



(10) DE 11 2013 006 848 T5 2015.12.03

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/147878**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 006 848.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/078451**  
(86) PCT-Anmeldetag: **21.10.2013**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.09.2014**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **03.12.2015**

(51) Int Cl.: **F16C 17/06 (2006.01)**  
**F16C 25/04 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2013-057294** 19.03.2013 JP

(74) Vertreter:  
**BARDEHLE PAGENBERG Partnerschaft mbB**  
**Patentanwälte, Rechtsanwälte, 81675 München,**  
**DE**

(71) Anmelder:  
**Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.,**  
**Yokohama-shi, Kanagawa, JP**

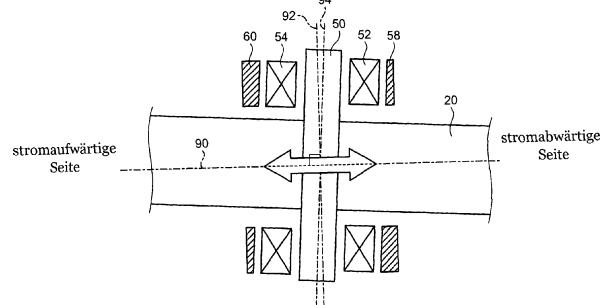
(72) Erfinder:  
**Tsutsumi, Eiichi, Tokyo, JP; Kondo, Takahiro,**  
**Tokyo, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Lagerstruktur einer rotierenden Welle**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft das Problem eine Lagerstruktur einer rotierenden Welle bereitzustellen, welche es ermöglicht eine rotierende Welle für eine längere Zeitperiode zu lagern. Diese Lagerstruktur einer rotierenden Welle, welche die rotierende Welle lagert auf welcher ein Druckring gebildet ist der nach Außen in der radialen Richtung hervorsteht, weist auf:

Drucklager, welche dem Druckring zugewandt sind und ihn durch Lagerflächen lagern; Druckringflächen, welche orthogonal zu der Axialrichtung der rotierenden Welle sind; und Lagervorrichtungen, welche die Drucklager in der Axialrichtung von der Flächenseite der Lagerflächen auf der gegenüberliegenden Seite des Druckrings lagern. Die Seiten der Lagervorrichtungen, welche den Endflächen der Drucklager zugewandt sind, sind in die Richtung orthogonal zu der Richtung in welche sich die rotierende Welle neigt, geneigt.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lagerstruktur einer rotierenden Welle zum Lagern einer rotierenden Welle in der Druckrichtung.

## Stand der Technik

**[0002]** Rotationsmaschinen wie Gasturbinen und Dampfturbinen sind Vorrichtungen die eine rotierende Welle drehend antreiben. Einige solcher Rotationsmaschinen die eine rotierende Welle haben sind ausgestattet mit einem Drucklager, um die Druckkräfte aufzunehmen und die Position der rotierenden Welle in einer Richtung parallel zu der Druckrichtung zu regulieren. Einige Drucklager sind ausgestattet mit einer Vorrichtung, um die Einbauposition zu justieren.

**[0003]** In diesem Zusammenhang beschreibt Patentliteratur 1 ein Drucklager, welches mit einer Justierbuchse zwischen dem Drucklager und dem Lagergehäuse, auf welchem das Drucklager montiert ist, ausgestattet ist, um die Einbauposition relativ zum Lagergehäuse zu justieren.

## Patentliteratur

**[0004]**

Patentliteratur 1

Offengelegtes japanisches Patent Nr. 2002-70853

## Zusammenfassung der Erfindung

## Technische Aufgabe

**[0005]** Der Zweck der Justierbuchse ist es die axiale Position des Drucklagers zu justieren indem ein Bau teil, welches eine passende gleichmäßige Dicke hat, benutzt wird, wenn das Drucklager im Lagergehäuse montiert wird. Dadurch, auch wenn das Drucklager auf die rotierende Welle mit einer Justiervorrichtung, wie beispielsweise die bereitgestellte Justierbuchse, montiert wird, biegt sich die rotierende Welle und neigt sich aufgrund von thermischer Ausdehnung der Welle oder des Gehäuses, dem Eigengewicht der Welle, etc. Als Ergebnis wird die Oberfläche des Drucklagers welche in Kontakt mit der rotierenden Welle steht nicht gleichmäßig belastet, und eine größere Kraft kann auf einen Teil der Kontaktfläche einwirken als auf den übrigen Teil. Wenn die Kraft die auf einem Teil des Drucklagers einwirkt so groß wird, dass das Drucklager beschädigt wird und nicht länger die rotierende Welle lagern kann, kann der Betrieb der Rotationsmaschine, wie beispielsweise einer Gasturbine oder einer Dampfturbine, unmöglich werden.

**[0006]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung, welche die oben beschriebene Aufgabe löst, ist es, eine Lagerstruktur einer rotierenden Welle bereitzustellen, welche die rotierende Welle über eine längere Zeitdauer lagern kann.

## Lösung der Aufgabe

**[0007]** Um das obige Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung eine Lagerstruktur einer rotierenden Welle bereit, um eine rotierende Welle aufweisend einen auf ihr gebildeten radial nach Außen her vorstehenden Druckring zu lagern, wobei die Lagerstruktur einer rotierenden Welle aufweist: Ein Drucklager, welches dem Druckring zugewandt ist, und welches die Fläche des Druckrings orthogonal zu der Axialrichtung der rotierenden Welle durch eine Lagerfläche lagert; und eine Lagervorrichtung, welche das Drucklager in der Axialrichtung von der Seite die der Lagerfläche die den Druckring lagert gegenüber liegt, lagert; wobei die Seite der Lagervorrichtung die der Endfläche des Drucklagers zugewandt ist in eine Richtung orthogonal zu einer Richtung in welche sich die rotierende Welle neigt, geneigt ist.

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich zu verhindern, dass sich eine Kraft auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle konzentriert, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern. Entsprechend kann die rotierende Welle über eine längere Zeitdauer gelagert werden.

**[0009]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung kann das Drucklager auf beiden Seiten in der Axialrichtung über dem Druckring angeordnet werden, um zwei Flächen, jeweils einer stromaufwärtsseitigen Fläche und einer stromabwärtsseitigen Fläche des Druckrings orthogonal zur Axialrichtung, zugewandt zu sein; die Lagervorrichtung kann aus einer ersten Lagervorrichtung bestehen, welche in einer Verlängerungsrichtung der rotierenden Welle weiter vorn auf der stromabwärtigen Seite als das Drucklager, auf der stromabwärtigen Seite des Druckrings, angeordnet ist, und einer zweiten Lagervorrichtung, welche in der Verlängerungsrichtung der rotierenden Welle weiter vorn auf der stromaufwärtsigen Seite als das Drucklager, auf der stromaufwärtsigen Seite des Druckrings, angeordnet ist; die erste Lagervorrichtung kann so angeordnet sein, dass die Fläche die der stromaufwärtsigen Seite zugewandt ist, der Endfläche in der Axialrichtung des Drucklagers zugewandt ist, welches auf der stromabwärtigen Seite des Druckrings angeordnet ist, und das die Fläche die der stromaufwärtsigen Seite zugewandt ist sich zu der stromaufwärtsigen Seite hin neigt, während sie sich radial nach unten ausdehnt; und die zweite Lagervorrichtung kann so angeordnet sein, dass die Fläche die der stromabwärtigen Seite in der

Axialrichtung zugewandt ist, der Endfläche in der Axialrichtung des Drucklagers zugewandt ist, welches auf der stromaufwärtsigen Seite des Druckrings angeordnet ist, und das die Fläche die der stromabwärtsigen Seite zugewandt ist sich zu der stromabwärtsigen Seite in der Axialrichtung hin neigt, während sie sich radial nach oben ausdehnt.

**[0010]** Gemäß der vorliegenden Erfindung können beide Enden in der Druckrichtung der rotierenden Welle durch die Drucklager und die Lagervorrichtung gelagert werden, so dass es möglich ist, in welche Richtung auch immer die Druckkraft gerichtet ist, die Kraft davon abzuhalten sich auf einen Teil des Drucklagers zu konzentrieren, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern.

**[0011]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung kann die Lagervorrichtung eine Justierbuchse, welche am Drucklager befestigt ist, aufweisen, und die Justierbuchse kann sich graduell in ihrer Dicke, von dem Ende in der Radialrichtung hin zum entgegengesetzten Ende in der Radialrichtung um die rotierende Welle herum, ändern.

**[0012]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich eine Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle zu konzentrieren, indem die Ausrichtung des Drucklagers mit der Justierbuchse justiert wird, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern.

**[0013]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung können die erste Lagervorrichtung und die zweite Lagervorrichtung jeweils eine Justierbuchse, die am Drucklager befestigt ist, aufweisen; die Justierbuchse kann sich graduell in ihrer Dicke von dem Ende in der Radialrichtung zu dem entgegengesetzten Ende in der Radialrichtung um die rotierende Welle herum ändern; und die Justierbuchse der ersten Lagervorrichtung kann so angeordnet sein, dass die Richtung in welche sich die Dicke radial ändert entgegengesetzt zu jener der Justierbuchse der zweiten Lagervorrichtung ist.

**[0014]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die zueinander zugewandten Flächen der ersten Lagervorrichtung und der zweiten Lagervorrichtung parallel zueinander. Dadurch können die Lagervorrichtungen und das Drucklager über eine gleichmäßige Fläche in Kontakt miteinander treten, so dass eine gleichmäßige Druckkraft über den Druckring übertragen werden kann.

**[0015]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung können die Lagervorrichtungen ein Gehäuse haben, in welchem die rotierende Welle gehalten wird, und welches auf der Seite des Drucklagers gegenüber der Lagerfläche ange-

ordnet ist; eine Justierzvorrichtung welche eine Vielzahl von Bolzen aufweist, welche in das Gehäuse eingelassen sind und bei welchen die Endflächen auf der Drucklagerseite in Kontakt mit dem Drucklager stehen; und in der Justierzvorrichtung kann die Vielzahl von Bolzen um die rotierende Welle herum angeordnet sein, und die Länge der aus dem Gehäuse hervorstehenden Bolzen kann entsprechend der Position um die rotierende Welle variieren.

**[0016]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich eine Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle zu konzentrieren, indem die Ausrichtung des Drucklagers durch die Position der Bolzen justiert wird, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern. Zusätzlich ist es leicht Feinjustierungen vorzunehmen.

**[0017]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung kann die Lagervorrichtung ein Gehäuse haben in welchem die rotierende Welle gehalten wird, und welches auf der Seite des Drucklagers gegenüber der Lagerfläche angeordnet ist; das Gehäuse kann das Drucklager von der Fläche die der Lagerfläche gegenüberliegt lagern; und die Lagerfläche des Gehäuses kann gegenüber der vertikalen Richtung geneigt sein.

**[0018]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich eine Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle zu konzentrieren, indem die Ausrichtung des Drucklagers durch Bearbeiten des Gehäuses justiert wird, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern.

**[0019]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung kann die Lagervorrichtung die Lagerfläche des Drucklagers aufweisen, und die Lagerfläche kann gegenüber der vertikalen Richtung geneigt sein.

**[0020]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich eine Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle zu konzentrieren, indem die Ausrichtung des Drucklagers durch Bearbeiten des Drucklagers justiert wird, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern.

**[0021]** In der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung kann das Drucklager eine Vielzahl von Segmenten aufweisen, welche auf der Lagerfläche in kreisförmiger Richtung der rotierenden Welle angeordnet sind und mit dem Druckring gleiten, und Segmentlagermittel, welche die Segmente von der Fläche gegenüber der Lagerfläche lagern und durch die Lagervorrichtung gelagert werden; und die Segmentlagermittel können die Segmente lagern, so

dass sie beweglich gegenüber einer Ebene senkrecht zu der rotierenden Welle sind.

**[0022]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es, da die Segmente beweglich sind, möglich eine Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle zu konzentrieren, da sich auch die Segmente bewegen, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0023]** Gemäß der Lagerstruktur einer rotierenden Welle der vorliegenden Erfindung ist es möglich das Drucklager entsprechend der Neigung der rotierenden Welle zu neigen, indem die Endfläche der Lagervorrichtung, welche das Drucklager lagert, entsprechend der Neigung der rotierenden Welle, geneigt wird. Dadurch ist es möglich, eine Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil des Drucklagers in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle zu konzentrieren, und so ist es möglich die Lebensdauer des Drucklagers zu verlängern. Zusätzlich kann die rotierende Welle über eine längere Zeitdauer gelagert werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0024]** **Fig. 1** ist eine Ansicht, die den schematischen Aufbau einer Gasturbine aufweisend eine Drucklagervorrichtung, was eine Ausführungsform einer Lagerstruktur einer rotierenden Welle ist, zeigt.

**[0025]** **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau der Drucklagervorrichtung der Ausführungsform zeigt.

**[0026]** **Fig. 3** ist eine Querschnittsansicht, die den schematischen Aufbau der Drucklagervorrichtung der Ausführungsform zeigt.

**[0027]** **Fig. 4** ist eine Vorderansicht, welche den schematischen Aufbau der Drucklagervorrichtung der Ausführungsform zeigt.

**[0028]** **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Teil des Drucklagers aus **Fig. 4** zeigt.

**[0029]** **Fig. 6** ist eine auseinandergezogene Seitenansicht, welche einen Teil des Drucklagers aus **Fig. 4** zeigt.

**[0030]** **Fig. 7** ist eine Vorderansicht, welche den schematischen Aufbau einer Justierbuchse gemäß einer ersten Lagervorrichtung der Ausführungsform zeigt.

**[0031]** **Fig. 8** ist eine Seitenansicht, welche den schematischen Aufbau der Justierbuchse aus **Fig. 7** zeigt.

**[0032]** **Fig. 9** ist eine Vorderansicht, welche den schematischen Aufbau einer Justierbuchse gemäß einer zweiten Lagervorrichtung der Ausführungsform zeigt.

**[0033]** **Fig. 10** ist eine Seitenansicht, welche den schematischen Aufbau der Justierbuchse aus **Fig. 9** zeigt.

**[0034]** **Fig. 11** ist eine Ansicht, welche die Funktion der Drucklagervorrichtung der Ausführungsform zeigt.

**[0035]** **Fig. 12** ist eine Ansicht, welche die Funktion einer Drucklagervorrichtung eines Vergleichsbeispiels zeigt.

**[0036]** **Fig. 13** ist eine Vorderansicht, welche den schematischen Aufbau einer Justierbuchse eines modifizierten Beispiels zeigt.

**[0037]** **Fig. 14** ist eine Seitenansicht, welche den schematischen Aufbau der Justierbuchse aus **Fig. 13** zeigt.

**[0038]** **Fig. 15** ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau einer Drucklagervorrichtung einer anderen Ausführungsform zeigt.

**[0039]** **Fig. 16** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, welche die Lagervorrichtung der Drucklagervorrichtung aus **Fig. 15** zeigt.

**[0040]** **Fig. 17** ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau einer Drucklagervorrichtung einer anderen Ausführungsform zeigt.

**[0041]** **Fig. 18** ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau einer Drucklagervorrichtung einer anderen Ausführungsform zeigt.

#### Beschreibung von Ausführungsformen

**[0042]** Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform einer Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß der vorliegenden Erfindung im Detail mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsform begrenzt, und wenn es eine Vielzahl von Ausführungsformen gibt, beinhaltet die vorliegende Erfindung auch Ausführungsformen die durch Kombination von solchen Ausführungsformen entstanden sind.

**[0043]** In der folgenden Ausführungsform wird ein Fall, wo eine rotierende Welle einer Gasturbine durch eine Lagervorrichtung gelagert wird, beschrieben. Die Lagervorrichtung weist eine Drucklagervorrichtung auf, welche ein Beispiel einer Lagerstruktur einer rotierenden Welle dieser Ausführungsform ist. Die

Drucklagervorrichtung, welche ein Beispiel einer Lagerstruktur einer rotierenden Welle ist, ist eine Vorrichtung, um eine rotierende Welle in der Druckrichtung (der Axialrichtung der rotierenden Welle) zu lagern, und ist zwischen einem Gehäuse und der rotierenden Welle angeordnet. Die Drucklagervorrichtung weist zwei Drucklager auf, welche jeweils zwei Endflächen, in der Axialrichtung eines Druckrings der rotierenden Welle, zugewandt sind, und eine Lagervorrichtung, welche zwischen jedem Drucklager und dem Gehäuse angeordnet ist. Das Drucklager weist eine Vielzahl von Lagersegmenten auf, welche eine Kraft von dem Druckring lagern, eine Ausgleichsvorrichtung, welche die Lagersegmente lagert, und ein Gehäuse, welches das Lager umschließt. Die Lagervorrichtung weist Justierbuchsen auf, welche so angeordnet sind, dass sie entsprechend zu den Drucklagern passen.

#### Ausführungsformen

**[0044]** Fig. 1 ist eine Ansicht, welche den schematischen Aufbau einer Gasturbine aufweisend die Drucklagervorrichtung, welche ein Beispiel einer Lagerstruktur einer rotierenden Welle ist, zeigt. Wie in Fig. 1 gezeigt wird, hat eine Gasturbine 10 einen Kompressor 12, eine Brennkammer 14, eine Turbine 16, eine Lagervorrichtung 18, eine Lagervorrichtung 19, und eine rotierende Welle 20. Die Teile der Gasturbine 10 sind in einem Gehäuse 24 angeordnet. In der Gasturbine 10 sind ein Teil des Kompressors 12 und ein Teil der Turbine 16 fest mit der rotierenden Welle 20 verbunden und rotieren mit der rotierenden Welle 20. Der Kompressor 12 zieht Luft ein und verdichtet sie. Die im Kompressor 12 verdichtete Luft wird weitergeleitet zu der Brennkammer 14. Die Brennkammer 14 mischt den Brennstoff mit der Luft, welche im Kompressor 12 verdichtet wurde, und erzeugt ein Verbrennungsgas G.

**[0045]** Die Turbine 16 leitet das Verbrennungsgas G, welches in der Brennkammer 14 erzeugt wurde, in ihr Inneres, dehnt das Verbrennungsgas G aus und sprüht es gegen die Blätter 22 die sich an der rotierenden Welle 20 befinden, um dabei die thermische Energie des Verbrennungsgases G in mechanische Rotationsenergie umzuwandeln und eine Leistung zu erzeugen.

**[0046]** Im Besonderen, wie in Fig. 1 gezeigt wird, weist die Turbine 16 die rotierende Welle 20, die Vielzahl von Blättern 22, die sich auf der rotierenden Welle 20 befinden, das Gehäuse 24, welches die rotierende Welle 20 und die Blätter 22 umschließt, und eine Vielzahl von Schaufeln 26, die am Gehäuse 24 befestigt sind, auf. In der Turbine 16 sind die Blätter 22 und Schaufeln 26 abwechselnd in der Axialrichtung der rotierenden Welle 20 angeordnet. Die Blätter 22 drehen die rotierende Welle 20 durch das Verbrennungsgas G, welches von der Brennkammer 14

eingeströmt kommt und in die Axialrichtung der rotierenden Welle 20 strömt. Die Rotationsenergie der rotierenden Welle 20 wird durch eine Vorrichtung, zum Beispiel einem Generator der mit der rotierenden Welle 20 verbunden ist, entnommen.

**[0047]** Die Lagervorrichtung 18 ist am Ende der rotierenden Welle 20 auf der Kompressor 12 Seite angeordnet. Die Lagervorrichtung 18 hat eine Gleitlagervorrichtung 30, eine Drucklagervorrichtung 40, und eine Schmierölversorgungsvorrichtung 41. Die Gleitlagervorrichtung 30 ist am Gehäuse 24 befestigt und nimmt die Radialkräfte der rotierenden Welle 20 auf, und reguliert die Radialbewegung der rotierenden Welle 20 bezüglich des Gehäuses 24. Die Drucklagervorrichtung 40 ist am Gehäuse 24 befestigt und nimmt die Axialkräfte der rotierenden Welle 20 auf, und reguliert die Axialbewegung der rotierenden Welle 20 bezüglich des Gehäuses 24. Die Schmierölversorgungsvorrichtung 41 versorgt die Gleitlagervorrichtung 30 und die Drucklagervorrichtung 40 mit Schmieröl, zirkuliert das Schmieröl, und gewinnt es zurück.

**[0048]** Die Lagervorrichtung 19 ist am Ende der rotierenden Welle 20 auf der Turbinen 16 Seite angeordnet. Die Lagervorrichtung 19 weist eine Gleitlagervorrichtung 30 und eine Schmierölversorgungsvorrichtung 42 auf. Die Gleitlagervorrichtung 30 ist am Gehäuse 24 befestigt und nimmt die Radialkräfte der rotierenden Welle 20 auf, und reguliert die Radialbewegung der rotierenden Welle 20 bezüglich des Gehäuses 24. Die Schmierölversorgungsvorrichtung 42 versorgt die Gleitlagervorrichtung 30 mit Schmieröl, zirkuliert das Schmieröl, und gewinnt es zurück. Die Gasturbine 10 ist somit konfiguriert, und die Lagervorrichtungen 18, 19 lagern die rotierende Welle 20 im Gehäuse 24.

**[0049]** Als Nächstes wird die Drucklagervorrichtung 40, welche ein Beispiel für die Lagerstruktur einer rotierenden Welle zum Lagern der rotierenden Welle 20 ist, mittels der Fig. 2 bis Fig. 12 beschrieben. Um den Aufbau leicht zu verstehen wird in dieser Ausführungsform ein Teilbereich jedes Teils, welcher gegenüber der vertikalen oder horizontalen Richtung geneigt ist, mit einer stärkeren Neigung gezeigt, als die tatsächliche Neigung ist, und zwar mit einem größeren Neigungswinkel. Als Erstes wird mit Hilfe der Fig. 2 und Fig. 3 der schematische Aufbau der Drucklagervorrichtung 40 beschrieben. Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau der Drucklagervorrichtung dieser Ausführungsform zeigt. Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau der Drucklagervorrichtung dieser Ausführungsform zeigt. In der folgenden Beschreibung bezeichnet die Axialrichtung eine Richtung, in welche sich die rotierende Welle 20 erstreckt (die X-Achsenrichtung in Fig. 1), und die Radialrichtung bezeichnet eine Richtung orthogonal

zu der rotierenden Welle **20** (die Z-Achsenrichtung und die Y-Achsenrichtung in **Fig. 1**). Die Bezeichnung „Radial nach Außen“ bezeichnet eine Richtung weg von der rotierenden Welle **20**, und die Bezeichnung „Radial nach Innen“ bezeichnet eine Richtung hin zur rotierenden Welle **20**. Zur Einfachheit bezeichnet man die rechte Seite des Blattes von **Fig. 1** als die stromabwärtige Seite (die Turbinen **16** Seite gesehen von der Kompressor **12** Seite), und die linke Seite bezeichnet man als die stromaufwärtige Seite (die Kompressor **12** Seite gesehen von der Turbinen **16** Seite). Die vertikale Richtung bezeichnet eine Richtung senkrecht zu der horizontalen Ebene. Die Drucklagervorrichtung **40** dieser Ausführungsform ist weiter vorn auf der stromaufwärtigen Seite angeordnet als die Mitte der rotierenden Welle **20**. Deswegen ist der Teilbereich der rotierenden Welle **20** auf der stromaufwärtigen Seite von der Installationsposition der Drucklagervorrichtung **40** kurz, während der Teilbereich auf der stromabwärtigen Seite lang ist.

**[0050]** Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt wird, ist die Drucklagervorrichtung **40** so angeordnet, dass sie einem Druckring **50** entspricht, welcher an der rotierenden Welle **20** angeordnet ist. Der Druckring **50** steht radial nach Außen gerichtet von der rotierenden Welle **20** ab. Die beiden Enden der Drucklagervorrichtung **40** werden in der Axialrichtung durch das Gehäuse **24** gehalten. Das bedeutet, da die beiden Enden in der Axialrichtung der Drucklagervorrichtung **40** am Gehäuse **24** befestigt sind, ist die Axialposition der Drucklagervorrichtung **40** festgelegt. Die Drucklagervorrichtung **40** hat Drucklager **52**, **54** und eine Lagervorrichtung **56**.

**[0051]** Die Drucklager **52**, **54** sind auf der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung über dem Druckring **50** angeordnet. Das Drucklager **52** ist weiter vorn auf der stromabwärtigen Seite als der Druckring **50** in der Axialrichtung angeordnet, und ist der Fläche des Druckrings **50** orthogonal zu der rotierenden Welle **20** zugewandt. Das Drucklager **54** ist weiter vorn auf der stromaufwärtigen Seite als der Druckring **50** in der Axialrichtung angeordnet, und ist der Fläche des Druckrings **50** auf der stromaufwärtigen Seite der rotierenden Welle **20** zugewandt.

**[0052]** Als Nächstes werden die Drucklager in **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschrieben. Da das Drucklager **52** und das Drucklager **54** den gleichen Aufbau haben, nur mit dem Unterschied ihrer Positionen, wird das Drucklager **54** zur Beschreibung genutzt. **Fig. 4** ist eine Vorderansicht eines schematischen Aufbaus des Drucklagers dieser Ausführungsform. **Fig. 5** ist eine perspektivische Darstellung die einen Teil des Drucklagers aus **Fig. 4** zeigt. **Fig. 6** ist eine auseinandergezogene Seitenansicht, welche einen Teil des Drucklagers aus **Fig. 4** zeigt.

**[0053]** Das Drucklager **54** ist angeordnet, dass es der Fläche des Druckrings **50** orthogonal zur rotierenden Welle **20** zugewandt ist, und trägt die axialen Druckkräfte, und reguliert die Axialbewegung des Druckrings **50**. Das Drucklager **54** ist ein sogenanntes Kippsegmentlager mit einer Ausgleichsfunktion, und es weist eine Vielzahl von Lagersegmenten (Kippsegmenten) **70** auf welche die Kraft von dem Druckring **50** lagern, eine Ausgleichsvorrichtung **72** welche die Lagersegmente **70** lagert, und ein Gehäuse **74** welches das Lager umschließt. Die Ausgleichsvorrichtung **72** weist obere Ausgleichsplatten **76** auf welche die Kraft von den Lagersegmenten **70** aufnehmen, untere Ausgleichsplatten **78** welche die Kraft von den oberen Ausgleichsplatten **76** aufnehmen, Verbindungsstifte **80** welche zwischen den jeweiligen oberen Ausgleichsplatten **76** und den unteren Ausgleichsplatten **78** angeordnet sind und die die Kraft, welche von beiden Ausgleichsplatten aufgenommen wird, übertragen, und Bewegungsstoppstifte **82** welche die Bewegung der unteren Ausgleichsplatten **78** relative zum Gehäuse **74** beschränken.

**[0054]** Die Vielzahl von Lagersegmenten **70** haben die gleiche Form und sind an Stellen welche dem Druckring **50** zugewandt sind um die rotierende Welle **20** herum in gleichen Abständen in der kreisförmigen Richtung, symmetrisch bezüglich zu einem Mittelpunkt C der rotierenden Welle, angeordnet. Schmieröl wird durch die Schmierölvorsorgvorrichtung **41** zu den Lagersegmenten **70** geleitet, und ein Schmierölfilm wird auf der Oberfläche der Lagersegmente **70** welche dem Druckring **50** zugewandt sind, gebildet. Dadurch wird ein Schmierölfilm zwischen den Lagersegmenten **70** und dem Druckring **50** gebildet, so dass Reibung etc., welche zwischen dem Druckring **50** und den Lagersegmenten **70** während der Rotation des Druckrings **50** auftritt, reduziert werden kann. Die Lagersegmente **70** weisen jeweils einen Drehpunkt **71** in der Nähe des Mittelpunkts der Fläche gegenüber der Fläche welche dem Druckring **50** zugewandt ist, und zwar der Fläche welche der oberen Ausgleichsplatte **76** zugewandt ist, auf. Der Drehpunkt **71** ist ein Lagerbauteil welches eine sphärisch konvexe Oberfläche aufweist und in Kontakt mit der oberen Ausgleichsplatte **76** gelangt. Wenn das Lagersegment **70** über dem Drehpunkt **71** mit der oberen Ausgleichsplatte **76** in Kontakt gelangt, kann es um den Drehpunkt **71** relativ zu der oberen Ausgleichsplatte **76** kippen. Dabei sind Rotationsunterdrückungsmittel zwischen dem Lagersegment **70** und der oberen Ausgleichsplatte **76** vorhanden, ähnlich zu den Bewegungsstoppstiften **82** welche später beschrieben werden.

**[0055]** Das Gehäuse **74** ist ein Lagerbauteil, eine Lagerstruktur oder ein Lagerfundament, welches die Kraft die vom Druckring **50** auf die Lagersegmente **70** übertragen wird, und weiter über die oberen Ausgleichsplatten **76**, die Verbindungsstifte **80** und die

unteren Ausgleichsplatten **78** zu dem Gehäuse **74** übertragen wird, aufnimmt. Das Gehäuse **74** ist ein Bauteil, welches auf der Fläche gegenüber der Fläche die dem Druckring **50** in der Axialrichtung zugewandt ist, angeordnet ist. Eine Justierbuchse **60** ist von der stromaufwärtigen Seite in Axialrichtung am Gehäuse **74** befestigt.

**[0056]** Die Ausgleichsvorrichtung **72** ist zwischen den Lagersegmenten **70** und dem Gehäuse **74** angeordnet, und weist die oberen Ausgleichsplatten **76** und die unteren Ausgleichsplatten **78** auf. Die oberen Ausgleichsplatten **76** und die unteren Ausgleichsplatten **78** sind abwechselnd in der kreisförmigen Richtung der rotierenden Welle **20** angeordnet. Die unteren Ausgleichsplatten **78** weisen jeweils einen Drehpunkt **84** im Mittelteil der Fläche auf der Gehäuse **74** Seite auf. Der Drehpunkt **84** ist ein sphärisch konvexes Lagerbauteil und steht in Kontakt mit dem Gehäuse **74**. Jede untere Ausgleichsplatte **78** kann um einen Punkt kippen, an dem der Drehpunkt **84** in Kontakt mit der oberen Fläche des Gehäuses **74** steht.

**[0057]** Die Ausgleichsvorrichtung **72** weist die Verbindungsstifte **80** zwischen den entsprechenden oberen Ausgleichsplatten **76** und den unteren Ausgleichsplatten **78** auf. Die oberen Ausgleichsplatten **76** und die unteren Ausgleichsplatten **78** sind jeweils mit kraftaufnehmenden Vorsprungsbereichen **76a, 78a** an dem Ende in der Rotationsrichtung der rotierenden Welle **20** ausgestattet. Der Verbindungsstift **80** weist eine kreisförmige Säulenform auf, und ist zwischen den kraftaufnehmenden Vorsprungsbereichen **76a, 78a** der oberen Ausgleichsplatte **76** und der unteren Ausgleichplatte **78** angeordnet, so dass die Radialrichtung mit der Axialrichtung der kreisförmigen Säulenform des Verbindungsstifts **80** übereinstimmt. Die oberen Ausgleichsplatten **76**, die Verbindungsstifte **80** und die unteren Ausgleichsplatten **78** sind symmetrisch um die rotierende Welle **20** angeordnet. Die untere Ausgleichsplatte **78** weist ein konkav Loch **78b**, das in der unteren Fläche gebildet ist, auf, und das Gehäuse **74** ist mit dem Bewegungsstopfstift **82** versehen, welcher so geformt ist, um in dieses konkav Loch **78b** zu passen.

**[0058]** In der Ausgleichsvorrichtung **72** wird die Kraft von den Lagersegmenten **70** über die Drehpunkte **71**, die oberen Ausgleichsplatten **76**, die Verbindungsstifte **80**, die unteren Ausgleichsplatten **78** und die Drehpunkte **84** auf das Gehäuse **74** übertragen.

**[0059]** Das Drucklager **54** nimmt die Kraft von dem Druckring **50** über die Lagersegmente **70** auf und reguliert die Axialposition des Druckrings **50**. Das Drucklager **54** ist ein Gleitlager, und selbst wenn der Druckring **50** rotiert, lagern die Lagersegmente **70** den Druckring **50** in der Axialrichtung, ohne selbst zu rotieren. Wobei die Kombination der oberen Ausgleichsplatten **76**, der Verbindungsstifte **80**, und

der unteren Ausgleichsplatten **78** es erlaubt, dass sich die oberen Ausgleichsplatten **76** und die unteren Ausgleichsplatten **78** ineinander in der kreisförmigen Richtung verzahnen, um die Position der Lagersegmente **70** zu justieren; das Drucklager **54** kann die Kraft die von den Lagersegmenten **70** in kreisförmiger Richtung der rotierenden Welle **20** getragen wird ausgleichen.

**[0060]** Als Nächstes wird die Lagervorrichtung **56** unter Verwendung der **Fig. 7 bis Fig. 12** zusätzlich zu den **Fig. 2** und **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 7** ist eine Vorderansicht, die den schematischen Aufbau der Justierbuchse gemäß einer ersten Lagervorrichtung dieser Ausführungsform zeigt. **Fig. 8** ist eine Seitenansicht, die den schematischen Aufbau der Justierbuchse aus **Fig. 7** zeigt. **Fig. 9** ist eine Vorderansicht, die den schematischen Aufbau der Justierbuchse gemäß einer zweiten Lagervorrichtung dieser Ausführungsform zeigt. **Fig. 10** ist eine Seitenansicht, die den schematischen Aufbau der Justierbuchse aus **Fig. 9** zeigt. **Fig. 11** ist eine Ansicht, die die Funktion der Drucklagervorrichtung dieser Ausführungsform veranschaulicht. **Fig. 12** ist eine Ansicht, die die Funktion der Drucklagervorrichtung eines Vergleichsbeispiels veranschaulicht.

**[0061]** Die Lagervorrichtung **56** weist eine Struktur mit zwei Justierbuchsen, der Justierbuchse (der ersten Lagervorrichtung) **58** und der Justierbuchse (der zweiten Lagervorrichtung) **60**, auf, welche in Kombination verwendet werden. Während die zwei Justierbuchsen **58, 60** dieselbe Form haben können, unterscheiden sie sich jedoch in der Befestigungsmethode. Das heißt, wenn die Drucklager **52, 54** im Gehäuse **24** befestigt werden, ist es notwendig die Drucklager **52, 54** so zu befestigen, dass die Richtungen in welche die Justierbuchsen **58, 60** radial ihre Dicke ändern zueinander entgegengesetzt entsprechend der Neigung der Welle sind. Selbst wenn die Welle sich neigt, bleibt das Gehäuse **24** welches die Drucklager **52, 54** umschließt immer in seiner horizontalen Ebene (Ebenheit). Am Gehäuse **24** dieser Ausführungsform definiert die Endfläche auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung, welche das Drucklager **52** in der Axialrichtung lagert, eine Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene, und definiert die Endfläche auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung, welche das Drucklager **54** in der Axialrichtung lagert, eine Ebene orthogonal zu der horizontalen Ebene. Im Folgenden wird die Struktur der Justierbuchsen, inklusive dem Unterschied zwischen den Justierbuchsen, beschrieben.

**[0062]** Die Justierbuchse **58** ist an der Fläche des Drucklagers **52** auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung angebracht und ist am Drucklager **52** befestigt. Die Fläche der Justierbuchse **58** auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung ist in Kontakt mit dem Gehäuse **24**. Da beide ihrer Enden in der

Axialrichtung jeweils in Kontakt mit dem Drucklager **52** und dem Gehäuse **24** kommen, hält die Justierbuchse **58** die Axialposition des Drucklagers **52** relativ zu dem Gehäuse **24** in einer vorbestimmten Position.

**[0063]** Wie in **Fig. 7** und **Fig. 8** gezeigt wird, ist die Justierbuchse **58** ringförmig um die rotierende Welle **20** geformt und ändert sich gleichmäßig in ihrer Dicke, von einer kreisförmigen Endfläche hin zu der anderen kreisförmigen Endfläche in der Radialrichtung, entlang der Linie die durch den Mittelpunkt C der rotierenden Welle verläuft und die kreisförmigen Endflächen auf beiden Seiten in der Radialrichtung verbindet. Die Justierbuchse **58** ist ein Bauteil welches in zwei Bauteile geteilt ist, ein ringförmiges Bauteil **58a** und ein ringförmiges Bauteil **58b**, in der kreisförmigen Richtung. Die Justierbuchse **58** nimmt die Form eines Rings als Ganzes an, wenn die zwei ringförmigen Bauteile **58a**, **58b** mit den Trennflächen **59**, welches Flächen der ringförmigen Bauteile **58a**, **58b** sind, die in der Radialrichtung geformt sind, in Kontakt miteinander angeordnet sind. Hierbei sind die Trennflächen **59** so angeordnet, dass sie mit einem vorbestimmten Winkel von der horizontalen Richtung (die Richtung parallel zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24**) **90** geneigt sind. Das macht es einfach, die zwei ringförmigen Bauteile **58a**, **58b** in eine richtige Anordnung während der Montage zu bringen.

**[0064]** Wie in **Fig. 8** gezeigt wird, ändert sich die Justierbuchse **58** in ihrer Dicke von einer kreisförmigen Endfläche hin zu der anderen kreisförmigen Endfläche in der Radialrichtung, entlang der Linie die durch den Mittelpunkt C der rotierenden Welle verläuft und die kreisförmigen Endflächen auf beiden Seiten in der Radialrichtung verbindet. Im Besonderen weist die Justierbuchse **58** eine Form auf, wo die Dicke von der radialen Oberseite zur radialen Unterseite auf dem Blatt in **Fig. 8** zunimmt, und das Verhältnis zwischen der Dicke (minimale Dicke) L1 der kreisförmigen Endfläche auf der radialen Oberseite und der Dicke (maximale Dicke) L2 der kreisförmigen Endfläche auf der radialen Unterseite durch  $L1 < L2$  ausgedrückt ist. An der Justierbuchse **58** definiert eine Endfläche **58m**, die der stromabwärtigen Seite zugewandt ist, eine Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24**, während eine Endfläche **58n**, die der stromaufwärtigen Seite zugewandt ist, eine Ebene definiert die geneigt ist von der Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24**. Die Endfläche **58m** ist die Endfläche der Justierbuchse **58** auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung. Die Endfläche **58n** ist die Endfläche der Justierbuchse **58** auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung.

**[0065]** Deswegen ist die Endfläche **58m** der Justierbuchse **58**, die der stromabwärtigen Seite zugewandt ist, in Kontakt mit der Fläche des Gehäuses **24** senk-

recht zu der horizontalen Ebene. Die Endfläche **58n**, die der stromaufwärtigen Seite zugewandt ist, welche von der Fläche des Gehäuses **24** senkrecht zu der horizontalen Ebene geneigt ist, ist am Drucklager **52** befestigt. Deswegen können die Flächen des Drucklagers **52**, die der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung zugewandt sind, mit einer Neigung von der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** ausgerichtet werden.

**[0066]** Die Justierbuchse **60** ist auf der Fläche des Drucklagers **54** auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung angeordnet und auf dem Drucklager **54** von der Axialrichtung befestigt. Die Fläche der Justierbuchse **60**, auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung, ist in Kontakt mit dem Gehäuse **24**. In dem jede ihrer beide Endflächen **60m**, **60n** in der Axialrichtung jeweils in Kontakt mit dem Drucklager **54** und dem Gehäuse **24** kommen, hält die Justierbuchse **60** die Axialposition des Drucklagers **54** relativ zu dem Gehäuse **24** in einer vorbestimmten Position.

**[0067]** Wie in den **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigt wird, ist die Justierbuchse **60** ringförmig um die rotierende Welle **20** geformt und ändert gleichmäßig ihre Dicke von einer kreisförmigen Endfläche zur anderen kreisförmigen Endfläche in der Radialrichtung, entlang der Linie die durch den Mittelpunkt C der rotierenden Welle verläuft und die kreisförmigen Endflächen auf beiden Seiten in der Radialrichtung verbindet. Die Justierbuchse **60** ist ein Bauteil welches in zwei Bauteile geteilt ist, in ein ringförmiges Bauteil **60a** und in ein ringförmiges Bauteil **60b**, in der kreisförmigen Richtung. Die Justierbuchse **60** nimmt die Form eines Rings als Ganzes an, wenn die zwei ringförmigen Bauteile **60a**, **60b** mit Trennflächen **61**, an welchen sie in der Radialrichtung getrennt sind, in Kontakt miteinander angeordnet werden. Hierbei sind die Trennflächen **61** so positioniert, dass sie um einen vorbestimmten Winkel von der horizontalen Richtung (einer Richtung parallel zu der horizontalen Ebene des Gehäuses) **90** geneigt sind. Das macht es einfach die zwei ringförmigen Bauteile **60a**, **60b** in eine richtige Anordnung während der Montage zu bringen.

**[0068]** Wie in **Fig. 10** gezeigt wird, ändert die Justierbuchse **60** ihre Dicke von einer kreisförmigen Endfläche zur anderen kreisförmigen Endfläche in der Radialrichtung, entlang der Linie die durch den Mittelpunkt C der rotierenden Welle verläuft und die kreisförmigen Endflächen auf beiden Seiten in der Radialrichtung verbindet. Im Besonderen weist die Justierbuchse **60** eine Form auf, wo die Dicke von der radialen Oberseite zur radialen Unterseite auf dem Blatt in **Fig. 10** abnimmt, und das Verhältnis zwischen der Dicke (maximale Dicke) L3 der kreisförmigen Endfläche auf der radialen Oberseite und die Dicke (minimale Dicke) L4 der kreisförmigen Endfläche auf der radialen Unterseite durch  $L4 < L3$  ausgedrückt ist. An

der Justierbuchse **60** definiert die Endfläche **60n**, die der stromaufwärtigen Seite zugewandt ist, eine Ebene parallel zu der Fläche des Gehäuses **24** senkrecht zu der horizontalen Ebene, während die Endfläche **60m**, die der stromabwärtigen Seite zugewandt ist, eine Ebene definiert die von der Fläche des Gehäuses **24** senkrecht zu der horizontalen Ebene geneigt ist. Die Endfläche **60m** ist die Endfläche der Justierbuchse **60** auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung. Die Endfläche **60n** ist die Endfläche der Justierbuchse **60** auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung.

**[0069]** Deswegen ist die Endfläche **60n** der Justierbuchse **60**, die der stromaufwärtigen Seite zugewandt ist, in Kontakt mit der Fläche des Gehäuses **24** senkrecht zu der horizontalen Ebene, während die Endfläche **60m** derselben, die der stromabwärtigen Seite zugewandt ist, an dem Drucklager **54** befestigt ist, welches eine geneigte Fläche von der Fläche des Gehäuses **24** senkrecht zu der horizontalen Ebene bildet. Deswegen können die Endflächen des Drucklagers **54**, die der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung zugewandt sind, mit einer Neigung von der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** ausgerichtet werden.

**[0070]** Die Drucklagervorrichtung (Lagerstruktur einer rotierenden Welle) **40** ist mit zwei Justierbuchsen **58, 60** befestigt und so positioniert, dass die Richtungen, in welche die Justierbuchsen **58, 60** radial ihrer Dicke entlang der Linie ändern, die durch den Mittelpunkt C der rotierenden Welle verläuft, zueinander entgegengesetzt sind. Zum Beispiel sollten die Justierbuchsen **58, 60** so befestigt sein, dass die Position des kreisförmigen Endes der Justierbuchse **58**, welches die minimale Dicke L1 in der Axialrichtung aufweist, und die Position des kreisförmigen Endes der Justierbuchse **60**, welches die maximale Dicke L3 aufweist, in der kreisförmigen Richtung miteinander übereinstimmen. Wenn die Justierbuchsen **58, 60** in dieser Art und Weise befestigt sind stimmen die Position des kreisförmigen Endes der Justierbuchse **58**, welches die maximale Dicke L2 in der Axialrichtung aufweist, und die Position des kreisförmigen Endes der Justierbuchse **60**, welches die minimale Dicke L4 in der Axialrichtung aufweist, auch in der kreisförmigen Richtung miteinander überein. Das bedeutet, befestigt man die Justierbuchsen **58, 60** somit in Kombination, kann die Fläche (Endfläche **58n** der stromaufwärtigen Seite zugewandt) der Justierbuchse **58** auf der Drucklager **52** Seite und die Fläche (Endfläche **60m** der stromabwärtigen Seite zugewandt) der Justierbuchse **60** auf der Drucklager **54** Seite geneigt werden. Außerdem kann das Neigen der Endflächen **58n, 60m** der Justierbuchsen parallele Flächen bilden, so dass die Flächen der Drucklager **52, 54** die in Kontakt mit dem Druckring **50** sind von der Fläche des Gehäuses **24** senkrecht zu der horizontalen Ebene geneigt werden, und zur gleichen Zeit parallel zu einander gehalten werden.

**[0071]** Hierbei, wie in **Fig. 11** gezeigt wird, biegt sich die rotierende Welle **20**, auch wenn sie in horizontaler Richtung **90** angeordnet ist, aufgrund von thermischer Ausdehnung, ihres eigenen Gewichts etc. Als Ergebnis ist eine Ebene (Referenzebene) **94** des Druckrings **50**, die durch den Achsenmittelpunkt der rotierenden Welle **20** verläuft und die senkrecht zu der rotierenden Welle **20** ist, mit einem vorbestimmten Winkel von der Ebene **92**, die senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** ist, geneigt. Im Besonderen ist die rotierende Welle **20** radial nach unten geneigt, während sie sich von der stromaufwärtigen Seite zur stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung ausdehnt. Aus diesem Grund ist die Referenzebene **94** des Druckrings **50** relativ zu der rotierenden Welle **20** geneigt, in der Bewegungsrichtung zur stromaufwärtigen Seite der rotierenden Welle **20**, während sich der Druckring **50** von der radialen Oberseite zur radialen Unterseite ausdehnt.

**[0072]** Hierbei sind, in der Drucklagervorrichtung **40**, die Justierbuchsen **58, 60** auf einer Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** installiert, und die Flächen der Justierbuchsen **58, 60** die in Kontakt mit den Drucklagern **52, 54** sind, sind in dieselbe Richtung wie die Referenzebene **94** geneigt. Das bedeutet, die Flächen der Justierbuchsen **58, 60** auf der Seite die in Kontakt mit den Drucklagern **52, 54** stehen, sind in die Richtung orthogonal zu der Richtung in welche sich die rotierende Welle **20** neigt, geneigt. Deswegen können die Flächen des Drucklagers **52, 54**, die dem Druckring **50** zugewandt sind, entsprechend der Neigung des Druckrings **50** geneigt werden.

**[0073]** In dieser Art und Weise kann die Drucklagervorrichtung **40** die Kraft die von dem Druckring **50** auf die Drucklager **52, 54**, genauer gesagt, die auf den Lagersegmenten **70**, anliegt, in die kreisförmige Richtung der rotierende Welle **20** gleichverteilt werden.

**[0074]** Zum Beispiel, wenn die Justierbuchsen **96, 98** eine Form mit einer konstanten Dicke in der kreisförmigen Richtung wie in **Fig. 12** gezeigt wird aufweisen, sind die Flächen der Drucklager **52, 54** die dem Druckring **50** zugewandt sind, parallel zu der Ebene **92** senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24**, aber nicht parallel zu den Radialflächen (Flächen orthogonal zu der Axialrichtung) des Druckrings **50** welchen diese Flächen der Drucklager **52, 54** zugewandt sind. Folglich konzentriert sich die Kraft von dem Druckring **50** an einer Stelle des Drucklagers **52** auf der radialen Oberseite und auf einen Teil des Drucklagers **54** auf der radialen Unterseite, so dass die Kraft ungleichmäßig in der kreisförmigen Richtung der rotierenden Welle **20** wird.

**[0075]** Im Gegensatz zum oben Beschriebenen ist es möglich, wenn die Drucklagervorrichtung **40** dieser Ausführungsform gleichmäßig die Kraft von dem Druckring **50** auf die Drucklager **52, 54** in der kreisförmigen Richtung der rotierenden Welle **20** verteilen kann, die Kraft daran zu hindern sich auf einen Teil der Drucklager **52, 54** zu konzentrieren, was ansonsten zu einem Steigen der Metalltemperatur in einem Teil der Lagersegmente und zu Schaden an den Läfern führen würde. Dadurch kann die Haltbarkeit der Gasturbine als Ganzes verbessert und ihre Lebensdauer verlängert werden.

**[0076]** **Fig. 13** ist eine Vorderansicht die den schematischen Aufbau einer Justierbuchse eines modifizierten Beispieles zeigt. **Fig. 14** ist eine Seitenansicht die den schematischen Aufbau der Justierbuchse aus **Fig. 13** zeigt. In einer Justierbuchse **102**, dargestellt in **Fig. 13** und **Fig. 14**, sind geneigte Teile **104**, welche die Dicke entsprechend der radialen Position ähnlich zu der oben beschriebenen Justierbuchse ändern, und vertiefte Teile **106**, welche eine geringere Dicke als die geneigten Teile **104** aufweisen und konstant in ihrer Dicke ungeachtet der radialen Position sind, abwechselnd in der kreisförmigen Richtung angeordnet. In der Justierbuchse **102** sind die Teile die in Kontakt mit dem Drucklager kommen und die Teile die nicht in Kontakt mit dem Drucklager kommen abwechselnd entsprechend zu der kreisförmigen Position angeordnet. Deswegen ist es nicht absolut notwendig, dass der gesamte Umfang der Justierbuchse in Kontakt mit dem Drucklager oder dem Gehäuse ist, solange die Justierbuchse die relative Position des Drucklagers und des Gehäuses auf vorbestimmten Positionen halten kann, und die Achse des Drucklagers in einer Richtung entsprechend zu der Neigung der rotierenden Welle **20**, aufgrund ihres Eigengewichts etc., relativ zu der horizontalen Richtung neigen kann. Während die Justierbuchse **102**, welche in diesem modifizierten Beispiel gezeigt ist, für beide Lagervorrichtungen genutzt werden kann (erste Lagervorrichtung und zweite Lagervorrichtung), ist es notwendig ein Paar von Justierbuchsen in Kombination zu benutzen, welche so befestigt sind, dass die Richtungen in welche die zwei Justierbuchsen radial ihre Dicke ändern entgegengesetzt zueinander sind.

**[0077]** In der oben beschriebenen Ausführungsform werden die Justierbuchsen genutzt um die Achse der Drucklager in eine Richtung entsprechend der Neigung der rotierenden Welle **20**, aufgrund ihres Eigengewichts etc. relativ zu der horizontalen Richtung zu neigen, und dabei die auftretende Kraft von dem Druckring auf die Drucklager daran zu hindern sich an einem Teil zu konzentrieren. Trotzdem ist die Vorrichtung zum Justieren der Positionen der Drucklager nicht auf dieses Beispiel begrenzt. Zahlreiche andere Vorrichtungen können als Lagervorrichtung genutzt werden, solange wie solche Vorrichtungen die Fläche der Drucklager die in Kontakt mit dem Druckring sind

in eine vorbestimmte Richtung (oben beschriebene Richtung) relativ zu der Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses neigen.

**[0078]** **Fig. 15** ist ein Querschnitt der den schematischen Aufbau einer Drucklagervorrichtung einer anderen Ausführungsform zeigt. **Fig. 16** ist ein vergrößerter Querschnitt der die Lagervorrichtung der Drucklagervorrichtung aus **Fig. 15** zeigt. Eine Lagervorrichtung **110**, gezeigt in **Fig. 15** und **Fig. 16**, weist eine Justierbuchse **111** und Bolzen **112** auf. Die Justierbuchse **111** ist ein ringförmiges Bauteil mit einer konstanten Dicke. Die Bolzen **112** sind in Bolzenlöcher **116** eingefügt, welche in einem Gehäuse **114** gebildet sind. Die Vielzahl von Bolzen **112** und Bolzenlöcher **116** sind in vorbestimmten Abständen in der kreisförmigen Richtung angeordnet. In dieser Ausführungsform bilden die Bolzen **112** und die Bolzenlöcher **116** eine Justierzvorrichtung, um die Ausrichtung des Drucklagers **52** zu justieren.

**[0079]** Das Ende des Bolzens **112** auf der Justierbuchsen **111** Seite steht von dem Gehäuse **114** in Richtung der Justierbuchse **111** hervor, und das hervorstehende Ende kommt in Kontakt mit der Justierbuchse **111**. Am Bolzen **112** in dieser Ausführungsform steht das Ende auf der Justierbuchsen **111** Seite mit einer Länge **L5** von dem Gehäuse **114** zur Justierbuchse **111** hervor. Die Lagervorrichtung **110** kann die Größe des axialen Vorsprungs des Bolzen **112** aus dem Gehäuse **114** entsprechend der kreisförmigen oder radialen Position ändern. Als Ergebnis kann die Ausrichtung, genauer gesagt die Neigung der Justierbuchse **111** mit welcher der Bolzen **112** in Kontakt kommt, relativ zu der Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **114** eingestellt werden.

**[0080]** Das bedeutet, die Lagervorrichtung **110** kann das Drucklager **52** mit einer Neigung von der Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **114** ausrichten, indem die Ausrichtung der Justierbuchse **111** durch den axialen Weg des Bolzens **112** justiert wird.

**[0081]** Daher kann die Lagervorrichtung **110** dieses Aufbaus, welcher Bolzen **112** verwendet, auch das Drucklager wie bei der oben beschriebenen Konfiguration neigen. Während die Justierbuchse **111** in dieser Ausführungsform angeordnet ist, könnte die Justierbuchse **111** auch weggelassen werden und die Bolzen **112** könnten in Kontakt mit der Fläche des Drucklagers **52** auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung gebracht werden. Da die Lagervorrichtung **110** die Neigung durch Veränderung des Weges des hervorstehenden Endes entsprechend der kreisförmigen Position des Bolzens **112** justiert, ist es einfach Justierungen vorzunehmen. In **Fig. 15** ist es notwendig, damit die Lagervorrichtung **110** die in dieser Ausführungsform gezeigt wird funktioniert, eine

Lagervorrichtung **120** auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung relativ zu der Lagervorrichtung **110** bereitzustellen, welche auf der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung über dem Druckring **50** angeordnet ist. Während die Lagervorrichtung **120** dieselbe Struktur wie die Lagervorrichtung **110** aufweisen kann, sollte die Lagervorrichtung **120** eine solche Struktur aufweisen, dass Bolzen **122** entsprechend den Bolzen **112** in Kontakt mit einer Justierbuchse **121** von der stromaufwärtigen Seite zur stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung kommen. Die Bolzen **122** sind eingelassen in Bolzenlöcher die im Gehäuse **124** geformt sind. Diese zwei Lagervorrichtungen **110**, **120** sollten in Kombination verwendet werden als ein Paar von Lagervorrichtungen, angeordnet über dem Druckring **50** und so justiert, dass die Neigungen der Flächen der Justierbuchsen **111**, **121** mit welchen die Bolzen **112**, **122** in Kontakt kommen, entgegengesetzt zueinander in der radialen Richtung sind.

**[0082]** Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau einer Drucklagervorrichtung einer anderen Ausführungsform zeigt. Eine Lagervorrichtung **150**, gezeigt in Fig. 17, hat die Justierbuchse **111** und eine Endfläche **154** eines Gehäuses **152** auf der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung. Die Justierbuchse **111** ist ein ringförmiges Bauteil mit einer konstanten Dicke. Die Endfläche **154** des Gehäuses **152** ist die Fläche die in Kontakt mit der Justierbuchse **111** steht, genauer gesagt, die Fläche die dem Drucklager **52** zugewandt ist. Die Endfläche **154** ist um einen Winkel  $\Theta$  von der Ebene senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **152** geneigt.

**[0083]** Daher kann die Lagervorrichtung **150** die Justierbuchse **111**, welche in Kontakt mit der Endfläche **154** des Gehäuses **152** steht, und das Drucklager **52** um den Winkel  $\Theta$  von der Richtung senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **152** neigen, durch Neigen der Endfläche **154** um den Winkel  $\Theta$  von der Ebene **92** senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **152**. Der Winkel  $\Theta$  ist ein Neigungswinkel ähnlich zu jenem in der oben beschrieben Ausführungsform.

**[0084]** Fig. 18 ist eine Querschnittsansicht, welche den schematischen Aufbau einer Drucklagervorrichtung einer anderen Ausführungsform zeigt. Eine Lagervorrichtung **160** gezeigt in Fig. 18 weist die Justierbuchse **111** und eine Endfläche **164** eines Drucklagers **162** auf. Die Justierbuchse **111** ist ein ringförmiges Bauteil mit konstanter Dicke. Die Endfläche **164** des Drucklagers **162** ist die Fläche, welche in Kontakt mit der Justierbuchse **111** steht, genauer gesagt, die Fläche die der Justierbuchse **111** zugewandt ist. Die Endfläche **164** ist um den Winkel  $\Theta$  von der Richtung senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** geneigt.

**[0085]** Daher, selbst wenn die Justierbuchse **111**, welche in Kontakt mit der Endfläche **164** des Drucklagers **162** steht, und das Drucklager **162** die Flächen parallel zu der Ebene **92** senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** haben, kann die Lagervorrichtung **160** das Drucklager **162** um den Winkel  $\Theta$  durch Neigen der Endfläche **164** um den Winkel  $\Theta$  von der Ebene **92** senkrecht zu der horizontalen Ebene des Gehäuses **24** neigen. Der Winkel  $\Theta$  ist ein Neigungswinkel ähnlich zu dem der oben beschriebenen Ausführungsform.

**[0086]** Damit die Lagervorrichtungen **150**, **160**, gezeigt in Fig. 17 und Fig. 18, wie die originale Lagervorrichtung funktioniert, können Lagervorrichtungen derselben Struktur auf der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung entlang dem Druckring angeordnet werden, um die Lagervorrichtungen paarweise zu nutzen. Auch in dieser Ausführungsform sollten die Lagervorrichtungen so angeordnet sein, dass die Richtungen der Neigungen der Justierbuchsen, die auf der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite in der Axialrichtung über dem Druckring angeordnet sind, radial entgegengesetzt zueinander sind.

**[0087]** Indem man die Endflächen des Gehäuses und des Drucklagers mit einer Neigung versieht, wie gezeigt in Fig. 17 und Fig. 18, kann auch die Lebensdauer des Drucklagers verlängert werden; das Bereitstellen einer Neigung durch die Justierbuchsen welche ihre Dicke radial ändern erlaubt eine einfache Justierung.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Gasturbine
<b>12</b>	Kompressor
<b>14</b>	Brennkammer
<b>16</b>	Turbine
<b>18, 19</b>	Lagervorrichtung
<b>20</b>	rotierende Welle
<b>22</b>	Blatt
<b>24</b>	Gehäuse
<b>26</b>	Schaufel
<b>30</b>	Gleitlagervorrichtung
<b>40</b>	Drucklagervorrichtung (Lagerstruktur einer rotierenden Welle)
<b>50</b>	Druckring
<b>52, 54</b>	Drucklager
<b>56, 110</b>	Lagervorrichtung
<b>58</b>	Justierbuchse (erste Lagervorrichtung)
<b>60</b>	Justierbuchse (zweite Lagervorrichtung)
<b>70</b>	Lagersegment
<b>71, 84</b>	Drehpunkt
<b>72</b>	Ausgleichsvorrichtung
<b>76</b>	obere Ausgleichsplatte
<b>78</b>	untere Ausgleichsplatte

80	Verbindungsstift
82	Bewegungsstoppstift
74	Gehäuse
102	Justierbuchse

## Patentansprüche

1. Lagerstruktur einer rotierenden Welle zum Lagern einer rotierenden Welle aufweisend einen auf ihr gebildeten nach Außen radial hervorstehenden Druckring, wobei die Lagerstruktur einer rotierenden Welle aufweist:

Ein Drucklager welches dem Druckring zugewandt ist und die Fläche des Druckrings orthogonal zur Axialrichtung der rotierenden Welle durch eine Lagerfläche lagert; und  
eine Lagervorrichtung welche das Drucklager in der Axialrichtung von der Seite die der Lagerfläche gegenüberliegt die den Druckring lagert, lagert, wobei die Seite der Lagervorrichtung die der Endfläche des Drucklagers zugewandt ist, in eine Richtung orthogonal zu einer Richtung in welcher die rotierende Welle geneigt ist, geneigt ist.

2. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß Anspruch 1, wobei das Drucklager auf beiden Seiten in der Axialrichtung über dem Druckring angeordnet ist, um zwei Flächen, jeweils einer stromaufwärtsseitigen Fläche und einer stromabwärtsseitigen Fläche des Druckrings orthogonal zur Axialrichtung, zugewandt zu sein, wobei  
die Lagervorrichtung aus einer ersten Lagervorrichtung besteht, welche in einer Verlängerungsrichtung der rotierenden Welle, weiter vorn auf der stromabwärtsigen Seite angeordnet ist, als das Drucklager, welches auf der stromabwärtsigen Seite des Druckrings angeordnet ist, und einer zweiten Lagervorrichtung, welche in der Verlängerungsrichtung der rotierenden Welle, weiter vorn auf der stromaufwärtsigen Seite angeordnet ist, als das Drucklager, welches auf der stromaufwärtsigen Seite des Druckrings, angeordnet ist, wobei  
die erste Lagervorrichtung so angeordnet ist, dass die Fläche, die der stromaufwärtsigen Seite zugewandt ist, der Endfläche in der Axialrichtung des Drucklagers zugewandt ist, welche auf der stromabwärtsigen Seite des Druckrings angeordnet ist, und das die Fläche, welche der stromaufwärtsigen Seite zugewandt ist, zur stromaufwärtsigen Seite geneigt ist, während sie sich radial nach unten ausdehnt, und wobei  
die zweite Lagervorrichtung so angeordnet ist, dass die Fläche, die der stromabwärtsigen Seite in der Axialrichtung zugewandt ist, der Endfläche in der Axialrichtung des Drucklagers zugewandt ist, welche auf der stromaufwärtsigen Seite des Druckrings angeordnet ist, und das die Fläche, welche der stromabwärtsigen Seite zugewandt ist, zur stromabwärtsigen Seite in der Axialrichtung geneigt ist, während sie sich radial nach oben ausdehnt.

3. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Lagervorrichtung eine auf dem Drucklager befestigte Justierbuchse beinhaltet, und wobei die Justierbuchse sich graduell in ihrer Dicke, vom Ende in der radialen Richtung zum entgegengesetzten Ende in der radialen Richtung um die rotierende Welle herum, ändert.

4. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß Anspruch 2, wobei die erste Lagervorrichtung und die zweite Lagervorrichtung jeweils eine auf dem Drucklager befestigte Justierbuchse beinhaltet, wobei die Justierbuchse sich graduell in ihrer Dicke, vom Ende in der radialen Richtung zum entgegengesetzten Ende in der radialen Richtung um die rotierende Welle herum, ändert, und wobei die Justierbuchse der ersten Lagervorrichtung so angeordnet ist, dass die Richtung, in welche sich die Dicke radial ändert, zu jener der Justierbuchse der zweiten Lagerstruktur, entgegengesetzt ist.

5. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Lagervorrichtung aufweist:

Ein Gehäuse in welchem die rotierende Welle gehalten wird und welches auf der Seite des Drucklagers gegenüber der Lagerfläche angeordnet ist; und  
eine Justervorrichtung aufweisend eine Vielzahl von Bolzen, welche im Gehäuse eingelassen sind und mit welchen die Endflächen auf der Drucklager Seite in Kontakt mit dem Drucklager sind, und wobei  
in der Justervorrichtung die Vielzahl von Bolzen um die rotierende Welle herum angeordnet ist, und die Länge der aus dem Gehäuse hervorstehenden Bolzen entsprechend der Position um die rotierende Welle herum variiert.

6. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Lagervorrichtung ein Gehäuse aufweist, in welchem die rotierende Welle gehalten wird und welches auf der Seite des Drucklagers gegenüber der Lagerfläche angeordnet ist; wobei  
das Gehäuse das Drucklager von der Fläche die gegenüber der Lagerfläche liegt lagert, und wobei  
die Lagerfläche des Gehäuses gegenüber der radialem Richtung geneigt ist.

7. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Lagervorrichtung die Lagerfläche des Drucklagers beinhaltet, und die Lagerfläche gegenüber der vertikalen Richtung geneigt ist.

8. Lagerstruktur einer rotierenden Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Drucklager aufweist:

Eine Vielzahl von Segmenten welche auf der Lagerfläche in kreisförmiger Richtung der rotierenden Wel-

le angeordnet sind und mit dem Druckring gleiten;  
und  
Segmentlagermittel welche die Segmente von der  
Fläche die gegenüber der Lagerfläche liegt lagern  
und welche gelagert werden durch die Lagervorrich-  
tung, und  
die Segmentlagermittel lagern die Segmente, so dass  
sie relativ zu einer Ebene senkrecht zur rotierenden  
Welle beweglich sind.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

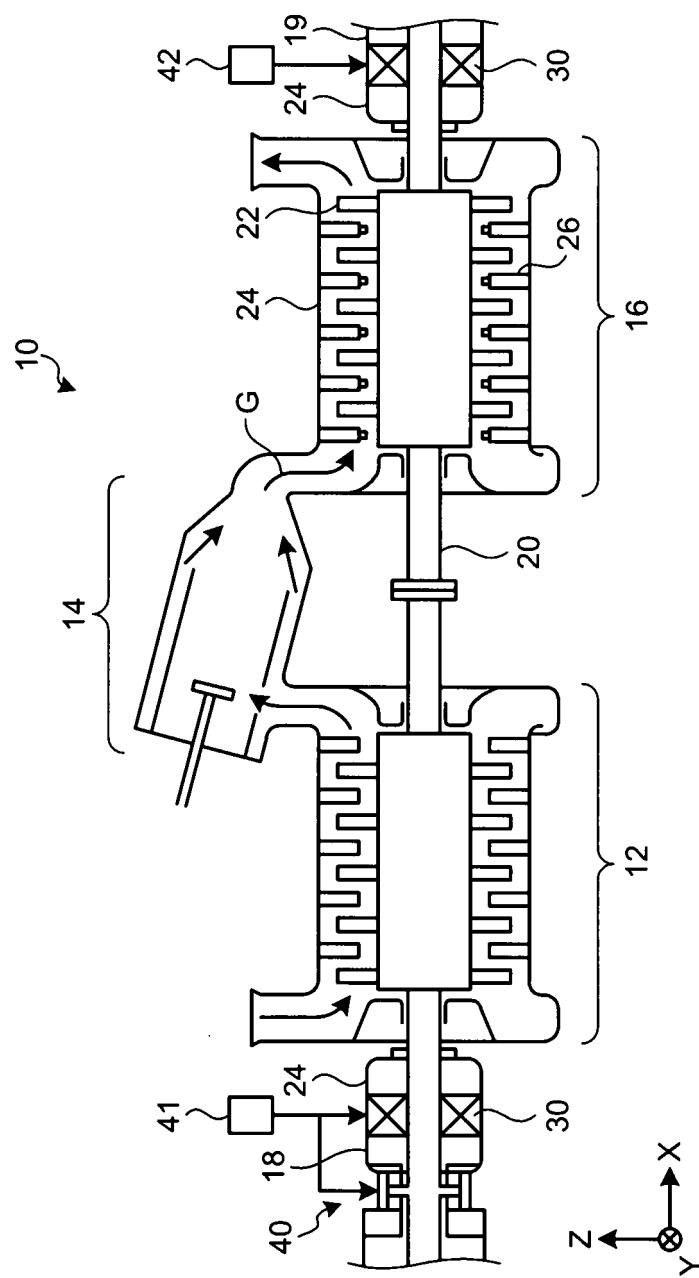


FIG.2

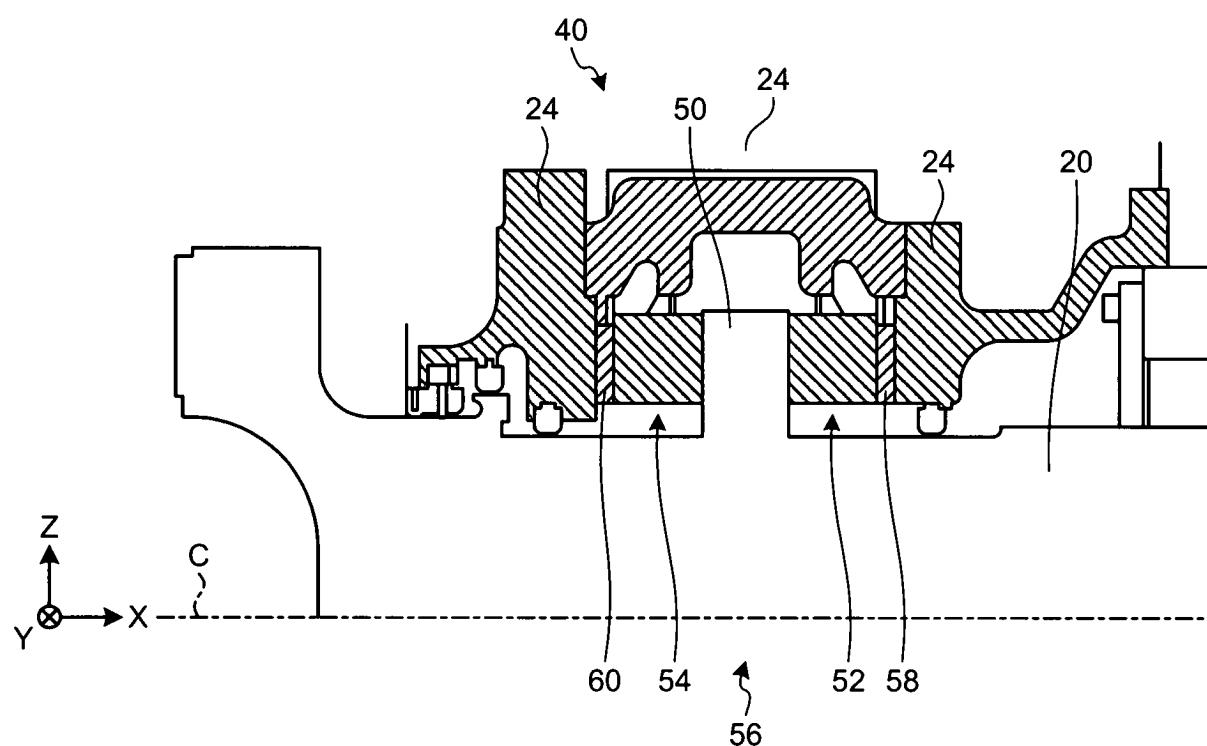


FIG.3

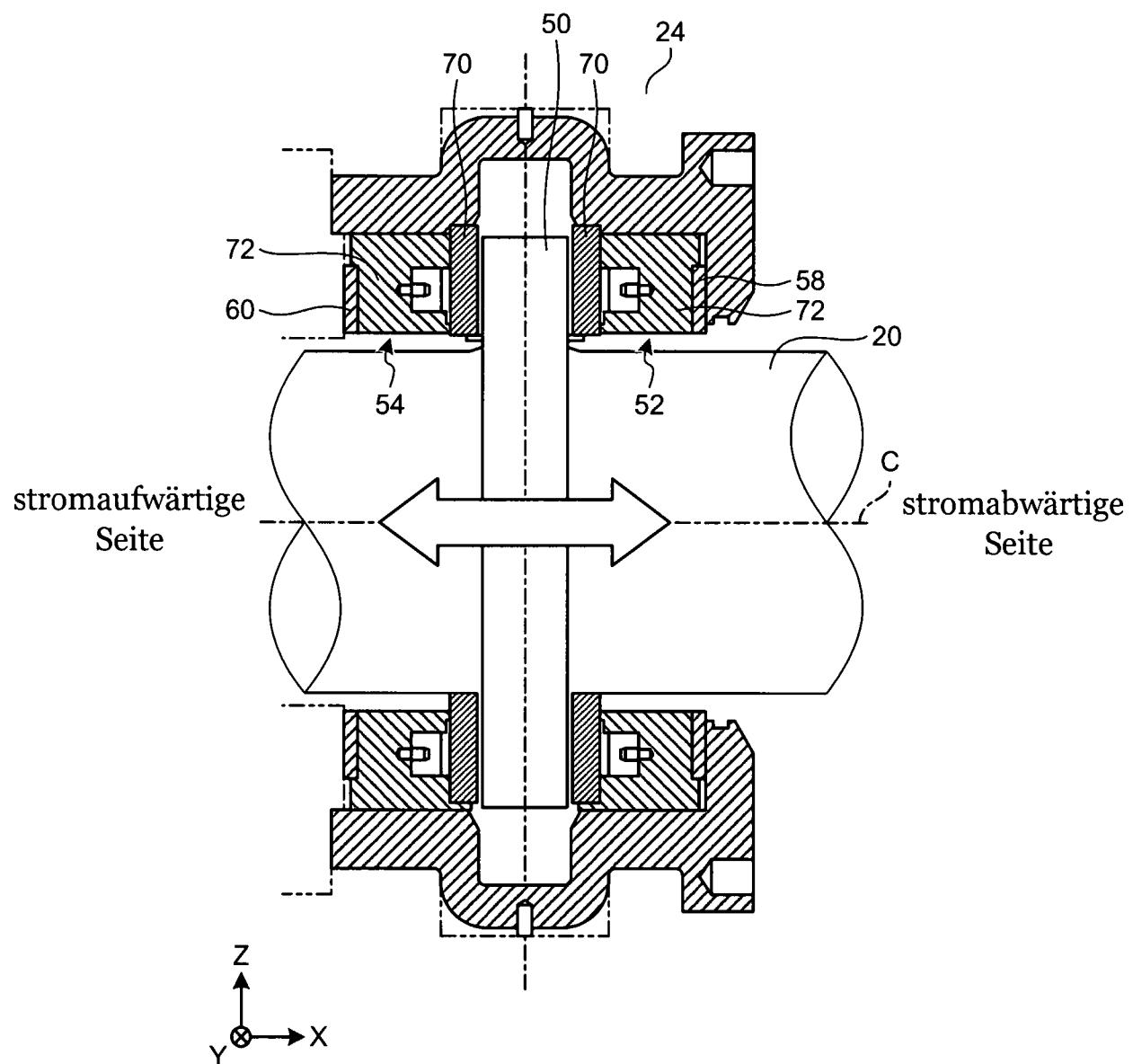


FIG.4

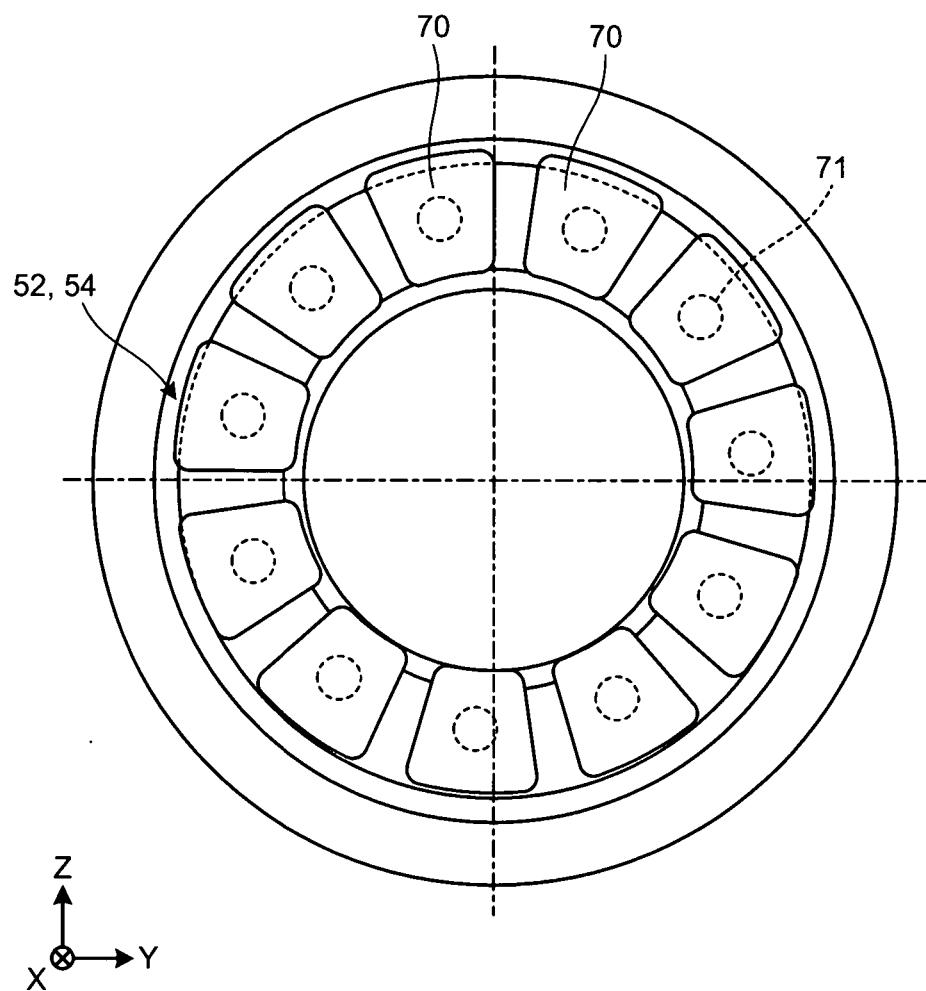


FIG.5

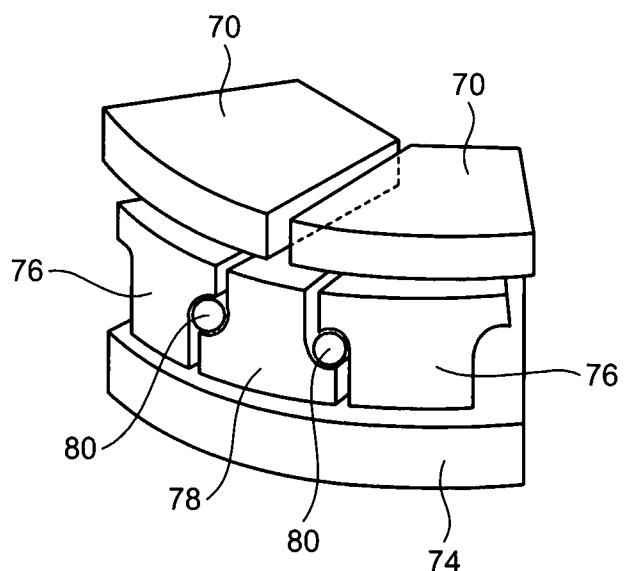


FIG.6

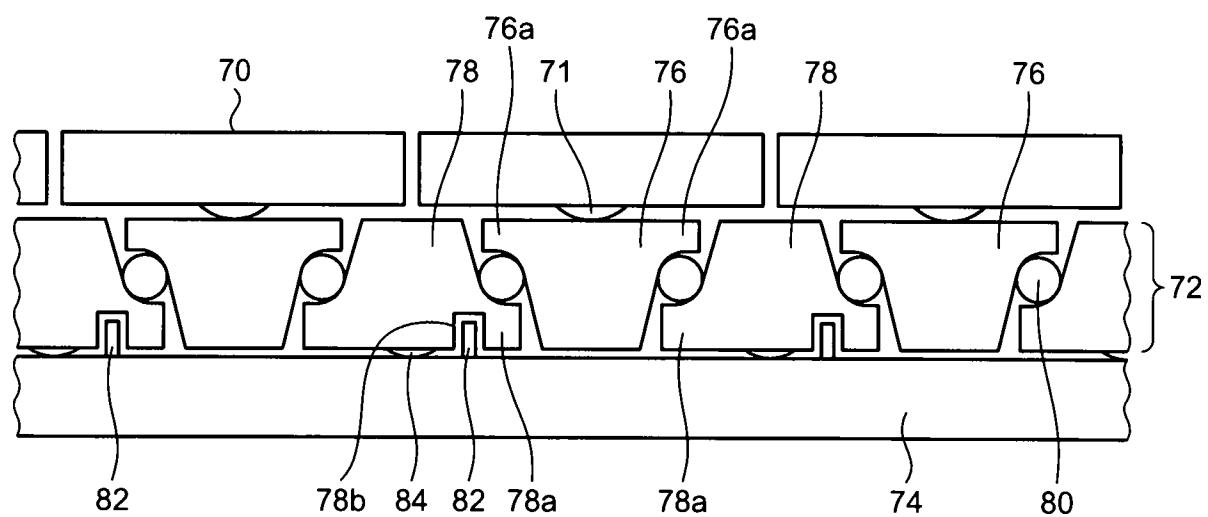


FIG.7

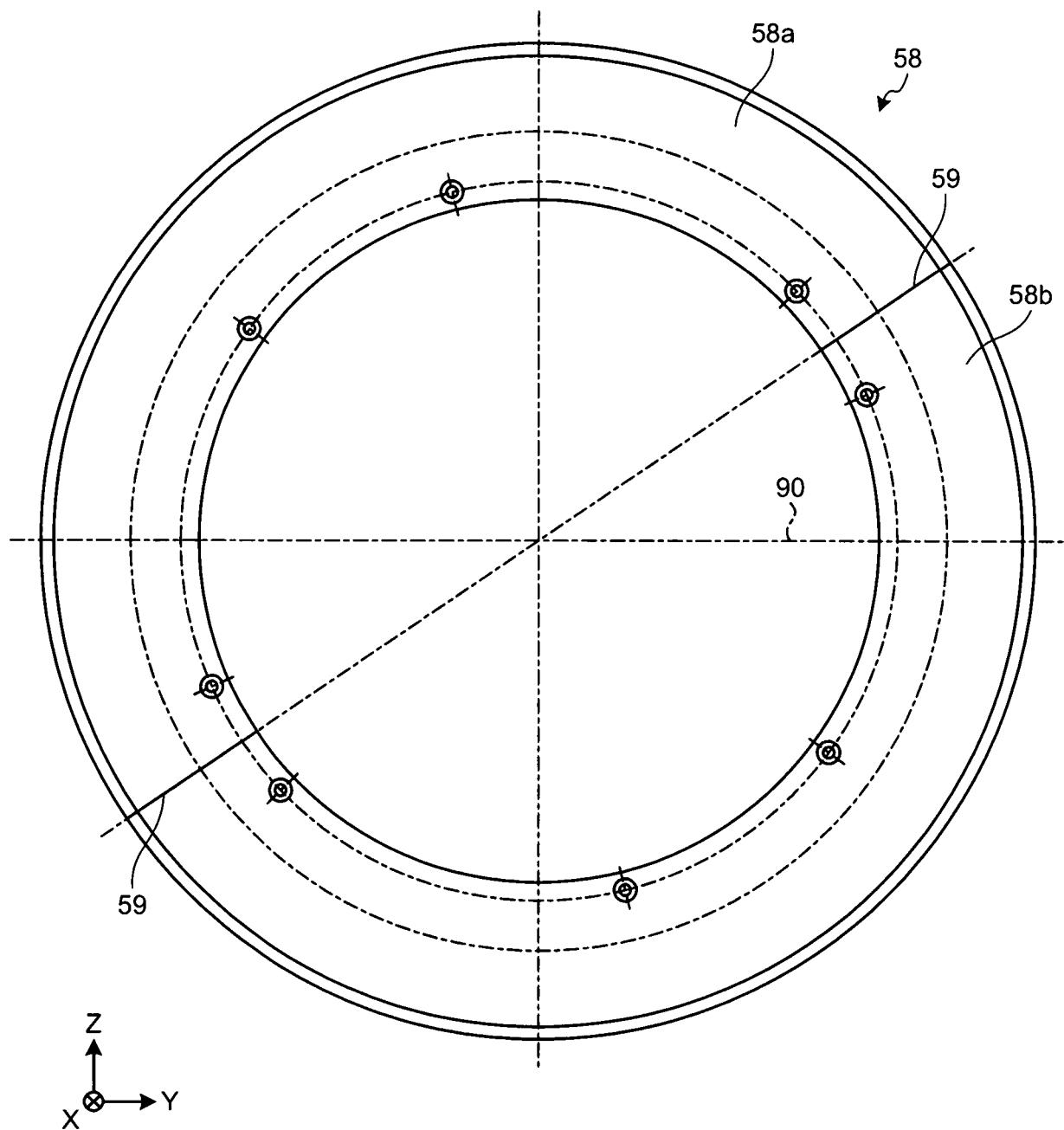


FIG.8

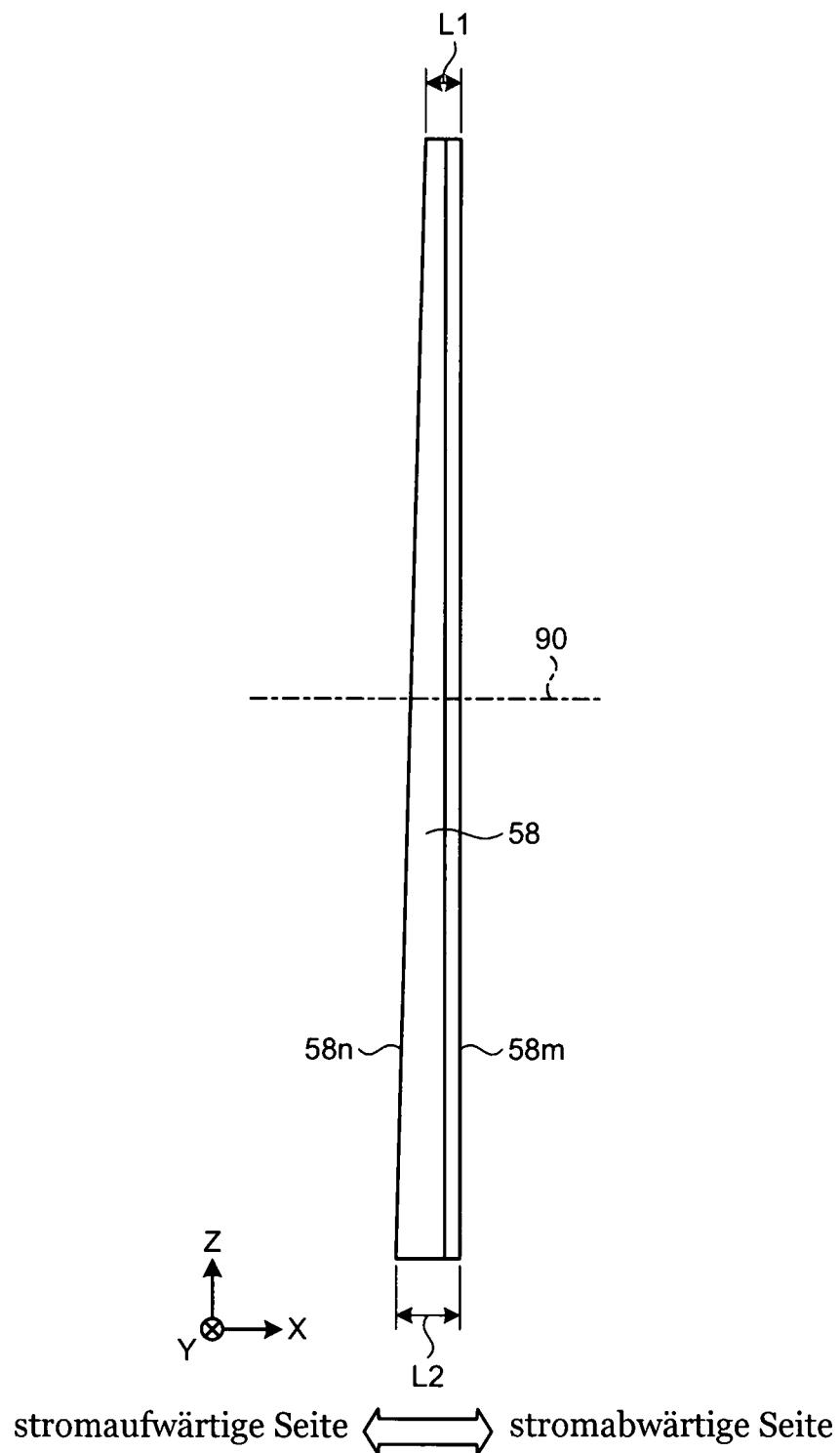


FIG.9

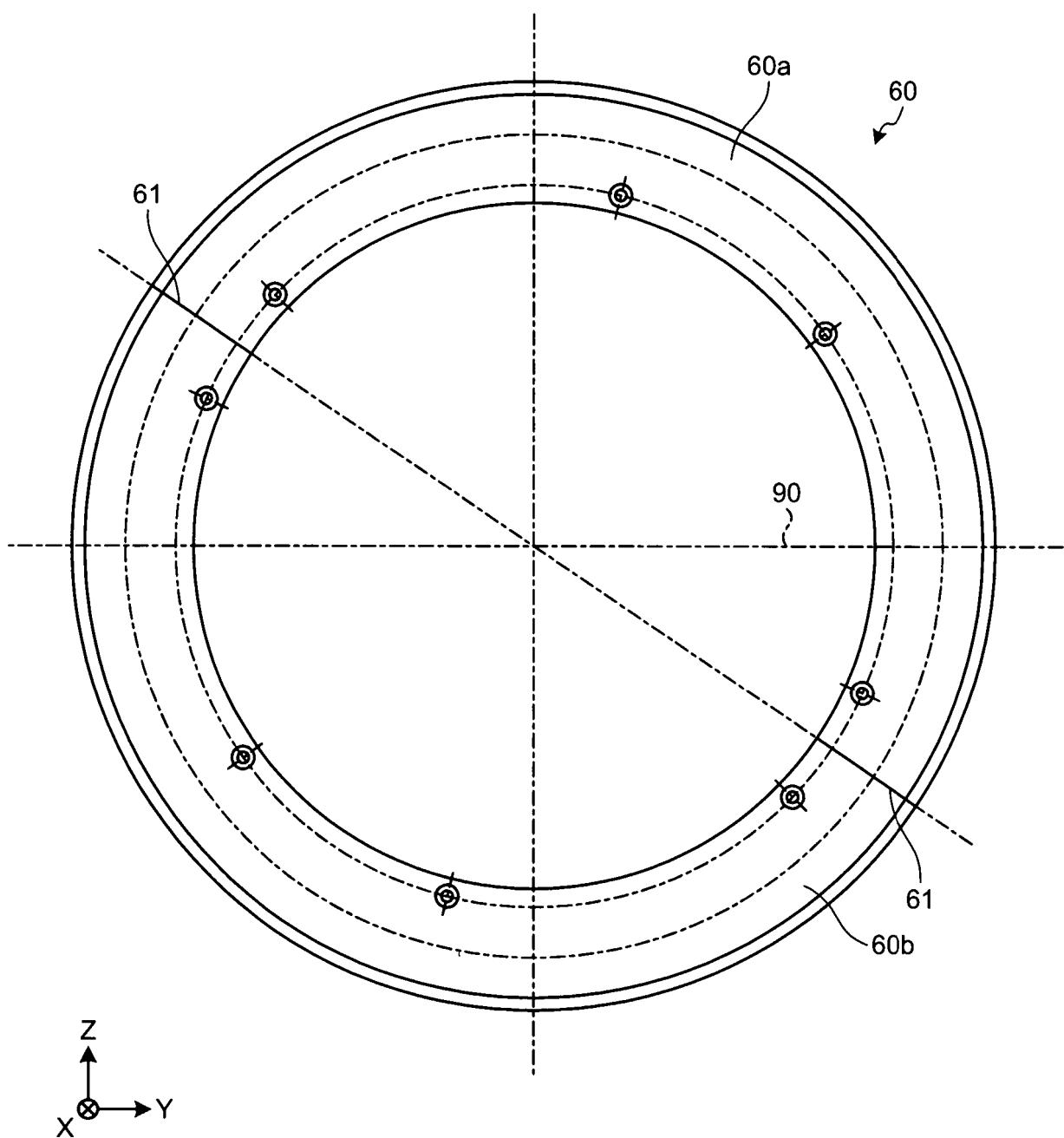
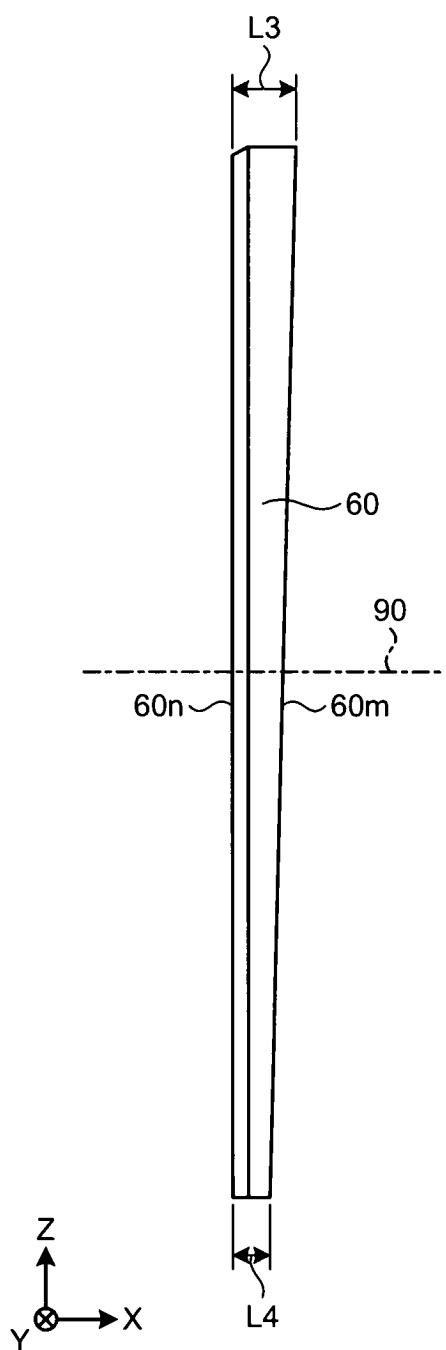
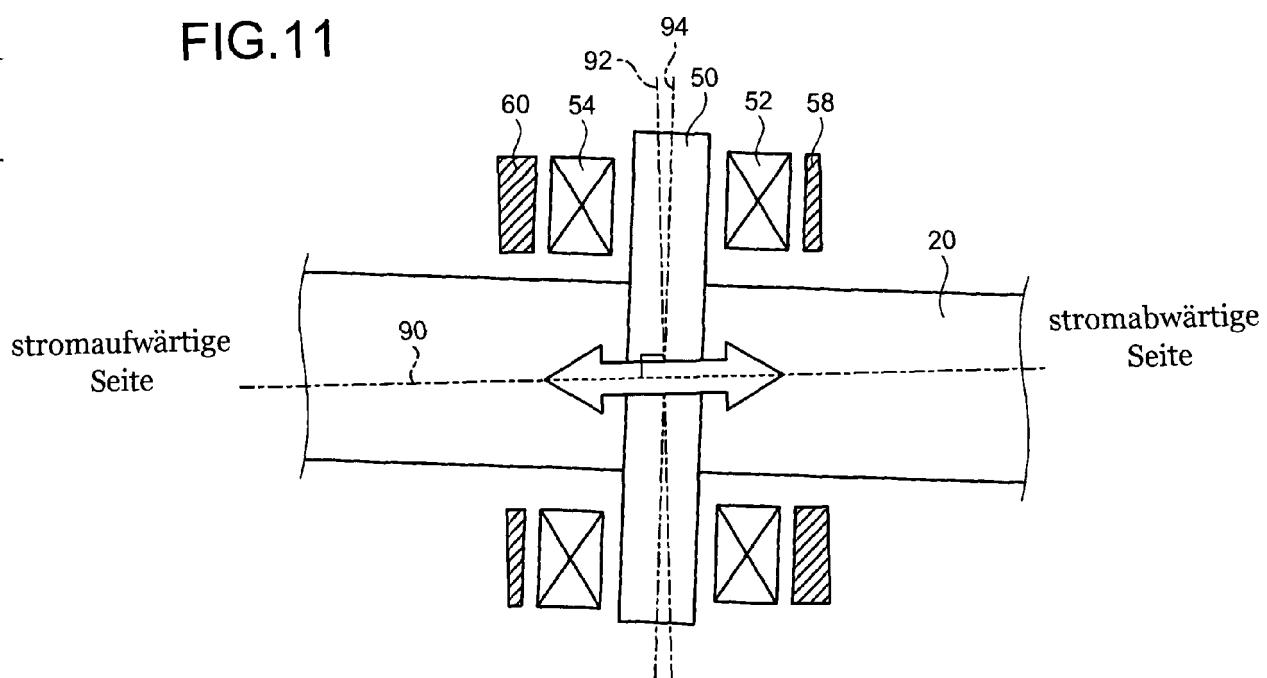
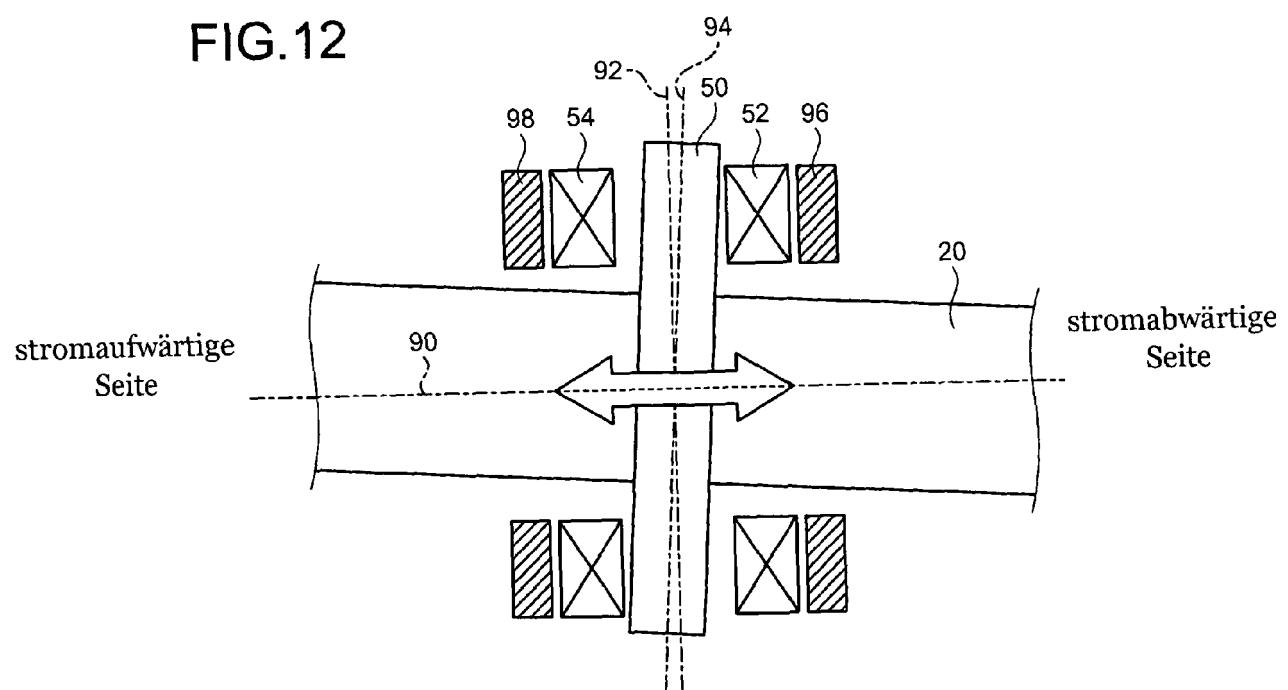


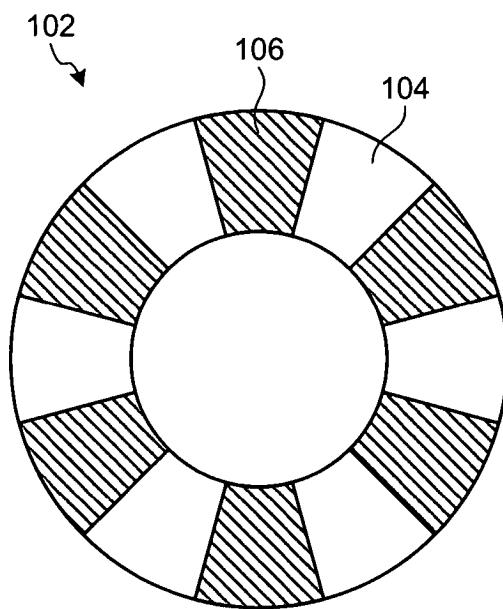
FIG.10



stromaufwärtige Seite  $\longleftrightarrow$  stromabwärtige Seite

**FIG.11****FIG.12**

**FIG.13**



**FIG.14**

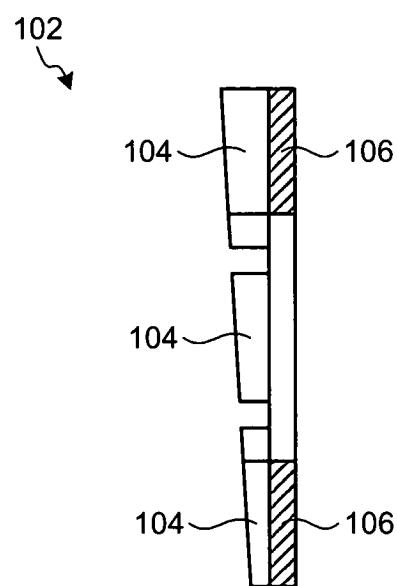


FIG.15

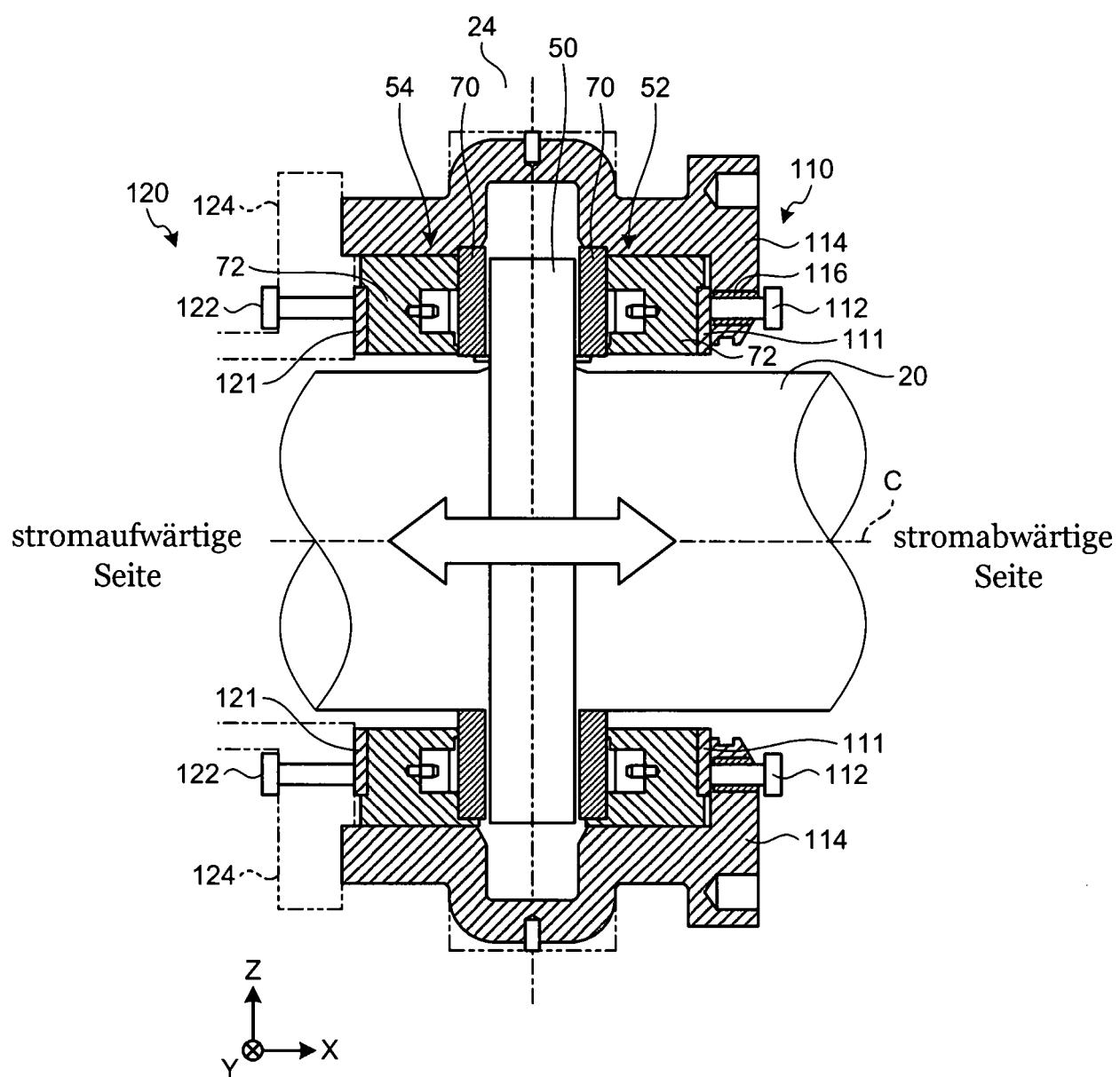


FIG.16

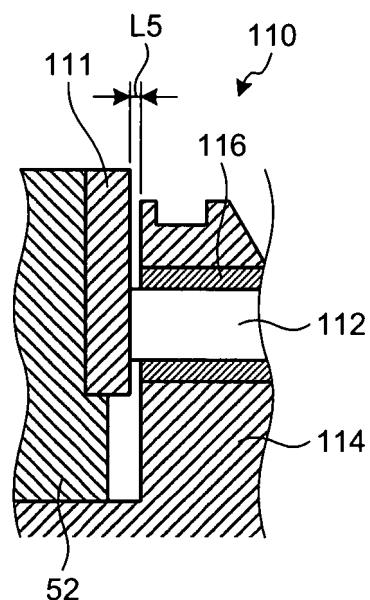


FIG.17

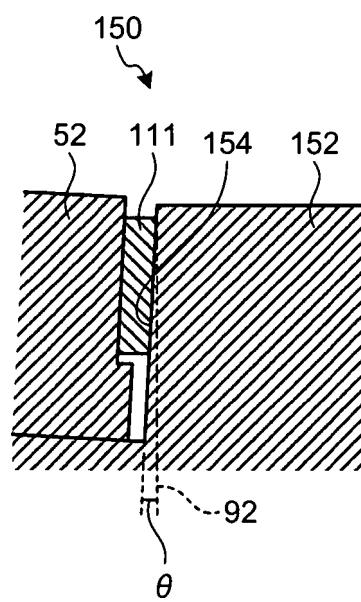


FIG.18

