



(10) **DE 10 2011 053 531 B4** 2022.08.11

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 053 531.4**  
(22) Anmeldetag: **12.09.2011**  
(43) Offenlegungstag: **22.03.2012**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **11.08.2022**

(51) Int Cl.: **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:  
**12/887,322 21.09.2010 US**

(73) Patentinhaber:  
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

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

(72) Erfinder:  
**Joshi, Manish, Bangalore, Karnataka 560066, IN;  
Rathina, Rajarajan, Bangalore, Karnataka 560093, IN**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>570 754</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>1 959 098</b>	<b>B1</b>

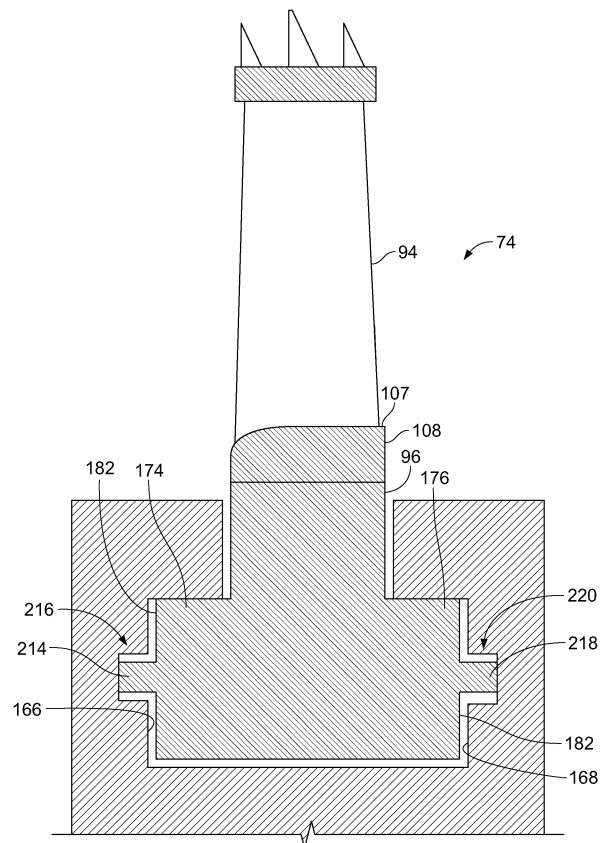
(54) Bezeichnung: **Rotoranordnung zur Verwendung in Turbomaschinen und Turbomaschine mit derartiger Rotoranordnung**

(57) Hauptanspruch: Rotoranordnung (16) zur Verwendung mit einer Turbomaschine, wobei die Rotoranordnung (16) aufweist:

wenigstens eine Rotorscheibe (76) mit einer eine Schwalbenschwanznut (98) definierenden inneren Oberfläche (162, 166, 168) ;

wenigstens eine mit der Rotorscheibe (76) verbundene Turbinenschaufel (74), wobei die Turbinenschaufel (74) ein Schaufelblatt (94) aufweist, das sich von einem Schwalbenschwanz (96) nach außen erstreckt, wobei der Schwalbenschwanz (96) wenigstens teilweise in die Schwalbenschwanznut (98) eingesetzt ist;

wobei die Turbinenschaufel (74) ferner einen sich zwischen dem Schaufelblatt (94) und dem Schwalbenschwanz (96) erstreckenden Schaft (108) aufweist, wobei sich das Schaufelblatt (94) von dem Schaft (108) radial nach außen erstreckt, wobei der Schwalbenschwanz (96) einen radial äußeren Abschnitt (146) und einen radial inneren Abschnitt (148) aufweist, wobei der radial äußere Abschnitt (146) des Schwalbenschwanzes (96) eine axiale Breite aufweist, die angenähert gleich einer axialen Breite des Schaftes (108) ist und der radial innere Abschnitt (148) des Schwalbenschwanzes (96) eine axiale Breite aufweist, die größer ist als die axiale Breite des Schaftes (108) und des radial äußeren Abschnitts (146) des Schwalbenschwanzes (96); und eine Fixierungsanordnung (100), die sich von der inneren Oberfläche (166, 168) der Rotorscheibe (76) und dem Schwalbenschwanz (96) aus erstreckt, wobei die Fixierungsanordnung (100) eine Drehung der Turbinenschaufel ...



## Beschreibung

**[0001]** Der hier beschriebene Erfindungsgegenstand betrifft allgemein Turbomaschinen und insbesondere eine Rotoranordnung zur Verwendung an Dampfturbinen und eine Turbomaschine mit derartiger Rotoranordnung.

**[0002]** Wenigstens einige bekannte Dampfturbinen haben einen definierten Dampfpfad, der in serieller Strömungsbeziehung einen Einlass, eine Turbine und einen Auslass umfasst. Bekannte Dampfturbinen enthalten auch mehrere stationäre Leitapparate, die einen Dampfstrom auf eine Rotoranordnung leiten. Wenigstens einige bekannte Rotoranordnungen enthalten wenigstens eine Reihe von Turbinenschaufeln, die in Umfangsrichtung in Abstand um eine Rotorscheibe herum angeordnet sind. Der Rotoranordnung aus dem Leitapparat zugeführter Dampf trifft auf die Turbinenschaufeln, um eine Drehung der Rotoranordnung zu bewirken.

**[0003]** Wenigstens einige bekannte Turbinenschaufeln enthalten ein Schaufelblatt, das sich von einem Schwalbenschwanz radial nach außen erstreckt. Der Schwalbenschwanz wird dazu genutzt, die Turbinenschaufel mit einer Rotorscheibe oder einem Rotorkörper zu verbinden. Bekannte Rotorscheiben enthalten eine Schwalbenschwanznut, die in der Rotorscheibe definiert und so dimensioniert und geformt ist, dass sie den Schwalbenschwanz in sich aufnimmt. Um den Zusammenbau der Rotoranordnung zu ermöglichen, sind wenigstens einige bekannte Schwalbenschwanznuten größer als die Turbinenschaufel dimensioniert. Während des Betriebs kann sich, während der Rotoranordnung Dampf zugeführt wird, der Schwalbenschwanz unerwünscht in der Schwalbenschwanznut verdrehen oder verschieben. Mit der Zeit kann die Bewegung des Schwalbenschwanzes in der Schwalbenschwanznut einen Verschleiß zwischen dem Schwalbenschwanz und der Schwalbenschwanznut vergrößern und zu einem Schaden an der Turbinenschaufel und/oder der Rotorscheibe führen und/oder kann die Betriebslebensdauer eines Teils der Rotoranordnung verringern.

**[0004]** EP 1 959 098 B1 beschreibt eine Rotoranordnung zur Verwendung in einer Turbomaschine. Die Rotoranordnung enthält wenigstens eine Rotorscheibe, die eine Innenoberfläche enthält, die eine Schwalbenschwanznut definiert. Mit der Rotorscheibe ist wenigstens eine Turbinenschaufel verbunden, die ein Schaufelblatt, einen Schwalbenschwanz und einen Schaft aufweist, der sich radial zwischen dem Schaufelblatt und dem Schwalbenschwanz erstreckt. Der Schwalbenschwanz ist in die Schwalbenschwanznut eingesetzt. Die axiale Länge des Schwalbenschwanzes und der Schwalbenschwanznut ist kleiner als die axiale Länge des

Schaufelblattes und des Schaftes. Zwischen der Rotorscheibe und der Turbinenschaufel ist eine Fixierungsanordnung wirksam, um eine Drehung der Turbinenschaufel in Bezug auf die Rotorscheibe zu verhindern oder zu reduzieren. In einer Ausführungsform weist die Fixierungsanordnung axiale Vorsprünge auf, die von axialen Stirnflächen des Schaftes axial vorragen und sich in Umfangsrichtung erstrecken und die mit zugehörigen Aussparungen in Eingriff kommen, die in der radialen Außenfläche der Rotorscheibe an dem Übergang zu der Schwalbenschwanznut ausgebildet sind. In einer anderen Ausführungsform weist die Fixierungsanordnung einen radialen Vorsprung an der radial inneren Fläche des Schwalbenschwanzes auf, der in eine radial nach außen offene Nut in dem Boden der Schwalbenschwanznut eingreift. Alternativ kann der radiale Vorsprung an dem Boden der Schwalbenschwanznut ausgebildet sein und in eine Nut in der radial inneren Fläche des Schwalbenschwanzes eingreifen.

**[0005]** DE 570 574 A beschreibt eine Turbinenrotoranordnung mit einer Laufschaufel, die ein Schaufelblatt und einen Schaufelfuß aufweist, und einem Schaufelträger, der eine Aufnahmenut für den Schaufelfuß aufweist. Das Schaufelblatt, der Schaufelfuß und die Aufnahmenut weisen eine im Wesentlichen gleiche axiale Breite bzw. Weite auf. Zur form-schlüssigen Halterung des Schaufelfußes in der Aufnahmenut weist der Schaufelfuß in Höhenrichtung zueinander versetzte axiale Aussparungen in den beiden axialen Stirnflächen des Schaufelfußes auf, in die in der Aufnahmenut ausgebildete axiale Vorsprünge eingreifen.

**[0006]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Rotoranordnung für eine Turbomaschine zu schaffen, die eine Sichere Verbindung einer Turbinenschaufel mit einer Rotorscheibe ermöglicht und eine Drehung der Turbinenschaufel in Bezug auf die Rotorscheibe um eine durch die Turbinenschaufel definierte radiale Achse und damit verbundene Nachteile minimiert oder zumindest stark reduziert.

**[0007]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbomaschine mit einer derartigen Rotoranordnung zu schaffen.

**[0008]** Die Aufgaben werden durch eine Rotoranordnung zur Verwendung in einer Turbomaschine mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 und eine Turbomaschine nach Anspruch 4 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**Fig. 1** ist eine schematische Ansicht einer exemplarischen Dampfturbine,

**Fig. 2** ist eine schematische Ansicht eines Abschnittes der in **Fig. 1** dargestellten Dampfmaschine und entlang dem Bereich 2,

**Fig. 3** ist eine vergrößerte Schnittansicht einer exemplarischen, als solche nicht unter die beanspruchte Erfindung fallenden Rotoranordnung, die mit der in **Fig. 1** dargestellten Turbomaschine verwendet werden kann,

**Fig. 4** ist eine perspektivische Ansicht der in **Fig. 3** dargestellten exemplarischen, also solche nicht beanspruchten Turbinenschaufel,

**Fig. 5** ist eine vergrößerte Schnittansicht einer weiteren exemplarischen, als solche nicht unter die beanspruchte Erfindung fallenden Rotoranordnung, die mit der in **Fig. 1** dargestellten Turbomaschine verwendet werden kann, und

**Fig. 6** und **Fig. 7** sind vergrößerte Schnittansichten von erfindungsgemäßen Ausführungsformen der Rotoranordnung zur Verwendung mit einer Turbomaschine.

Ferner enthält die Turbine 12 in der exemplarischen Ausführungsform einen Hochdruck-(HP)-Abschnitt 18 und einen Zwischendruck-(IP)-Abschnitt 20. Ein HP-Gehäuse 22 ist axial in obere und untere Halbabschnitte 24 bzw. 26 unterteilt. In ähnlicher Weise ist ein IP-Gehäuse 28 axial in obere und untere Halbabschnitte 30 bzw. 32 unterteilt. Ein mittiger Abschnitt 34 erstreckt sich zwischen dem HP-Abschnitt 18 und dem IP-Abschnitt 20 und enthält einen HP-Dampfeinlass 36 und einen IP-Dampfeinlass 38. Die Rotoranordnung 16 erstreckt sich zwischen dem HP-Abschnitt 18 und dem IP-Abschnitt 20 und enthält eine Rotorwelle 40, die sich entlang einer Mittellinienachse 42 zwischen dem HP-Abschnitt 18 und dem IP-Abschnitt 20 erstreckt. Die Rotorwelle 40 wird vom Gehäuse 22 und 28 durch Achslager 44 bzw. 46 gelagert, die jeweils mit gegenüberliegenden Endbereichen 48 der Rotorwelle 40 verbunden sind. Dampfdichtungseinheiten 50 und 52 sind zwischen den Endbereichen 48 der Rotorwelle und den Gehäusen 22 und 28 eingefügt, um eine Abdichtung des HP-Abschnittes 18 und des IP-Abschnittes 20 zu ermöglichen.

**[0009]** Die hierin beschriebenen exemplarischen Vorrichtungen überwinden Nachteile bekannter Turbinenschaufelanordnungen, indem eine Turbinenschaufelanordnung bereitgestellt wird, die sicherer mit der Rotorwelle verbunden werden kann, als es allgemein unter Verwendung bekannter Turbinenschaufeln erreichbar ist. Insbesondere enthalten die hierin beschriebenen Ausführungsformen von Turbinenschaufeln jeweils eine Fixierungsanordnung, die sich wenigstens teilweise zwischen der Turbinenschaufel und einer Rotorscheibe erstreckt, um das Verhindern einer Drehung der Turbinenschaufel in Bezug auf eine Rotorscheibe zu ermöglichen.

**[0010]** So wie hierin verwendet, wird der Begriff „Turbinenschaufel“ austauschbar mit dem Begriff „Schaufel“ verwendet, und kann somit jede Kombination einer Schaufel beinhalten, die eine Plattform und einen Schwalbenschwanz enthält, und/oder eine Schaufel, die in einem Stück mit einer Rotorscheibe ausgebildet ist, wobei jede Ausführungsform davon wenigstens ein Schaufelblattsegment enthalten kann.

**[0011]** **Fig. 1** ist eine schematische Ansicht einer exemplarischen Turbomaschine 10. In der exemplarischen Ausführungsform ist die Turbomaschine 10 eine Gegenstrom-Hochdruck/ Niederdruck-Dampfturbinenkombination. Alternativ kann die Turbomaschine 10 jede Art von Dampfturbine wie beispielsweise ohne Einschränkung eine Niederdruckturbine, eine einflutige Dampfturbine und/oder eine zweiflutige Dampfturbine sein. In der exemplarischen Ausführungsform enthält die Turbomaschine 10 eine Turbine 12, die mit einem Generator 14 über eine Rotoranordnung 16 verbunden ist.

**[0012]** Ein ringförmiger Teiler 54 erstreckt sich radial zwischen dem HP-Bereich 18 und dem IP-Bereich 20 von einem Mittenbereich 34 zur Rotoranordnung 16. Insbesondere erstreckt sich der Teiler 54 in Umfangsrichtung um die Rotoranordnung 16 zwischen dem HP-Dampfeinlass 36 und dem IP-Dampfeinlass 38.

**[0013]** Während des Betriebs wird Dampf der Turbine 12 von einer Dampfquelle beispielsweise einem (nicht dargestellten) Kraftwerkskessel zugeführt, wobei Wärmeenergie des Dampfes durch die Turbine 12 in mechanische Rotationsenergie und anschließend durch den Generator 14 in elektrische Energie umgewandelt wird. Insbesondere wird der Dampf durch den HP-Bereich 18 vom HP-Dampfeinlass 36 geführt, um auf die in dem HP-Abschnitt 18 positionierte Rotoranordnung 16 aufzutreffen und eine Rotation der Rotoranordnung 16 um die Achse 42 zu bewirken. Der Dampf verlässt den HP-Abschnitt 18 und wird einem (nicht dargestellten) Kessel zugeführt, der eine Temperatur des Dampfes auf eine Temperatur erhöht, die angenähert gleich einer Temperatur des in den HP-Bereich 18 eintretenden Dampfes ist. Der Dampf wird dann dem IP-Dampfeinlass 38 und dem IP-Bereich 20 bei einem geringeren Druck als einem Druck des in den HP-Bereich 18 eintretenden Dampfes zugeführt. Der Dampf trifft auf die Rotoranordnung 16 auf, die in dem IP-Bereich 20 positioniert ist, um eine Drehung der Rotoranordnung 16 zu bewirken.

**[0014]** **Fig. 2** ist eine schematische Ansicht eines Abschnittes der Turbomaschine 10 entlang dem Bereich 2. In der exemplarischen Ausführungsform enthält die Turbomaschine 10 eine Rotoranordnung

16, mehrere stationäre Leitapparatanordnungen 56 und ein Gehäuse 58, das sich in Umfangsrichtung um die Rotoranordnung 16 und die Leitapparatanordnungen 56 erstreckt. Die Rotoranordnung 16 enthält mehrere Rotorscheibenanordnungen 60, die jeweils im Wesentlichen axial zwischen jedem benachbarten Paar von Leitapparatanordnungen 56 ausgerichtet sind. Jede Leitapparatanordnung 56 ist sicher mit dem Gehäuse 58 verbunden. Insbesondere enthält jedes Gehäuse 58 einen Leitschaufelträger 62, der sich von dem Gehäuse 58 radial nach innen zu der Rotoranordnung 16 erstreckt. Jede Leitapparatanordnung 56 ist sicher mit dem Leitschaufelträger 62 verbunden, um das Verhindern einer Drehung der Leitapparatanordnung 56 in Bezug auf die Rotoranordnung 16 zu ermöglichen. Jede Leitapparatanordnung 56 enthält mehrere in Umfangsrichtung in Abstand angeordnete Leitschaufeln 64, die sich zwischen einem radial äußeren Abschnitt 66 und einem radial inneren Abschnitt 68 erstrecken. Der radial äußere Abschnitt 66 ist in einem ausgesparten Abschnitt 70 positioniert, der in dem Leitschaufelträger 62 definiert ist, um eine Verbindung der Leitapparatanordnung 56 mit dem Leitschaufelträger 62 zu ermöglichen. Der radial innere Abschnitt 68 ist angrenzend an die Rotorscheibenanordnung 60 positioniert. In einer Ausführungsform enthält ein innerer Abschnitt 68 mehrere Dichtungsanordnungen 72, die einen verschlungenen Dichtungspfad zwischen der Leitapparatanordnung 56 und einer Rotorscheibenanordnung 60 ausbilden.

**[0015]** In der exemplarischen Ausführungsform enthält jede Rotorscheibenanordnung 60 mehrere Turbinenschaufeln 74, die jeweils mit einer Rotorscheibe 76 verbunden sind. Die Rotorscheibe 76 enthält einen Scheibenkörper 78, der sich zwischen einem radial inneren Abschnitt 80 und einem radial äußeren Abschnitt 82 erstreckt. Der radial innere Abschnitt 80 definiert eine zentrale Bohrung 84, die sich im Wesentlichen axial durch die Rotorscheibe 76 erstreckt, dass sich der Scheibenkörper 78 von der zentralen Bohrung 84 radial nach außen erstreckt. Der Scheibenkörper 78 erstreckt sich im Wesentlichen zwischen einem stromaufwärts liegenden Element 86 axial zu einem gegenüberliegenden stromabwärts liegenden Element 88. Die Rotorscheibe 76 ist mit einer benachbarten Rotorscheibe 76 dergestalt verbunden, dass das stromaufwärts liegende Ende 86 mit einem stromabwärts liegenden Ende 88 verbunden ist.

**[0016]** Jede Turbinenschaufel 74 ist mit einem äußeren Abschnitt 82 der Rotorscheibe 76 verbunden und in Umfangsrichtung in Abstand um die Rotorscheibe 76 angeordnet. Jede Turbinenschaufel 74 erstreckt sich von der Rotorscheibe 76 zu dem Gehäuse 58 radial nach außen. Benachbarte Rotorscheiben 76 sind miteinander so verbunden, dass ein Spalt 90 zwischen jeder benachbarten Reihe 91 von

in Umfangsrichtung in Abstand angeordneten Turbinenschaufeln 74 definiert ist. Leitschaufeln 64 sind in Umfangsrichtung in Abstand um jede Rotorscheibe 76 zwischen benachbarten Reihen 91 von Turbinenschaufeln 74 angeordnet, um Dampf auf die Turbinenschaufeln 74 zu leiten. Ein Dampfströmungspfad 92 ist zwischen dem Turbinengehäuse 58 und jeder Rotorscheibe 76 definiert.

**[0017]** In der exemplarischen Ausführungsform ist jede Turbinenschaufel 74 mit einem äußeren Abschnitt 82 einer entsprechenden Rotorscheibe 76 dergestalt verbunden, dass sich jede Turbinenschaufel 74 in einen Dampfströmungspfad 92 erstreckt. Insbesondere enthält jede Turbinenschaufel 74 ein Schaufelblatt 94, das sich aus einem Schwalbenschwanz 96 nach radial außen erstreckt. Der Schwalbenschwanz 96 ist in die in einen äußeren Abschnitt 82 der Rotorscheibe 76 definierte Schwalbenschwanznut 98 eingesetzt, um eine Verbindung der Turbinenschaufel 74 mit der Rotorscheibe 76 zu ermöglichen. Eine Fixierungsanordnung 100 erstreckt sich zwischen dem Schwalbenschwanz 96 und der Schwalbenschwanznut 98, um die Turbinenschaufel 74 sicher mit der Rotorscheibe 76 zu verbinden.

**[0018]** Während des Betriebs der Turbomaschine 10 wird Dampf in die Turbine 12 durch einen Dampfeinlass 102 und in einen Dampfströmungspfad 92 eingeleitet. Jede Einlassleitschaufel 104 und die Leitapparatanordnungen 56 leiten den Dampf zu den Turbinenschaufeln 74. Sobald der Dampf auf jede Turbinenschaufel 74 auftrifft, werden die Turbinenschaufel 74 und die Rotorscheibe 76 in Umfangsrichtung um die Achse 42 gedreht. Die Fixierungsanordnung 100 minimiert die Drehung der Turbinenschaufel 74 in Bezug auf die Rotorscheibe 76 dergestalt, dass die thermische Energie in dem Dampf effizient in eine Drehung der Rotoranordnung 16 umgewandelt wird. Insbesondere ermöglicht die Fixierungsanordnung 100 auch eine Verminderung von Verlusten an mechanischer Rotationsenergie, indem eine nicht in Umfangsrichtung auftretende Drehung der Turbinenschaufel 74 innerhalb der Schwalbenschwanznut 98 verhindert wird.

**[0019]** Fig. 3 ist eine vergrößerte Schnittansicht einer exemplarischen Rotoranordnung 16, die bei der (in Fig. 1 dargestellten) Turbomaschine 10 verwendet werden kann. Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht einer exemplarischen Turbinenschaufel 74. Die in den Fig. 3 und Fig. 4 dargestellten Ausführungsformen der Rotoranordnung 16 und der Turbinenschaufel 74 sind als solche von der beanspruchten Erfindung nicht umfasst. In den Fig. 3 und Fig. 4 dargestellte identische Komponenten sind mit denselben Bezugszeichen wie den in Fig. 2 verwendeten bezeichnet. In der exemplarischen Ausführungsform enthält die Rotoranordnung 16 wenigstens eine

Turbinenschaufel 74, die mit wenigstens einer Rotorscheibe 76 verbunden ist, und eine Fixierungsanordnung 100, die sich zwischen der Turbinenschaufel 74 und der Rotorscheibe 76 erstreckt. Die Fixierungsanordnung 100 ist so dimensioniert, geformt und ausgerichtet, dass sie die Verhinderung einer Drehung (dargestellt durch den Pfeil 105) der Turbinenschaufel in Bezug auf die Rotorscheibe 76 um eine durch die Turbinenschaufel 74 definierte radiale Achse 106 ermöglicht. Insbesondere verhindert der Zapfen 100 eine Drehung der Turbinenschaufel 74 in der Schwalbenschwanznut 98.

**[0020]** In der exemplarischen Ausführungsform enthält die Turbinenschaufel 74 ein Schaufelblatt 94, eine Plattform 107, einen Schaft 108 und einen Schwalbenschwanz 96. Jedes Schaufelblatt 94 enthält eine erste Seitenwand 110 und eine gegenüberliegende zweite Seitenwand 112. In der exemplarischen Ausführungsform ist die erste Seitenwand 110 konvex und definiert eine Saugseite 114 des Schaufelblattes 94, und die zweite Seitenwand 112 ist konkav und definiert eine Druckseite 116 des Schaufelblattes 94. Die erste Seitenwand 110 ist mit der zweiten Seitenwand 112 entlang der Vorderkante 118 und entlang einer axial in Abstand angeordneten Hinterkante 120 verbunden. Insbesondere ist die Schaufelblatthinterkante 120 in Sehnenrichtung und stromabwärts von der Schaufelblattvorderkante 118 in Abstand angeordnet. Die erste Seitenwand 110 und die zweite Seitenwand 112 erstrecken sich jeweils radial von einem Blattfuß 122 radial zu einer Schaufelblattspitze 124 nach außen. Der Blattfuß 122 erstreckt sich von der Plattform 107 aus. In der exemplarischen Ausführungsform ist eine Spitzenabdeckung 126 mit einer Schaufelblattspitze 124 angrenzend an den Leitschaufelträger 62 verbunden. Insbesondere enthält die Spitzenabdeckung 126 in der exemplarischen Ausführungsform mehrere Dichtungsanordnungen 128, die einen verschlungenen Dichtungspfad zwischen dem Leitschaufelträger 62 und der Turbinenschaufel 74 ausbilden.

**[0021]** Eine Plattform 107 erstreckt sich zwischen dem Schaufelblatt 94 und dem Schaft 108 dergestalt, dass sich jedes Schaufelblatt 94 radial von der Plattform 107 nach außen erstreckt. Der Schaft 108 erstreckt sich von der Plattform 107 radial nach innen zu dem Schwalbenschwanz 96. Der Schwalbenschwanz 96 erstreckt sich von dem Schaft 108 radial nach innen zu der Rotorscheibe 76 zur Nutzung bei der Verbindung der Turbinenschaufel 74 mit der Rotorscheibe 76.

**[0022]** In der exemplarischen Ausführungsform enthält jeder Schaft 108 ein Paar von in Umfangsrichtung in Abstand angeordneten Seiten 130 und 132, die miteinander über eine stromaufwärts liegende Fläche 134 und eine stromabwärts liegende Fläche 136 verbunden sind. In der exemplarischen Ausführungsform sind die Seiten 130 und 132 identisch und im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet. Alternativ sind die Seiten 130 und 132 in einem schrägen Winkel ausgerichtet. In der exemplarischen Ausführungsform erstrecken sich die Seiten 130 und 132 jeweils in einer axialen Richtung 138. Die stromaufwärts liegende Fläche 134 und stromabwärts liegende Fläche 136 sind im Wesentlichen parallel zueinander und erstrecken sich in einer Umfangsrichtung 140, die im Wesentlichen rechtwinklig zur axialen Richtung 138 ist. In der exemplarischen Ausführungsform hat der Schaft 108 eine von der stromaufwärts liegenden Fläche 134 zur stromabwärts liegenden Fläche 136 gemessene axiale Breite 142 und eine zwischen den Seiten 130 und 132 gemessene Umfangslänge 144.

**[0023]** Der Schwalbenschwanz 96 enthält einen oberen Abschnitt 146 und einen unteren Abschnitt 148. Der obere Abschnitt 146 erstreckt sich zwischen dem Schaft 108 und dem unteren Abschnitt 148. Der obere Abschnitt 146 und der untere Abschnitt 148 enthalten jeweils eine erste Seitenwand 150, eine zweite Seitenwand 152, eine stromaufwärts liegende Oberfläche 154 und eine gegenüberliegende stromabwärts liegende Oberfläche 156. Die erste Seitenwand 150 und zweite Seitenwand 152 erstrecken sich jeweils in axialer Richtung 138. Die stromaufwärts liegende Oberfläche 154 und stromabwärts liegende Oberfläche 156 erstrecken sich in Umfangsrichtung 140. Die erste Seitenwand 150 ist zwischen der ersten stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 und stromabwärts liegenden Oberfläche 156 dergestalt eingefügt, dass die stromaufwärts liegende Oberfläche 154 der stromabwärts liegenden Oberfläche 156 gegenüberliegt. Die zweite Seitenwand 152 ist in Umfangsrichtung von der ersten Seitenwand 150 in Abstand angeordnet und erstreckt sich zwischen der stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 und der stromabwärts liegenden Oberfläche 156. In einer Ausführungsform ist die erste Seitenwand 150 mit der zweiten Seitenwand 152 verbunden, um ein einteiliges Element auszubilden, das sich zwischen der stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 und der stromabwärts liegenden Oberfläche 156 erstreckt.

**[0024]** Der obere Abschnitt 146 enthält eine zwischen der stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 und der stromabwärts liegenden Oberfläche 156 gemessene axiale Breite 158. Der obere Abschnitt 146 enthält auch eine zwischen der ersten Seitenwand 150 und der zweiten Seitenwand 152 gemessene Umfangslänge 160. In der exemplarischen Ausführungsform hat die axiale Breite 158 des oberen Abschnittes 146 angenähert dieselbe Größe wie die axiale Breite 142 des Schaftes 108, und die Umfangslänge 160 des oberen Abschnittes 146 hat angenähert dieselbe Größe wie die Umfangslänge 144 des Schaftes 108. Alternativ kann sich die axiale

Breite 158 von der axialen Breite 142 unterscheiden, und/oder die Umfangslänge 160 kann anders sein als die Umfangslänge 144.

**[0025]** In der exemplarischen Ausführungsform ist die Schwalbenschwanznut 98 durch eine Innenoberfläche 162 definiert, die sich axial zwischen einer ersten axial inneren Oberfläche 166 und einer zweiten axial inneren Oberfläche 168 erstreckt. Die ersten und zweiten axialen Oberflächen 166 und 168 erstrecken sich von einer Außenoberfläche 170 der Rotorscheibe 76 zu der Innenoberfläche 162 radial nach innen.

**[0026]** In einer Ausführungsform ist der Schwalbenschwanz 96 in der Schwalbenschwanznut 98 so positioniert, dass ein Spalt 172 zwischen den stromaufwärts und stromabwärts liegenden Oberflächen 154 und 156 und den ersten und zweiten axial inneren Oberflächen 166 und 168 definiert ist. Der Spalt 172 ermöglicht eine Wärmeausdehnung der Turbinenschaufel 174 während des Betriebs der Turbomaschine 10.

**[0027]** In der exemplarischen Ausführungsform enthält der untere Abschnitt 148 einen ersten Auflagehaken 174 und einen gegenüberliegenden zweiten Auflagehaken 176. Jeder Auflagehaken 174 und 176 ermöglicht die Verhinderung, einer radialen Auswärtsbewegung der Turbinenschaufel 74 in Bezug auf die Rotorscheibe 76. Insbesondere erstreckt sich der erste Auflagehaken 174 von der stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 zu der ersten axial inneren Oberfläche 166 der Rotorscheibe 76 in axialer Richtung 138, und der zweite Auflagehaken 176 erstreckt sich von der stromabwärts liegenden Oberfläche 156 zu der zweiten axial inneren Oberfläche 168 in einer zu dem ersten Auflagehaken 174 entgegengesetzten axialen Richtung 138. Die Auflagehaken 174 und 176 erstrecken sich jeweils von der stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 bzw. der stromabwärts liegenden Oberfläche 156 nach außen, und jeder grenzt an die radial äußere Oberfläche 178 des unteren Abschnittes 148 an. Die Auflagehaken 174 und 176 enthalten jeweils eine obere Auflagefläche 180 und eine axial äußere Oberfläche 182. Jede obere Auflagefläche 180 ist für einen Eingriff mit der Rotorscheibe 76 ausgelegt, um eine Befestigung der Turbinenschaufel 74 an der Rotorscheibe 76 zu ermöglichen.

**[0028]** Die Rotorscheibe 76 enthält ein Paar von Auflageflanschen 184 und 186, die sich von jeder axialen Innenoberfläche 166 bzw. 168 aus nach innen erstrecken. In der exemplarischen Ausführungsform stehen die Auflagehaken 174 und 176 jeweils mit den entsprechenden Auflageflanschen 184 und 186 in Eingriff, um eine sichere Verbindung der Turbinenschaufel 74 mit der Rotorscheibe 76 zu ermöglichen. Jeder Auflageflansch 184 und 186 hat

eine radiale Auflagefläche 188. Die Auflagehaken 174 und 176 sind jeweils angrenzend an die entsprechenden Auflageflansche 184 und 186 dergestalt positioniert, dass obere Auflageflächen 180 mit radialen Auflageflächen 188 in Kontakt stehen. In einer Ausführungsform ist der Schwalbenschwanz 98 so dimensioniert und ausgerichtet, dass ein Spalt zwischen den ersten und zweiten axial inneren Oberflächen 166 und 168 und äußeren Oberflächen 182 entsprechender Auflagehaken 174 und 176 definiert ist.

**[0029]** In der exemplarischen Ausführungsform ist eine Fixierungsanordnung 100 mit einer ausgesparten Nut 192 und einem radialen Flansch 194 ausgebildet. Insbesondere ist die Nut 192 in einer radialen Außenoberfläche 178 des unteren Abschnittes 148 definiert und so dimensioniert und geformt, dass sie den radialen Flansch 194 darin aufnimmt. In der exemplarischen Ausführungsform ist der Schwalbenschwanz 96 in die Schwalbenschwanznut 98 dergestalt eingeführt, dass der radiale Flansch 194 in der Nut 192 aufgenommen ist. Der radiale Flansch 194 ist mit der Rotorscheibe 76 verbunden und erstreckt sich von der Innenoberfläche 162 der Rotorscheibe 76 zu dem Schwalbenschwanz 96 radial nach außen. Die Nut 192 ist durch eine innere radiale Oberfläche 196 definiert, die sich zwischen einer ersten axialen Oberfläche 198 und einer zweiten axialen Oberfläche 200 erstreckt. Die ersten und zweiten axialen Oberflächen 198 und 200 erstrecken sich von der Außenoberfläche 178 zu dem oberen Abschnitt 146 nach außen. Die erste axiale Oberfläche 198 ist im Wesentlichen parallel zur zweiten axialen Oberfläche 200 ausgerichtet. Die Nut 192 erstreckt sich in Umfangsrichtung zwischen der ersten Seitenwand 150 und der zweiten Seitenwand 152 und ist im Wesentlichen parallel zu der stromaufwärts liegenden Oberfläche 154 ausgerichtet. In der exemplarischen Ausführungsform hat die Nut 192 auch eine radiale Höhe 202 dergestalt, dass ein Spalt 204 zwischen der Außenoberfläche 178 und der Innenoberfläche 162 definiert ist, wenn der radiale Flansch 194 in die Nut 192 eingesetzt ist.

**[0030]** In der exemplarischen Ausführungsform enthält der radiale Flansch 194 eine radial äußere Oberfläche 206, die sich zwischen einer ersten axialen Seitenwand 208 und einer zweiten axialen Seitenwand 210 erstreckt. Insbesondere erstreckt sich der radiale Flansch 194 in Umfangsrichtung entlang einer Innenoberfläche 162 und entlang wenigstens einem Abschnitt einer Schwalbenschwanzumfangslänge 160. In einer Ausführungsform erstreckt sich der radiale Flansch 194 kontinuierlich um die Rotorscheibe 76. In der exemplarischen Ausführungsform ist der radiale Flansch 194 in die Nut 192 dergestalt eingesetzt, dass die ersten und zweiten axialen Seitenwände 208 und 210 die ersten und zweiten axialen Oberflächen 198 bzw. 200 berühren. Ferner

berühren die ersten und zweiten axialen Seitenwände 208 und 210 die ersten und zweiten axialen Oberflächen 198 und 200 in einem Reibschluss.

**[0031]** In der exemplarischen Ausführungsform ist eine Zwischenlage 212 zwischen dem radialen Flansch 194 und die Nut 192 eingeführt, um die Turbinenschaufel 74 von der Rotorscheibe 56 radial nach außen zu dem Dampfströmungspfad 92 zu drücken. Insbesondere ist in der exemplarischen Ausführungsform die Zwischenlage 212 zwischen der inneren radialen Oberfläche 196 und der radialen äußeren Oberfläche 206 positioniert, um die Turbinenschaufel 74 vorzuspannen, um zu ermöglichen, dass die ersten und zweiten Auflagehaken 174 und 176 mit den Auflageflanschen 184 bzw. 186 in Eingriff stehen.

**[0032]** Fig. 5 - Fig. 7 sind vergrößerte Querschnittsansichten alternativer Ausführungsformen der Fixierungsanordnung 100, wobei die Fixierungsanordnung 100 der Ausführungsform nach Fig. 5 als solche von der beanspruchten Erfindung nicht umfasst ist, während die Fig. 6 und Fig. 7 Ausführungsformen der Fixierungsanordnung 100 gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen. In den Fig. 5 - Fig. 7 dargestellte identische Komponenten sind mit denselben Bezugszeichen wie den in Fig. 4 verwendeten bezeichnet. Gemäß Fig. 5 erstreckt sich in der exemplarischen Ausführungsform der radiale Flansch 194 von dem Schwalbenschwanz 96 aus und insbesondere von der Außenoberfläche 178 des unteren Abschnittes 174 zu der Rotorscheibe 76 hin nach innen. Die Rotorscheibe 76 enthält eine durch eine Innenoberfläche 162 definierte ausgesparte Nut 192. Die Nut 192 ist so dimensioniert und geformt und ausgerichtet, dass sie den radialen Flansch 194 dergestalt aufnimmt, dass die Fixierungsanordnung 100 die Drehung der Turbinenschaufel 74 in Bezug auf die Rotorscheibe 76 in der Nut 192 minimiert.

**[0033]** In Fig. 6 enthält in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform die Fixierungsanordnung 100 einen ersten axialen Flansch 214, der in einer ersten ausgesparten Nut 216 positioniert ist, und einen zweiten axialen Flansch 218, der in einer zweiten ausgesparten Nut 220 positioniert ist. Insbesondere erstreckt sich der erste axiale Flansch 214 von der Außenoberfläche 182 des ersten Auflagehakens 174 zur ersten axial inneren Oberfläche 166. Die erste axial innere Oberfläche 166 definiert die ausgesparte Nut 216, die so dimensioniert, geformt und ausgerichtet ist, dass sie den ersten axialen Flansch 214 aufnimmt. Der zweite axiale Flansch 218 erstreckt sich axial von der äußeren Oberfläche 182 des zweiten Auflagehakens 176 zu der zweiten axial inneren Oberfläche 168 gegenüber dem ersten axialen Flansch 214 axial nach außen. Die zweite axial innere Oberfläche 168 definiert die zweite ausge-

sparte Nut 220, die so dimensioniert, geformt und ausgerichtet ist, dass sie den zweiten axialen Flansch 218 aufnimmt.

**[0034]** Gemäß Fig. 7 enthält die Fixierungsanordnung in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung einen ersten axialen Flansch 214 und einen zweiten axialen Flansch 218, die sich von der Rotorscheibe 74 zu einem unteren Abschnitt 148 hin axial nach innen erstrecken. Insbesondere erstreckt sich der erste axiale Flansch 214 von der ersten axialen inneren Oberfläche 166 aus nach innen und berührt die Außenoberfläche 182 des ersten Auflagehakens 174. Der zweite Flansch 218 erstreckt sich von der zweiten axialen inneren Oberfläche 168 aus nach innen und berührt die Außenoberfläche 182 des zweiten Auflagehakens 176.

**[0035]** Die vorstehend beschriebene Rotoranordnung stellt kosteneffektive und zuverlässige Mittel zum Erhöhen eines Leistungswirkungsgrades einer Turbomaschine bereit. Ferner ermöglicht die Rotoranordnung eine Erhöhung des Betriebswirkungsgrades der gesamten Turbomaschine durch Reduzieren einer nicht in Umfangsrichtung stattfindenden Rotation der Turbinenschaufeln. Insbesondere enthält die Rotoranordnung eine Fixierungsanordnung, die eine Drehung der Turbinenschaufeln in Bezug auf eine Rotorscheibe minimiert, die zu einem erhöhten Verschleiß der Turbinenschaufel führen kann. Demzufolge ermöglicht die Fixierungsanordnung eine Verlängerung der Nutzungslebensdauer der Rotoranordnung und ermöglicht eine Verbesserung des Betriebswirkungsgrades der Dampfturbomaschine. Somit können die Kosten für die Wartung des Dampfturbomaschinensystems reduziert werden.

**[0036]** Exemplarische Ausführungsformen von Vorrichtungen für eine Rotoranordnung sind vorstehend im Detail beschrieben. Die Vorrichtungen sind nicht auf die hierin beschriebenen spezifischen Ausführungsformen beschränkt, sondern es können stattdessen Komponenten von Systemen unabhängig und getrennt von anderen Komponenten verwendet werden. Beispielsweise können die Vorrichtungen auch in Kombination mit anderen Rotationsmaschinensystemen verwendet werden und sind nicht auf eine praktische Ausführung mit der hierin beschriebenen Dampfturbomaschine beschränkt. Stattdessen kann die exemplarische Ausführungsform in Verbindung mit vielen anderen Rotationssystemanwendungen implementiert und genutzt werden.

**[0037]** Obwohl spezifische Merkmale verschiedener Ausführungsformen der Erfindung in einigen Zeichnungen dargestellt sein können und in anderen nicht, dient dieses nur der Vereinfachung. Ferner sollen Verweise auf „nur eine Ausführungsform“ in der

vorstehenden Beschreibung nicht als Ausschluss der Existenz weiterer Ausführungsformen interpretiert werden, die auch die angegebenen Merkmale enthalten. Gemäß den Prinzipien der Erfindung kann jedes Merkmal einer Zeichnung in Kombination mit jedem Merkmal jeder anderen Zeichnung angesprochen und/oder beansprucht werden.

**[0038]** Diese Beschreibung nutzt Beispiele, um die Erfindung einschließlich der besten Ausführungsart offenzulegen, und um auch jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung einschließlich der Herstellung und Nutzung aller Elemente und Systeme in die Praxis umzusetzen. Der patentfähige Schutzbereich der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele umfassen, die für den Fachmann ersichtlich sind. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Schutzbereich der Erfindung enthalten sein, sofern sie strukturelle Elemente besitzen, die sich nicht von dem Wortlaut der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Änderungen gegenüber dem Wortlaut der Ansprüche enthalten.

**[0039]** Es wird eine Rotoranordnung 16 zur Verwendung bei einer Turbomaschine bereitgestellt. Die Rotoranordnung enthält wenigstens eine Rotorscheibe 76 mit einer Schwalbenschwanznut 98 definierenden inneren Oberfläche, wenigstens eine mit der Rotorscheibe verbundene Turbinenschaufel 74, wobei die Turbinenschaufel ein Schaufelblatt 94 aufweist, das sich von einem Schwalbenschwanz nach außen erstreckt, wobei der Schwalbenschwanz wenigstens teilweise in die Schwalbenschwanznut eingesetzt ist; und eine Fixierungsanordnung 100, die sich von einer von der inneren Oberfläche 166 der Rotorscheibe und dem Schwalbenschwanz aus erstreckt, wobei die Fixierungsanordnung eine Drehung der Turbinenschaufel in Bezug auf die Rotorscheibe minimiert.

#### Bezugszeichenliste

10	Turbomaschine
12	Turbine
14	Generator
16	Rotoranordnung
18	Hochdruck-(HP)-Abschnitt
20	Zwischendruck-(IP)-Abschnitt
22	Gehäuse
24	untere Gehäuseabschnitte
28	IP-Gehäuse
30	unterer Halbabschnitt
32	unterer Halbabschnitt
34	Mittenabschnitt

36	HP-Dampfeinlass
38	IP-Dampfeinlass
40	Rotorwelle
42	Mittellinienachse
44	Zapfenlager
46	Zapfenlager
48	Rotorwellen-Endabschnitte
50	Dampfdichtungseinheiten
52	Dichtungseinheiten
54	Teiler
56	Leitapparatanordnung
58	Turbinengehäuse
60	Rotorscheibenanordnung
62	Leitschaufelträger
64	Leitschaufeln
66	radial äußerer Abschnitt
68	radial äußerer Abschnitt
70	ausgesparter Abschnitt
72	Dichtungsanordnungen
74	Turbinenschaufel
76	Rotorscheibe
78	Scheibenkörper
80	radial innerer Abschnitt
82	äußerer Abschnitt
84	mittige Bohrung
86	stromaufwärts liegendes Element
88	gegenüberliegendes stromabwärts liegendes Element
90	Spalt
91	benachbarte Reihen
92	Dampfströmungspfad
94	Schaufelblatt
96	Schwalbenschwanz
98	Schwalbenschwanznut
100	Fixierungsanordnung
102	Dampfeinlass
104	Einlassdüse
105	Pfeil
106	radiale Achse
107	Plattform
108	Schaft



110	erste Seitenwand	192	Nut
112	zweite Seitenwand	194	radialer Flansch
114	Saugseite	196	innere radiale Oberfläche
116	Druckseite	198	erste axiale Oberfläche
118	Vorderkante	200	zweite axiale Oberfläche
120	Schaufelblatthinterkante	202	radiale Höhe
122	Blattfuß	204	Spalt
124	Schaufelblattspitze	206	radial äußere Oberfläche
126	Spitzenabdeckung	208	erste axiale Seitenwand
128	mehrere Dichtungsanordnungen	210	zweite axiale Seitenwand
130	Seiten	212	Zwischenlage
132	Seiten	214	erster axialer Flansch
134	stromaufwärts liegende Fläche	216	erste ausgesparte Nut
136	stromabwärts liegende Fläche	218	zweiter axialer Flansch
138	axiale Richtung	220	zweite ausgesparte Nut

### Patentansprüche

140	Umfangsrichtung	
142	axiale Breite	
144	Umfangslänge	1. Rotoranordnung (16) zur Verwendung mit einer Turbomaschine, wobei die Rotoranordnung (16) aufweist:
146	oberer Abschnitt	wenigstens eine Rotorscheibe (76) mit einer eine Schwalbenschwanznut (98) definierenden inneren Oberfläche (162, 166, 168) ;
148	unterer Abschnitt	wenigstens eine mit der Rotorscheibe (76) verbundene Turbinenschaufel (74), wobei die Turbinenschaufel (74) ein Schaufelblatt (94) aufweist, das sich von einem Schwalbenschwanz (96) nach außen erstreckt, wobei der Schwalbenschwanz (96) wenigstens teilweise in die Schwalbenschwanznut (98) eingesetzt ist;
150	erste Seitenwand	wobei die Turbinenschaufel (74) ferner einen sich zwischen dem Schaufelblatt (94) und dem Schwalbenschwanz (96) erstreckenden Schaft (108) aufweist, wobei sich das Schaufelblatt (94) von dem Schaft (108) radial nach außen erstreckt, wobei der Schwalbenschwanz (96) einen radial äußeren Abschnitt (146) und einen radial inneren Abschnitt (148) aufweist, wobei der radial äußere Abschnitt (146) des Schwalbenschwanzes (96) eine axiale Breite aufweist, die angenähert gleich einer axialen Breite des Schaftes (108) ist und der radial innere Abschnitt (148) des Schwalbenschwanzes (96) eine axiale Breite aufweist, die größer ist als die axiale Breite des Schaftes (108) und des radial äußeren Abschnitts (146) des Schwalbenschwanzes (96); und
152	zweite Seitenwand	eine Fixierungsanordnung (100), die sich von der inneren Oberfläche (166, 168) der Rotorscheibe (76) und dem Schwalbenschwanz (96) aus erstreckt, wobei die Fixierungsanordnung (100) eine Drehung der Turbinenschaufel (74) in Bezug auf die Rotorscheibe (76) minimiert,
154	stromaufwärts liegende Oberfläche	
156	stromabwärts liegende Oberfläche	
158	axiale Breite	
160	Umfangslänge	
162	Innenoberfläche	
166	erste axial innere Oberfläche	
168	zweite axial innere Oberfläche	
170	Außenoberfläche	
172	Spalt	
174	erster Auflagehaken	
176	zweiter Auflagehaken	
178	äußere Oberfläche	
180	obere Auflageflächen	
182	äußere Oberfläche	
184	Auflageflansche	
186	Auflageflansche	
188	radiale Auflagefläche	
190	Spalt	

wobei die Fixierungsanordnung (100) aufweist:  
 zwei axiale Flansche (214, 218), die sich von gegenüberliegenden axial äußeren Oberflächen (182) des radial inneren Abschnitts (148) des Schwalbenschwanzes (96) aus axial nach außen erstrecken, und zwei ausgesparte Nuten (216, 220), die in gegenüberliegenden axial inneren Oberflächen (166, 168) in der Schwalbenschwanznut (98) definiert und eingerichtet sind, um die axialen Flansche (214, 218) darin aufzunehmen, oder  
 zwei axiale Flansche (214, 218), die sich von gegenüberliegenden axial inneren Oberflächen (166, 168) der Schwalbenschwanznut (98) aus zu dem radial inneren Abschnitt (148) des Schwalbenschwanzes (96) nach innen erstrecken und eingerichtet sind, um mit axial äußeren Oberflächen (182) des radial inneren Abschnitts (148) des Schwalbenschwanzes (96) in Kontakt zu stehen.

2. Rotoranordnung (16) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel (74) wenigstens einen Auflagehaken (174, 176) aufweist, der sich von dem Schwalbenschwanz (98) nach außen zu der inneren Oberfläche der Rotorscheibe (76) erstreckt, wobei der Auflagehaken (174, 176) für einen Eingriff mit der Rotorscheibe (76) eingerichtet ist, um das Verhindern einer Bewegung der Turbinenschaufel (74) in der Schwalbenschwanznut (98) zu ermöglichen.

3. Rotoranordnung (16) nach Anspruch 2, wobei die Rotorscheibe (76) ferner wenigstens einen Auflageflansch (184, 186) aufweist, der sich von der inneren Oberfläche (166, 168) aus nach innen erstreckt, wobei der Auflageflansch (184, 186) dafür eingerichtet ist, mit dem Auflagehaken (174, 176) in Kontakt zu stehen, um das Verhindern einer Bewegung der Turbinenschaufel (74) zu ermöglichen.

4. Turbomaschine (10), aufweisend:  
 einen Generator (14);  
 eine mit dem Generator verbundene Turbine (12);  
 und  
 eine sich durch die Turbine (12) hindurch erstreckende Rotoranordnung (16) nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

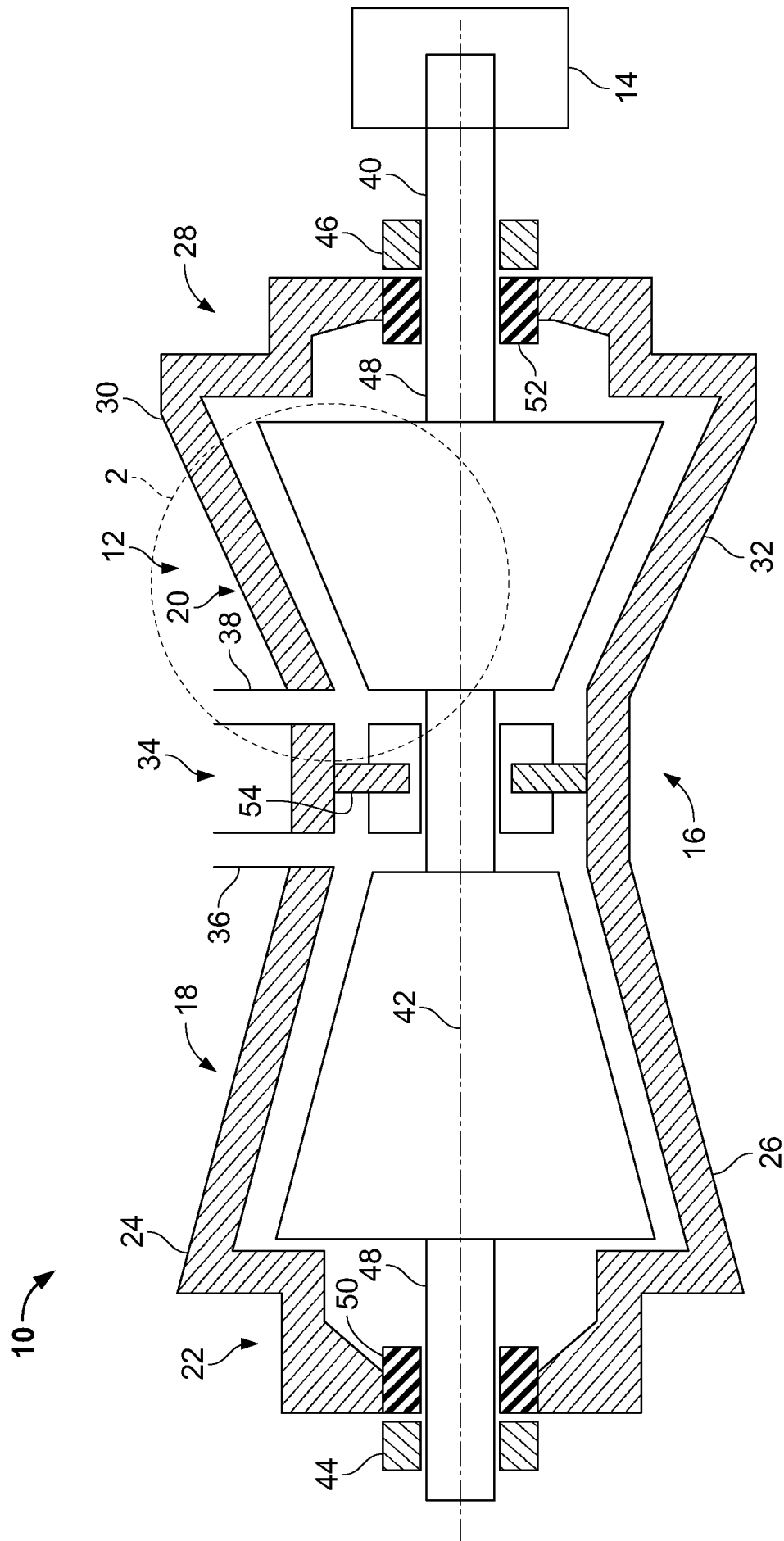
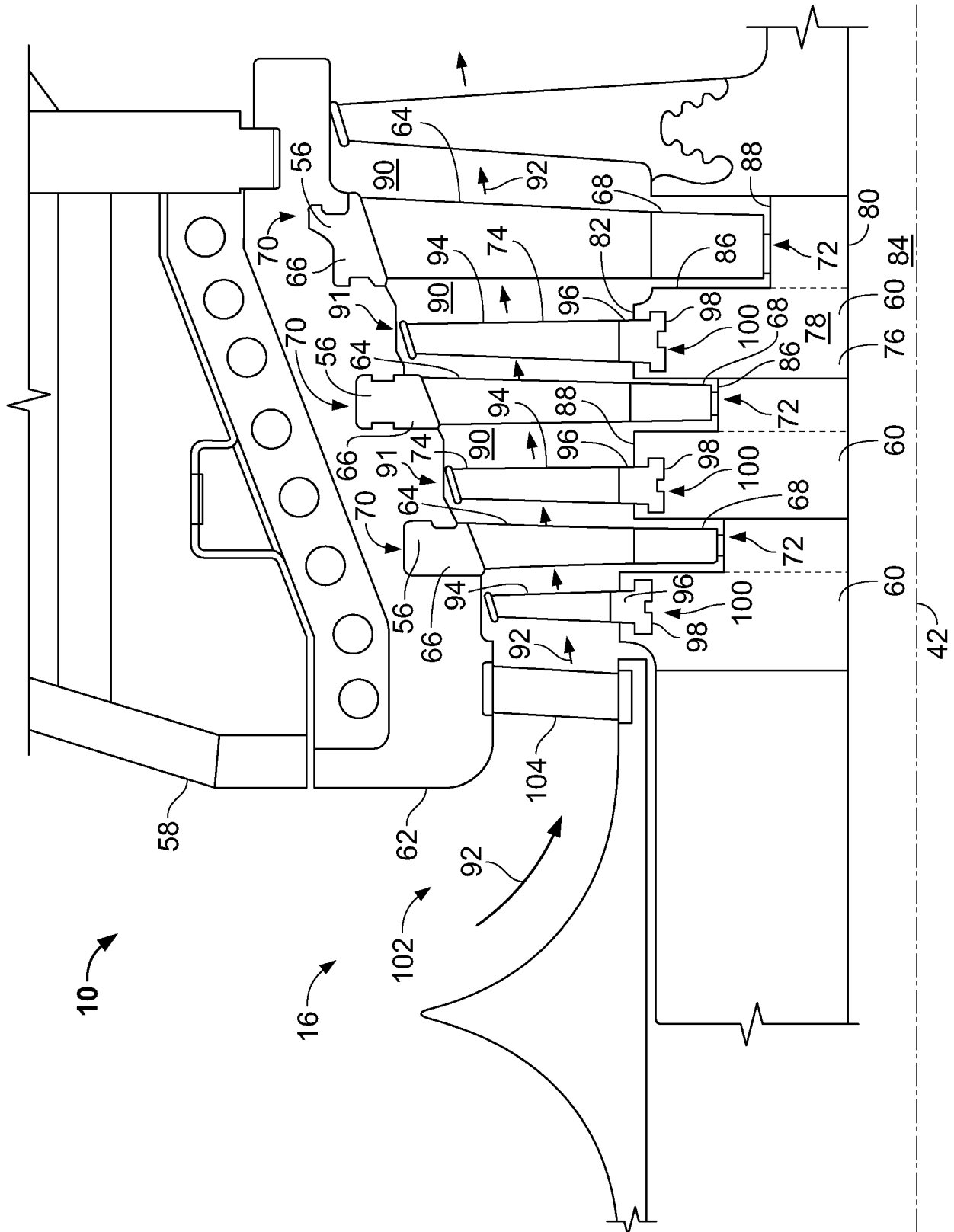


FIG. 1



**FIG. 2**

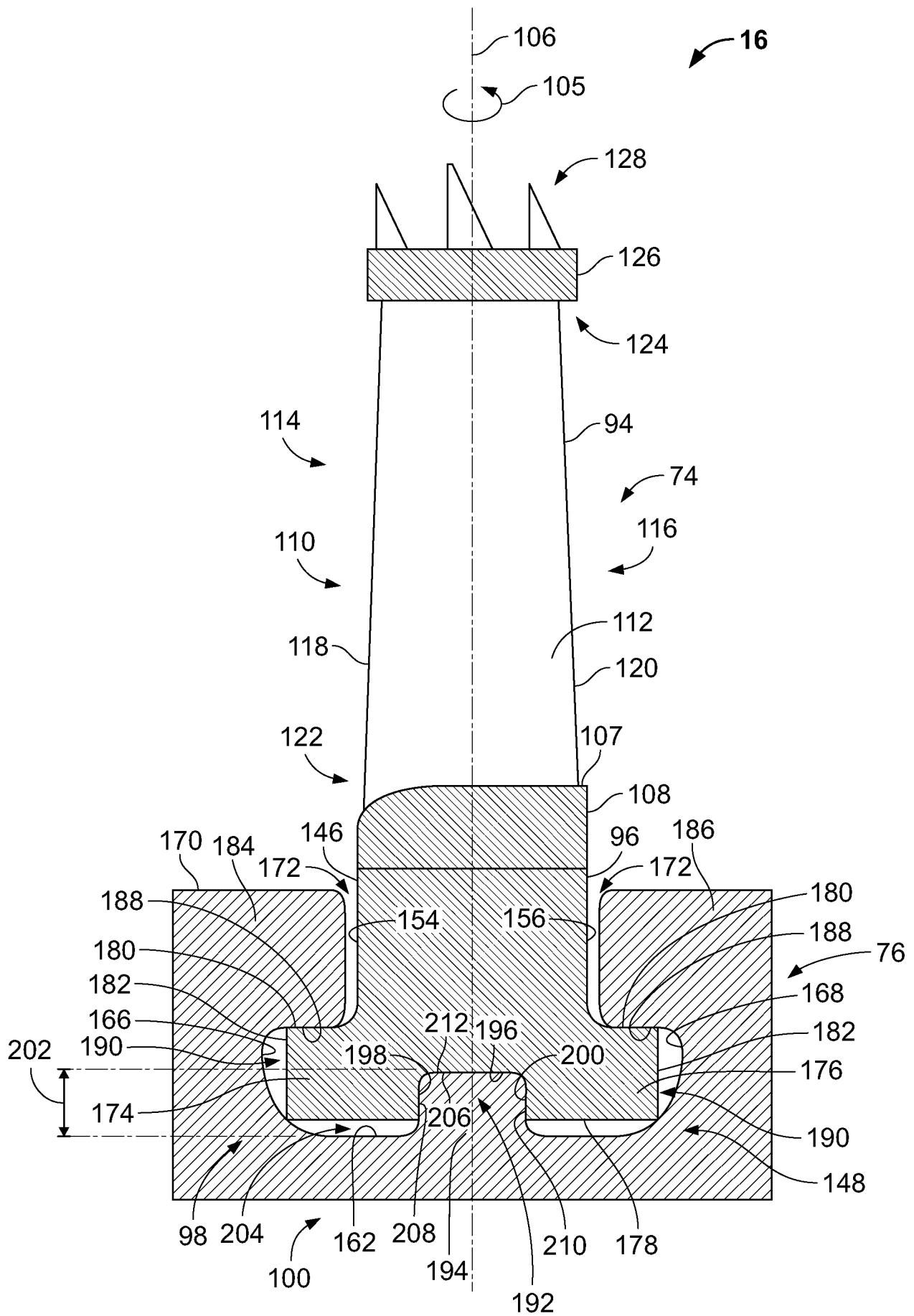


FIG. 3

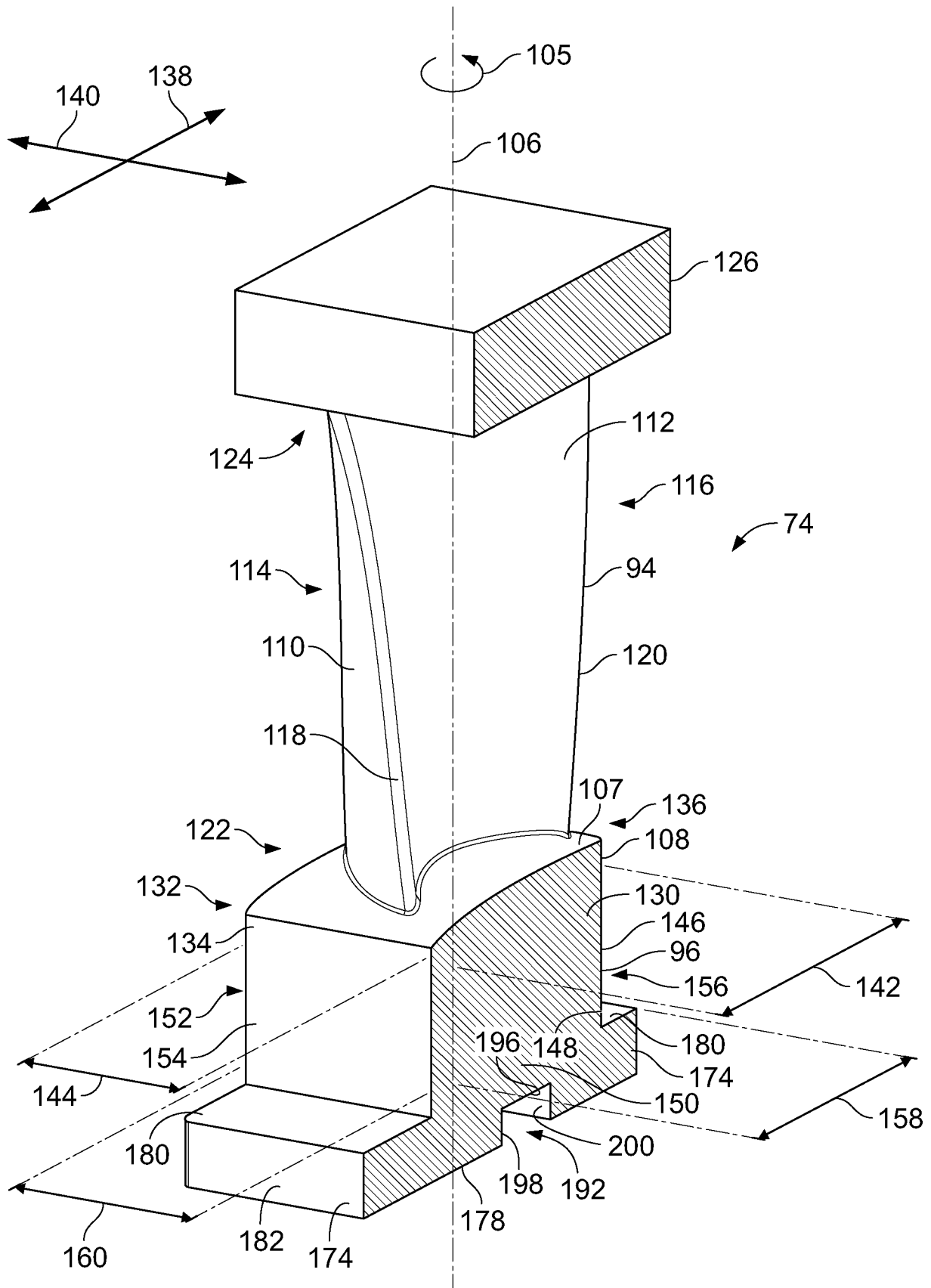
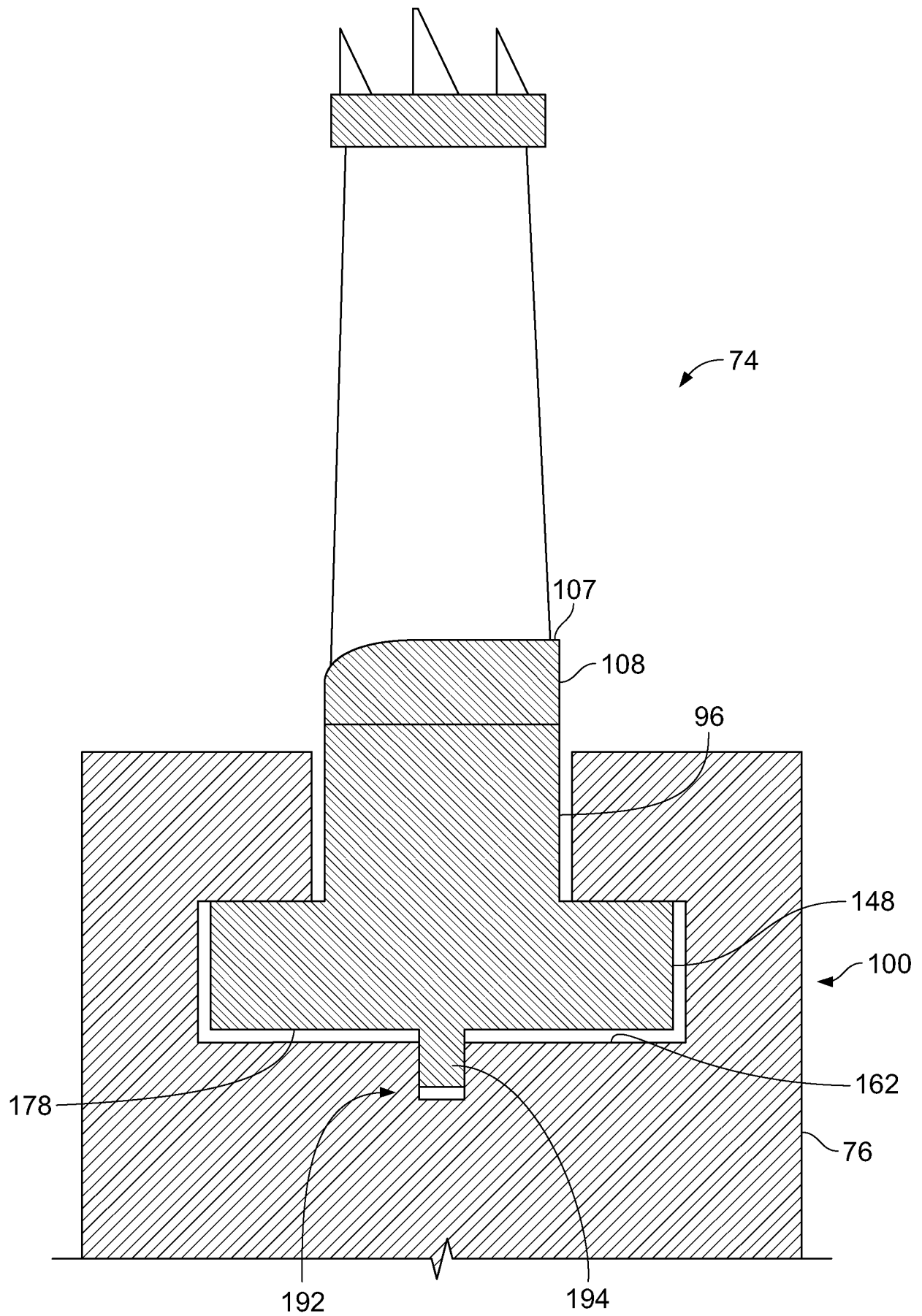
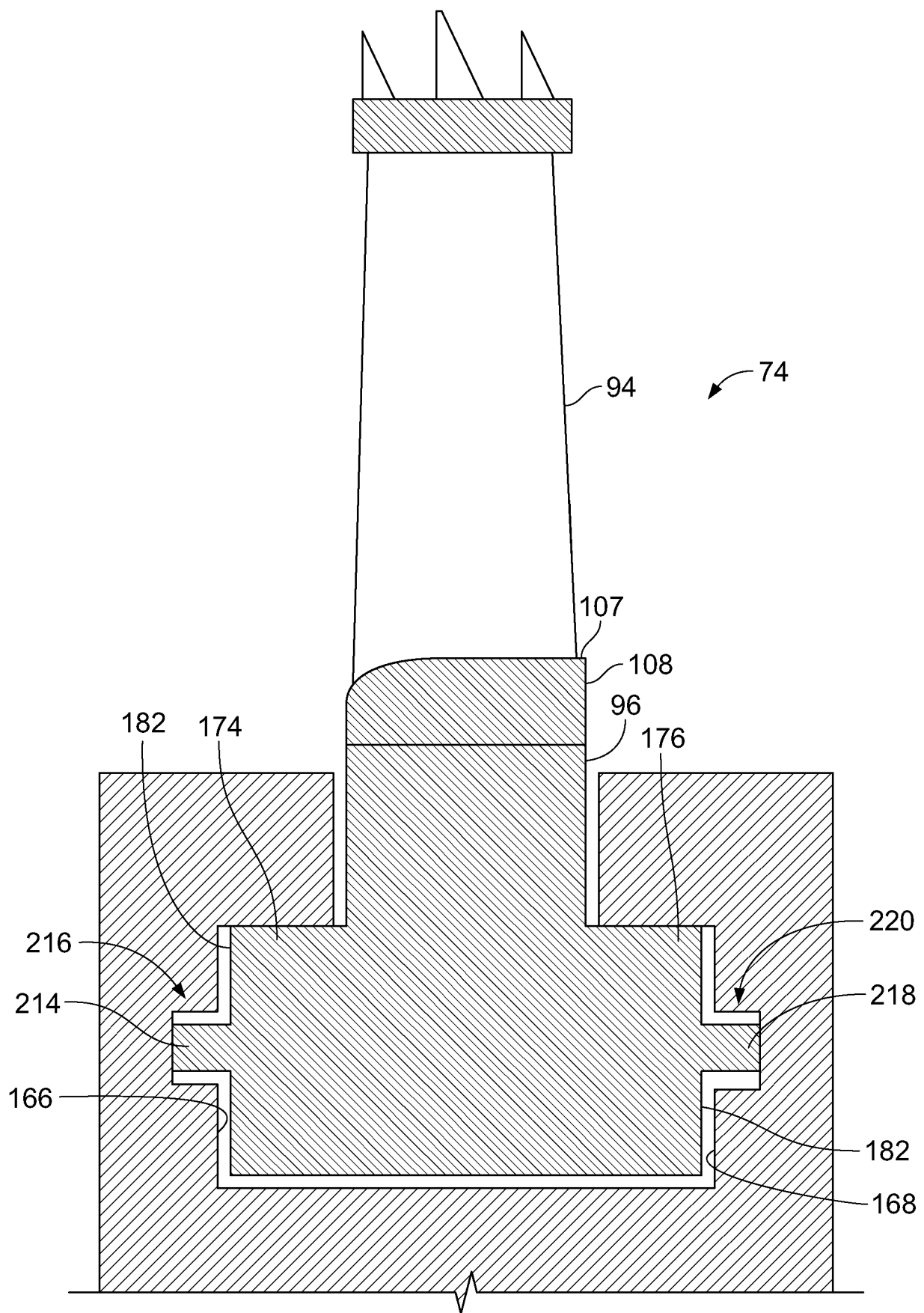


FIG. 4

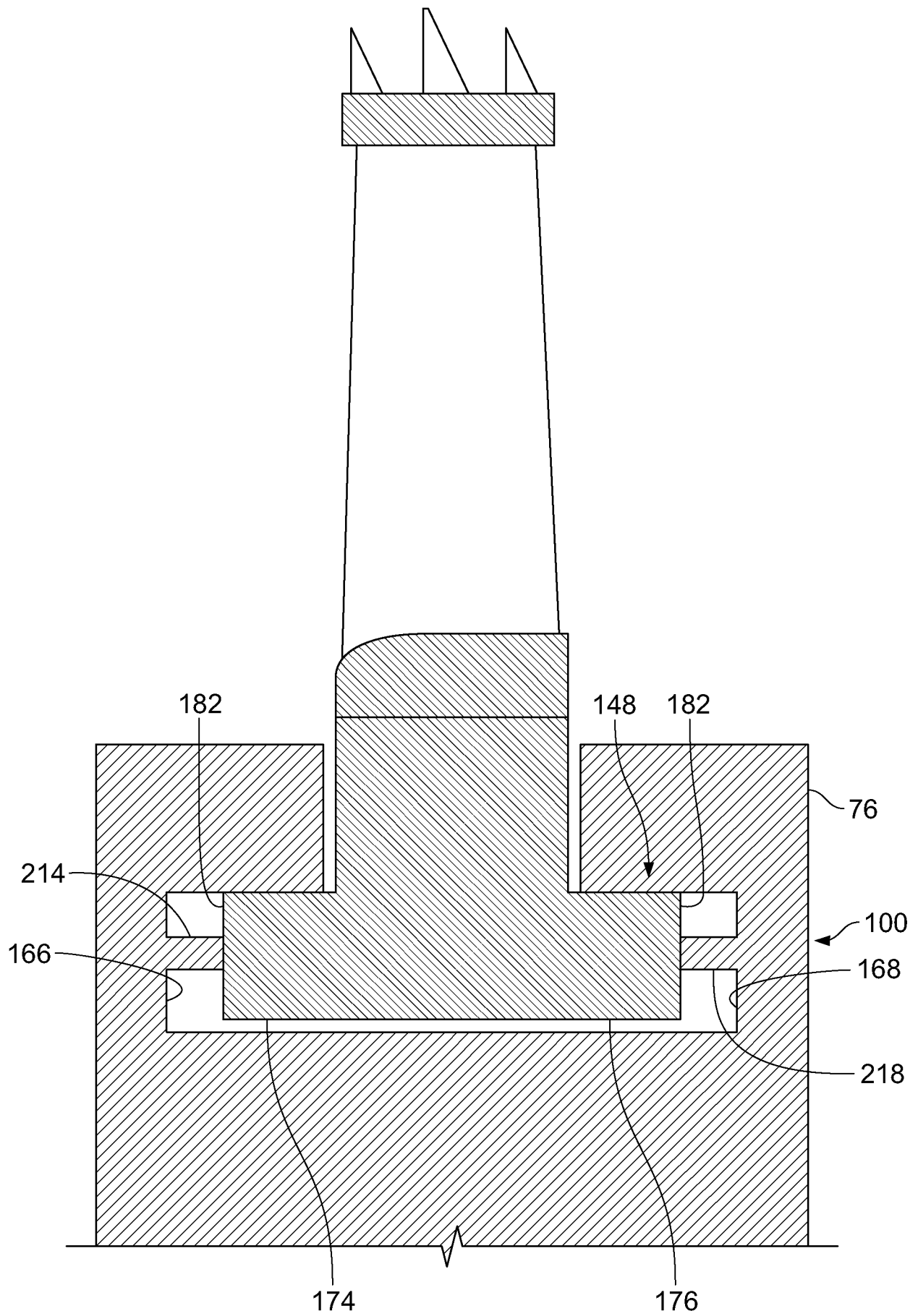


**FIG. 5**



**FIG. 6**





**FIG. 7**