

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **708 704 A2**

(51) Int. Cl.: **F01D 5/02** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01524/14

(22) Anmeldedatum: 06.10.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2015

(30) Priorität: 08.10.2013 US 14/048,431

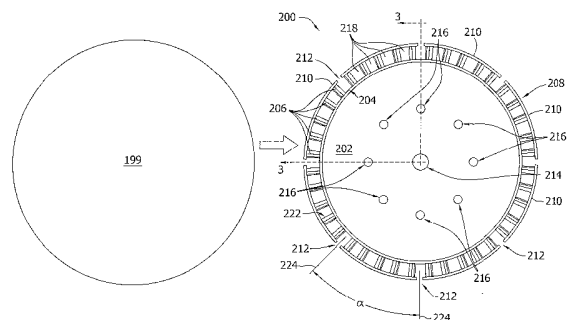
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Thomas Joseph Farineau, Schenectady, NY 12345 (US)
Robin Carl Schwant, Schenectady, NY 12345 (US)
Ganesh Krishnamoorthy, Niskayuna, NY 12309 (US)
Rajiv Sampath, West Chester, OH 45069 (US)

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

(54) **Turbinenblisk mit Deckband und Verfahren zur Herstellung derselben.**

(57) Es sind eine mit einem Deckband versehene Turbinenblisk (200) und ein Verfahren zu ihrer Herstellung geschaffen. Eine Blisk (200) mit Deckband weist einen zentralen Scheibenabschnitt (202) mit einer Drehachse, einen inneren Kranz (204), mehrere Schaufelblätter (206), die sich von dem inneren Kranz (204) aus radial nach aussen erstrecken, und ein Deckband (208) auf, das mit jedem der mehreren Schaufelblätter (206) integral verbunden ist. Das Deckband (208) weist mehrere in Umfangsrichtung angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente (210) auf, die wenigstens zum Teil durch Lücken (212) definiert sind, die zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnet sind. Der zentrale Scheibenabschnitt (202), der innere Kranz (204), die mehreren Schaufelblätter (206) und das Deckband (208) sind aus einem einzigen Block (199) eines Bliskmaterials ausgebildet.



Beschreibung

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein Dampfturbinen und insbesondere Turbinenblisks zur Verwendung in Dampfturbinen.

[0002] Wenigstens einige bekannte Dampfturbinen weisen wenigstens eine Stufe auf, die eine Scheibe enthält, von der aus sich in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Rotorscheaufeln radial nach aussen erstrecken. Jede Rotor- bzw. Laufschaufel weist ein Schaufelblatt und einen Schwalbenschwanz an ihrem Fuss auf, wobei der Schwalbenschwanz radial in einem komplementären Schlitz in dem Umfang der Scheibe festgehalten ist. Im Betrieb rotieren die Scheibe und die an ihr befestigten Laufschaufeln, wobei die Laufschaufeln eine beträchtliche Zentrifugalkraft entwickeln, die nach unten durch die jeweiligen Schwalbenschwänze und in die Scheibe hinein übertragen wird. Die Schwalbenschwänze müssen geeignet konfiguriert und bemessen sein, um die Laufschaufeln mit einem geeigneten niedrigen Spannungsniveau zur Erreichung einer Nutzungsdauer im Betrieb zu tragen.

[0003] In einigen bekannten Dampfturbinen sind die Laufschaufeln relativ eng im Abstand zueinander um den Umfang der Scheibe herum angeordnet, was die Unfähigkeit herkömmlicher Schwalbenschwanzkonstruktionen zur, eine Zentrifugalbelastung bei geeigneten Spannungsniveaus ertragen zu können, um der Scheibe zu ermöglichen, eine brauchbare Nutzungsdauer zu haben, zur Folge hat. Andere Konstruktionsüberlegungen können bei der Verwendung herkömmlicher Schwalbenschwanzkonstruktionen ebenfalls Herausforderungen darstellen. Dementsprechend sind in wenigstens einigen herkömmlichen Dampfturbinen die Schaufelblätter integral mit der Scheibe, als eine einteilige Komponente hergestellt, die herkömmlich als Blisk (von englisch: «bladed disk», mit Schaufeln versehene Scheibe) bezeichnet wird. Blisks werden auch manchmal als Rotoren mit integralen Schaufeln bezeichnet. Eine Blisk wird typischerweise aus einem einteiligen massiven Schmiedeteil hergestellt, das anschliessend, z.B. unter Verwendung von entweder einem Fräser oder Elektroden zur elektrochemischen Bearbeitung (ECM - Electrochemical Machining) herkömmlich bearbeitet wird. Da die Laufschaufeln mit der Scheibe integral, in einem Stück ausgebildet sind, können im Betrieb zufriedenstellende Niveaus der Belastbarkeitsniveaus in der Blisk zur Erzielung einer geeigneten Nutzungsdauer erhalten werden.

[0004] In wenigstens einigen bekannten Bliskkonfigurationen ist ein kontinuierliches Deckband in der Mitte der Spannweite oder in einem Teilbereich der Spannweite vorgesehen, das die Schaufelblätter in innere oder nabenseitige Schaufelblätter und äussere oder spitzenseitige Schaufelblätter trennt, so dass eine Luftströmung über diese getrennt in verschiedenen inneren und äusseren Strömungspfaden geleitet wird. Das kontinuierliche, ununterbrochene Deckband erleichtert nicht nur, eine radiale Querströmung oder Leckage zwischen dem inneren und dem äusseren Strömungspfad zu verhindern, sondern erleichtert auch, die gesamte Steifigkeit der Blisk deutlich zu vergrössern, um ihre Schwingungsfrequenzen in einen mehr erwünschten Bereich zu erhöhen. Ausserdem erzeugt die durch das Deckband selbst bereitgestellte zusätzliche Masse im Betrieb Zentrifugallasten, die zum Teil durch Umfangsspannungen aufgenommen werden, die in dem Deckband während des Betriebs erzeugt werden. Ein Teil der Zentrifugalkräfte des Deckbands wird jedoch auch durch die inneren Schaufelblätter auf die Scheibe übertragen.

[0005] Solche Bliskkonfigurationen lassen jedoch die radial äussersten Spitzen der Schaufelblätter unbedeckt, was die Verwendung von stationären Mänteln, die die Blisk umgeben, erforderlich macht. Demgemäss besteht der Wunsch, eine Bliskkonstruktion zu schaffen, die das Problem der unbedeckten Schaufelblattspitzen behandelt. Ebenso besteht der Wunsch, eine Bliskkonstruktion zu schaffen, die die Umfangsspannungen behandelt, die von Deckbandkomponenten, die mit den Schaufelblättern verbunden sind, hervorgerufen werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] In einem Aspekt ist ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenblisk geschaffen. Das Verfahren enthält ein Bereitstellen eines massiven kreisförmigen Blocks eines Bliskmaterials, wobei der Block eine Drehachse aufweist. Das Verfahren enthält ferner ein Definieren bzw. Ausbilden eines inneren Kranzes, der sich in Umfangsrichtung um die Drehachse herum erstreckt und einen zentralen Scheibenabschnitt umgibt. Das Verfahren enthält ferner ein Definieren bzw. Ausbilden mehrerer Schaufelblätter, die sich von dem inneren Kranz aus radial nach aussen erstrecken. Das Verfahren enthält ferner ein Definieren bzw. Ausbilden eines Deckbands, das integral mit jedem der mehreren Schaufelblätter verbunden ist, wobei das Deckband mehrere längs des Umfangs angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente aufweist, die wenigstens teilweise durch zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnete Lücken definiert sind.

[0007] Das zuvor erwähnte Verfahren kann ein Definieren entweder des inneren Kranzes und/oder der mehreren Schaufelblätter und/oder des Deckbandes durch Abtragen von Bliskmaterial von dem Block des Bliskmaterials aufweisen.

[0008] Zusätzlich kann das Verfahren ein Abtragen von Bliskmaterial durch wenigstens eines von computerisiert numerisch gesteuertem Fräsen, elektrochemischem Abtragen und elektroerosivem Abtragen aufweisen.

[0009] In dem Verfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das Definieren mehrerer Schaufelblätter ein Definieren einer geraden Anzahl von Schaufelblättern aufweisen, die gleichmässig um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung beabstandet angeordnet sind.

[0010] In dem Verfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das Definieren eines Deckbandes ein Definieren jedes der Deckbandsegmente, damit dieses eine Spannweite abdeckt, die jeder anderen Deckbandsegmentspannweite gleich ist, aufweisen.

[0011] In dem Verfahren der zuvor erwähnten Art kann die konstante Spannweite ein Bogen a sein, wobei a nicht grösser als 90° ist.

[0012] In dem Verfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das Bereitstellen eines massiven kreisförmigen Blocks eines Bliskmaterials entweder Schmieden des Blocks oder Giessen des Blocks aufweisen.

[0013] In einem weiteren Aspekt ist eine Turbinenblisk zur Verwendung in einer Turbine geschaffen. Die Turbinenblisk weist einen zentralen Scheibenabschnitt mit einer Drehachse auf. Die Turbinenblisk weist ferner einen inneren Kranz auf, der sich in Umfangsrichtung um die Drehachse herum erstreckt und den zentralen Scheibenabschnitt umgibt. Die Turbinenblisk weist ferner mehrere Schaufelblätter auf, die sich von dem inneren Kranz aus radial nach aussen erstrecken. Die Turbinenblisk weist ferner ein Deckband auf, das mit jedem der mehreren Schaufelblätter integral verbunden ist, wobei das Deckband mehrere längs des Umfangs angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente aufweist, die wenigstens teilweise durch zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnete Lücken definiert sind. Der zentrale Scheibenabschnitt, der innere Kranz, die mehreren Schaufelblätter und das Deckband sind aus einem einzigen Block eines Bliskmaterials ausgebildet.

[0014] In der zuvor erwähnten Turbinenblisk können die mehreren Schaufelblätter eine gerade Anzahl von Schaufelblättern aufweisen, die um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung gleichmässig beabstandet angeordnet sind.

[0015] In der Turbinenblisk einer beliebigen vorstehend erwähnten Art können die mehreren in Umfangsrichtung angeordneten bogenförmigen Deckbandsegmente eine gerade Anzahl von Deckbandsegmenten aufweisen, die um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung gleichmässig beabstandet angeordnet sind.

[0016] In der Turbinenblisk einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die Anzahl der Schaufelblätter grösser als die der Deckbandsegmente sein.

[0017] In der Turbinenblisk einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann jedes der Deckbandsegmente eine Spannweite abdecken, die jeder anderen Deckbandsegmentspannweite gleich ist.

[0018] In der Turbinenblisk einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die konstante Spannweite ein Bogen α sein, wobei α nicht mehr als 90° beträgt.

[0019] In der Turbinenblisk einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der massive kreisförmige Block des Bliskmaterials durch wenigstens entweder Schmieden des Blocks und/oder Giessen des Blocks hergestellt sein.

[0020] In einem weiteren Aspekt ist ein Turbinensystem geschaffen. Das Turbinensystem weist eine Dampfquelle auf. Das Turbinensystem weist ferner eine Dampfturbine auf, die mit der Dampfquelle verbunden ist, wobei die Dampfturbine wenigstens eine Turbinenblisk aufweist, die zur Rotation um eine Drehachse herum mit einer Ausgangswelle verbunden ist. Das Turbinensystem weist ferner eine Last auf, die mit der Ausgangswelle verbunden ist. Die Turbinenblisk weist einen zentralen Scheibenabschnitt auf, der eine Drehachse enthält. Die Turbinenblisk weist ferner einen inneren Kranz auf, der sich in Umfangsrichtung um die Drehachse herum erstreckt und den zentralen Scheibenabschnitt umgibt. Die Turbinenblisk weist ferner mehrere Schaufelblätter auf, die sich von dem inneren Kranz aus radial nach aussen erstrecken. Die Turbinenblisk weist auch ein Deckband auf, das mit jedem der mehreren Schaufelblätter integral verbunden ist, wobei das Deckband mehrere in Umfangsrichtung angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente aufweist, die wenigstens teilweise durch zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnete Lücken definiert sind, wobei der zentrale Scheibenabschnitt, der innere Kranz, die mehreren Schaufelblätter und das Deckband aus einem einzigen Block eines Bliskmaterials ausgebildet sind.

[0021] In dem zuvor erwähnten Turbinensystem können die mehreren Schaufelblätter eine gerade Anzahl von Schaufelblättern aufweisen, die um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung gleichmässig beabstandet angeordnet sind.

[0022] In dem Turbinensystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art können die mehreren längs des Umfangs angeordneten bogenförmigen Deckbandsegmente eine gerade Anzahl von Deckbandsegmenten aufweisen, die um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung gleichmässig beabstandet angeordnet sind.

[0023] In dem Turbinensystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die Anzahl der mehreren Schaufelblätter grösser als die der mehreren Deckbandsegmente sein.

[0024] In dem Turbinensystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann jedes der Deckbandsegmente eine Spannweite abdecken, die jeder anderen Deckbandsegmentspannweite gleich ist. Die konstante Spannweite kann ein Bogen a sein, wobei a nicht mehr als 90° beträgt.

[0025] In dem Turbinensystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der massive kreisförmige Block des Bliskmaterials durch wenigstens entweder Schmieden des Blocks und/oder Giessen des Blocks hergestellt sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Dampfturbine.

[0027] Fig. 2 ist eine Vorderansicht einer Turbinenblisk, die in einer Dampfturbine verwendet werden kann, wie sie in Fig. 1 veranschaulicht ist.

[0028] Fig. 3 ist eine seitliche Querschnittsansicht der in Fig. 2 veranschaulichten Turbinenblisk, die entlang der Linie 3–3 der Fig. 2 geschnitten wurde.

[0029] Fig. 4 ist eine perspektivische Draufsicht eines Abschnitts der in Fig. 2 veranschaulichten Turbinenblisk.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0030] Wie sie hierin verwendet werden, beziehen sich die Begriffe «axial» und «in axialer Richtung» auf Richtungen und Orientierungen, die sich im Wesentlichen parallel zu einer Längsachse einer Dampfturbine erstrecken. Darüber hinaus beziehen sich die Begriffe «radial» und «in radialer Richtung» auf Richtungen und Orientierungen, die sich im Wesentlichen senkrecht zu einer Längsachse einer Dampfturbine erstrecken. Zusätzlich, wie hierin verwendet, beziehen sich die Begriffe «in Umfangsrichtung» und «längs des Umfangs» auf Richtungen und Orientierungen, die sich im Wesentlichen bogenförmig um eine Längsachse einer Dampfturbine herum erstrecken. Man beachte ebenfalls, dass der Begriff «Fluid», wie er hierin verwendet wird, jedes Medium oder Material umfasst, dass strömt oder fließt, einschliesslich, aber nicht darauf beschränkt, Gas und Luft.

[0031] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer exemplarischen Dampfturbine 100. Die Turbine 100 weist einen Hochdruck-(HP)-Bereich 102 und einen Mitteldruck-(IP)-Bereich 104 auf. Eine HP-Schale oder ein HP-Gehäuse 106 ist axial in obere und untere Halbbereiche 108 bzw. 110 unterteilt. Ähnlich ist eine IP-Schale 112 axial in obere bzw. untere Halbbereiche 114 bzw. 116 unterteilt. In der exemplarischen Ausführungsform sind die Schalen 106 und 112 innere Gehäuse. Alternativ sind die Schalen 106 und 112 äussere Gehäuse. In der exemplarischen Ausführungsform sind die Schalen 106 und 112 so abgedichtet, dass keine Umgebungsluft in die Maschine 100 eintritt. Ein zwischen dem HP-Bereich 102 und dem IP-Bereich 104 positionierter zentraler Bereich 118 enthält einen Hochdruckdampfteinlass 120 und einen Mitteldruckdampfteinlass 122.

[0032] Ein ringförmiger Bereichsteiler 134 erstreckt sich von dem Zentralbereich 118 aus radial nach innen zu einer Rotorwelle 140 hin, die sich zwischen dem HP-Bereich 102 und IP-Bereich 104 erstreckt, und ist zur Rotation um eine Achse X eingerichtet. Die Rotorwelle 140 ist durch Lager 130 und 132 drehbar gelagert. Insbesondere erstreckt sich der Teiler 134 in Umfangsrichtung um einen Abschnitt der Rotorwelle 140 herum zwischen einer Einlassdüse 136 des ersten HP-Bereichs und einer Einlassdüse 138 des ersten IP-Bereichs. Der Teiler 134 ist in einem Kanal 142 aufgenommen.

[0033] Während des Betriebs nimmt der Hochdruckdampfteinlass 120 Hochdruck/Hochtemperatur-Dampf 144 aus einer Dampfquelle 150, beispielsweise einem Kraftwerkskessel, auf. Der Dampf 144 wird von der Einlassdüse 136 aus durch den HP-Bereich 102 geleitet, wobei aus dem Dampf 144 Arbeit zum Drehen der Rotorwelle über einen oder mehrere mit Schaufeln versehene Rotoren 152, 154, die mit der Welle 140 gekoppelt sind, entzogen wird. Die mit Schaufeln versehenen Rotoren 152, 154 weisen mehrere (in Fig. 2–4 gezeigte) Turbinenschaufelblätter 206 auf (auf die auch als Schaufeln oder Laufschaufeln Bezug genommen wird). Der Dampf 144 verlässt den HP-Bereich 102 und wird in den Kessel zurückgeführt, wo er wiedererhitzt wird. Der wiedererhitzte Dampf 146 wird dann zu dem Mitteldruckdampfteinlass 122 geleitet und über die Einlassdüse 138 in den IP-Bereich 104 mit einem verringerten Druck gegenüber dem in den HP-Bereich 102 eintretenden Dampf 144, jedoch bei einer Temperatur, die annähernd gleich der Temperatur des in den HP-Bereich 102 eintretenden Dampfes ist, zurückgeführt. Arbeit wird aus dem Dampf 146 in dem IP-Bereich 104 in einer im Wesentlichen ähnlichen Weise wie derjenigen, die für den HP-Bereich 102 verwendet wird, über ein System umlaufender und stationärer Komponenten entzogen. Demzufolge ist ein Betriebsdruck in dem HP-Bereich 102 höher als ein Betriebsdruck in dem IP-Bereich 104, so dass sich Dampf 144 in dem HP-Bereich 102 bei höherem Betriebsdruck als in dem IP-Bereich 104 befindet. In der exemplarischen Ausführungsform veranlasst die entnommene Arbeit die Welle 140 zu rotieren. Die Welle 140 ist mit einer Last 156, wie z.B. einem elektrischen Generator verbunden.

[0034] In der exemplarischen Ausführungsform ist die Dampfturbine eine Hochdruck- und Mitteldruck-Dampfturbinenkombination mit Gegenstrombetrieb. Alternativ kann die Dampfturbine 100 bei jeder beliebigen Einzelturbine, einschliesslich, jedoch nicht darauf beschränkt, Niederdruckturbinen eingesetzt werden. Zusätzlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine Verwendung bei Gegenstromdampfturbinen beschränkt, sondern kann vielmehr bei anderen Dampfturbinenkonfigurationen eingesetzt werden, die Einfachstrom- und Doppelstromdampfturbinen umfassen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein.

[0035] Fig. 2 zeigt eine Vorderansicht einer Turbinenblisk 200, die mit der in Fig. 1 gezeigten Dampfturbine 100 verwendet werden kann. Fig. 3 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht der in Fig. 2 veranschaulichten Turbinenblisk 200, die entlang der Linie 3–3 in Fig. 2 geschnitten wurde. Die Blisk 200 weist einen zentralen Scheibenabschnitt 202 auf, der von einem inneren Kranz 204 umgeben ist. Mehrere Schaufelblätter 206 erstrecken sich von dem inneren Kranz 204 aus radial nach aussen in regelmässigen Intervallen um den Umfang des inneren Kranzes 204 herum. Mehrere Durchgänge 218 sind zwischen benachbarten Schaufelblättern 206 definiert. Ein Deckband 208 ist durch mehrere bogenförmige Deckbandsegmente 210, die durch Lücken 212 getrennt sind, definiert. In der beispielhaften Ausführungsform weist die Blisk 200 eine

beliebige Anzahl von Schaufelblättern 206 auf, die die Blisk 200 befähigt, wie hierin beschrieben zu funktionieren, solange eine gerade Anzahl Schaufelblätter 206 vorgesehen ist, um die dynamische Auswuchtung der Blisk 200 zu erleichtern. Jedes Schaufelblatt 206 weist eine radial aussenliegende Spitze 222 auf.

[0036] Eine zentrale Wellenöffnung 214 ist konzentrisch innerhalb des zentralen Scheibenabschnitts 202 definiert. Die Öffnung 214 ist von mehreren Befestigungsöffnungen 216 umgeben. Während in Fig. 2 acht Öffnungen 216 gezeigt sind, ist in alternativen beispielhaften Ausführungsformen eine beliebige Anzahl von Öffnungen 216 vorgesehen, die die Blisk befähigen, wie hierin beschrieben, zu funktionieren. Die Wellenöffnung 214 ist eingerichtet, um eine (nicht gezeigte) Antriebswelle zur Ermöglichung einer Rotation der Blisk 200 um eine (in Fig. 3 gezeigte) Achse 220 aufzunehmen. Die Befestigungsöffnungen 216 erleichtern eine Verbindung der Blisk 200 mit anderen (nicht gezeigten) Strukturen, wie z.B. Abstandhaltern, die in wenigstens einigen herkömmlichen Dampfturbinen verwendet werden.

[0037] Fig. 3 veranschaulicht ferner eine seitliche Querschnittsansicht der Blisk 200, wie sie innerhalb einer beispielhaften Turbine 201 ausgerichtet ist. Die Turbine 201 weist stationäre Fluidleitungsstrukturen 203 und 205 bzw. 207 und 209, die mit dem Deckband 208 zusammenwirken, und einen Kranz 204 auf, um die Leitung eines Arbeitsfluids 211, wie z.B. Dampf, in Richtung der Blisk 200, an den Schaufelblätter 206 vorbei und von der Blisk 200 weg zu unterstützen. Zur Erzielung einer erhöhten Effizienz des Triebwerks 201 unterstützen die Deckbandsegmente 210 eine Verhinderung eines Abströmens von Arbeitsfluid 211 radial nach aussen von der Blisk 200 weg während des Betriebs der Turbine 201.

[0038] In der beispielhaften Ausführungsform ist die Blisk 200 aus einem (in Fig. 2 gezeigten) massiven kreisförmigen Block 199 hergestellt. Der Block 199 ist aus einem beliebigen geeigneten Material geschmiedet oder gegossen, aus dem Turbinenlaufräder und Schaufelblätter hergestellt sind. Die Schaufelblätter 206, der Kranz 204 und/oder die Deckbandsegmente 210 werden anschliessend mit Hilfe eines beliebigen geeigneten Material abtragenden Verfahrens, einschliesslich numerisch gesteuerten (CNC-) Fräsens, elektrochemischer Abtragung (electro-chemical machining, ECM) und elektroerosiver Abtragung (electrical discharge machining, EDM), aber nicht darauf beschränkt, definiert bzw. gebildet. Ein integrales Erzeugen der Schaufelblätter 206 auf dem zentralen Scheibenabschnitt 202 ermöglicht das Weglassen von Schwalbenschwanzstrukturen, die während des Turbinenbetriebs für übermässige radiale Lasten anfällig wären. Ausserdem sind solche Schwalbenschwanzstrukturen häufig schwierig herzustellen, insbesondere wenn Superlegierungen verwendet werden.

[0039] Fig. 4 zeigt eine perspektivische Draufsicht auf einen Abschnitt der in Fig. 2 veranschaulichten Turbinenblisk 200. In der beispielhaften Ausführungsform ist das Deckband 208 ursprünglich als ein fortlaufendes Materialband ausgebildet, das alle (in Fig. 3 gezeigten) radial aussenliegenden Spitzen 222 der Schaufelblätter 206 verbindet, die sich von dem Kranz 204 aus den zentralen Scheibenabschnitt 202 umgebend erstrecken. Das Deckband wird dann unter Verwendung eines beliebigen geeigneten Schneide- oder Material abtragenden Verfahrens, das die Blisk 200 befähigt, wie hierin beschrieben zu funktionieren, in getrennte Deckbandsegmente 210 aufgeteilt. Das Aufteilen des Deckbands 208 in getrennte Segmente 210 erleichtert das Verhindern übermässiger Umfangs- oder Tangentialspannungen in der Blisk 200, die ansonsten während des Turbinenbetriebs auftreten würden.

[0040] In der beispielhaften Ausführungsform weist die Blisk 200 eine gerade Anzahl von Deckbandsegmenten 210 auf. Zusätzlich weist jedes Deckbandsegment 210 eine Spannweite auf, die den gleichen Betrag eines (in Fig. 2 gezeigten) Bogens α abdeckt, wobei α in Grad gemessen wird und nicht grösser als ungefähr 90° ist. In ähnlicher Weise ist ein maximaler Bogen α von 90° zwischen benachbarten Lücken 212 vorgesehen, wie er von einer Lückenmitte 224 aus bis zu einer benachbarten Lückenmitte 224 gemessen wird. In einer alternativen Ausführungsform sind die Lücken 212 zwischen den Deckbandsegmenten 210 zwischen jedem Paar benachbarter Schaufelblätter 206 geschaffen, was eine maximale Anzahl von Deckbandsegmenten 210 zur Folge hat, wobei ein minimaler Bogen α durch die Anzahl von Schaufelblättern 206, die Abmessungen jedes Schaufelblatts 206 und/oder durch den Abstand zwischen benachbarten Schaufelblättern 206 definiert ist. In der beispielhaften Ausführungsform ist die Grösse des Bogens α durch die Schwingungsfrequenzeigenschaften der Blisk 200 bestimmt, die von Fall zu Fall als Funktion der physischen Abmessungen und vorhersagten Betriebsbedingungen jeder Blisks 200 bestimmt werden. Ein vorteilhaftes Anordnen und Beabstanden von Lücken 212 ermöglicht eine Kontrolle oder Steuerung der Schwingungsfrequenzen der Blisk 200 während des Turbinenbetriebs im Hinblick auf die Verhinderung unerwünschter Schwingungsfrequenzen.

[0041] Beispielhafte Ausführungsformen einer mit einem Deckband versehenen Turbinenblisk und Verfahren zur ihrer Herstellung sind vorstehend detailliert beschrieben. Die Turbinenblisk mit Deckband und Verfahren zur ihrer Herstellung sind nicht auf die speziellen hierin beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, vielmehr können Komponenten der Turbinenblisk mit Deckband und/oder Schritte des Verfahrens unabhängig und getrennt von anderen hierin beschriebenen Komponenten und/oder Schritten verwendet werden. Beispielsweise können die hierin beschriebene Turbinenblisk mit Deckband und die Verfahren in Kombination mit anderen Maschinen und Verfahren verwendet werden, und sie sind nicht darauf beschränkt, lediglich mit Dampfturbinen, wie sie hierin beschrieben sind, umgesetzt zu werden. Die beispielhaften Ausführungsformen können vielmehr in Verbindung in vielen anderen Motor- und/oder Turbinenanwendungen implementiert und verwendet werden.

[0042] Im Gegensatz zu bekannten Turbinenbliskkonstruktionen ermöglichen die hierin beschriebenen mit einem Deckband versehenen Turbinenbliskkonstruktionen und Verfahren die Abdichtung von Schaufelblattspitzen im Hinblick auf die Verhinderung eines Abströmens von Arbeitsfluid radial nach aussen von diesen weg. Zusätzlich ermöglichen die hierin

beschriebenen Turbinenbliskkonstruktionen mit Deckband und Verfahren eine Verbesserung des Turbinenwirkungsgrades. Die hierin beschriebenen Turbinenbliskkonstruktionen mit Deckband und Verfahren ermöglichen ferner eine Reduktion der Anzahl von Komponenten, die zur Herstellung eines Turbinenrotors verwendet werden. Die hierin beschriebenen Turbinenbliskkonstruktionen mit Deckband und Verfahren ermöglichen ferner eine Steuerung der Umfangs- und Tangentialspannungen, die während eines Turbinenbetriebs erzeugt werden. Darüber hinaus ermöglichen die hierin beschriebenen Dampfturbinenbliskkonstruktionen eine Steuerung von Schwingungsfrequenzen, die während eines Turbinenbetriebs auftreten.

[0043] Obwohl spezielle Merkmale vielfältiger Ausführungsformen der Erfindung in einigen Zeichnungen gezeigt sind, aber in anderen nicht, ist dies lediglich der Übersichtlichkeit halber. In Übereinstimmung mit den Prinzipien der Erfindung kann jedes Merkmal einer Zeichnung in Kombination mit einem beliebigen Merkmal irgendeiner anderen Zeichnung in Bezug genommen oder beansprucht werden.

[0044] In dieser schriftlichen Beschreibung werden Beispiele zur Offenbarung der Erfindung, einschliesslich der bevorzugten Ausführungsform, und auch dazu verwendet, Fachleute in die Lage zu versetzen, die Erfindung umzusetzen, wozu die Herstellung und Verwendung jeder Vorrichtung oder jedes Systems sowie die Durchführung jedes enthaltenen Verfahrens gehören. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Patentansprüche definiert und kann andere Beispiele einschliessen, wie sie Fachleuten einfallen können. Derartige andere Beispiele sollen in dem Schutzbereich der Ansprüche eingeschlossen sein, wenn diese Beispiele strukturelle Elemente aufweisen, die sich nicht von dem Wortsinn der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie gleichwertige strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden zum Wortsinn der Ansprüche aufweisen.

[0045] Es sind mit einem Deckband versehene Turbinenblisks 200 und Verfahren zu ihrer Herstellung geschaffen. Eine Blisk 200 mit Deckband weist einen zentralen Scheibenabschnitt 202 mit einer Drehachse, einen inneren Kranz 204, mehrere Schaufelblätter 206, die sich von dem inneren Kranz 204 aus radial nach aussen erstrecken, und ein Deckband 208 auf, das mit jedem der mehreren Schaufelblätter 206 integral verbunden ist. Das Deckband 208 weist mehrere in Umfangsrichtung angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente 210 auf, die wenigstens zum Teil durch Lücken 212 definiert sind, die zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnet sind. Der zentrale Scheibenabschnitt 202, der innere Kranz 204, die mehreren Schaufelblätter 206 und das Deckband 208 sind aus einem einzigen Block 199 eines Bliskmaterials ausgebildet.

Bezugszeichenliste

[0046]

- 100 Dampfturbine
- 102 HP-Bereich
- 104 IP-Bereich
- 106 Schale
- 108 Halbbereich
- 110 Halbbereich
- 112 Schale
- 114 Halbbereich
- 116 Halbbereich
- 118 Zentralbereich
- 120 Dampfeinlass
- 122 Dampfeinlass
- 130 Lager
- 132 Lager
- 134 Bereichsteiler
- 136 Einlassdüse des HP-Bereichs
- 138 Einlassdüse des IP-Bereichs
- 140 Welle

142	Kanal
144	Dampf
146	wiedererhitzter Dampf
150	Dampfquelle
152	Rotor
154	Rotor
156	Last
199	Block
200	Blisk
201	Turbine
202	Zentraler Scheibenabschnitt
203	Stationäre Fluidleitungsstruktur
204	Kranz
205	Stationäre Fluidleitungsstruktur
206	Schaufelblatt
207	Stationäre Fluidleitungsstruktur
208	Deckband
209	Stationäre Fluidleitungsstruktur
210	Deckbandsegment
211	Arbeitsfluid
212	Lücke
214	Öffnung
216	Befestigungsöffnung
218	Durchgang
220	Achse
222	radial aussenliegende Spitze
224	Lückenmitte

Patentansprüche

1. Blisk (200) zur Verwendung in einer Turbine (100), wobei die Turbinenblisk aufweist:
einen zentralen Scheibenabschnitt (202);
einen inneren Kranz (208), der sich in Umfangsrichtung um den zentralen Scheibenabschnitt herum erstreckt;
mehrere Schaufelblätter (206), die sich von dem inneren Kranz aus radial nach aussen erstrecken; und
ein Deckband (208), das mit jedem der mehreren Schaufelblätter integral verbunden ist, wobei das Deckband mehrere längs des Umfangs angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente (210) aufweist, die wenigstens zum Teil durch Lücken (212) definiert sind, die zwischen benachbarten Deckbandsegmenten definiert sind;
wobei der zentrale Scheibenabschnitt, der innere Kranz, die mehreren Schaufelblätter und das Deckband aus einem einzigen Block (199) eines Bliskmaterials ausgebildet sind.
2. Turbinenblisk (200) gemäss Anspruch 1, wobei die mehreren Schaufelblätter (206) eine gerade Anzahl von Schaufelblättern aufweisen, die gleichmässig um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung beabstandet angeordnet sind.

3. Turbinenblik (200) gemäss Anspruch 1 oder 2, wobei die mehreren längs des Umfangs angeordneten bogenförmigen Deckbandsegmente (210) eine gerade Anzahl von Deckbandsegmenten aufweisen, die gleichmässig um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung beabstandet angeordnet sind.
4. Turbinenblik (200) gemäss einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anzahl der Schaufelblätter (206) grösser als die der Deckbandsegmente (210) ist.
5. Turbinenblik (200) gemäss einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedes der Deckbandsegmente (210) eine Spannweite abdeckt, die jeder anderen Deckbandsegmentspannweite gleich ist, wobei die konstante Spannweite vorzugsweise ein Bogen α ist, wobei α nicht grösser als 90° ist.
6. Turbinenblik (200) gemäss einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der massive kreisförmige Block eines Blistmaterials durch wenigstens entweder Schmieden des Blocks und/oder Giessen des Blocks hergestellt ist.
7. Turbinensystem, das aufweist:
eine Dampfquelle (150);
eine Dampfturbine (100), die mit der Dampfquelle verbunden ist, wobei die Dampfturbine wenigstens eine Turbinenblik (200) aufweist, die mit einer Ausgangswelle (140) zur Rotation um eine Drehachse herum verbunden ist;
eine Last (156), die mit der Ausgangswelle verbunden ist;
wobei die Turbinenblik aufweist:
einen zentralen Scheibenabschnitt (202), der eine Drehachse (220) aufweist;
einen inneren Kranz (204), der sich in Umfangsrichtung um die Drehachse herum erstreckt und den zentralen Scheibenabschnitt umgibt;
mehrere Schaufelblätter (206), die sich von dem inneren Kranz aus radial nach aussen erstrecken; und
ein Deckband (208), das mit jedem der mehreren Schaufelblätter integral verbunden ist, wobei das Deckband mehrere längs des Umfangs angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente (210) aufweist, die wenigstens teilweise durch Lücken (212) definiert sind, die zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnet sind;
wobei der zentrale Scheibenabschnitt, der innere Kranz, die mehreren Schaufelblätter und das Deckband aus einem einzigen Block eines Blistmaterials ausgebildet sind.
8. Turbinensystem gemäss Anspruch 7, wobei die mehreren Schaufelblätter (206) eine gerade Anzahl von Schaufelblättern aufweisen, die um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung gleichmässig beabstandet angeordnet sind.
9. Turbinensystem gemäss Anspruch 7 oder 8, wobei die mehreren längs des Umfangs angeordneten bogenförmigen Deckbandsegmente (210) eine gerade Anzahl von Deckbandsegmenten aufweisen, die um den inneren Kranz herum in Umfangsrichtung gleichmässig beabstandet angeordnet sind.
10. Verfahren zur Herstellung einer Turbinenblik, wobei das Verfahren aufweist:
Bereitstellen eines massiven kreisförmigen Blocks eines Blistmaterials;
Definieren eines inneren Kranzes, wobei sich der innere Kranz in Umfangsrichtung um einen zentralen Scheibenabschnitt herum erstreckt;
Definieren mehrerer Schaufelblätter, wobei sich die Schaufelblätter von dem inneren Kranz aus radial nach aussen erstrecken,
Definieren eines Deckbands, das mit jedem der mehreren Schaufelblätter integral verbunden ist, wobei das Deckband mehrere längs des Umfangs angeordnete bogenförmige Deckbandsegmente aufweist, die wenigstens teilweise durch zwischen benachbarten Deckbandsegmenten angeordnete Lücken definiert sind.

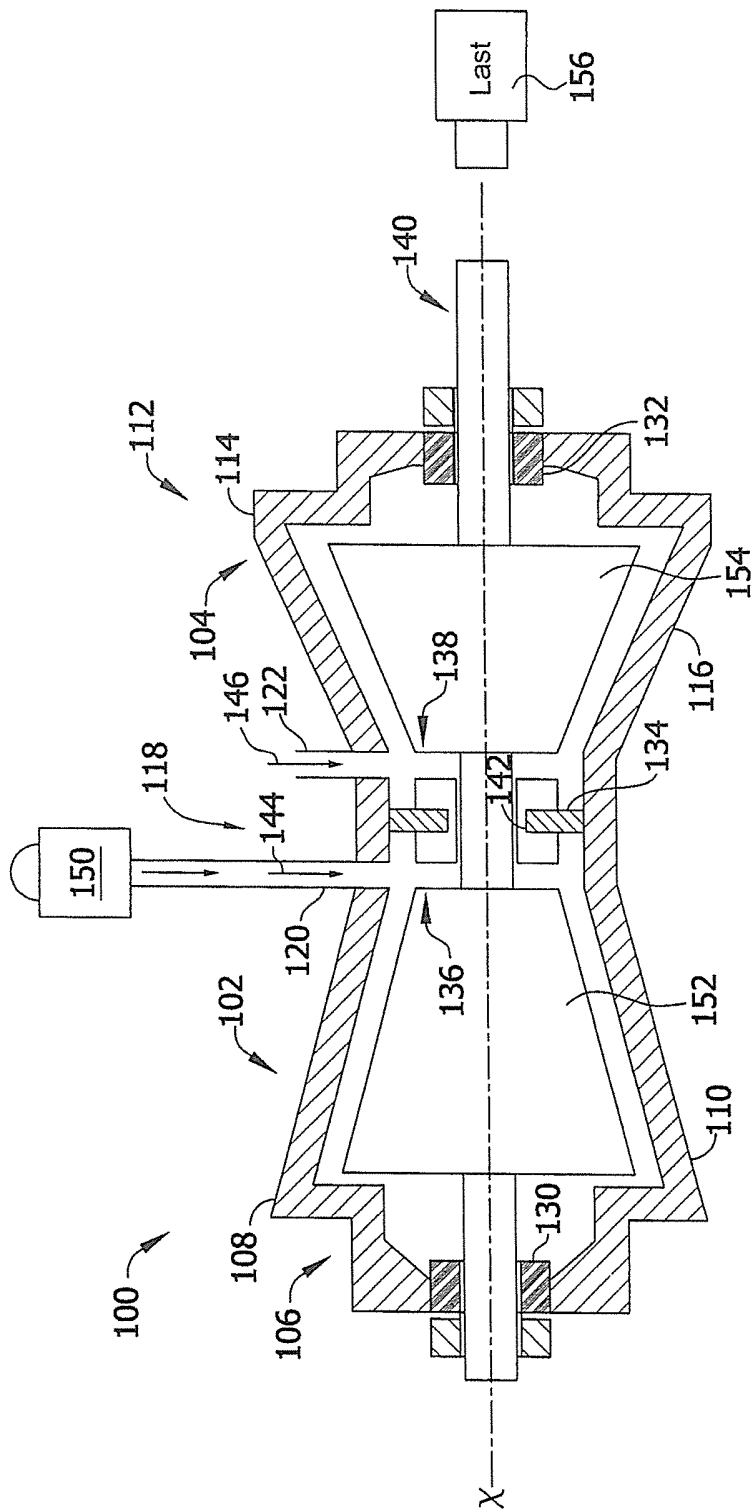


FIG. 1

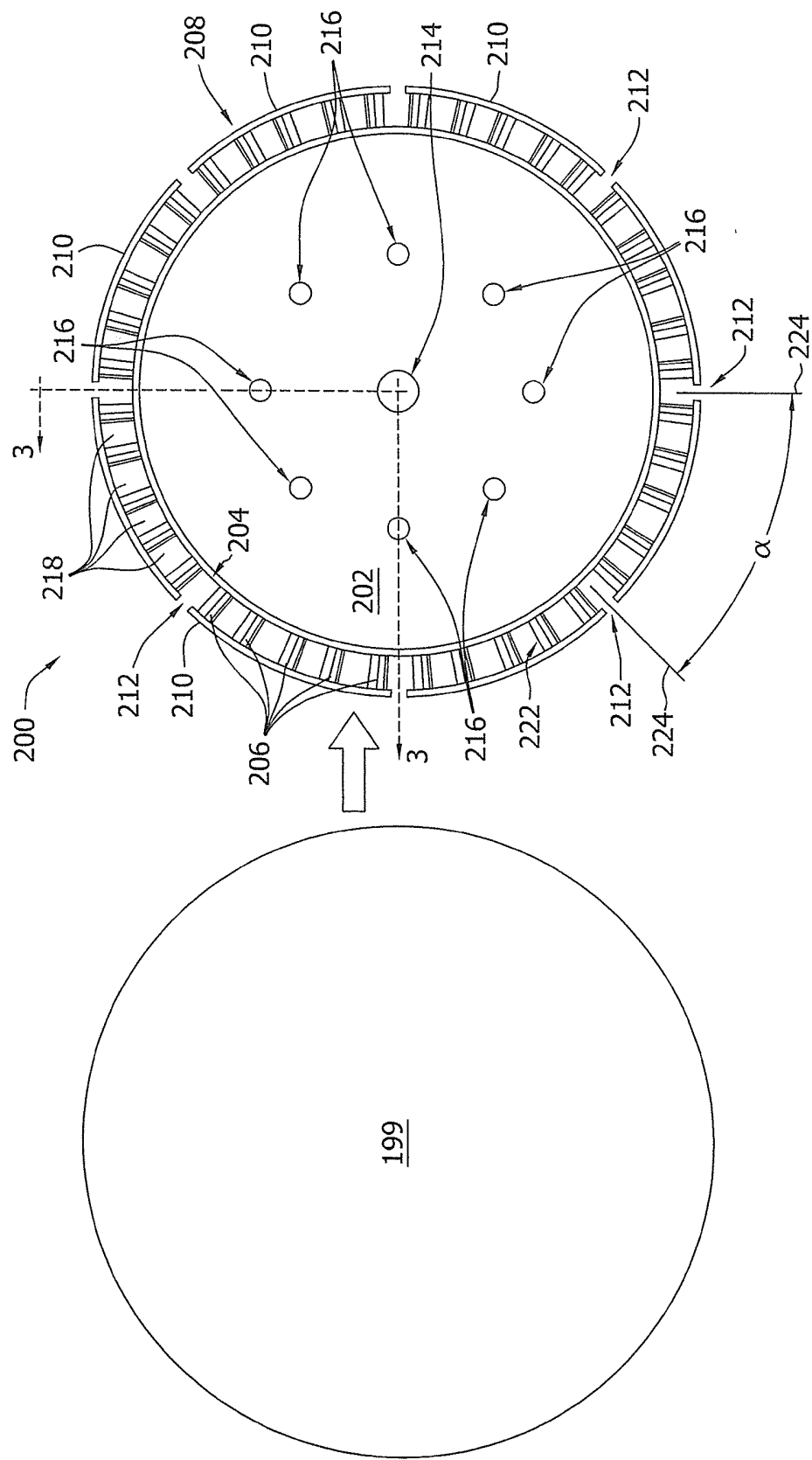


FIG. 2

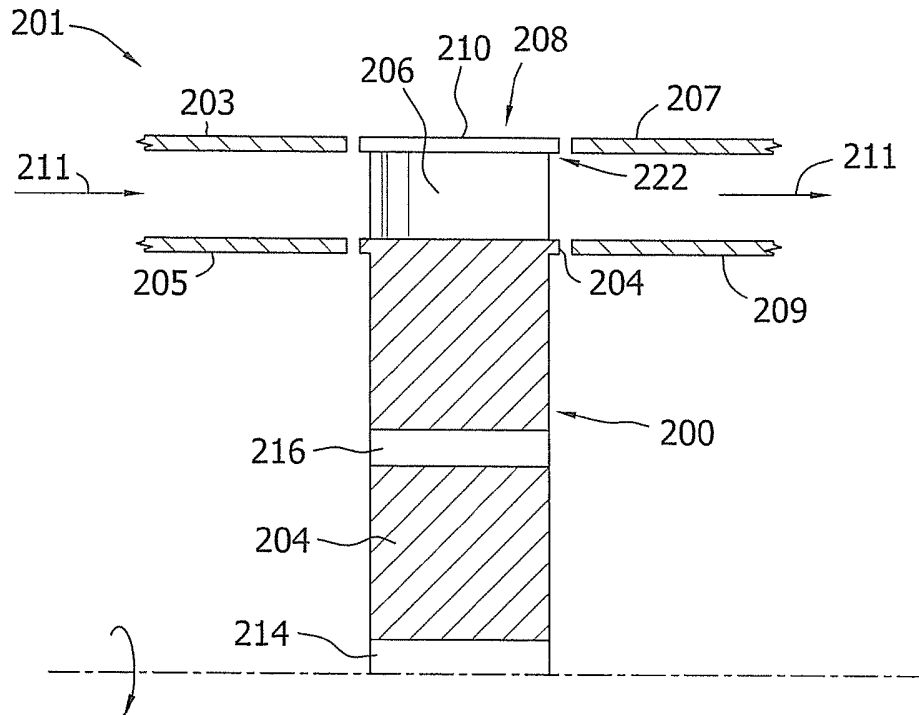


FIG. 3

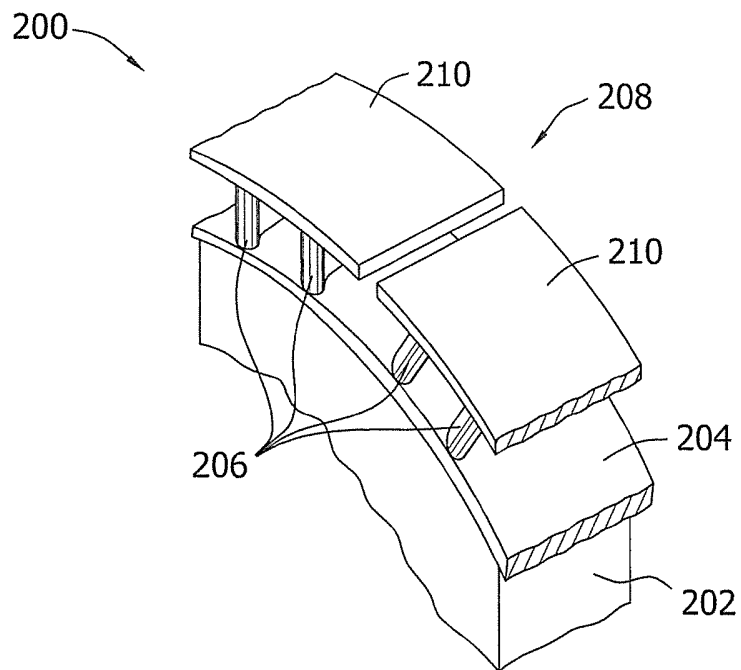


FIG. 4