



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.09.2009 Patentblatt 2009/39

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 (2006.01) F01D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09003391.1**

(22) Anmeldetag: **09.03.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder: **Clemen, Carsten**
15749 Mittenwalde (DE)

(74) Vertreter: **Weber, Joachim**
Hoefer & Partner
Patentanwälte
Pilgersheimer Strasse 20
81543 München (DE)

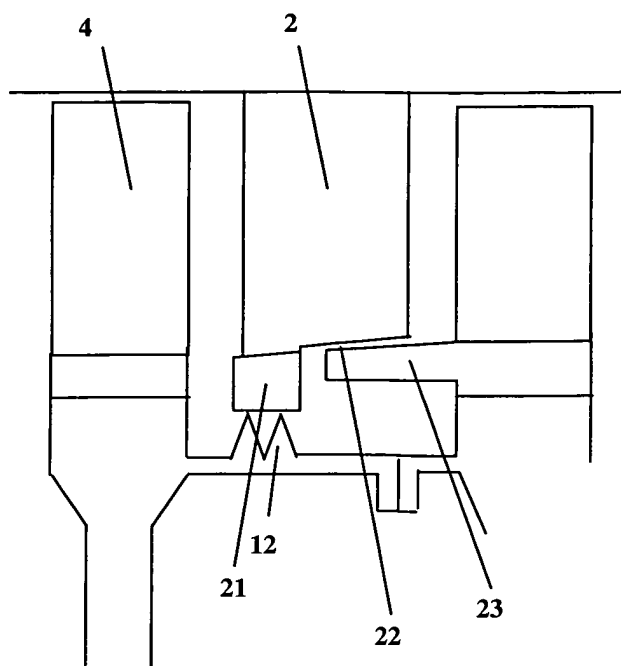
(30) Priorität: **18.03.2008 DE 102008014743**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(54) **Verdichterstator mit Teildeckband**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Gasturbinenaxialverdichter mit einem Gehäuse 3 und einer drehbaren Welle 5, welche einen Ringkanal bilden, in welchem zumindest ein Stator 2 und ein Rotor 4 angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem freien Ende von Statorschaufeln des Stators 2 ein Deckband

21 angeordnet ist, welches sich über einen Teil der axialen Länge des Stators 2 erstreckt und dass ein weiterer Teil der axialen Länge des Stators 2, an welchem kein Deckband 21 angeordnet ist, radial angrenzend an eine von einer Rotornabe 8 gebildete Rotorplattform 28 angeordnet ist.



Figur 9

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Gasturbinenaxialverdichter gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf einen Axialverdichter einer Gasturbine mit einem Gehäuse und einer Nabe, welche einen Ringkanal bilden, in welchem zumindest ein Stator und ein Rotor angeordnet sind. Der Stator umfasst, wie üblich, eine Reihe von Statorschaufeln, während der Rotor, wie üblich, jeweils eine Reihe von Rotorschaufeln umfasst.

[0003] Axialverdichter bestehen aus ein oder mehreren Verdichterstufen, die aus einem Rotor 4 und einem Stator 2 bestehen, darüber hinaus kann der Verdichter vor der ersten Stufe noch ein sogenanntes Vorleitrad 1 aufweisen (Fig. 1).

[0004] Die Statoren 2 zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht mit der Verdichterwelle 6 verbunden sind und somit nicht rotieren, während die Rotoren 4 mit der Verdichterwelle 6 verbunden sind und daher rotieren. Dies bedeutet, dass sich rotierende und stehende Schaufelreihen in einem Verdichter abwechseln, und es muss eine geeignete Befestigung der Statoren 2 erfolgen. Dazu gibt es im Stand der Technik zwei Möglichkeiten:

1. Stator 2 mit einem Nabenspalt 10, bei dem die Rotorwelle 6 unter dem Stator 2 weiterläuft (Fig. 2). Bei dieser Anordnung ist der Stator 2 lediglich mit dem Verdichtergehäuse 7 verbunden.
2. Stator 2 mit einem Deckband 11, bei dem der Stator 2 an der Nabe 5 mit einem Ring, dem sogenannten Deckband 11 verbunden ist.

[0005] Dieses Deckband 11 erstreckt sich über die gesamte axiale Länge des Stators 2 von der Vorderkante bis zur Hinterkante und sogar über beide Kanten hinaus. Das Deckband 11 selbst hängt frei über der darunter liegenden Rotorwelle 6. Diese Anordnung führt dazu, dass zwischen Rotor 4 und Statornabe 5 ein Axialspalt vor und hinter dem Stator 2 entsteht. Dieser Spalt führt zu Strömungsleckage, die durch Dichtungen 12 gegenüber der Rotorwelle 6 vermindert wird (Fig. 3).

[0006] In zahlreichen Verdichtern sind einige der Statorschaufelreihen verstellbar ausgeführt. Die beiden oben genannten Befestigungsarten sind auch für solche Verstellstatoren Stand der Technik, siehe Fig. 4 und 5, verwendbar. Um die Drehbarkeit der Verstellstatoren zu gewährleisten, sind die Statoren 2 mit Drehspindeln 14 im Gehäuse (Fig. 4) bzw. im Gehäuse und im Nabendeckband aufgehängt (Fig. 5). Die Spindeln 14 sind mit Tellern mit der Schaufel verbunden. Sie können dabei entweder an der Statorvorderkante angeordnet werden - dann entsteht lediglich hinter der Spindel 14 ein radialer Spalt zwischen dem Schaufelende und der Gehäusewand bzw. dem Nabendeckband - oder sie können so angeordnet werden, dass sowohl vor als auch hinter der Spindel 14 ein Radialspalt entsteht.

[0007] Beim Stand der Technik treten die in Fig. 6 gezeigten nachteiligen Effekte auf:

- Stator mit Nabenspalt (Fig. 2): Durch den Nabenspalt entsteht eine starke Spaltströmung 18, die zu großen Verlusten und Störungen in der Verdichterströmung führt (Fig. 8a).
- Stator mit Nabendeckband 11 (Fig. 3): Die Konstruktion mit Nabendeckband 11 ist mechanisch aufwändig, schwer und teuer. Es entsteht eine starke Querkanalströmung 19 auf dem stehenden Nabendeckband 11 von der Stator-Druck- zur -Saugseite. Die Querkanalströmung 19 tendiert dazu, auf die Schaufelsaugseite zu fließen. Das führt zu Strömungsablösung auf der Schaufel und damit zu großen Verlusten. Die Leckageströmung 20 durch den Axialspalt, der sich vor und hinter dem Deckband 11 befindet, wird durch einen großen Druckgradienten zwischen der Stator-Vorder- und -Hinterkante angetrieben und kann dadurch groß werden und große Verluste erzeugen, da er mit der Hauptströmung interagiert (Fig. 8b).
- Beim Verstellstator mit Nabendeckband 11 kombinieren sich die Phänomene aus Fig. 8a und 8b, was zu noch größeren Verlusten führt (Fig. 8c).

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Gasturbinenaxialverdichter der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher bei einfachem Aufbau und kostengünstiger Herstellbarkeit einen erhöhten Wirkungsgrad aufweist und die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalkombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0010] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass der Stator am jeweiligen freien Ende der Statorschaufeln ein Deckband umfasst. Dieses Deckband erstreckt sich jedoch nicht über die gesamte axiale Länge der Statorschaufeln, sondern nur über einen Teilbereich. Dabei ist es erfindungsgemäß möglich, das Deckband in einem mittleren Bereich der Statorschaufeln, mittig zu diesen oder in Strömungsrichtung am Einströmbereich des Stators oder am Abströmbereich, vorzusehen.

[0011] Der erfindungsgemäße Stator weist somit über einen Teilbereich seiner axialen Länge ein Deckband auf, welches bevorzugterweise mittels einer üblichen Dichtung (Lippendichtung oder Ähnlichem) abgedichtet ist, um Leckageströmungen zu unterbinden oder zu verringern.

[0012] Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein weiterer axialer Teilbereich des Stators angrenzend an eine Rotornabe oder Rotorplattform ausgebildet ist. Hier entsteht ein radialer Nabenspalt zwischen Rotornabe und Statorschaufel. Die Rotornabe oder Rotor-

plattform kann bevorzugterweise in Form einer Verlängerung oder eines Ansatzes einer Rotorscheibe ausgebildet sein.

[0013] Die axiale Länge des Deckbandes und die axiale Länge der Rotorplattform oder der Rotornabe (axiale Länge des Nabenspalt) können sich zu der Gesamtaxiallänge des Stators bzw. der Statorschaufel addieren. Es ist jedoch auch möglich, lediglich Teilmengen der gesamten Länge in der beschriebenen Weise abzudichten und auszubilden.

[0014] Der mit einem Nabenspalt versehene axiale Teilbereich des Stators kann einseitig in Strömungsrichtung vor oder hinter dem mit dem Deckband versehenen Bereich angeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, bei einem mittigen Deckband den Nabenspalt-Bereich mit der Rotornabe oder der Rotorplattform sowohl vor als auch hinter dem Deckband anzuordnen. Insofern sind erfindungsgemäß vielfältige Abwandlungen und Variationen möglich.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren beschrieben. Dabei zeigt:

- Fig. 1: eine allgemeine Ansicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Gasturbinenaxialverdichters, 25
- Fig. 2: eine vergrößerte Detailansicht (schematisch) gemäß dem Stand der Technik, bei welcher der Stator mit einem Nabenspalt angeordnet ist, 30
- Fig. 3: eine vergrößerte Detailansicht (schematisch) gemäß dem Stand der Technik, bei welcher der Stator mit einem Nabendeckband angeordnet ist, 35
- Fig. 4: eine schematische Darstellung eines Verstellstators mit Nabendeckband gemäß dem Stand der Technik, 40
- Fig. 5: eine schematische Darstellung eines Verstellstators mit Nabendeckband gemäß dem Stand der Technik, 45
- Fig. 6: eine schematische Darstellung eines Verstellstators mit Nabendeckband gemäß dem Stand der Technik, 50
- Fig. 7: eine schematische Darstellung eines Verstellstators mit Nabendeckband gemäß dem Stand der Technik, 55
- Fig. 8: eine schematische Darstellung der Strömungsphänomene beim Stand der Technik,
- Fig. 9: eine schematische Darstellung, analog den Fig. 4-7, eines ersten erfindungsgemäßen

Ausführungsbeispiels eines Stators mit Teildeckband,

Fig. 10: eine schematische Darstellung, analog Fig. 9, eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Stators mit Teildeckband,

Fig. 11: eine schematische Darstellung, analog Fig. 9 und 10, eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Verstellstators mit Teildeckband,

Fig. 12: eine schematische Darstellung, analog Fig. 9 und 10, eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Verstellstators mit Teildeckband, und

Fig. 13: eine schematische Darstellung, analog Fig. 8, der Strömungsphänomene bei erfindungsgemäßen Ausgestaltungen.

[0016] Die Fig. 9-12 zeigen erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele für einen Stator 2 bzw. einen Verstellstator 2 mit Teildeckband 21. Die Erfindung sieht somit vor, dass die Rotorplattform 23 des stromab und/oder des stromauf befindlichen Rotors 4 unter den Stator 2 verlängert wird, so dass sich unter dem Stator 2 ein rotierender Nabenkörper befindet. Der rotierende Nabenkörper (Rotorplattform 23) unter der Statorschaufel ist jedoch nicht wie beim Stator 2 mit Vollspalt durchgehend bis zum nächsten Rotor 4, sondern überdeckt lediglich einen Teil des Stators 2. Gleichzeitig hat der Stator 2 jedoch weiterhin ein Deckband 11. Der Nabenspalt 10 befindet sich entweder vor und hinter oder nur hinter dem Teildeckband 21, das zwischen den beiden rotierenden Rotornabenträgern (Rotorplattform 23) hängt. Der Axialspalt zwischen dem rotierenden Nabenkörper und dem Teildeckband 21 befindet sich unter der Statorschaufel.

[0017] Bei Verstellstators (Fig. 9-12) ist in dem Teildeckband 21 der Fußpunkt, d.h. die Aufnahme der Spindelachse untergebracht, wie es auch bei einem Volldeckband der Fall ist.

[0018] Physikalisch hat die erfindungsgemäße Anordnung folgenden Effekt, der in Fig. 13 dargestellt ist:

Die Querkanalströmung 19 ist schwächer als bei Volldeckband, die Spaltströmung 18 ist schwächer als bei Vollspalt, die Querkanalströmung 19 kann nicht auf die Saugseite gelangen und dort zu Ablösungen und Verlusten führen, da dies durch den Teilspalt 22 verhindert wird. Da der Axialspalt nicht vor und hinter dem Stator 2 liegt, sondern näher beieinander, ist die statische Druckdifferenz, die für die Leckageströmung 20 verantwortlich ist, wesentlich geringer. Die Leckageströmung 20 ist um ca. 40% geringer als bei Volldeckband, d.h., die durch sie erzeugten Verluste und Erwärmung der Strömung sind 40% kleiner.

Die erfindungsgemäße Konstruktion mit Teildeckband ist wesentlich leichter als die Konstruktion mit Deckband. Dies bringt eine Gewichtseinsparung und eine Kosteneinsparung. Desweiteren sind die aerodynamischen Eigenschaften des Teildeckbandes besser, als die des Standes der Technik, wie im Vergleich der Fig. 6 und 13 beschrieben wurde. Das bedeutet geringere Verluste in der Strömung und damit einen gesteigerten Verdichterwirkungsgrad.

Bezugszeichenliste

[0019]

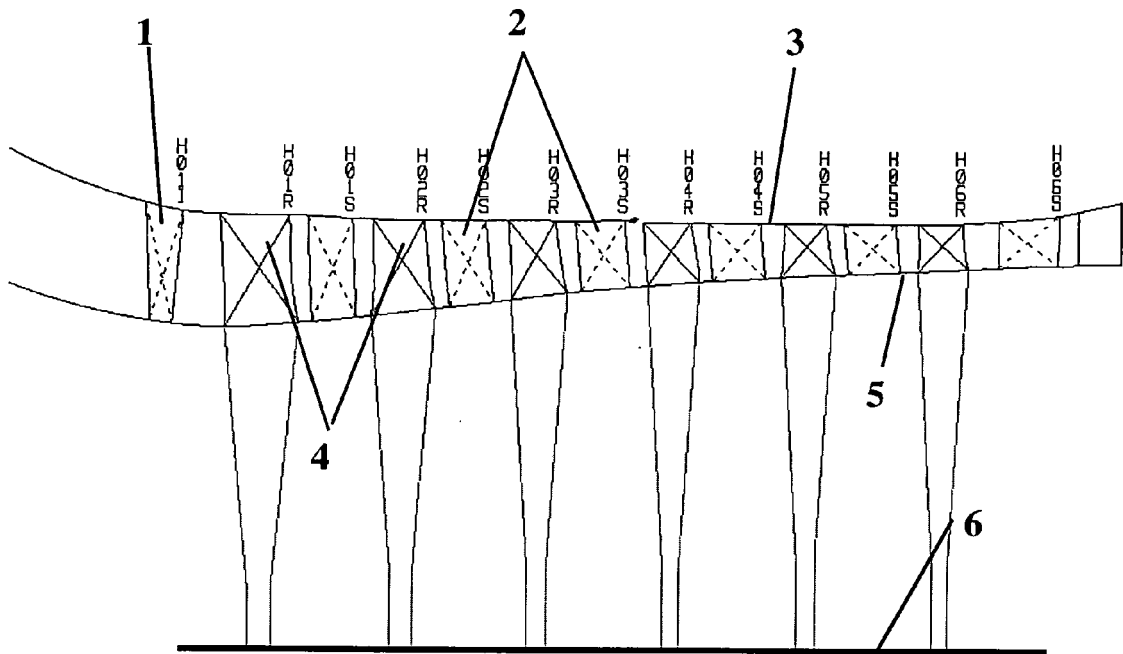
1	Vorleitrad
2	Stator
3	Gehäuse
4	Rotor
5	Nabe
6	Verdichterwelle/Rotorwelle
7	Verdichtergehäuse
8	Rotornabe
9	Rotorscheibe
10	Nabenspalt
11	Deckband
12	Dichtlippe
13	Teilspalt
14	Spindel
15	Spindelfuß
16	Drehrichtung
17	Spaltwirbel
18	Spaltströmung
19	Querkanalströmung
20	Leckageströmung
21	Teildeckband
22	Teilspalt
23	Rotorplattform
24	Verstellarm
25	Spaltwirbelbahn

(28) einseitig zu dem Deckband (21) des Stators (2) angeordnet ist.

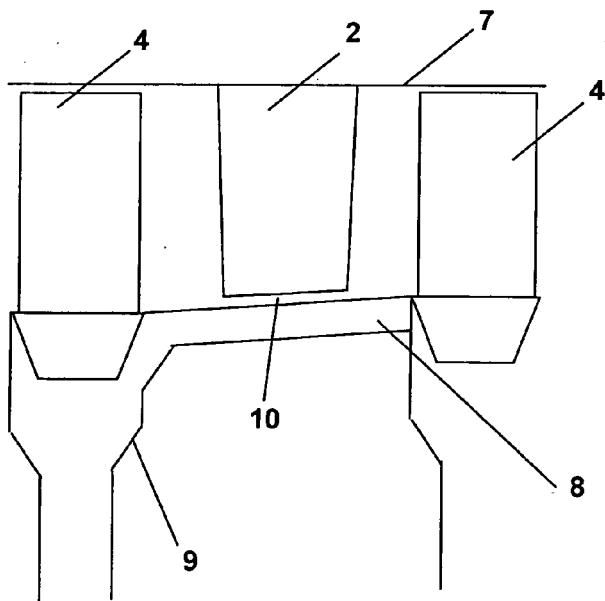
3. Gasturbinenaxialverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorplattform (28) beidseitig zu dem Deckband (21) des Stators (2) angeordnet ist.
4. Gasturbinenaxialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Deckband (21) mittels einer Dichtung (12) abgedichtet ist.
5. Gasturbinenaxialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (2) als Verstellstator ausgebildet ist.
6. Gasturbinenaxialverdichter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spindelfuß (15) des Verstellstators (2) das Deckband (21) lagert.
7. Gasturbinenaxialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorplattform (28) an einer Rotorscheibe (9) ausgebildet ist.
8. Gasturbinenaxialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (12) an einer Rotorscheibe (9) ausgebildet ist.

Patentansprüche

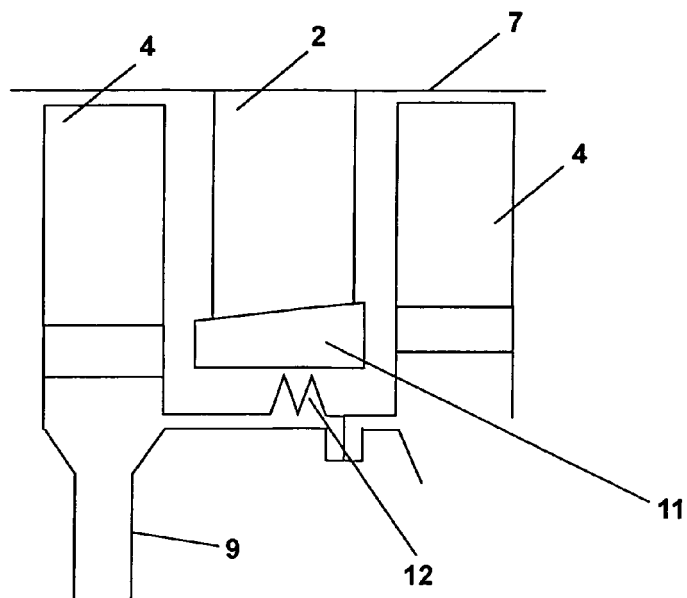
1. Gasturbinenaxialverdichter mit einem Gehäuse (3) und einer drehbaren Welle (5), welche einen Ringkanal bilden, in welchem zumindest ein Stator (2) und ein Rotor (4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem freien Ende von Statorschaufeln des Stators (2) ein Deckband (21) angeordnet ist, welches sich über einen Teil der axialen Länge des Stators (2) erstreckt und dass ein weiterer Teil der axialen Länge des Stators (2), an welchem kein Deckband (21) angeordnet ist, radial angrenzend an eine von einer Rotornabe (8) gebildete Rotorplattform (28) angeordnet ist.
2. Gasturbinenaxialverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorplattform



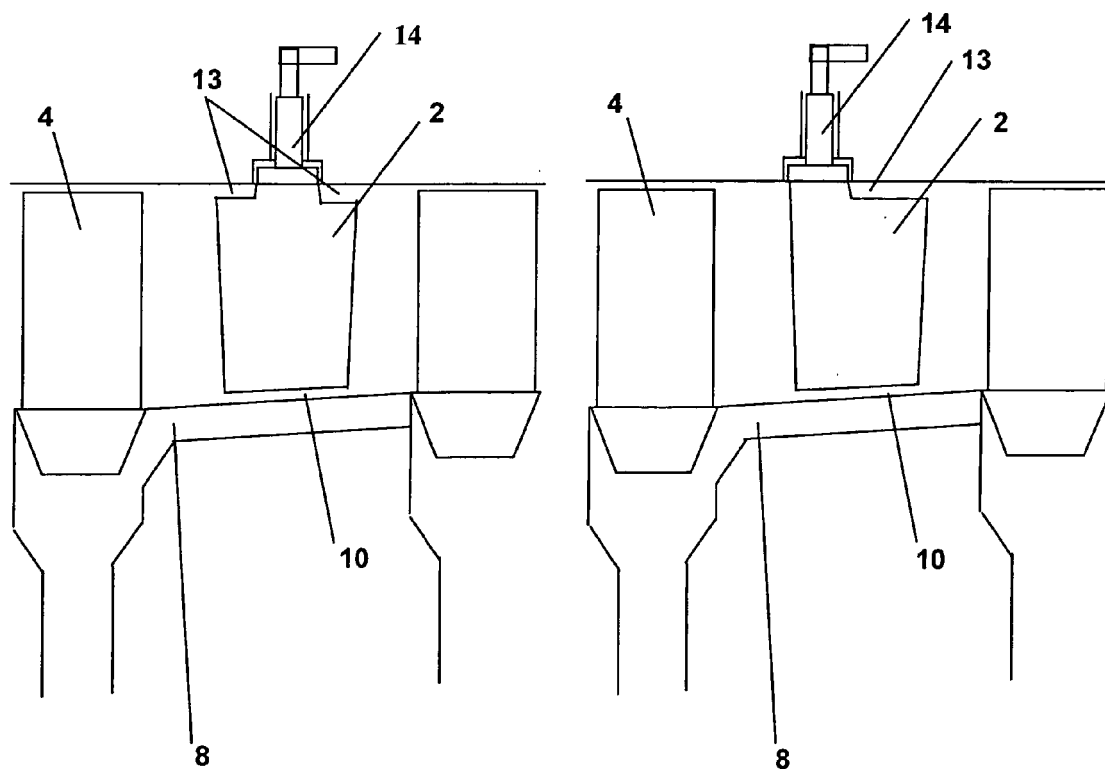
Figur 1: Stand der Technik



Figur 2: Stand der Technik

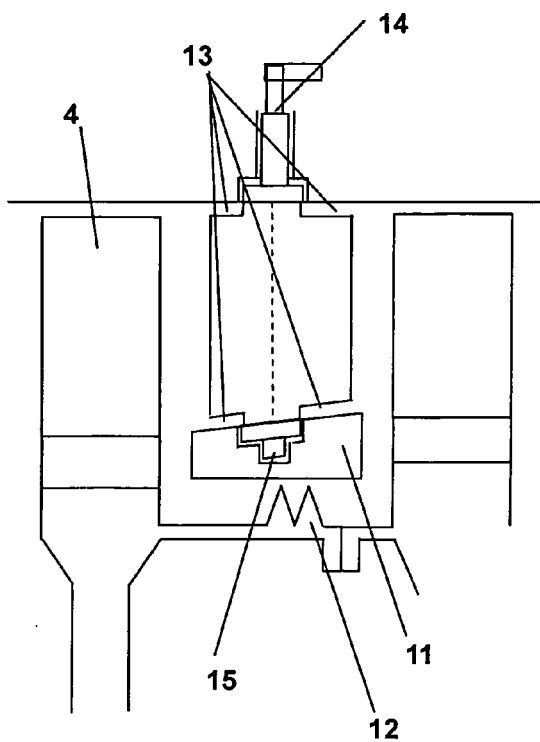


Figur 3: Stand der Technik

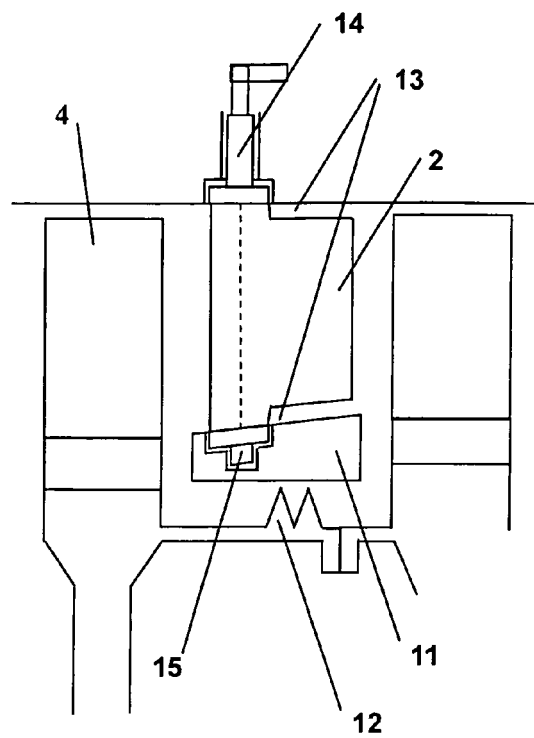


Figur 4: Stand der Technik

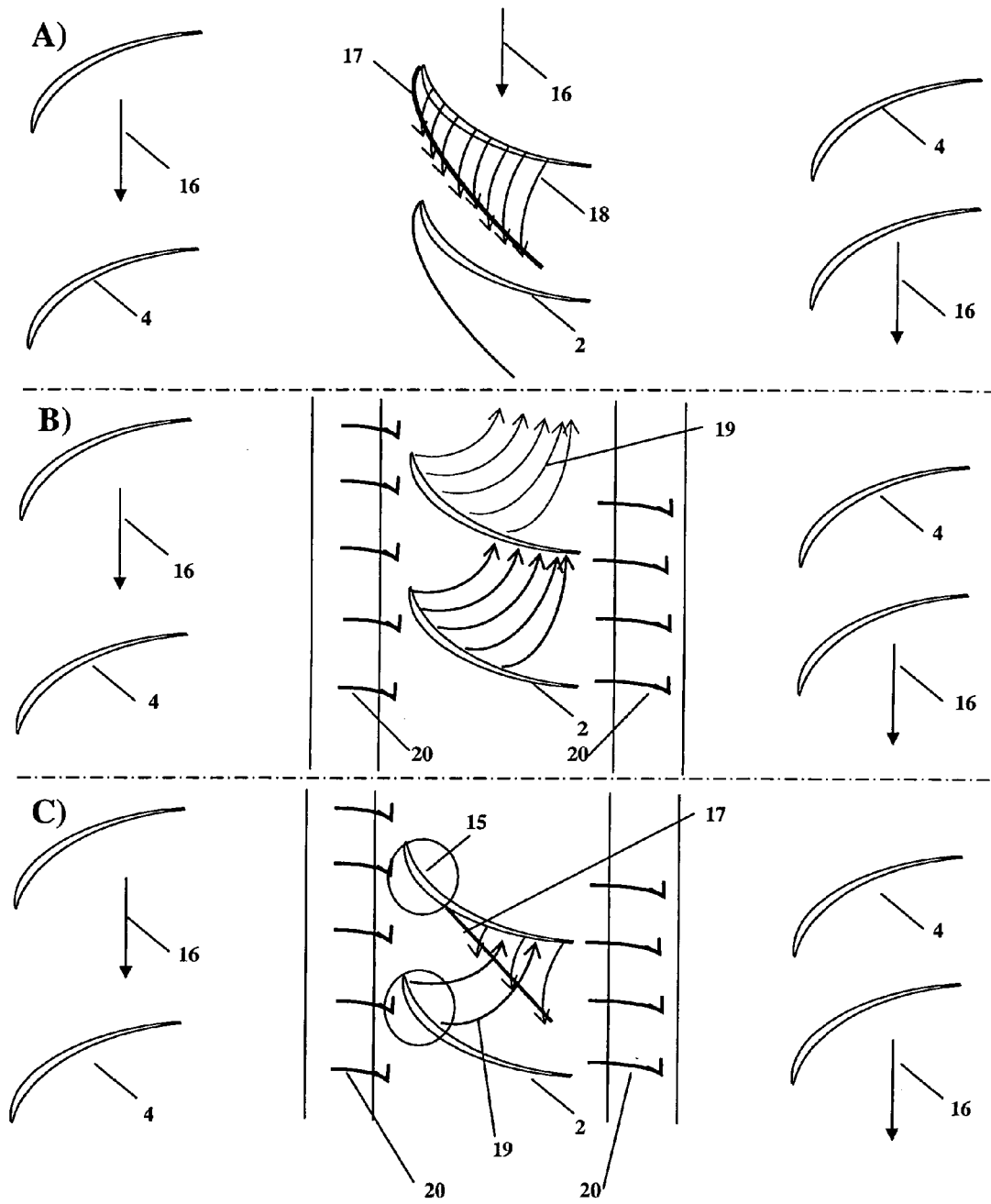
Figur 5: Stand der Technik



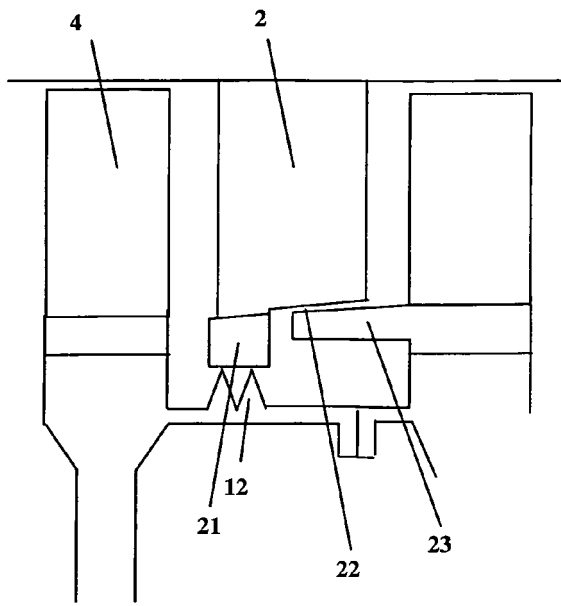
Figur 6: Stand der Technik



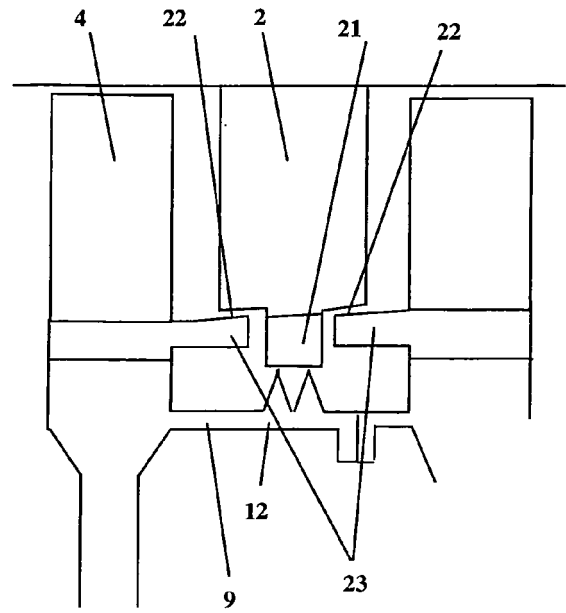
Figur 7: Stand der Technik



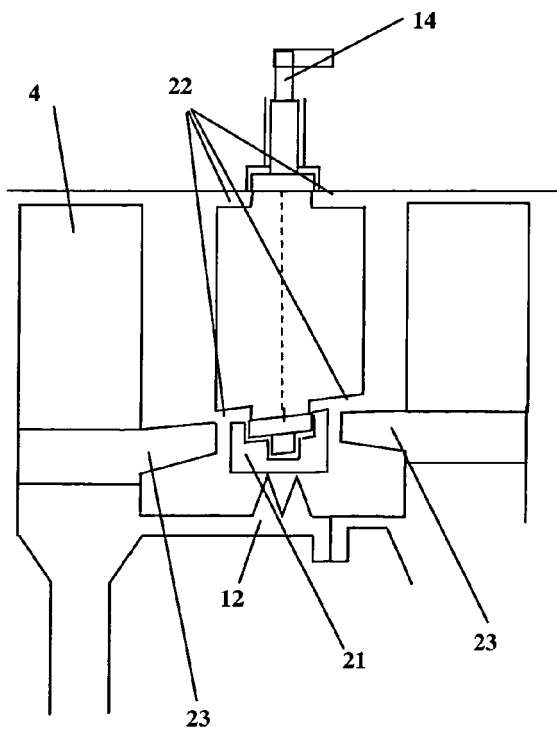
Figur 8: Stand der Technik



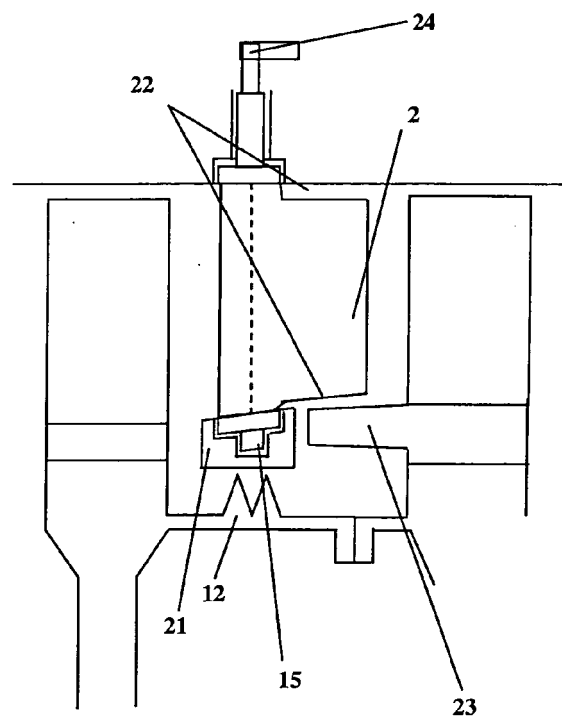
Figur 9



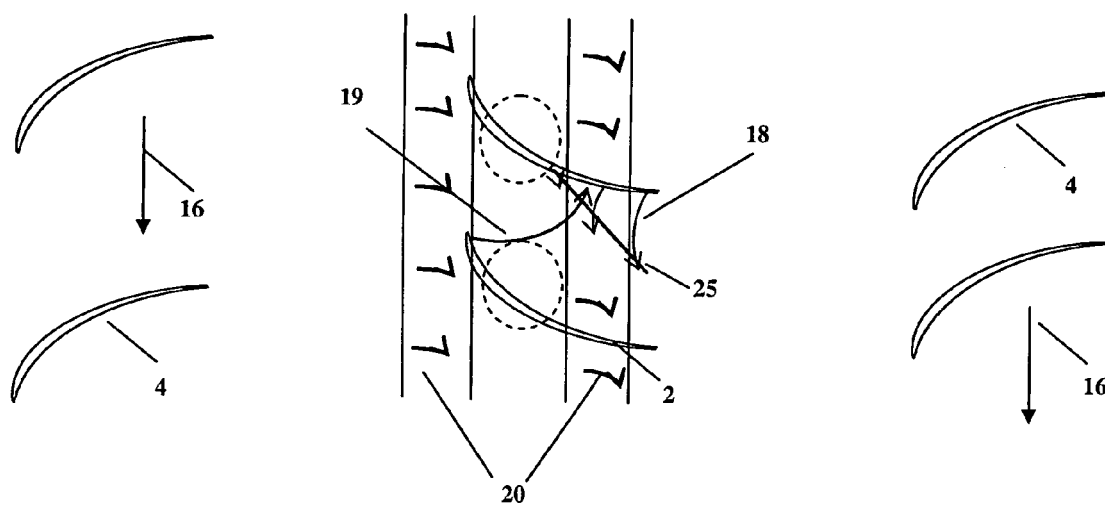
Figur 10



Figur 11



Figur 12



Figur 13