



(10) **DE 11 2018 000 896 T5** 2019.10.24

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/151259**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 896.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/005510**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.02.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.08.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.10.2019**

(51) Int Cl.: **F01D 11/04 (2006.01)**
F01D 25/24 (2006.01)
F01K 7/18 (2006.01)
F16J 15/447 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2017-027918 17.02.2017 JP

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

(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

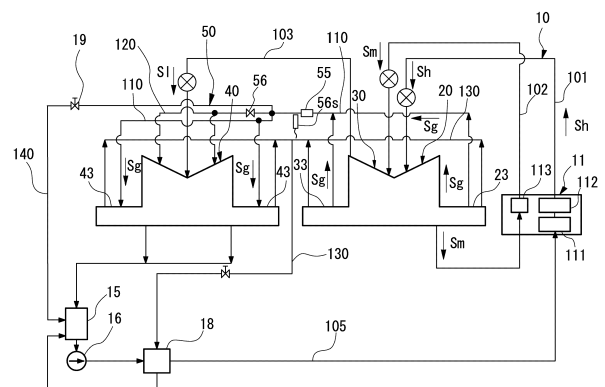
(72) Erfinder:
**Nishikawa, Toyoharu, Tokyo, JP; Tabata, Soichiro,
Yokohama-shi, Kanagawa, JP; Takahashi,
Tadashi, Yokohama-shi, Kanagawa, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Dampfturbinenanlage**

(57) Zusammenfassung: Eine Dampfturbinenanlage (10) umfasst Hochdruckabdichtungsabschnitte (23), Niederdruckabdichtungsabschnitte (43), eine Abdichtungsreglerleitung (110) und eine Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung (120). Die Hochdruckabdichtungsabschnitte (23) führen Abdichtungsdampf (Sg) zu Spalten der Enden eines Hochdruckturbinenrotors zu und dichten dadurch die Spalten ab. Die Niederdruckabdichtungsabschnitte (43) führen den Abdichtungsdampf (Sg) zu Spalten der Enden eines Niederdruckturbinenrotors zu und dichten dadurch die Spalten ab. Die Abdichtungsreglerleitung (110) führt den Abdichtungsdampf (Sg) von dem Hochdruckabdichtungsabschnitt (23) zu dem Niederdruckabdichtungsabschnitt (43). Die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung (120) zweigt von der Abdichtungsreglerleitung (110) ab und führt einen Teil des Abdichtungsdampfs (Sg) einem Hauptdampfströmungskanal in einem Niederdruckgehäuse zu.



Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dampfturbinenanlage mit einer Vielzahl von Dampfturbinen.

Es wird die Priorität der am 17. Februar 2017 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2017-027918 beansprucht, deren Inhalt hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist.

[Stand der Technik]

[0002] In einer Dampfturbine verlaufen die Enden einer Drehwelle eines Rotors durch Öffnungen, die in einem Gehäuse ausgebildet sind und stehen außerhalb des Gehäuses hervor. In einer solchen Dampfturbine wird die Abdichtbarkeit an den Enden der Drehwelle dadurch sichergestellt, dass Dampf durch Spalten zwischen den Öffnungen des Gehäuses und der Drehwelle geleitet wird. In dem Fall einer Dampfturbinenanlage mit einer hochdruckseitigen Dampfturbine und einer niederdruckseitigen Dampfturbine weist ein Innenraum eines Turbinengehäuses der hochdruckseitigen Dampfturbine einen höheren Druck als der Atmosphärendruck auf. Aus diesem Grund strömt Dampf (im Folgenden Abdichtungsdampf genannt) durch Spalten zwischen Öffnungen des Gehäuses und einer Drehwelle, an den Enden der Drehwelle der hochdruckseitigen Dampfturbine, von dem Inneren des Turbinengehäuses zu einer Außenseite des Turbinengehäuses, wodurch die Abdichtbarkeit an den Enden der Drehwelle gewährleistet ist. Andererseits weist das Innere eines Turbinengehäuses der niederdruckseitigen Dampfturbine einen niedrigeren Druck als der Atmosphärendruck auf. Aus diesem Grund tritt bei der niederdruckseitigen Dampfturbine Luft leicht durch Spalten zwischen Öffnungen des Gehäuses und der Drehwelle von einer Außenseite in das Innere des Gehäuses ein. Daher wird der Abdichtungsdampf, der die Spalten zwischen den Öffnungen des Gehäuses der hochdruckseitigen Dampfturbine und den Enden der Drehwelle der hochdruckseitigen Dampfturbine passiert hat, den Spalten zwischen den Öffnungen des Gehäuses der niederdruckseitigen Dampfturbine und der Drehwelle der niederdruckseitigen Dampfturbine zugeführt und dadurch wird die Abdichtbarkeit an den Enden der Drehwelle sichergestellt.

[0003] In der Dampfturbinenanlage, wie vorstehend beschrieben, variiert die Strömungsrate des von der hochdruckseitigen Dampfturbine zur niederdruckseitigen Dampfturbine zugeführten Abdichtungsdampfes je nach Betriebszustand jeder Dampfturbine. Das heißt, zum Zeitpunkt des Starts der Dampfturbinenanlage ist die Strömungsrate des von der hochdruckseitigen Dampfturbine zur niederdruckseitigen Dampfturbine zugeführten Abdichtungsdampfes ge-

ring. Ferner erhöht sich, wenn sich die Dampfturbinenanlage in einem Nennbetriebszustand befindet, die Strömungsrate des von der hochdruckseitigen Dampfturbine zur niederdruckseitigen Dampfturbine zugeführten Abdichtungsdampfes.

[0004] So wird beispielsweise in der Patentliteratur 1 eine Struktur offenbart, bei der in einem Fall, in dem die Strömungsrate des von der hochdruckseitigen Dampfturbine zur niederdruckseitigen Dampfturbine zugeführten Abdichtungsdampfes eine von der niederdruckseitigen Dampfturbine benötigte Dampfmenge übersteigt, der überschüssige Abdichtungsdampf in den in der Dampfturbinenanlage vorgesehenen Kondensator eingespeist und kondensiert wird.

[0005] Wenn der überschüssige Abdichtungsdampf jedoch Wärme im Kondensator austauscht, geht thermische Energie, die der Abdichtungsdampf aufweist, verloren. So ist in der Patentliteratur 1 auch eine Struktur offenbart, in der der überschüssige Abdichtungsdampf einem Abdichtungsdampfkondensator zugeführt wird, der Wärme mit Wasser, das aus dem Kondensator kommt, austauscht. Gemäß dieser Struktur kann die Effizienz der thermischen Energie durch die Zufuhr des überschüssigen Dampfes zum Abdichtungskondensator erhöht werden, verglichen mit dem Fall, in dem der überschüssige Abdichtungsdampf in den Kondensator eingespeist wird.

[Zitatliste]

[Patentliteratur]

[Patentliteratur 1]

[0006] Japanische ungeprüfte Patentanmeldung, Erste Veröffentlichung Nr. 2002-129907

[Darstellung der Erfindung]

[Technisches Problem]

[0007] Bei der in der Patentliteratur 1 beschriebenen Technik ist es jedoch unmöglich, sicher zu sein, dass der Abdichtungsdampf effektiv genutzt werden kann, da der überschüssige Abdichtungsdampf in den Kondensator oder den Abdichtungskondensator abgegeben wird und es besteht ein Verbesserungsbedarf hinsichtlich der Effizienz der Anlage.

[0008] Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Dampfturbinenanlage bereitzustellen, die in der Lage ist, eine effektive Nutzung von Abdichtungsdampf zu erzielen und deren Effizienz zu verbessern.

[Lösung des Problems]

[0009] Eine Dampfturbinenanlage als Aspekt gemäß der vorliegenden Erfindung zum Erreichen der obigen Aufgabe, weist auf: eine hochdruckseitige Dampfturbine, die dazu eingerichtet ist, ein Hochdruckgehäuse zu haben, in das Dampf strömen kann, und einen Hochdruckturbinenrotor, der in dem Hochdruckgehäuse vorgesehen ist, dessen beide Enden von in dem Hochdruckgehäuse ausgebildeten Öffnungen nach außen weisen und der dazu eingerichtet ist, von dem in das Hochdruckgehäuse strömenden Dampf gedreht zu werden; und eine niederdruckseitige Dampfturbine, die dazu eingerichtet ist, ein Niederdruckgehäuse zu haben, in das der von der hochdruckseitigen Dampfturbine abgelassene Dampf strömen kann, und einen Niederdruckturbinenrotor, der in dem Niederdruckgehäuse vorgesehen ist, dessen beide Enden von in dem Niederdruckgehäuse ausgebildeten Öffnungen nach außen weisen, und der dazu eingerichtet ist, von dem in das Niederdruckgehäuse strömenden Dampf gedreht zu werden. Die hochdruckseitige Dampfturbine weist Hochdruckabdichtungsabschnitte auf, die dazu eingerichtet sind, den Dampf zu Spalten zwischen den Öffnungen des Hochdruckgehäuses und den Enden des Hochdruckturbinenrotors als Abdichtungsdampf zuzuführen, und dadurch dazu eingerichtet sind, die Spalten abzudichten. Die niederdruckseitige Dampfturbine weist Niederdruckabdichtungsabschnitte auf, die dazu eingerichtet sind, den Abdichtungsdampf zu Spalten zwischen den Öffnungen des Niederdruckgehäuses und den Enden des Niederdruckturbinenrotors zuzuführen und dadurch dazu eingerichtet sind, die Spalten abzudichten. Die Dampfturbinenanlage umfasst ferner eine Abdichtungsreglerleitung, die dazu eingerichtet ist, den Abdichtungsdampf von den Hochdruckabdichtungsabschnitten zu den Niederdruckabdichtungsabschnitten zu führen, und eine Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung, die dazu eingerichtet ist, von der Abdichtungsreglerleitung abzuzweigen und einen Teil des Abdichtungsdampfes einem Strömungskanal des Dampfes zuzuführen, der den Niederdruckturbinenrotor im Niederdruckgehäuse dreht.

[0010] Gemäß dieser Konfiguration wird ein Teil des Abdichtungsdampfes, der von den Hochdruckabdichtungsabschnitten der hochdruckseitigen Dampfturbine in die Niederdruckabdichtungsabschnitte der niederdruckseitigen Dampfturbine eingespeist wird, einem Strömungskanal des Dampfes zugeführt, der den Niederdruckturbinenrotor in dem Niederdruckgehäuse der niederdruckseitigen Dampfturbine dreht. Dadurch kann ein Teil des Abdichtungsdampfes als Energie verwendet werden, die den Niederdruckturbinenrotor dreht. Auf diese Weise wird der Niederdruckturbinenrotor direkt durch den Abdichtungsdampf gedreht, wodurch auch ein Verlust gering ist

und der Abdichtungsdampf effektiv genutzt werden kann.

[0011] Ferner kann die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung dazu eingerichtet sein, einen Teil des Abdichtungsdampfes einem Abschnitt zuzuführen, der sich im Niederdruckgehäuse befindet und bei dem ein Druck niedriger ist als der Abdichtungsdampf, der von der Abdichtungsreglerleitung zugeführt wird.

[0012] Gemäß dieser Konfiguration kann der Abdichtungsdampf durch die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung effizient in das Niederdruckgehäuse eingespeist werden, und eine Strömungsgeschwindigkeit des in das Niederdruckgehäuse eingespeisten Abdichtungsdampfes wird ebenfalls erhöht. Dadurch kann der Niederdruckturbinenrotor effizienter gedreht werden.

[0013] Ferner kann die Dampfturbinenanlage dazu eingerichtet sein, ein Strömungssteuerventil aufzuweisen, das eine Strömungsrate des Abdichtungsdampfes einstellt, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung strömt.

[0014] Gemäß dieser Konfiguration kann, abhängig von einer in der niederdruckseitigen Dampfturbine benötigten Menge, eine Zufuhrmenge des Abdichtungsdampfes in das Niederdruckgehäuse der Niederdruckdampfturbine eingestellt werden.

[0015] Ferner kann die Dampfturbinenanlage einen Korrelationswertdetektor aufweisen, der einen Dampfströmungsratenkorrelationswert erfasst, der mit einer Strömungsrate des entlang der Abdichtungsreglerleitung strömenden Abdichtungsdampfes korreliert. Das Strömungssteuerventil kann dazu eingerichtet sein, offen zu sein, wenn der vom Korrelationswertdetektor erfasste Dampfströmungsratenkorrelationswert größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist.

[0016] Gemäß dieser Konfiguration variiert die Strömungsrate des entlang der Abdichtungsreglerleitung strömenden Abdichtungsdampfes in Abhängigkeit von einem Betriebszustand der hochdruckseitigen Dampfturbine oder der niederdruckseitigen Dampfturbine. Zum Beispiel ist zum Zeitpunkt des Starts der Dampfturbinenanlage die Strömungsrate des entlang der Abdichtungsreglerleitung strömenden Abdichtungsdampfes klein. Nach dem Start der Dampfturbinenanlage steigt mit zunehmender Anzahl der Umdrehungen im Betrieb der hochdruckseitigen Dampfturbine oder der niederdruckseitigen Dampfturbine die Strömungsrate des entlang der Abdichtungsreglerleitung strömenden Abdichtungsdampfes. In diesem Zustand kann eine Strömungsrate des aus der hochdruckseitigen Dampfturbine abgegebenen Abdichtungsdampfes eine Strömungsrate des in der niederdruckseitigen Dampfturbine benötigten Ab-

dichtungsdampfes überschreiten und es kann überschüssiger Abdichtungsdampf erzeugt werden. In einem Fall, in dem der überschüssige Abdichtungsdampf auf diese Weise erzeugt wird, wird die Strömungsrate des Abdichtungsdampfes, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung strömt, erhöht, und dadurch kann der überschüssige Abdichtungsdampf effektiv als Antriebsenergie zum Drehen des Niederdruckturbinenrotors der niederdruckseitigen Dampfturbine genutzt werden.

[0017] Ferner kann die niederdruckseitige Dampfturbine aufweisen: eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen, die an einer inneren Umfangsseite des Niederdruckgehäuses befestigt sind und so vorgesehen sind, dass sie in Richtung einer Achse des Niederdruckturbinenrotors voneinander beabstandet sind; und eine Vielzahl von Stufen von Turbinenlaufschaufelreihen, die an einem äußeren Umfangsabschnitt des Niederdruckturbinenrotors ausgebildet sind und so vorgesehen sind, dass sie von jeder der Stufen von Turbinenleitschaufelreihen in Richtung der Achse beabstandet sind. Die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung kann dazu eingerichtet sein, mit dem Niederdruckgehäuse auf einer stromaufwärtigen Seite der zweiten und nachfolgenden Stufen von Turbinenleitschaufelreihen, wobei eine am weitesten stromaufwärts gelegene Seite einer Strömungsrichtung des Dampfes im Niederdruckgehäuse ausgeschlossen ist, und auf einer stromabwärtigen Seite der Turbinenlaufschaufelreihe, die benachbart zu der stromaufwärtigen Seite dieser Turbinenleitschaufelreihen von der Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen angeordnet ist, verbunden zu werden.

[0018] Gemäß dieser Konfiguration wird der über die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung in das Niederdruckgehäuse zugeführte Abdichtungsdampf auf der stromabwärtigen Seite der Turbinenlaufschaufelreihe, die die stromaufwärtige Seite der Turbinenleitschaufelreihe ist, eingespeist, und dadurch kann verhindert werden, dass der eingespeiste Abdichtungsdampf die Drehung der Turbinenlaufschaufelreihe behindert.

[0019] Ferner kann die niederdruckseitige Dampfturbine aufweisen: eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen, die an einer inneren Umfangsseite des Niederdruckgehäuses befestigt sind und so vorgesehen sind, dass sie in Richtung einer Achse des Niederdruckturbinenrotors voneinander beabstandet sind; und eine Vielzahl von Stufen von Turbinenlaufschaufelreihen, die an einem äußeren Umfangsabschnitt des Niederdruckturbinenrotors ausgebildet sind und so vorgesehen sind, dass sie von jeder der Stufen von Turbinenleitschaufelreihen in Richtung der Achse beabstandet sind. Die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung kann dazu eingerichtet sein, mit dem Niederdruckgehäuse verbunden zu

werden, so dass sie einer Außenseite von mindestens einer der Vielzahl von Stufen von Turbinenlaufschaufelreihen in radialer Richtung zugewandt ist.

[0020] Gemäß dieser Konfiguration wird der über die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung in das Niederdruckgehäuse eingespeiste Abdichtungsdampf von einer Position eingespeist, die der Außenseite der Turbinenlaufschaufelreihe in radialer Richtung zugewandt ist, wodurch verhindert werden kann, dass der Abdichtungsdampf die Drehung der Turbinenlaufschaufelreihe behindert.

[0021] Ferner kann die Abdichtbarkeit eines Spaltes zwischen dem äußeren Umfangsabschnitt des Niederdruckturbinenrotors und einer inneren Umfangsfläche des Gehäuses auf einer äußeren Umfangsseite davon durch den von der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung eingespeisten Abdichtungsdampf verbessert werden.

[Vorteilhafte Effekte der Erfindung]

[0022] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann eine effektive Nutzung des Abdichtungsdampfes realisiert und die Effizienz der Anlage verbessert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Flussdiagramm einer Dampfturbinenanlage in einer ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist eine Schnittdarstellung einer hochdruckseitigen Dampfturbine der Dampfturbinenanlage in der ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 ist eine Schnittdarstellung einer niederdruckseitigen Dampfturbine der Dampfturbinenanlage in der ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 ist ein Liniendiagramm, das einen Zufuhrmodus von Abdichtungsdampf veranschaulicht, wenn die Dampfturbinenanlage in der ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung gestartet wird.

Fig. 5 ist eine Schnittdarstellung einer niederdruckseitigen Dampfturbine der Dampfturbinenanlage in einer zweiten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das eine Modifikation der Dampfturbinenanlage in der ersten und zweiten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[Beschreibung der Ausführungsformen]

[0023] Nachfolgend werden Ausführungsformen für die Realisierung einer Dampfturbinenanlage gemäß dieser Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht nur auf diese Ausführungsformen beschränkt.

(Erste Ausführungsform)

[0024] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung, die den Aufbau einer Dampfturbinenanlage gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. **Fig. 2** ist eine Schnittdarstellung einer hochdruckseitigen Dampfturbine der Dampfturbinenanlage gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 3** ist eine Schnittdarstellung einer niederdruckseitigen Dampfturbine der Dampfturbinenanlage gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 4** ist ein Liniendiagramm, das einen Zufuhrmodus von Abdichtungsdampf, wenn die Dampfturbinenanlage gestartet wird gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0025] Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, umfasst eine Dampfturbinenanlage **10** der vorliegenden Ausführungsform im Wesentlichen einen Kessel **11**, eine Hochdruckdampfturbine (eine hochdruckseitige Dampfturbine) **20**, eine Mitteldruckdampfturbine (eine hochdruckseitige Dampfturbine) **30**, eine Niederdruckdampfturbine (eine niederdruckseitige Dampfturbine) **40**, einen Kondensator **15**, eine Kondensatpumpe **16** und einen Dampfabdichtungsmechanismus **50**.

[0026] Der Kessel **11** erzeugt Dampf. Hier ist eine Wärmequelle des Kessels **11** unbedeutend, und beispielsweise kann die Wärme eines Abgases von einer Turbine (nicht dargestellt) genutzt werden. Der Kessel **11** umfasst einen Verdampfer **111**, einen Überhitzer **112** und einen Zwischenüberhitzer **113**.

[0027] Hochdruckdampf **Sh**, der im Kessel **11** durch den Verdampfer **111** und den Überhitzer **112** erzeugt wird, wird über eine Hochdruckdampfleitung **101** in die Hochdruckdampfturbine **20** eingespeist. Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, umfasst die Hochdruckdampfturbine **20** ein Hochdruckgehäuse **22**, in das Dampf von der Hochdruckdampfleitung **101** strömt, einen Hochdruckturbinenrotor **21**, der in dem Hochdruckgehäuse **22** vorgesehen ist, und Hochdruckabdichtungsabschnitte **23**.

[0028] Das Hochdruckgehäuse **22** umfasst integral ein rohrförmiges Gehäuse **221**, einen Turbineneinlass **222**, der auf einer ersten Seite des Gehäuses **221** in Richtung einer Achse **Ar** vorgesehen ist, und einen Turbinenauslass **223**, der auf einer zweiten

Seite des Gehäuses **221** in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen ist. Im Hochdruckgehäuse **22** strömt der im Kessel **11** erzeugte Hochdruckdampf **Sh** von einer Dampfsaugöffnung **222a**, die in dem Turbineneinlass **222** ausgebildet ist, durch die Hochdruckdampfleitung **101** in das Gehäuse **221**. Der einströmende Hochdruckdampf **Sh** strömt durch das Gehäuse **221** von der Umgebung des Turbineneinlasses **222** in Richtung der der Umgebung des Turbinenauslasses **223** und wird von einer in dem Turbinenauslass **223** ausgebildeten Dampfauslassöffnung **223a** nach außen abgegeben.

[0029] Eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen **224**, die so vorgesehen sind, dass sie in Richtung der Achse **Ar** voneinander beabstandet sind, sind auf einer inneren Umfangsseite des Gehäuses **221** vorgesehen. Jede Turbinenleitschaufelreihe **224** umfasst eine Vielzahl von Turbinenleitschaufeln **224a**, die in Abständen in Umfangsrichtung **Dr** um die Achse **Ar** vorgesehen sind.

[0030] Der Hochdruckturbinenrotor **21** umfasst eine Drehwelle **211**, die sich in Richtung der Achse **Ar** erstreckt, und Turbinenlaufschaufelreihen **212**, die integral auf einer Außenfläche der Drehwelle **211** in radialer Richtung vorgesehen sind.

[0031] Die Drehwelle **211** ist so vorgesehen, dass ihre beide Enden **211a** und **211a** von Öffnungen **225** und **225** des Hochdruckgehäuses **22**, die auf beiden Seiten des Hochdruckgehäuses **22** in Richtung der Achse **Ar** ausgebildet sind, nach außen weisen. Die beiden Enden **211a** und **211a** der Drehwelle **211** sind durch die Lager **24** außerhalb des Hochdruckgehäuses **22** gelagert, so dass sie um die Achse **Ar** drehbar sind.

[0032] Die Turbinenlaufschaufelreihen **212** sind integral an einem äußeren Umfangsabschnitt der Drehwelle **211** ausgebildet. Die Turbinenlaufschaufelreihen **212** sind so vorgesehen, dass sie in einer Vielzahl von Stufen in Richtung der Achse **Ar** der Drehwelle **211** voneinander beabstandet sind. Jede Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen **212** ist so angeordnet, dass sie von jeder Stufe der Turbinenleitschaufelreihen **224** beabstandet ist, die in einer Vielzahl von Stufen in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen sind. Jede Turbinenlaufschaufelreihe **212** umfasst eine Vielzahl von Schaufeln **212a** in Abständen in Umfangsrichtung **Dr** um die Achse **Ar**. Im Hochdruckturbinenrotor **21** kollidiert eine Drallströmung des Hochdruckdampfes **Sh**, der von jeder Stufe der Turbinenleitschaufelreihen **224** erzeugt wird, mit den Schaufeln **212a** jeder Turbinenlaufschaufelreihe **212**, und dadurch werden jede Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen **212** und die Drehwelle **211** integral um die Achse **Ar** gedreht.

[0033] Ein Teil des Hochdruckdampfes **Sh** im Gehäuse **221** strömt in einen Spalt zwischen der Öffnung **225** des Hochdruckgehäuses **22** und dem Ende **211a** des Hochdruckturbinenrotors **21** als Abdichtungsdampf **Sg**, und dadurch dichtet der Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** den Spalt ab. Der in den Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** strömende Abdichtungsdampf **Sg** wird an die Abdichtungsreglerleitung **110** abgegeben (nachfolgend beschrieben). Ferner wird ein Teil des Abdichtungsdampfes **Sg**, der in den Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** strömt, in eine Abdichtungskondensatorleitung **130** gesaugt.

[0034] In dieser Hochdruckdampfturbine **20** treibt der vom Kessel **11** über die Hochdruckdampfleitung **101** eingespeiste Hochdruckdampf **Sh** den Hochdruckturbinenrotor **21** drehbar an, während er im Gehäuse **221** eine Dekompression und Expansion erfährt. Die Hochdruckdampfturbine **20** gibt eine Rotationskraft der Drehwelle **211** des Hochdruckturbinenrotors **21** nach außen ab.

[0035] In der Mitteldruckdampfturbine **30** wird Mitteldruckdampf **Sm**, der abgegeben wird nachdem der Hochdruckdampf **Sh** in der Hochdruckdampfturbine eine Dekompression und Expansion erfahren hat, über eine Mitteldruckdampfleitung **102** eingespeist. Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, durchläuft die Mitteldruckdampfleitung **102** den im Kessel **11** vorgesehenen Zwischenüberhitzer **113**, und dadurch wird der von der Hochdruckdampfturbine **20** abgegebene Mitteldruckdampf **Sm** durch den Zwischenüberhitzer **113** erhitzt. Die Mitteldruckdampfturbine **30** umfasst ein Mitteldruckgehäuse **32**, in das Dampf von der Mitteldruckdampfleitung **102** strömt, einen Mitteldruckturbinenrotor **31**, der im Mitteldruckgehäuse **32** vorgesehen ist, und Mitteldruckabdichtungsabschnitte **33**.

[0036] Das Mitteldruckgehäuse **32** umfasst integral ein rohrförmiges Gehäuse **321**, einen Turbineneinlass **322**, der auf einer ersten Seite des Gehäuses **321** in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen ist, und einen Turbinenauslass **323**, der auf einer zweiten Seite des Gehäuses **321** in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen ist. Im Mitteldruckgehäuse **32** strömt der von der Hochdruckdampfturbine **20** abgelassene Mitteldruckdampf **Sm** von einer Dampfsaugöffnung **322a**, die in dem Turbineneinlass **322** ausgebildet ist, durch die Mitteldruckdampfleitung **102** in das Gehäuse **321**. Der einströmende Mitteldruckdampf **Sm** strömt durch das Gehäuse **321** von der Umgebung des Turbineneinlasses **322** in Richtung der der Umgebung des Turbinenauslasses **323** und wird von einer in dem Turbinenauslass **323** ausgebildeten Dampfauslassöffnung **323a** nach außen abgegeben.

[0037] Eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen **324**, die so vorgesehen sind, dass sie in Richtung der Achse **Ar** voneinander beabstandet sind, sind auf einer inneren Umfangsseite des

Gehäuses **321** vorgesehen. Jede Turbinenleitschaufelreihe **324** umfasst eine Vielzahl von Turbinenleitschaufeln **324a** in Abständen in Umfangsrichtung **Dr** um die Achse **Ar**.

[0038] Der Mitteldruckturbinenrotor **31** umfasst eine Drehwelle **311**, die sich in Richtung der Achse **Ar** erstreckt, und Turbinenlaufschaufelreihen **312**, die integral auf einer Außenfläche der Drehwelle **311** in radialer Richtung vorgesehen sind.

[0039] Die Drehwelle **311** ist so vorgesehen, dass ihre beide Enden **311a** und **311a** von Öffnungen **325** und **325** des Mitteldruckgehäuses **32**, die auf beiden Seiten des Mitteldruckgehäuses **32** in Richtung der Achse **Ar** ausgebildet sind, nach außen weisen. Die beiden Enden **311a** und **311a** der Drehwelle **311** sind durch die Lager **34** außerhalb des Mitteldruckgehäuses **32** gelagert, so dass sie um die Achse **Ar** drehbar sind.

[0040] Die Turbinenlaufschaufelreihen **312** sind integral an einem äußeren Umfangsabschnitt der Drehwelle **311** ausgebildet. Die Turbinenlaufschaufelreihen **312** sind so vorgesehen, dass sie in einer Vielzahl von Stufen in Richtung der Achse **Ar** der Drehwelle **311** voneinander beabstandet sind. Jede Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen **312** ist so angeordnet, dass sie von jeder Stufe der Turbinenleitschaufelreihen **324** beabstandet ist, die in einer Vielzahl von Stufen in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen sind. Jede Turbinenlaufschaufelreihe **312** umfasst eine Vielzahl von Schaufeln **312a** in Abständen in Umfangsrichtung **Dr** um die Achse **Ar**. Im Mitteldruckturbinenrotor **31** kollidiert eine Drallströmung des Mitteldruckdampfes **Sm**, der durch jede Stufe der Turbinenleitschaufelreihen **324** erzeugt wird, mit den Schaufeln **312a** jeder Turbinenlaufschaufelreihe **312**, und dadurch werden jede Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen **312** und die Drehwelle **311** integral um die Achse **Ar** gedreht.

[0041] Ein Teil des Mitteldruckdampfes **Sm** im Gehäuse **321** strömt in einen Spalt zwischen der Öffnung **325** des Mitteldruckgehäuses **32** und dem Ende **311a** des Mitteldruckturbinenrotors **31** als Abdichtungsdampf **Sg**, und dadurch dichtet der Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** den Spalt ab. Der in den Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** strömende Abdichtungsdampf **Sg** wird an die Abdichtungsreglerleitung **110** abgegeben (nachfolgend beschrieben). Ferner wird ein Teil des Abdichtungsdampfes **Sg**, der in den Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** strömt, in die Abdichtungskondensatorleitung **130** gesaugt.

[0042] Der Mitteldruckdampf **Sm** wird über die Mitteldruckdampfleitung **102** in diese Mitteldruckdampfturbine **30** zugeführt. Der Mitteldruckdampf **Sm** treibt den Mitteldruckturbinenrotor **31** drehbar an, während er im Gehäuse **321** der Mitteldruckdampfturbine **30**

eine Dekompression und Expansion erfährt. Die Mitteldruckdampfturbine **30** gibt eine Rotationskraft der Drehwelle **311** des Mitteldruckturbinenrotors **31** nach außen ab.

[0043] In der Niederdruckdampfturbine **40** wird Niederdruckdampf **SI**, der abgegeben wird, nachdem der Mitteldruckdampf **Sm** in der Mitteldruckdampfturbine **30** eine Dekompression und Expansion erfahren hat, über eine Niederdruckdampfleitung **103** eingespeist. Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, umfasst die Niederdruckdampfturbine **40** ein Niederdruckgehäuse **42**, in das Dampf von der Niederdruckdampfleitung **103** strömt, einen im Niederdruckgehäuse **42** vorgesehenen Niederdruckturbinenrotor **41** und Niederdruckabdichtungsabschnitte **43**.

[0044] Das Niederdruckgehäuse **42** umfasst integral ein rohrförmiges Gehäuse **421**, einen Turbineneinlass **422**, der auf einer ersten Seite des Gehäuses **421** in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen ist, und einen Turbinenauslass **423**, der auf einer zweiten Seite des Gehäuses **421** in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen ist. Im Niederdruckgehäuse **42** strömt der von der Mitteldruckdampfturbine **30** abgelassene Niederdruckdampf **SI** von einer Dampfsaugöffnung **422a**, die in dem Turbineneinlass **422** ausgebildet ist, durch die Niederdruckdampfleitung **103** in das Gehäuse **421**. Der einströmende Niederdruckdampf **SI** strömt durch das Gehäuse **421** von der Umgebung des Turbineneinlasses **422** in Richtung der der Umgebung des Turbinenauslasses **423** und wird von einer in dem Turbinenauslass **423** ausgebildeten Dampfauslassöffnung **423a** nach außen abgegeben.

[0045] Eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen **424**, die so vorgesehen sind, dass sie in Richtung der Achse **Ar** voneinander beabstandet sind, sind auf einer inneren Umfangsseite des Gehäuses **421** vorgesehen. Jede Turbinenleitschaufelreihe **424** umfasst eine Vielzahl von Turbinenleitschaufeln **424a** in Abständen in Umfangsrichtung **Dr** um die Achse **Ar**.

[0046] Der Niederdruckturbinenrotor **41** umfasst eine Drehwelle **411**, die sich in Richtung der Achse **Ar** erstreckt, und Turbinenlaufschaufelreihen **412**, die integral auf einer Außenfläche der Drehwelle **411** in radialer Richtung vorgesehen sind.

[0047] Die Drehwelle **411** ist so vorgesehen, dass ihre beide Enden **411a** und **411a** sich von Öffnungen **425** und **425** des Niederdruckgehäuses **42**, die auf beiden Seiten des Niederdruckgehäuses **42** in Richtung der Achse **Ar** ausgebildet sind, nach außen erstrecken. Die beiden Enden **411a** und **411a** der Drehwelle **411** sind durch die Lager **44** außerhalb des Niederdruckgehäuses **42** gelagert, so dass sie um die Achse **Ar** drehbar sind.

[0048] Die Turbinenlaufschaufelreihen **412** sind integral an einem äußeren Umfangsabschnitt der Drehwelle **411** ausgebildet. Die Turbinenlaufschaufelreihen **412** sind so vorgesehen, dass sie in einer Vielzahl von Stufen in Richtung der Achse **Ar** der Drehwelle **411** voneinander beabstandet sind. Jede Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen **412** ist so angeordnet, dass sie von jeder Stufe der Turbinenleitschaufelreihen **424** beabstandet ist, die in einer Vielzahl von Stufen in Richtung der Achse **Ar** vorgesehen sind. Jede Turbinenlaufschaufelreihe **412** umfasst eine Vielzahl von Schaufeln **412a** in Abständen in Umfangsrichtung **Dr** um die Achse **Ar**. Im Niederdruckturbinenrotor **41** kollidiert eine Drallströmung des Niederdruckdampfes **SI**, der durch jede Stufe der Turbinenleitschaufelreihen **424** erzeugt wird, mit den Schaufeln **412a** jeder Turbinenlaufschaufelreihe **412**, und dadurch werden jede Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen **412** und die Drehwelle **411** integral um die Achse **Ar** gedreht.

[0049] In der Niederdruckdampfturbine **40** dient ein ringförmiger Querschnittsraum zwischen einer inneren Umfangsfläche des Gehäuses **421** und einer äußeren Umfangsfläche der Drehwelle **411** des Niederdruckturbinenrotors **41** als Hauptdampfströmungskanal (Strömungskanal) **45**, entlang dem der Niederdruckdampf **SI** strömt.

[0050] Der Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** führt den Abdichtungsdampf **Sg**, der über die Abdichtungsreglerleitung **110** einströmt, zu einem Spalt zwischen der Öffnung **425** des Niederdruckgehäuses **42** und dem Ende **411a** des Niederdruckturbinenrotors **41** zu und dichtet dadurch den Spalt ab. Der in den Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** strömende Abdichtungsdampf **Sg** wird zu der Abdichtungskondensatorleitung **130** (nachfolgend beschrieben) abgeführt.

[0051] Der Niederdruckdampf **SI** wird über die Niederdruckdampfleitung **103** in die Niederdruckdampfturbine **40** eingespeist. Der Niederdruckdampf **SI** treibt den Niederdruckturbinenrotor **41** drehbar an, während er im Gehäuse **421** der Niederdruckdampfturbine **40** eine Dekompression und Expansion erfährt. Die Niederdruckdampfturbine **40** gibt eine Rotationskraft der Drehwelle **411** des Niederdruckturbinenrotors **41** ab.

[0052] Der Kondensator **15** ist mit dem Niederdruckgehäuse **42** der Niederdruckdampfturbine **40** verbunden. Der aus der Niederdruckdampfturbine **40** abgelassene Dampf strömt in den Kondensator **15**, und der Kondensator **15** wandelt den Dampf durch Wärmeaustausch zu Wasser um.

[0053] Die Kondensatpumpe **16** ist an einer Speisewasserleitung **105** vorgesehen, die den Kondensator

15 und den Kessel **11** verbindet und Wasser in dem Kondensator **15** zu dem Kessel **11** leitet.

[0054] Der Dampfabdichtungsmechanismus **50** umfasst die Abdichtungsreglerleitung **110**, eine Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** und die Abdichtungskondensatorleitung **130**.

[0055] Die Abdichtungsreglerleitung **110** führt den Abdichtungsdampf **Sg** von dem Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** und von dem Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** zu dem Niederdruckabdichtungsabschnitt **43**.

[0056] Die Abdichtungskondensatorleitung **130** sammelt den Abdichtungsdampf **Sg**, der von dem Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** der Hochdruckdampfturbine **20**, dem Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** der Mitteldruckdampfturbine **30** und dem Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** der Niederdruckdampfturbine **40** abgegeben wird, und speist den Abdichtungsdampf **Sg** in einen Abdichtungskondensator **18** ein. Der Abdichtungskondensator **18** führt einen Wärmeaustausch zwischen dem entlang der Speisewasserleitung **105** strömenden Wasser und dem durch die Abdichtungskondensatorleitung **130** eingespeisten Abdichtungsdampf **Sg** durch. Dadurch wird das Wasser von dem Kondensator **15** erhitzt und der Abdichtungsdampf **Sg** gekühlt. Der durch den Abdichtungskondensator **18** gekühlte Abdichtungsdampf **Sg** wird über eine Verbindungsleitung **106** in den Kondensator **15** geleitet und wieder in Wasser umgewandelt.

[0057] Die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** ist eine Leitung, die von der Abdichtungsreglerleitung **110** abzweigt. Die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** führt einen Teil des Abdichtungsdampfes **Sg**, der von dem Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** der Hochdruckdampfturbine **20** und von dem Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** der Mitteldruckdampfturbine **30** durch die Abdichtungsreglerleitung **110** zugeführt wird, dem Hauptdampfströmungskanal **45** des Dampfes zu, der den Niederdruckturbinenrotor **41** im Niederdruckgehäuse **42** dreht. Hier ist, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** mit einem Abschnitt verbunden, der sich im Niederdruckgehäuse **42** befindet und bei dem ein Druck **P1** niedriger ist als ein Druck **P0** des von der Abdichtungsreglerleitung **110** zugeführten Abdichtungsdampfes **Sg**. Genauer gesagt ist die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** mit dem Niederdruckgehäuse **42** verbunden auf einer stromaufwärtigen Seite der zweiten und nachfolgenden Stufen von Turbinenleitschaufelreihen **424**, wobei die am weitesten stromaufwärts gelegene Seite einer Strömungsrichtung des Dampfes ausgeschlossen ist, und einer stromabwärtigen Seite der Turbinenlaufschaufelreihe **412**, die in dem Hauptdampfströmungskanal **45** des Niederdruckgehäuses **42** auf einer stromaufwärtigen

Seite von diesen Turbinenleitschaufelreihen **424** von der Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen **424** vorgesehen ist.

[0058] Der durch die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** eingespeiste Abdichtungsdampf **Sg** tritt dem Dampf im Inneren des Gehäuses **421** bei, der entlang dem Hauptdampfströmungskanal **45** strömt und den Niederdruckturbinenrotor **41** dreht.

[0059] Hier umfasst der Dampfabdichtungsmechanismus **50**, wie in **Fig. 1** dargestellt ist, einen Temperaturabsenker **55**, der eine Temperatur des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** strömt, absenkt, ein Strömungssteuerventil **56**, das eine Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** strömt, einstellt, und einen Korrelationswertdetektor **56s**, der einen Dampfströmungsratenkorrelationswert erfasst, der mit der Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Abdichtungsreglerleitung **110** strömt, korreliert.

[0060] Das Strömungssteuerventil **56** wird geöffnet, wenn der vom Korrelationswertdetektor **56s** erfasste Dampfströmungsratenkorrelationswert größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, und erhöht die Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** strömt. Beispielsweise umfasst hierin der vom Korrelationswertdetektor **56s** erfasste Dampfströmungsratenkorrelationswert, zusätzlich zu einer Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg** selbst, einen Druck **P0** des Abdichtungsdampfes **Sg**, eine Anlagenleistung der Dampfturbinenanlage **10** oder dergleichen.

[0061] Ferner umfasst der Dampfabdichtungsmechanismus **50** eine Auslassleitung **140**, die von der Abdichtungsreglerleitung **110** abzweigt und mit dem Kondensator **15** verbunden ist. Ein Absperrventil **19**, das die Auslassleitung **140** verbindet/trennt, ist an der Auslassleitung **140** vorgesehen.

[0062] Wie beispielsweise in **Fig. 4** dargestellt ist, reicht zum Zeitpunkt des Starts der Dampfturbinenanlage **10**, wenn die Anlagenleistung gering ist, eine Menge des vom Kessel **11** erzeugten Dampfes nicht aus, um den Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** der Hochdruckdampfturbine **20**, den Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** der Mitteldruckdampfturbine **30** und den Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** der Niederdruckdampfturbine **40** abzudichten. In diesem Zustand sind das Absperrventil **19** an der Auslassleitung **140** und das Strömungssteuerventil **56** an der Abdichtungsreglerleitung **110** geschlossen. Dies kann den Dampfabfluss von dem Hochdruckabdichtungsabschnitt **23**, dem Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** und dem Niederdruckabdichtungsabschnitt

43 begrenzen und den Betrieb der Hochdruckdampfturbine **20**, der Mitteldruckdampfturbine **30** und der Niederdruckdampfturbine **40** stabilisieren. In diesem Zustand kann Abdichtungsdampf **Sg** von einem Hilfskessel (nicht dargestellt), der mit der Abdichtungsreglerleitung **110** verbunden ist, dem Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** der Niederdruckdampfturbine **40** zugeführt werden und die Abdichtung am Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** bewirken.

[0063] Nach dem Start der Dampfturbinenanlage **10** wird zu einem Zeitpunkt, an dem eine voreingestellte Zeit verstrichen ist oder zu einem Zeitpunkt, an dem ein Dampfströmungsratenkorrelationswert größer oder gleich einem bestimmten Wert ist, das in der Auslassleitung **140** vorgesehene Absperrventil **19** geöffnet. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der von der Abdichtungsreglerleitung **110** in den Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** eingespeist wird, zu einer Strömungsrate, die ausreicht, um den Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** abzudichten. Daher überschreitet nach diesem Zeitpunkt eine Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Abdichtungsreglerleitung **110** strömt, einen Dampfströmungsrate, die zum Abdichten des Niederdruckabdichtungsabschnitts **43** erforderlich ist. Somit wird, wie vorstehend beschrieben ist, das Absperrventil **19** geöffnet, und überschüssiger Dampf, der Dampf von dem entlang der Abdichtungsreglerleitung **110** strömenden Abdichtungsdampf **Sg**, ausschließt, der zum Abdichten des Niederdruckabdichtungsabschnitts **43** erforderlich ist, wird über die Auslassleitung **140** zu dem Kondensator **15** geleitet. Im Kondensator **15** wird der Abdichtungsdampf **Sg** von der Auslassleitung **140** wieder in Wasser umgewandelt.

[0064] In einem Fall, in dem weitere Zeit verstrichen ist und von dem Korrelationswertdetektor **56s** entsprechend erkannt wird, dass die Anlagenleistung (ein Dampfströmungsratenkorrelationswert) größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, das an der Auslassleitung **140** vorgesehene Absperrventil **19** wird geschlossen und das in der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** vorgesehene Strömungssteuerventil **56** wird geöffnet. Dadurch wird der zu dem Kondensator **15** geleitete Abdichtungsdampf **Sg** über die rotorantriebende Dampfzufuhrleitung **120** zu den Hauptdampfströmungskanal **45** des Niederdruckgehäuses **42** geleitet. Der Abdichtungsdampf **Sg** bildet ein Teil einer Energiequelle, die den Niederdruckturbinenrotor **41** dreht.

[0065] Wie vorstehend beschrieben, ist zu einem Zeitpunkt, zu dem das Absperrventil **19** geöffnet wird, überschüssiger Dampf, der Dampf, der zum Abdichten des Niederdruckabdichtungsabschnitts **43** erforderlich ist, ausschließt, in dem Abdichtungsdampf **Sg** enthalten, der entlang der Abdichtungsreglerleitung **110** strömt. Zu diesem Zeitpunkt ist jedoch ein Druck

oder eine Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Abdichtungsreglerleitung **110** strömt, instabil, und eine Strömungsrate des überschüssigen Dampfes ist zu klein, um einen Teil der Energie, die den Niederdruckturbinenrotor **41** dreht, zu bilden. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Ausführungsform selbst wenn überschüssiger Dampf erzeugt wird, der überschüssige Dampf sofort zu dem Kondensator **15** geleitet, ohne den überschüssigen Dampf zum Hauptdampfströmungskanal **45** des Niederdruckgehäuses **42** zu leiten.

[0066] Gemäß der vorstehend beschriebenen Dampfturbinenanlage **10** wird ein Teil des Abdichtungsdampfes **Sg**, der von dem Hochdruckabdichtungsabschnitt **23** der Hochdruckdampfturbine **20** und dem Mitteldruckabdichtungsabschnitt **33** der Mitteldruckdampfturbine **30** entnommen und in den Niederdruckabdichtungsabschnitt **43** der Niederdruckdampfturbine **40** eingespeist wird, dem Hauptdampfströmungskanal **45** des Dampfes zugeführt, der den Niederdruckturbinenrotor **41** im Niederdruckgehäuse **42** der Niederdruckdampfturbine **40** dreht. Somit kann ein Teil des Abdichtungsdampfes **Sg** als Energie verwendet werden, die den Niederdruckturbinenrotor **41** dreht. Auf diese Weise wird der Niederdruckturbinenrotor **41** direkt durch den Abdichtungsdampf **Sg** gedreht, und dadurch kann die Energie des Abdichtungsdampfes **Sg** effektiv genutzt werden. Dadurch kann die Effizienz der Anlage in der Dampfturbinenanlage **10** verbessert werden.

[0067] Ferner ist die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** so gestaltet, dass sie einen Teil des Abdichtungsdampfes **Sg** einem Abschnitt zuführt, der sich im Niederdruckgehäuse **42** befindet und bei dem ein Druck niedriger als der des Abdichtungsdampfes **Sg** ist, der von der Abdichtungsreglerleitung **110** zugeführt wird. Dadurch kann der Abdichtungsdampf **Sg** effizient über die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** in das Niederdruckgehäuse **42** eingespeist werden. Aus diesem Grund ist es möglich, den Niederdruckturbinenrotor **41** effizienter zu drehen.

[0068] Ferner umfasst der Dampfabdichtungsmechanismus **50** das Strömungssteuerventil **56**, das die Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg**, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** strömt, einstellt. Somit kann je nach Betriebssituation der Hochdruckdampfturbine **20**, der Mitteldruckdampfturbine **30** und der Niederdruckdampfturbine **40** eine optimale Menge an Abdichtungsdampf **Sg**, die in der Niederdruckdampfturbine **40** benötigt wird, angemessen zugeführt werden.

[0069] Ferner wird das Strömungssteuerventil **56** geöffnet, wenn der von dem Korrelationswertdetektor **56s** erfasste Dampfströmungsratenkorrelationswert größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist. Mit dieser Konfiguration ist in einem Fall, in dem

die Strömungsrate des von der Hochdruckdampfturbine **20** und der Mitteldruckdampfturbine **30** abgegebenen Abdichtungsdampfes **Sg** die in der Niederdruckdampfturbine **40** erforderliche Strömungsrate des Abdichtungsdampfes **Sg** übersteigt und überschüssiger Abdichtungsdampf **Sg** erzeugt wird, die Strömungsrate des entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** strömenden Abdichtungsdampfes **Sg** erhöht und dadurch kann überschüssiger Abdichtungsdampf **Sg** effektiv als Antriebsenergie zum Drehen des Niederdruckturbinenrotors **41** der Niederdruckdampfturbine **40** genutzt werden.

[0070] Ferner ist die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** mit dem Niederdruckgehäuse **42** verbunden auf der stromaufwärtigen Seite der zweiten und nachfolgenden Stufen der Turbinenleitschaufelreihen **424**, wobei die am weitesten stromaufwärts gelegene Seite der Strömungsrichtung in dem Niederdruckgehäuse **42** ausgeschlossen ist, und auf der stromabwärtigen Seite der Turbinenlaufschaufelreihe **412**, die auf der stromaufwärtigen Seite dieser Turbinenleitschaufelreihen **424** von der Vielzahl von Stufen der Turbinenleitschaufelreihen **424** angeordnet ist. Mit dieser Konfiguration kann eine Rotationsbehinderung der Turbinenlaufschaufelreihen **412** durch den eingespeisten Abdichtungsdampf **Sg** verhindert werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0071] Nachfolgend wird eine zweite Ausführungsform der Dampfturbinenanlage gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben; in der nachfolgend beschriebenen zweiten Ausführungsform werden die mit denen der ersten Ausführungsform gemeinsamen Komponenten in den Zeichnungen mit den gleichen Bezugszeichen versehen und deren Beschreibung weggelassen. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dadurch, dass Abdichtungsdampf **Sg**, der über eine Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120B** in eine Niederdruckdampfturbine **40B** eingespeist wird, an einer Position zugeführt wird, die der Außenseite der Turbinenlaufschaufelreihen **412** in radialer Richtung zugewandt ist.

[0072] Fig. 5 ist eine Schnittdarstellung einer niederdruckseitigen Dampfturbine der Dampfturbinenanlage in einer zweiten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0073] Wie in Fig. 5 dargestellt ist, ist eine Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120B** in der Niederdruckdampfturbine **40B** in dieser Ausführungsform so verbunden, dass sie der Außenseite von mindestens einer Stufe der Turbinenlaufschaufelreihen von einer Vielzahl von Stufen der Turbinenlaufschaufelreihen **412**, die in der Niederdruckdampfturbine **40B** vorgesehen sind, in radialer Richtung zugewandt ist. Ge-

nauer gesagt ist die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120B** an einer Position verbunden, die den Spitzen **412c**, die an den Spitzenabschnitten der Schaufeln **412a** der Turbinenlaufschaufelreihe **412** vorgesehen sind, von der Außenseite in radialer Richtung gegenüberliegt ist.

[0074] In dieser Konfiguration wird Abdichtungsdampf **Sg**, der über die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120B** in ein Niederdruckgehäuse **42** zugeführt wird, von einer Position aus eingespeist, die der Außenseite der Turbinenlaufschaufelreihe **412** in radialer Richtung zugewandt ist.

[0075] Gemäß der oben beschriebenen Dampfturbinenanlage wird der über die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120B** in das Niederdruckgehäuse **42** zugeführte Abdichtungsdampf **Sg** von der Position eingespeist, die der Außenseite der Turbinenlaufschaufelreihe **412** in radialer Richtung zugewandt ist, und dadurch kann verhindert werden, dass der eingespeiste Abdichtungsdampf **Sg** die Drehung der Turbinenlaufschaufelreihe **412** behindert. Ferner kann die Abdichtbarkeit eines Spaltes zwischen einem äußeren Umfangsabschnitt eines Niederdruckturbinenrotors **41** und einer inneren Umfangsfläche des Niederdruckgehäuses **42** auf einer äußerer Umfangsseite davon durch den von der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** zugeführten Abdichtungsdampf **Sg** verbessert werden.

(Modifikation der Ausführungsform)

[0076] In der ersten und zweiten Ausführungsform, wie in Fig. 6 dargestellt ist, können Temperaturabsenker **55** sowohl an einer Abdichtungsreglerleitung **110** als auch an einer Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung **120** vorgesehen sein.

[0077] Ferner umfasst Dampfturbinenanlage **10** der ersten und zweiten Ausführungsform die Auslassleitung **140**, aber die Auslassleitung **140** kann weggelassen werden. In diesem Fall wird ein Strömungssteuerventil **56** zu einem Zeitpunkt geöffnet, der im Wesentlichen identisch mit dem Zeitpunkt des Öffnens eines Absperrventils **19** ist.

[0078] In jeder Ausführungsform sind das Hochdruckgehäuse **22** und das Mitteldruckgehäuse **32** miteinander verbunden und so integriert, dass sie ein einziges Gehäuse ausbilden. Ferner ist das Niederdruckgehäuse **42** in jeder Ausführungsform unabhängig von dem Hochdruckgehäuse **22** und dem Mitteldruckgehäuse **32**. Eine Verbindungsbeziehung der Gehäuse **22**, **32** und **42** der Dampfturbinen **20**, **30** und **40** ist jedoch nicht auf die vorstehende Form beschränkt. So können beispielsweise das Hochdruckgehäuse **22**, das Mitteldruckgehäuse **32** und das Niederdruckgehäuse **42** miteinander verbunden und so integriert sein, dass sie ein einziges Gehäuse ausbil-

den. Ferner können beispielsweise das Mitteldruckgehäuse **32** und das Niederdruckgehäuse **42** miteinander verbunden und so integriert sein, dass sie ein einziges Gehäuse ausbilden, und das Hochdruckgehäuse **22** kann unabhängig von den anderen Gehäusen sein. Ferner können beispielsweise das Hochdruckgehäuse **22**, das Mitteldruckgehäuse **32** und das Niederdruckgehäuse **42** unabhängig voneinander sein.

[0079] Während die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben wurden, sind die Komponenten in jeder Ausführungsform und Kombinationen davon ein Beispiel, und Ergänzungen, Auslassungen, Substitutionen und andere Modifikationen der Konfiguration sind möglich, ohne vom Geist der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht durch die Ausführungsformen, sondern nur durch die Patentansprüche begrenzt.

(Industrielle Anwendbarkeit)

[0080] In einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die effektive Nutzung von Abdichtungsdampf realisiert und die Effizienz der Anlage verbessert werden.

Bezugszeichenliste

10	Dampfturbinenanlage	42	Niederdruckgehäuse
11	Kessel	43	Niederdruckabdichtungsabschnitt
12	Erhitzer	44	Lager
15	Kondensator	45	Hauptdampfströmungskanal
16	Kondensatpumpe	50	Dampfabdichtungsmechanismus
18	Abdichtungskondensator	55	Temperaturabsenker
19	Absperrventil	56	Strömungssteuerventil
20	Hochdruckdampfturbine	56s	Korrelationswertdetektor
21	Hochdruckturbinenrotor	101	Hochdruckdampfleitung
22	Hochdruckgehäuse	102	Mitteldruckdampfleitung
23	Hochdruckabdichtungsabschnitt	103	Niederdruckdampfleitung
24	Lager	105	Speisewasserleitung
30	Mitteldruckdampfturbine	106	Verbindungsleitung
31	Mitteldruckturbinenrotor	110	Abdichtungsreglerleitung
32	Mitteldruckgehäuse	111	Verdampfer
33	Mitteldruckabdichtungsabschnitt	112	Überhitzer
34	Lager	113	Zwischenüberhitzer
40	Niederdruckdampfturbine	120	Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung
40B	Niederdruckdampfturbine	120B	Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung
41	Niederdruckturbinenrotor	130	Abdichtungskondensatorleitung
		140	Auslassleitung
		211	Drehwelle
		211a	Ende
		212	Turbinenlaufschaufelreihe
		212a	Schaufel
		221	Gehäuse
		222	Turbineneinlass
		222a	Dampfsaugöffnung
		223	Turbinenauslass
		223a	Dampfauslassöffnung
		224	Turbinenleitschaufelreihe
		224a	Leitschaufel
		225	Öffnung
		311	Drehwelle
		311a	Ende
		312	Turbinenlaufschaufelreihe
		312a	Schaufel
		321	Gehäuse
		322	Turbineneinlass
		322a	Dampfsaugöffnung

323	Turbinenauslass
323a	Dampfauslassöffnung
324	Turbinenleitschaufelreihe
324a	Leitschaufel
325	Öffnung
411	Drehwelle
411a	Ende
412	Turbinenlaufschaufelreihe
412a	Schaufel
412c	Spitze
421	Gehäuse
422	Turbineneinlass
422a	Dampfsaugöffnung
423	Turbinenauslass
423a	Dampfauslassöffnung
424	Turbinenleitschaufelreihe
424a	Leitschaufel
425	Öffnung Ar-Achse
Dr	Umfangsrichtung
P0	Druck
P1	Druck
Sg	Abdichtungsdampf
Sh	Hochdruckdampf
Sl	Niederdruckdampf
Sm	Mitteldruckdampf

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2017027918 [0001]

Patentansprüche**1. Dampfturbinenanlage, aufweisend:**

eine hochdruckseitige Dampfturbine, die dazu eingerichtet ist, ein Hochdruckgehäuse zu haben, in das Dampf strömen kann, und einen Hochdruckturbinenrotor, der in dem Hochdruckgehäuse vorgesehen ist, dessen beide Enden von in dem Hochdruckgehäuse ausgebildeten Öffnungen nach außen weisen und der dazu eingerichtet ist, von dem in das Hochdruckgehäuse strömenden Dampf gedreht zu werden; und eine niederdruckseitige Dampfturbine, die dazu eingerichtet ist, ein Niederdruckgehäuse zu haben, in das der von der hochdruckseitigen Dampfturbine abgelassene Dampf strömen kann, und einen Niederdruckturbinenrotor, der in dem Niederdruckgehäuse vorgesehen ist, dessen beide Enden von in dem Niederdruckgehäuse ausgebildeten Öffnungen nach außen weisen, und der dazu eingerichtet ist, von dem in das Niederdruckgehäuse strömenden Dampf gedreht zu werden, wobei die hochdruckseitige Dampfturbine Hochdruckabdichtungsabschnitte aufweist, die dazu eingerichtet sind, den Dampf zu Spalten zwischen den Öffnungen des Hochdruckgehäuses und den Enden des Hochdruckturbinenrotors als Abdichtungsdampf zuzuführen, und dadurch dazu eingerichtet sind, die Spalten abzudichten, die niederdruckseitige Dampfturbine Niederdruckabdichtungsabschnitte aufweist, die dazu eingerichtet sind, den Abdichtungsdampf zu Spalten zwischen den Öffnungen des Niederdruckgehäuses und den Enden des Niederdruckturbinenrotors zuzuführen und dadurch dazu eingerichtet sind, die Spalten abzudichten, und die Dampfturbinenanlage ferner aufweist eine Abdichtungsreglerleitung, die dazu eingerichtet ist, den Abdichtungsdampf von den Hochdruckabdichtungsabschnitten zu den Niederdruckabdichtungsabschnitten zu führen, und eine Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung, die dazu eingerichtet ist, von der Abdichtungsreglerleitung abzuzweigen und einen Teil des Abdichtungsdampfes einem Strömungskanal des Dampfes zuzuführen, der den Niederdruckturbinenrotor im Niederdruckgehäuse dreht.

2. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 1, bei der die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung dazu eingerichtet ist, einen Teil des Abdichtungsdampfes einem Abschnitt zuzuführen, der sich im Niederdruckgehäuse befindet und bei dem ein Druck niedriger ist als der Abdichtungsdampf, der von der Abdichtungsreglerleitung zugeführt wird.

3. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend ein Strömungssteuerventil, das dazu eingerichtet ist, eine Strömungsrate des Abdichtungsdampfes einzustellen, der entlang der Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung strömt.

4. Dampfturbinenanlage nach Anspruch 3, ferner aufweisend einen Korrelationswertdetektor, der dazu eingerichtet ist, einen Dampfströmungsratenkorrelationswert zu erfassen, der mit einer Strömungsrate des entlang der Abdichtungsreglerleitung strömenden Abdichtungsdampfes korreliert, wobei das Strömungssteuerventil geöffnet wird, wenn der vom Korrelationswertdetektor erfasste Dampfströmungsratenkorrelationswert größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist.

5. Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der:

die niederdruckseitige Dampfturbine aufweist: eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen, die an einer inneren Umfangsseite des Niederdruckgehäuses befestigt sind und so vorgesehen sind, dass sie in Richtung einer Achse des Niederdruckturbinenrotors voneinander beabstandet sind; und eine Vielzahl von Stufen von Turbinenlaufschaufelreihen, die an einem äußeren Umfangsabschnitt des Niederdruckturbinenrotors ausgebildet sind und so vorgesehen sind, dass sie von jeder der Stufen von Turbinenleitschaufelreihen in Richtung der Achse beabstandet sind, und die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung mit dem Niederdruckgehäuse verbunden ist auf einer stromaufwärtigen Seite der zweiten und nachfolgenden Stufen von Turbinenleitschaufelreihen, wobei eine am weitesten stromaufwärts gelegene Seite einer Strömungsrichtung des Dampfes im Niederdruckgehäuse abgeschlossen ist, und auf einer stromabwärtigen Seite der Turbinenlaufschaufelreihe, die angrenzend zu der stromaufwärtigen Seite dieser Turbinenleitschaufelreihen von der Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen angeordnet ist.

6. Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der:

die niederdruckseitige Dampfturbine aufweist: eine Vielzahl von Stufen von Turbinenleitschaufelreihen, die an einer inneren Umfangsseite des Niederdruckgehäuses befestigt sind und so vorgesehen sind, dass sie in Richtung einer Achse des Niederdruckturbinenrotors voneinander beabstandet sind; und eine Vielzahl von Stufen von Turbinenlaufschaufelreihen, die an einem äußeren Umfangsabschnitt des Niederdruckturbinenrotors ausgebildet sind und so vorgesehen sind, dass sie von jeder der Stufen von Turbinenleitschaufelreihen in Richtung der Achse beabstandet sind, und die Rotorantrieb-Dampfzufuhrleitung mit dem Niederdruckgehäuse verbunden ist, so dass sie einer Außenseite von mindestens einer der Vielzahl von Stufen von Turbinenlaufschaufelreihen in radialer Richtung zugewandt ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

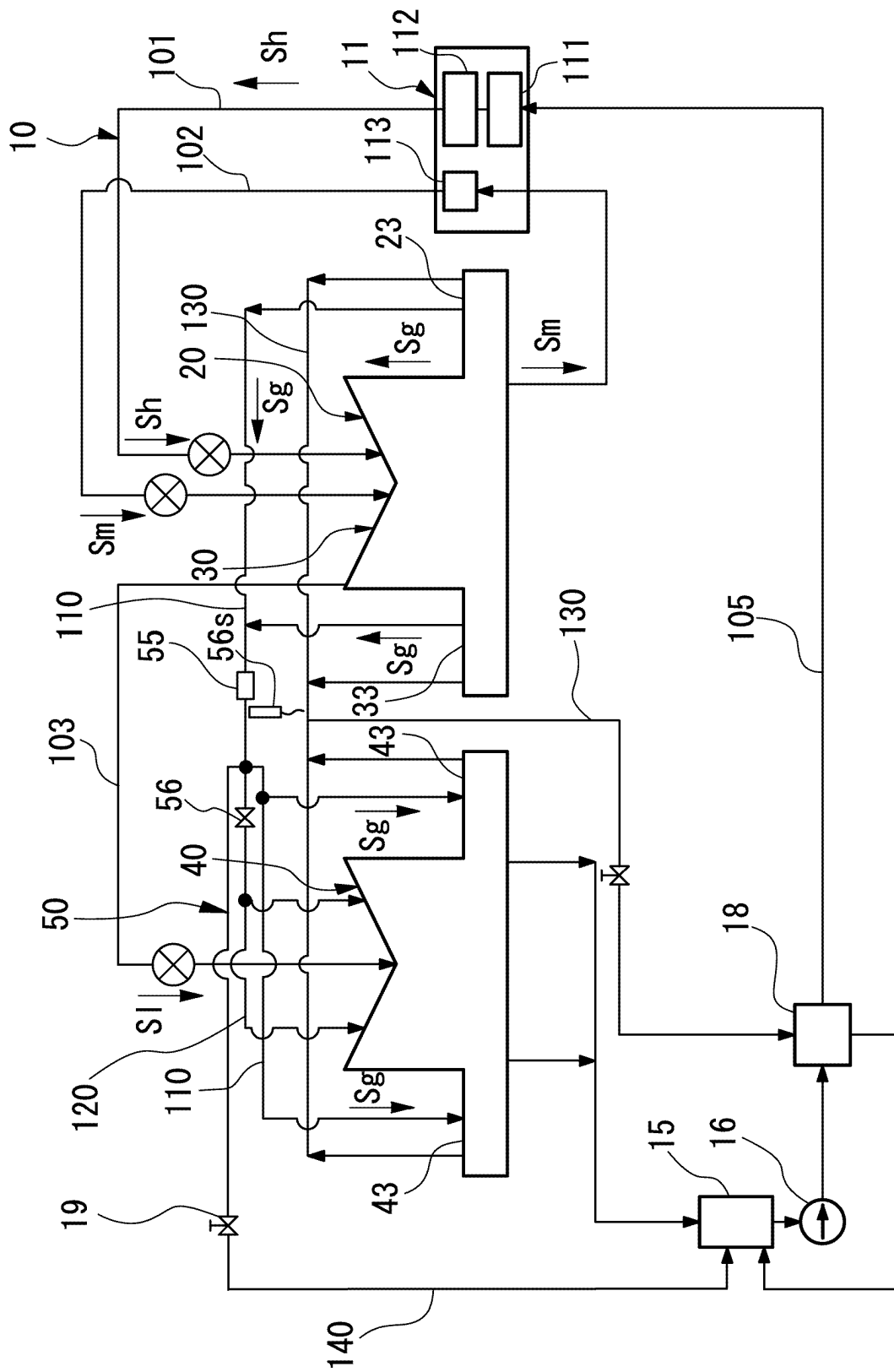


FIG. 2

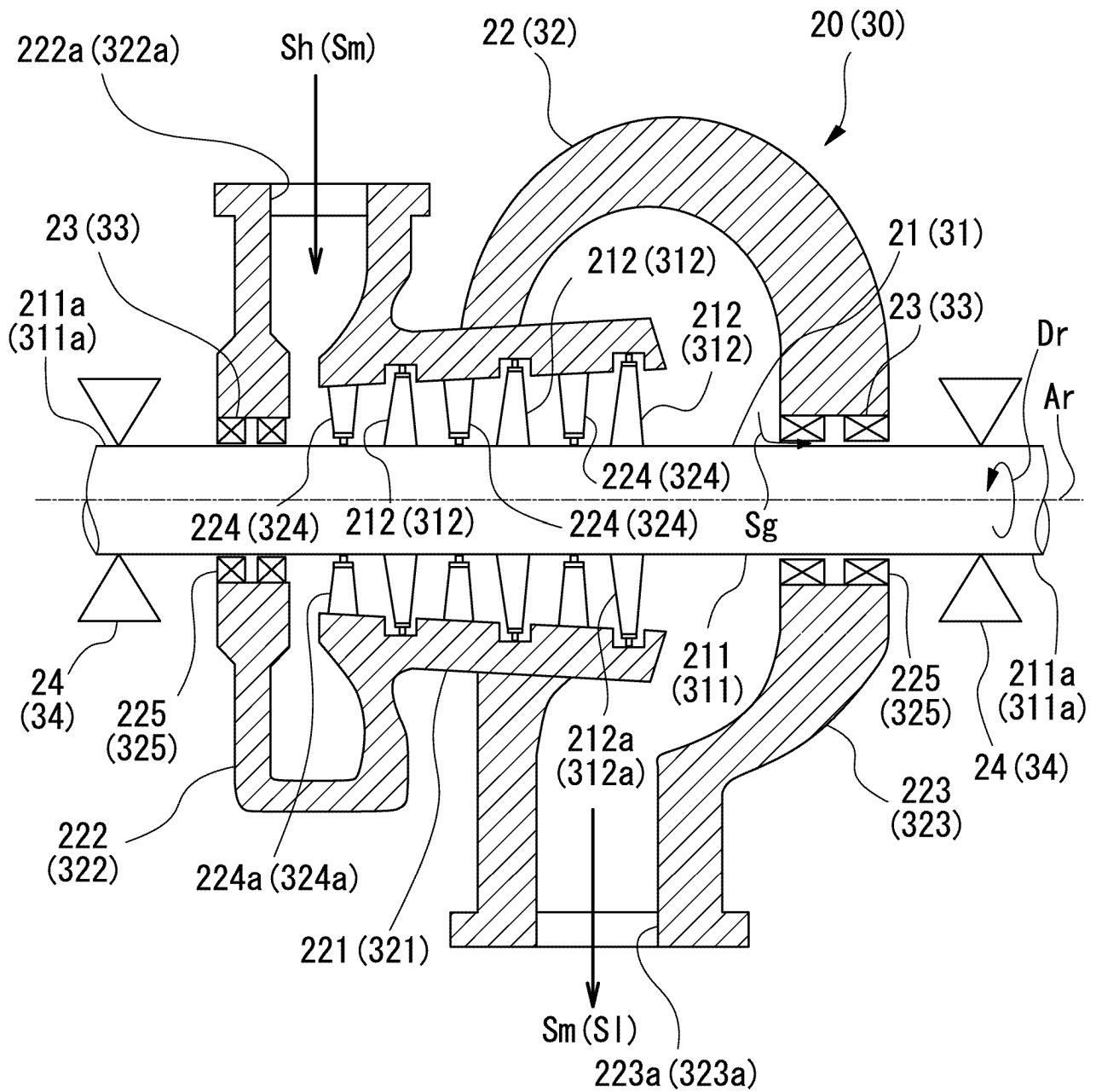


FIG. 4

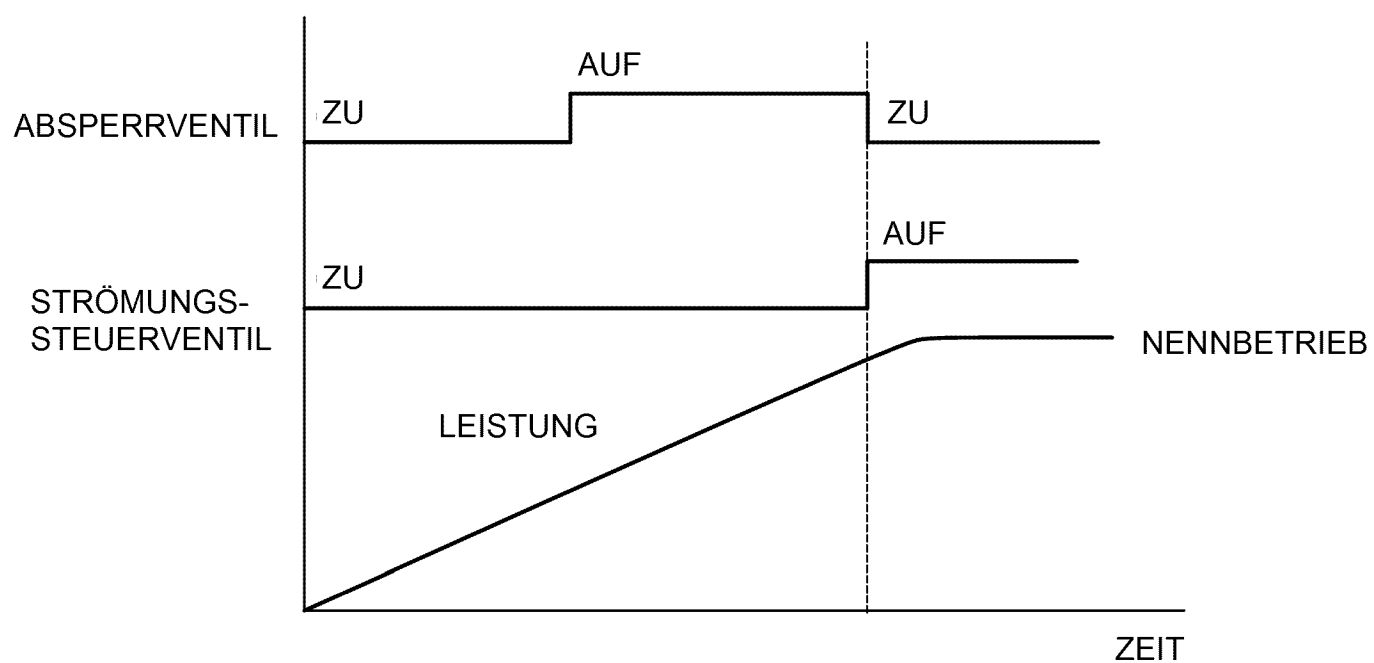


FIG. 5

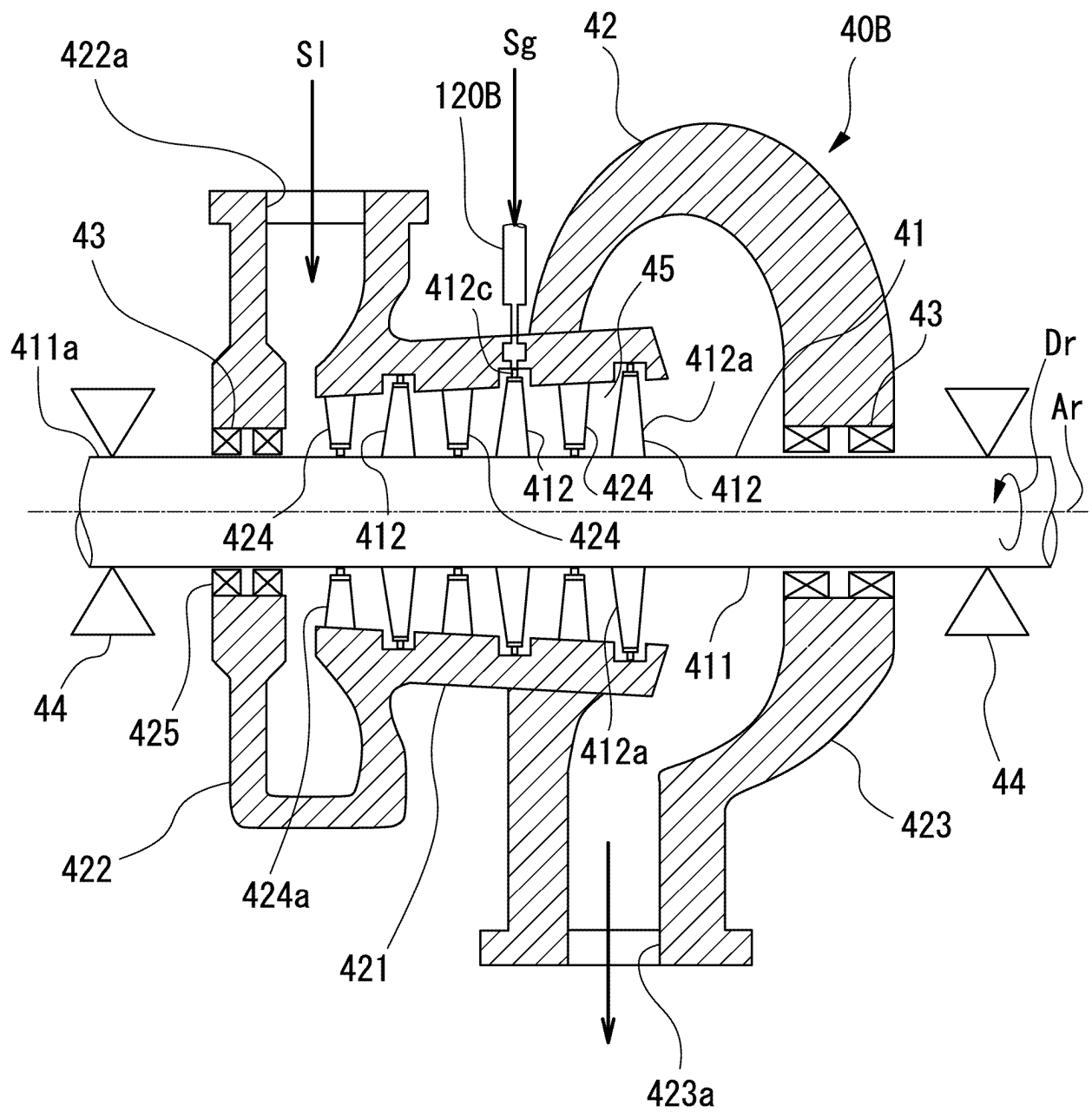


FIG. 6

