

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 020 618 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.07.2000 Patentblatt 2000/29

(51) Int Cl.7: **F01D 9/02, F01D 1/02**

(21) Anmeldenummer: **99811184.3**

(22) Anmeldetag: **21.12.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Heiniger, Kurt C., Dr.**
5077 Elfingen (CH)

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr. et al**
ABB Business Services Ltd
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16 Bldg. 699
5401 Baden (CH)

(30) Priorität: **16.01.1999 DE 19901564**

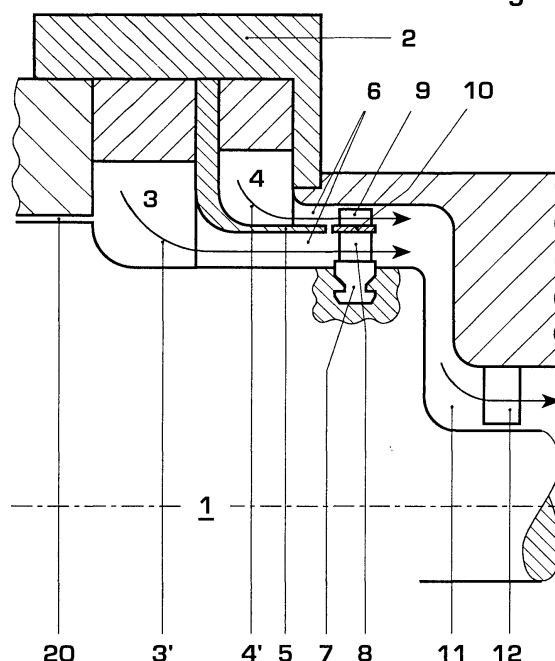
(71) Anmelder: **ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG**
5401 Baden (CH)

(54) Hochdruckturbine mit Doppelspiraleinlauf

(57) Eine Hochdruckdampfturbine weist in einem Einlassgehäuse (1) einen Doppelspiraleinlauf mit zwei Zuströmleitungen (3, 4) auf, die durch eine Gehäusetrennwand (5) voneinander abgegrenzt sind. Diese münden in Ringöffnungen (6), die konzentrisch zueinander liegen und sich über 360° erstrecken. Direkt nach dem Ende der Gehäusetrennwand (5) ist ein Regelrad (7) angeordnet, das radial in einen äusseren Teil (9) und einen inneren Teil (8) geteilt ist. Dadurch strömt der

Dampfstrom (3') aus der Zuströmleitung (3) auf den Teil (8) und der Dampfstrom (4') aus der Zuströmleitung (4) auf den Teil (9) des Regelrads (7). Vor dem Regelrad entstehen keine Kreuz- oder Leakageströmungen oder Querschnittserweiterungen der Dampfströme. Nach dem geteilten Regelrad (7) ist ferner eine Mischkammer (11) angeordnet. Die Erfindung erbringt den Vorteil eines erweiterten Regelbereichs von Teillasten der Turbine.

Fig. 1



EP 1 020 618 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine axial durchströmte Hochdruckdampfturbine mit einem Doppelspiraleinlauf bestehend aus zwei spiralförmigen Zuströmleitungen, die das Arbeitsmittel über konzentrisch zueinander liegende Ringöffnungen in Vollbeaufschlagung über 360° auf ein Regelrad leiten. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Konstruktion des Regelrads zwecks einer verbesserten Leistungsregelung der Dampfturbine.

Stand der Technik

[0002] Die Leistungsregelung von Dampfturbinen erfolgt klassisch durch Drosselregelung der Frischdampfdrücke, auch als Gleitdruckregelung bekannt, oder durch Düsengruppenregelung, bei der mittels Regelventilen und einzeln abschaltbaren oder drosselbaren Sektoren eines Düsenkranzes eine Gleichdruckstufe teilbeaufschlagt wird. Durch die Düsengruppen wird die Axialgeschwindigkeit erhöht, wodurch das grosse Stufengefälle von der Beschaufelung relativ gut verarbeitet wird. Nachteil bei der Düsengruppenregelung ist jedoch, dass beim Teillastbetrieb die Machzahlen sehr stark ansteigen und sich ein negativer Reaktionsgrad ergeben kann. Ferner können Schwingungen angeregt werden, die durch die Teilbeaufschlagung in der Reaktionsstufe bedingt sind.

Eine weitere bekannte Art der Leistungsregelung erfolgt durch die Verwendung eines Doppelspiraleinlaufs wie zum Beispiel in der EP 0 491 134 beschrieben.

Hier ist eine einflutige, axial durchströmte Hochdruckdampfturbine beschrieben, deren Dampfzuströmleitung zwei verschieden grosse Spiralgehäuse aufweist, durch die verschieden grosse Dampfmassenströme geleitet werden. Die Spiralgehäuse dienen unter anderem dazu, in den Dampfströmen den für das nachfolgende Laufrad benötigten Zuströmdrall zu erzeugen.

Die zwei Dampfströme, welche durch diese Gehäuse geleitet werden, sind unterschiedlicher Masse und getrennt abschaltbar und/oder drosselbar. Die Spiraleinläufe weisen an ihren Enden eine Ringöffnung auf, durch die das Arbeitsmittel auf ein nach dem Gleichdruckprinzip arbeitendes Regelrad geleitet wird. Die Ringöffnungen sind konzentrisch zueinander angeordnet und leiten ihre Dampfströme auf verschiedenen radialen Höhen auf das Regelrad. Sie erstrecken sich über 360°, sodass das Regelrad voll beaufschlagt wird. Eine Teillast wird dabei durch Öffnen, Schliessen oder Drosseln der einzelnen, unterschiedlich grossen Spiraleinläufe betrieben. Der Bereich der Leistungsregelung der Turbine ist hier jedoch begrenzt, weil im Teillastbetrieb der Querschnitt des Dampfstroms nach den Spiralmündungen oder Ringöffnungen und vor der Regelstufe erweitert und die Axialgeschwindigkeit des Dampfstroms vermindert wird. Da im Teillastbetrieb je-

doch eine hohe Axialgeschwindigkeit für die Verarbeitung von grossen Stufengefällen in der Reaktionsstufe notwendig ist, führt die Querschnittserweiterung zu einer Einschränkung des Regelbereichs von Teillasten.

Darstellung der Erfindung

[0003] Angesichts des erwähnten Standes der Technik ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Hochdruckdampfturbine mit einem Doppelspiraleinlauf der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, die über einen erweiterten Regelbereich des Teillastbetriebs verfügt.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Hochdruckturbine mit Doppelspiraleinlauf gemäss des Oberbegriffs des Anspruchs 1 gelöst, bei der das Regelrad unmittelbar nach den Ringöffnungen des Spiraleinlaufs angeordnet und radial in zwei Teile geteilt ist.

Der Dampfstrom aus dem radial inneren Spiraleinlauf strömt über die Ringöffnungen, die radial dem Rotor näher liegen, unmittelbar auf den radial innen liegenden Teil des Regelrads; der Dampfstrom aus dem radial äusseren Spiraleinlauf strömt über die radial weiter aussen liegenden Ringöffnungen unmittelbar auf den radial aussen liegenden Teil des Regelrades. Durch die Anordnung des Regelrads unmittelbar nach den Ringöffnungen ergibt sich keine Vermischung der beiden Dampfströme vor der Regelstufe und keine Veränderung des Querschnitts und der Axialgeschwindigkeiten. Vielmehr erfolgt eine direkte Zuordnung der Dampfströme aus den einzelnen Spiraleinläufen auf die zwei Radialteile des Regelrads. Auf diese Art können verschiedene Teillasten gemäss den Massenströmen und Geschwindigkeiten der Dampfströme in den einzelnen Spiraleinläufen und der Einstellung von bestimmten Regelungspunkten durch Öffnung, Schliessung oder Drosselung der Spiraleinläufe gezielt betrieben werden. Insbesondere ist dadurch der Regelbereich der Turbine wesentlich erweitert. Eine "Verwischung" von mehreren Regelpunkten, wie sie im Stand der Technik aufgrund der Querschnittserweiterung und der radialen Vermischung der Dampfströme aus den Spiraleinläufen vor der Regelstufe entsteht, wird durch die Erfindung vermieden.

Erfindungsgemäss ist nach der Regelstufe und vor der ersten Reaktionsstufe, eine Radkammer angeordnet. Die Mischkammer dient im wesentlichen der radialen Vermischung der einzelnen Dampfströme bevor sie auf die Reaktionsstufe treffen. Ferner dient sie dem Abbau von Sekundärströmungen, die bei der radialen Teilung des Regelrads entstehen können. Dadurch wird auch das Geschwindigkeitsprofil im Eintritt zu der folgenden an der Reaktionsstufe verbessert.

In einer ersten Ausführung ist das erfindungsgemäss radial geteilte Regelrad auf erhöhtem Radius angeordnet, wobei die anschliessende Radkammer vor der Reaktionsbeschaufelung sich über einen radialen Bereich erstreckt. In dieser Anordnung besitzt ein Dampfstrom eine erhöhte Umfangsgeschwindigkeit, wodurch ein grö-

seres Enthalpie- und Druckgefälle bzw. Temperaturgefälle erzielt wird.

In einer zweiten Ausführung ist das erfindungsgemässe Regelrad auf radialer Höhe der Reaktionsbeschauelung angeordnet, wobei die darauffolgende Radkammer annular ausgebildet ist. Diese Anordnung hat den Vorteil über der ersten, dass sie kostengünstiger realisiert werden kann.

[0005] Die Vorteile der Erfindung liegen, wie erwähnt, in der Erweiterung des Regelbereichs von Teillasten der Turbine, indem eine "Verwischung" der Regelpunkte vermieden wird. Ferner werden durch die Vollbeaufschlagung der Regelstufe Schwingungen, die bei Teilbeaufschlagung angeregt werden können, vermieden. Durch die radiale Teilung wird das Regelrad mechanisch weniger beansprucht. Es ist dadurch eine mechanische Montage des Regelrads ermöglicht. Diese ist im Vergleich zur aktuellen Ausführung als Schweisskonstruktion, wobei das Schaufelrad aus einer vollen Scheibe durch Erosion gefertigt wird, kostengünstiger und mit weniger Aufwand realisierbar.

[0006] Schliesslich verfügt die erfindungsgemässe Hochdruckturbine über den Vorteil einer Teillastregelung ohne Düsendgruppen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Es zeigen:

Figur 1: Eine Hochdruckdampfturbine mit Doppelspiraleinlauf mit direkt anschliessendem radial geteiltem Regelrad auf erhöhtem Radius und mit anschliessender Mischkammer,

Figur 2: Eine Hochdruckdampfturbine mit Doppelspiraleinlauf mit direkt anschliessendem radial geteiltem Regelrad auf Radius der

Reaktionsbeschauelung und mit anschliessender, annularer Mischkammer, Figur 3a und 3b: Ein Detail des erfindungsgemäss radial geteilten Regelrads mit mitrotierender Trennwand im Anschluss an die Ringöffnungen.

Wege der Ausführung der Erfindung

[0008] Figur 1 zeigt die erste Ausführung einer erfindungsgemässen Hochdruckdampfturbine. Sie weist ein doppelspiraliges Einlassgehäuse 2 auf mit einer grossen Spirale 3 und einer kleinen Spirale 4, durch die ein erster Dampfzustrom 3' bzw. ein zweiter Dampfzustrom 4' strömen. Die beiden Spiralen 3, 4 sind durch eine Gehäusetrennwand 5 voneinander abgegrenzt, an deren Ende sich Ringöffnungen 6 befinden, die konzentrisch zueinander angeordnet sind und sich über 360° erstrecken. Die Ringöffnungen befinden sich hier im Vergleich zum Leitrad 12 der ersten Reaktionsstufe auf erhöhtem Radius. Das Regelrad 7 ist auf gleichem Radius wie die Ringöffnungen und unmittelbar anschliessend dem En-

de der Trennwand 5 angeordnet. Es weist eine mitrotierende Trennwand 10 auf, die es in zwei radial versetzte Teile 8 und 9 teilt. Das Regelrad 7 und die mitrotierende Trennwand 10 sind so nah wie möglich der Trennwand 5 angeordnet, so dass der Dampfzustrom 3' auf den Teil 8 auf kleinerem Radius und der Dampfzustrom 4' auf den Teil 9 auf grösserem Radius trifft. Es wird also eine eindeutige Zuordnung erzielt zwischen den Zuströmen und den einzelnen Regelradteilen. Es entsteht insbesondere keine Querschnittserweiterung und keine Vermischung der beiden Zuströme bevor sie auf das Regelrad treffen. Dem Regelrad folgt eine radial sich erstreckende Rad- oder Mischkammer 11, in der die Dampfströme sich radial vermischen bevor sie auf das Leitrad 12 der ersten Reaktionsstufe treffen.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführung der Erfindung. Hier liegen die Ringöffnungen 6 der beiden Zuströmlösungen sowie das darauffolgende Regelrad 7 auf Höhe des Rotors 1 und des Leitrads 12 der ersten Reaktionsstufe. Das Regelrad 7 ist wiederum direkt anschliessend der Trennwand 5 angeordnet, sodass die Zuordnung zwischen Zuströmungen 3' und 4' und dem Regelradteilen 8 und 9 eindeutig ist. Die darauffolgende Mischstrecke 11 erstreckt sich hier axial auf Höhe des Leitrads 12.

Die radiale Teilung des Regelrades ist durch eine mitrotierende Trennwand 10 realisiert und im Detail in Figur 3 gezeigt. Figur 3a zeigt eine Variante, die auf der dem Einlassgehäuse 2 zugewandten Seite eine Lippe 13 aufweist. Die Trennwand 5 der Zuströmlösungen ragt teilweise über diese Lippe 13 hinweg. Sie dient der Minimierung von Kreuzströmungen oder Leakageströmungen aus der Zuströmlösung 3 auf den Regelradteil 9 sowie einer Strömung aus der Zuströmlösung 4 auf den Regelradteil 8. Anstelle der Lippe sind hier auch komplexere Dichtungsformen, wie zum Beispiel Labyrinthdichtungen, nötig.

In Figur 3b ist eine einfachere Variante gezeigt, bei der die Trennwand 10 einen geraden Abschluss aufweist, der so nah wie möglich an der Gehäusetrennwand 5 liegt ohne diese zu berühren.

Mit der erfindungsgemässen Hochdruckturbine mit Vollbeaufschlagung lassen sich beispielsweise drei verschiedene Ventilpunkte ohne Drosselung betreiben: Beim ersten Ventilpunkt sind beide Zuströmlösungen 3 und 4 voll offen, wodurch 100% Last erzielt wird. Beim zweiten ist die erste, kleinere Zuströmlösung 4 vollständig geschlossen und die zweite, grössere Leitung 3 vollständig offen, wodurch beispielsweise 85% Last erzielt werden kann. Beim dritten Punkt wird die erste Leitung voll geöffnet und die zweite voll geschlossen, wodurch ca. 60% der Last erzielt werden kann. Bei teilweiser Drosselung der einen, anderen oder beider Zuströmlösungen können Lasten zwischen den erwähnten Punkten erzielt werden.

In der gezeigten Variante ist der Spiraleinlauf mit grösserem Querschnitt auf kleinerem Radius, und jener mit kleinerem Querschnitt auf grösserem Radius angeordnet. In einer weiteren Variante sind die Spiraleinläufe in

ihrer radialen Position vertauscht, also jener mit grösserem Querschnitt auf kleinem Radius, und jener mit kleinerem Querschnitt auf grossem Radius angeordnet.

Bezugszeichenliste

[0009]

- | | | |
|----|--|----|
| 1 | Rotor | |
| 2 | Einlassgehäuse | |
| 3 | Grosse Spirale | |
| 3' | erster Dampfstrom | |
| 4 | Kleine Spirale | |
| 4' | zweiter Dampfstrom | |
| 5 | Gehäusetrennwand | 15 |
| 6 | Ringöffnungen | |
| 7 | Regelrad | |
| 8 | erster Radialteil des Regelrads | |
| 9 | zweiter Radialteil des Regelrads | |
| 10 | Mitrotierende Trennwand | 20 |
| 11 | Radkammer/Mischkammer | |
| 12 | Leitrad der ersten Turbinenstufe/ Reaktionsstufe | |
| 13 | Lippe | |
| 20 | Ausgleichkolben für Schubausgleich | 25 |

Patentansprüche

1. Axial durchströmte Hochdruckturbine mit einem Regelrad (7), einer ersten Reaktionsstufe mit einem Leitrad (12) und einem Laufrad, sowie mit einem Einlassgehäuse (1) mit einem Doppelspiraleinlauf, der eine erste Zuströmleitung (3) und eine zweite Zuströmleitung (4) aufweist, zwischen denen zwecks Abgrenzung eine Gehäusetrennwand (5) angeordnet ist, und die je in konzentrisch zueinander angeordnete Ringöffnungen (6) münden, die sich über 360° erstrecken
dadurch gekennzeichnet, dass
das Regelrad (7) in Strömungsrichtung direkt nach dem Ende der Gehäusetrennwand (5) und bezüglich dieser Gehäusetrennwand (5) berührungsfrei angeordnet ist und das Regelrad (7) radial in einen ersten auf kleinem Radius liegenden Radialteil (8) und einen zweiten auf grossem Radius liegenden Radialteil (9) geteilt ist und der Arbeitsmittelstrom (3') aus der ersten Zuströmleitung (3) auf den ersten Teil (8) des Regelrads (7) strömt und der Arbeitsmittelstrom (4') aus der zweiten Zuströmleitung (4) auf den zweiten Teil (9) des Regelrads (7) strömt.
2. Hochdruckturbine nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
das radial geteilte Regelrad (7) im Vergleich zum Leitrad (12) der ersten Reaktionsstufe auf grösserem Radius angeordnet ist und in Strömungsrichtung dem Regelrad (7) nachfolgend eine Mischkammer (11) angeordnet ist, die sich radial zum

Leitrad (12) der ersten Reaktionsstufe erstreckt.

3. Hochdruckturbine nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
das radial geteilte Regelrad (7) im Vergleich zum Leitrad (12) der ersten Reaktionsstufe auf gleichem Radius angeordnet ist und in Strömungsrichtung nach dem Regelrad (7) eine Mischkammer (11) angeordnet ist, die sich axial zum Leitrad (12) der ersten Reaktionsstufe erstreckt.
4. Hochdruckturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3
dadurch gekennzeichnet, dass
das radial geteilte Regelrad (7) eine mitrotierende Trennwand (10) aufweist, die bezüglich der Gehäusetrennwand (5) berührungsfrei angeordnet ist.
5. Hochdruckturbine nach Anspruch 4
dadurch gekennzeichnet, dass
die mitrotierende Trennwand (10) eine vorstehende Lippe (13) aufweist, die sich unter oder über das Ende der Gehäusetrennwand (5) zwischen den Zuströmleitungen (3, 4) erstreckt, wobei sie bezüglich der Gehäusetrennwand (5) berührungsfrei angeordnet ist.

Fig. 2

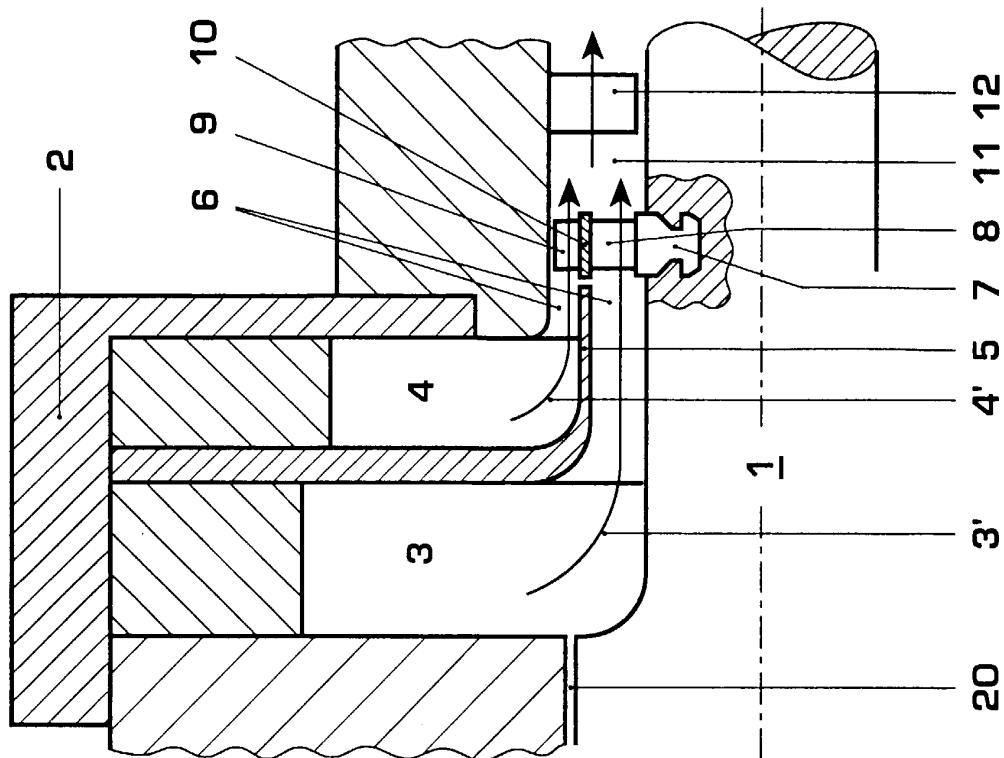


Fig. 1

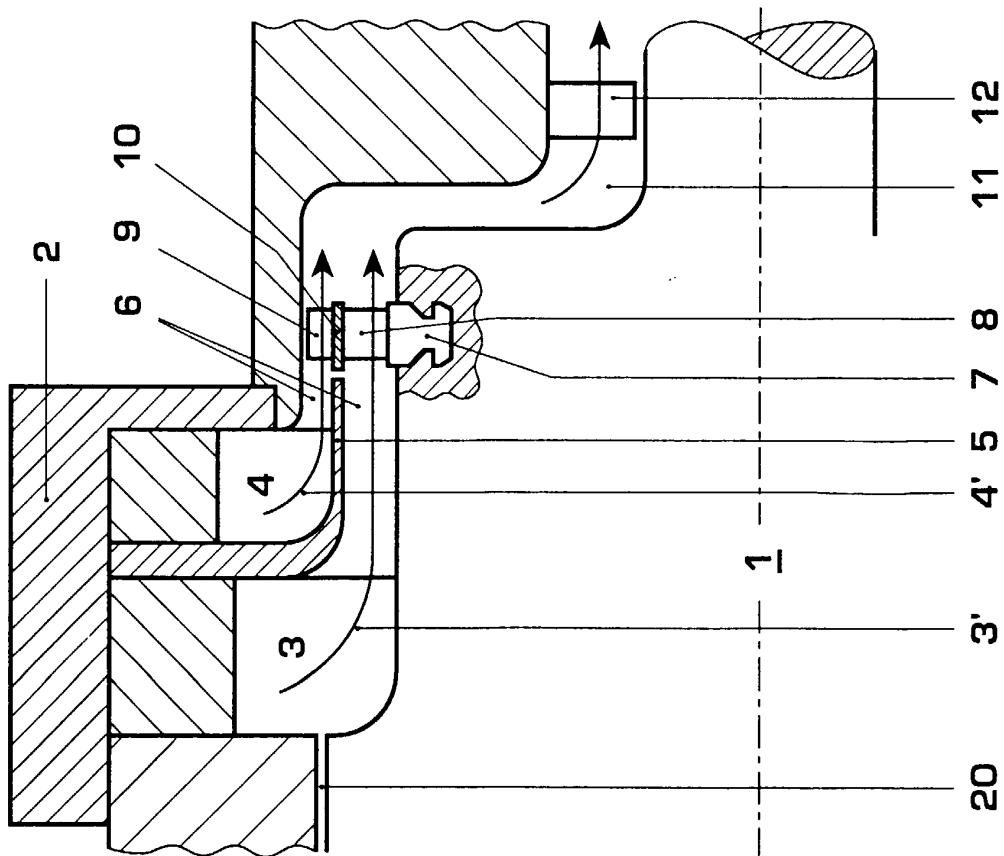


Fig. 3a

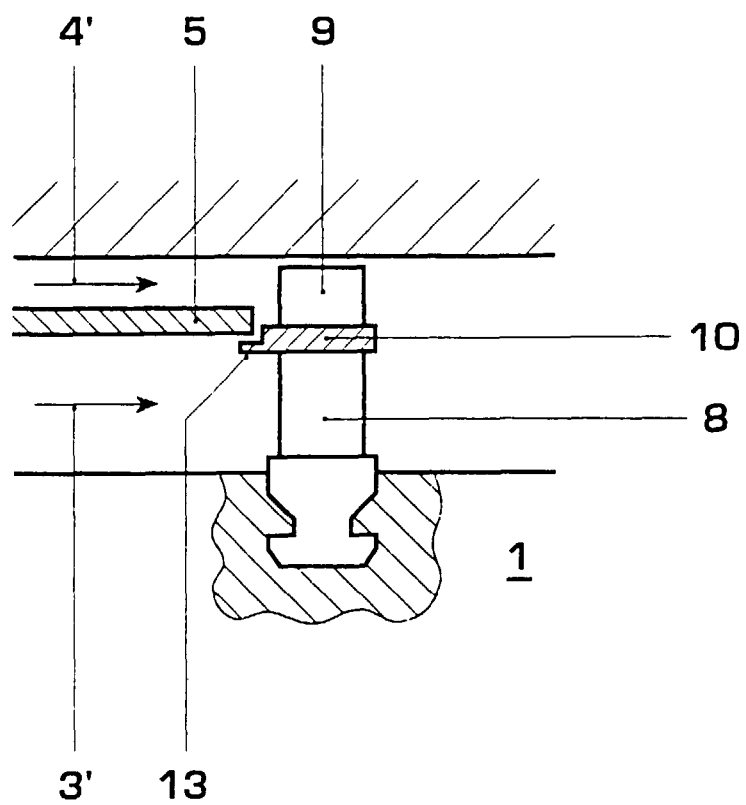


Fig. 3b

