

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 999 349 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.05.2005 Patentblatt 2005/19

(51) Int Cl.7: **F01D 25/24**, F01D 9/04

(21) Anmeldenummer: **99810971.4**

(22) Anmeldetag: **27.10.1999**

(54) **Axialturbine**

Axial turbine

Turbine axiale

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **04.11.1998 DE 19850732**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(73) Patentinhaber: **ABB Turbo Systems AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Phillipsen, Bent**
5406 Rütihof (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

GB-A- 2 061 396	GB-Y- 1 491 556
US-A- 2 849 209	US-A- 3 532 437
US-A- 4 063 845	US-A- 4 655 038
US-A- 5 988 975	

EP 0 999 349 B1

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).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Axialturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Wesentliche Komponenten der Axialturbinen von Strömungsmaschinen sind der Rotor mit den Laufschaufeln, der Düsenring und die Abdeckung für die Laufschaufeln. Durch unvermeidliche Fertigungs- und Montagetoleranzen entstehen im Strömungskanal solcher Axialturbinen kleine Unstetigkeiten, welche eine Reduktion des Wirkungsgrades zur Folge haben.

[0003] Aus der EP 806 547 A1 ist eine Axialturbine eines Abgasturboladers bekannt, welche beim Betrieb der mit ihr verbundenen Brennkraftmaschine relativ hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Somit entstehen in den turbinenseitigen Bauteilen, wie z.B. dem Gaseintrittgehäuse, dem Düsenring, der Abdeckung und dem Gasaustrittgehäuse grosse thermische Spannungen. Da jedes dieser Bauteile einen anderen Abstand zur Brennkraftmaschine besitzt und zudem unterschiedliche Materialien verwendet werden, differieren die Bauteiltemperaturen entsprechend. Die Folge sind unterschiedliche Wärmedehnungen mit Relativbewegungen zwischen den einzelnen Komponenten, welche zu Schraubenbrüchen, Gasleckagen und Bauteilrissen führen können. Deshalb spielt die Ausbildung und Anordnung der Trennstellen von Gaseintrittgehäuse, Gasaustrittgehäuse, Düsenring und Abdeckung eine wesentliche Rolle für die Funktionsfähigkeit der Axialturbine und damit des Abgasturboladers.

[0004] Besonders kritisch hinsichtlich Wärmedehnungen ist der zumeist gegossene Düsenring, welcher zwischen den feststehenden Gehäuseteilen und den rotierenden Laufschaufeln einer Axialturbine angeordnet ist. Mit der EP 806 548 A1 ist eine Lösung zur einfachen und sicheren Befestigung des Düsenrings bekannt. Dazu liegt der Düsenring mit seinem Aussenring an der Abdeckung und mit seinem Innenring am Gaseintrittgehäuse an. Zwischen dem Aussenring und dem Gaseintrittgehäuse ist ein axialer sowie zwischen dem Aussenring und dem Gasaustrittgehäuse ein radialer Dehnungsspalt ausgebildet.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass insbesondere auch bei Unstetigkeiten im Übergangsbereich vom Aussenring des Düsenrings zur Abdeckung, welche neben den bereits oben beschriebenen Fertigungs- und Montagetoleranzen auch Wärmedehnungen als Ursache haben, mit einer entsprechenden Verschlechterung des Wirkungsgrades zu rechnen ist.

Aus Dejc & Trojanovskij "Untersuchung und Berechnung axialer Turbinenstufen", VEB Verlag Technik, Berlin, 1973, S. 452 (Bild 7.32, II) ist zudem eine Vorrichtung zur Reduktion der durch das Radialspiel der Turbinen-

schaufeln hervorgerufenen Spaltverluste bekannt. Dazu werden die Laufschaufeln gestuft zu den im Düsenring zusammengefassten Leitschaufeln angeordnet und weisen eine positive Überdeckung auf, d.h. im Bereich der Laufschaufeln ist die Innenkontur der Abdeckung radial weiter ausserhalb als im Bereich der Leitschaufeln angeordnet ähnlich wie auch in US 2849209 und US 4063845 offenbart. Eine solche Konfiguration hat jedoch bei der Demontage den Nachteil, dass die Axialturbine lediglich entgegengesetzt zum Düsenring und nicht in beide Richtungen verschoben werden kann.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Erfindung versucht alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialturbine mit einem verbesserten Wirkungsgrad zu schaffen. Zudem sollen die Montage- bzw. Demontagemöglichkeiten erweitert werden.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einer Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, die Trennfuge vom Aussenring des Düsenrings zur Abdeckung laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite des Axialspaltes verlaufenden, gedachten Ebene, unmittelbar stromauf der Laufschaufeln angeordnet ist.

[0006] Dadurch wird der Aussenring des Düsenrings in Richtung der Laufschaufeln verlängert, so dass der Strömungskanal über nahezu die gesamte Spaltweite des Axialspaltes keinerlei Unstetigkeit aufweist. Damit kann eine Verbesserung der Strömungsverhältnisse und des Wirkungsgrades der Axialturbine erzielt werden.

Es ist besonders zweckmässig, wenn zudem die Innenkontur der Abdeckung radial ausserhalb der Innenkontur des Aussenrings angeordnet ist. In diesem Fall entsteht eine Stufe mit einer sogenannten positiven Schaufelüberdeckung, welche ein Überströmen der Laufschaufeln in deren stromaufwärtigen Bereich verringert und in Kombination mit der deutlich reduzierten Unstetigkeit zu einer überproportionalen Steigerung des Wirkungsgrades führen kann.

Infolge der Anordnung der Trennfuge von Aussenring und Abdeckung unmittelbar stromauf der Laufschaufeln ist im Bereich der Leitschaufeln keine Überdeckung der Laufschaufeln durch die Abdeckung nach radial innen erforderlich. Diese Überdeckung und damit die Erzeugung der erforderlichen Stufe wird nunmehr vom Aussenring des Düsenrings übernommen, welcher seinerseits die Innenkontur der Abdeckung der Laufschaufeln nach radial innen überragt. Trotz Verwendung einer solchen vorteilhaften Schaufelüberdeckung kann die Axialturbine daher nach Entfernen des Düsenrings beidseitig demontiert werden, was bisher nicht möglich war. Ferner ist es vorteilhaft, wenn das mit einer Druckseite, einer Saugseite und mit einer Schaufelspitze ausgestattete Schaufelprofil jeder Laufschaufel derart ausgebil-

det ist, dass an der Schaufelspitze eine das Schaufelprofil zumindest druckseitig überragende Konsole angeordnet ist. Eine ähnliche Konstruktion weist das Blatt in GB 1491556 auf, und weiterhin, allerdings zur Fixierung, das Blatt in US 3532437. Durch die sich im Bereich der Konsole ausbildenden Wirbel kann das dem Wirkungsgrad abträgliche Überströmen der Schaufelspitze deutlich verringert werden.

[0007] Schliesslich ist an der Schaufelspitze mit Vorteil ein die Konsole in Richtung der Abdeckung überragender Steg angeordnet. Dieser Steg verringert die Spaltverluste im zwischen den Laufschaufeln und der Abdeckung ausgebildeten Radialspalt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0008] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Axialturbine eines Abgasturboladers dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt einer Axialturbine des Standes der Technik;
- Fig. 2 einen vergrösserten Ausschnitt aus Fig. 1, mit der erfindungsgemässen Ausbildung des Düsenringes;
- Fig. 3 eine Darstellung gemäss Fig. 2, jedoch in einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 einen Schnitt durch eine Laufschaufel entlang der Linie IV-IV in Fig. 3.

[0009] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind beispielsweise die Verdichterseite des Abgasturboladers sowie die Verbindung zur Brennkraftmaschine. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0010] Die in Fig. 1 als Stand der Technik dargestellte Axialturbine eines Abgasturboladers weist ein von einem Gaseintritt- und einem Gasaustrittgehäuse 1, 2 gebildetes Turbinengehäuse 3 auf, welches mittels als Schrauben ausgebildeter Verbindungselemente 4 zusammengehalten wird. Im Turbinengehäuse 3 ist ein von einer Welle 5 getragener Rotor 6 mit Laufschaufeln 7 angeordnet. Der Rotor 6 wird nach aussen von einer als Diffusor ausgebildeten Abdeckung 8 begrenzt, welche ihrerseits über einen Flansch 9 und mittels Schrauben 10 am Gasaustrittgehäuse 2 befestigt ist. Zwischen dem Rotor 6 und dem Turbinengehäuse 3 ist ein Strömungskanal 11 ausgebildet, welcher die Abgase eines nicht dargestellten, mit dem Abgasturbolader verbundenen Dieselmotors aufnimmt und zu den Laufschaufeln 7 des Rotors 6 weiterleitet. Natürlich kann auch eine andere Brennkraftmaschine mit dem Abgasturbolader verbunden sein.

[0011] Stromauf der Laufschaufeln 7 ist im Strö-

mungskanal 11 ein aus einem Aussenring 12, einem Innenring 13 sowie einer Anzahl dazwischen ausgebildeter Leitschaufeln 14 bestehender und als Gussteil ausgebildeter Düsenring 15 angeordnet. Letzterer ist axial zwischen der Abdeckung 8 und dem Gaseintrittgehäuse 1 verspannt sowie radial innerhalb des Gasaustrittgehäuses 2 angeordnet. Dazu liegt der Düsenring 15 mit seinem Aussenring 12 an der Abdeckung 8 und mit seinem Innenring 13 am Gaseintrittgehäuse 1 an. Der Innenring 13 ist mittels mehreren als Stifte ausgebildeten Positionierlementen 16 verdrehsicher am Gaseintrittgehäuse 1 abgestützt. Zwischen dem Aussenring 12 des Düsenrings 15 und der Abdeckung 8 ist eine Trennfuge 17 ausgebildet (Fig. 1). Natürlich kann der Düsenring 15 auch aus anderen Materialien, wie beispielsweise aus Blech- oder Stahlprofilen gefertigt werden oder aus Keramik bestehen.

[0012] In Fig. 2 ist ein vergrösserter Ausschnitt von Fig. 1 dargestellt, welcher ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. Zwischen den Laufschaufeln 7 und den Leitschaufeln 14 der Axialturbine ist ein Axialspalt 18 mit einer Spaltweite 19 ausgebildet. Die Trennfuge 17 des Aussenringes 12 des Düsenringes 15 und der Abdeckung 8 ist laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite 19 des Axialspaltes 18 verlaufenden, gedachten Ebene 20 angeordnet. Dargestellt ist eine vorteilhafte Anordnung, mit einer unmittelbar stromauf der Laufschaufeln 7 angeordneten Trennfuge 17.

[0013] Beim Betrieb des Dieselmotors gelangen dessen heisse Abgase über das Gaseintrittgehäuse 1 bzw. den darin angeordneten Strömungskanal 11 zum Rotor 6 der Axialturbine. Dabei hat der Düsenring 15 die Aufgabe, die Abgase optimal auf die Laufschaufeln 7 des Rotors 6 zu leiten. Der somit angetriebene Rotor 6 sorgt seinerseits für den Antrieb des mit ihm verbundenen, nicht dargestellten Verdichters. Die im Verdichter komprimierte Luft wird zur Aufladung, d.h. zur Leistungssteigerung des Dieselmotors eingesetzt.

[0014] Durch die erfindungsgemässe Anordnung der Trennfuge 17 unmittelbar stromauf der Laufschaufeln 7 und den dazu entsprechend verlängerten Aussenring 12, werden die auf Fertigungs- und Montagetoleranzen zurückzuführenden Unstetigkeiten nahezu im gesamten Bereich des Axialspaltes 18 deutlich reduziert. Deshalb können die in die Axialturbine einströmenden Abgase weitgehend ungestört über den Düsenring 15 zu den Laufschaufeln 7 gelangen, was letztlich eine Erhöhung des Wirkungsgrades zur Folge hat.

[0015] In einem zweiten Ausführungsbeispiel weisen sowohl die Abdeckung 8 der Laufschaufeln 7 als auch der Aussenring 12 des Düsenringes 15 eine Innenkontur 21, 22 auf, wobei die Innenkontur 21 der Abdeckung 8 radial ausserhalb der Innenkontur 22 des Aussenringes 12 angeordnet ist (Fig. 3). Dadurch entsteht eine Stufe mit einer sogenannten positiven Schaufelüberdeckung, welche das Überströmen der Laufschaufeln 7 in deren stromaufwärtigen Bereich verringert. Die aus dem Stand der Technik bekannte, im Bereich der Leit-

schaufeln 14 nach radial innen erfolgende Überdeckung der Laufschaufeln 7 durch die Abdeckung 8 wird nunmehr vom Aussenring 12 des Düsenringes 15 übernommen. Daher kann die Axialturbine, trotz Verwendung einer solchen vorteilhaften Schaufelüberdeckung, nach Entfernen des Düsenringes 15 beidseitig demontiert werden, was bisher nicht möglich war.

[0016] Weiterhin ist in Fig. 3 ein Schaufelprofil 23 der Laufschaufel 7 dargestellt, welches eine Druckseite 24, eine Saugseite 25 und eine Schaufelspitze 26 aufweist. An der Schaufelspitze 26 sind eine das Schaufelprofil 23 sowohl druck- als auch saugseitig überragende Konsole 27 und ein die Konsole 27 in Richtung der Abdeckung 8 überragender Steg 28 angeordnet (Fig. 4).

[0017] Durch die Konsole 27 wird das dem Wirkungsgrad abträgliche Überströmen der Schaufelspitze 26 deutlich verringert. Zudem verringert der Steg 28 eventuelle Spaltverluste im zwischen den Laufschaufeln 7 und der Abdeckung 8 ausgebildeten Radialspalt 29.

Bezugszeichenliste

[0018]

1	Gaseintrittgehäuse
2	Gasaustrittgehäuse
3	Turbinengehäuse
4	Verbindungselement, Schraube
5	Welle
6	Rotor
7	Laufschaufel
8	Abdeckung, Diffusor
9	Flansch
10	Schraube
11	Strömungskanal
12	Aussenring
13	Innenring
14	Leitschaufel
15	Düsenring
16	Positionierlement, Stift
17	Trennfuge
18	Axialspalt
19	Spaltweite
20	Ebene, in halber Spaltweite
21	Innenkontur, von 8
22	Innenkontur, von 12
23	Schaufelprofil
24	Druckseite
25	Saugseite
26	Schaufelspitze
27	Konsole
28	Steg
29	Radialspalt

Patentansprüche

1. Axialturbine mit einem eine Anzahl Laufschaufeln

(7) tragenden Rotor (6), mit einem stromauf der Laufschaufeln (7) angeordneten, aus einem Aussenring (12), einem Innenring (13) und aus einer Anzahl dazwischen angeordneter Leitschaufeln (14) bestehenden Düsenring (15), mit einem zwischen den Laufschaufeln (7) und den Leitschaufeln (14) ausgebildeten, eine Spaltweite (19) aufweisenden Axialspalt (18) und mit einer die Laufschaufeln (7) nach aussen begrenzenden Abdeckung (8), wobei zwischen dem Aussenring (12) des Düsenringes (15) und der Abdeckung (8) eine Trennfuge (17) ausgebildet ist, wobei die Trennfuge (17) von Aussenring (12) und Abdeckung (8) laufschaufelseitig einer durch die halbe Spaltweite (19) des Axialspaltes (18) verlaufenden, gedachten Ebene (20) angeordnet ist, und die Trennfuge (17) von Aussenring (12) und Abdeckung (8) unmittelbar stromauf der Laufschaufeln (7) angeordnet ist, und sowohl die Abdeckung (8) als auch der Aussenring (12) eine Innenkontur (21, 22) aufweisen, wobei die Innenkontur (21) der Abdeckung (8) radial ausserhalb der Innenkontur (22) des Aussenringes (12) angeordnet ist, so dass unmittelbar stromauf der Laufschaufeln (7) eine Stufe mit positiver Schaufelüberdeckung besteht,

dadurch gekennzeichnet, dass jede Laufschaufel (7) ein Schaufelprofil (23) mit einer Druckseite (24), einer Saugseite (25) und mit einer Schaufelspitze (26) aufweist, wobei an der Schaufelspitze (26) eine das Schaufelprofil (23) zumindest druckseitig überragende Konsole (27) angeordnet ist, und an der Schaufelspitze (26) ein die Konsole (27) in Richtung der Abdeckung (8) überragender Steg (28) angeordnet ist.

Claims

1. Axial-flow turbine comprising a rotor (6) carrying a number of moving blades (7), a nozzle ring (15) arranged upstream of the moving blades (7) and consisting of an outer ring (12), an inner ring (13) and a number of guide blades (14) arranged in between, an axial gap (18) formed between the moving blades (7) and the guide blades (14) and having a gap width (19), and a cover (8) defining the moving blades (7) to the outside, a parting seam (17) being formed between the outer ring (12) of the nozzle ring (15) and the cover (8), the parting seam (17) between outer ring (12) and cover (8) being arranged on the moving-blade side of an imaginary plane (20) passing through the centre of the gap width (19) of the axial gap (18), the parting seam (17) between outer ring (12) and cover (8) being arranged directly upstream of the moving blades (7), and that both the cover (8) and the outer ring (12) having an inner contour (21, 22), the inner contour (21) of the cover (8) being arranged radially outside

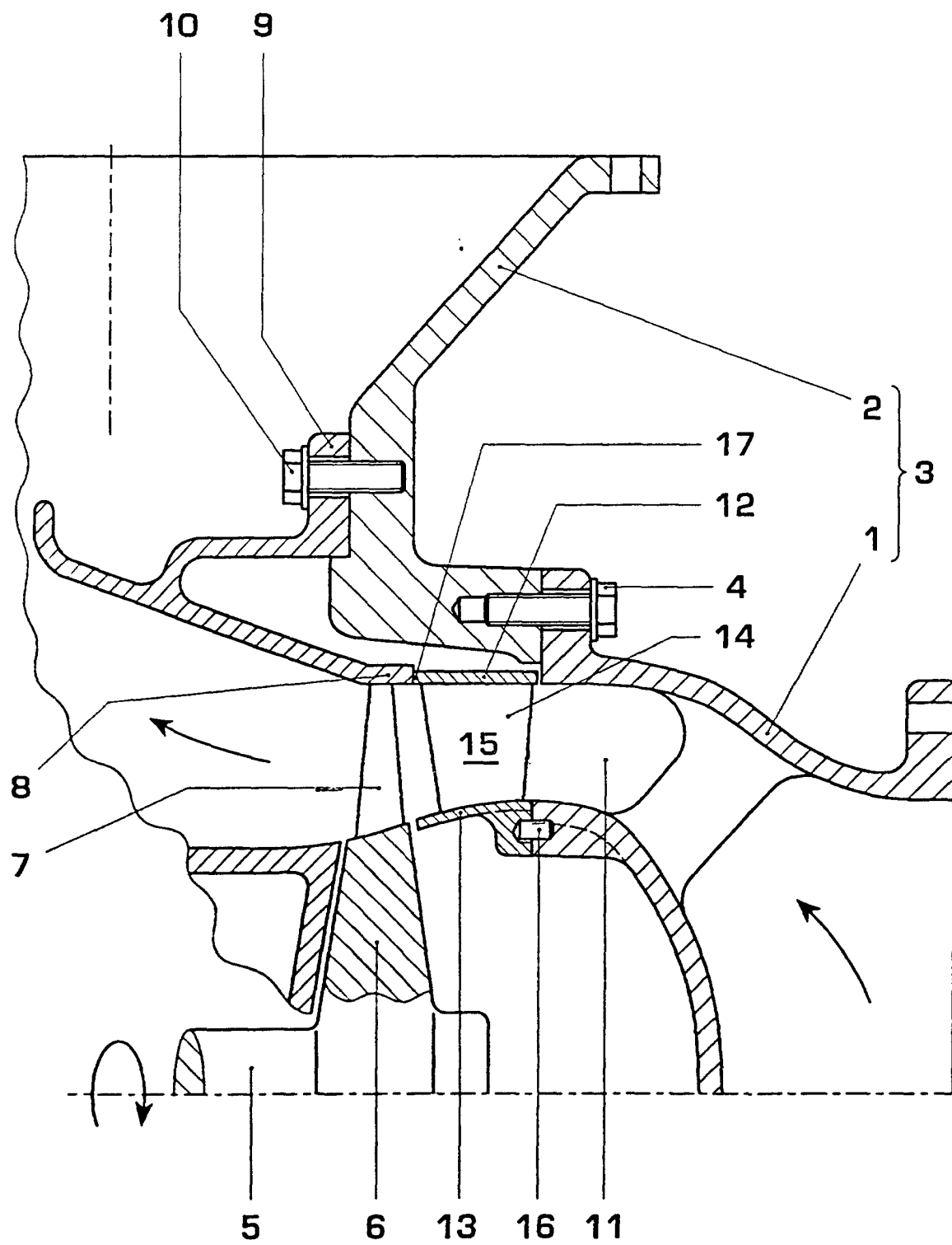
the inner contour (22) of the outer ring (12), so that a step having a positive blade overlap exists directly upstream of the moving blades (7), **characterized in that** each moving blade (7) has a blade profile (23) having a pressure side (24), a suction side (25) and a blade tip (26), a bracket (27) projecting beyond the blade profile (23) at least on the pressure side being arranged on the blade tip (26), and a web (28) projecting beyond the bracket (27) in the direction of the cover (8) is arranged on the blade tip (26).

Revendications

1. Turbine axiale comprenant un rotor (6) portant un nombre d'aubes mobiles (7), une bague à tuyères (15) constituée d'une bague extérieure (12), d'une bague intérieure (13) et d'un nombre d'aubes directrices (14) disposées entre celles-ci, une fente axiale (18) configurée entre les aubes mobiles (7) et les aubes directrices (14) et présentant une largeur de fente (19), et un recouvrement (8) délimitant les aubes mobiles (7) vers l'extérieur, un joint de séparation (17) étant configuré entre la bague extérieure (12) de la bague à tuyères (15) et le recouvrement (8), dans laquelle le joint de séparation (17) est disposé du côté aube mobile d'un plan imaginaire (20) s'étendant à travers la moitié de la largeur de fente (19) de la fente axiale (18), et le joint de séparation (17) de la bague extérieure (12) et du recouvrement (8) est disposé immédiatement en amont des aubes mobiles (7), et non seulement le recouvrement (8) mais aussi la bague extérieure (12) présentent un contour intérieur (21, 22), le contour intérieur (21) du recouvrement (8) étant disposé radialement à l'extérieur du contour intérieur (22) de la bague extérieure (12) de sorte qu'il existe immédiatement en amont des aubes mobiles (7) un gradin avec un recouvrement d'aube positif, **caractérisée en ce que** chaque aube mobile (7) présente un profil d'aube (23) comportant un côté pression (24), un côté aspiration (25) et un sommet d'aube (26), une console (27) dépassant du profil d'aube (23) au moins du côté pression, et une âme (28) dépassant de la console (27) dans le sens du recouvrement (8) est disposée sur le sommet d'aube (26).

50

55



Figur 1

