

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 690 204 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**23.10.2002 Patentblatt 2002/43**

(51) Int Cl.7: **F01D 11/00**, F01D 11/06

(21) Anmeldenummer: **95109678.3**

(22) Anmeldetag: **22.06.1995**

(54) **Kondensationsturbine mit mindestens zwei Dichtungen zur Abdichtung des Turbinengehäuses**

Steamturbine with at least two seals in the casing for sealing the same

Turbine à vapeur ayant au moins deux joint pour assurer l'étanchéité du carter

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK FR GB NL SE**

(30) Priorität: **28.06.1994 DE 4422594**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.01.1996 Patentblatt 1996/01**

(73) Patentinhaber: **Alstom**  
**75116 Paris (FR)**

(72) Erfinder: **Urlichs, Karl**  
**D-90482 Nürnberg (DE)**

(74) Vertreter: **Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker**  
**Patentanwälte**  
**Postfach 10 37 62**  
**70032 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| <b>EP-A- 0 570 086</b> | <b>EP-A- 0 576 859</b>  |
| <b>DE-A- 3 119 467</b> | <b>DE-A- 3 815 679</b>  |
| <b>DE-C- 706 180</b>   | <b>JP-A- 4 187 897</b>  |
| <b>JP-A- 5 231 103</b> | <b>JP-A- 59 192 803</b> |
| <b>US-A- 3 392 983</b> | <b>US-A- 4 993 917</b>  |

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 690 204 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie der nebengeordneten Ansprüche 2 und 3.

**[0002]** Dampfturbinen werden in einer Bauart als Gegendruckturbinen eingesetzt, wenn der ausgangsseitige Dampf in einem Wärmenetz bei erhöhtem Druck genutzt werden soll. In einer anderen als Kondensationsturbine bezeichneten Bauart wird der Wärmeinhalt des Dampfes durch seine vollständige Expansion bis zu einem Unterdruck gegenüber der Atmosphäre ausgenutzt. Dies hat zur Folge, daß sich die äußeren Dichtungen einer Kondensationsturbine dazu eignen müssen, das Eindringen von Luft in das mit Dampf gefüllte Turbinengehäuse zu verhindern.

**[0003]** Fig.3 soll den Stand der Technik verdeutlichen, nach dem Dichtungen W1 des Turbinengehäuses einer Kondensationsturbine berührungslos, in Form von Labyrinthdichtungen ausgeführt werden. Bei dieser Dichtungsart müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, durch die eine Verbesserung der Dichtwirkung erreicht wird. Im allgemeinen geschieht das frisch -und abdampfseitig durch eine weitere Dichtung W2 die vom Gehäuseinnenraum aus hinter der eigentlichen Wellendichtung W1 angeordnet ist und durch eine zwischen W1 und W2 liegende mit Sperrdampf S1, S2 beaufschlagte Ringkammer S. Der Druck für diesen Dampf wird gerade so groß gewählt, daß in allen Fällen eine Strömung nach außen erfolgt und damit das Eindringen von Luft ausgeschlossen ist. Ein durch die äußere Dichtung strömender Leckdampf L1 muß wiederum durch geeignete Ringkammern L und Labyrinthdichtungen W3 am Austritt in die Atmosphäre gehindert werden. Schließlich sorgt eine Kammer W dafür, daß das restliche Leckdampf/Luft-Gemisch sicher abgesaugt werden kann.

**[0004]** Der Aufwand für die geschilderten Dichtungsmaßnahmen ist außerordentlich hoch, da die austretenden Dampfmen gen auch noch in einem Sperrdampf-kondensator abgeführt werden müssen und weil die Dampfzustände für den zu verwendenden Sperrdampf S1, S2 an die Temperaturen des heißen Turbineneintritts und des Turbinenaustritts separat angepaßt werden müssen.

**[0005]** Es ist weiterhin bekannt, Gleitringdichtungen im Turbomaschinenbau bei stationären Verdichtern und bei Flugtriebwerken einzusetzen. Ein speziell für den Ausgleichskolben einer Dampfturbine geeigneter Dichtungs aufbau ist aus der DE 35 33 829 A1 bekannt. Beschrieben wird eine Anwendung dieser Dichtung anstelle eines inneren Ausgleichskolbenlabyrinths bei einer Dampfturbine. Eine Abhebevorrichtung soll dabei verhindern, daß während der Aufwarm- und Kondensationsphase des Dampfes im Bereich der Dichtung ein Schaden eintreten kann. Die Abhebevorrichtung ist auch geeignet, den Stillstand und Turnbetrieb einer Turbine abzusichern.

**[0006]** Aus der JP 05 231 103 A ist eine Dampfturbine bekannt, bei der auf der Frischdampfseite und der Abdampfseite je drei Dichtungen, also insgesamt 6 Dichtungen, benötigt werden. Bei dieser Turbine wird sowohl frischdampf- als auch abdampfseitig zwischen zwei Dichtungen je ein Dichtungsraum gebildet. Diese beiden Dichtungsräume werden durch eine Ausgleichsleitung miteinander verbunden.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kondensationsturbine zu schaffen, die ohne teure Sperrdampfeinrichtungen, zahlreiche Rohrleitungen und Kondensationseinrichtungen auskommt und dennoch den Einbruch von Außenluft in den Unterdruck aufweisenden Turbineninnenraum verhindert.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 und 2 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen genannt.

**[0009]** Durch eine Gleitringdichtung, die so ausgeführt oder eingebaut ist, daß die zur Gasschmierung erforderliche Durchströmung der Gleitringdichtung von der äußeren Atmosphäre in den Gehäuseinnenraum erfolgen kann, gelingt der Aufbau einer Kondensationsturbine, bei der sowohl frischdampfseitig als auch abdampfseitig mindestens je eine Dichtung als gasgeschmierte Gleitringdichtung ausgeführt ist. Die frischdampfseitig und abdampfseitig jeweils äußersten Gleitringdichtungen sind dabei getrennten Dichtungsräumen zugeordnet, die durch eine Ausgleichsleitung AG mit einem gleichen unterhalb des atmosphärischen Außendrucks liegenden Druck beaufschlagt sind.

**[0010]** Die Konstruktion der Kondensationsturbine wird durch die Verwendung einer Gleitringdichtung der genannten Art erheblich vereinfacht, da der Dampfraum in allen Betriebsbedingungen vor Lufteinbruch geschützt ist. Insbesondere gilt dies auch für den Stillstand und den sog. Turnbetrieb, bei dem die Turbinenwelle durch langsames Drehen mit einer geeigneten Vorrichtung vor einer Verkrümmung durch einseitige Erwärmung geschützt wird. Mit der beschriebenen Einrichtung kann das aus mehreren Labyrinthdichtungen bestehende äußere Wellenlabyrinth frischdampf- und abdampfseitig durch je eine Gleitringdichtung ersetzt werden, die in allen Betriebszuständen sicher ihre Aufgaben erfüllt. Auf teure Sperrdampfeinrichtungen, zahlreiche Rohrleitungen und Kondensationseinrichtungen kann verzichtet werden. Die Anordnung einer Wrasendampfabsaugung W erfolgt - falls erforderlich - wie bei der konventionellen Ausführung gemäß Fig. 3.

**[0011]** In einer Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes kann die Gleitringdichtung so in die Kondensationsturbine eingebaut werden, daß ihr Dichtspalt entweder vom inneren zum äußeren Durchmesser dieser Gleitringdichtung oder auch umgekehrt durchströmt wird. Demgemäß ist vorgesehen, daß bei den Gleitringdichtungen in ihre Dichtflächen eine aerodynamisch wirksame Bemusterung integriert ist, deren Wirkrich-

tung mit der vorgesehenen Durchströmung der Gleitringdichtungen von der äußeren Atmosphäre in den Gehäuseinnenraum korrespondiert.

**[0012]** Zur Entlastung des Axiallagers werden im Hauptstrom einflutig aufgebaute Dampfturbinen normalerweise mit einem Ausgleichskolben versehen, der den Einsatz einer weiteren Dichtung erfordert. In einer Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist deshalb vorgesehen, daß frischdampfseitig hinter der äußersten Gleitringdichtung eine Ausgleichskolbendichtung eingefügt ist, die ebenfalls als Gleitringdichtung aufgebaut ist.

**[0013]** Auf mindestens ebenso vorteilhafte Weise wie mit dem bereits geschilderten Aufbau nach Anspruch 1 kann die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst werden. Dadurch, daß frischdampfseitig eine als Ausgleichskolbendichtung wirkende Gleitringdichtung auch eine Abdichtung des Wellendurchtritts durch das Turbinengehäuse übernimmt, wird eine Gleitringdichtung und damit ein teures Bauteil eingespart. Bei Turbinen, bei denen der verbleibende Restschub nur aus einer in den Turbinenstufen verarbeiteten

**[0014]** Druckdifferenz von ca. 1 bar herrührt, kann das Axiallager durchaus so dimensioniert werden, daß es diese Kräfte aufnehmen kann. Dabei ist es möglich, das Axiallager der Turbinenwelle so für beide axiale Richtungen zu dimensionieren, daß es die Schübe bei Vollast und bei Leerlauf optimal aufnimmt.

**[0015]** Bei der Gleitringdichtung besteht ein wesentliches Problem darin, daß bei sehr niedrigen Drehzahlen des Turbinenrotors, wie sie im Anfahrbetrieb oder bisweilen auch im Turnbetrieb auftreten, das aerodynamische Spreizen des Dichtungsspaltess nicht oder nicht ausreichend erfolgt und dadurch die Dichtflächen einem erhöhten Abrieb unterliegen. Es ist deshalb vorteilhaft, Hilfsmittel vorzusehen, die im Anfahrbetrieb oder im Turnbetrieb für eine ausreichende Speizung des Dichtungsspaltess sorgen.

**[0016]** Bei einer Übernahme der Ideen aus der DE 35 33 829 A1 können die zur Speizung erforderlichen Hilfsmittel aus mechanisch wirkenden Elementen aufgebaut werden, und dann im Anfahr- oder Turnbetrieb ein Öffnen des Dichtspaltess auf die erforderliche Breite ermöglichen.

**[0017]** Alternativ dazu können die zur Speizung erforderlichen Hilfsmittel jedoch auch aerodynamisch wirkend aufgebaut werden, wobei in einen die Ausgleichskolbendichtung umschließenden Dichtungsraum eine Dampfzuführung erfolgt, die über ein Ventil steuerbar ist und damit im Normalbetrieb, wenn der Dichtungsraum einen ausreichenden Überdruck aufweist, abgeschaltet werden kann. Dies ist insbesondere bei Kondensationsturbinen erforderlich, bei denen die Dichtung im Unterdruckbetrieb nicht ausreichend zur eigenen Kühlung durchströmt würde.

**[0018]** Den bei einem Bruch einer frischdampfseitigen Gleitringdichtung auftretenden Gefahren kann man

dadurch begegnen, daß mindestens eine konventionelle Labyrinthdichtung als Notdichtung vorgeschaltet wird. Eine der frischdampfseitigen Gleitringdichtung nachgeschaltete konventionelle Labyrinthdichtung erfüllt den gleichen Zweck als Notdichtung.

**[0019]** Eine weitere Sicherheitsmaßnahme kann darin bestehen, daß an mindestens einer als Notdichtung wirkenden Labyrinthdichtung die Druckdifferenz vor und hinter dieser Dichtung gemessen wird und bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes eine Schnellschlußauslösung der Dampfturbine erfolgt.

**[0020]** Die Dichtwirkung der Gleitringdichtung beeinträchtigende Verformungen lassen sich dadurch vermeiden, daß die Gleitringdichtung und ein sie aufnehmendes Dichtungsgehäuse nicht geteilt sind, sondern bei der Montage als geschlossene Ringeile auf den Turbinenrotor aufgeschoben werden.

**[0021]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: eine Kondensationsturbine mit fast vollständigem Ausgleich der axialen Druckkräfte,  
Fig. 2: eine Kondensationsturbine ohne hydrostatischen Ausgleich des Kondensationsteils und  
Fig. 3: eine Kondensationsturbine nach dem Stand der Technik.

**[0022]** In den Fig. 1 und 2 ist der Aufbau einer Gleitringdichtung  $W_a, W_b, W_c$  mit ihren wesentlichen Teilen, wie sie bei den erfindungsgemäßen Beispielen zur Anwendung kommen, dargestellt. Die für hohe Temperaturen geeignete Gleitringdichtung besitzt einen nicht rotierenden Gleitring 2, der beweglich durch eine Sekundärdichtung 3 mit dem Turbinengehäuse TG bzw. dem Dichtungsgehäuse 10 verbunden ist. Der Gleitring 2 wird durch Federn 4 über die Sekundärdichtung 3 an einen rotierenden Gegenring 1 oder die Turbinenwelle TW selbst angedrückt. Zwischen beiden Ringen 1 und 2 liegt ein Dichtspalt DS. Aus Gründen der Formgenauigkeit kann der mit der Turbinenwelle TW rotierende Gegenring 1 auch durch einen Präzisionszwischenring getragen werden. Er wird mit einem elastisch wirkenden Zentrierelement 7 zentriert und durch ein Befestigungselement 8 gehalten. Ein Dichttring 9 verhindert eine Leckströmung zwischen dem Gleitring 2 und dem Rotor R.

**[0023]** Durch eine Gestaltung des Dichtspaltess DS der Gleitringdichtung mit einer speziellen Bemusterung an den sich gegenüberliegenden Dichtflächen, durch welche spaltöffnende Taschen mit einer Tiefe von wenigen Mikrometern entstehen, wird eine hydrodynamische Speizung des Dichtspaltess erreicht und mit Unterstützung durch die Rotation des Gegenrings 1 werden dabei geringe Mengen des abzudichtenden Fluids durch die Dichtung gefördert. Im Vergleich zu üblichen berührungslosen Labyrinthdichtungen ist die Durchtrittsmenge so gering, daß sie den Turbinenbetrieb nicht

stört. Sie kann im Kondensator durch ein Absaugesystem beseitigt werden.

**[0024]** Die in Fig 1 dargestellte Kondensationsturbine ermöglicht einen fast vollständigen Ausgleich der axialen Druckkräfte. Ein Rotor R mit seiner Beschaufelung B befindet sich in einem Turbinengehäuse TG und liegt mit seiner Turbinenwelle TW beidseitig in einem Gleitlager GL. Er besitzt mindestens ein Axiallager AL zum Auffangen von restlichen Axialschüben. In der schematischen Darstellung ist weiterhin die Zufuhr von Frischdampf FD und das Wegführen von Abdampf AD angedeutet.

**[0025]** Die Kondensationsturbine besitzt drei Gleitringdichtungen Wa,Wb,Wc, von denen die beiden äußeren Wa,Wb den Durchtritt der Turbinenwelle TW durch das Turbinengehäuse TG abdichten. Zu diesen Gleitringdichtungen Wa,Wb gehörige Dichtungsräume DRa,DRb sind über eine Ausgleichsleitung AG miteinander verbunden und weisen einen Unterdruck von etwa 0,04 bar auf. Durch diesen Unterdruck ist es erforderlich, die Gleitringdichtungen, im Unterschied zur Anwendung bei anderen Turbomaschinen, so aufzubauen oder anzuordnen, daß eine Anströmung des Dichtspaltes DS von außen nach innen eine Gasschmierung bewirkt und das Strömungsmedium in diesem Fall nicht Dampf, sondern Luft ist. Bei der dargestellten Anordnung werden die Gleitringdichtungen Wa,Wb in Richtung von ihrem inneren zu ihrem äußeren Durchmesser durchströmt, so daß die aerodynamisch wirkende Bemusterung entsprechend angeordnet sein muß. Man kann die Gleitringdichtungen Wa,Wb aber auch anders, z.B. wie in Fig. 1b dargestellt, einbauen. Bei allen Darstellungen ist die jeweilige Strömungsrichtung am Dichtspalt DS durch einen Pfeil gekennzeichnet.

**[0026]** Die beschriebene Kondensationsturbine ist zum Druckausgleich mit einem Ausgleichskolben versehen, dessen Wirkung durch eine dritte als Ausgleichskolbendichtung Wc wirkende Gleitringdichtung gewährleistet wird. Ihr Aufbau entspricht dem der beiden anderen Gleitringdichtungen Wa,Wb, doch ihr Einbau stimmt mit einer üblichen Anordnung überein, bei der eine Durchströmung von innen nach außen erfolgt. Unter normalen Betriebsbedingungen herrscht in dem zugehörigen Dichtungsraum DRc ein Überdruck, der jedoch im Turbinenbetrieb bis auf Unterdruck absinken kann. Für diesen Fall ist eine Dampfzufuhr K1 vorgesehen, mit deren Hilfe wieder ein zur Anströmung ausreichender Überdruck hergestellt werden kann. Ein Ventil V ermöglicht eine Steuerung des Dampfdruckes bzw. ein Abschalten der Dampfzufuhr im Normalbetrieb.

**[0027]** Durch die Anwendung der Ausgleichskolbendichtung Wc am Ausgleichskolben einer Dampfturbine, kann der Wirkungsgrad der Turbine erheblich gesteigert werden. Außerdem wird der konstruktive Aufwand für Rohrleitungen und der Aufwand zur Wiedereinleitung des Dampfes in das Turbinengehäuse TG erheblich geringer.

**[0028]** Damit es bei einem Bruch der frischdampfsei-

tigen Gleitringdichtungen Wa,Wc nicht zu einem unerwünschten Dampfaustritt kommt, sind eine gegenüber der Ausgleichskolbendichtung Wc vorgeschaltete Notdichtung 5 und eine nachgeschaltete Notdichtung 6 vorgesehen. Ebenfalls zur Erhöhung der Sicherheit werden Druckdifferenzen der Drücke Pw und Pk vor und hinter den Notdichtungen 5,6 erfaßt, die bei Überschreiten zulässiger Grenzwerte einen Schnellschluß der Turbine auslösen können.

**[0029]** Die Kondensationsturbine nach Fig.2 entspricht in ihrem Grundaufbau der Fig.1, so daß auf diesbezügliche Wiederholungen verzichtet werden kann. Ein entscheidender Unterschied besteht darin, daß eine Ausgleichskolbendichtung Wd auch die Abdichtung des frischdampfseitigen Wellendurchtritts mit übernimmt, so daß die Gleitringdichtung Wa nach Fig.1 eingespart wird. Erkauft wird dies allerdings durch das Fehlen eines hydrostatischen Druckausgleichs des Kondensationsteils. Um diese Drücke aufzufangen, muß das Axiallager AL entsprechend dimensioniert werden.

**[0030]** Zur Vermeidung von Verformungen im Bereich der Ringe 1 und 2 werden ungeteilte Dichtungsgehäuse 10 verwendet, die sich ohne Öffnen des Turbinengehäuses montieren lassen.

#### Patentansprüche

1. Kondensationsturbine mit einem Frischdampfeingang (FD) und einem Abdampfausgang (AD) und mindestens zwei Dichtungen (Wa,Wb) zur Abdichtung des Turbinengehäuses (TG) im Bereich einer den Turbinenrotor tragenden Turbinenwelle (TW), von denen mindestens eine Dichtung (Wa) frischdampfseitig und eine Dichtung (Wb) abdampfseitig angeordnet ist, wobei die Dichtungen getrennte Dichtungsräume (DRa,DRb) abdichten, die durch eine Ausgleichsleitung (AG) miteinander in Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet, daß** sowohl frischdampfseitig als auch abdampfseitig mindestens je eine Dichtung (Wa,Wb) als gasgeschmierte Gleitringdichtung ausgeführt ist, daß die Dichtungsräume (DRa, DRb) mit einem gleichen unterhalb des atmosphärischen Außendrucks liegenden Druck beaufschlagt sind, und daß diese Gleitringdichtungen (Wa,Wb) so ausgeführt und eingebaut sind, daß eine zur Gasschmierung erforderliche Durchströmung der Gleitringdichtungen (Wa,Wb) von der äußeren Atmosphäre in den Gehäuseinnenraum erfolgen kann.
2. Kondensationsturbine mit einem Frischdampfeingang (FD) und einem Abdampfausgang (AD) und mindestens zwei Dichtungen zur Abdichtung des Turbinengehäuses im Bereich einer den Turbinenrotor tragenden Turbinenwelle (TW), von denen mindestens eine Dichtung (Wd) frischdampfseitig und eine Dichtung (Wb) abdampfseitig angeordnet

ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** sowohl frischdampfseitig als auch abdampfseitig mindestens je eine Dichtung (Wb,Wd) als gasgeschmierte Gleitringdichtung ausgeführt ist, daß die Dichtung (Wd) als Ausgleichskolbendichtung wirkt, daß die Dichtung auch eine Abdichtung des Wellendurchtritts durch das Turbinengehäuse übernimmt, und daß das Axiallager (AL) der Turbinenwelle (TW) so dimensioniert ist, daß es auf die Turbinenwelle (TW) wirkende, nicht kompensierte Schübe aufnehmen kann.

3. Kondensationsturbine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei den Gleitringdichtungen (Wa,Wb) in ihre Dichtflächen eine aerodynamisch wirksame Bemusterung integriert ist, deren Wirkrichtung mit der vorgesehenen Durchströmung der Gleitringdichtungen (Wa,Wb) von der äußeren Atmosphäre in den Gehäuseinnenraum korrespondiert.
4. Kondensationsturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** frischdampfseitig hinter der äußersten Gleitringdichtung (Wa) eine Ausgleichskolbendichtung (Wc) eingefügt ist, die ebenfalls als Gleitringdichtung aufgebaut ist.
5. Kondensationsturbine nach einem der vorhandenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Axiallager (AL) der Turbinenwelle (TW) so dimensioniert ist, daß es auf die Welle wirkende Restschübe der Beschaufelung, die von einem Ausgleichskolben nicht ausgeglichen werden, aufnehmen kann.
6. Kondensationsturbine nach einem der vorhandenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Axiallager (AL) der Turbinenwelle (TW) so dimensioniert ist, daß es in beiden Axialrichtungen die bei Leerlauf und bei Vollast auf die Welle wirkenden Schübe aufnehmen kann.
7. Kondensationsturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Hilfsmittel vorgesehen sind, die eine Spreizung des Dichtspaltes der Ausgleichskolbendichtung (Wd) im Anfahr- und im Turnbetrieb ermöglichen.
8. Kondensationsturbine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zur Spreizung erforderlichen Hilfsmittel aus mechanisch wirkenden Elementen aufgebaut sind, die im Anfahr- und im Turnbetrieb ein Öffnen des Dichtspaltes auf die erforderliche Breite ermöglichen.
9. Kondensationsturbine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zur Spreizung erforderli-

chen Hilfsmittel aerodynamisch wirken, wobei in einen die Ausgleichskolbendichtung (Wc) umschließenden Dichtungsraum (DRc) eine Dampfzuführung (K1) erfolgt, die im Turnbetrieb einen Überdruck erzeugt und im Normalbetrieb durch ein Ventil (V) abschaltbar ist.

10. Kondensationsturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ausgleichskolbendichtung (Wc) mindestens eine konventionelle Labyrinthdichtung (5, 6) als Notdichtung vor geschaltet und/oder nachgeschaltet ist.
11. Kondensationsturbine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** an mindestens einer als Notdichtung wirkenden Labyrinthdichtung (5, 6) die Druckdifferenz vor und hinter dieser Dichtung gemessen wird und bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes eine Schnellschlußauslösung der Dampfturbine erfolgt.
12. Kondensationsturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gleitringdichtung (Wa, Wb, Wc, Wd) und/oder ein sie aufnehmendes Dichtungsgehäuse (10) nicht geteilt sind, sondern bei der Montage als geschlossene Ringteile auf den Turbinenrotor (R) aufgeschoben werden.

## Claims

1. Condensing turbine with a live steam input (FD) and an exhaust steam output (AD) and at least two seals (Wa, Wb) for sealing the turbine housing (TG) in the region of a turbine shaft (TW) carrying the turbine rotor, of which at least one seal (Wa) is arranged at the live steam side and one seal (Wb) at the exhaust steam side, the seals sealing separate sealing spaces (DRa, DRb) connected to one another by a compensating line (AG), **characterised in that** at least one respective seal (Wa, Wb) both at the live steam side and at the exhaust steam side is designed as a gas-lubricated axial face seal, **in that** the sealing spaces (DRa, DRb) are subjected to an identical pressure below the external atmospheric pressure, and **in that** these axial face seals (Wa, Wb) are designed and fitted in such a way that a through-flow of the axial face seals (Wa, Wb) necessary for gas lubrication can occur from the external atmosphere into the interior of the housing.
2. Condensing turbine with a live steam input (FD) and an exhaust gas output (AD) and at least two seals for sealing the turbine housing in the region of a turbine shaft (TW) carrying the turbine rotor, of which at least one seal (Wd) is arranged at the live steam

side and one seal (Wb) at the exhaust steam side, **characterised in that** at least one respective seal (Wb, Wd) both at the live steam side and at the exhaust steam side is designed as a gas-lubricated axial face seal, **in that** the seal (Wd) acts as a compensating piston seal, **in that** the seal also assumes sealing of the shaft passage through the turbine housing, and **in that** the axial bearing (AL) of the turbine shaft (TW) is dimensioned such that it can absorb uncompensated thrusts acting on the turbine shaft (TW).

3. Condensing turbine according to claim 2, **characterised in that** an aerodynamically acting pattern is integrated into the sealing faces of the axial face seals (Wa, Wb), the direction of action of which pattern corresponds to the provided through-flow of the axial face seals (Wa, Wb) from the external atmosphere into the interior of the housing.
4. Condensing turbine according to any of the preceding claims, **characterised in that** a compensating piston seal (Wc), also designed as an axial face seal, is inserted at the live steam side behind the outermost axial face seal (Wa).
5. Condensing turbine according to any of the preceding claims, **characterised in that** the axial bearing (AL) of the turbine shaft (TW) is dimensioned in such a way that it can absorb residual thrusts of the blades acting on the shaft which are not compensated by a compensating piston.
6. Condensing turbine according to any of the preceding claims, **characterised in that** the axial bearing (AL) of the turbine shaft (TW) is dimensioned in such a way that it can absorb thrusts acting on the shaft during idling and in the event of full load, in both axial directions.
7. Condensing turbine according to any of the preceding claims, **characterised in that** aids are provided to allow widening of the sealing gap of the compensating piston seal (Wd) in start-up and turning mode.
8. Condensing turbine according to claim 7, **characterised in that** the aids required for widening are constructed from mechanically acting elements allowing opening of the sealing gap to the required width in start-up and turning mode.
9. Condensing turbine according to claim 7, **characterised in that** the aids required for widening act aerodynamically, there being a supply of steam (K1) into a sealing space (DRc) surrounding the compensating piston seal (Wc) which supply of steam (K1) produces excess pressure in turning mode and

can be switched off by a valve (V) during normal operation.

10. Condensing turbine according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one conventional labyrinth seal (5, 6) is connected upstream and/or downstream of the compensating piston seal (Wc) as an emergency seal.
11. Condensing turbine according to claim 10, **characterised in that** at least at one labyrinth seal (5, 6) acting as an emergency seal the pressure difference is measured upstream and downstream of this seal and in the event of a predetermined limit being exceeded emergency shutdown of the steam turbine is triggered.
12. Condensing turbine according to any of the preceding claims, **characterised in that** the axial face seal (Wa, Wb, Wc, Wd) and/or a sealing housing (10) receiving it are not divided, but are pushed onto the turbine rotor (R) during assembly as closed annular components.

## Revendications

1. Turbine à condensation avec une admission de vapeur vive (VV) et une évacuation de vapeur d'échappement (VE) et au moins deux garnitures (Ga, Gb) assurant l'étanchéité du bâti de la turbine (BT) dans le secteur d'un arbre de turbine (AT) supportant le rotor de la turbine, parmi lesquelles au moins une garniture (Ga) est disposée du côté de la vapeur vive et au moins une garniture (Gb) est située du côté de la vapeur d'échappement, les garnitures rendant étanches des enceintes d'étanchéité (EEa, EEb) distinctes, qui sont reliées par un conduit d'équilibrage (CE), **caractérisée en ce que**, du côté de la vapeur vive et du côté de la vapeur d'échappement, au moins une garniture (Ga, Gb) est réalisée sous la forme d'une garniture à anneau coulissant lubrifiée au gaz, **en ce que** les enceintes d'étanchéité (EEa, EEb) sont soumises à une même pression inférieure à la pression atmosphérique extérieure, et **en ce que** ces garnitures à anneau coulissant (Ga, Gb) sont réalisées et construites de telle sorte que les garnitures à anneau coulissant (Ga, Gb) puissent passer de l'atmosphère extérieure à l'enceinte intérieure du bâti, ce qui est nécessaire à la lubrification gazeuse.
2. Turbine à condensation avec une admission de vapeur vive (VV) et une évacuation de vapeur d'échappement (VE) et au moins deux garnitures garantissant l'étanchéité du bâti de la turbine (BT) dans le secteur d'un arbre de turbine (AT) suppor-

tant le rotor de la turbine, parmi lesquelles au moins une garniture (Gd) est disposée du côté de la vapeur vive et au moins une garniture (Gb) est située du côté de la vapeur d'échappement,

**caractérisée en ce que**, du côté de la vapeur vive et du côté de la vapeur d'échappement, au moins une garniture (Gb, Gd) est réalisée sous la forme d'une garniture à anneau coulissant lubrifiée au gaz, **en ce que** la garniture (Gd) fait office de garniture de piston d'équilibrage, **en ce que** la garniture assure également l'étanchéité du passage de l'arbre dans le bâti de la turbine, et **en ce que** le palier (P) de l'arbre de la turbine (AT) est dimensionné de telle sorte qu'il peut recevoir des poussées exercées sur l'arbre de la turbine (AT), non compensées.

3. Turbine à condensation selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les garnitures à anneau coulissant (Ga, Gb) intègrent dans leurs faces étanches un échantillon ayant un effet aérodynamique, dont la direction d'action est conforme au passage prévu des garnitures à anneau coulissant (Ga, Gb) de l'atmosphère extérieure pour arriver dans l'enceinte intérieure du bâti.

4. Turbine à condensation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, du côté de la vapeur vive, derrière la garniture à anneau coulissant située la plus à l'extérieur est insérée une garniture de piston d'équilibrage (Gc), qui se présente également sous la forme d'une garniture à anneau coulissant.

5. Turbine à condensation selon l'une quelconque des revendications existantes, **caractérisée en ce que** le palier (P) de l'arbre de la turbine (AT) est dimensionné de telle sorte qu'il peut recevoir les poussées résiduelles de l'aube s'exerçant sur l'arbre, non compensées par un boulon d'équilibrage.

6. Turbine à condensation selon l'une quelconque des revendications existantes, **caractérisée en ce que** le palier (P) de l'arbre de la turbine (AT) est dimensionné de telle sorte qu'il peut recevoir, dans les deux directions axiales, les poussées s'exerçant sur l'arbre en marche à vide et en régime de charge.

7. Turbine à condensation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des moyens sont prévus, qui permettent une variation du jeu d'étanchéité de la garniture de piston d'équilibrage (Gd) en régime de démarrage et de rotation.

8. Turbine à condensation selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les moyens nécessaires à la variation du jeu sont constitués d'éléments à ac-

tion mécanique qui, en régime de démarrage et de rotation, permettent une ouverture pour obtenir la largeur nécessaire.

5 9. Turbine à condensation selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les moyens nécessaires à la variation du jeu ont un effet aérodynamique, moyennant quoi, dans une enceinte d'étanchéité (EEc) entourant la garniture de piston d'équilibrage (Gc), il se produit une arrivée de vapeur (K1), qui entraîne une surpression en régime de rotation et peut être stoppée, en régime normal, par une soupape (S).

10 10. Turbine à condensation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'en** amont et/ou en aval de la garniture de piston d'équilibrage (Gc) se trouve au moins une garniture à labyrinthe traditionnelle (5,6) qui sert de garniture de secours.

25 11. Turbine à condensation selon la revendication 10, **caractérisée en ce qu'au** moins sur une garniture à labyrinthe (5,6) servant de garniture de secours, la différence de pression à l'avant et à l'arrière de cette garniture est mesurée et, en cas de dépassement d'un seuil prédéfini, un déclenchement de l'arrêt d'urgence se produit sur la turbine à vapeur.

30 12. Turbine à condensation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la garniture à anneau coulissant (Ga, Gb, Gc, Gd) et/ou un bâti d'étanchéité (10) le logeant ne sont pas séparés ; en revanche, lors du montage, ils sont poussés sur le rotor de la turbine (R), en tant que pièces annulaires fermées.

35

40

45

50

55

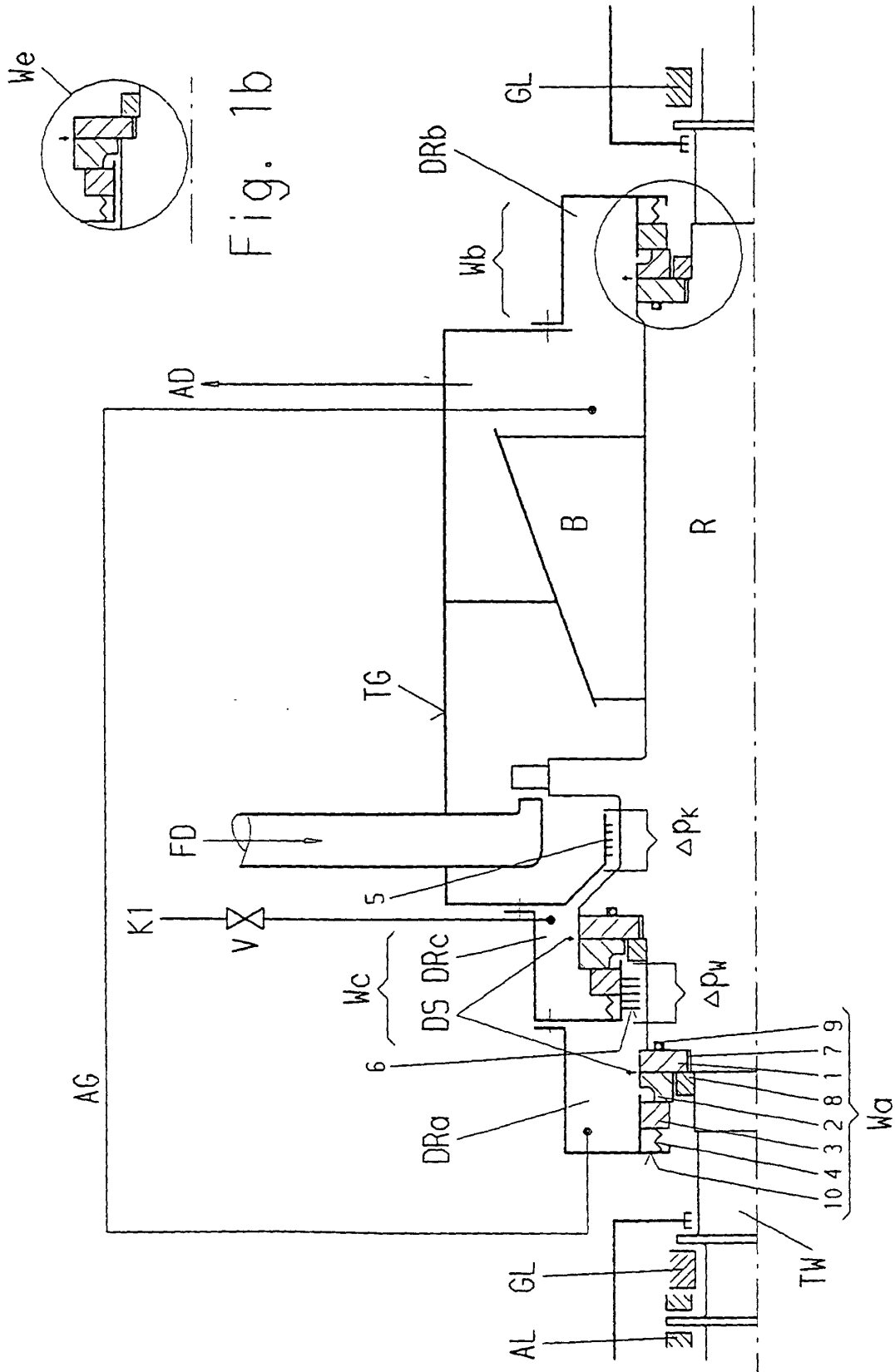


Fig. 1

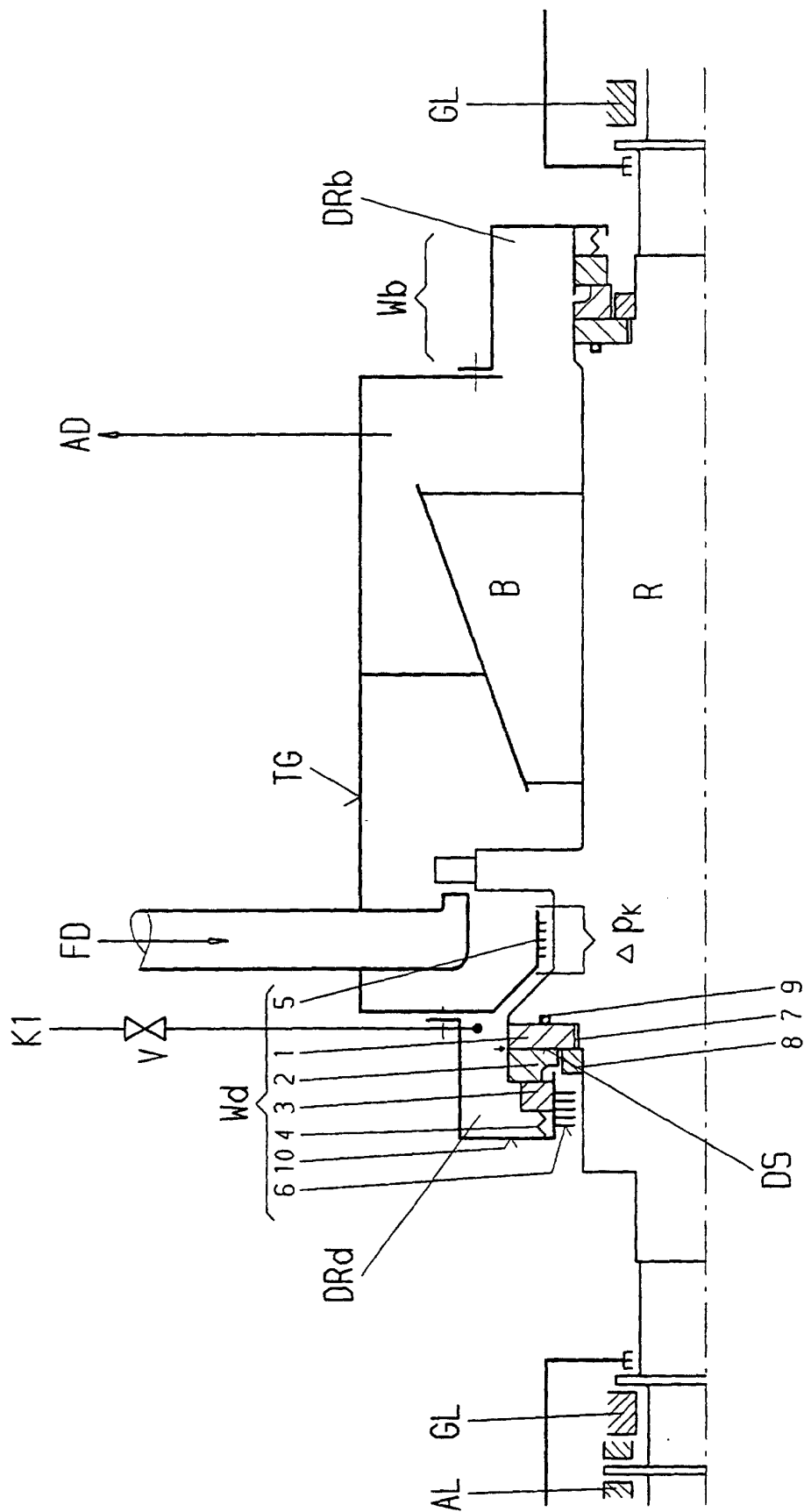
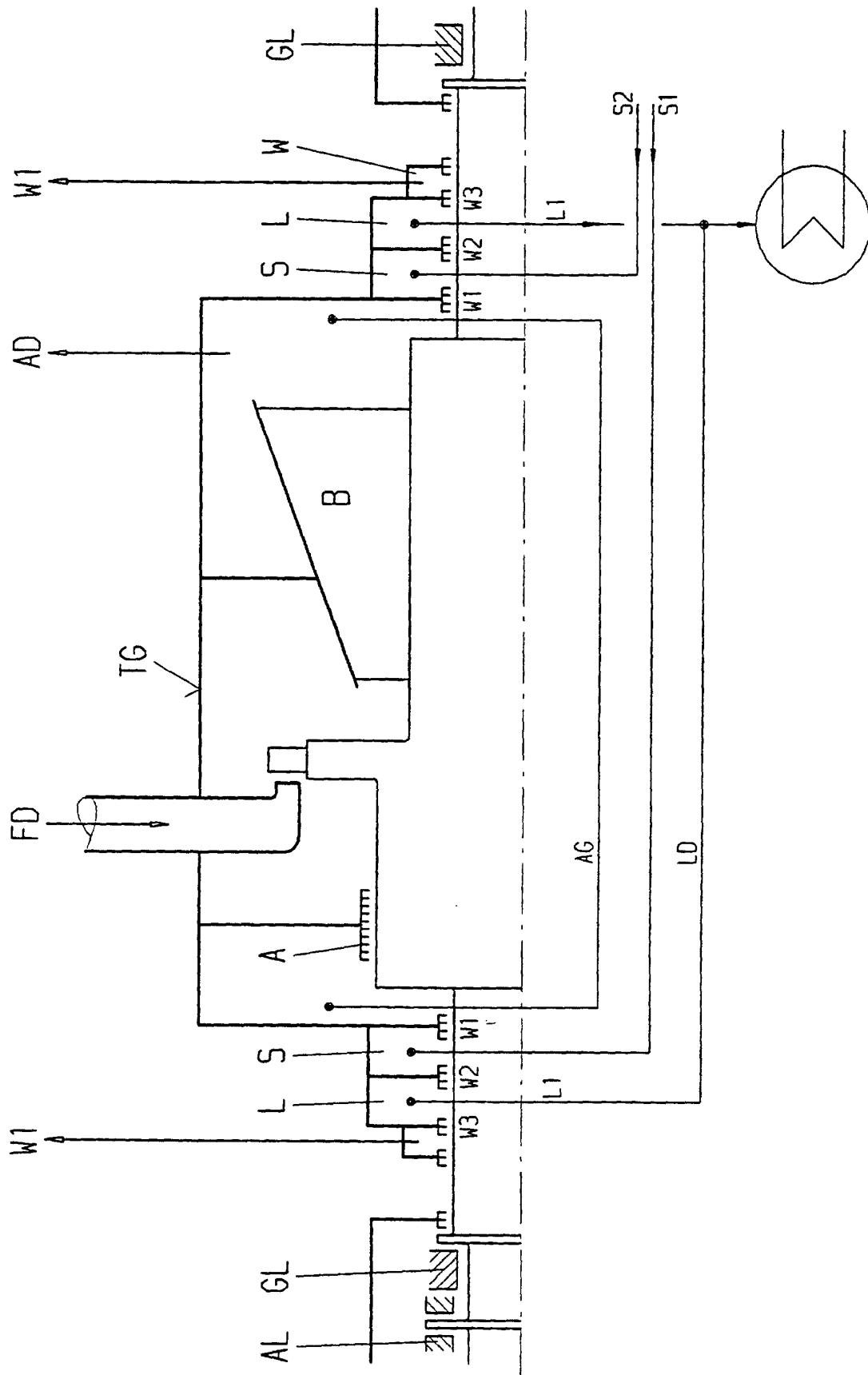


Fig. 2



391