

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Juni 2010 (10.06.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/063271 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 9/02 (2006.01)

zell (DE). NAGEL, Marc [DE/DE]; Heiglstrasse 3, 82515 Wolfratshausen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/001699

(74) Gemeinsamer Vertreter: MTU AERO ENGINES GMBH; Intellectual Property Management, Postfach 50 06 40, 80976 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2009 (02.12.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 060 847.5
6. Dezember 2008 (06.12.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MTU AERO ENGINES GMBH [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOEGER, Martin [DE/DE]; Herderstrasse 5, 85435 Erding (DE). MALZACHER, Franz [DE/DE]; Sonnenweg 12b, 82194 Gröben-

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBO ENGINE

(54) Bezeichnung : STRÖMUNGSMASCHINE

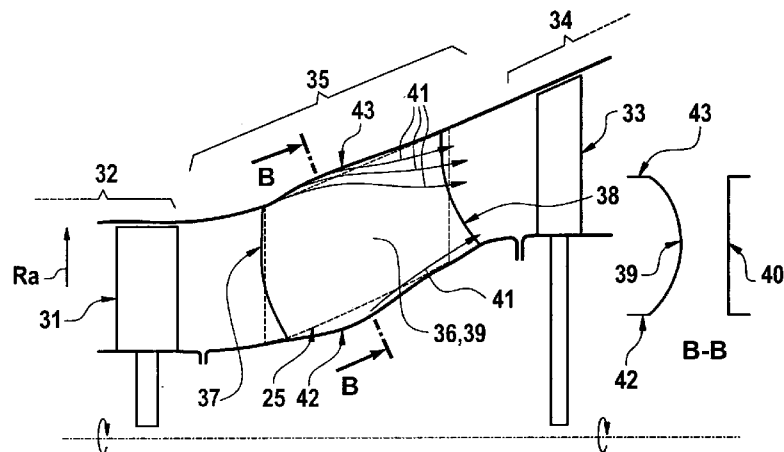


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a turbo engine, particularly a gas turbine aircraft engine, having a plurality of compressor components, at least one combustion chamber and a plurality of turbine components, wherein at least one support rib (36) is positioned in a flow channel (35) between two turbine components connected in series (32, 34), wherein the or each support rib (36) comprises a suction side, a pressure side, a front edge (37), and a rear edge (38), wherein the or each support rib diverts a flow flowing through the flow channel (35), and wherein a preferably cylindrical guide element runs in an interior of the or each support rib. According to the invention, the turbo engine comprises at least the following characteristics: a) the suction side (39) of the or each support rib (36) is contoured such that a thickness of each support rib (36), as seen in the radial direction, is increased or increases in the direction toward a radially inner boundary wall (42) of the flow channel (35) and in the direction toward a radially outer boundary wall (43) of the flow channel (35); b) the pressure side (40) of the or each support rib (36) is contoured such that a thickness of each support rib, as seen in the radial direction, is increased or increased at least directly in the area of the radially inner boundary wall (42) of the flow channel (35) and directly in the area of the radially outer boundary wall (43) of the flow channel (35); c) the front edge (37) and the rear edge (38) of the or each support rib (36) are inclined in the meridian direction.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/063271 A2



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbinenflugtriebwerk, mit mehreren Verdichterkomponenten, mindestens einer Brennkammer und mehreren Turbinenkomponenten, wobei in einem Strömungskanal (35) zwischen zwei hintereinander geschalteten Turbinenkomponenten (32, 34) mindestens eine Stützrippe (36) positioniert ist, wobei die oder jede Stützrippe (36) eine Saugseite, eine Druckseite, eine Vorderkante (37) und eine Hinterkante (38) aufweist, wobei die oder jede Stützrippe eine den Strömungskanal (35) durchströmende Strömung umlenkt, und wobei in einem Innenraum der oder jeder Stützrippe ein vorzugsweise zylindrisches Führungselement verläuft. Erfindungsgemäß umfasst die Strömungsmaschine zumindest folgende Merkmale: a) die Saugseite (39) der oder jeder Stützrippe (36) ist derart konturiert, dass in Radialrichtung gesehen eine Dicke der jeweiligen Stützrippe (36) in Richtung auf eine radial innen liegende Begrenzungswand (42) des Strömungskanals (35) sowie in Richtung auf eine radial außen liegende Begrenzungswand (43) des Strömungskanals (35) vergrößert ist bzw. zunimmt; b) die Druckseite (40) der oder jeder Stützrippe (36) ist derart konturiert, dass in Radialrichtung gesehen die Dicke der jeweiligen Stützrippe (36) zumindest unmittelbar im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand (42) des Strömungskanals (35) sowie unmittelbar im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand (43) des Strömungskanals (35) vergrößert ist bzw. zunimmt; c) die Vorderkante (37) und die Hinterkante (38) der oder jeder Stützrippe (36) sind in Meridianrichtung geneigt.

Strömungsmaschine

Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Gasturbinenflugtriebwerk, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Ein mehrwelliges Gasturbinenflugtriebwerk verfügt über mehrere Verdichterkomponenten, mindestens eine Brennkammer und mehrere Turbinenkomponenten. So verfügt ein zweiwelliges Gasturbinenflugtriebwerk über einen Niederdruckverdichter, einen Hochdruckverdichter, mindestens eine Brennkammer, eine Hochdruckturbinenkomponente sowie eine Niederdruckturbinenkomponente. Ein dreiwelliges Gasturbinenflugtriebwerk verfügt über einen Niederdruckverdichter, einen Mitteldruckverdichter, einen Hochdruckverdichter, mindestens eine Brennkammer, eine Hochdruckturbinenkomponente, eine Mitteldruckturbinenkomponente und eine Niederdruckturbinenkomponente.

Fig. 1 zeigt einen stark schematisierten Ausschnitt aus einem aus dem Stand der Technik bekannten, mehrwelligen Gasturbinenflugtriebwerk im Bereich eines Rotors 20 einer Hochdruckturbinenkomponente 21 sowie eines Rotors 22 einer Niederdruckturbinenkomponente 23. Zwischen der Hochdruckturbinenkomponente 21 und der Niederdruckturbinenkomponente 23 erstreckt sich ein Strömungskanal 24, um die Strömung, welche die Hochdruckturbinenkomponente 21 verlässt, der Niederdruckturbinenkomponente 23 zuzuführen, wobei im Strömungskanal 24 mindestens eine Stützrippe 25 positioniert ist. Bei der Stützrippe 25 handelt es sich um ein statorseitiges Bauteil, welches die den Strömungskanal 24 durchströmende Strömung umlenkt. Eine solche strömungsumlenkende Stützrippe 25 verfügt über eine Vorderkante 27, die auch als Strömungseintrittskante bezeichnet wird, über eine Hinterkante 28, die auch als Strömungsaustrittskante bezeichnet wird, über eine Saugseite sowie über eine Druckseite. Die Strömung auf der Saugseite der strömungsumlenkenden Stützrippe 25 ist in Fig. 1 durch Pfeile 26 verdeutlicht. Eine solche Stützrippe 25 ist typischerweise als Hohlrippe ausgeführt, wobei in einem Innenraum bzw. Hohlraum der Stützrippe 25 ein vorzugsweise zylindrisches Führungselement typischerweise in Radialrichtung verläuft, um z. B. Versorgungsleitungen von radial innen nach radial außen oder umgekehrt von radial außen nach radial innen zu führen. In Fig. 1 ist weiterhin auf der rechten Seite ein Schnitt durch die Stützrippe 25 entlang der Schnittrichtung A-A gezeigt, wobei Fig. 1 entnommen werden kann, dass bei aus dem Stand der Technik bekannten

Strömungsmaschinen eine solche Stützrippe 25 im Bereich der Saugseite 29 sowie im Bereich der Druckseite 30 derart konturiert ist, dass dieselbe in Radialrichtung gesehen eine näherungsweise unveränderliche Dicke aufweist.

- 5 Bei der in Fig. 1 im Ausschnitt gezeigten, aus dem Stand der Technik bekannten Strömungsmaschine treten im Bereich der Stützrippen 25 starke dreidimensionale Strömungseffekte (siehe Pfeile 26) auf, die zu erheblichen Strömungsverlusten führen können. Es besteht Bedarf an einer Strömungsmaschine, bei welcher eine ausgeglichene Strömung und geringere Strömungsverluste auftreten.

10

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Strömungsmaschine, insbesondere ein Gasturbinenflugtriebwerk, mit geringeren Strömungsverlusten zu schaffen.

- 15 Dieses Problem wird durch eine Strömungsmaschine gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß umfasst die Strömungsmaschine zumindest folgende Merkmale: a) die Saugseite der oder jeder Stützrippe ist derart konturiert, dass in Radialrichtung gesehen eine Dicke der jeweiligen Stützrippe in Richtung auf eine radial innen liegende Begrenzungswand des Strömungskanals sowie in Richtung auf eine radial außen liegende Begrenzungswand
20 des Strömungskanals vergrößert ist bzw. zunimmt; b) die Druckseite der oder jeder Stützrippe ist derart konturiert, dass in Radialrichtung gesehen die Dicke der jeweiligen Stützrippe zumindest unmittelbar im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand des Strömungskanals sowie unmittelbar im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand des Strömungskanals vergrößert ist bzw. zunimmt; c) die Vorderkante und die Hin-
25 terkante der oder jeder Stützrippe sind in Meridianrichtung geneigt.

- Bei der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine können durch das spezielle Design der oder jeder strömungsumlenkenden Stützrippe, die in einem Strömungskanal zwischen zwei
30 Turbinen positioniert ist, Strömungsverluste erheblich reduzieren, nämlich in einer Größenordnung zwischen 20% und 40%.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- 5 Fig. 1 einen stark schematisierten, ausschnittweisen Längsschnitt durch eine aus dem Stand der Technik bekannte Strömungsmaschine;
- Fig. 2 einen stark schematisierten, ausschnittweisen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine;
- Fig. 3 ein vergrößertes Detail der Fig. 2;
- 10 Fig. 4 eine erste Zwischendesignstufe einer Stützrippe zur weiteren Verdeutlichung der Erfindung;
- Fig. 5 eine zweite Zwischendesignstufe einer Stützrippe zur weiteren Verdeutlichung der Erfindung;
- Fig. 6 eine dritte Zwischendesignstufe einer Stützrippe zur weiteren Verdeutlichung
- 15 der Erfindung;
- Fig. 7 ein Detail zur dritten Zwischendesignstufe der Fig. 6;
- Fig. 8 ein weiteres Detail zur dritten Zwischendesignstufe der Fig. 6;
- Fig. 9 ein erstes Diagramm zur weiteren Verdeutlichung der Erfindung;
- Fig. 10 ein zweites Diagramm zur weiteren Verdeutlichung der Erfindung;
- 20 Fig. 11 ein drittes Diagramm zur weiteren Verdeutlichung der Erfindung; und
- Fig. 12 ein viertes Diagramm zur weiteren Verdeutlichung der Erfindung.

Fig. 2 zeigt einen schematisierten Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine im Bereich eines Rotors 31 einer Hochdruckturbinen 32 sowie eines Rotors 33 einer

25 Niederdruckturbinen 34, wobei sich gemäß Fig. 2 zwischen der Hochdruckturbinen 32 und der Niederdruckturbinen 34 ein Strömungskanal 35 erstreckt, durch den die Strömung geleitet wird, welche die Hochdruckturbinen 32 verlässt und der Niederdruckturbinen 34 zugeführt werden soll. Im Strömungskanal 35 ist mindestens eine Stützrippe 36 positioniert, welche die den Strömungskanal 35 durchströmende Strömung umlenkt, wobei die Stützrippe 36

30 hierzu eine Vorderkante 37, die auch als Strömungseintrittskante bezeichnet wird, eine Hinterkante 38, die auch als Strömungsaustrittskante bezeichnet wird, eine Saugseite 39

sowie eine Druckseite 40 umfasst. Eine Strömung um die Saugseite 39 der Stützrippe 36 herum ist in Fig. 2 durch Pfeile 41 visualisiert.

Die hier vorliegende Erfindung betrifft nun Details der oder jeder im Strömungskanal 35 positionierten Stützrippe 36, und zwar solche Details, mit Hilfe derer Strömungsverluste im Bereich des Strömungskanals 35 reduziert werden können. In Fig. 2 ist zur Verdeutlichung der Erfindung neben der erfindungsgemäß ausgestalteten Stützrippe 36 weiterhin die aus Fig. 1 bekannte, aus dem Stand der Technik bekannte Stützrippe 25 gestrichelt eingezeichnet.

10

Wie insbesondere dem Schnitt B-B der Fig. 2 sowie Fig. 4 entnommen werden kann, ist die Saugseite 39 der Stützrippe 36 derart konturiert, dass in Radialrichtung Ra gesehen eine Dicke der Stützrippe 36 in Richtung auf eine radial innen liegende Begrenzungswand 42 sowie in Richtung auf eine radial außen liegende Begrenzungswand 43 des Strömungskanals 35 vergrößert ist bzw. zunimmt.

15

So kann der Schnittdarstellung B-B durch die Stützrippe 36 der Fig. 2 entnommen werden, dass die Stützrippe 36 im Bereich der Saugseite 39 konkav gekrümmt ist, wobei die Dicke derselben ausgehend von einem in Radialrichtung Ra gesehen mittleren Abschnitt in Richtung auf die radial innen liegende Begrenzungswand 42 sowie in Richtung auf die radial außen liegende Begrenzungswand 43 kontinuierlich zunimmt.

20

In Fig. 4 ist neben der Radialrichtung Ra auch die Axialrichtung Ax und die Umfangsrichtung Um gezeigt. Weiterhin visualisiert Fig. 4, dass die Stützrippe 36 als Hohlrippe ausgeführt ist, in deren Innenraum ein sich in Radialrichtung Ra erstreckendes, vorzugsweise zylindrisches Führungselement 44 erstreckt, durch welches z. B. Versorgungsleitungen von radial innen nach radial außen sowie umgekehrt von radial außen nach radial innen unter Überbrückung des Strömungskanals 35 geführt werden können.

25

Gestrichelt ist in Fig. 4 die Konturierung der Saugseite 29 der aus dem Stand der Technik bekannten Stützrippe 25 gezeigt, wobei aus Fig. 4 folgt, dass durch die Aufweitung der Di-

30

cke der Saugseite 39 der zur Aufnahme des Führungselements 44 zur Verfügung stehende Innenraum der Stützrippe 36 prinzipiell vergrößert wird.

Im Bereich der Druckseite 40 der Stützrippe 36 ist dieselbe, wie Fig. 5 entnommen werden kann, derart konturiert, dass in Radialrichtung R_a gesehen die Dicke der Stützrippe 36 zu-
5
mindest unmittelbar im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand 42 sowie unmittelbar im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand 43 vergrößert ist bzw. zunimmt, wodurch der zur Aufnahme des Führungselements 44 zur Verfügung stehende Innenraum der Stützrippe 36 auch im Bereich der Druckseite 40 vergrößert wird, so
10 dass es dann möglich ist, die Hinterkante 38 bzw. Strömungsaustrittskante der Stützrippe 36 in Umfangsrichtung U_m zu neigen.

In unmittelbarer Nähe der radial innen liegenden Begrenzungswand 42 des Strömungskanals 35 sowie in unmittelbarer Nähe der radial außen liegenden Begrenzungswand 43 des
15 Strömungskanals 35 ist demnach die Dicke der Stützrippe im Bereich der Druckseite 40 erhöht.

Hierdurch ist es dann möglich, radial außen liegende Schnitte sowie radial innen liegende Schnitte durch die Stützrippe 36 in Umfangsrichtung zu verschieben, wodurch dann die
20 Hinterkante 38 sowie die Vorderkante 37 der Stützrippe 36 in Umfangsrichtung geneigt werden.

In Fig. 5 ist zusätzlich zu der Radialrichtung R_a , der Axialrichtung A_x und der Umfangsrichtung U_m weiterhin eine Strömungsrichtung S_t sowie eine Normalrichtung N_o zur
25 Strömungsrichtung S_t eingezeichnet, wobei ein Winkel zwischen der radial innen liegenden bzw. nabenseitigen Begrenzungswand 42 des Strömungskanals 35 und der Saugseite 39 der Stützrippe 36 um die Strömungsrichtung S_t herum gesehen im Bereich der Hinterkante 38 in Fig. 5 mit ϵ_{SS} gekennzeichnet ist. Dieser Winkel wird auch als Saugseiten-Eckenwinkel bezeichnet, wobei durch die Aufdickung der Druckseite 40 der Stützrippe 36
30 und die Verschiebung der radial außen liegenden und radial innen liegenden Schnitte der-

selben in Umfangsrichtung dieser Saugseiten-Eckenwinkel ε_{SS} vergrößert werden kann.

Fig. 5 zeigt den vereinfachten Fall eines Strömungskanals mit zylindrischen Seitenwänden.

Fig. 6 zeigt den Fall eines Strömungskanals bzw. Ringraums mit ansteigenden Seitenwänden. Hier sind die Vorderkante 37 sowie die Hinterkante 38 der Stützrippe 36, wie Fig. 6
5 entnommen werden kann, in Meridianrichtung Me geneigt. So ist in Fig. 6 zusätzlich die Meridianrichtung Me eingezeichnet, wobei die Neigung der der Hinterkante 38 der Stützrippe 36 in Meridianrichtung Me in Fig. 6 durch den Versatz ΔMe visualisiert ist. Die konventionelle Bauart ist in Fig. 7 mit gestrichelter Linienführung für Vorderkante und Hinterkante gezeigt. Durch die Neigung von Vorderkante 37 und Hinterkante 38 in Meridianrichtung
10 Me kann der Saugseiten-Eckenwinkel ε_{SS} abermals vergrößert werden, wodurch die Strömungsverhältnisse weiter optimiert werden können. Der Saugseiten-Eckenwinkel ε_{SS} im Bereich der Hinterkante 38 der Stützrippe 36 beträgt mehr als 80° , insbesondere mehr als 90° .

15

Trotz der im Zusammenhang mit Fig. 5 beschriebenen Umfangsneigung und der im Zusammenhang mit Fig. 6 beschriebenen Meridianneigung kann nach wie vor das Stützelement 44 in Radialrichtung Ra im Innenraum der Stützrippe 36 geführt werden.

20 Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der hier vorliegenden Erfindung ist die radial innen liegende Begrenzungswand 42 des Strömungskanals 35 nach radial innen und die radial außen liegende Begrenzungswand 43 des Strömungskanals 35 nach radial außen gebogen, nämlich derart, dass eine durch diese Konturierung der Begrenzungswände 42, 43 bewirkte Aufweitung des Strömungskanals 35 eine durch die Dickenaufweitung der Stützrippe 36
25 im Bereich der Saugseite bedingte Versperrung des Strömungskanals 35 ausgleicht. Insbesondere gleicht diese Konturierung der Begrenzungswände 42, 43 zusätzlich die durch die Dickenaufweitung der Stützrippe 36 im Bereich der Druckseite 40 bedingte Versperrung des Strömungskanals 35 aus.

30 Diese nach radial innen gebogene Konturierung der radial innen liegenden Begrenzungswand 42 des Strömungskanals 35 und die nach radial außen gebogene Konturierung der ra-

dial außen liegenden Begrenzungswand 43 des Strömungskanals 35 kann Fig. 2 und 3 entnommen werden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der hier vorliegenden Erfindung ist die Stützrippe
5 36 an der Vorderkante 37 bzw. der Strömungseintrittskante derart konturiert, dass die Vorderkante 37 in Richtung auf die radial innen liegende Begrenzungswand 42 des Strömungskanals 35 sowie in Richtung auf die radial außen liegende Begrenzungswand 43 des Strömungskanals 35 jeweils eine Rückwärtspeilung aufweist, dass also die Vorderkante 37 in diesen Richtungen gesehen jeweils stromabwärts in Strömungsrichtung versetzt ist. Der
10 Versatz der Vorderkante 37 im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand 43 ist in Fig. 3 durch das Maß $\Delta Ax1$ gekennzeichnet. Der Versatz der Vorderkante 37 im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand 42 ist in Fig. 3 durch $\Delta Ax3$ gekennzeichnet. Diese beiden Versätze können gleich groß oder auch unterschiedlich groß sein.

15 Ebenso ist gemäß Fig. 3 die Stützrippe 36 im Bereich der Hinterkante 38 mit einer Rückwärtspeilung konturiert, und zwar derart, dass sowohl in Richtung auf die radial innen liegende Begrenzungswand 42 als auch in Richtung auf die radial außen liegende Begrenzungswand 43 die Hinterkante 38 eine Rückwärtspeilung aufweist und demnach dieselbe in Strömungsrichtung gesehen stromabwärts versetzt ist. Der Versatz der Hinterkante 38
20 im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand 43 ist in Fig. 3 durch das Maß $\Delta Ax2$ gekennzeichnet, das Maß $\Delta Ax4$ visualisiert den Versatz der Hinterkante 38 im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand 42. Diese beiden Versätze können gleich groß oder auch unterschiedlich groß sein.

25 Weitere bevorzugte Details der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine, nämlich Details für die Ausgestaltung der Stützrippe 36, ergeben sich aus Fig. 9 bis 12. So ist in den Fig. 9 bis 12 auf der vertikal verlaufenden Achse jeweils die relative Höhe des Strömungskanals 35 aufgetragen. Auf der relativen Höhe 0 des Strömungskanals liegt demnach jeweils die radial innen liegende Begrenzungswand 42 des Strömungskanals, auf der relativen Höhe 1
30 desselben liegt jeweils die radial außen liegende Begrenzungswand 43.

In Fig. 9 ist auf der horizontal verlaufenden Achse eine relative Dicke der Stützrippe 36 im Bereich der Saugseite 39 bzw. im Bereich der Druckseite 40 aufgetragen, und zwar derart, dass im Bereich eines Mittelschnitts durch die Stützrippe 36 die relative Dicke 1 beträgt.

5 Ausgehend von diesem Mittelschnitt, der bei einer relativen Höhe des Strömungskanals von in etwa 0,5 liegt, nimmt die relative Dicke der Stützrippe 36 im Bereich der Saugseite 39 und im Bereich der Druckseite 40 zu. Dabei zeigt Fig. 9, dass die Stützrippe 36 im Bereich der radial außen liegenden Seitenwand sowie im Bereich der Saugseite 39 die größte relative Dickenzunahme von in etwa 40% aufweist. Im Bereich der radial innen liegenden
10 Begrenzungswand beträgt die relative Dickenzunahme an der Saugseite 39 gemäß Fig. 9 in etwa 25%. Die relative Dickenzunahme der Druckseite 40 im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand des Strömungskanals 35 beträgt gemäß Fig. 9 in etwa 10%, im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand beträgt diese relative Dickenzunahme der Druckseite 40 in etwa 5%.

15

In Fig. 10 ist auf der horizontal verlaufenden Achse der Saugseiten-Eckenwinkel im Bereich der Hinterkante 38 der Stützrippe 36 aufgetragen, wobei, wie Fig. 10 entnommen werden kann, der Saugseiten-Eckenwinkel der Hinterkante 38 im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand 42 des Strömungskanals 35 in etwa 90° und im Bereich der
20 radial außen liegenden Begrenzungswand 43 des Strömungskanals 35 in etwa 110° beträgt. Über die gesamte Hinterkante 38 gesehen ist der Saugseiten-Eckenwinkel stets größer als 80° .

In Fig. 11 und 12 ist auf der horizontal verlaufenden Achse jeweils ein stromabwärtiger
25 Versatz der Vorderkante 37 bzw. Hinterkante 38 bezogen auf die axiale Erstreckung der Stützrippe 36 aufgetragen, wobei, wie Fig. 11 und 12 entnommen werden kann, sowohl im Bereich der Vorderkante 37 als auch im Bereich der Hinterkante 38 der stromabwärtige Versatz bezogen auf die axiale Erstreckung der Stützrippe 36 sowohl im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand 42 als auch im Bereich der radial außen liegenden Be-
30 grenzungswand 43 jeweils mehr als 1%, vorzugsweise in etwa 2%, beträgt.

Durch das spezielle Design der Stützrippe 36, die in dem Strömungskanal 35 zwischen zwei Turbinen positioniert ist, können Strömungsverluste erheblich reduziert werden.

- 5 Dabei verbessert sich sowohl die Strömung um die Stützrippen 36 herum, als auch die Anströmung einer in Strömungsrichtung gesehen stromabwärts der Stützrippen 36 positionierten Schaufelreihe der Turbine 34.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbinenflugtriebwerk, mit mehreren Verdichterkomponenten, mindestens einer Brennkammer und mehreren Turbinenkomponenten, wobei in einem Strömungskanal zwischen zwei hintereinander geschalteten Turbinenkomponenten mindestens eine Stützrippe positioniert ist, wobei die oder jede Stützrippe eine Saugseite, eine Druckseite, eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, wobei die oder jede Stützrippe eine den Strömungskanal durchströmende Strömung umlenkt, und wobei in einem Innenraum der oder jeder Stützrippe ein vorzugsweise zylindrisches Führungselement verläuft, dadurch gekennzeichnet, dass
- 5
- 10
- a) die Saugseite (39) der oder jeder Stützrippe (36) derart konturiert ist, dass in Radialrichtung gesehen eine Dicke der jeweiligen Stützrippe (36) in Richtung auf eine radial innen liegende Begrenzungswand (42) des Strömungskanals (35) sowie in
- 15
- Richtung auf eine radial außen liegende Begrenzungswand (43) des Strömungskanals (35) vergrößert ist bzw. zunimmt;
- b) die Druckseite (40) der oder jeder Stützrippe (36) derart konturiert ist, dass in Radialrichtung gesehen die Dicke der jeweiligen Stützrippe (36) zumindest unmittelbar im Bereich der radial innen liegenden Begrenzungswand (42) des Strömungskanals (35) sowie unmittelbar im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand
- 20
- (43) des Strömungskanals (35) vergrößert ist bzw. zunimmt;
- c) die Vorderkante (37) und die Hinterkante (38) der oder jeder Stützrippe (36) in Meridianrichtung geneigt sind.
- 25
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die oder jede Stützrippe (36) an der Saugseite (39) derselben in Radialrichtung konkav gekrümmt ist.
- 30
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- die radial innen liegende Begrenzungswand (42) des Strömungskanals nach radial innen und die radial außen liegende Begrenzungswand (43) des Strömungskanals nach radial außen gebogen sind, nämlich derart, dass eine durch diese Konturierung der Begrenzungswände bewirkte Aufweitung des Strömungskanals (35) eine durch die Aufweitung der Stützrippe im Bereich der Saugseite (39) bedingte Versperrung des Strömungskanals (35) ausgleicht.
- 5
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 die durch diese Konturierung der Begrenzungswände (42, 43) bewirkte Aufweitung des Strömungskanals (35) zusätzlich die durch die Aufweitung der Stützrippe (36) im Bereich der Druckseite (40) bedingte Versperrung des Strömungskanals (35) ausgleicht.
- 15 5. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das die oder jede Stützrippe (36) an der Vorderkante (37) derart konturiert ist, dass die Vorderkante (37) in Richtung auf die radial innen liegende Begrenzungswand (42) des Strömungskanals sowie in Richtung auf die radial außen liegende Begrenzungswand (43) des Strömungskanals eine Rückwärtsfeilung aufweist und damit in
- 20 Strömungsrichtung gesehen stromabwärts versetzt ist.
6. Strömungsmaschine nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 das die Vorderkante (37) unmittelbar im Bereich der innen liegenden Begrenzungswand sowie unmittelbar im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand derart stromabwärts versetzt ist, dass ein Verhältnis zwischen dem stromabwärtigen Versatz und der axialen Erstreckung der Stützrippe mehr als 1% beträgt.
- 30 7. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 das die oder jede Stützrippe (36) an der Hinterkante (38) derart konturiert ist, dass die Hinterkante (38) in Richtung auf die radial innen liegende Begrenzungswand (42) des Strömungskanals sowie in Richtung auf die radial außen liegende Begrenzungswand (43) des Strömungskanals eine Rückwärtspfeilung aufweist und damit in Strömungsrichtung gesehen stromabwärts versetzt ist.
8. Strömungsmaschine nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 das die Hinterkante (38) unmittelbar im Bereich der innen liegenden Begrenzungswand sowie unmittelbar im Bereich der radial außen liegenden Begrenzungswand derart stromabwärts versetzt ist, dass ein Verhältnis zwischen dem stromabwärtigen Versatz und der axialen Erstreckung der Stützrippe mehr als 1% beträgt.
9. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
die oder jede Stützrippe (36) an der Hinterkante (38) derart konturiert ist, dass dieselbe an einem radial innen liegenden Ende mit der radial innen liegende Begrenzungswand (42) des Strömungskanals und an einem radial außen liegenden Ende mit der radial außen liegende Begrenzungswand (43) des Strömungskanals jeweils einen
20 Saugseiten-Eckenwinkel von größer als 80° einschließt.
10. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die oder jede strömungsumlenkende Stützrippe (36) an einer Hinterkante (38) bzw. Strömungsaustrittskante derart konturiert ist, dass die Hinterkante (38) weiterhin in Umfangsrichtung geneigt ist.

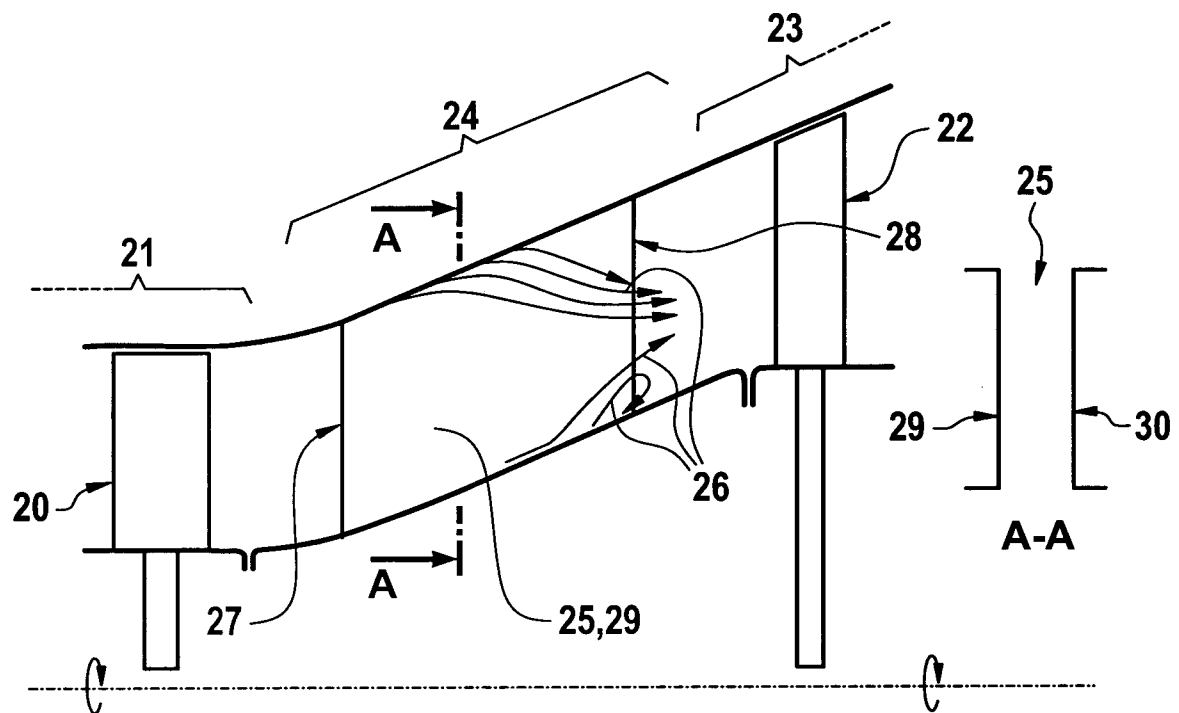


Fig. 1 (Stand der Technik)

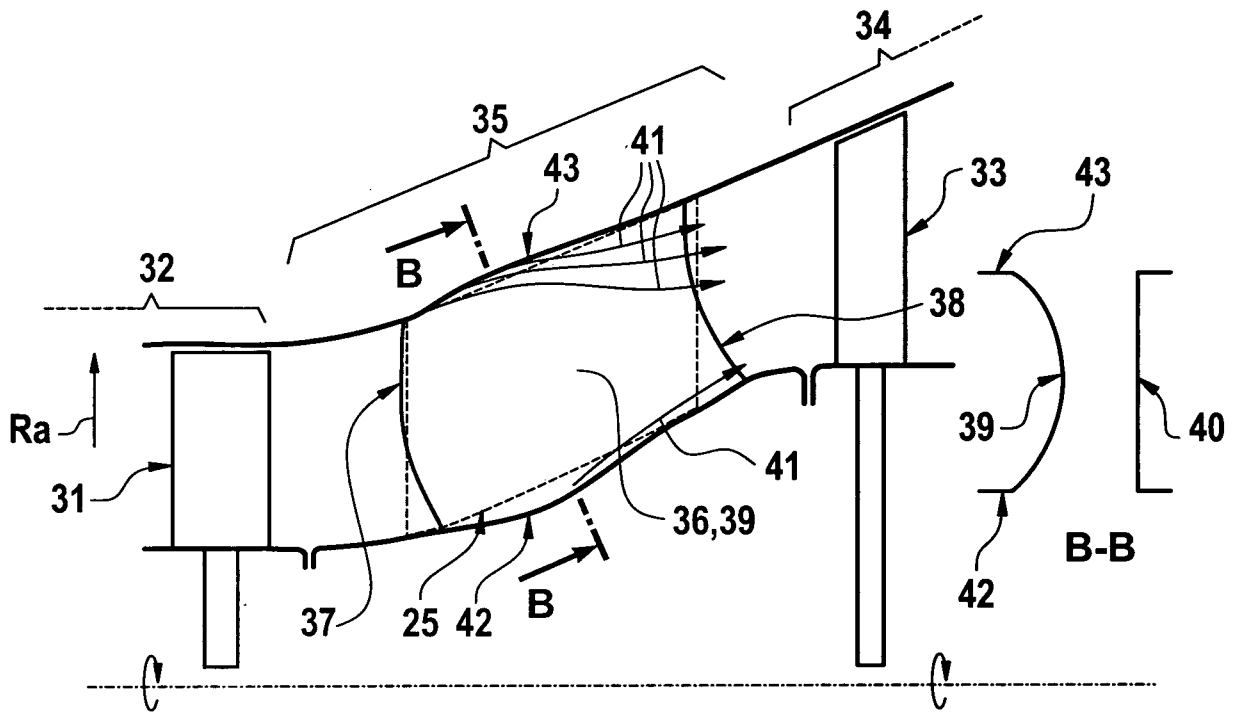


Fig. 2

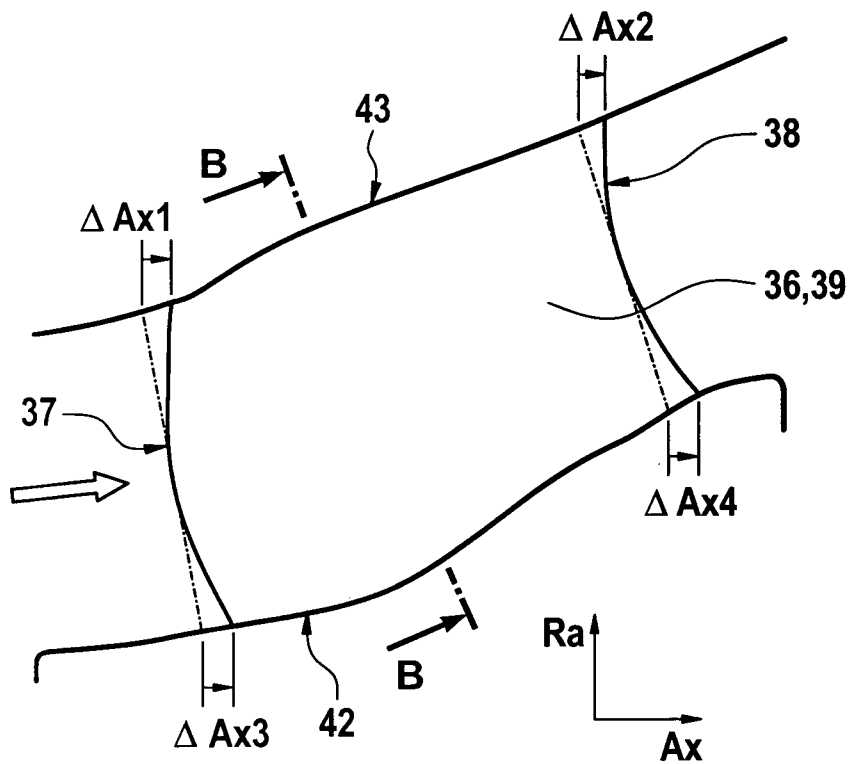


Fig. 3

3 / 5

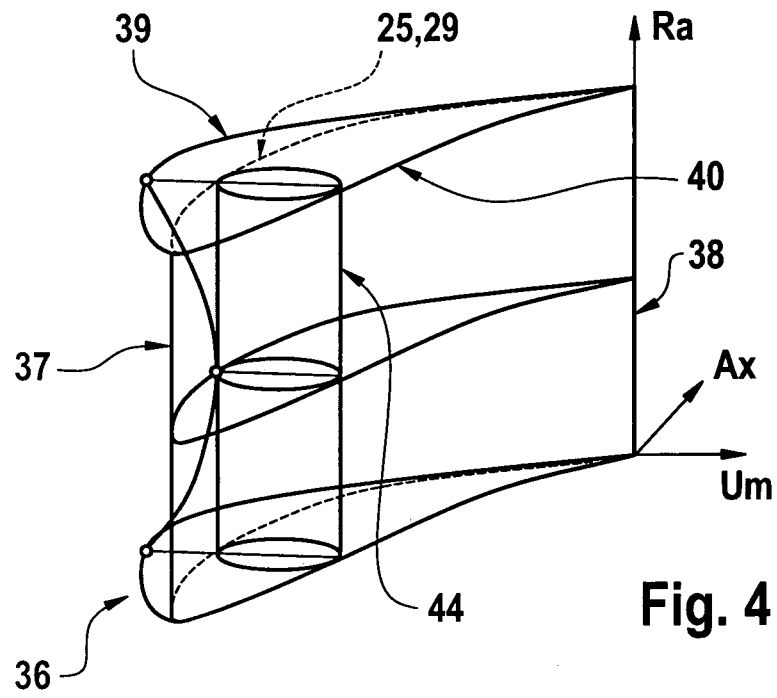


Fig. 4

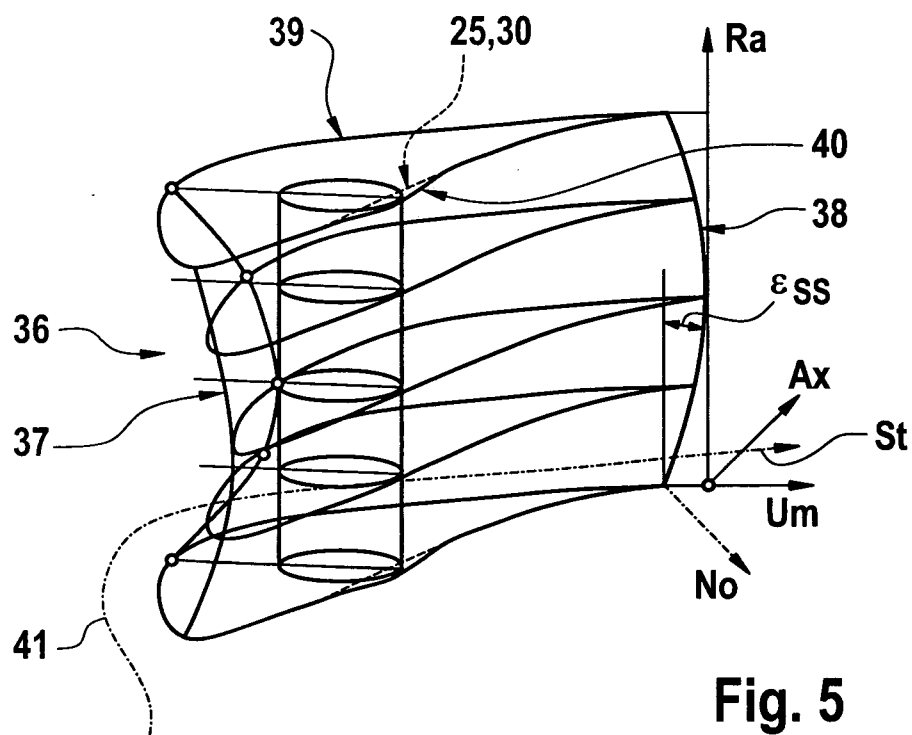


Fig. 5

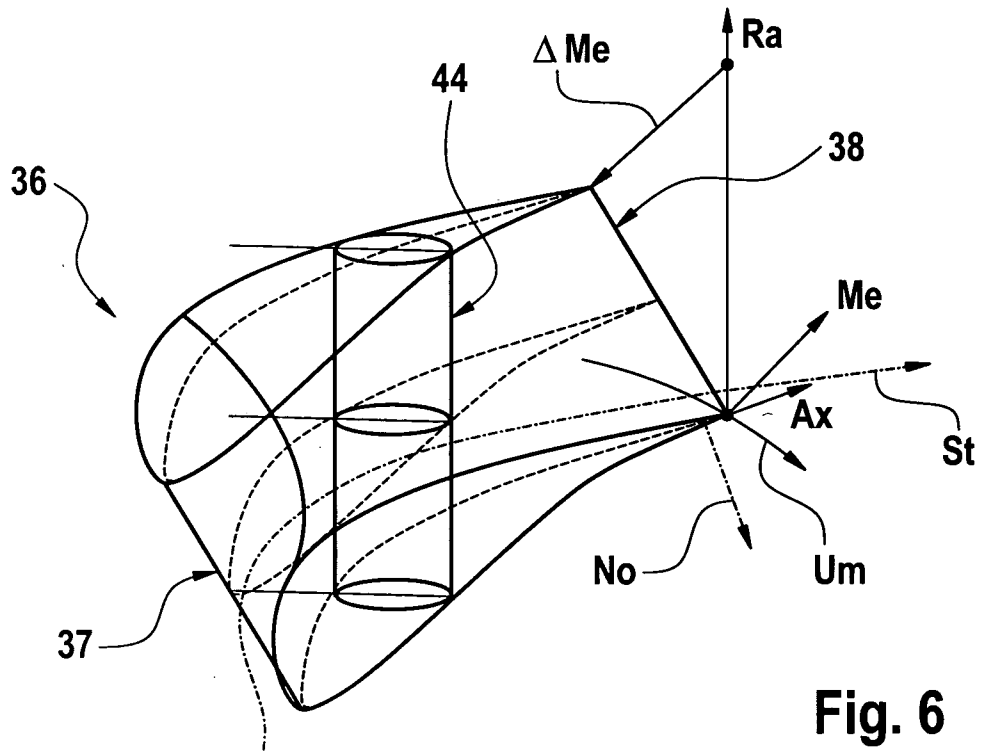


Fig. 6

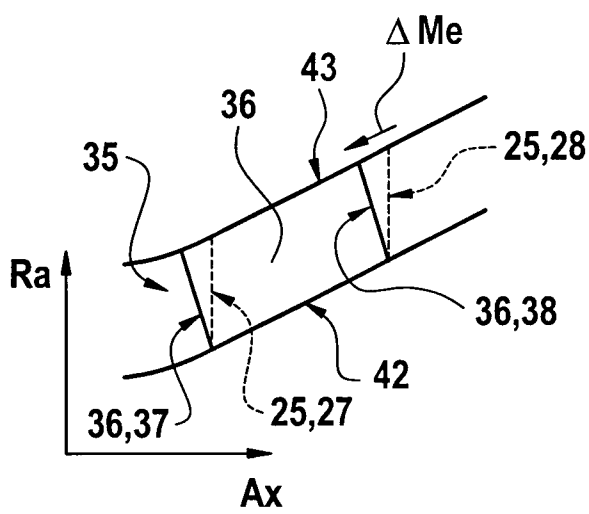


Fig. 7

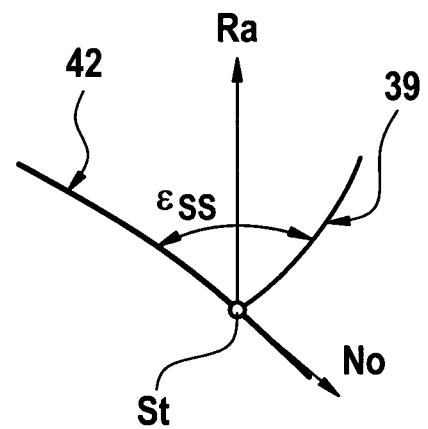


Fig. 8

5 / 5

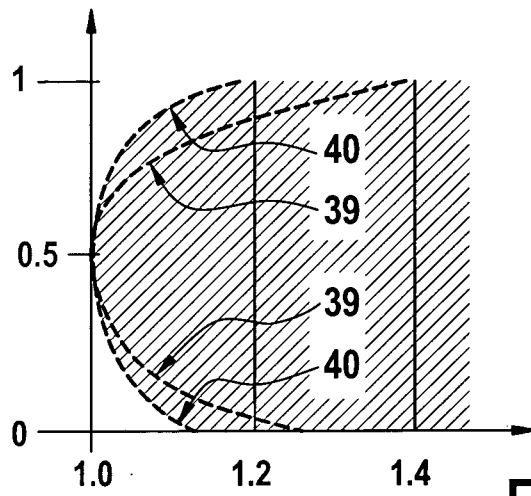


Fig. 9

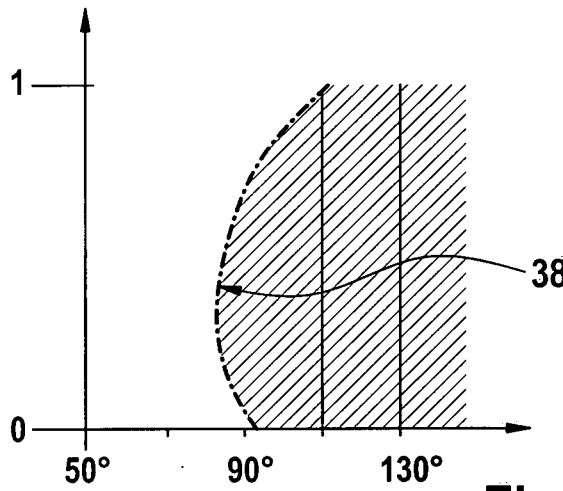


Fig. 10

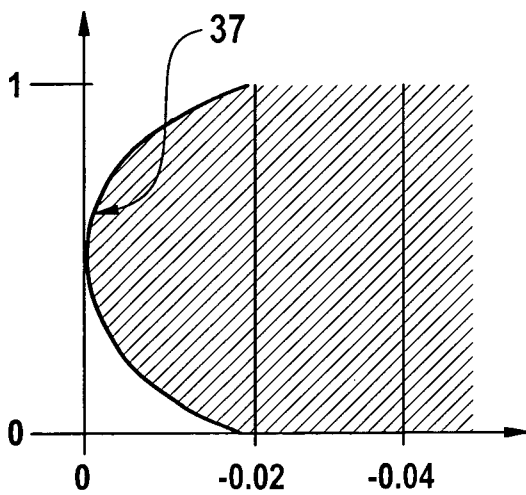


Fig. 11

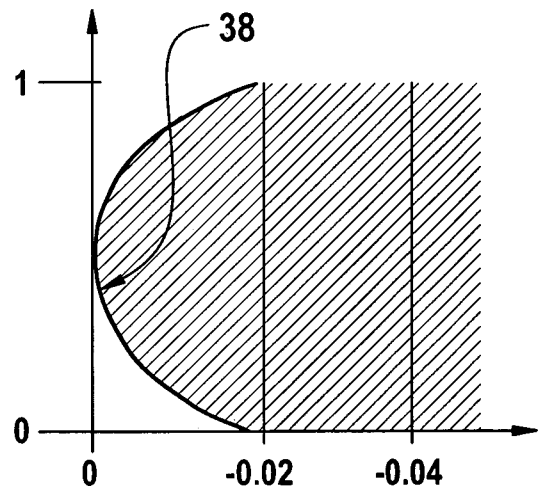


Fig. 12