



(10) **DE 10 2011 055 942 B4** 2024.05.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 055 942.6**
(22) Anmeldetag: **01.12.2011**
(43) Offenlegungstag: **06.06.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.05.2024**

(51) Int Cl.: **F01D 9/02 (2006.01)**
F01D 5/30 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
12/958,807 02.12.2010 US

(73) Patentinhaber:
General Electric Technology GmbH, Baden, CH

(74) Vertreter:
**Rüger Abel Patent- und Rechtsanwälte, 73728
Esslingen, DE**

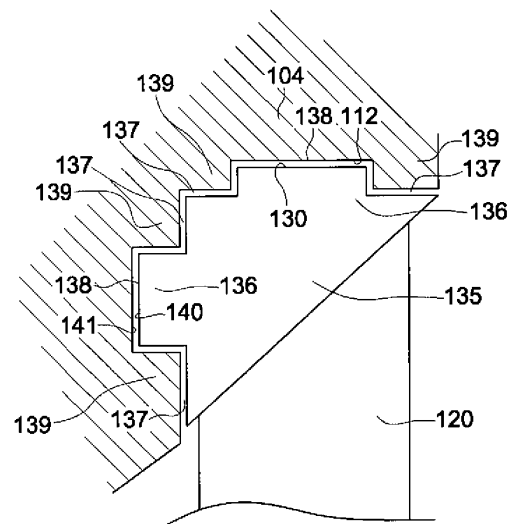
(72) Erfinder:
**Brudgick, Steven Sebastian, Schenectady, N.Y.,
US; Werther, Dominick J., Schenectady, N.Y., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Dampfturbinensingulettverbindung für Leitapparate einer Grenzstufe mit verstiftetem oder verschraubtem innerem Ring**

(57) Hauptanspruch: Leitapparatbaugruppe (100) für eine Dampfturbine, aufweisend:
wenigstens ein Leitapparatschaufelblatt (125) mit einer integrierten Außenseitenwand (135);
einen Innenring (102) und einen Außenring (104), wobei sich das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) im Wesentlichen radial zwischen dem Innenring (102) und dem Außenring (104) erstreckt;
wobei eine radiale Innenfläche (112) des Außenrings (104) eine mechanische Passungsverbindung mit einer radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) hat, die eine axiale Bewegung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) begrenzt;
wobei der Außenring (104) eine mechanische Passungsverbindung mit einer stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) hat, die eine radiale Bewegung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) begrenzt; und
wobei das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) an dem Innenring (102) mit mehreren Befestigungselementen (153, 154) verstiftet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Passungsverbindung des Außenrings (104) mit der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) aufweist:
entweder einen radial nach innen ragenden mittigen männlichen Vorsprung (136), der an der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) angeordnet und in Axialrichtung von zwei weiblichen Aussparungen (137) in der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) umschlossen ist, wobei der radial nach innen ragende mittige männliche

Vorsprung (136) in einer komplementären mittigen weiblichen Aussparung (138) aufgenommen ist, die in der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) ausgebildet und in Axialrichtung von zwei radial nach außen ragenden männlichen Vorsprüngen (139) umschlossen ist, die in den weiblichen Aussparungen (137) der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) aufgenommen sind, oder einen radial nach außen ragenden mittigen männlichen Vorsprung (136), der an der radialen Außenoberfläche



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 054 684	A1
DE	10 2008 044 446	A1
US	2004 / 0 253 095	A1
US	2010 / 0 232 934	A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein Dampfturbinen und insbesondere die Anordnung der letzten Stufen von Leitapparatbaugruppen in den Dampfturbinen mit Singlet-Leitapparatschaufelblättern. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Leitapparatbaugruppe, eine Dampfturbine mit einer derartigen Leitapparatbaugruppe und ein Verfahren zum Zusammenbau einer derartigen Dampfturbine.

[0002] Dampfturbinen enthalten typischerweise statische Leitapparatsegmente, die den Dampfstrom in rotierende Schaufeln lenken, die mit einem Rotor verbunden sind. In Dampfturbinen wird der Leitapparat, der eine Schaufelblattkonstruktion enthält, typischerweise als eine Leitapparatbaugruppe oder Diaphragmastufe bezeichnet. Herkömmliche Diaphragmastufen sind prinzipiell unter Anwendung eines von zwei Verfahren aufgebaut. Ein erstes Verfahren nutzt einen Band/Ring-Aufbau, in welchem die Schaufelblätter zuerst zwischen Innen- und Außenbänder geschweißt werden, die sich in Umfangsrichtung über 180 Grad erstrecken. Diese gebogenen Bänder mit eingeschweißten Schaufelblättern werden dann zwischen die Innen- und Außenringe der Statorleitapparatbaugruppe der Turbine eingebaut d.h. geschweißt. Das zweite Verfahren besteht oft aus Schaufelblättern, welche direkt an Innen- und Außenringe unter Verwendung einer Kehlschweißnaht an der Schnittstelle geschweißt werden. Das letztere Verfahren wird typischerweise für größere Schaufelblätter angewendet, bei denen ein Zugang für die Erzeugung der Schweißnaht zur Verfügung steht und ein Bandaufbau unpraktisch ist.

[0003] Es gibt inhärente Einschränkungen bei der Anwendung des Band/Ring-Fertigungsverfahrens. Eine prinzipielle Einschränkung des Band/Ring-Fertigungsverfahrens ist die inhärente Schweißnahtverformung des Strömungspfad d.h. zwischen benachbarten Schaufelblättern und den Dampfpfadseitenwänden. Die für diese Baugruppen verwendete Schweißnaht ist von beachtlicher Größe und Wärmezufuhr. D.h. die Schweißnaht erfordert eine hohe Wärmezufuhr unter Verwendung einer bedeutenden Menge eines Schweißzusatzmetalls. Alternativ sind die Schweißnähte sehr tiefe Elektronenstrahl-Schweißnähte ohne Schweißzusatzmetall. Dieses Material oder die Wärmezufuhr bewirkt eine Verformung des Strömungspfad, wobei beispielsweise eine Materialschrumpfung ein Ausbeulen der Schaufelblätter aus ihrer vorgesehenen Form in den Strömungspfad bewirkt. In vielen Fällen erfordern die Schaufelblätter nach dem Schweißvorgang eine Ausrichtung und eine Spannungsentlastung. Das Ergebnis dieser Dampfpfadverformung ist ein verringerter Statorwirkungsgrad. Die Oberflächenprofile der Innen- und Außenbänder können sich auch als eine Folge des Einschweißens der Leitapparate in

die Statoranordnung ändern, was außerdem einen unregelmäßigen Strömungspfad bewirkt. Die Leitapparate und Bänder biegen und verformen sich somit im Allgemeinen. Dieses erfordert eine erhebliche Endbearbeitung der Leitapparatvorrichtung, um sie auf ihre Auslegungskriterien zu bringen. In vielen Fällen fallen angenähert 30 Prozent der Kosten für den Gesamtaufbau der Leitapparatbaugruppe für die Wiederherstellung aus der Verformung der Leitapparatbaugruppe, nach dem Schweißen und der Spannungsentlastung, zu ihrer Auslegungsform an.

[0004] Außerdem haben Zusammenbauverfahren, die einen einzelnen in Ringe geschweißten deckbandlosen Schaufelblattaufbau verwenden, keine bestimmte Schweißtiefe, haben keine Baugruppenausrichtungseigenschaften sowohl auf dem Innen- als auch Außenring und haben auch keine Halterungseigenschaften im Falle eines Schweißnahtbruchs. Diese mit Kehlnaht geschweißten Schaufelblätter haben ebenfalls erhebliche Verformungsprobleme, wie sie vorstehend für den Bandaufbau beschrieben wurden. Ferner haben derzeitige Leitapparatbaugruppen und Konstruktionen keine gemeinsamen Merkmale zwischen den Leitapparatgrößen, die wiederholbare Befestigungsprozesse ermöglichen. D.h. die Leitapparatbaugruppen haben kein allen Leitapparatgrößen gemeinsames Merkmal zur Bezugnahme durch Maschinensteuerungswerkzeuge und ohne dieses Merkmal erfordert jede Leitapparatbaugruppengröße eine spezifische Aufbaueinrichtung, Vorverarbeitung und spezifisches Werkzeug mit entsprechend erhöhten Kosten. Demzufolge wurde hier ein Bedarf nach einem verbesserten Dampfströmungspfad für einen Statorleitapparat demonstriert, welcher Schweißnähte mit niedriger Wärmezufuhr enthält, um eine Dampfpfadverformung, die sich aus den Schweißprozessen ergibt, zu minimieren oder zu eliminieren sowie um die Produktions- und Zykluskosten durch Hinzufügen von Merkmalen zu verbessern, die bei Zusammenbauprozeduren eine Bearbeitungshalterung unterstützen, eine Ausrichtung der Leitapparatbaugruppe in dem Stator ermöglichen und eine mechanische Verriegelung erzeugen, um eine Stromabwärtsbewegung der Leitapparatbaugruppe im Falle eines Schweißnahtbruchs zu verhindern.

[0005] Die letzten wenigen Diaphragmastufen in einer Dampfturbine werden typischerweise als Kehlnaht-Fabrikate (FF) bezeichnet. Der FF-Aufbau beinhaltet deckbandlose Schaufelblätter (Leitapparate), die an einen Außen- und Innenring geschweißt sind. Der Zusammenbau erfolgt manchmal mit einer teuren und komplexen Halterung oder erfolgt unter Verwendung angerissener Linien und ohne Halterung. Beide Fälle nutzen eine große Schweißkehlnaht an der Schaufelblatt/Seitenwand-Schnittstelle, um die erforderliche Schweißfestigkeit zu erzielen. Eines der Probleme bei dieser Art von Aufbau ist

das Maß der Schweißverformung während der Herstellung. Ein weiteres Problem ist die Zykluszeit (Arbeitskosten), die zum Einrichten, Schweißen und möglicher Flächenausrichtungen nach der Herstellung erforderlich sind. Die meisten dieser letzten Stufen sind auch sehr groß und erfordern eine Hebeunterstützung aufgrund des Gewichts der Schaufelblätter.

[0006] DE 10 2006 054 684 A1 und US 2004 / 0 253 095 A1 offenbaren eine Leitapparatbaugruppe für eine Dampfturbine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und eine Dampfturbine mit einer derartigen Leitapparatbaugruppe. Die mechanische Passungsverbindung des Außenrings mit der Außenseitenwand wird durch komplementäre Paare von Vorsprüngen und diese aufnehmenden Aussparungen erzielt.

[0007] DE 10 2008 044 446 A1 offenbart eine Leitapparatbaugruppe für eine Dampfturbine mit einem Innenring, einem Außenring, radial inneren und äußeren Wänden und Schaufelblättern, die zwischen den inneren und äußeren Wänden angeordnet und mit diesen verschweißt sind. Die inneren und äußeren Wände sind jeweils mit dem Innenring bzw. dem Außenring verschweißt. In Ausführungsformen weist die radial äußere Wand einen mittigen Vorsprung, der in Axialrichtung von zwei Aussparungen umschlossen ist, oder eine mittige Aussparung, die in Axialrichtung von zwei Vorsprüngen umschlossen ist, auf.

[0008] US 2010 / 0 232 934 A1 offenbart eine Leitapparatbaugruppe mit einem Schaufelblatt, das integrierte Außen- und Innenseitenwände aufweist, einem Innenring und einem Außenring. Der Außenring ist mit der Außenseitenwand über eine mechanische Passungsverbindung verbunden, die ein komplementäres Haken-Hakennut-Paar an einer axialen Schnittstelle an einer stromaufwärts oder stromabwärts weisenden Oberfläche der Außenseitenwand und eine stufenförmige radiale Schnittstelle an einer radial äußeren Oberfläche der Außenseitenwand umfasst.

[0009] Demzufolge wäre es weiterhin wünschenswert, Kehlhaufbau-Diaphragmen und Techniken zur Herstellung solcher Komponenten mit verringerter Zykluszeit und verringerter Schweißverformung bereitzustellen. Zusätzlich wäre es wünschenswert, das Turbinenbetriebsverhalten durch verbesserte Schaufelblatttoleranzen und Nahtickensteuerung zu verbessern.

[0010] Ausgehend hiervon ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Leitapparatbaugruppe, eine Dampfturbine mit einer derartigen Leitapparatbaugruppe und ein Verfahren zum Zusammenbau einer derartigen Dampfturbine zu schaffen, die die

vorstehend aufgezeigten Unzulänglichkeiten vermeiden oder zumindest reduzieren und die wünschenswerten Vorteile bieten.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe sind eine Leitapparatbaugruppe mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1, ein Verfahren zum Zusammenbau einer Dampfturbine mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 9 und eine Dampfturbine nach Anspruch 14 geschaffen. Besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verständlich, wenn die nachstehende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Ansprüche gelesen wird, in welchen gleiche Bezugszeichen gleiche Teile durchgängig durch die Zeichnungen bezeichnen, in welchen:

Fig. 1 schematisch eine exemplarische bekannte Gegenstromdampfturbine darstellt;

Fig. 2 schematisch eine exemplarische Leitapparatbaugruppe darstellt, die bei der in **Fig. 1** dargestellten Dampfturbine verwendet werden kann;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel für als solche nicht erfindungsgemäße Anordnung von Leitapparatbaugruppen in Stufen einer Dampfturbine bereitgestellt;

Fig. 4 eine vergrößerte Ansicht eines exemplarischen Singlet-Leitapparatschaufelblattes mit einer integrierten, nicht erfindungsgemäßen Außenseitenwand darstellt;

Fig. 5 eine vergrößerte Ansicht eines exemplarischen Singlet-Leitapparatschaufelblattes mit einer integrierten Außenseitenwand gemäß einer Ausführungsform der Erfindung darstellt;

Fig. 6 eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform für mechanische Schnittstellen zwischen einer äußeren radialen Oberfläche und einer stromaufwärts liegenden Oberfläche der Außenseitenwand und dem Außenring für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand darstellt;

Fig. 7 eine andere erfindungsgemäße Ausführungsform für mechanische Schnittstellen zwischen einer äußeren radialen Oberfläche und einer stromaufwärts liegenden Oberfläche der Außenseitenwand und dem Außenring für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand darstellt;

Fig. 8 eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform für mechanische Schnittstellen zwischen einer äußeren radialen Oberfläche und einer stromaufwärts liegenden Oberfläche der

Außenseitenwand und dem Außenring für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand darstellt;

Fig. 9 noch eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform für mechanische Schnittstellen zwischen einer äußeren radialen Oberfläche und einer stromaufwärts liegenden Oberfläche der Außenseitenwand und dem Außenring für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand darstellt;

Fig. 10 eine vergrößerte Ansicht eines nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels für eine Schnittstelle einer Außenseitenwand und eines Außenringes für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand in einer Stufe der Dampfmaschine darstellt;

Fig. 11 eine vergrößerte Ansicht eines anderen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels für eine Schnittstelle einer Außenseitenwand und eines Außenringes für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand in einer Stufe der Dampfmaschine darstellt;

Fig. 12 eine vergrößerte Ansicht noch eines anderen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels für eine Schnittstelle einer Außenseitenwand und eines Außenringes für ein exemplarisches Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand in einer Stufe der Dampfmaschine darstellt;

Fig. 13 ein weiteres nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel einer Leitapparatbaugruppe mit einem Singlet-Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand mit mechanischen Merkmalen darstellt, die eine verbesserte Zuverlässigkeit und Risikominde rung aufgrund einer mechanischen Verriegelung an der Schnittstelle zwischen der Leitapparatbaugruppe und dem Außenring bereitstellt; und

Fig. 14 eine exemplarische Ausführungsform einer Schnittstelle eines Singlet-Leitapparatschaufelblattes und integrierten Außenseitenwand zu einem Innenring darstellt.

[0013] Die nachstehenden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung haben viele Vorteile, einschließlich der Bereitstellung einer Anordnung und eines Verfahrens zur Herstellung von Randstufen-Leitapparatbaugruppen, die nur wenig oder keine Schweißung erfordern, um dadurch die Schweißverformungseffekte zu verringern. Mit verringerter oder vermiedener Schweißverformung kann das Turbinenbetriebsverhalten durch verbesserte Schaufelblattprofile und Nahtflächensteuerung verbessert wer-

den. Die Anordnung verbessert den Aufbau und verbessert Zykluszeiten für Randstufen-Leitapparate. Mit den eingeschränkten oder ungeschweißten Ausführungen, der Vermeidung der Notwendigkeit einer Ausrichtung nach dem Schweißvorgang und dem vereinfachten Aufbau werden auch die Kosten für die Leitapparate verringert.

[0014] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung einer exemplarischen Gegenstromdampfturbine 10, die Ausführungsformen der Leitapparatbaugruppen der vorliegenden Erfindung enthalten kann. Die Turbine 10 enthält einen ersten und zweiten Niederdruck-(LP)-Turbinenabschnitt 12 und 14. Jeder Turbinenabschnitt 12 und 14 enthält mehrere (in **Fig. 1** nicht dargestellte) Stufen mit Leitapparatbaugruppen. Eine Rotorwelle 16 erstreckt sich durch die Turbinenabschnitte 12 und 14 entlang einer radialen Mittellinie 15. Jeder LP-Turbinenabschnitt 12 und 14 enthält einen Leitapparat 18 und 20. Eine einzelne Außenschale oder Gehäuse 22 ist entlang einer horizontalen Ebene und axial in obere und untere Halbschnitte 24 bzw. 26 unterteilt, die beide LP-Turbinenabschnitte 12 und 14 umschließen. Ein mittlerer Abschnitt 28 der Schale 22 enthält einen Niederdruckdampfeinlass 30. In der Außenschale oder dem Gehäuse 22 sind die LP-Turbinenabschnitte 12 und 14 in einer von Drehzapfenlagern 32 und 34 unterstützten Stützweite angeordnet. Ein Strömungsteiler 40 erstreckt sich zwischen dem ersten und zweiten Turbinenabschnitt 12 und 14. Obwohl **Fig. 1** eine zweiflutige Niederdruckturbine darstellt, ist, wie der Fachmann erkennen wird, die vorliegende Erfindung nicht auf eine Verwendung in Niederdruckturbinen beschränkt, und kann in jeder zweiflutigen Turbine einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, in Zwischendruck-(IP)-Turbinen oder Hochdruck-(HP)-Turbinen eingesetzt werden. Zusätzlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Verwendung bei zweiflutigen Turbinen beschränkt, sondern kann beispielsweise auch bei einflutigen Dampfturbinen verwendet werden.

[0015] Während des Betriebs nimmt der Niederdruckdampfeinlass 30 Niederdruck/Zwischentemperatur-Dampf (kurz Dampf 50) von einer Quelle, z.B. einer HP-Turbine oder IP-Turbine über ein (nicht dargestelltes) Überführungsrohr auf. Der Dampf 50 wird durch den Niederdruckdampfeinlass 30 geführt, in welchem der Strömungsteiler 40 den Dampf in zwei entgegengesetzte Strömungspfade 52 und 54 aufteilt. Insbesondere wird der Dampf 50 durch die LP-Turbinenabschnitte 12 und 14 geführt, in welchen dem Dampf Arbeit zum Drehen der Rotorwelle 16 entzogen wird. Die letzteren Stufen 56, 58 in dem Dampfströmungspfad können als Randstufen bezeichnet werden und enthalten die (nicht dargestellten) erfindungsgemäßen Leitapparatbaugruppen. Der Dampf verlässt den LP-Turbinenabschnitt 12 und 14 und wird beispielsweise einem Kondensa-

tor oder einer (nicht dargestellten) anderen Wärmesenke zugeführt.

[0016] Fig. 2 ist eine vergrößerte schematische Vorderseitenansicht einer exemplarischen Leitapparatsbaugruppe 100, die bei der (in Fig. 1 dargestellten) Dampfturbine 10 verwendet werden kann. In einer Ausführungsform ist die Leitapparatsbaugruppe 100 eine Leitapparatsbaugruppe der letzten Stufe der Turbine 10. Die Leitapparatsbaugruppe 100 enthält einen runden Innensteg oder Innenring 102, einen runden Außenring 104 und mehrere Leitapparatsblätter oder -schaufelblätter 106, die sich dazwischen erstrecken. Der Außenring 104 ist radial außerhalb von und im Wesentlichen konzentrisch zu dem Innenring 102 ausgerichtet. Die Leitschaufelblätter 106 sind in Umfangsrichtung in Abstand zwischen den Innen- und Außenringen 102 und 104 angeordnet, und jeder erstreckt sich im Wesentlichen radial zwischen den Innen- und Außenringen 102 bzw. 104. Eine radiale Außenoberfläche (die Strömungspfadoberfläche 110) des Innenrings 102 und eine radiale Innenfläche 112 des Außenrings 104 definieren radial innere und radial äußere Begrenzungen eines Strömungspfad, der durch die Leitapparatsbaugruppe 100 hindurch definiert ist.

[0017] Gemäß einem Aspekt einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leitapparatsbaugruppenanordnung wird ein Leitapparatschaufelblatt mit integrierter Außenseitenwand bereitgestellt. Das Leitapparatschaufelblatt ist mit einer hakenartigen mechanischen Passung zwischen der integrierten Außenseitenwand und einem Außenring versehen. Das Leitapparatschaufelblatt ist direkt an einem inneren Ende durch eine radial verschraubte und/oder verstiftete Passung an einem Innenring befestigt. Die Schnittstelle zwischen der Außenseitenwand und dem Außenring kann einen vorderen Haken und einen axialen Haken für eine mechanische Passung enthalten. Zusätzlich kann eine Schweißnaht an einer stromabwärts liegenden Schnittstelle die mechanische Passung ergänzen. Hier würden Schweißnähte mit geringer Wärmezufuhr verwendet werden, was zu einer vernachlässigbaren Verformung nach dem Schweißen führt.

[0018] Fig. 3 stellt ein Ausführungsbeispiel für eine als solche nicht erfindungsgemäße Anordnung für Leitapparatsbaugruppen 100 in den Stufen 123, 124 einer Dampfturbine 10 bereit. Eine axiale Ansicht der zwei Stufen der Dampfturbine 10 ist dargestellt, in welcher jede Stufe ein Leitapparatschaufelblatt 125 und eine Rotorschaufel 121 mit einem Dampfströmungspfad 111 von einem stromaufwärts befindlichen Raum 116 zu einem stromabwärts befindlichen Raum 117 enthält. Die Rotorschaufel 121 ist an einem Rotorrad 122 befestigt (ein Abschnitt davon ist dargestellt). Die Leitapparatsbaugruppen 100 enthalten ein Leitapparatschaufelblatt 125 mit integrier-

ter Außenseitenwand 135. SINGLET®-Leitapparatschafeltechnologie ist ein eingetragenes Warenzeichen von General Electric Co. und wird hierin als „Singlet“ bezeichnet. Die Singlet-Leitapparatschafeltechnologie von GE wird auf der Außenseitenwandschnittstelle zum Befestigen der integrierten Seitenwand 135 des Leitapparatschaufelblattes 125 an dem Außenring durch eine mechanische Passung eingesetzt, und eine Technik einer verstifteten Leitapparatschaufel wird auf den Innenring angewendet. Die Außenseitenwand 135 kann Vorsprünge und Aussparungen sowohl auf einer äußeren radialen Oberfläche als auch auf einer stromaufwärts zeigenden Oberfläche enthalten, die mit komplementären Strukturen auf dem Außenring 104 in Verbindung stehen. Die Anordnung für den Innenring sieht Schrauben und/oder Stifte einer vereinfachten Darstellung für eine verstiftete Schnittstelle 120 vor, um das Leitapparatschaufelblatt 125 an dem Innenring 102 in einer radialen Richtung zu befestigen. Die Verstiftung des Schaufelblattes an dem Innenring verbessert die Konstruktion des Leitapparatsystems, indem sie die Schwingungsfrequenz des Schaufelblattes bestimmt. Der Innenring 102 kann auch eine Dichtung 109 an dem Rotorrad 122 enthalten, um eine Zwischenstufendampfleckage zu verhindern. Die erfindungsgemäße Leitapparatsbaugruppe 100 stellt ein verbessertes Leitapparatprofil (Stufenbetriebsverhalten) und Oberflächenbeschaffenheit bereit, während gleichzeitig die Bauzykluszeit für die Stufe verringert wird.

[0019] Fig. 4 stellt eine vergrößerte Ansicht eines exemplarischen Singlets 105 dar, d.h., eines einzelnen Leitapparatschaufelblattes 125 mit integrierter Außenseitenwand 135. Das einzelne Leitapparatschaufelblatt 125 mit integrierter Außenseitenwand 135 kann aus einem endkonturnahen Schmiedeteil, einem Gießteil oder aus einem Materialblock herausgearbeitet sein. Eine radiale Außenoberfläche 134 der Außenseitenwand 135 kann mit dem Außenring 104 direkt mittels mechanischer Merkmale in Eingriff stehen, die für Zuverlässigkeit und Risikoverringern aufgrund einer mechanischen Verriegelung an der Schnittstelle zwischen dem Leitapparat und dem Außenring sorgen. Wie dargestellt, kann die Außenseitenwand 135 einen nach außen gerichteten radialen männlichen Vorsprung 136 zwischen weiblichen Aussparungen 137 auf beiden Enden enthalten. Hier kann die Außenseitenwand auch einen mittigen männlichen Vorsprung 136 enthalten, der von zwei Aussparungen 137 umschlossen ist. Fig. 5 stellt eine vergrößerte Ansicht eines exemplarischen Singlets 105 dar. Hier enthält eine radiale Außenoberfläche 134 der Außenseitenwand 135 des Singlets 105 eine nach innen gerichtete radiale weibliche Aussparung 138, die von radial nach außen gerichteten männlichen Vorsprüngen 139 flankiert oder umschlossen wird. Die äußere radiale Oberfläche der Außenseitenwand 135 kann mit komplementären

weiblichen Aussparungen und männlichen Vorsprüngen auf einer inneren radialen Oberfläche des (nicht dargestellten) Außenringes in Eingriff stehen, um eine axiale Unterstützung für das Leitapparatschaufelblatt bereitzustellen. Die äußere radiale Seitenwand kann auch eine Aussparung auf einer stromaufwärts liegenden Seite 140 enthalten.

[0020] In **Fig. 5** und **6** können die mechanischen Schnittstellen zwischen der Außenseitenwand 135 des Leitapparatschaufelblattes 125 und dem (nicht dargestellten) Außenring ferner einen männlichen Vorsprung 136 enthalten, der von weiblichen Aussparungen 137 umschlossen ist, oder eine weibliche Aussparung 138, die von männlichen Vorsprüngen 139 auf einer stromaufwärts zeigenden Oberfläche 140 der Außenseitenwand 135 umschlossen ist, die mit einer komplementären weiblichen Aussparung in Eingriff stehen können, die von einem männlichen Vorsprung umschlossen ist; oder mit einem männlichen Vorsprung, der von weiblichen Aussparungen auf einer stromabwärts zeigenden Fläche des (nicht dargestellten) Außenrings umschlossen ist. Derartige zusätzliche Kombinationen von mechanischen Schnittstellen zwischen der Außenseitenwand und dem Außenring sind in den **Fig. 6 - 9** dargestellt.

[0021] **Fig. 6** stellt den Eingriff männlicher Vorsprünge 136, die von weiblichen Aussparungen 137 auf der äußeren radialen Oberfläche 130 der Außenseitenwand 135 umschlossen sind, mit komplementären weiblichen Aussparungen 138, die von männlichen Vorsprüngen 139 auf der radialen Innenfläche 112 des Außenringes 104 umschlossen sind, dar. Weibliche Aussparungen 138 werden von männlichen Vorsprüngen 139 auf der stromabwärts zeigenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 von komplementären männlichen Vorsprüngen 136 umschlossen, die von weiblichen Aussparungen 137 auf der stromaufwärts zeigenden Oberfläche 140 der Außenseitenwand 135 umschlossen sind. **Fig. 7** stellt den Eingriff einer mittigen weiblichen Aussparung 138, die von männlichen Vorsprüngen 139 auf der äußeren radialen Oberfläche 130 der Außenseitenwand 135 umschlossen ist, mit einem komplementären männlichen Vorsprung 136, der von weiblichen Aussparungen 137 auf der radialen Innenfläche 112 des Außenrings 104 umschlossen ist, dar. Ein männlicher Vorsprung 136 ist von weiblichen Aussparungen 137 auf der stromaufwärts zeigenden Oberfläche 140 der Außenseitenwand 135 mit einer komplementären weiblichen Aussparung 138 umschlossen, die von männlichen Vorsprüngen 139 auf der stromabwärts zeigenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 umschlossen ist. **Fig. 8** stellt den Eingriff eines männlichen Vorsprungs 136 mit umschließenden weiblichen Aussparungen 137 auf der äußeren radialen Oberfläche 130 der Außenseitenwand 135 mit einer komplementären weiblichen Aussparung 138 und umschließenden männlichen

Vorsprüngen 139 auf der radialen Innenfläche 112 des Außenringes 104 dar. Weibliche Aussparungen 138 und umschließende männliche Vorsprünge 139 sind auf der stromaufwärts zeigenden Oberfläche 140 der Außenseitenwand 135 mit einem komplementären männlichen Vorsprung 136 und umschließenden weiblichen Aussparungen 137 auf der stromabwärts zeigenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 angeordnet.

[0022] **Fig. 9** stellt den Eingriff einer mittigen weiblichen Aussparung 138 mit umschließenden männlichen Vorsprüngen 139 auf der äußeren radialen Oberfläche 130 der Außenseitenwand 135 mit einem komplementären männlichen Vorsprung 136 und umschließenden weiblichen Aussparungen 137 auf der radialen Innenfläche 112 des Außenrings 104 dar. Eine mittige weibliche Aussparung 138 und umschließende männliche Vorsprünge 139 sind auf der stromaufwärts zeigenden Oberfläche 140 der Außenseitenwand 135 mit einem komplementären männlichen Vorsprung 136 und umschließenden weiblichen Aussparungen 137 auf der stromabwärts zeigenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 dargestellt.

[0023] **Fig. 10** stellt eine vergrößerte Ansicht eines nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels für eine Schnittstelle einer Außenseitenwand 135 und eines Außenrings 104 für ein exemplarisches Singlet 105 in einer Stufe einer Dampfturbine 10 dar. Die Stufe 149 enthält ein Leitapparatschaufelblatt 125 mit integrierter Außenseitenwand 135 und eine Rotorscheufel 121. Der Außenring 104 ist an dem Turbinengehäuse 108 befestigt. Die Außenseitenwand 135 enthält einen vorderen Haken 145 auf der stromaufwärts liegenden Seite der Außenseitenwand 135, der mit einer Aussparung 148 in einer stromabwärts liegenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 in Eingriff steht. Ein axialer Haken 146 der Außenseitenwand 135 steht mit einer Aussparung 133 in Eingriff, die einen axialen Anschlag 155 bereitstellt. Eine Niedrigenergieschweißnaht 160 kann ebenfalls zwischen der stromabwärts liegenden Oberfläche des Außenrings 104 und der stromabwärts liegenden Oberfläche der Außenseitenwand 135 eingesetzt werden, um eine axiale Bewegung des Singlets 105 zu begrenzen. In dem Falle eines Bruchs der Schweißnaht 160 steht der axiale Anschlag 155 zur Verfügung, um das Singlet 105 an einer stromabwärts gerichteten Freisetzung zu hindern. Beispielsweise verwendet die Schweißnaht mit geringer Wärmezufuhr eine Stumpfschweißnahtschnittstelle und verwendet bevorzugt eine flache Elektronenstrahlschweißstelle oder flache Laserschweißstelle oder einen Flachfluss-TIG (Wolfram/Inertgas) oder einen A-TIG-Schweißprozess. Durch Anwendung dieser Schweißprozesse und Schweißnahttypen ist die Schweißung auf dem an die Stufen angrenzenden Bereich zwischen den Seitenwänden

und Ringen der Seitenwände beschränkt. Somit erfolgt die Schweißung nur für einen kurzen axialen Abstand, der bevorzugt nicht die axiale Erstreckung der Stufen entlang gegenüberliegenden axialen Enden der Seitenwände überschreitet und ohne den Einsatz eines Schweißzusatzmaterials.

[0024] Fig. 11 stellt eine vergrößerte Ansicht eines anderen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels für eine Schnittstelle einer Außenseitenwand 135 und eines Außenrings 104 für ein exemplarisches Singlet 105 in einer Stufe einer Dampfturbine 10 dar. Die Stufe 149 enthält ein Leitapparatschaufelblatt 125 mit integrierter Außenseitenwand 135 und eine Rotorscheufel 121. Der Außenring 104 ist an dem Turbinengehäuse 108 befestigt. Die Außenseitenwand 135 enthält einen vorderen Haken 145 auf einer stromaufwärts liegenden Seite 140 der Außenseitenwand 135, der mit einer Aussparung 148 in einer stromabwärts liegenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 in Eingriff steht. Der axiale Haken 156 der Außenseitenwand 135 steht mit einer Aussparung in Eingriff, die einen axialen Anschlag 157 bereitstellt. Der axiale Haken 156 ist in dieser Anordnung größer als der axiale Haken 146 von **Fig. 10**. Der axiale Haken 156 stellt daher einen größeren Eingriff mit dem axialen Anschlag 157 bereit und stellt durch sich selbst eine ausreichende axiale Halterung auf der Außenseitenwand 135 bereit, so dass eine stromabwärts liegende Schweißnaht zwischen der Außenoberfläche der Außenseitenwand und der Innenoberfläche des Außenrings nicht erforderlich ist. Dieses wäre eine Schweißnaht mit geringer Wärmezufuhr wie z.B. eine Metall-Schutzgas-Lichtbogenschweißnaht (GMAW) oder eine Wolfram-Inertgas-Lichtbogenschweißnaht (GTAW).

[0025] Fig. 12 stellt eine vergrößerte Ansicht noch eines anderen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels form für eine Schnittstelle einer Außenseitenwand 135 und eines Außenrings 104 für ein exemplarisches Singlet 105 in einer Stufe einer Dampfturbine 10 dar. Die Stufe 149 enthält ein Leitapparatschaufelblatt 125 mit integrierter Außenseitenwand 135 und eine Rotorscheufel 121. Der Außenring 104 ist an dem Turbinengehäuse 108 befestigt. Die Außenseitenwand 135 enthält einen vorderen Haken 145 auf einer stromaufwärts liegenden Seite 140 der Außenseitenwand 135, der mit einer Aussparung 148 in einer stromabwärts liegenden Oberfläche 141 des Außenrings 104 in Eingriff steht. Es ist - anders als bei der Erfindung - kein axialer Haken zwischen der radialen Außenoberfläche 134 der Außenseitenwand 135 und der radialen Innenoberfläche des Außenrings 104 vorgesehen. Eine ausreichende axiale Unterstützung für die Halterung des Singlet-Leitapparates gegenüber stromabwärts gerichteten Kräften wird durch die Schnittstelle des Leitapparatschaufelblattes (kurz: Schaufelblattes) 125 mit dem Innenring bereitge-

stellt, wie es nachstehend detaillierter beschrieben wird.

[0026] Fig. 13 stellt ein weiteres nicht erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Leitapparatsbaugruppe gemäß der vorliegenden Erfindung dar, welches ein Singlet mit Seitenwänden verwendet, die mit einer Schweißnaht mit geringer Wärmezufuhr direkt an Außenringe geschweißt ist, und welche mechanische Merkmale hat, die eine verbesserte Zuverlässigkeit und Risikovermeidung aufgrund einer mechanischen Verriegelung an der Schnittstelle zwischen der Leitapparatsbaugruppe und dem Außenring bereitstellen. Die Leitapparatsbaugruppe kann ein integriert ausgebildetes Singlet 105 enthalten. Jedes Singlet 105 enthält ein einzelnes Schaufelblatt 125, wobei das Schaufelblatt und die Seitenwände aus einem endkonturnahen Schmiedestück oder Materialblock herausgearbeitet sind. Die Außenseitenwand 135 enthält eine mittige weibliche Aussparung 138, die von männlichen Vorsprüngen 139 umschlossen ist, während der gegenüberliegende Außenring 104 komplementäre Strukturen aufweist. Alternativ kann die Außenseitenwand 135 einen mittigen männlichen Vorsprung enthalten, der von sich radial nach innen erstreckenden weiblichen Aussparungen entlang Vorder- und Hinterkanten der Außenseitenwand flankiert ist.

[0027] Die Singlets 105 werden an den Außenringen 104 unter Verwendung einer Schweißnaht mit geringer Wärmezufuhr angebracht. Beispielsweise verwendet die Schweißnaht mit geringer Wärmezufuhr eine Stumpfschweißnahtschnittstelle und verwendet bevorzugt einen flachen Elektronenstrahlschweißprozess oder flachen Laserschweißprozess oder einen ähnlichen Schweißprozess. Durch Anwendung dieser Schweißprozesse und Schweißnahttypen ist die Schweißung auf dem an die Stufen angrenzenden Bereich zwischen den Seitenwänden und Ringen der Seitenwände beschränkt. Somit erfolgt die Schweißung nur für einen kurzen axialen Abstand, der bevorzugt nicht die axiale Erstreckung der Stufen entlang gegenüberliegenden axialen Enden der Seitenwände überschreitet und ohne den Einsatz eines Schweißzusatzmaterials.

[0028] Fig. 14 stellt eine exemplarische Ausführungsform einer Schnittstelle eines Leitapparatschaufelblattes mit integrierter Außenseitenwand zu einem Innenring dar. Der Innenring 102 der Leitapparatsbaugruppe kann aus einem gewalzten oder geschmiedeten Ring oder Reifen oder irgendwelcher Mittel hergestellt werden, die eine Funktion des Rings wie hierin beschrieben ermöglicht. Der Innenring 102 enthält mehrere Öffnungen 151 (Ausrichtungsöffnungen) 151 und mehrere Öffnungen 152 (Verbindungsöffnungen). In der exemplarischen Ausführungsform können die Öffnungen 151 Stiftöffnungen sein, und die Öffnungen 152 können Schrauben-

öffnungen sein, wobei sich die Öffnungen im Wesentlichen radial durch den Innenring 102 zwischen der Strömungspfadoberfläche 110 und einer radial inneren Oberfläche 113 des Innenrings 102 hindurch erstrecken.

[0029] Die Öffnungen 151 und 152 sind jeweils in Umfangsrichtung in Abstand um den Innenring 102 herum angeordnet. In der exemplarischen Ausführungsform sind die Öffnungen 151 axial stromaufwärts von den Öffnungen 152 in Abstand angeordnet, wobei aber die Öffnungen 151 an jeder beliebigen Stelle in Bezug auf die Öffnungen 152 ausgebildet sein können, die eine Montage der Leitapparatbaugruppe 100 wie hierin beschrieben ermöglicht. In der exemplarischen Ausführungsform werden die Öffnungen 151 und die Öffnungen 152 unter Anwendung eines Präzisionsbearbeitungsprozesses oder irgendeines anderen Prozesses, der eine Funktion der Öffnungen 151 wie hierin beschrieben ermöglicht, gebohrt. Die Lage der Öffnungen 151 ermöglicht die Bestimmung eines Umfangsabstandes zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Schaufelblättern 125 entlang des inneren Strömungspfades. Ferner ermöglicht die Lage der Öffnungen 151 auch die axiale Ausrichtung jedes Schaufelblattes 125 in Bezug auf den Innenring 102 und insbesondere in Bezug auf die Strömungspfadoberfläche 110. Die Lage der Öffnungen 152 ermöglicht die Bestimmung einer zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Schaufelblättern 125 definierten Nahtfläche. In der exemplarischen Ausführungsform können die Öffnungen 152 etwas überbemessen sein, um leichte Ausrichtungsmodifikationen aufzunehmen, während individuelle Nahtflächen eingestellt werden. Während der Herstellung der Leitapparatbaugruppe 100 werden zu Beginn die Öffnungen 151 und 152 im Wesentlichen radial in dem Innenring 102 erzeugt. Ein erstes Schaufelblatt 125 wird dann in Bezug auf die Strömungspfadoberfläche 110 des Innenrings positioniert und ein erstes Befestigungselement 153 (ein Ausrichtungsstift) verschiebbar in einer entsprechenden Öffnung 151 (der Ausrichtungsöffnung) aufgenommen. Insbesondere wird der Ausrichtungsstift (das erste Befestigungselement 153) im Wesentlichen radial aus der Innenoberfläche 113 durch den Innenring 102 hindurch und in das gegenüber der Strömungspfadoberfläche 110 positionierte Schaufelblatt 125 eingeführt. Jedes erste Befestigungselement 153 wird in einem Reibungssitz in den entsprechenden Öffnungen 151 aufgenommen. Die ersten Befestigungselemente 153 ermöglichen die Positionierung der Schaufelblätter 125 sowohl in Umfangsrichtung in Bezug zueinander als auch axial in Bezug zu der Strömungspfadoberfläche 110 des Innenrings. Alternativ können mehrere Stifte oder erste Befestigungselemente 153 verwendet werden, um die Ausrichtung jedes Schaufelblattes 125 in Bezug auf jedes andere Schaufelblatt zu ermöglichen.

[0030] Die Schaufelblätter 125 werden dann in Bezug auf die Leitapparatbaugruppe 100 ausgerichtet und die Verbindungsöffnungen 152 werden dann in dem Innenring 102 und in den Schaufelblättern 125 erzeugt. In der exemplarischen Ausführungsform wird in dem in den Schaufelblättern 125 definierten Abschnitt der Öffnungen 152 ein Gewinde geschnitten. Jedes zweite Befestigungselement 154 in Form einer Verbindungsschraube wird dann in jede Öffnung 152 eingesetzt, um die Befestigung jedes Schaufelblattes 125 an dem Innenring 102 zu ermöglichen. Insbesondere kann, selbst wenn das zweite Befestigungselement 154 in jedes Schaufelblatt 125 eingeschraubt sind, eine Ausrichtung der Schaufelblätter 125 etwas verdreht werden, um die individuellen Leitapparatnahtflächen anzupassen. In einer alternativen Ausführungsform werden mehrere Schrauben oder zweite Befestigungselemente 154 verwendet, um die Befestigung jedes Schaufelblattes 125 an dem Innenring 102 zu ermöglichen. Anschließend an die Verschraubung und/oder Verstiftung des Innenrings wird eine Halterungseinrichtung 170 bereitgestellt, um die Schraube oder Stift festzuhalten. Die Halterungseinrichtung 170 kann eine „Heft“-Schweißung oder Versteifung der Schraube und/oder des Stiftes in dem Loch beinhalten.

[0031] Die vorstehend beschriebene Verbindung des Schaufelblattes 125 mit dem Innenring 102 kann bei jeder von den mechanischen Schnittstellen der Außenseitenwand 135 des Singlets 105 mit dem Außenring 104 (**Fig. 10 - 13**) eingesetzt werden.

[0032] Ein Singlet-Leitapparatschaufelblatt einer Dampfturbine mit integrierter Außenseitenwand wird mit einem Innenring und einem Außenring in einer Leitapparatbaugruppe in Eingriff gebracht. Die Schnittstelle der Außenseitenwand mit dem Außenring enthält mehrere mechanische Haken sowohl auf der stromaufwärts liegenden Seite als auch auf der äußeren radialen Seite der Außenseitenwand, die mit komplementären Strukturen auf dem Außenring in Eingriff stehen. Die äußere Schnittstelle kann ferner Niedrigenergie-Schweißnähte entlang eingeschränkten Strecken sowohl der stromaufwärts als auch stromabwärts liegenden Schnittstelle der Außenseitenwand und des Außenrings enthalten. Ein inneres radiales Ende des Singlet-Leitapparatschaufelblattes wird in seiner Position verstiftet und an dem Innenring befestigt. Ohne Notwendigkeit von Schweißnähten mit hoher Wärmezufuhr werden die Verformung des Schaufelblattes und des Dampfströmungspfades und die zugehörige Nachbearbeitung beseitigt und das Betriebsverhalten der Stufe verbessert.

Patentansprüche

1. Leitapparatbaugruppe (100) für eine Dampfturbine, aufweisend:

wenigstens ein Leitapparatschaufelblatt (125) mit einer integrierten Außenseitenwand (135);
einen Innenring (102) und einen Außenring (104), wobei sich das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) im Wesentlichen radial zwischen dem Innenring (102) und dem Außenring (104) erstreckt; wobei eine radiale Innenfläche (112) des Außenrings (104) eine mechanische Passungsverbindung mit einer radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) hat, die eine axiale Bewegung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) begrenzt;

wobei der Außenring (104) eine mechanische Passungsverbindung mit einer stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) hat, die eine radiale Bewegung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) begrenzt; und

wobei das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) an dem Innenring (102) mit mehreren Befestigungselementen (153, 154) verstiftet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Passungsverbindung des Außenrings (104) mit der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) aufweist:

entweder einen radial nach innen ragenden mittigen männlichen Vorsprung (136), der an der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) angeordnet und in Axialrichtung von zwei weiblichen Aussparungen (137) in der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) umschlossen ist, wobei der radial nach innen ragende mittige männliche Vorsprung (136) in einer komplementären mittigen weiblichen Aussparung (138) aufgenommen ist, die in der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) ausgebildet und in Axialrichtung von zwei radial nach außen ragenden männlichen Vorsprüngen (139) umschlossen ist, die in den weiblichen Aussparungen (137) der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) aufgenommen sind, oder einen radial nach außen ragenden mittigen männlichen Vorsprung (136), der an der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) angeordnet und in Axialrichtung von zwei weiblichen Aussparungen (137) in der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) umschlossen ist, wobei der radial nach außen ragende mittige männliche Vorsprung (136) in einer komplementären mittigen weiblichen Aussparung (138) aufgenommen ist, die in der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) ausgebildet und in Axialrichtung von zwei radial nach innen ragenden männlichen Vorsprüngen (139) umschlossen ist, die in den weiblichen Aussparungen (137) der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) aufgenommen sind,

und wobei die mechanische Passungsverbindung

des Außenrings (104) mit der stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) aufweist:

entweder einen stromaufwärts ragenden mittigen männlichen Vorsprung (136), der an der stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) angeordnet und in Radialrichtung von zwei weiblichen Aussparungen (137) in der stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) umschlossen ist, wobei der stromaufwärts ragende mittige männliche Vorsprung (136) in einer komplementären mittigen weiblichen Aussparung (138) aufgenommen ist, die in einer stromabwärts zeigenden Oberfläche (141) des Außenrings (104) ausgebildet und in Radialrichtung von zwei stromabwärts ragenden männlichen Vorsprüngen (139) umschlossen ist, die in den weiblichen Aussparungen (137) der stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) aufgenommen sind,

oder einen stromabwärts ragenden mittigen männlichen Vorsprung (136), der an der stromabwärts zeigenden Oberfläche (141) des Außenrings (104) angeordnet und in Radialrichtung von zwei weiblichen Aussparungen (137) in der stromabwärts zeigenden Oberfläche (141) des Außenrings (104) umschlossen ist, wobei der stromabwärts ragende mittige männliche Vorsprung (136) in einer komplementären mittigen weiblichen Aussparung (138) aufgenommen ist, die in der stromaufwärts liegenden Seite (140) der Außenseitenwand (135) ausgebildet und in Radialrichtung von zwei stromaufwärts ragenden männlichen Vorsprüngen (139) umschlossen ist, die in den weiblichen Aussparungen (137) der stromabwärts zeigenden Oberfläche (141) des Außenrings (104) aufgenommen sind.

2. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 1, wobei die Verstiftung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) an dem Innenring (102) aufweist:

das Leitapparatschaufelblatt (125), das drehbar mit dem Innenring (102) mit mehreren ersten Befestigungselementen (153) verbunden ist, wobei die mehreren ersten Befestigungselemente (153) das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) in Bezug auf den Innenring (102) anordnen und das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) radial mit dem Innenring (102) mit mehreren zweiten Befestigungselementen (154) verbunden ist.

3. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 2, wobei der Innenring (102) mehrere radial nach außen gerichtete Bohrungen aufweist, die in Umfangsrichtung um den Innenring (102) angeordnet sind, wobei die mehreren Bohrungen eine Ansenkungsanordnung beinhalten.

4. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 3, wobei die mehreren ersten Befestigungselemente

(153) wenigstens einen Ausrichtungsstift beinhalten und die mehreren zweiten Befestigungselemente (154) wenigstens eine Schraube beinhalten.

5. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 4, wobei ein innerer Rand des Leitapparatschaufelblattes (125) mehrere Öffnungen (151, 152) dadurch hindurch aufweist und wobei die mehreren Öffnungen (151, 152) eine Ausrichtung des Leitapparatschaufelblattes (125) auf dem inneren Rand ermöglichen.

6. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 1, wobei das wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) tangential zwischen den Außenring (104) und den Innenring (102) eingesetzt ist.

7. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 1, wobei die Außenseitenwand (135) an den Außenring (104) ohne den Zusatz von Schweißzusatzmaterial an einem stromabwärts liegenden Zwischenraum zwischen der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) und der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135) geschweißt ist.

8. Leitapparatbaugruppe (100) nach Anspruch 1, wobei die radiale Außenoberfläche (134) an den Außenring (104) ohne den Zusatz von Schweißzusatzmaterial geschweißt ist, an wenigstens einem von:
einem stromabwärts liegenden Zwischenraum zwischen der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) und der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135); und
einem stromaufwärts liegenden Zwischenraum zwischen der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) und der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135).

9. Verfahren zum Zusammenbau einer Dampfturbine, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Bereitstellen einer Leitapparatbaugruppe (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche; Einbauen des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) mit integrierter Außenseitenwand (135) zwischen dem Außenring (104) und dem Innenring (102) durch eine von einer tangentialen Einführung und einer axialen Schwenkeinführung, indem die komplementären weiblichen Aussparungen (137, 138) und männlichen Vorsprünge (136, 139) der Außenseitenwand (135) und des Außenrings (104) miteinander in Eingriff gebracht werden; drehendes Verbinden des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) mit dem Innenring (102) mit mehreren ersten Befestigungselementen (153), die jeweils in eine von mehreren in Umfangsrichtung in Abstand angeordneten Bohrungen eingeführt werden, die sich im Wesentlichen radial durch den Innenring (102) hindurch und zu dem Außenring (104) gerichtet dergestalt erstrecken, dass sich das

wenigstens eine Leitapparatschaufelblatt (125) im Wesentlichen radial von dem Innenring (102) nach außen erstreckt; und
Einstellen des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) in eine endgültige Leitapparatschaufelblattposition; und
Beschränken einer Drehbewegung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) und Verbinden jedes von den mehreren Leitapparatschaufelblättern (125) mit dem Innenring (102) mit mehreren zweiten Befestigungselementen (154).

10. Verfahren nach Anspruch 9, ferner mit wenigstens einem der Schritte:
Verschweißen der Außenseitenwand (135) mit dem Außenring (104) auf einer stromabwärts liegenden Oberfläche an einer Schnittstelle zwischen der radialen Innenfläche (112) des Außenrings (104) und der radialen Außenoberfläche (134) der Außenseitenwand (135); und
Verschweißen der Außenseitenwand (135) mit dem Außenring (104) auf einer stromaufwärts liegenden Oberfläche an einer Schnittstelle zwischen der stromabwärts zeigenden tangentialen Oberfläche (141) des Außenrings (104) und der stromaufwärts zeigenden tangentialen Oberfläche (140) der Außenseitenwand (135).

11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Verbindung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) mit dem Innenring (102) mit mehreren ersten Befestigungselementen (153) ferner den Schritt der Einführung wenigstens eines Ausrichtungsstiftes im Wesentlichen radial in jedes von dem wenigstens einen Leitapparatschaufelblatt (125) aufweist, um eine Ausrichtung jedes von dem wenigstens einen Leitapparatschaufelblatt (125) in Bezug auf den Innenring (102) zu ermöglichen.

12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Verbindung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) mit dem Innenring (102) mit mehreren zweiten Befestigungselementen (154) ferner den Schritt der Verbindung jedes von dem wenigstens einen Leitapparatschaufelblatt (125) mit dem Innenring (102) mit wenigstens einer Schraube aufweist.

13. Verfahren nach Anspruch 9, ferner mit dem Schritt der Erzeugung mehrerer in Umfangsrichtung in Abstand angeordneter Bohrungen in dem Innenring (102) dergestalt, dass jede von den Bohrungen so bemessen ist, dass sie einen Teilabschnitt der mehreren ersten Befestigungselemente (153) dadurch hindurch aufnimmt, um die Befestigung des wenigstens einen Leitapparatschaufelblattes (125) an dem Innenring (102) zu ermöglichen.

14. Dampfturbine mit einer Leitapparatbaugruppe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

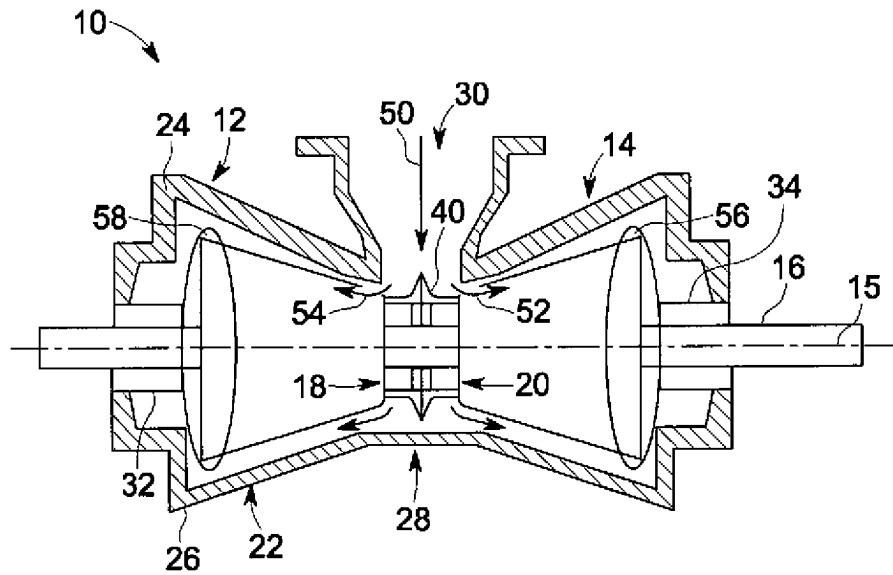


FIG. 1

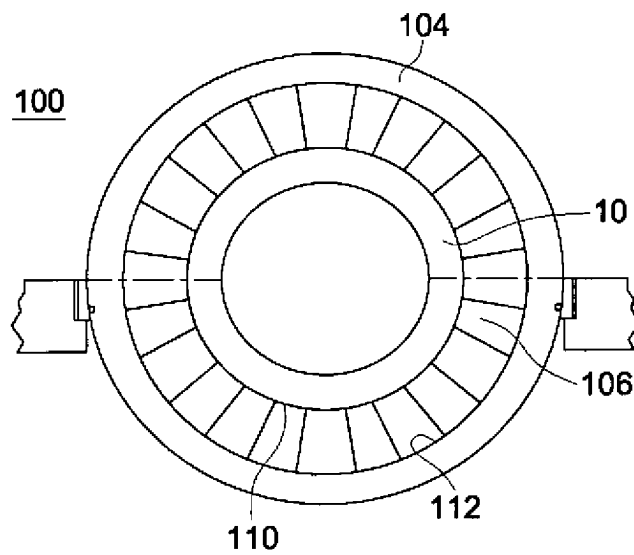


FIG. 2

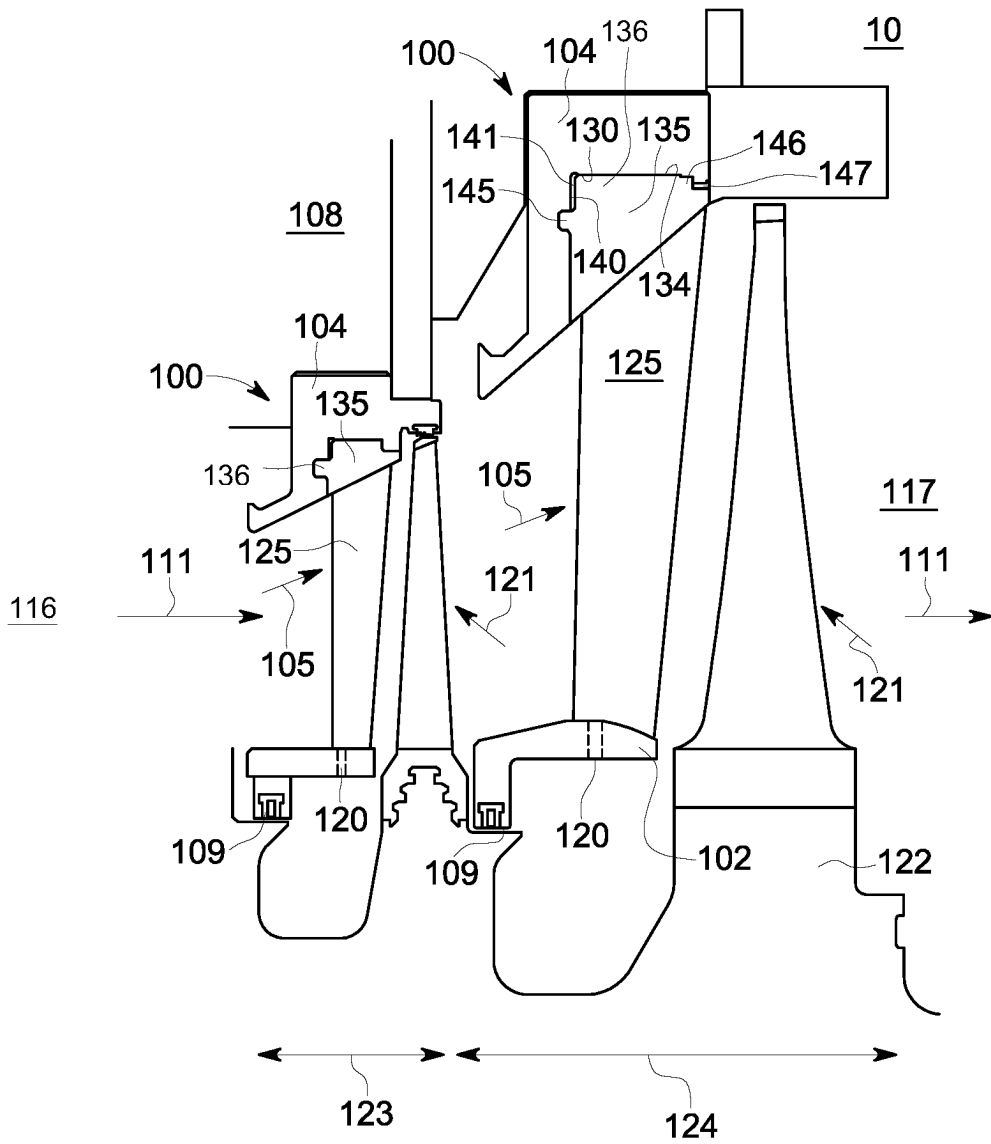


FIG. 3

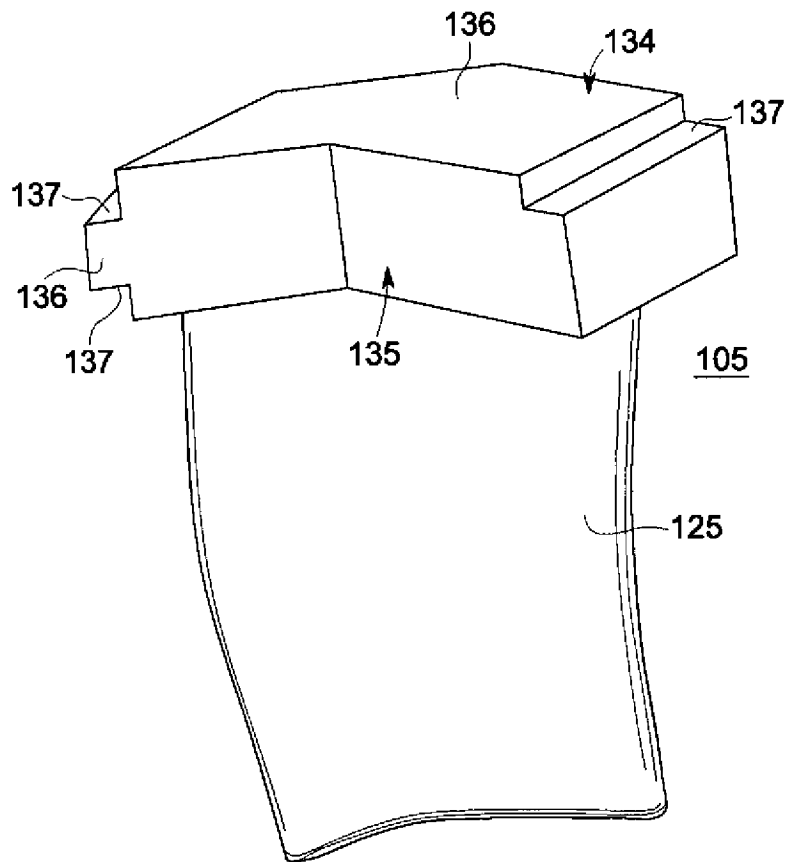


FIG. 4

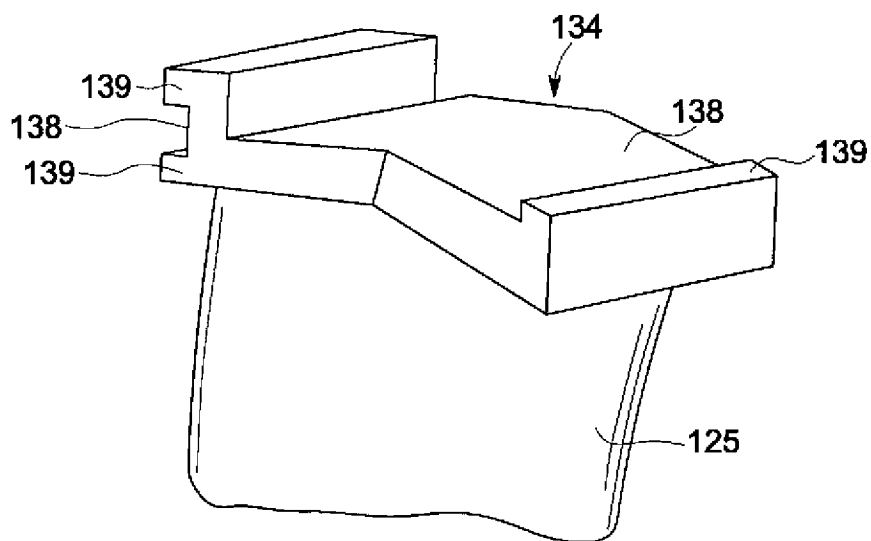


FIG. 5

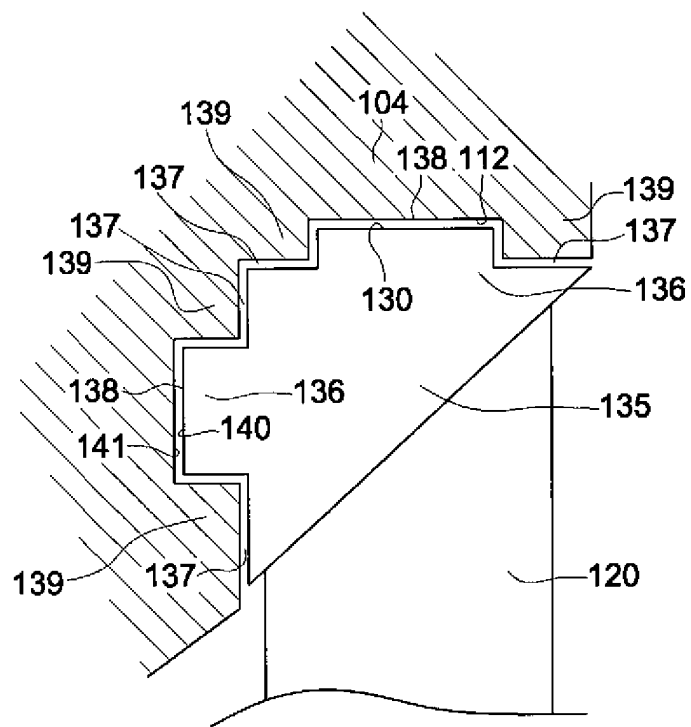


FIG. 6

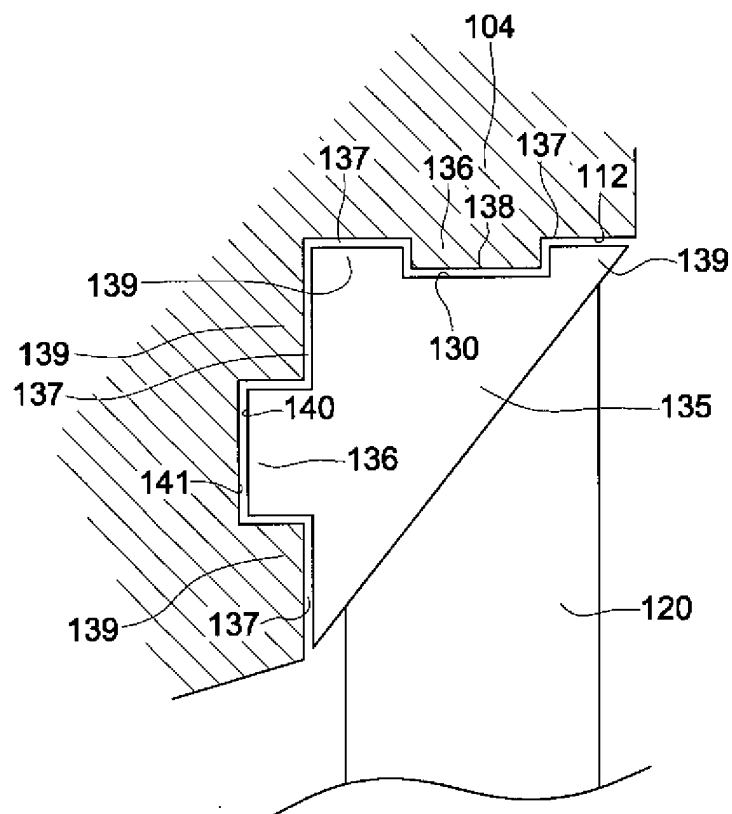


FIG. 7

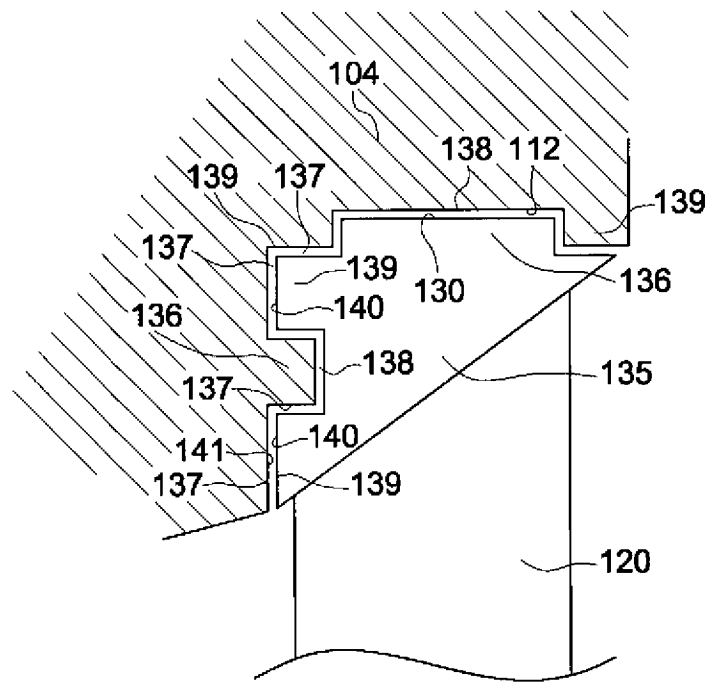


FIG. 8

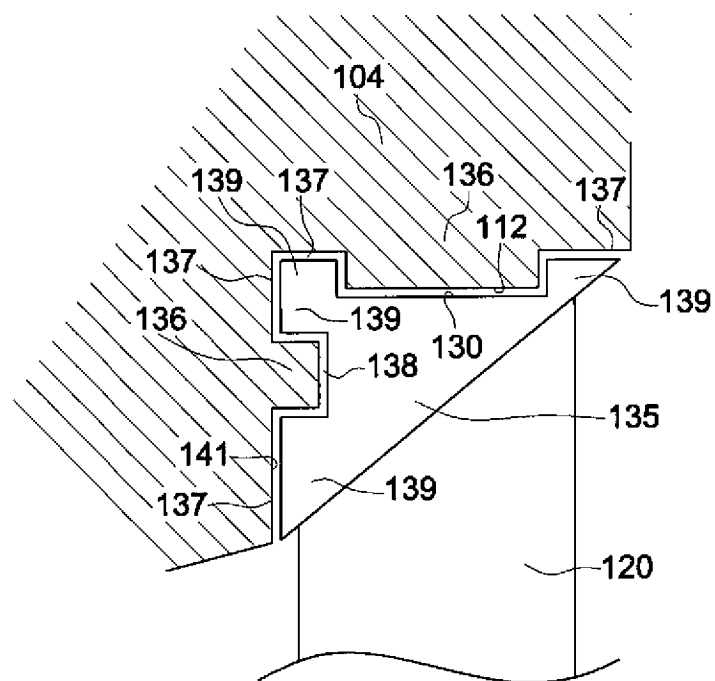


FIG. 9

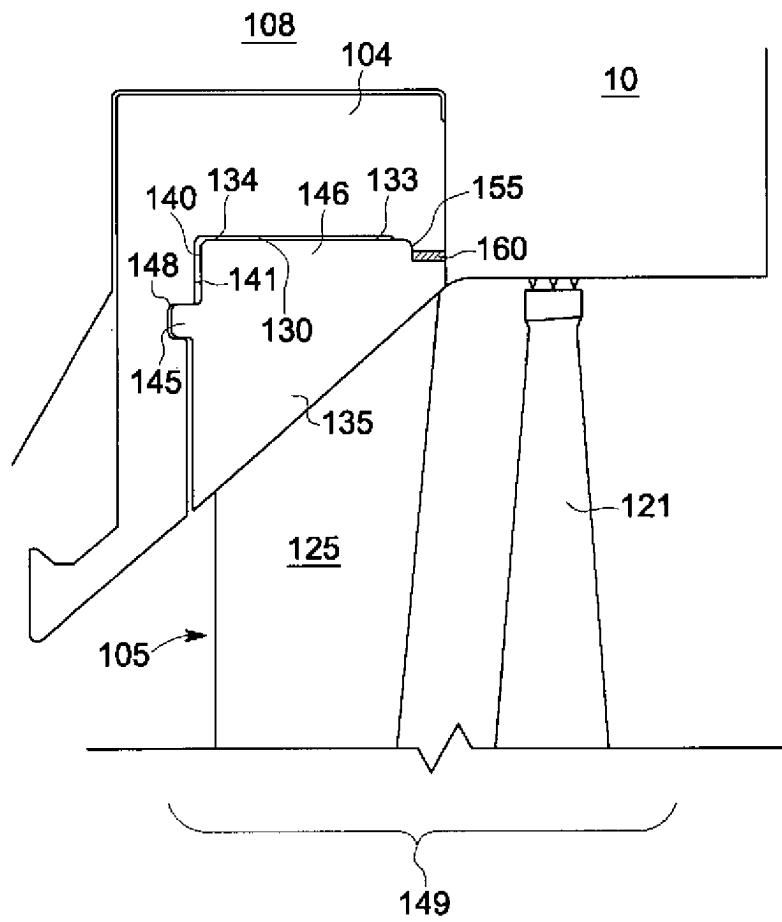


FIG. 10

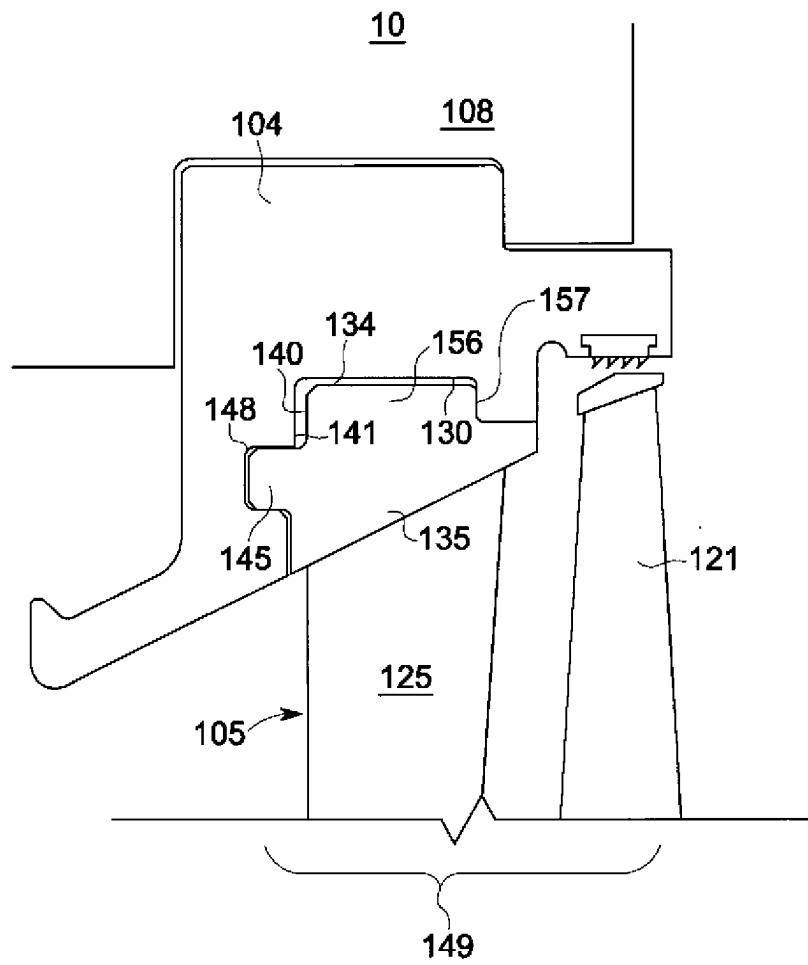


FIG. 11

6f

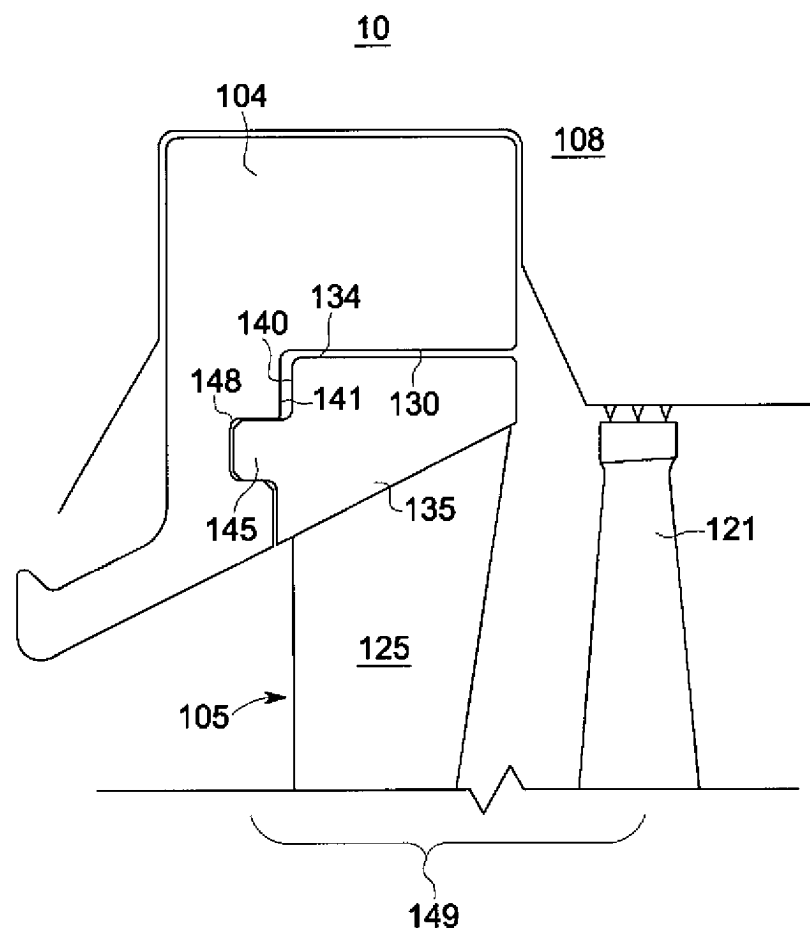


FIG. 12

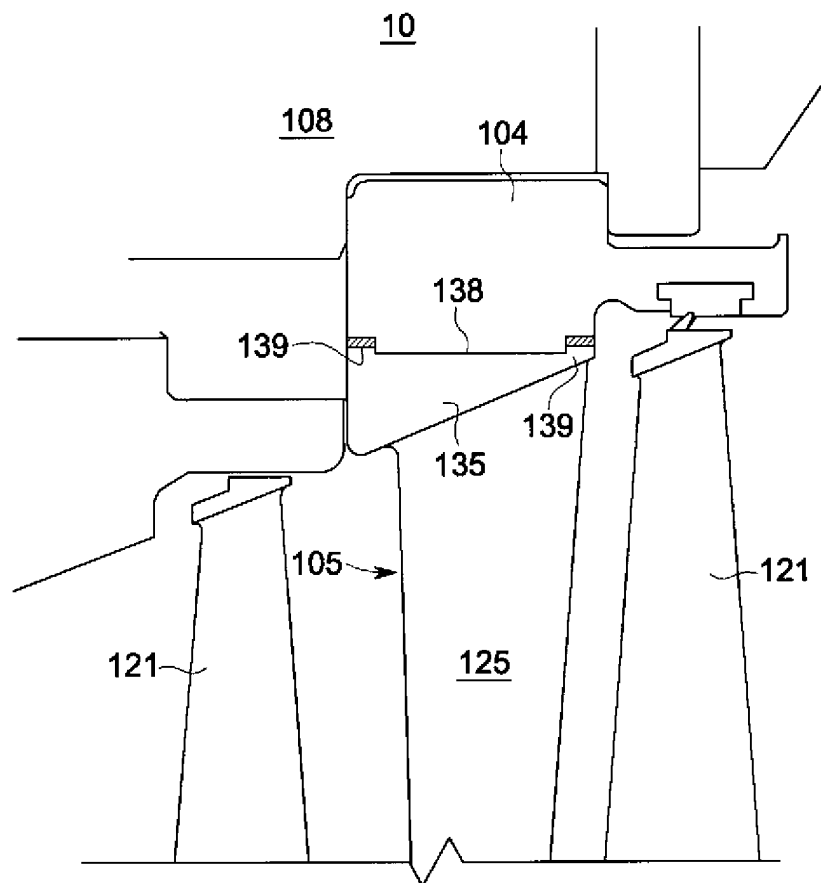


FIG. 13

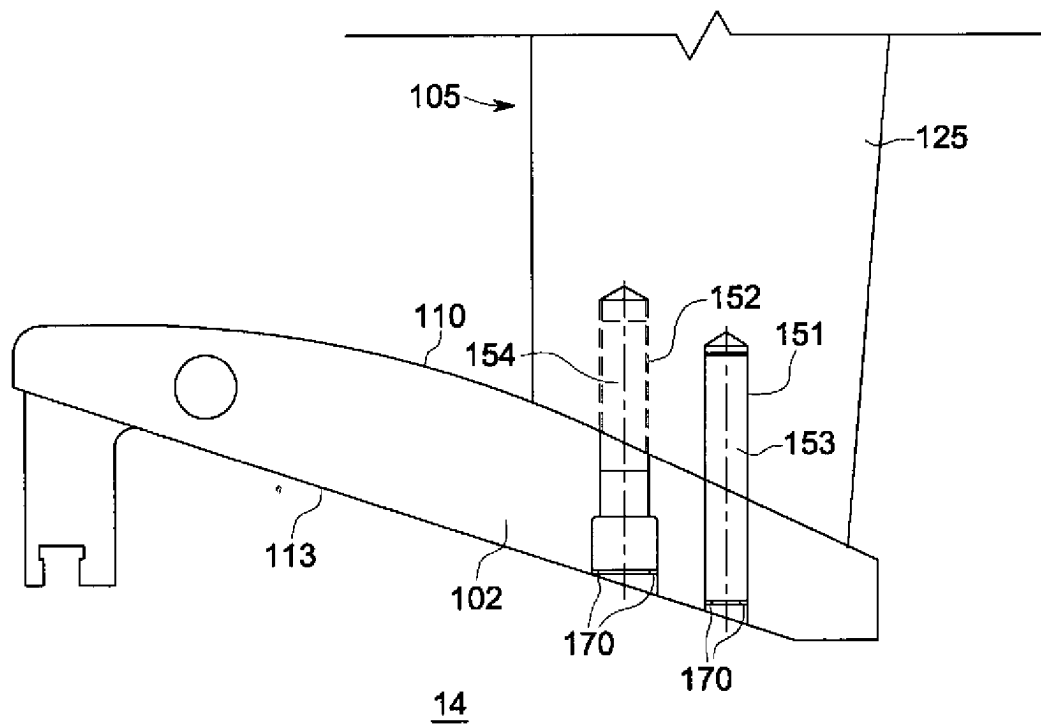


FIG. 14