

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 266 129 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(51) Int Cl.7: **F01D 5/22**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/IB2001/000441

(21) Anmeldenummer: **01914106.8**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **22.03.2001**

WO 2001/071165 (27.09.2001 Gazette 2001/39)

(54) **BEFESTIGUNG DER BESCHAUFELUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE**

FASTENING OF THE BLADES OF A COMPRESSION MACHINE

FIXATION D'AUBES SUR UNE TURBOMACHINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE FR GB IE IT

Benannte Erstreckungsstaaten:

LT LV RO

(72) Erfinder:

• **GÖTZFRIED, Eduard**

90584 Allersberg (DE)

• **WENDLER, Helmut**

91239 Hengensfeld (DE)

• **MAY, Heinz**

90599 Dietenhofen (DE)

(30) Priorität: **23.03.2000 DE 10014189**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(56) Entgegenhaltungen:

US-A- 2 421 890

US-A- 3 524 712

US-A- 5 829 955

US-A- 6 030 178

(73) Patentinhaber: **ALSTOM Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

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 1 266 129 B1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Befestigung oder Verankerung von Schaufeln einer Strömungsmaschine mittels Schaufelfüssen am Rotor oder Stator der Strömungsmaschine.

STAND DER TECHNIK

[0002] Derartige Schaufelbefestigungen befinden sich in der Regel bei Rotoren von Verdichtern oder thermischen Turbomaschinen. Sie sind aus dem Stand der Technik zahlreich bekannt.

[0003] Die Schaufeln werden mit dem Schaufelfuss in eine Nut, welche sich am Rotor befindet, eingebracht. Der Schaufelfuss dient dabei zur Kraft- und Momentenübertragung auf den Rotor.

[0004] Zur Schwingungsdämpfung sind häufig Deckplatten an der Spitze des Schaufelblattes oder Stützflügeln innerhalb des Schaufelblattes angebracht.

[0005] Dies ist zum Beispiel in der deutschen Patentschrift DE 1,159,965 beschrieben.

[0006] Auch die Österreichische Patentschrift AT 254,227 offenbart eine Deckplatte eines Turbinen- oder Verdichterschaufelkranzes in dem die Deckplatten durch eine Krafteinwirkung gegeneinander gepresst werden. Die Anordnung führt zu einer elastischen Vorspannung des Schaufelblattes. Diese Torsionsvorspannung des Schaufelblattes findet zwischen der Deckplatte und dem Schaufelfuss statt, was aber zu einer zusätzlichen Belastung des Schaufelfusses und des Rotors führt. Da die entstehenden Kräfte nicht nur vom Schaufelblatt, sondern auch vom Schaufelfuss und vom Rotor aufgenommen werden müssen, sind diese entsprechend massiver ausgeführt.

[0007] Häufig sind Abstandshalter zwischen den einzelnen Schaufelfüssen der Turbinenschaufeln angeordnet, welche die Kräfte aufnehmen und auch zur Schwingungsdämpfung dienen sollen. Dies ist zum Beispiel aus den Patenten US 2,916,257 oder auch aus US 3,734,645 bekannt. Eine andere Laufschaufelbefestigung ist auch aus der Europäischen Offenlegungsschrift EP-A1-520,258 bekannt. Zur Begrenzung von Umfangskräften in der Folge von Wärmedehnungen sind zwischen den Laufschaufeln Längsstege vorgesehen.

[0008] Nachteilig bei solchem Stand der Technik ist allerdings, dass die Last grundsätzlich über den Schaufelfuss auf den Rotor übertragen wird. Dies gilt insbesondere für die oben genannten Torsionsmomente. Die massivere Ausführung von Rotor und den Schaufelfüssen hat aber negative Auswirkungen insbesondere auf die Breite der Schaufel und des Schaufelfusses und der Radscheibe und damit auch auf die gesamte Länge des Rotors. Aufgrund der höheren Fußbelastung musste auf preisgünstigere Fußausführungen (z.B. Hammerkopf-

fuß, Reiterschaufelfuß) verzichtet und statt dessen auf stabilere, teurere Fußformen (wie z.B. Steckfuß) zurückgegriffen werden.

[0009] Ziel der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Befestigung für Schaufeln einer Strömungsmaschine an einem Rotor oder Stator zu schaffen, mit welcher die Torsionsmomente vermehrt vom Schaufelfuss oder der Fussplatte der Schaufel aufgenommen werden kann bei gleichzeitiger Entlastung des Rotors/Stators und des Schaufelfusses. Zudem soll die Gesamtlänge des Rotors/Stators verkürzt bzw. bei gleicher Länge die Anzahl der Schaufelreihen erhöht und/oder der Einsatz von preisgünstigen Fußverbindungen ermöglicht werden.

[0010] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe durch eine Befestigung von Schaufeln gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass nach dem Einbau aller Schaufeln die Schaufeln am Rotor oder Stator an der Fussplatte und/oder am Schaufelfuss ohne Spiel oder mit einer Vorspannung aneinandergrenzen und sich so gegenseitig gegenüber Torsionsmomenten abstützen, wobei die an den Fussplatten und/oder an den Schaufelfüssen wirkenden Torsionsmomente den Torsionsmomenten, welche an der Deckplatte oder an dem Stützflügel wirken, entgegengesetzt sind.

[0011] Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist, dass Torsionsmomente nicht mehr oder nur noch marginal durch den Rotor aufgenommen werden, sondern durch die aneinandergrenzenden Fussplatten und/oder Schaufelfüsse, da eine Verdrehung dieser beiden Bauelemente verhindert wird. Durch diese Massnahme kann der Schaufelfuss und auch der Rotor (oder Stator) entsprechend kleiner dimensioniert werden, da an der Kontaktfläche Rotor (Stator)/Schaufelfuss keine grösseren Kräfte mehr aufgenommen werden müssen. Insgesamt kann also die Länge des Rotors verkleinert werden. Es ist die Anzahl der Schaufelreihen bei gleicher Länge des Rotors (Stators) und damit auch den Wirkungsgrad zu erhöhen.

[0012] Ausserdem ist es möglich, andere Fussverbindungen einzusetzen, die mit der bisherigen Technik nicht zu verwenden gewesen wären. Zum Beispiel kann ein einzinkiger Steckfuss, ein Hammerkopffuss oder ein gleichwertiger, einfacher Schaufelfuss vorteilhaft eingesetzt werden. Solche Schaufelfüsse können einfach und ohne grosse Schwierigkeiten durch bekannte Fräsvverfahren gefertigt werden.

[0013] Die Fussplatte und möglicherweise auch der Schaufelfuss weisen eine Abschrägung auf, welche in vorteilhafter Weise an eine Abschrägung einer benachbarten Laufschaufel grenzt und so Torsionsmomente an dieser Stelle gegenseitig aufgenommen werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0014] Es zeigen

- Fig. 1** eine Turbinenschaufel einer Dampfturbine mit einem einzinkigen Schaufelfuss und Deckplatte/Stützflügel,
- Fig. 2** eine Turbinenschaufel einer Dampfturbine mit einer Stützplatte (Stützflügel) innerhalb des Schaufelblattes,
- Fig. 3** einen Draufsicht auf ein erfindungsgemässes Ausführungsbeispiel mit den Deckplatten der Turbinenschaufeln und
- Fig. 4** einen Schnitt durch ein erfindungsgemässes Ausführungsbeispiel von Turbinenschaufeln, welche in einer Nut an dem Rotor oder Stator der Strömungsmaschine angeordnet sind, wobei die Fussplatten sichtbar sind.

[0015] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente werden in unterschiedlichen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0016] Die Figur 1 zeigt eine Schaufel 1 einer Strömungsmaschine, also beispielsweise einer Dampfturbine oder eines Verdichters. Die Schaufel 1 bei welcher es sich um eine Lauf- oder Leitschaufel handeln kann, besteht aus einem Schaufelfuss 4, aus einer sich an den Schaufelfuss 4 anschliessenden Fussplatte 3, aus einer Deckplatte 2 bzw. einem Stützflügel oder einer Stützplatte, und aus einem sich zwischen der Fussplatte 3 und der Deckplatte 2 befindenden Schaufelblatt 5. Der Schaufelfuss 4 ist in der Figur 1 als einzinkiger Steckfuss 4a ausgeführt. Er dient zur Befestigung der Schaufel 1 an dem in der Figur 1 nicht dargestellten Rotor 6 oder an einem Stator. Sowohl die Fuss- 3 als auch die Deckplatte 2 der Schaufel 1 sind mit einer Abschrägung 9 ausgestattet. Die Abschrägung 9 befindet sich an einer Seite der Deck- 2 bzw. Fussplatte 3, d.h. die Abschrägung 9 ist im Hinblick auf die Draufsicht auf beiden Platten 2, 3 zu verstehen, wie dies auch in der Figur 3 und 4 deutlich wird. Es ist auch möglich, dass am Schaufelfuss 4 ebenfalls eine Abschrägung 9 angebracht ist. Bei der Schaufel 1 kann es sich auch um eine Schaufel mit mehrzinkigem Steckfuss handeln.

[0017] Wie aus der Figur 2 ersichtlich, kann die Deckplatte 2 an dem Schaufelblatt 5 zwischen der Schaufelspitze 14 und der Fussplatte 3 angebracht sein. Dies gilt allgemein für alle verwendbaren Schaufeltypen.

[0018] Bei den Schaufeln, welche in der Figur 1 bzw. in der Figur 2 gezeigt sind, sind in dem Schaufelfuss 4, 4a zusätzlich Löcher 11 vorhanden, welche dazu dienen, den Fuss am Rotor oder Stator durch Bolzen zu befestigen.

[0019] Bei dem Einbau der Schaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ in einer Nut 8 am Rotor 6 oder auch an einem Stator werden an der Deckplatte 2 Torsionsmomente 13 angewendet, welche in Richtung der Abschrägung 9 wirken. Dabei entsteht die Kontaktstelle 7, an welcher die Torsi-

onsmomente 13 aufgenommen werden. Dies ist in der Schaufelreihe der Figur 3 dargestellt, welche eine Draufsicht auf die verschiedenen Schaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ zeigt. Auf diese Weise bekommen die Schaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ eine gewisse Vorspannung. Zwischen dem anderen Teil der Deckplatte 2, an dem die Deckplatten 2 nicht aneinandergrenzen, entsteht auf diese Weise ein Spalt 10. Weiter sind in der Figur 3 die Schaufelblätter 5 sichtbar, welche unterhalb der Deckplatte 2 sein können. Im Falle einer intermediären Anordnung der Deckplatte 2 an dem Schaufelblatt 5, wie dies in der Figur 2 dargestellt ist, ist dies ober- und unterhalb der Deckplatte 2.

[0020] Die Figur 4 zeigt einen Schnitt durch eine Schaufelreihe, wobei in dieser Figur die Fussplatten 3 der Schaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ sichtbar sind.

Wiederum stossen benachbarte Fussplatten 3 direkt und spielfrei an den Kontaktstellen 7 aneinander. Die Kontaktstellen 7 zwischen benachbarten Platten 3 sind im Bereich der Abschrägungen 9. In dem anderen Teil der Fussplatten 3 entsteht ein Spalt 10. Die auf die Fussplatten 3 wirkenden Torsionsmomente 12 sind aber den in der Figur 3 gezeigten Torsionsmomenten 13 entgegengesetzt, so dass auch die Abschrägungen 9 an einem entsprechend anderen Ende der jeweiligen Platte 2, 3 angeordnet sind. Erfindungsgemäss ist es auch möglich, zwischen den einzelnen Fussplatten 3 eine Vorspannung vorzusehen. Die Kontaktstelle 7 kann sich auch insgesamt auf die angrenzenden Fussplatten 3 beziehen, ohne dass sich ein Spalt 10 bildet. Die Abschrägungen 9, wie es in der Figur 1 bereits dargestellt ist, können sich auch auf Bereiche des Schaufelfusses 4 beziehen. Dies ist aber in der Figur 4 nicht näher dargestellt.

[0021] Da benachbarte Laufschaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ an der Abschrägung 9 aneinander grenzen, und das Torsionsmoment 12 in diese Richtung wirkt, stützen sich die Laufschaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ gegenseitig. Ein Verdrehen findet nicht oder nur in sehr geringen Masse statt, so dass die Kraft durch die Laufschaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ selber und nicht mehr durch den Rotor 6 (oder den Stator) bzw. durch die Nut 8 aufgenommen werden muss. Durch diese Art der Anordnung der Laufschaufeln $1_1, 1_2, 1_3, 1_n$ wird die Belastung des Rotors 6 vorteilhaft reduziert. Dies geschieht in der ersten Linie durch die spielfreie oder vorgespannte Lagerung an den Fussplatten 3 und/oder an den Schaufelfüssen 4. Die Abschrägung 9 muss dann selbstverständlich auch am Schaufelfuss 4 vorliegen, um dem vorliegenden Effekt Rechnung zu tragen.

[0022] Der einzinkige Steckfuss, welcher in der Figur 1 dargestellt ist, ist jedoch nur beispielsweise gewählt. Als Schaufelfuss 4 können verschiedene, aus dem Stand der Technik an sich bekannte Arten, so zum Beispiel ein Hammerfuss oder Reiterfuß, verwendet werden.

[0023] Besonders bemerkenswert ist allerdings, dass nun auch Schaufelfüsse 4 verwendet werden können, die bislang nicht oder nur unter erschwerten Bedingun-

gen einsetzbar waren. Dies ist durch die verringerte Kraftübertragung vom Schaufelfuss 4 auf den Rotor 6 oder auf den Stator möglich. Da die Schaufelfüsse 4 und auch der Rotor 6 oder der Stator kleiner dimensioniert werden können (z.B. in der Breite), kann die Gesamtlänge des Rotors 6 verkürzt oder bei gleicher Länge des Rotors 6 (Stators) der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine durch zusätzliche, Schaufelreihen erhöht werden. Vorhandene Rotoren 6 (Statoren) können auch leicht auf die neue Art der Befestigung der Laufschaufeln 1 umgerüstet werden. Dies ist ein Vorteil, da nun einfachere Schaufeln 1, welche kostengünstiger gefertigt werden können, eingesetzt werden können. Beispielsweise kann der in der Figur 1 gezeigte Steckfuss oder auch ein Hammerfuss auf einfache Weise mit bekannten Fräsverfahren hergestellt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0024]

1,1 ₁ ,1 ₂ ,1 ₃ ,1 _n	Schaufel
2	Deckplatte
3	Fussplatte
4	Schaufelfuss
4a	einzinkiger Schaufelfuss
5	Schaufelblatt
6	Rotor
7	Kontaktstelle
8	Nut
9	Abschrägung
10	Spalt
11	Loch
12	Torsionsmoment an Fussplatte 3
13	Torsionsmoment an Deckplatte 2
14	Turbinenschaufelspitze

Patentansprüche

1. Befestigung von Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) einer Strömungsmaschine an einem Rotor (6) oder Stator, wobei die Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) mittels Schaufelfüssen (4) am Rotor (6) oder Stator befestigt sind, und wobei die Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) eine Fussplatte (3), eine Deckplatte (2) bzw. einen Stützflügel oberhalb des Schaufelfusses (4) und ein Schaufelblatt (5) aufweisen, und wobei durch den Einbau der Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) auf die Deckplatte (2) bzw. auf den Stützflügel ein Torsionsmoment (13) wirkt,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Einbau aller Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) die Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) am Rotor (6) oder Stator an der Fussplatte (3) und/oder am Schaufelfuss (4) ohne Spiel oder mit einer Vorspannung aneinander grenzen und sich so gegenseitig gegenüber Torsionsmomenten (12) abstützen, wobei die an den

Fussplatten (3) und/oder an den Schaufelfüssen (4) wirkenden Torsionsmomente (12) den Torsionsmomenten (13), welche an der Deckplatte (2) oder an dem Stützflügel wirken, entgegengesetzt sind.

2. Befestigung von Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
sowohl die Fussplatte (3) und/oder der Schaufelfuss (4) als auch die Deckplatte (2) bzw. der Stützflügel eine Abschrägung (9) aufweisen, welche an der Stelle angeordnet ist, an welcher die angreifenden Torsionsmomente (12,13) wirken, und an welcher sich die Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) gegenseitig abstützen.
3. Befestigung von Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Deckplatte (2) oder der Stützflügel am Schaufelblatt (5) zwischen der Fussplatte (3) und der Schaufelspitze (14) angeordnet ist.
4. Befestigung von Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Schaufelfuss (4) ein ein- (4a) oder mehrzinkiger Steckfuss oder ein Hammerkopffuss verwendet wird.
5. Befestigung von Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Schaufelfuss (4) zusätzlich Löcher (11) vorhanden sind, durch welche der Schaufelfuss (4) mittels Bolzen am Rotor (6) oder Stator befestigbar ist.
6. Befestigung von Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei den Schaufeln (1,1₁,1₂,1₃,1_n) um Leit- oder Laufschaufeln einer Turbine oder eines Verdichters handelt.

Claims

1. Fastening of blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) of a turbomachine to a rotor (6) or stator, the blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) being fastened to the rotor (6) or stator by means of blade roots (4), and the blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) having a root plate (3), a cover plate (2) or supporting wing above the blade root (4) and a blade leaf (5), and a torsional moment (13) acting on the cover plate (2) or on the supporting wing as a result of the installation of the blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n), **characterized in that**, after the installation of all the blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n), the blades (1, 1₁,

1₂, 1₃, 1_n) are contiguous to one another on the rotor (6) or stator at the root plate (3) and/or at the blade root (4) without play or with a prestress and are therefore supported relative to one another with respect to torsional moments (12), the torsional moments (12) which act at the root plates (3) and/or at the blade roots (4) being opposite to the torsional moments (13) which act at the cover plate (2) or at the supporting wing.

2. Fastening of blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) according to Claim 1, **characterized in that** both the root plate (3) and/or the blade root (4) and the cover plate (2) or the supporting wing have a bevel (9) which is arranged at the point at which the applied torsional moments (12, 13) act and at which the blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) are supported relative to one another.
3. Fastening of blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the cover plate (2) or the supporting wing is arranged on the blade leaf (5) between the root plate (3) and the blade tip (14).
4. Fastening of blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** a single-prong (4a) or multi-prong insertion root or a hammerhead root is used as the blade root (4).
5. Fastening of blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) according to Claim 4, **characterized in that** in the blade root (4) there are additionally holes (11) through which the blade root (4) can be fastened to the rotor (6) or stator by means of bolts.
6. Fastening of blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the blades (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) are guide vanes or moving blades of a turbine or compressor.

Revendications

1. Fixation d'aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) d'une turbomachine sur un rotor (6) ou stator, les aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) étant fixées sur le rotor (6) ou stator au moyen de pieds d'aube (4) et présentant une plaque de pied (3), une plaque de recouvrement (2) ou une ailette de soutien au-dessus du pied d'aube (4) et une pale (5), et un couple de torsion (13) agissant sur la plaque de recouvrement (2) ou sur l'ailette de soutien sous l'effet du montage des aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n),
caractérisée en ce qu'une fois leur montage achevé, les aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) sont contiguës les unes aux autres, sans jeu ou avec une précontrainte, sur le rotor (6) ou stator sur la plaque de pied (3) et/ou le pied d'aube

(4) de sorte à se soutenir mutuellement contre les couples de torsion (12), ces couples de torsion (12) agissant sur les plaques de pied (3) et/ou sur les pieds d'aube (4) venant s'opposer aux couples de torsion (13) qui agissent sur la plaque de recouvrement (2) ou l'ailette de soutien.

2. Fixation d'aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) selon la revendication 1,
caractérisée en ce que la plaque de pied (3) et/ou le pied d'aube (4) tout comme la plaque de recouvrement (2) ou l'ailette de soutien présentent un biseau (9) qui est pratiqué à l'endroit où agissent les couples de torsion (12, 13) qui s'appliquent et où les aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) se soutiennent mutuellement.
3. Fixation d'aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) selon la revendication 1 ou 2,
caractérisée en ce que la plaque de recouvrement (2) ou l'ailette de soutien est disposée sur la pale (5) entre la plaque de pied (3) et la pointe d'aube (14).
4. Fixation d'aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) selon la revendication 1, 2 ou 3,
caractérisée en ce qu'on utilise comme pied d'aube (4) un tenon à une (4a) ou plusieurs pointes ou une tête rectangulaire avec coins abattus.
5. Fixation d'aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) selon la revendication 4,
caractérisée en ce que des trous (11) sont par ailleurs pratiqués dans le pied d'aube (4) par l'intermédiaire desquels ce pied d'aube (4) peut être fixé sur le rotor (6) ou stator au moyen de boulons.
6. Fixation d'aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) selon la revendication 4 ou 5,
caractérisée en ce que les aubes (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) sont des aubes directrices ou mobiles d'une turbine ou d'un condensateur.

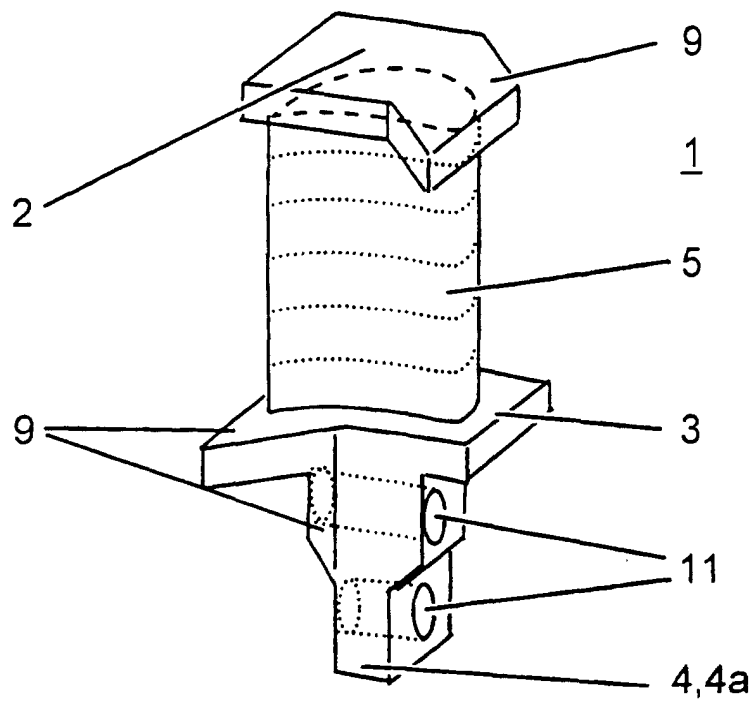


Fig. 1

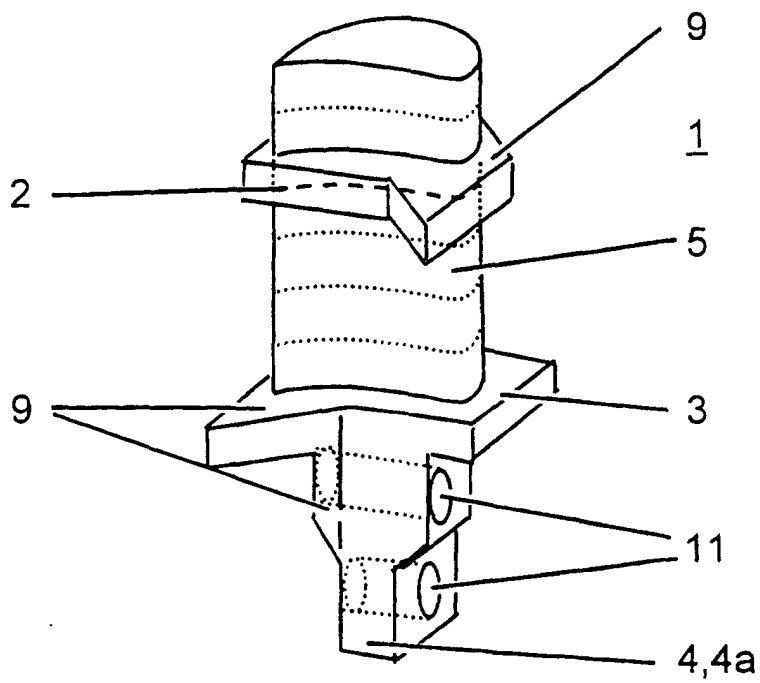


Fig. 2

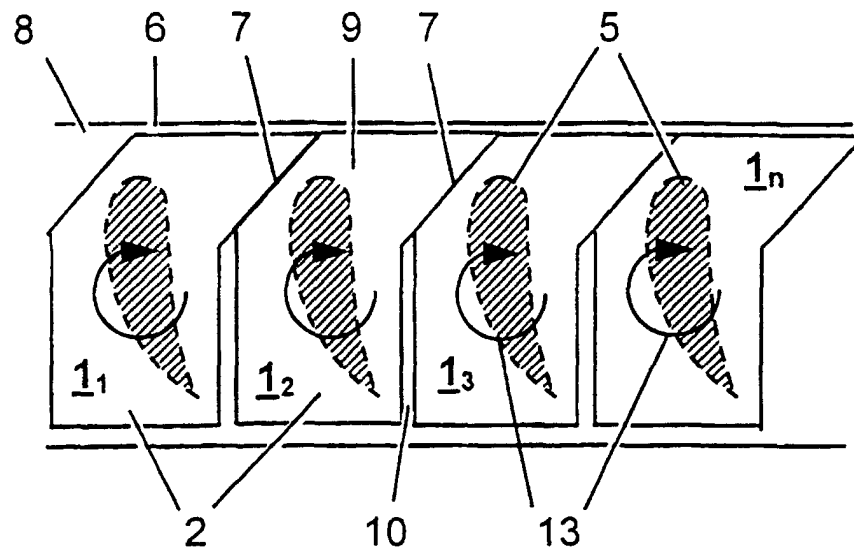


Fig. 3

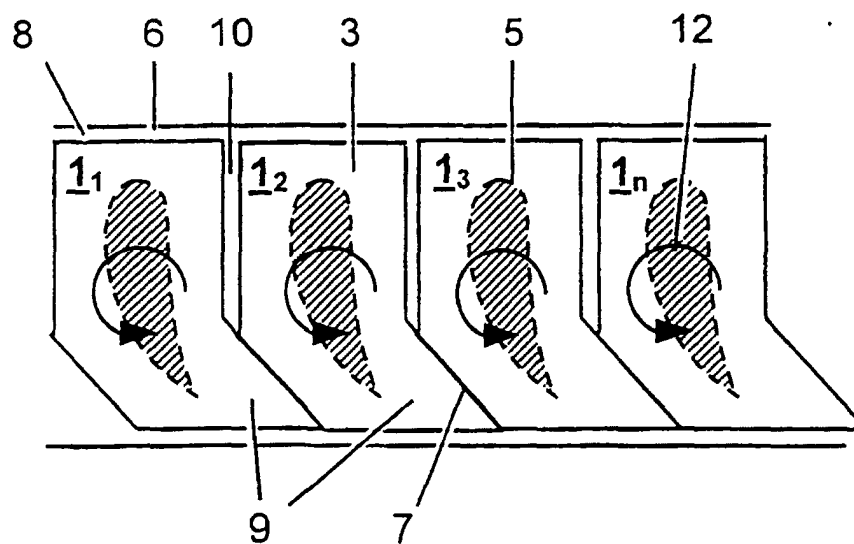


Fig. 4