

(19)



(11)

EP 4 134 523 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.02.2023 Patentblatt 2023/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 5/30^(1968.09)

(21) Anmeldenummer: **22188295.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 5/3007; F05D 2250/711

(22) Anmeldetag: **02.08.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

- **Koch, David**
80995 München (DE)
- **Pösl, Susanne**
80995 München (DE)
- **Zeis, Markus**
80995 München (DE)
- **Hieber, Andreas**
80995 München (DE)
- **Trübenbach, Jens**
80995 München (DE)
- **Freno, Dieter**
80995 München (DE)
- **Nachtigall, Hermann**
80995 München (DE)
- **Rimke, Miriam**
80995 München (DE)

(30) Priorität: **11.08.2021 DE 102021120876**

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Bayer, Kilian**
80995 München (DE)

(54) **SCHAUFELFUSSAUFNAHME ZUM AUFNEHMEN EINER LAUFSCHAUFEL**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaufelfußaufnahme (20) zum Aufnehmen eines Schaufelfußes (21) einer Laufschaufel (4.2) einer Strömungsmaschine (1), welche Schaufelfußaufnahme (20) zur radial formschlüssigen Anlage an dem Schaufelfuß (21) eine Tragflanke (25) aufweist, die bezogen auf eine Drehach-

se (2) zumindest anteilig nach radial innen gewandt ist, wobei die Tragflanke (25) mit einer Auswölbung (40) versehen ist, die in einem achssenkrechten Schnitt betrachtet eine zumindest abschnittsweise konvexe Form (41) hat, und auch in einem achsparallelen Schnitt betrachtet eine zumindest abschnittsweise konvexe Form (51) hat.

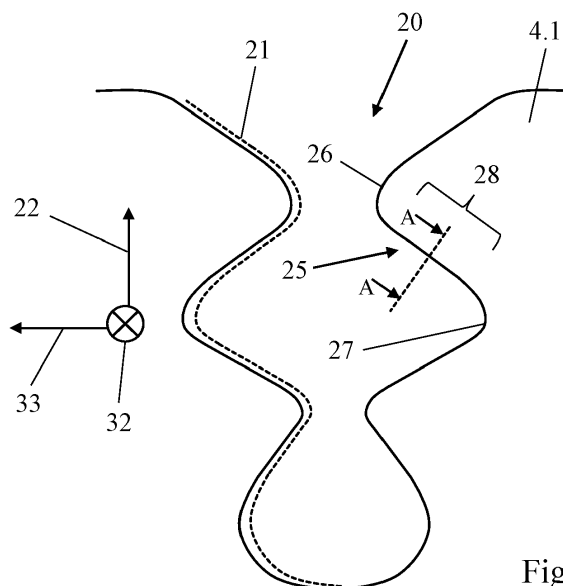


Fig. 2

EP 4 134 523 A2

Beschreibung**Technisches Gebiet**

- 5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaufelfußaufnahme zum Aufnehmen eines Schaufelfußes einer Lauf-schaukel einer Strömungsmaschine.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Eine Strömungsmaschine gliedert sich funktional in Verdichter, Brennkammer und Turbine, wobei im Falle eines Flugtriebwerks angesaugte Luft im Verdichter komprimiert und in der nachgelagerten Brennkammer mit hinzuge-mischtem Kerosin verbrannt wird. Das entstehende Heißgas, eine Mischung aus Verbrennungsgas und Luft, durchströmt die nachgelagerte Turbine und wird dabei expandiert. Die Turbine und der Verdichter sind in der Regel jeweils mehrstufig aufgebaut, wobei eine jeweilige Stufe einen Leit- und einen Laufschaufelkranz umfasst. Jeder Schaufelkranz ist aus
15 einer Mehrzahl umlaufend aufeinanderfolgender Schaufeln aufgebaut, die je nach Anwendung von dem Verdichter-bzw. dem Heißgas umströmt werden.

- [0003]** Dabei kann ein Laufschaufelkranz bspw. eine Laufscheibe aufweisen, an der die Laufschaufeln umlaufend aufeinanderfolgend jeweils formschlüssig montiert sind. Dazu kann die Laufscheibe auf unterschiedlichen Umlaufposi-tionen jeweils mit einer Schaufelfußaufnahme versehen sein, nämlich einer sich axial erstreckenden Profillinut. In jede
20 Profillinut kann ein Schaufelfuß eingesetzt werden, dessen Außenwandfläche dann einen Formschluss mit den die Pro-filnut begrenzenden Flanken der Schaufelfußaufnahme bildet. Aufgrund dieser Profilierung ist die Laufschaufel radial formschlüssig gehalten, insbesondere gegen die Fliehkräfte im Betrieb.

Darstellung der Erfindung

- 25 **[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine besonders vorteilhafte Schaufelfußaufnahme anzugeben.

- [0005]** Dies wird erfindungsgemäß mit der Schaufelfußaufnahme gemäß Anspruch 1 gelöst. Bei dieser ist mindestens eine Tragflanke, an welche der Schaufelfuß im Betrieb angedrückt wird, mit einer Auswölbung versehen, die
30

- in einem achsenkrechten Schnitt betrachtet eine zumindest abschnittsweise konvexe Form hat, und auch
- in einem achsparallelen Schnitt betrachtet eine zumindest abschnittsweise konvexe Form hat.

- 35 **[0006]** Die Auswölbung bzw. konvexe Form ist also nicht nur bezogen auf die umlaufende bzw. radiale Erstreckung der Tragflanke (achsenkrechter Schnitt), sondern zudem auch hinsichtlich deren Längserstreckung, also in Axialrichtung ausgeprägt (achsparalleler Schnitt). Diese insofern in zwei Richtungen ausgebildete Konvexität bzw. Balligkeit kann z. B. strukturmechanisch von Vorteil sein, etwa im Ergebnis eine gleichmäßigere Lastübertragung zwischen Schaufelfuß und Tragflanke ermöglichen. Im Vergleich zu einer planen Tragflanke, bei welcher sich z. B. fertigungsbedingt unter-schiedliche Anlagebereiche ergeben können, kann mit der konvexen Ausbildung z. B. eine reproduzierbare Anlagefläche
40 geschaffen werden.

- [0007]** In manchen Ausgestaltungen können kleinere Toleranzen nur lokal im Bereich der Auswölbungen vorgesehen sein und/oder der Einfluss von Abweichungen außerhalb der Auswölbungen reduziert sein.

- [0008]** Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der gesamten Offenbarung, wobei bei der Darstellung der Merkmale nicht immer im Einzelnen zwischen Vorrichtungs- und Verfahrens-bzw. Verwendungsaspekten unterschieden wird; jedenfalls implizit ist die Offenbarung hinsichtlich sämtlicher Anspruchs-kategorien zu lesen. Ferner richtet sie sich stets auf sowohl die Schaufelfußaufnahme an sich als auch auf eine Schau-felanordnung mit einer entsprechenden Schaufelfußaufnahme und einer Laufschaufel, sowie auch auf eine Laufscheibe mit mehreren Schaufelfußaufnahmen.

- 50 **[0009]** Die Angaben "axial", "radial" und "umlaufend", sowie die zugehörigen Richtungen (Axialrichtung etc.), beziehen sich auf die Drehachse, um welche im Betrieb die Schaufelfußaufnahme mit der Laufschaufel, insbesondere also auch die Scheibe bzw. der Laufschaufelkranz rotieren. Diese fällt typischerweise mit einer Längsachse der Strömungsmaschine, also bspw. des Flugtriebwerks zusammen. Der achsenkrechte Schnitt liegt senkrecht zur Drehachse; die achsparallele Schnittebene liegt parallel dazu, dabei kann sie insbesondere senkrecht auf der Tragflanke stehen.

- 55 **[0010]** Die Tragflanke ist "zumindest anteilig nach radial innen gewandt", eine Flächennormale auf der Tragflanke hat also zumindest eine nach innen gerichtete Radialkomponente. Je nach Ausgestaltung im Einzelnen kann sie zusätzlich eine Umlaufkomponente haben, also schräg liegen. In dem achsenkrechten Schnitt betrachtet kann sich die Tragflanke bspw. zwischen einem konkaven Krümmungsabschnitt, der radial innerhalb in eine radial innere Freiflanke oder den

Nutgrund führt, und einer konvexen Krümmung erstrecken, die in eine radial äußere Freiflanke oder bspw. den Scheibenumfang führt. Insgesamt kann die Schaufelfußaufnahme bspw. ein sogenanntes Tannenbaumprofil bilden, was aber nur eine Möglichkeit darstellt.

[0011] Unabhängig von diesen Details wird der Schaufelfuß, insbesondere eine zu Schaufelfußaufnahme im Wesentlichen komplementäre Ausbuchtung davon, im Betrieb gegen die Tragflanke gepresst. Insgesamt kann die Schaufelfußaufnahme dabei auch mehr als eine Tragflanke aufweisen, bspw. spiegelbildlich eine weitere Tragflanke in Umlaufrichtung versetzt und/oder eine oder mehrere Tragflanken radial inner- oder außerhalb. Insgesamt können dann auch mehr als die eine Tragflanke mit einer Auswölbung geformt sein, es ist eine entsprechende Gestaltung sämtlicher Tragflanken der Schaufelfußaufnahme oder auch nur eine Untermenge davon möglich. Generell sind "ein" und "eine" im Rahmen dieser Offenbarung als unbestimmte Artikel und damit immer auch als "mindestens ein" bzw. "mindestens eine" zu lesen, kann es also bspw. in der Tragflanke bzw. einer jeweiligen Tragflanke auch mehrere Ausbildungen geben, siehe unten im Detail.

[0012] Im Allgemeinen kann sich die konvexe Krümmung axial auch über die gesamte Tragflanke erstrecken. In bevorzugter Ausgestaltung geht sie in dem achsparallelen Schnitt betrachtet jedoch in Richtung eines ersten axialen Endes der Tragflanke in ein konkaves Profil über, ist also das Profil zwischen dem ersten Ende und der konvexen Krümmung zumindest abschnittsweise konkav. Der Übergang von dem konvexen in das konkave Profil kann bspw. um mindestens 5 % einer axialen Länge der Tragflanke von dem ersten axialen Ende beabstandet sein, mit weiteren möglichen Untergrenzen bei bspw. mindestens 10 % bzw. 15 % (und theoretischen Obergrenzen bei 70 %, 50 % bzw. 30 %). Ein gewisser Abstand der konvexen Form vom (ersten) axialen Ende der Tragflanke kann bspw. strukturell von Vorteil sein.

[0013] In bevorzugter Ausgestaltung läuft die Tragflanke, in Richtung des ersten axialen Endes an das konkave Profil anschließend, in dem achsparallelen Schnitt betrachtet geradlinig in das erste Ende. Der geradlinige Abschnitt kann insbesondere achsparallel liegen. Generell kann das "erste Ende" bezogen auf die Anordnung in der Strömungsmaschine axial vorne oder axial hinten liegen, also stromauf oder - abwärts.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform geht die konvexe Form in dem achsparallelen Schnitt betrachtet auch in Richtung eines zweiten axialen Endes, welches dem ersten axial entgegengesetzt liegt, in ein konkaves Profil über, schließt also axial beidseits ein konkaves Profil an die konvexe Form an. Je nach Position der Auswölbung kann dann auch in Richtung des zweiten axialen Endes an das konkave Profil ein geradliniger Verlauf anschließen, der in das zweite Ende der Tragflanke läuft, insbesondere achsparallel (alternativ kann aber auch eine weitere Auswölbung folgen, siehe unten im Detail).

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform betrifft den Verlauf der Tragflanke in dem achssenkrechten Schnitt, geht nämlich in diesem die konvexe Form in ein konkaves Profil über, bevorzugt beidseits. Letzteres meint, dass bezogen auf eine Weitenrichtung der Tragflanke, in welcher in dem achssenkrechten Schnitt ihre Weite genommen wird (und die je nach Orientierung der Tragflanke einen Umfangs- und gegebenenfalls einen Radialanteil hat), zu beiden Seiten hin ein konkaver Verlauf an die konvexe Form anschließt. An den konkaven Verlauf kann in der Weitenausrichtung ein geradliniger Verlauf anschließen, zu einer oder zu beiden Seiten hin.

[0016] In bevorzugter Ausgestaltung ist in der Tragflanke eine weitere Auswölbung ausgebildet, finden sich in der Tragflanke also insgesamt mindestens zwei Auswölbungen. Auch die weitere Auswölbung kann in sowohl einem achssenkrechten Schnitt als auch in einem achsparallelen Schnitt betrachtet jeweils eine konvexe Form haben. In bevorzugter Ausgestaltung sind die (erste) und die weitere Auswölbung in Axialrichtung zueinander versetzt, alternativ oder zusätzlich können sie in Weitenrichtung der Tragflanke zueinander versetzt sein. In letzterem Fall können sie also mit einer Umlaufkomponente und, je nach Orientierung der Tragflanke (siehe oben), mit einer Radialkomponente versetzt sein.

[0017] Im Allgemeinen können in der Tragflanke auch eine große Zahl Auswölbungen ausgebildet sein, wobei mögliche Obergrenzen bspw. bei höchstens 30, 20 bzw. 10 Auswölbungen liegen können, prinzipiell aber auch eine noch größere Zahl möglich ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind jedoch genau drei Auswölbungen in der Tragflanke vorgesehen, die miteinander reproduzierbar eine Anlage für die zugeordnete Fläche bzw. Flanke des Schaufelfußes bilden. Die drei Auswölbungen liegen also bevorzugt derart versetzt in der Tragflanke, dass sie miteinander definiert eine Ebene aufspannen (also nicht auf einer gemeinsamen Geraden liegen).

[0018] In manchen Ausgestaltungen liegt die Anzahl der Auswölbungen auf einer oder jeder Tragflanke der Schaufelfußaufnahme im Bereich von 1 bis 10 pro Tragflanke, vorzugsweise 2 bis 7 pro Tragflanke, insbesondere 3 bis 4 pro Tragflanke.

[0019] In manchen Ausgestaltungen weist die, insbesondere jede der Auswölbungen (40) in jedem Schnitt senkrecht zur Tragflanke durch die Auswölbung ein Profil mit einem stetig differenzierbaren Verlauf aufweist. Mit anderen Worten ist der Verlauf in diesen Ausgestaltungen weich und frei von Zacken, Sprüngen und/oder Kanten. Dies ermöglicht eine definierte, in gewissem Maße flächige und spannungstechnisch besonders vorteilhafte Anlage.

[0020] In manchen Ausgestaltungen liegt für die, insbesondere für jede der Auswölbungen das Verhältnis H/D von der Höhe H der Auswölbung zur kleinsten Querabmessung D der Auswölbung innerhalb der Tragflanke im Bereich von 1:2 bis 1:500, insbesondere 1:10 bis 1:200 oder 1:100 bis 1:500. Dies ermöglicht spannungstechnisch eine besonders

vorteilhafte Anlage.

[0021] Die Erfindung betrifft auch eine Schaufelanordnung mit einer vorliegend offenbaren Schaufelfußaufnahme und einer Laufschaufel, deren Schaufelfuß in der Schaufelfußaufnahme angeordnet ist. Der Schaufelfuß liegt an der Tragflanke an, im Betrieb wird er fliehkraftgetrieben dagegen gepresst.

[0022] Ferner betrifft die Erfindung eine Laufscheibe für einen Laufschaufelkranz einer Strömungsmaschine, insbesondere eines Flugtriebwerks. Die Laufscheibe, die insgesamt bspw. eine Ringform haben kann, weist umlaufend verteilt mehrere Schaufelfußaufnahmen auf, die bevorzugt jeweils mit einer Tragflanke gemäß der vorliegenden Offenbarung gestaltet sind.

[0023] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer vorliegend offenbaren Schaufelfußaufnahme bzw. der Schaufelanordnung oder Laufscheibe, wobei die Tragflanke materialabtragend aus einem Vollmaterial herausgearbeitet wird. Dies erfolgt bevorzugt durch elektrochemisches Abtragen (*Elektro Chemical Machining*, ECM), mit dem sich die gewünschte Oberflächenkontur besonders gut erreichen lässt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale im Rahmen der nebengeordneten Ansprüche auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und auch weiterhin nicht im Einzelnen zwischen den unterschiedlichen Anspruchskategorien unterschieden wird.

[0025] Im Einzelnen zeigt

Figur 1 eine Strömungsmaschine, nämlich ein Mantelstromtriebwerk in einem Axi-alschnitt;

Figur 2 eine Schaufelfußaufnahme in einer schematischen Axialansicht;

Figur 3 eine Tragflanke der Schaufelfußaufnahme gemäß Figur 2 in einem achssenrechten Schnitt;

Figur 4 die Tragflanke gemäß Figur 3 in einem achsparallelen Schnitt;

Figur 5 eine alternativ gestaltete Tragflanke in einer schematischen Aufsicht.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0026] **Figur 1** zeigt eine Strömungsmaschine 1, konkret ein Mantelstromtriebwerk, in einem Axialschnitt. Die Strömungsmaschine 1 gliedert sich funktional in Verdichter 1a, Brennkammer 1b und Turbine 1c. Sowohl der Verdichter 1a als auch die Turbine 1c sind jeweils aus mehreren Stufen aufgebaut. Jede der Stufen setzt sich aus einem Leit- und einem Laufschaufelkranz zusammen. Der Übersichtlichkeit halber ist für die Turbine 1c nur für eine der Stufen der Leitschaufelkranz 3 und der zugehörige Laufschaufelkranz 4 mit Bezugszeichen referenziert. Im Verdichter 1a wird die angesaugte Luft komprimiert, sie wird dann in der nachgelagerten Brennkammer 1b mit hinzugemischtem Kerosin verbrannt. Das Heißgas durchströmt den Heißgaskanal und treibt dabei die Laufschaufelkränze an, die um die Drehachse 2 rotieren. Der Laufschaufelkranz 4 umfasst eine Laufscheibe 4.1, in die umlaufend verteilt mehrere Laufschaufeln 4.2 eingesetzt sind.

[0027] **Figur 2** zeigt einen Ausschnitt der Laufscheibe 4.1 in einer Axialansicht, also entlang der Drehachse 2 darauf blickend. In der Laufscheibe 4.1 ist eine Schaufelfußaufnahme 20 vorgesehen, die in Form einer profilierten Nut eingebracht ist, welche die Laufscheibe 4.1 axial durchsetzt. In die Schaufelfußaufnahme 20 wird ein hier nur schematisch angedeuteter Schaufelfuß 21 der jeweiligen Laufschaufel 4.2 eingesetzt, er ist darin bezogen auf die Radialrichtung 22 formschlüssig gehalten. Im Betrieb wird er gegen Tragflanken 25 der Schaufelfußaufnahme gedrückt, wovon vorliegend eine mit einem Bezugszeichen referenziert ist und weiter im Detail diskutiert wird.

[0028] Die Tragflanke 25 erstreckt sich zwischen einem konvexen Krümmungsabschnitt 26 und einem konkaven Krümmungsabschnitt 27, in der Darstellung gemäß Figur 2 ist ihre Weite 28 zu erkennen. Senkrecht dazu, also in Axialrichtung 32 hat die Tragflanke 25 ihre Längserstreckung. Vorliegend ist sie derart orientiert, dass sie anteilig in der Radialrichtung 22 und auch in Umlaufrichtung 33 verläuft.

[0029] **Figur 3** zeigt die Tragflanke 25 in einer Detailsicht, nämlich in einem zur Axialrichtung 32 senkrechten Schnitt. Dieser lässt eine Auswölbung 40 erkennen, die eine konvexe Form 41 hat. Die konvexe Form 41 geht beidseits in ein konkaves Profil 42 über.

[0030] **Figur 4** zeigt die Auswölbung 40 in einer dazu senkrechten Schnittebene, nämlich einem achsparallelen Schnitt A-A (vergleiche Figur 2 zur Lage der Schnittebene). Die Auswölbung 40 hat auch in diesem Schnitt eine konvexe Form 51, die im vorliegenden Beispiel sowohl in Richtung eines ersten axialen Endes 61 als auch in Richtung eines zweiten axialen Endes 62 jeweils zunächst in ein konkaves Profil 52 und dann in einen geradlinigen Verlauf 53 übergeht. Bezogen

auf eine axiale Länge 55 der Tragflanke 25 liegt ein Übergang 56 zwischen konvexer/konkaver Erstreckung in diesem Beispiel rund 30% vom ersten axialen Ende 61 entfernt (was spiegelbildlich für den anderen Übergang und das zweite axiale Ende 62 gilt).

[0031] **Figur 5** zeigt eine Tragflanke 25 in einer schematischen Aufsicht, in welcher zusätzlich zu der (ersten) Auswölbung 40 eine weitere Auswölbung 70 vorgesehen ist, die zu der ersten Auswölbung 40 axial und auch umlaufend bzw. radial versetzt ist. Insgesamt sind in der Tragflanke 25 drei Auswölbungen 71 vorgesehen, die miteinander eine definierte Anlagefläche bilden.

BEZUGSZEICHENLISTE

10	Strömungsmaschine	1
	Verdichter	1a
	Brennkammer	1b
	Turbine	1c
15	Drehachse/Längsachse	2
	Leitschaufelkranz	3
	Laufschaukelkranz	4
	Laufscheibe	4.1
	Mehrere Laufschaukeln	4.2
20	Schaukelfußaufnahme	20
	Schaukelfuß	21
	Radialrichtung	22
	Tragflanken	25
25	Konvexer Krümmungsabschnitt	26
	Konkaver Krümmungsabschnitt	27
	Weite	28
	Axialrichtung	32
	Umlaufrichtung	33
30	Erste Auswölbung	40
	Konvexe Form	41
	Achspareller Schnitt	A-A
	Konvexe Form	51
	Konkaves Profil	52
35	Geradliniger Verlauf	53
	axiale Länge	55
	Übergang	56
	Erstes axiales Ende	61
40	Zweites axiales Ende	62
	Weitere Auswölbung	70
	Drei Auswölbungen	71

Patentansprüche

1. Schaukelfußaufnahme (20) zum Aufnehmen eines Schaukelfußes (21) einer Laufschaukel (4.2) einer Strömungsmaschine (1),

welche Schaukelfußaufnahme (20) zur radial formschlüssigen Anlage an dem Schaukelfuß (21) eine Tragflanke (25) aufweist, die bezogen auf eine Drehachse (2) zumindest anteilig nach radial innen gewandt ist, wobei die Tragflanke (25) mit einer Auswölbung (40) versehen ist, die

- in einem achsenkrechten Schnitt betrachtet eine zumindest abschnittsweise konvexe Form (41) hat, und auch
- in einem achsparellen Schnitt betrachtet eine zumindest abschnittsweise konvexe Form (51) hat.

EP 4 134 523 A2

2. Schaufelfußaufnahme (20) nach Anspruch 1, bei welcher in dem achsparallelen Schnitt betrachtet die konvexe Form (51) in Richtung eines ersten axialen Endes (61) der Tragflanke (25) in ein konkaves Profil (52) übergeht.
3. Schaufelfußaufnahme (20) nach Anspruch 2, bei welcher in dem achsparallelen Schnitt betrachtet ein Übergang (56) zwischen der konvexen Form (51) und dem konkaven Profil (52) um mindestens 5 % einer axialen Länge (55) der Tragflanke (25) von dem ersten axialen Ende (61) beabstandet ist.
4. Schaufelfußaufnahme (20) nach Anspruch 3, bei welchem in dem achsparallelen Schnitt betrachtet die Tragflanke (25) geradlinig in das erste Ende (61) läuft.
5. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei welcher in dem achsparallelen Schnitt betrachtet die konvexe Form (51) auch in Richtung eines zweiten, dem ersten (61) entgegengesetzten axialen Ende (62) der Tragflanke (25) in ein konkaves Profil (52) übergeht.
6. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher in dem achssenkrechten Schnitt betrachtet die konvexe Form (41) in ein konkaves Profil (42) übergeht.
7. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher in der Tragflanke (25) zusätzlich eine weitere Auswölbung (40) ausgebildet ist oder mehrere weitere Auswölbungen (40) ausgebildet sind.
8. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher die, insbesondere jede der Auswölbungen (40) in jedem Schnitt senkrecht zur Tragflanke durch die Auswölbung ein Profil mit einem stetig differenzierbaren Verlauf aufweist.
9. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher für die, insbesondere für jede der Auswölbungen (40) das Verhältnis H/D von Höhe H zur kleinsten Querabmessung D im Bereich von 1:2 bis 1:500, insbesondere 1:10 bis 1:200 oder 1:100 bis 1:500 liegt.
10. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei welcher die Auswölbungen (40,70) axial zueinander versetzt sind.
11. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei welcher die Auswölbungen (40,70) mit einer Radial- und/oder einer Umlaufkomponente zueinander versetzt sind.
12. Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei welcher in der Tragflanke (25) insgesamt drei Auswölbungen (71) ausgebildet sind.
13. Schaufelanordnung mit einer Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche und Laufschaufel (4.2), deren Schaufelfuß (21) in der Schaufelfußaufnahme (20) angeordnet ist und an der Tragflanke (25) anliegt.
14. Laufscheibe (4.1) für einen Laufschaufelkranz (4) einer Strömungsmaschine (1), mit mehreren Schaufelfußaufnahmen (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.
15. Verfahren zum Herstellen einer Schaufelfußaufnahme (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, einer Schaufelanordnung nach Anspruch 13 oder einer Laufscheibe (4.1) nach Anspruch 14, bei welchem jedenfalls die Tragflanke (25) der Schaufelfußaufnahme (20) durch Elektrochemisches Abtragen aus einem Vollmaterial herausgearbeitet wird.

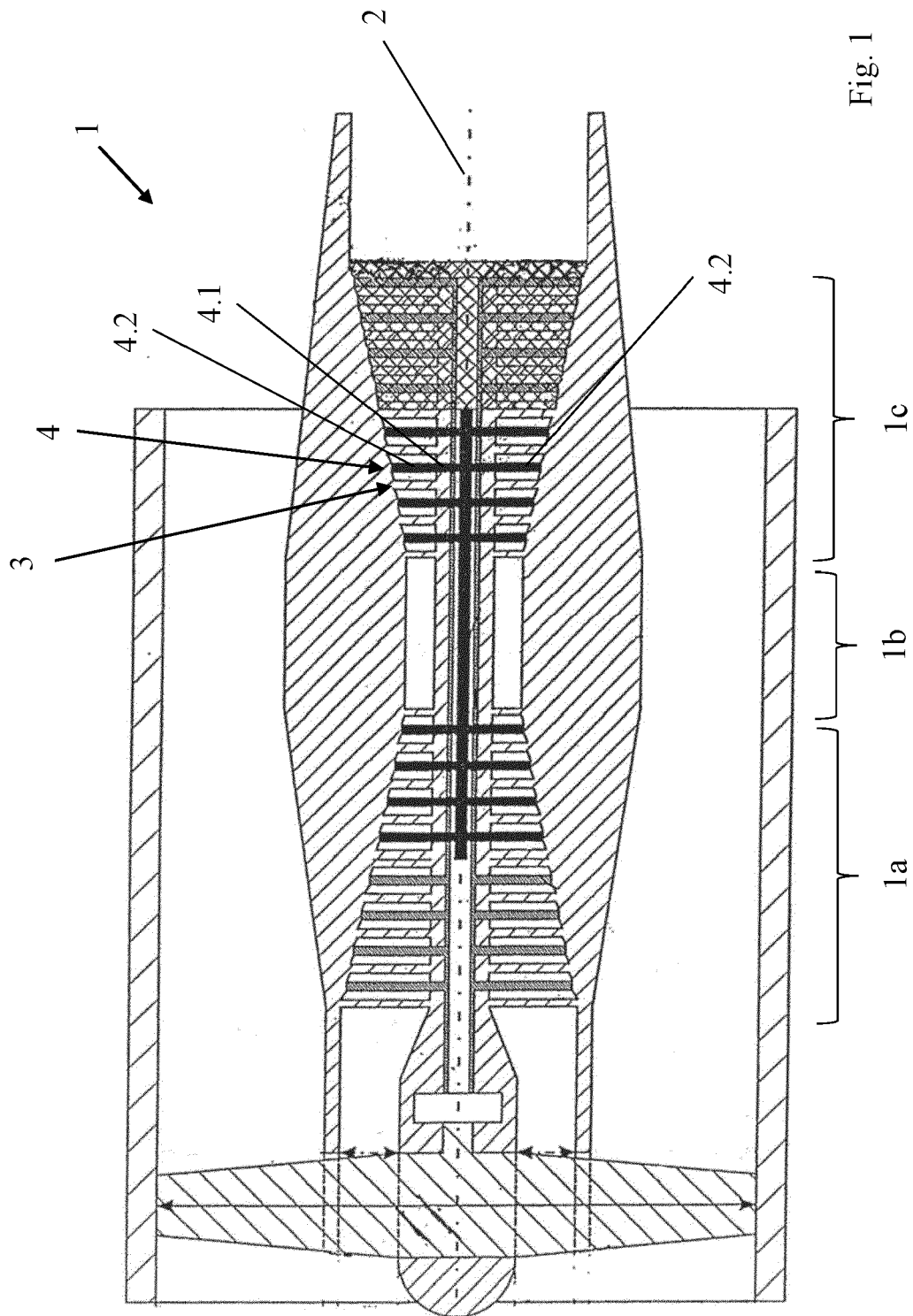
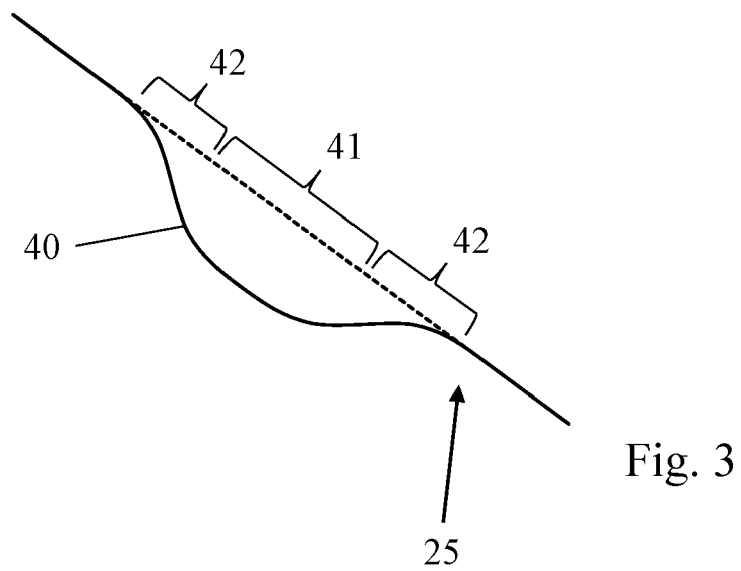
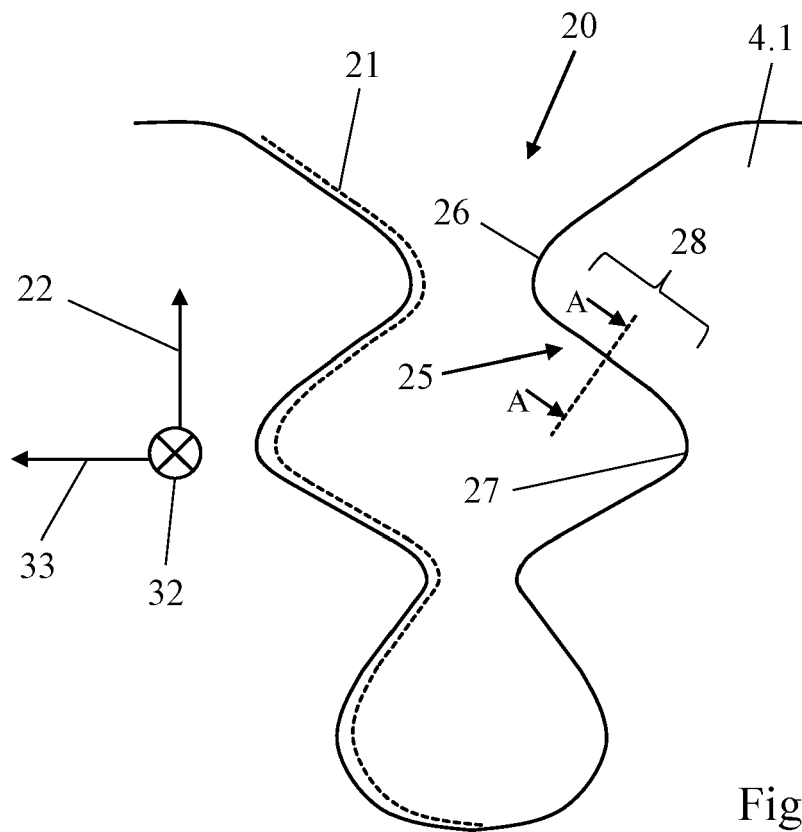


Fig. 1

Fig. 1



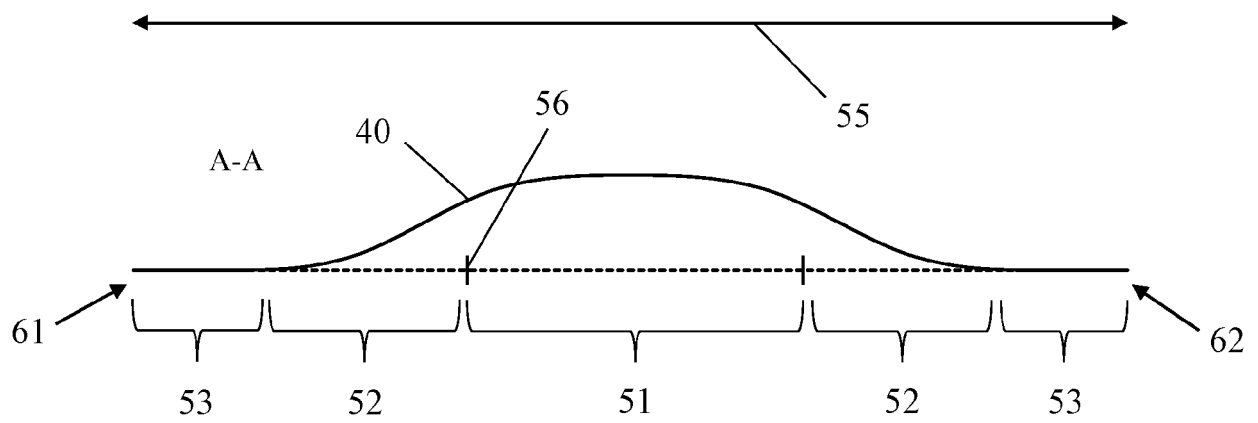


Fig. 4

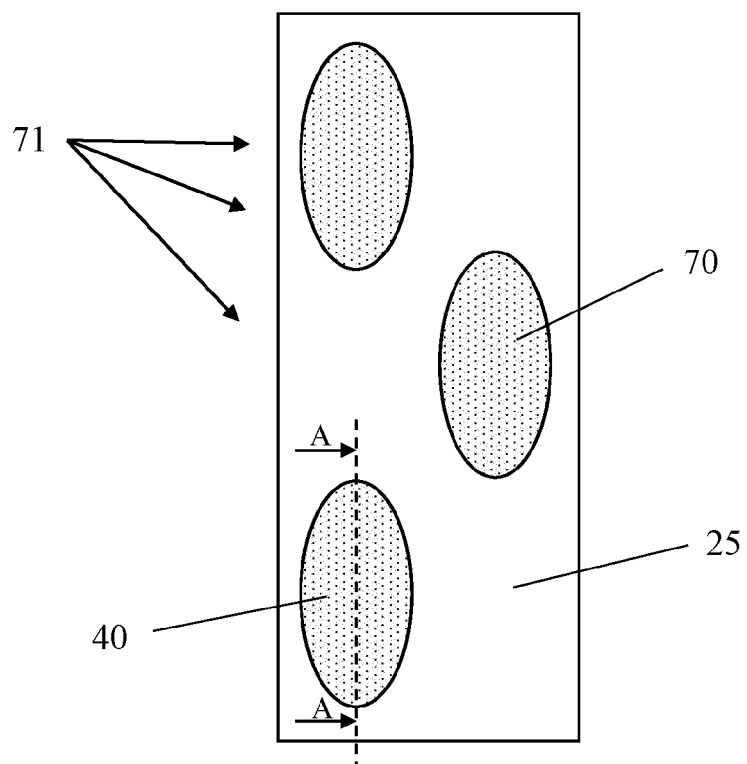


Fig. 5