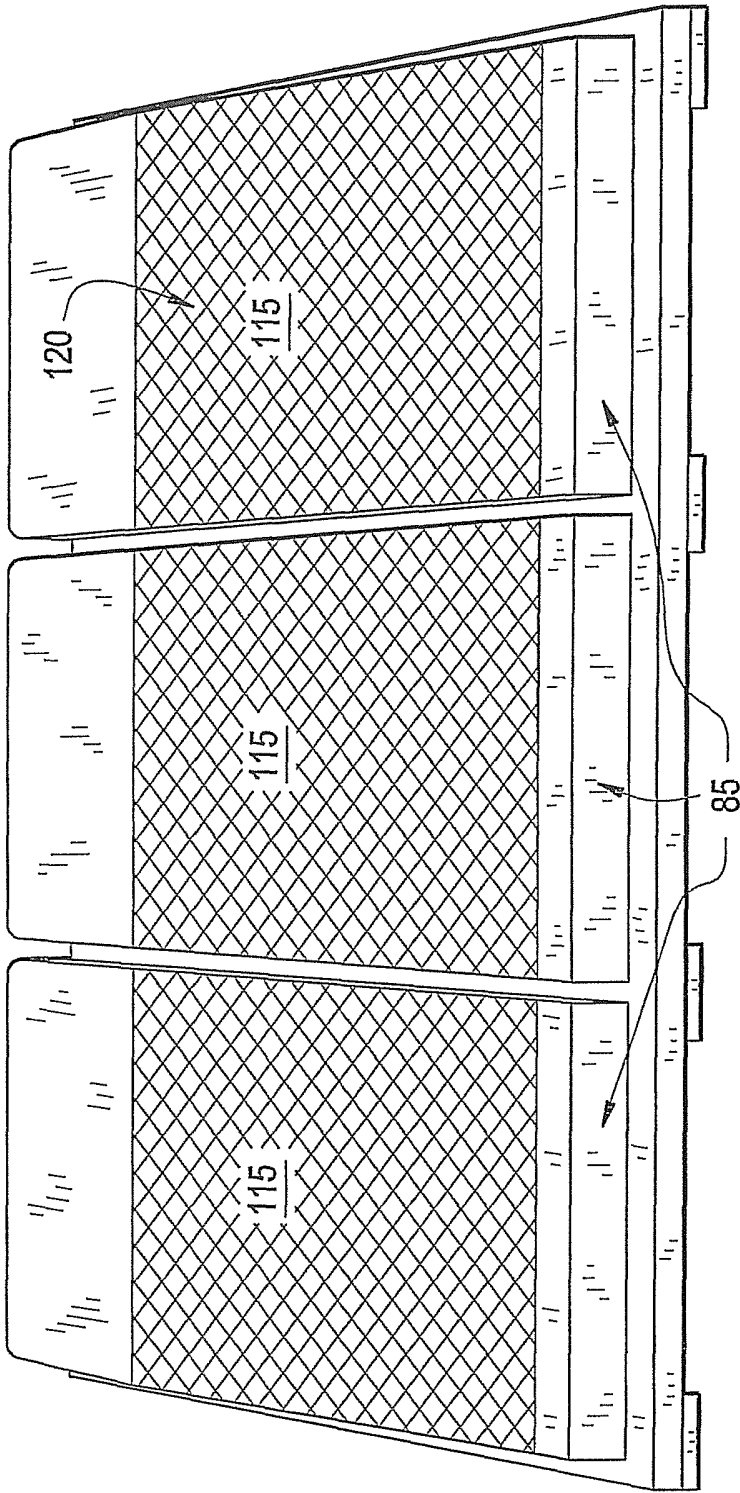


FIG. 6

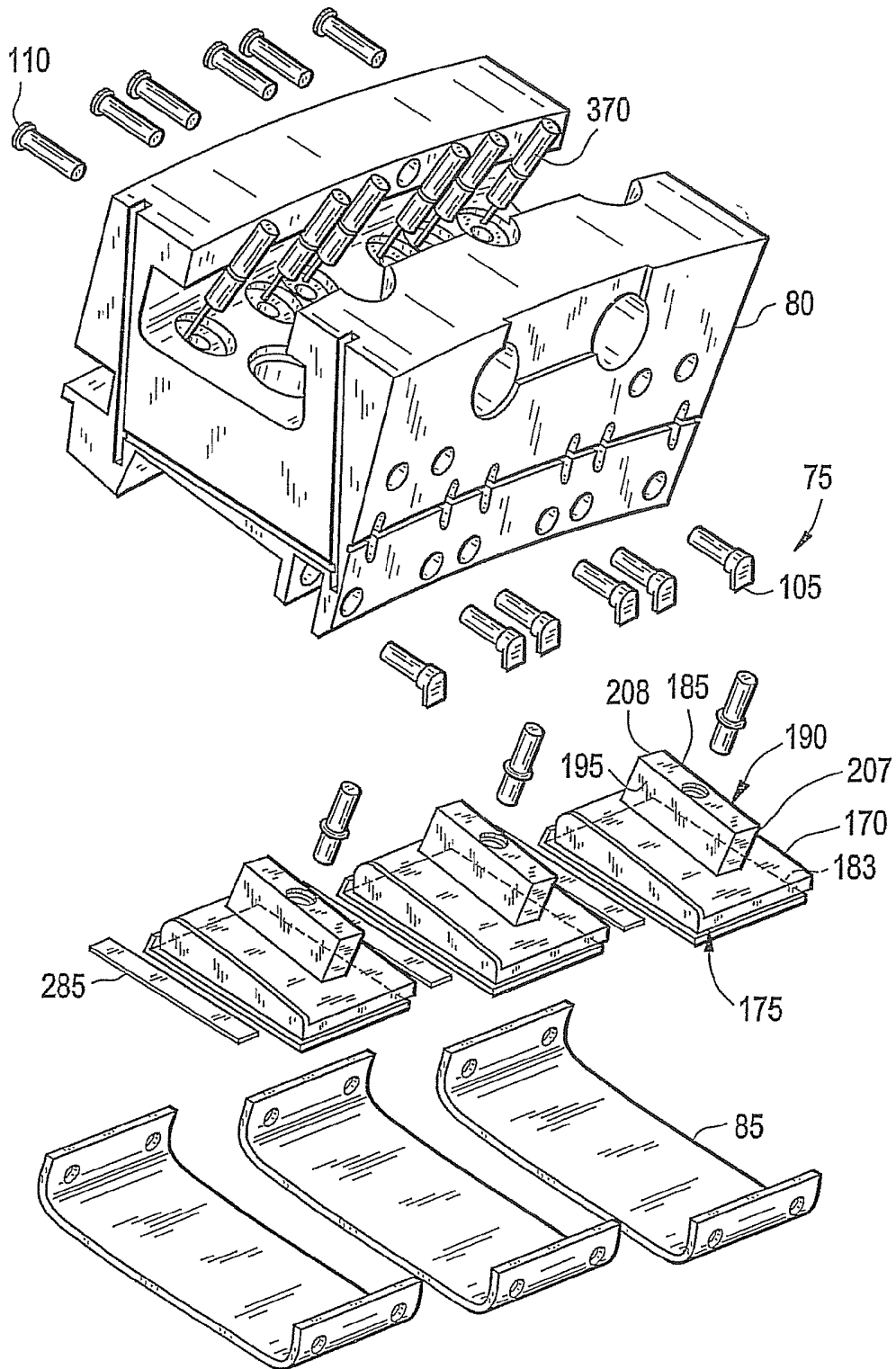


FIG. 7

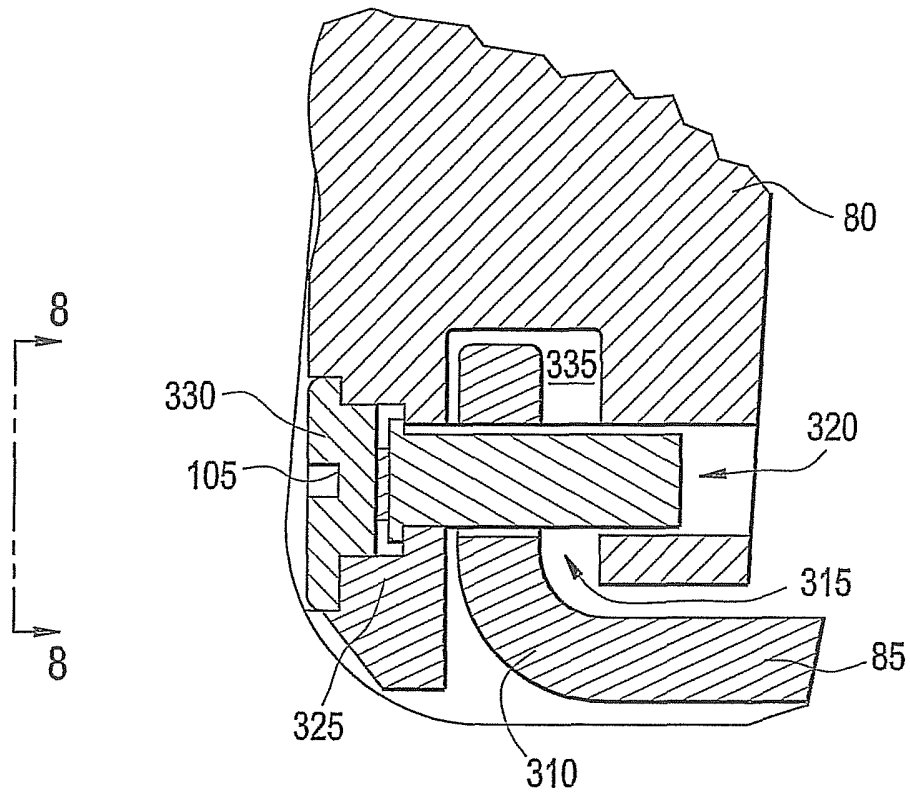


FIG. 8

