

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 321 825 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **16.12.92**

(51) Int. Cl.⁵: **F01D 5/30, F01D 11/00**

(21) Anmeldenummer: **88120768.2**

(22) Anmeldetag: **13.12.88**

(54) **Axial durchströmtes Laufschaufelgitter für Verdichter oder Turbinen.**

(30) Priorität: **19.12.87 DE 3743253**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.89 Patentblatt 89/26

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
16.12.92 Patentblatt 92/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 068 923 GB-A- 802 871
GB-A- 2 011 551 GB-A- 2 042 652
US-A- 2 972 470 US-A- 3 378 230

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9, Nr.
100 (M-376)[1823], 2. Mai 1985

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr.
89 (M-132)[967], 27. Mai 1982

(73) Patentinhaber: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
W-8000 München 50(DE)

(72) Erfinder: **Luxenburger, Gerd**
Dachauer Strasse 316
W-8000 München 50(DE)

EP 0 321 825 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

Die Erfindung bezieht sich auf ein axial durchströmtes Laufschaufelgitter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Laufschaufelgitter nach der eingangs genannten Art haben sich in der Praxis bewährt, und zwar im Hinblick auf die Beherrschung der bei verhältnismäßig hohen Drehzahlen und Fliehkräften zu erwartenden peripheren Kraft- und Spannungsbeanspruchungen am Rotor sowie im Hinblick auf die Erzielbarkeit eines vergleichsweise geringen Radscheibengewichts.

Bei Verdichter- oder Turbinenschaufelkonzepten bzw. -gittern der genannten Art ist es schwierig, eine in Axialrichtung wirksame Fixierung der Schaufeln am Rotor bzw. an der Scheibe ohne vergleichsweise großen Montage- Bauaufwand erzielen zu wollen.

Eine zuvor erörterte Schaufelkonfiguration von mit Abstand oberhalb der Radscheibe bzw. des Radkranzes axial und in Umfangsrichtung gegenüber der Fußkontur vorstehenden Fußplatten ist aus der FR-PS 12 07 772 bekannt; dabei sollen die in die Axialnuten eingesetzten Laufschaufeln mittels fußseitig unten radial vorstehender Nase an betreffenden Radkranzstirnflächen, in einer Richtung axial fixiert, aufsitzen. Auf der von den Nasen abgewandten Seite sollen sich in Umfangsrichtung erstreckende Abdichtbleche zwischen fußplattenseitig innen verlaufenden Nuten und radkranzseitig eingearbeiteten Umfangsnuten verankert sein. Der bekannte Fall sieht ferner eine mit der Radscheibe mitrotierende Deckscheibe vor, über die vom Verdichterende abgezweigte Kühlluft zum einen über die Schaufelfüße den betreffenden Schaufelblättern, zum anderen stirnseitig, entlang der Radscheibe radial nach innen strömend, zugeführt werden soll. Dabei zeigten die genannten Nasen folgende Nachteile: Zusätzlicher Herstellung- und Bearbeitungsaufwand der Schaufeln; durch Luftreibung mögliche Bauteiltemperaturerhöhung; baulich beengte Kühlluftzufuhr, wenn insbesondere die Schaufel-Kühlluft nutgrundseitig zugeführt werden soll; über die Nasen radial nach oben verhältnismäßig weit hinwegreichende Ausbildung der Deckscheibe, um für diese eine fußseitig glatte bzw. nicht unterbrochene Anlagefläche am Radkranz, stirnseitig, auszubilden, worin die Deckscheibe zugleich die in anderer axialer Richtung wirkende Schaufelsicherung ausbildet. Die zuvor erwähnten Dichtbleche führen zu erhöhtem Herstell- und Montageaufwand, zumal - wie vielfach üblich - sie noch zusätzlich in Umfangsrichtung verdrehsicher am Radkranz zu verankern sind, z. B. mittels Spanndrähten. Auch führen derartige Dichtbleche zu örtlichen Scheibengewichtserhöhungen und zusätzlichen Belastungen der Radscheibe nebst Schaufeln.

Die EP-A-068923, bzw. die US-A-4,527,952 der gleichen Patentfamilie (jeweils gattungsbildend für den einleitenden Teil des Patentanspruchs 1), behandelt in verschiedenen Ausführungsformen eine beiderseitige axiale Sicherung von mit ihren unteren schwalbenschwanzartigen Fußenden (Fig. 1 - 5) in angepaßte Axialnuten einzusetzenden Laufschaufeln; diese weisen sich über die gesamte axiale Schaufellänge sowie jeweils beidseitig vom Schaufelblatt und einem sogenannten "Mittelschaft" oberhalb des Radkranzes (Scheibenhöcker) erstreckende Fußplatten (Fig. 4) in gegenseitiger Fliehkraftabstützung auf. Bei einer ersten Variante erfolgt die Schaufelsicherung mittels eines Verriegelungsgliedes, das in Anpassung an die Nutgeometrie dimensioniert bzw. bezüglich radialer Einbauhöhe gegenüber der Geometrie des Schaufelfußendes überdimensioniert ist; quermittig radial beweglich in der Nut (Fig. 1) des Schaufelfußes verankert, soll das Verriegelungsglied zusammen mit dem Fußende in die Axialnut einschiebbar sein; durch von der Nutgrundseite aus vorliegende Anhebung der Schaufel nebst Fuß durch einen Keil (Fig. 3) soll das Glied gleichzeitig in Aussparungen (Fig. 1) benachbarter Scheibenhöcker einrastbar sein; dabei können mit beiden Stirnseiten des Radkranzes verschraubbare Haltebleche (Fig. 4) zur axialen Keilsicherung bzw. Abdichtung vorgesehen werden. Ebenfalls unter Anwendung derartiger radialer Schaufelanhebung durch einen Keil sieht eine weitere Variante (Fig. 5) des bekannten Falles an beiden äußeren Stirnseiten des Fußendes befestigte Halteplatten vor; diese sind in die Axialnut axial einfahrbar dimensioniert und übergreifen korrespondierende Stirnflächen des Radkranzes (Höcker) nach mittels des Keiles erfolgter Raidalanhebung. Ferner ebenfalls mit radialer Schaufelanhebung durch nutgrundseitig eingefügten Keil arbeitend, sieht eine weitere Variante (Fig. 7) des bekannten Falles am Schaufelschaft - zwischen Fußende und Plattform - seitlich vorstehende Nasen an Absätzen vor; in einer vorgegebenen Position (Fig. 7 rechts) kann die Schaufel jeweils beidseitig zwischen zwei axial aufeinander folgenden Zusatzhöckern, die auf den Scheibenhöckern angeordnet sind, axial erst dann gesichert werden, nachdem die Schaufel zuvor mit den Nasen durch angepaßte Axialschlitze der Zusatzhöcker hindurchgeschoben und dann die Schaufel am Fußende durch den Keil radial nach oben angehoben worden ist. Wesentliche Nachteile des bekannten Falles: Verhältnismäßig komplizierte Montage (Keil); Axiale Sicherung für Keil erforderlich; örtliche Fußschwächung, insbesondere bezüglich beweglichen Sicherungsgliedes (Fig. 2 und 3); örtlich verhältnismäßig geringe "Materialfleischeinbindung" in den Randkranz; Zusatzdichtvorkehrungen durch besondere Bauteile (Bleche - Fig. 4); aus Verschraubungen dieser Ble-

che sowie insbesondere aus der Variante mit sogenannten Haiteplatten (Fig. 6) resultierende Gefahr örtlich erhöhter Luft- bzw. Gasreibung, und damit Bauteiltemperaturerhöhung; fußseitige Behinderung einer Kühlluftzufuhr (Turbinenschaufeln), hier insbesondere jeweils durch Keilanordnung.

Die US-A-3,378,230 behandelt die Montage und Befestigung von mit Fußplatten ausgestatteten Laufschaufeln am Radkranz einer Radscheibe; dabei sind die Fußplatten (Fig. 1) unter Belassung stets axial offener Zwischenräume gegenüber der Radkranzoberfläche angeordnet; mit unteren schwalbenschwanzartigen Fußenden können die Schaufeln in entsprechend angepaßte, nutgrundseitig radial tiefer ausgesparte Axialnuten in axialer Richtung eingeschoben werden; eine radiale axiale fußseitige Schaufelbefestigung und -sicherung ist erst in einer radial angehobenen Schaufelstellung möglich über ein zwischen Nutgrund und unter Seite des Fußende eingeschobenes Sicherungsblech; das Sicherungsblech soll mittels radial nach oben gegen die Radkranzstirnflächen abgebogener Zungen verankert sein. Im bekannten Fall wird die axiale Sicherung der Laufschaufeln u. a. durch in Längsrichtung, seitlich außen auf die Fußenden aufgebraachte konkave (Fig. 6) oder konvexe (Fig. 1) Krümmungen mit entsprechend angepaßt gekrümmten Konturen an den betreffenden Gegenflächen der Axialnuten hervorgerufen. Vergleichsweise hoher Bau-, Montage- und Wartungsaufwand sind wesentliche Nachteile dies bekannten Falles. Die Anordnung des Sicherungsbleches steht einer am Nutgrund fußseitig unbehinderten Kühlluftzufuhr in die Schaufel entgegen; die an den Stirnseiten örtlich vorstehenden Zungen der Bleche können zu erhöhter Luft- bzw. Gasreibung mit daraus resultierenden Bauteilaufheizungen führen.

Die JP-A-226-202 kann gemäß vorliegendem Abstrakt so interpretiert werden, daß bei einer schalbenschwanzförmigen Fuß-Nut-Verankerung von Turbinenlaufschaufeln, als axiale Sicherung in einer Richtung, ein am unteren Fußende stufenförmig in das Radscheibenfleisch einrastender Absatz vorgesehen sein soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Laufschaufelgitter nach der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Laufschaufeln auf verhältnismäßig einfache Weise in einer Richtung an einer Radscheibe axial gesichert sind.

Die gestellte Aufgabe ist mit den Merkmalen des Kennzeichnungsteils des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

Es ergibt sich eine vergleichsweise einfache Montage der Laufschaufeln an der Radscheibe, d. h., die Schaufeln brauchen nur auf die Scheibe geschoben zu werden, ohne jegliche anderweitige Sicherungsvorkehrungen, die mit einem hohen Arbeits- und Bauteilaufwand verknüpft wären, vor-

nehmen zu müssen.

Im Rahmen der angegebenen Lösung ist es ferner vorteilhaft, daß keine zusätzlich vorstehenden Teile wie Nasenkanten, Ringe, Bandagen, Drähte oder dergleichen benötigt werden, die im paraktischen Betrieb den Luftwiderstand erhöhen und damit wiederum zu Leistungseinbußen führen könnten.

Das betreffende Längenmaß der jeweiligen Schaufelfüße läßt sich dabei ganz genau dem entsprechenden Längenmaß der Axialnuten bzw. Aussparungen in der Radscheibe zuordnen. Ferner entstehen keine örtlichen Bauteilabstufungen an der Radscheibe, zwischen den Scheibenhöckern und den Schaufelfüßen, die von einer stirnseitig an der Radscheibe zur Kühlluftführung vorgesehenen Deckscheibe örtlich zu überbrücken wären. In Verbindung mit der Kühlluftzufuhr in die Schaufeln wird also eine optimale stirnseitige Abdichtung zwischen der Deckscheibe und der betreffenden Scheibengegenfläche erzielt.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist es, daß eine genaue Bearbeitung der Fußwurzel der betreffenden Schaufeln oder der Scheibe nicht behindert wird.

Ferner ist es vorteilhaft, daß in keinem Fall eine Kühlluftzufuhr von unten durch die betreffenden Füße der Laufschaufeln behindert wird. Zusammen mit einer oder zwei Deckscheiben ist somit die Kühlluftzufuhr zu den Turbinenlaufschaufeln von unten durch den Fuß von einer oder beiden Seiten der Radscheibe unbehindert möglich.

Ferner ist es möglich, den betreffenden Übergangsbereich zwischen den Scheibenhöckern und den Schaufelfußplatten ohne besonderen zusätzlichen Aufwand optimal abzudichten. In diesem Bereich befindet sich also die später noch näher kenntlich gemachte Überlappung von Schleifkontur und Räumkontur. Die Abdichtstelle kann dabei verhältnismäßig beliebig positioniert werden, ohne die Montagerichtung ändern zu müssen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Patentansprüche 2 bis 9. Anhand der Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise weiter erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein die gegenseitige Bauteilüberdeckung N zwecks Axialfixierung und gegebenenfalls Abdichtung verkörperndes Schaubild im Hinblick auf die gegenseitige Räum-Schleifkontur Scheibe/Schaufel,

Fig. 2 ein von vorne gesehene Darstellung einer Radscheibensektion mit am hinteren Ende der Scheibenhöcker befindlichen Stegen als Schaufelanschlagflächen,

Fig. 3 eine von vorn gesehene perspektivische Darstellung einer in die Schei-

- Fig. 4 bensektion nach Fig. 2 eingebauten Turbinenlaufschaufel, eine von vorn gesehene, durch einen Schaufelradial- schnitt verkörperte Einbausituation der Turbinenschaufel nebst Radscheibensektion nach Fig. 3 unter Verdeutlichung der örtlichen Bauteilüberdeckung N,
- Fig. 5 die von hinten gesehene Turbinenlaufschaufel nach Fig. 3 und 4 unter Verdeutlichung der an der Schaufelrückseite vorliegenden örtlichen Stegposition,
- Fig. 6 die schematische Seitenansicht der Schaufel nebst Fuß nach Fig. 3 bis 5,
- Fig. 7 eine gegenüber Fig. 2 bis 6 abgewandelte Ausführung, die durch eine scheibenhöcker-mittig in Umfangsrichtung verlaufende Steg-Schaufel-Axialsicherung gekennzeichnet ist, und zwar von vorn aus gesehen,
- Fig. 8 die Scheibensektion gemäß Fig. 7, jedoch ohne Schaufel, unter Verdeutlichung des örtlich mittigen Stegverlaufs,
- Fig. 9 eine Rad- und Deckscheibensektion in Kombination mit dem Konzept nach Fig. 1 bis 6 für zu kühlende Turbinenlaufschaufeln,
- Fig. 10 Turbinenlaufschaufel - wie in Fig. 5 dargestellt, jedoch unter Verdeutlichung des genau erstellbaren Längenmaßes A (siehe auch Fig. 9,11 und 14),
- Fig. 11 eine durch Seitenansicht einer Turbinenlaufschaufel schematisch verkörperte weitere Variante mit schaufelrückseitig zwischen Fußplatte und Fuß in Radial- und Umfangsrichtung ausgesparter Ausnehmung am hinteren radialen Wandteil der Schaufel,
- Fig. 12 die von hinten gesehene Schaufel nebst Fuß nach Fig. 11,
- Fig. 13 die gemäß Fig. 12 gesehene und dargestellte Schaufel unter Verdeutlichung der Einbausituation in die Radscheibe, hier im Wege perspektivischen Teilausschnitts und
- Fig. 14 die Radscheibensektion gemäß Fig. 2, jedoch unter Verdeutlichung des Längenmaßes A in Bezug auf Fig. 11,
- Fig. 15 die Seitenansicht einer gekühlten Laufschaufel nebst Radscheibensektion in Kombination mit schaufelrückseitigem Stegeingriff gemäß Fig. 6 und
- Fig. 16 die in die Zeichnungsebene projizier-

te Draufsicht auf die Radscheibensektion nach Fig. 15 unter Zuordnung eines Schaufelschnitts gemäß A-A der Fig. 15.

5 Beispielhaft (Fig.1 bis 4) liegt ein axial durchströmtes Laufschaufelgitter einer Turbine, insbesondere eines Gasturbinenstrahltriebwerkes vor, bei dem die Laufschaufeln 1 mit ihren Füßen 2 an geometrisch darauf abgestimmten, untereinander beabstandete Scheibenhöcker 8 (Fig.2) belassen-
10 den Axialnuten 3 der Radscheibe (Fig. 3 und 4) gehalten sind, wobei zwischen fußseitigen Abschnitten der Schaufeln 1 und der Radscheibe 4 Bauteilüberdeckungen N (Fig.1 und 4) als axiale Schaufelsicherung in einer Richtung ausgebildet sind. Dabei schließen die scheibenseitig verankerten Laufschaufeln 1 zwischen Schaufelfußplatten 5 und Radscheibenoberfläche sich in Achs- und Umfangsrichtung erstreckende Zwischenräume ein
15 (Fig. 3 und 4), an denen die Bauteilüberdeckungen N jeweils zwischen einem radial hinteren Wandteil 6 einer Fußplatte 5 und nasenartigen, von der Radscheibenoberfläche aus radial in die Zwischenräume hineinragenden Stegen 7 einer Axialnut 3 benachbarter Scheibenhöcker 8 ausgebildet sind.
20

25 Dabei überschneiden sich die jeweils äußeren Umrißkonturen der Stege 7 (Fig.4) und des Wandteils in axialer Sicherungsposition gegenseitig, worin - wie zusätzlich durch Fig. 1 verdeutlicht - die Stegumrißkontur von den scheibenseitig nach außen geometrisch fortgesetzten Räumkonturen R benachbarter Axialnuten 3 und die Umrißkontur des Wandteils 6 aus den scheibenseitig nach außen geometrisch fortgesetzten Schleifkonturen S des betreffenden Schaufelfußes 2 gebildet sein kann.

30 Vorliegende Ausführungsbeispiele sehen übliche zweizählige Verbundrotorschaukeln vor, ohne allerdings an eine derartige Fußgeometrie verbindlich gebunden zu sein. Mit anderen Worten kann die betreffende Fußgeometrie z.B. hammerkopfförmig oder, wie in Fig. 1,3,5 usw. dargestellt, tannenzapfen- oder tannenbaumfußförmig ausgebildet sein.

35 Damit die betreffenden Laufschaufeln 1 montierbar sind, kann ein Teil der betreffenden Scheibenhöcker 8 (Fig.2) im oberen bzw. äußeren Bereich - unter Ausbildung der Stege 7 - entsprechend abgearbeitet werden. Die genannte Abarbeitung kann beispielsweise durch Drehen erfolgen.

40 Im Prinzip kann aber auch die Radscheibe 4 (Fig.2) von vornherein im Sinne des notwendigen Sollmaßes hergestellt werden. D.h. , die betreffende Radscheibe 4 kann von vornherein beispielsweise elektrochemisch oder im Rahmen eines Druckintervallverfahrens im Rahmen des geforderten Sollmaßes bzw. der Vorkehrungen zur Ausbildung der Stege 7 hergestellt werden, wobei gegebenenfalls eine geeignete Oberflächennachbearbeitung auf das
45
50
55

erforderliche Sollmaß erfolgen kann im Wege spanender bzw. schleifender Nachbearbeitung.

Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich, wachsen also praktisch die genannten Stege aus der Radscheibe heraus, so daß sie sich hier am stromabwärtigen Ende der betreffenden Scheibenhöcker 8 zwischen den Umfangsnuten 3 erstrecken.

Insbesondere aus Fig. 2 erkennt man ferner, daß die betreffenden Stege 7 nasenartig ausgebildet sind und sich jeweils parallel zu den Scheibenstirnflächen an den Nasenhöckern 8 erstrecken.

Wie insbesondere aus Fig. 6 ersichtlich, können die radialen Wandteile der betreffenden Laufschaufeln 1, also beispielsweise der hier hintere radiale Wandteil 6 an der Fußplatte 5, mit räumlich nach innen eingezogenen Ausnehmungen 9 ausgestattet sein, um die betreffenden Gegenabschnitte der Stege 7 an der Radscheibe 4 aufzunehmen.

Wie ferner aus den Fig. 3, 5 und 6 insbesondere ersichtlich ist, weist jede Turbinenlaufschaufel 1 mindestens zwei axial beabstandete radiale, sich über die gesamte Breite einer Fußplatte 5 erstreckende vordere und hintere Wandteile 6' bzw. 6 auf; wie aus Fig. 3 ersichtlich, bildet also die Laufschaufel 1 über das hintere Wandteil 6, beidseitig die Radscheibenoberfläche in Umfangsrichtung überkragende Anschlagflächen gegen die betreffenden Stege 7 an der Radscheibe 4 aus. Die damit einhergehenden Bauteilüberdeckungen N (Fig. 4) können verhältnismäßig klein sein; sie sind abhängig von der Summe der Toleranzen an den betreffenden gegenseitigen Anlagestellen, der Fliehkraft und der Thermodehnungen der Schaufel, der Durchbiegung des betreffenden Steges 7 an der Radscheibe 4 durch Axialkräfte sowie ferner abhängig von der Flächenpressung zwischen dem betreffenden Steg 7 und der Laufschaufel 1.

Aus Fig. 3, Fig. 5 wie Fig. 6 ist ferner entnehmbar, daß das jeweils vordere und hintere Ende der Fußplatte 5 jeder Laufschaufel 1 die betreffenden radialen Wandteile 6, 6' in axialer Richtung dachförmig überragt.

Gemäß Fig. 7 und 8 erstrecken sich die zuvor genannten Stege 7 an der Radscheibe 4 hier im mittleren Umfangsbereich entlang der Oberflächen der betreffenden Scheibenhöcker 8. Im Zusammenhang mit dieser Konfiguration der Stege 7 ist also eine Schaufelausführung darstellbar, die am stromabwärtigen Ende einen vergleichsweise großen axial auskragenden dachförmigen Überhang mit der Fußplatte 5 ausbildet. Dementsprechend ergibt sich ein vergleichsweise schmaler umfangsseitiger Kanalabschnitt zwischen den beiden radialen Wandteilen 6 und 6', und zwar örtlich oberhalb der von den Höckern 8 ausgebildeten Radscheibenoberfläche.

Fig. 9 veranschaulicht ein gekühltes Hochdrucklaufschaufelkonzept. Dabei ist der Radscheibe

4 eine stirnseitig mitrotierende Deckscheibe 10 zugeordnet, welche die im Sinne der Fig. 2 bis 6 in der Radscheibe 4 an den Stegen 7 aufsitzenden, zu kühlenden Laufschaufeln 1' auch in der axial entgegengesetzten Richtung fixieren soll. Mit dem äußeren Bauteilabschnitt 10' sitzt also die Deckscheibe 10 stirnseitig an den betreffenden Gegenflächen der radialen Wandteile 6', den Scheibenhöckern 8 (Fig. 2) und den Schaufelfüßen 2 einwandfrei auf.

Gemäß Fig. 9 bildet die Deckscheibe 10 entlang der Radscheibe 4 eine Kühlluftkammer 11 aus, die von den betreffenden Schaufelfußseiten aus über geeignete Kühlmittleitungen 12, 13 (Kühlluftfluß von F nach F') an die zu kühlenden Laufschaufeln 1' des Laufgitters angeschlossen ist. Dabei wird also die Kammer 11 mittels z.B. am Hochdruckverdichter entnommener Luft beaufschlagt, die über das Hohlwellensystem des Hochdruckverdichters zugeführt wird; es können hierbei zwischen jeweiliger Fußplatte 5 sowie einem vorderen und hinteren Wandteil 6', 6 und der Radscheibenoberfläche eingeschlossene Zwischenräume zur Kühlluftführung in die Laufschaufeln 1' (Schaufelblätter) ausgebildet sein.

Unter Verwendung gleicher Bezugszeichen für im wesentlichen unveränderte Bauteile weicht das Beispiel nach Fig. 11 bis 14 von demjenigen nach Fig. 2 bis 6 dadurch ab, daß am rückwärtigen Ende der Turbinenlaufschaufel 1, im Bereich des hinteren Wandteils 6 sowie zwischen örtlichem Ende der Fußplatte 5 und Fuß 2, eine verhältnismäßig großflächige Ausnehmung 12 ausgebildet ist, in die die Stege 7 örtlich hineinragen (Fig. 13).

Es ist durchaus möglich, entgegen der bisher gezeigten Einschubrichtung der Laufschaufeln - von links nach rechts - die Schaufeln in umgekehrter Richtung am Rotor bzw. an der Radscheibe 4 in Axialrichtung festzulegen.

Anstelle gezeigter Deckscheiben gemäß Fig. 9 können auch anderweitige zusätzliche scheibenförmige Sicherungselemente (mitrotierend) vorgesehen werden, die nicht mit einer gemäß Fig. 9 beispielhaft gewählten Kühlmittelführung im Zusammenhang stehen müssen.

Im Hinblick auf z.B. gekühlte Laufschaufeln 1' verdeutlichen die Fig. 15 und 16 nochmals eine Variante, beispielsweise in Form rückwärtigen Eingriffs der Stege 7 in betreffende Ausnehmungen 9 (siehe auch Fig. 6) wobei die betreffenden hinteren radialen Wandteile 6 satt an den Stegen 7 anliegen. Aus Fig. 16 ist ferner erkennbar, daß die Schaufelfußnuten 3 jeweils unter gleichen Winkeln gegenüber der betreffenden Scheibenachse geneigt angeordnet sind. Derartig geneigt bzw. schräg angeordnete Nuten 3 sind bei sämtlichen vorhergehenden Ausführungsformen beispielhaft zugrunde gelegt. Die Axial- bzw. Fußnuten könnten

selbstverständlich auch Achsparallel angeordnet sein.

Vorteilhaft können ferner beispielhaft genannte Laufgittervarianten so ausgebildet sein, daß die Bauteilüberdeckungen N eine örtliche Sekundärstromdichtung gegenüber der Luftströmung im Verdichterkanal (Verdichterlaufschaufern) bzw. gegenüber der Heißgasströmung in Turbinenkanal (Turbinenlaufschaufern) ausbilden.

Hierzu können korrespondierende Abschnitte der Bauteilüberdeckungen mit z.B. durch Flamm- oder Plasmaspritzen erzeugten Dichtmaterialien ausgekleidet sein.

Insbesondere im Wege des Beispiels nach Fig. 9 können die Bauteilüberdeckungen N eine örtliche Kühlluftabsperndichtung gegenüber der Heißgasströmung in der Turbine ausbilden.

Patentansprüche

1. Axial durchströmtes Laufschaufelgitter für Verdichter oder Turbinen, insbesondere von Gasturbinenstrahltriebwerken, bei dem die Laufschaufeln (1) mit ihren Füßen (2) an geometrisch darauf abgestimmten, untereinander beabstandete Scheibenhöcker (8) belassenden Axialnuten (3) der Radscheibe (4) gehalten sind, worin zwischen fußseitigen Abschnitten der Schaufeln und der Radscheibe Bauteilüberdeckungen (N) als axiale Schaufelsicherung ausgebildet sind, und worin die Laufschaufeln (1) zwischen Schaufelfußplatten (5) und Radscheibenoberfläche sich in Achs- und Umfangsrichtung erstreckende Zwischenräume einschließen, dadurch gekennzeichnet, daß die Fußplatten (5) radiale Wandteile (6,6') aufweisen und die Bauteilüberdeckungen (N) an den Zwischenräumen jeweils zwischen einem radialen Wandteil (6,6') und nasenartigen, von der Radscheibenoberfläche aus radial in die Zwischenräume hineinragenden Stegen (7) an den Scheibenhöckern (8) ausgebildet sind.
2. Laufschaufelgitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils äußeren Umrißkonturen der Stege (7) und eines Wandteils (6) sich in axialer Sicherungsposition gegenseitig überschneiden, worin die Stegumrißkontur von den scheibenseitig nach außen geometrisch fortgesetzten Raumkonturen (R) benachbarter Axialnuten (3) und die Umrißkontur des Wandteils (6) aus den scheibenseitig nach außen geometrisch fortgesetzten Schleifkonturen (S) des betreffenden Schaufelfußes (2) gebildet ist.
3. Laufschaufelgitter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der radiale Wand-

teil (6) einer Schaufelfußplatte (5) räumlich nach innen eingezogene Ausnehmungen (9) zur Aufnahme betreffender Abschnitte der Stege (7) aufweist.

4. Laufschaufelgitter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede Schaufel (1) ein sich an der Fußplatte (5) in Umfangsrichtung erstreckendes vorderes und hinteres radiales Wandteil (6',6) aufweist, von denen das vordere oder hintere Wandteile (6',6), jeweils beidseitig des Schaufelfußes (2), die die Bauteilüberdeckung (N) ausbildet.
5. Laufschaufelgitter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das vordere und hintere Ende der Fußplatte (5) jeder Laufschaufel (1) die radialen Wandteile (6',6) in Achsrichtung dachförmig überragt.
6. Laufschaufelgitter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Radscheibe (4) in an sich bekannter Weise eine stirnseitig mitrotierende Deckscheibe (10) zugeordnet ist, die die in der Radscheibe (4) an den Stegen (7) aufsitzenden Laufschaufeln (1') in der axialen Gegenrichtung fixiert.
7. Laufschaufelgitter nach Anspruch 6, mit gekühlten Turbinenlaufschaufern, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckscheibe (10) in an sich bekannter Weise entlang der Radscheibe (4) mindestens eine Kühlluftkammer (11) ausbildet, die über geeignete Kühlmittleitungen (12,13) an die zu kühlenden Laufschaufeln (1') angeschlossen ist.
8. Laufschaufelgitter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteilüberdeckungen eine örtliche Sekundärstromdichtung gegenüber Verdichterluft oder Heißgas ausbilden.
9. Laufschaufelgitter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteilüberdeckungen eine örtliche Kühlluftabsperndichtung gegenüber der Heißgasströmung in der Turbine ausbilden, wobei zwischen jeweiliger Fußplatte (5) sowie einem vorderen und hinteren Radialwandteil (6',6) und der Radscheibenoberfläche eingeschlossene Zwischenräume zur Kühlluftführung in die Laufschaufeln (1') ausgebildet sind.

Claims

1. Axially traversed row of rotor blades for compressors or turbines, in particular gas turbine jet engines, in which row the rotor blades (1) are held with their feet (2) at axial grooves (3) of the rotor disc (4), which grooves are geometrically matched to the feet and leave mutually spaced disc protuberances (8), in which component overlaps (N) are formed as axial blade securement between foot-end sections of the blades and the rotor disc and in which the rotor blades (1) between blade foot plates (5) and rotor disc surface enclose cavities extending in an axial and peripheral direction, characterised in that the foot plates (5) have radial wall portions (6, 6') and the component overlaps (N) are formed at the cavities in each case between a radial wall portion (6, 6') and lug-like cross-pieces (7) at the disc protuberances (8) projecting from the rotor disc surface radially into the cavities. 5 10 15 20
2. Rotor blade row according to claim 1, characterised in that the respective outer outline contours of the cross-pieces (7) and of a wall portion (6) mutually overlap in the axial position of securement, in which the cross-piece outline contour is formed by the broached contours (R) of adjacent axial grooves (3) geometrically continued outwards on the disc side and the outline contour of the wall portion (6) is formed from the sliding contours (S) of the respective blade foot (2) geometrically continued outwards on the disc side. 25 30
3. Rotor blade row according to claim 1 or 2, characterised in that the radial wall portion (6) of a blade foot plate (5) has recesses (9) which are drawn inwards spatially for the purpose of receiving respective sections of the cross-pieces (7). 35 40
4. Rotor blade row according to one or several of the claims 1 to 3, characterised in that each blade (1) has a front and rear radial wall portion (6';6) which extends in the peripheral direction on the foot plate (5) and of which the front or rear wall portion (6';6), in each case on both sides of the blade foot (2), forms the component overlap (N). 45 50
5. Rotor blade row according to one or several of the claims 1 to 4, characterised in that the front and rear end of the foot plate (5) of each rotor blade (1) projects over the radial wall portions (6';6) in an axial direction in a roof-like manner. 55
6. Rotor blade row according to one or several of

the claims 1 to 5, characterised in that coordinated with the rotor disc (4) in a manner known per se there is a cover disc (10) which rotates with the rotor disc on the face and which fixes the rotor blades (1'), which sit in the rotor disc (4) at the cross-pieces (7), in the opposite axial direction.

7. Rotor blade row according to claim 6, having cooled turbine rotor blades, characterised in that the cover disc (10) forms in a manner known per se along the rotor disc (4) at least one cooling air chamber (11) which is connected by way of suitable coolant lines (12, 13) to the rotor blades (1') to be cooled.
8. Rotor blade row according to one or several of the claims 1 to 7, characterised in that the component overlaps form a local secondary flow seal in respect of compressor air or hot gas.
9. Rotor blade row according to claim 7, characterised in that the component overlaps form a local cooling air cut-off in respect of the hot gas flow in the turbine, with cavities, enclosed between respective foot plate (5) together with a front and rear radial wall portion (6';6) and the rotor disc surface, being formed for the purpose of guiding cooling air into the rotor blades (1').

Revendications

1. Rangée d'aubes rotoriques à traversée axiale pour compresseurs ou turbines, en particulier de réacteurs à turbine à gaz, dans laquelle les aubes rotoriques (1) sont maintenues par leurs pieds (2) au niveau de gorges axiales (3) du disque de roue (4), lesdites gorges axiales (3) possédant une géométrie appropriée et créant des bosses de disque (8) espacées les unes des autres, des chevauchements (N) de composants étant réalisés entre les parties de pied (5) des aubes et la surface supérieure du disque de roue pour immobiliser axialement les aubes, et les aubes rotoriques (1) comprenant, entre des plaques de pied d'aube (5) et la surface supérieure du disque de roue, des interstices qui s'étendent dans les directions axiale et circonférentielle, caractérisée en ce que les plaques de pied (5) comportent des parties radiales (6, 6') de paroi, et en ce que les chevauchements (N) des composants sont formés au niveau des interstices entre une partie radiale (6, 6') de paroi et des nervures (7) situées sur les bosses de disque (8), lesdites nervures étant en forme de talon et péné-

trant radialement dans les interstices à partir de la surface supérieure du disque de roue.

2. Rangée d'aubes rotoriques selon la revendication 1, caractérisée en ce que les contours extérieurs respectifs des nervures (7) et d'une partie de paroi (6) se chevauchent mutuellement dans la position d'immobilisation axiale, dans laquelle le contour des nervures peut être formé par les contours libres (R) de gorges axiales voisines (3), lesdits contours libres (R) étant prolongés géométriquement vers l'extérieur sur le côté disque, et le contour de la partie de paroi (6) peut être formé par les contours de contact (S) du pied d'aube correspondant (2), lesdits contours de contact (S) étant prolongés géométriquement vers l'extérieur sur le côté disque. 5 10 15
3. Rangée d'aubes rotoriques selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la partie radiale (6) de paroi d'une plaque de pied d'aube (5) comporte des évidements (9) spatialement en retrait vers l'intérieur, pour recevoir les portions correspondantes des nervures (7). 20 25
4. Rangée d'aubes rotoriques selon une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que chaque aube (1) comporte des parties radiales avant et arrière (6', 6) de paroi qui s'étendent sur la plaque de pied (5) dans la direction circonférentielle et dont la partie avant ou arrière (6', 6) forme, de chaque côté du pied d'aube (2), le recouvrement (N) de composants. 30 35
5. Rangée d'aubes rotoriques selon une ou plusieurs des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les extrémités avant et arrière de la plaque de pied (5) de chaque aube rotorique (1) dépassent des parties radiales (6, 6') de paroi dans la direction axiale à la manière d'un toit. 40
6. Rangée d'aubes rotoriques selon une ou plusieurs des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le disque de roue (4) est associé, de manière connue en soi, à un disque de recouvrement (10) qui tourne avec lui en position frontale et qui immobilise, dans le sens opposé axial, les aubes rotoriques (1') qui sont montées dans le disque de roue (4) contre les nervures (7). 45 50
7. Rangée d'aubes rotoriques selon la revendication 6, comprenant des aubes rotoriques refroidies de turbine, caractérisée en ce que le disque de recouvrement (10) forme, de manière 55

re connue en soi, le long du disque de roue (4), au moins une chambre d'air de refroidissement (11) qui est reliée aux aubes rotoriques (1') à refroidir, par l'intermédiaire de conduites appropriées (12, 13) d'agent de refroidissement.

8. Rangée d'aubes rotoriques selon une ou plusieurs des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que les chevauchements des composants forment un joint local d'écoulement secondaire par rapport à l'air du compresseur ou au gaz chaud.
9. Rangée d'aubes rotoriques selon la revendication 7, caractérisée en ce que les chevauchements des composants forment un joint local d'arrêt de l'air de refroidissement par rapport à l'écoulement du gaz chaud dans la turbine, des interstices compris entre la plaque de pied (5) ainsi que les parties radiales avant et arrière (6', 6) de paroi et la surface supérieure du disque de roue pouvant ainsi être prévus pour amener l'air de refroidissement dans les aubes rotoriques (1').

FIG.1

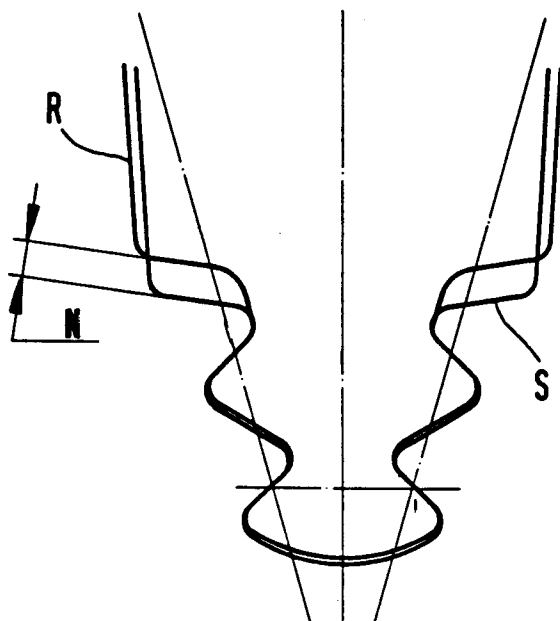


FIG.2

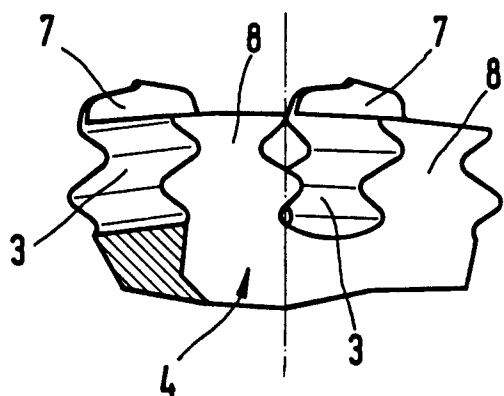


FIG. 3

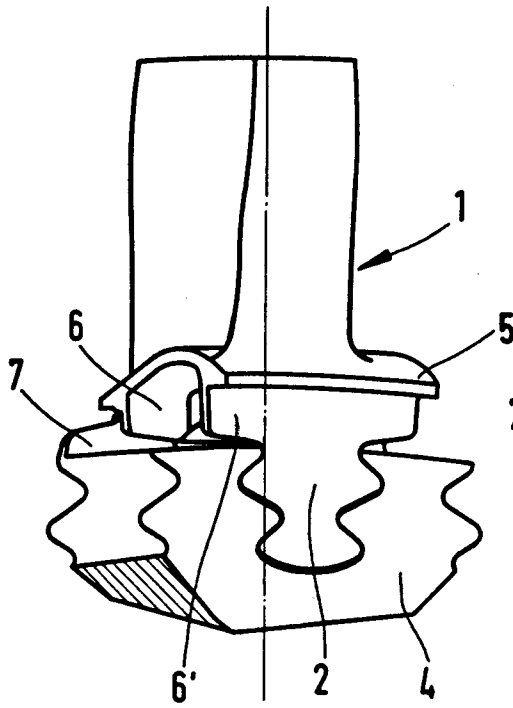


FIG. 4

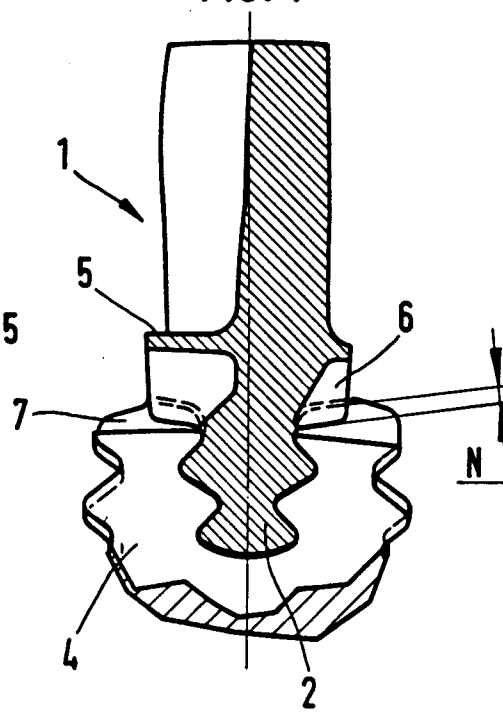


FIG. 5

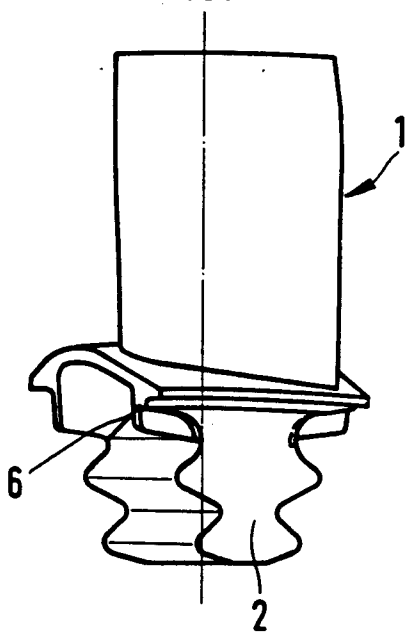


FIG. 6

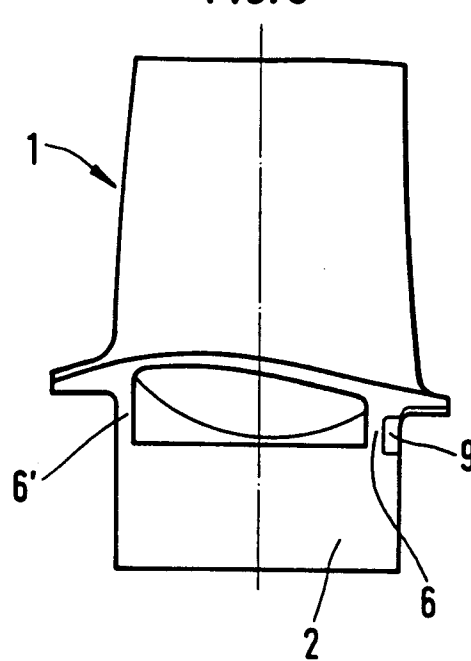


FIG. 7

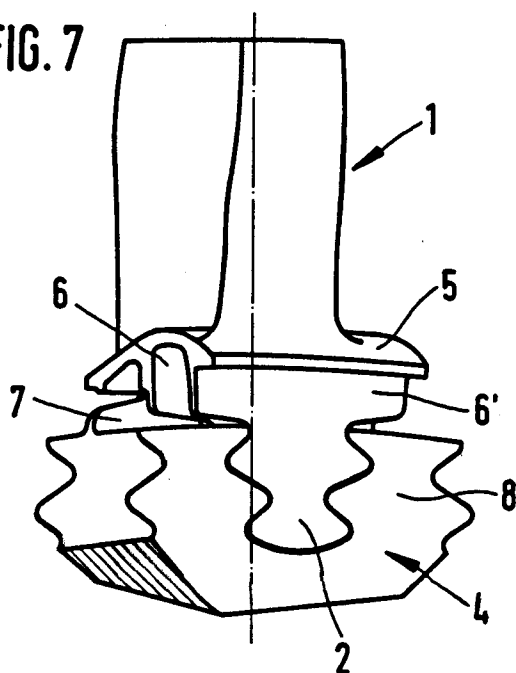


FIG. 8

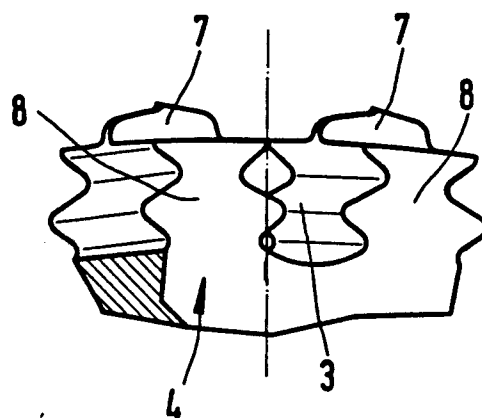


FIG. 9

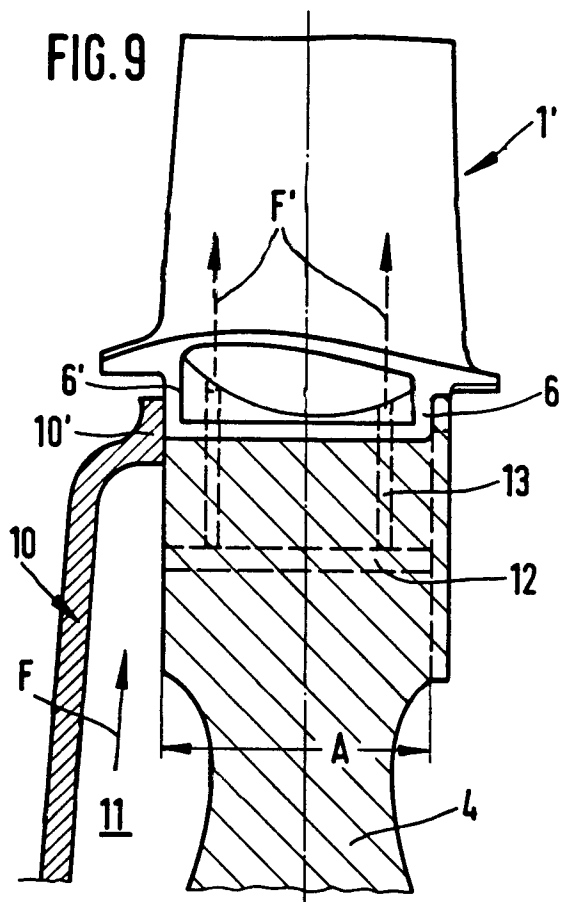


FIG. 10

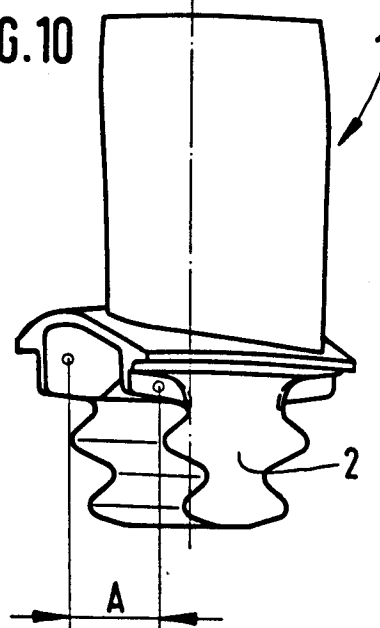


FIG. 11

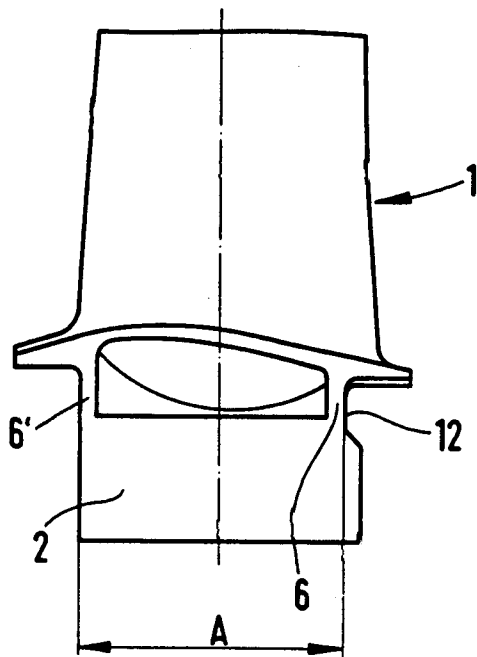


FIG. 12

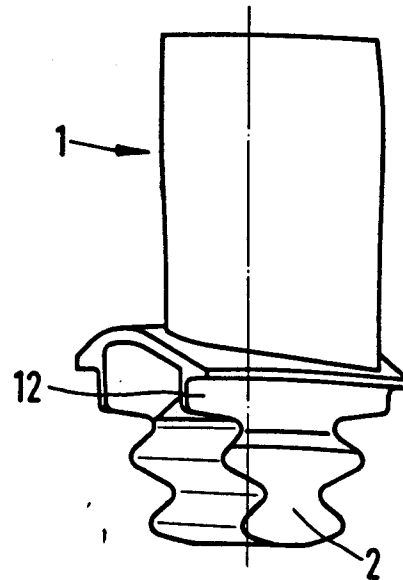


FIG. 13

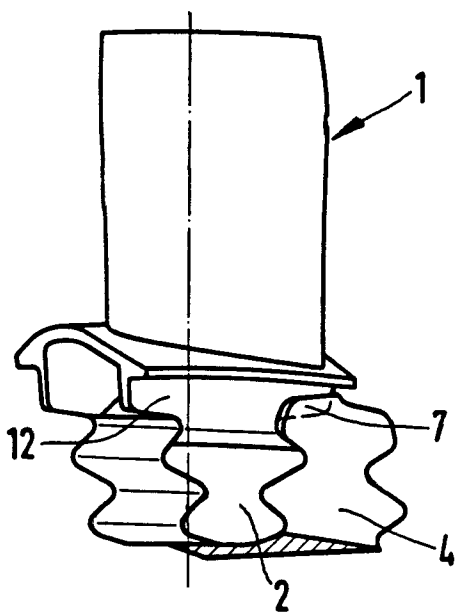


FIG. 14

