



(10) **DE 10 2016 100 575 A1** 2017.07.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 100 575.4**

(22) Anmeldetag: **14.01.2016**

(43) Offenlegungstag: **20.07.2017**

(51) Int Cl.: **F02K 1/60 (2006.01)**

(71) Anmelder:
**Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, 15827
Blankenfelde-Mahlow, DE**

(72) Erfinder:
Todorovic, Predrag, 10437 Berlin, DE

(74) Vertreter:
**KRONTHALER, SCHMIDT & COLL.
Patentanwaltskanzlei, 80538 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

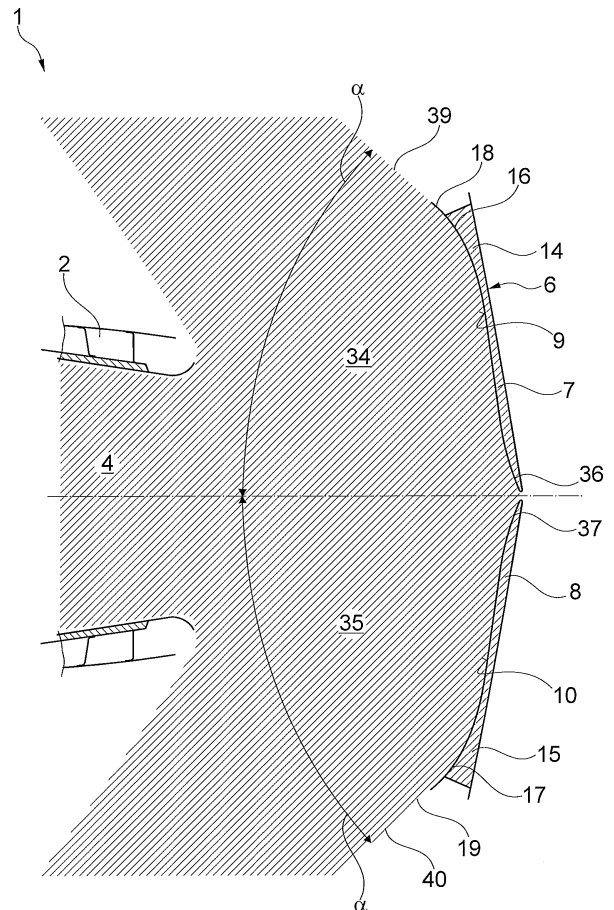
GB 638 063 A

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Schubumkehrvorrichtung einer Strömungsmaschine**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Schubumkehrvorrichtung (6) einer Strömungsmaschine (1) mit wenigstens einer Schwenkeinrichtung (7, 8) vorgeschlagen, die zwischen einer Grundposition und einer Schubumkehrposition verlagerbar ist. Der stromaufseitige Endbereich (14, 15) der Schwenkeinrichtung (7, 8) weist in der Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) einen in stromaufseitiger Richtung in radialer Richtung (R) nach innen gebogenen Bereich (16, 17) auf. Eine Tangente (39, 40) an ein stromaufseitiges Ende (18, 19) des gebogenen Bereichs (16, 17) der Schwenkeinrichtung (7, 8) schließt in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) mit der Längsrichtung (12) der Strömungsmaschine (1) einen Winkel (α) von 35° bis 45° ein.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schubumkehrvorrichtung einer Strömungsmaschine mit wenigstens einer Schwenkeinrichtung, die zwischen einer Grundposition und einer Schubumkehrposition verlagerbar ist, gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 näher definierten Art.

[0002] Aus der Praxis sind Strahltriebwerke mit Schubumkehrvorrichtungen, sogenannten thrust reverser units (TRU), bekannt, bei denen ein im Betrieb des Strahltriebwerks durch einen Strömungskanal strömender Luftstrom mittels Klappen zur Erzielung einer Bremswirkung eines auf einer Landebahn gelandeten Flugzeugs umlenkbar ist. Die Klappen begrenzen gemeinsam mit einer äußeren Verkleidung bzw. mit einer Mantelstruktur des Strahltriebwerks in einer Grundposition den Strömungskanal des Strahltriebwerks. Ausgehend von der Grundposition sind die Klappen in eine Schubumkehrposition verlagerbar, in der die Klappen mit in Grundposition der Klappen stromab angeordneten bzw. stromabseitigen Endbereichen in den Strömungskanal des Strahltriebwerks eingreifen und den Strömungskanal nahezu vollständig sperren, so dass im Betrieb des Strahltriebwerks der Luftstrom aus dem Strömungskanal in radialer Richtung nach außen und der Fahrtrichtung des Flugzeuges zumindest teilweise entgegengesetzt umlenkt wird.

[0003] In der Grundposition der Klappen stromauf angeordnete und bündig mit der äußeren Verkleidung des Triebwerkes abschließende Enden der Klappen überragen hierfür in der Schubumkehrposition die äußere Verkleidung bzw. die äußere Hülle des Triebwerks in radialer Richtung und geben dabei Öffnungen der äußeren Hülle des Triebwerks frei. Durch diese Öffnungen wird der entlang der Klappen geführte und umgelenkte Luftstrom aus dem Triebwerk nach außen geleitet, so dass dieser mit einer der Strömungsrichtung des Luftstroms in dem Strömungskanal entgegengesetzten Bewegungskomponente aus dem Strahltriebwerk austritt und die gewünschte Bremswirkung erzeugt.

[0004] Um den durch die Öffnungen austretenden Luftstrom umlenken zu können, sind die in Grundposition stromauf angeordneten bzw. stromaufseitigen Endbereiche jeweils mit einer Platte bzw. einer sogenannten kick plate ausgebildet, die im Bereich eines Endes mit den Klappen verbunden sind und deren andere Enden in der Schubumkehrposition der Klappen von den in der Grundposition den Strömungskanal begrenzenden und diesem zugewandten Oberflächen der Klappen in einem Winkel von etwa 90° in Richtung einer Triebwerksvorderseite von den Klappen abstehen. Im Verbindungsbereich zwischen einer solchen Platte und einer Klappe tritt in der Schubumkehrposition der Klappe ein hoher

Druck auf, durch den der durch die Öffnung austretende Luftstrom in die gewünschte Richtung umgelenkt wird.

[0005] Durch die zur Umlenkung des aus dem Strahltriebwerk ausgeführten Luftstroms erforderlichen hohen Drücke treten allerdings nachteilhafterweise Verluste auf, die den Wirkungsgrad und die Bremswirkung solcher Schubumkehrvorrichtungen beeinträchtigen. Um diese Verluste zu kompensieren, sind die Schubumkehrvorrichtungen entweder sehr groß auszulegen oder das Strahltriebwerk ist im Schubumkehrbetrieb mit höheren Drehzahlen zu betreiben. Diese Maßnahmen erhöhen jedoch maßgeblich das Gesamtgewicht und den Kraftstoffverbrauch des Strahltriebwerks. Zusätzlich wird durch die erforderlichen hohen Drehzahlen in dem Schubumkehrbetrieb die Lebensdauer des Strahltriebwerks nachteilhafterweise reduziert.

[0006] Aus der US 5,040,730 A ist eine alternative Ausführung einer Klappe einer Schubumkehrvorrichtung bekannt, die in einem in Grundposition der Klappe stromauf liegenden Ende gebogen ausgeführt ist. Die Klappe weist zudem ein inneres Klappenteil auf, das zusammen mit einem äußeren Klappenteil einen Strömungskanal für den Luftstrom bildet. In der Schubumkehrposition der Klappe strömt ein Teil des umgelenkten Luftstroms durch den Strömungskanal zwischen dem inneren Klappenteil und dem äußeren Klappenteil und lenkt den Hauptteil des an einer Innenseite des inneren Klappenteils umgelenkten Luftstroms weiter entgegen der Längsrichtung des Triebwerks um. Der äußere Klappenteil ist hierbei derart ausgeführt, dass eine Tangente an das in Grundposition der Klappe stromauf angeordnete Ende des äußeren Klappenteils in der Schubumkehrposition der Klappe im Wesentlichen in Längsrichtung des Triebwerks weist, womit der durch den Strömungskanal geführte Luftstrom im Wesentlichen um 180° umgelenkt wird und in Längsrichtung aus dem Strömungskanal austritt.

[0007] Beim Zusammentreffen des durch den Strömungskanal geführten Luftstroms und des an dem inneren Klappenteil abgelenkten Luftstroms treten nachteilhafterweise starke Verwirbelungen und lokal starke Druckunterschiede auf, die wiederum große Verluste verursachen und den Wirkungsgrad der Schubumkehrvorrichtung reduzieren.

[0008] Eine hierzu vergleichbare Ausführung einer Klappe ist aus der EP 0 915 246 A2 bekannt.

[0009] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schubumkehrvorrichtung einer Strömungsmaschine der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, die mit hohem Wirkungsgrad betreibbar ist und durch eine hohe Lebensdauer gekennzeichnet ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Schubumkehrvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

[0011] Es wird eine Schubumkehrvorrichtung einer Strömungsmaschine, insbesondere eines Strahltriebwerks, mit wenigstens einer Schwenkeinrichtung vorgeschlagen, die zwischen einer Grundposition, in der die Schwenkeinrichtung mit einer radial inneren Oberfläche einen in Längsrichtung der Strömungsmaschine verlaufenden Strömungskanal bereichsweise begrenzt, und einer Schubumkehrposition verlagerbar ist, in der ein in Grundposition der Schwenkeinrichtung stromabseitiger Endbereich der Schwenkeinrichtung gegenüber seiner Stellung in Grundposition der Schwenkeinrichtung in radialer Richtung in den Strömungskanal und ein in Grundposition der Schwenkeinrichtung stromaufseitiger Endbereich der Schwenkeinrichtung gegenüber seiner Stellung in Grundposition der Schwenkeinrichtung in radialer Richtung nach außen verlagert ist, wobei der stromaufseitige Endbereich der Schwenkeinrichtung in der Grundposition der Schwenkeinrichtung einen in stromaufseitiger Richtung in radialer Richtung nach innen gebogenen Bereich aufweist.

[0012] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass eine Tangente an das stromaufseitige Ende des gebogenen Bereichs der Schwenkeinrichtung in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtung mit der Längsrichtung der Strömungsmaschine einen sogenannten geometrischen Winkel von 35° bis 45° einschließt.

[0013] Durch die vorgeschlagene Ausrichtung der Tangente des gebogenen Bereichs ist ein im Betrieb der Strömungsmaschine durch den Strömungskanal geführter Luftstrom bzw. sonstiger Fluidstrom sehr verlustarm im Bereich der Schwenkeinrichtung umlenkbar, so dass die erfindungsgemäße Schubumkehrvorrichtung durch einen hohen Wirkungsgrad gekennzeichnet ist und eine mit der Schubumkehrvorrichtung ausgeführte Strömungsmaschine über eine große Lebensdauer betreibbar ist. Eine Hauptströmungsrichtung des Luftstroms, der in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtung durch eine von der Schwenkeinrichtung freigegebene Öffnung strömt, ist dabei derart gegenüber der Längsrichtung der Strömungsmaschine in Richtung eines stromaufseitigen Bereichs der Strömungsmaschine geneigt, dass eine gewünschte Bremswirkung mit geringen Verlusten mit einer klein ausgeführten Schwenkeinrichtung bzw. Klappe auch bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten des Luftstroms durch den Strömungskanal erzielbar ist. Hierdurch ist ein mit der Schubumkehrvorrichtung ausgeführtes Strahltriebwerk während des Schubbetriebs mit verhältnismäßig geringen Drehzahlen betreibbar, so dass im Schubumkehrbetrieb vorteilhafterweise Betriebsgeräusche eines Strahltriebwerks niedrig sind, die

Schubumkehrvorrichtung durch eine große Lebensdauer gekennzeichnet ist und das Strahltriebwerk wenig Kraftstoff verbraucht.

[0014] Um insgesamt lediglich geringe Verluste bei der Umlenkung des Luftstroms durch die Öffnung zu verursachen, weist eine dem Luftstrom zugewandte Oberfläche der Schwenkeinrichtung strömungstechnisch günstige Krümmungen auf, in deren Bereichen die Strömung des vorbeiströmenden Luftstroms lediglich in geringem Umfang beeinträchtigt wird und nur vernachlässigbare Verlustleistungen auftreten.

[0015] Bei einer vorteilhaften Ausführung einer erfindungsgemäßen Schubumkehrvorrichtung ist es vorgesehen, dass die Tangente mit der Längsrichtung einen geometrischen Winkel von etwa 40° einschließt. Im Betrieb einer mit der Schubumkehrvorrichtung ausgeführten Strömungsmaschine ist hierbei ein sogenannter effektiver Winkel von etwa 60° erzielbar, den eine Hauptströmungsrichtung des durch die Öffnung austretenden Luftstroms mit der Längsrichtung des Strahltriebwerks einschließt. Durch diese Hauptströmungsrichtung des durch die Öffnung austretenden Luftstroms ist eine gute Bremswirkung eines durch die Strömungsmaschine antreibbaren Fahrzeugs oder Flugzeugs mit geringen Verlusten erzielbar.

[0016] Wenn die in der Grundposition der Schwenkeinrichtung radial innere Oberfläche der Schwenkeinrichtung in einem Längsschnitt einen S-förmigen Verlauf aufweist, ist in der Grundposition der Schwenkeinrichtung eine günstige Strömungsführung eines Fluidstroms innerhalb der Strömungsmaschine und in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtung eine verlustarme Umlenkung des Luftstroms aus dem Inneren der Strömungsmaschine in Richtung einer Umgebung der Strömungsmaschine erzielbar. Durch eine derartige Ausführung der Schwenkeinrichtung sind aus der Praxis bekannte sogenannte kick-plates nicht erforderlich, wobei die erfindungsgemäße Schubumkehrvorrichtung mit stark reduzierten Verlusten gegenüber einer Ausführung mit kick-plates betreibbar ist.

[0017] Um im Betrieb einer mit der Schubumkehrvorrichtung ausgeführten Strömungsmaschine eine günstige Strömungsführung eines Luftstroms in dem Strömungskanal im Bereich der Schwenkeinrichtung zu erzielen, kann der gebogene Bereich der Schwenkeinrichtung in der Grundposition der Schwenkeinrichtung zumindest bereichsweise einen Teil einer an die Schwenkeinrichtung grenzenden Verkleidung in radialer Richtung von außen hintergreifen.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausführung einer erfindungsgemäßen Schubumkehrvorrichtung sind zwei oder mehr Schwenkeinrichtungen vorgesehen, wobei die Anzahl der Schwenkeinrichtungen in Abhängig-

keit des jeweils vorliegenden Anwendungsfalls auswählbar ist, um eine hohe Bremswirkung bei gleichzeitig geringen Verlustleistungen erzielen zu können. Die Schwenkeinrichtungen können hierbei in sogenannter Fisch-Mund-Bauweise ausgeführt sein. Zudem kann es auch vorgesehen sein, dass die Schubumkehrvorrichtung beispielsweise mit vier Schwenkeinrichtungen ausgeführt ist, wobei die Schwenkeinrichtungen im Bereich eines Nebenstromkanals eines Strahltriebwerks angeordnet sind und zur Umlenkung des durch den Nebenstromkanal geführten Luftstroms zwischen der Grundposition und der Schubumkehrposition verlagerbar sind.

[0019] Die Schubumkehrvorrichtung ist auf konstruktiv einfache Weise herstellbar, wenn insbesondere sämtliche Schwenkeinrichtungen im Wesentlichen baugleich ausgeführt sind.

[0020] Bei einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Schubumkehrvorrichtung ist ein Betätigungsmechanismus vorgesehen, mittels dem insbesondere sämtliche Schwenkeinrichtungen gemeinsam zwischen ihrer Grundposition und ihrer Schubumkehrposition verlagerbar sind.

[0021] Die erfindungsgemäße Schubumkehrvorrichtung ist grundsätzlich bei sämtlichen Bauarten von Strömungsmaschinen bzw. Strahltriebwerken einsetzbar, die beispielsweise mit einem einzigen Strömungskanal oder mit einem Kernstromkanal und einem Nebenstromkanal ausgeführt sind.

[0022] Sowohl die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale als auch die in dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schubumkehrvorrichtung angegebenen Merkmale sind jeweils für sich alleine oder in beliebiger Kombination miteinander geeignet, den erfindungsgemäßen Gegenstand weiterzubilden.

[0023] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Schubumkehrvorrichtung ergeben sich aus den Patentansprüchen und dem nachfolgend unter Bezugnahme auf das in der Zeichnung prinzipmäßig beschriebene Ausführungsbeispiel.

[0024] Es zeigt:

[0025] Fig. 1 und Fig. 2 vereinfachte, dreidimensionale Ansichten einer Schubumkehrvorrichtung eines Strahltriebwerks in Fisch-Mund-Bauart mit zwei Schwenkeinrichtungen, wobei die Schwenkeinrichtungen in einer Grundposition gezeigt sind;

[0026] Fig. 3 eine vereinfachte Längsschnittansicht der Schubumkehrvorrichtung gemäß Fig. 1 und Fig. 2;

[0027] Fig. 4–Fig. 6 verschiedene Querschnittsdarstellungen der Schubumkehrvorrichtung gemäß Fig. 1 bis Fig. 3;

[0028] Fig. 7 und Fig. 8 vereinfachte, dreidimensionale Ansichten der Schubumkehrvorrichtung gemäß Fig. 1 bis Fig. 6, wobei die Schwenkeinrichtungen in einer Schubumkehrposition angeordnet sind;

[0029] Fig. 9 eine stark schematisierte Teillängsschnittansicht der Schubumkehrvorrichtung gemäß Fig. 1 bis Fig. 8 mit den Schwenkeinrichtungen in ihrer Grundposition;

[0030] Fig. 10 eine Fig. 9 entsprechende Ansicht der Schubumkehrvorrichtung gemäß Fig. 1 bis Fig. 8, wobei die Schwenkeinrichtungen in der Schubumkehrposition gezeigt sind; und

[0031] Fig. 11 eine stark vereinfachte Teillängsschnittansicht eines Strahltriebwerks mit der Schubumkehrvorrichtung gemäß Fig. 1 bis Fig. 10 während eines Schubbetriebs, wobei ein sich im Betrieb des Strahltriebwerks einstellendes Strömungsfeld im Bereich der Schubumkehrvorrichtung dargestellt ist.

[0032] In den Figuren der Zeichnung ist eine Schubumkehrvorrichtung 6 einer als Strahltriebwerk 1 ausgeführten Strömungsmaschine gezeigt, die einen Kernstromkanal 3 und einen Nebenstromkanal 4 aufweist. Die Schubumkehrvorrichtung 6 weist eine äußere Hülle bildende Verkleidung 2 bzw. Mantelstruktur auf, die in einem Einlaufbereich 5 des Strahltriebwerks 1 den einen Strömungskanal 4 darstellenden Nebenstromkanal begrenzt, durch den ein Luftstrom führbar ist und der stromab des Einlaufbereichs mit einer Auslassöffnung 47 ausgebildet ist.

[0033] Zusätzlich schließen sich stromab des Einlaufbereichs des Strömungskanals 4 an die Verkleidung 2 vorliegend zwei Schwenkeinrichtungen 7, 8 der Schubumkehrvorrichtung 6 in einer sogenannten Fisch-Mund- bzw. fishmouth-Anordnung an. Die Schwenkeinrichtungen 7, 8 umfassen eine Längsachse 12 bzw. Zentralachse der Schubumkehrvorrichtung 6 umfängsseitig. Die Schwenkeinrichtungen 7, 8 sind in Fig. 1 bis Fig. 6 in einer Grundposition gezeigt, in der eine in radialer Richtung R nach innen gewandte Oberfläche 9, 10 der Schwenkeinrichtungen 7, 8 den Strömungskanal 4 in einem stromab an die Verkleidung 2 angrenzenden Bereich der Schubumkehrvorrichtung 6 zumindest bereichsweise in Umfangsrichtung U der Schubumkehrvorrichtung 6 begrenzt. Die Schwenkeinrichtungen 7, 8 wirken hierbei mit einer Wandung 11 zusammen, die beispielsweise in Fig. 7 und Fig. 8 näher gezeigt ist und in radialer Richtung in der Grundposition der Schwenkeinrichtungen 7 und 8 von diesen umfasst ist.

[0034] Die Oberflächen **9**, **10** der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** sind in der in **Fig. 9** dargestellten Art und Weise im Längsschnitt S-förmig ausgeführt. In der Grundposition stromaufseitige Endbereiche **14**, **15** der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** weisen jeweils einen gebogenen Bereich **16**, **17** auf, die in radialer Richtung R nach innen gebogen sind bzw. die in Bezug auf den Strömungskanal **4** jeweils mit einer konkaven Krümmung ausgebildet sind. Die gebogenen Bereiche **16**, **17** hintergreifen die Wandung **11** bereichsweise, wobei jeweils ein stromaufseitiges Ende **18**, **19** der gebogenen Bereiche **16**, **17** in radialer Richtung des Strahltriebwerkes **1** hinter der Wandung **11** anordnet ist. Dadurch begrenzen die stromaufseitigen Enden **18**, **19** in der Grundposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** nicht den Strömungskanal **4**. Ein in Längsrichtung **12** den Schwenkeinrichtungen **7**, **8** zugewandtes stromabseitiges Ende **20** der Wandung **11**, welches in der Grundposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** die stromaufseitigen Enden **18**, **19** der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** vom Strömungskanal **4** abschirmt, ist dabei in radialer Richtung R nach außen gebogen und in Bezug auf den Strömungskanal **4** mit einer konvexen Krümmung ausgeführt.

[0035] In der Grundposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** steigt ein Strömungsquerschnitt des Strömungskanals **4** ausgehend von den stromaufseitigen Endbereichen **14**, **15** bis zu einem Maximum **42** an. Daran anschließend nimmt der Strömungsquerschnitt des Strömungskanals **4** in Strömungsrichtung bis zu einem Minimum **43** ab. Wiederum daran anschließend ist der Strömungsquerschnitt des Strömungskanals **4** stromab des Minimums **43** bis zur Auslassöffnung **47** nahezu konstant oder nimmt bei weiteren Ausführungsformen der Schubumkehrvorrichtung wieder geringfügig zu.

[0036] **Fig. 4** bis **Fig. 6** zeigen jeweils Querschnittsdarstellungen der Schubumkehrvorrichtung **6** entlang der in **Fig. 3** näher dargestellten Schnittlinien IV-IV, V-V bzw. VI-VI. In Umfangsrichtung U seitliche Randbereiche **29** der Wandung **11** sind in radialer Richtung R nach außen gebogen, die von in Umfangsrichtung U seitlichen Randbereichen **30**, **31** der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** hintergriffen werden. Die Randbereiche **29** der Wandung **11** weisen in einem mit der Schwenkeinrichtung **7** bzw. **8** zusammenwirkenden Endbereich eine insbesondere mit einem Elastomer ausgeführte Dichteinrichtung **33** auf. Hierdurch ist in der Grundposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** in einem mit der Wandung **11** zusammenwirkenden Bereich eine Strömung des durch den Strömungskanal **4** geführten Luftstroms verbessert.

[0037] In **Fig. 3** ist eine Betätigungseinrichtung **22** gezeigt, mittels der die Schwenkeinrichtungen **7**, **8** gemeinsam zwischen der Grundposition und einer beispielsweise in **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten Schubumkehrposition verlagerbar sind. Die Betäti-

gungseinrichtung **22** weist vorliegend ein im Wesentlichen translatorisch bewegbares und an der Wandung **11** gelagertes Betätigungselement **23** auf, das hier über jeweils eine Stange **24** bzw. **25** mit einem Hebel **26** bzw. **27** zusammenwirkt, der wiederum mit der Schwenkeinrichtung **7** bzw. der Schwenkeinrichtung **8** verbunden ist. Die Hebel **26**, **27** sind hier mit einem stromabseitigen Ende jeweils in einem Drehpunkt **45**, **46** ortsfest an der Schubumkehrvorrichtung **6** bzw. dem Strahltriebwerk **1** drehbar gelagert. Bei einer translatorischen Verlagerung des Betätigungselements **23** werden die Schwenkeinrichtungen **7**, **8** aus ihrer Grundposition vorliegend in ihre Schubumkehrposition drehend bzw. schwenkend verlagerter.

[0038] In der Schubumkehrposition geben die Schwenkeinrichtungen **7**, **8** stromauf der Auslassöffnung **47** jeweils in radialer Richtung R nach außen Öffnungen **34**, **35** frei. Gleichzeitig ragen in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** Endbereiche **36**, **37** der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** in radialer Richtung R in den Strömungskanal **4** hinein, die in der Grundposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** stromab der stromaufseitigen Enden **18**, **19** angeordnet sind. Dann ist die Auslassöffnung **47** des Strahltriebwerkes **1** nahezu vollständig gesperrt und der in Längsrichtung **12** der Schubumkehrvorrichtung **6** durch den Strömungskanal **4** geführte Luftstrom wird wie in **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigt durch die Oberflächen **9**, **10** der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** gegenüber der Längsrichtung **12** umgelenkt und durch die Öffnungen **34**, **35** radial nach außen aus dem Inneren der Schubumkehrvorrichtung **6** bzw. des Strahltriebwerkes **1** ausgeführt. Die in der Grundposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** stromauf angeordneten Endbereiche **14**, **15** der Schwenkeinrichtung sind in der Schubumkehrposition in radialer Richtung R nach außen verschwenkt und überragen die Verkleidung **2** in radialer Richtung der Schubumkehrvorrichtung **6**.

[0039] Die sich im Schubbetrieb des Strahltriebwerkes **1** einstellende Luftströmung im Bereich der Öffnungen **34**, **35** ist in **Fig. 11** durch eine Vielzahl von Pfeilen **44** schematisch dargestellt, wobei die Länge der Pfeile **44** in Abhängigkeit der in den verschiedenen Bereichen innerhalb und außerhalb des Strahltriebwerkes **1** dem Luftstrom innewohnenden Strömungsenergie variiert. Dabei kennzeichnen längere Pfeile **44** jeweils Bereiche mit höherer Strömungsenergie, wobei die Länge der Pfeile **44** mit sinkender Strömungsenergie abnimmt.

[0040] In der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtungen **7**, **8** sind die Schwenkeinrichtungen **7**, **8** derart angeordnet, dass Tangenten **39**, **40** an den stromaufseitigen Enden **18**, **19** der gebogenen Bereiche **16**, **17** mit der Längsrichtung **12** jeweils einen geometrischen Winkel α von vorliegend etwa 40° einschließen. Im Betrieb des Strahltriebwerkes **1** stellt

sich hierbei ein effektiver Winkel β zwischen einer Hauptströmungsrichtung **48** der durch die Öffnungen **34, 35** nach außen austretenden Luftströmung und der Längsrichtung **12** von etwa 60° ein, wobei die Luftströmung auf verlustarme Weise umgelenkt wird. Hierdurch werden ein hoher Wirkungsgrad und eine erwünscht hohe Bremswirkung erzielt. Die Oberflächen **9, 10** der Schwenkeinrichtungen **7, 8** sind dabei mit einer günstigen Strömungsführung sowohl in der Grundposition als auch in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtungen **7, 8** gewährleistenden Krümmungsradien ausgeführt.

Bezugszeichenliste

1	Strömungsmaschine; Strahltriebwerk
2	Verkleidung
3	Triebwerkskern
4	Strömungskanal
5	Einlaufbereich
6	Schubumkehrvorrichtung
7, 8	Schwenkeinrichtung
9, 10	Oberfläche der Schwenkeinrichtung
11	Wandung
12	Längsachse
14, 15	stromaufseitiger Endbereich der Schwenkeinrichtung
16, 17	gebogener Bereich der Schwenkeinrichtung
18, 19	stromaufseitiges Ende der Schwenkeinrichtung
20	stromabseitiges Ende der Wandung
22	Betätigungseinrichtung
23	Betätigungselement
24, 25	Stange
26, 27	Hebel
29	seitlicher Randbereich der Wandung
30, 31	seitlicher Randbereich der Schwenkeinrichtung
33	Dichteinrichtung
34, 35	Öffnung
36, 37	stromabseitiger Endbereich der Schwenkeinrichtung
39, 40	Tangente
42, 43	Strömungsquerschnitt des Strömungskanals
44	Pfeil
45, 46	Drehpunkt
47	Auslassöffnung
48	Hauptströmungsrichtung
α, β	Winkel
R	radiale Richtung
U	Umfangsrichtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5040730 A [0006]
- EP 0915246 A2 [0008]

Patentansprüche

1. Schubumkehrvorrichtung (6) einer Strömungsmaschine (1) mit wenigstens einer Schwenkeinrichtung (7, 8), die zwischen einer Grundposition, in der die Schwenkeinrichtung (7, 8) mit einer radial inneren Oberfläche (9, 10) einen in Längsrichtung (12) der Strömungsmaschine (1) verlaufenden Strömungskanal (4) bereichsweise begrenzt, und einer Schubumkehrposition verlagerbar ist, in der ein in Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) stromabseitiger Endbereich (36, 37) der Schwenkeinrichtung (7, 8) gegenüber seiner Stellung in Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) in radialer Richtung (R) in den Strömungskanal und ein in Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) stromaufseitiger Endbereich (14, 15) der Schwenkeinrichtung (7, 8) gegenüber seiner Stellung in Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) in radialer Richtung (R) nach außen verlagert ist, wobei der stromaufseitige Endbereich (14, 15) der Schwenkeinrichtung (7, 8) in der Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) einen in stromaufseitiger Richtung in radialer Richtung (R) nach innen gebogenen Bereich (16, 17) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Tangente (39, 40) an ein stromaufseitiges Ende (18, 19) des gebogenen Bereichs (16, 17) der Schwenkeinrichtung (7, 8) in der Schubumkehrposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) mit der Längsrichtung (12) der Strömungsmaschine (1) einen Winkel (α) von 35° bis 45° einschließt.

2. Schubumkehrvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tangente (39, 40) mit der Längsrichtung (12) einen Winkel (α) von etwa 40° einschließt.

3. Schubumkehrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in der Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) radial innere Oberfläche (9, 10) der Schwenkeinrichtung (7, 8) in einem Längsschnitt einen S-förmigen Verlauf aufweist.

4. Schubumkehrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der gebogene Bereich (16, 17) der Schwenkeinrichtung (7, 8) in der Grundposition der Schwenkeinrichtung (7, 8) zumindest bereichsweise einen Teil einer an die Schwenkeinrichtung (7, 8) grenzenden Verkleidung (2) in radialer Richtung von außen hintergreift.

5. Schubumkehrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei oder mehr Schwenkeinrichtungen (7, 8) vorgesehen sind.

6. Schubumkehrvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwenkeinrich-

tungen (7, 8) im Wesentlichen baugleich ausgeführt sind.

7. Schubumkehrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Betätigungseinrichtung (22) zur Verlagerung der Schwenkeinrichtung (7, 8) zwischen der Grundposition und der Schubumkehrposition vorgesehen ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

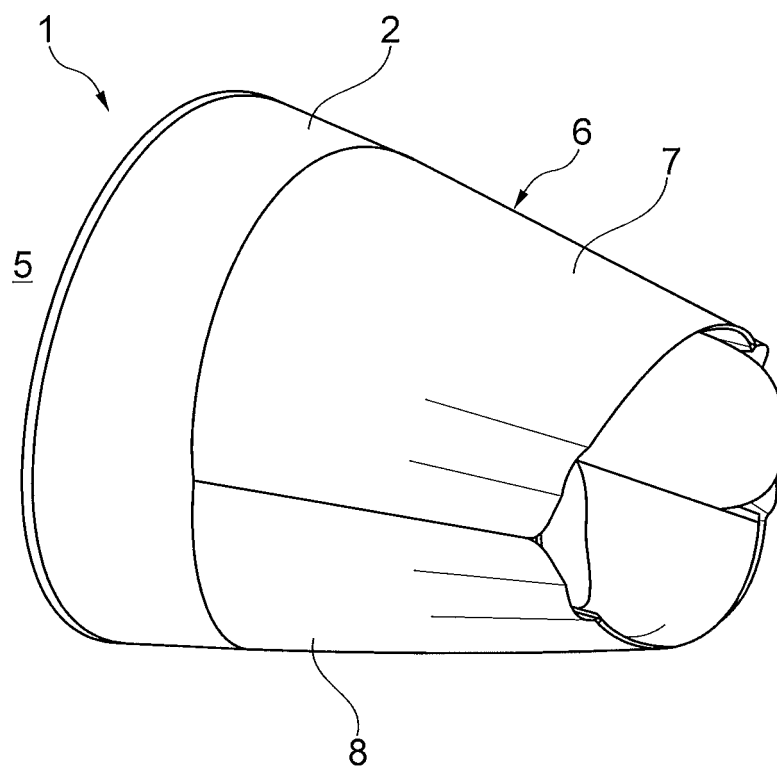


Fig. 1

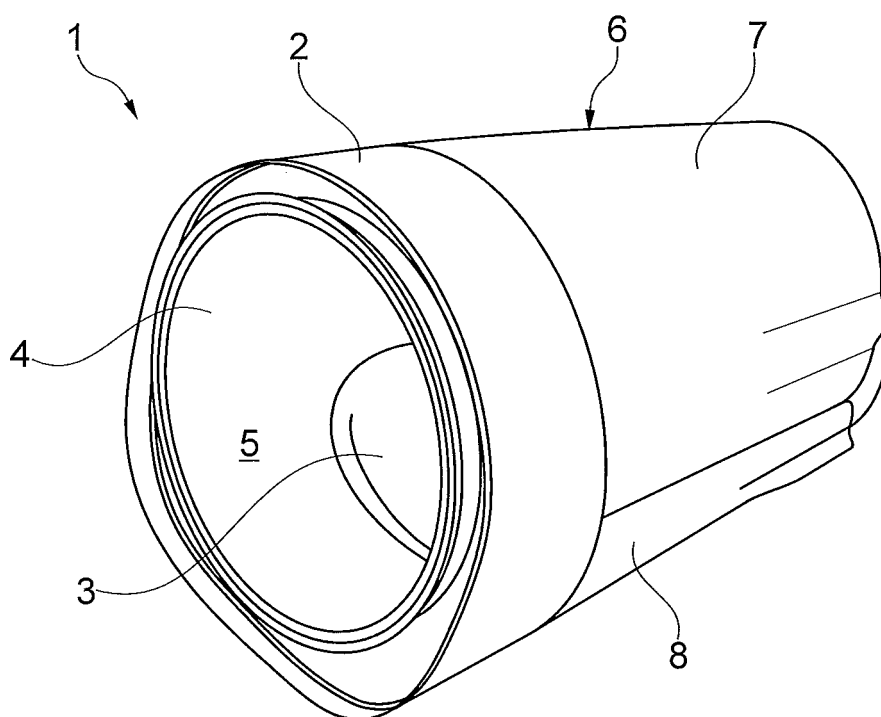


Fig. 2

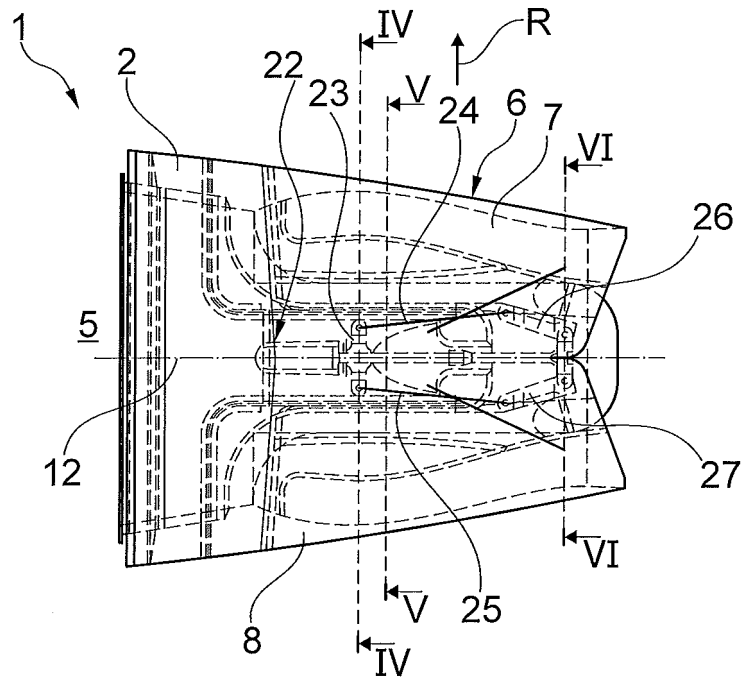


Fig. 3

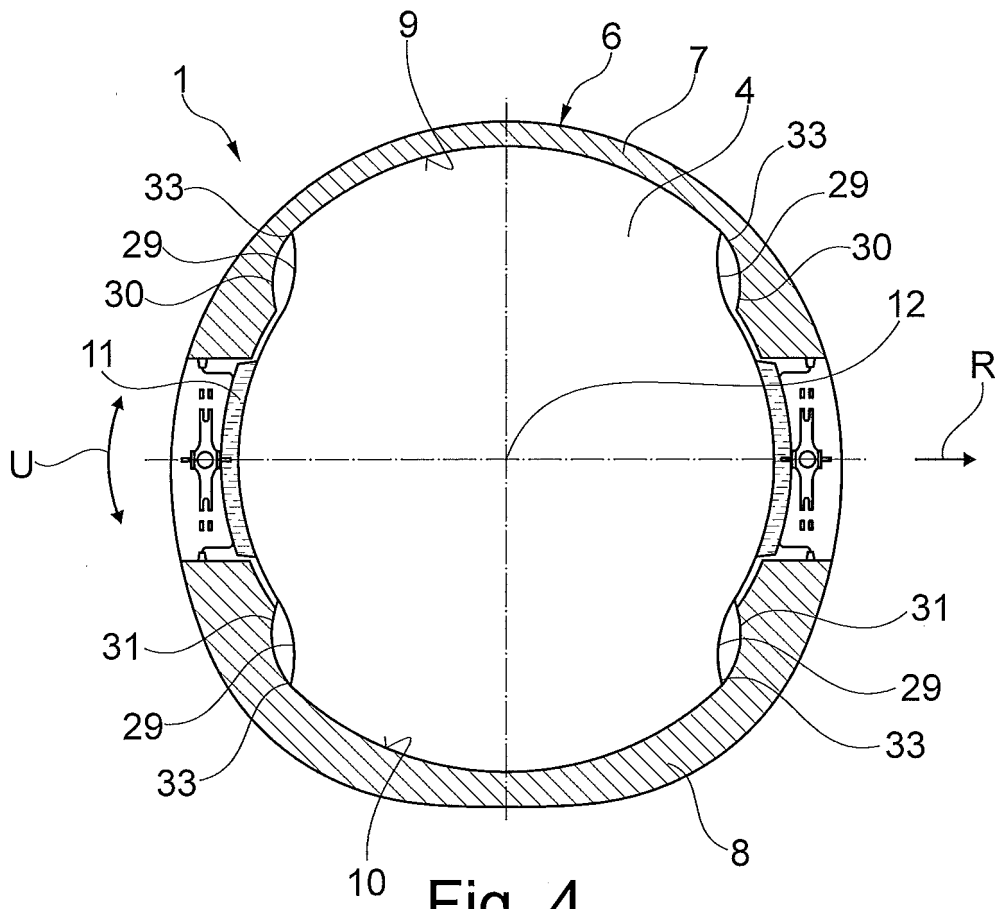
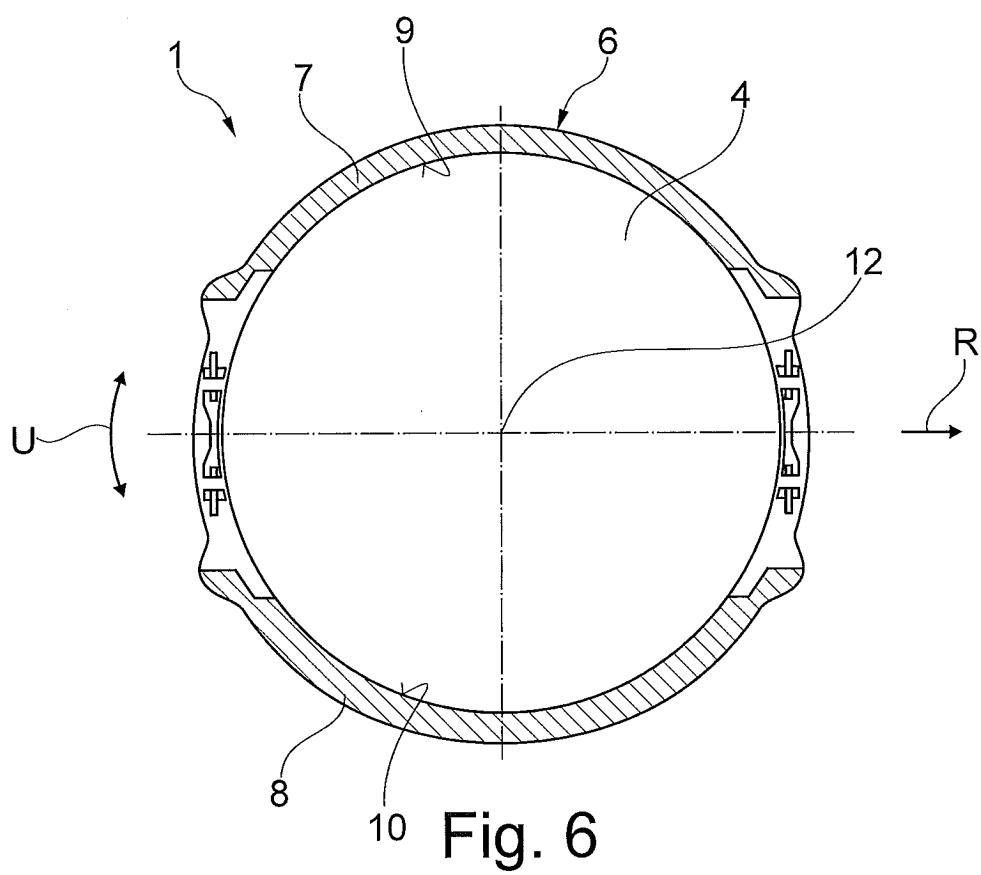
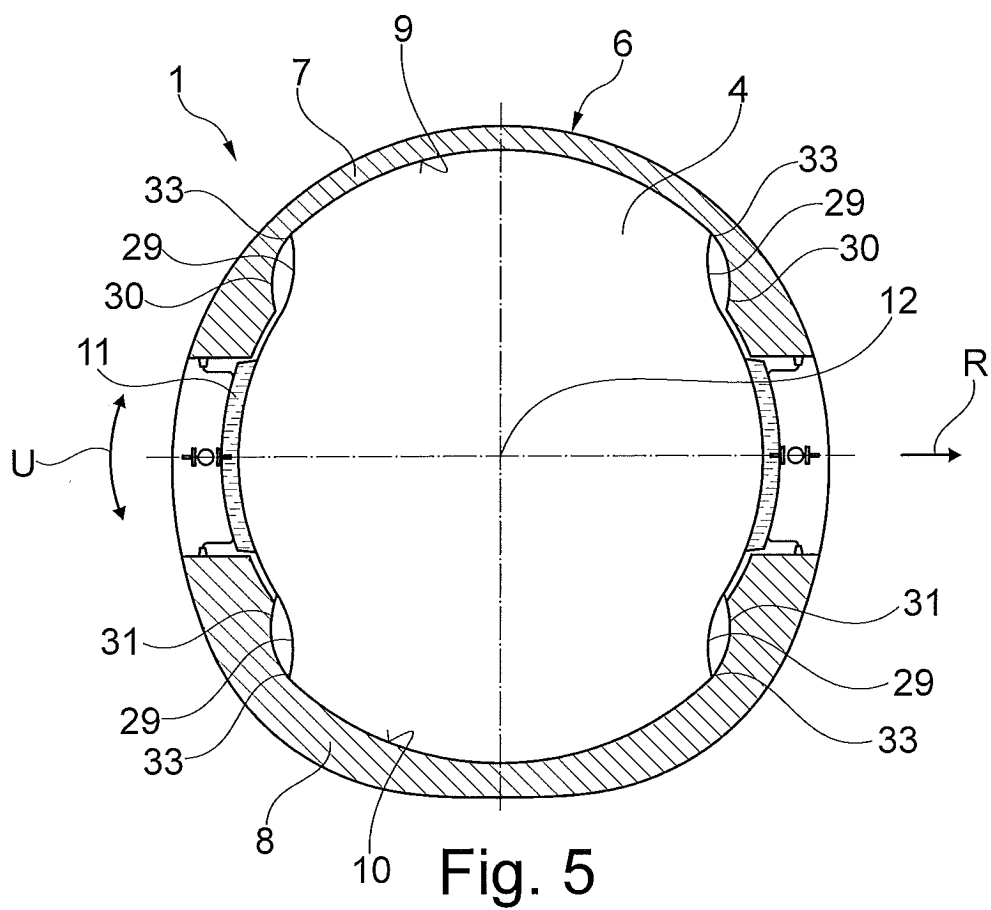


Fig. 4



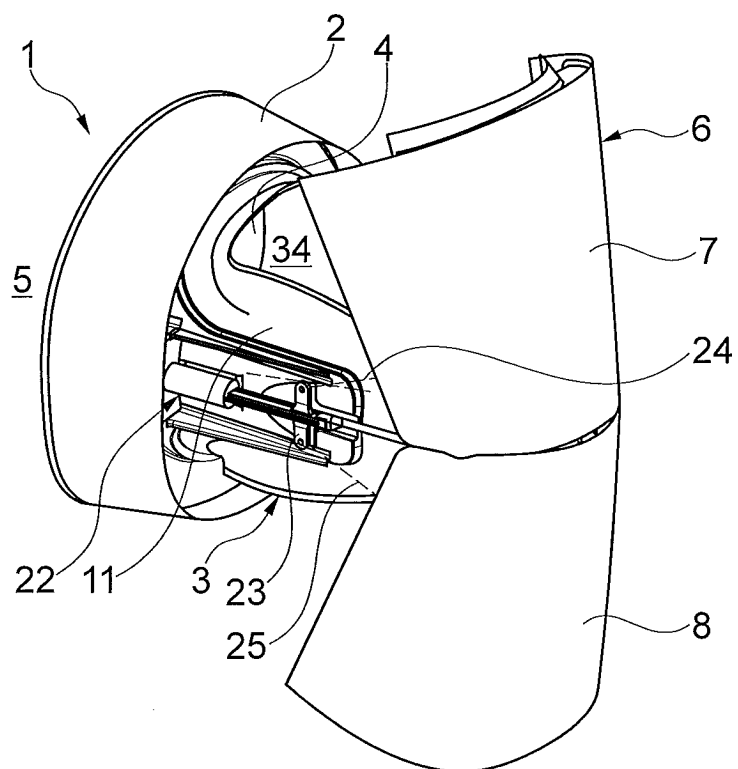


Fig. 7

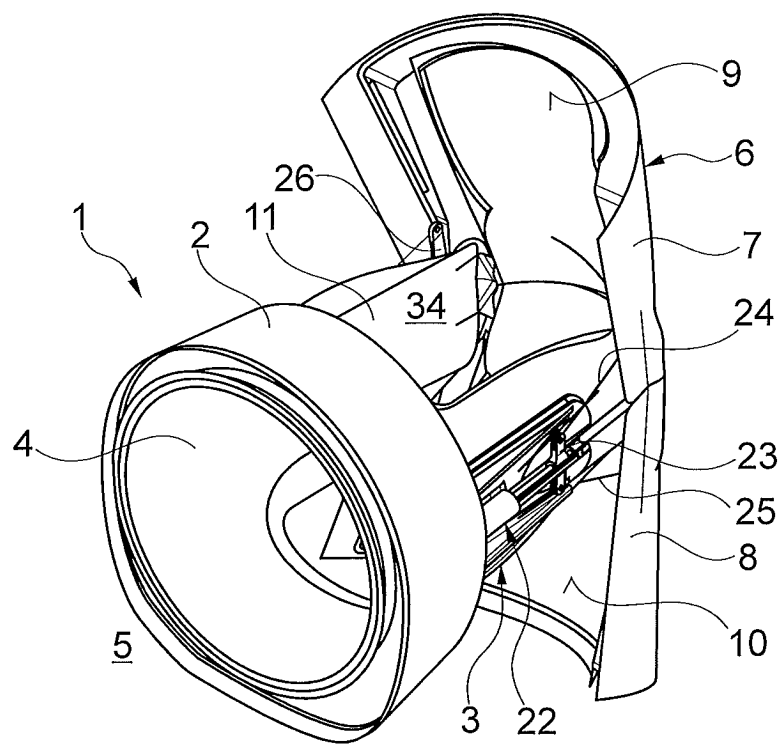


Fig. 8

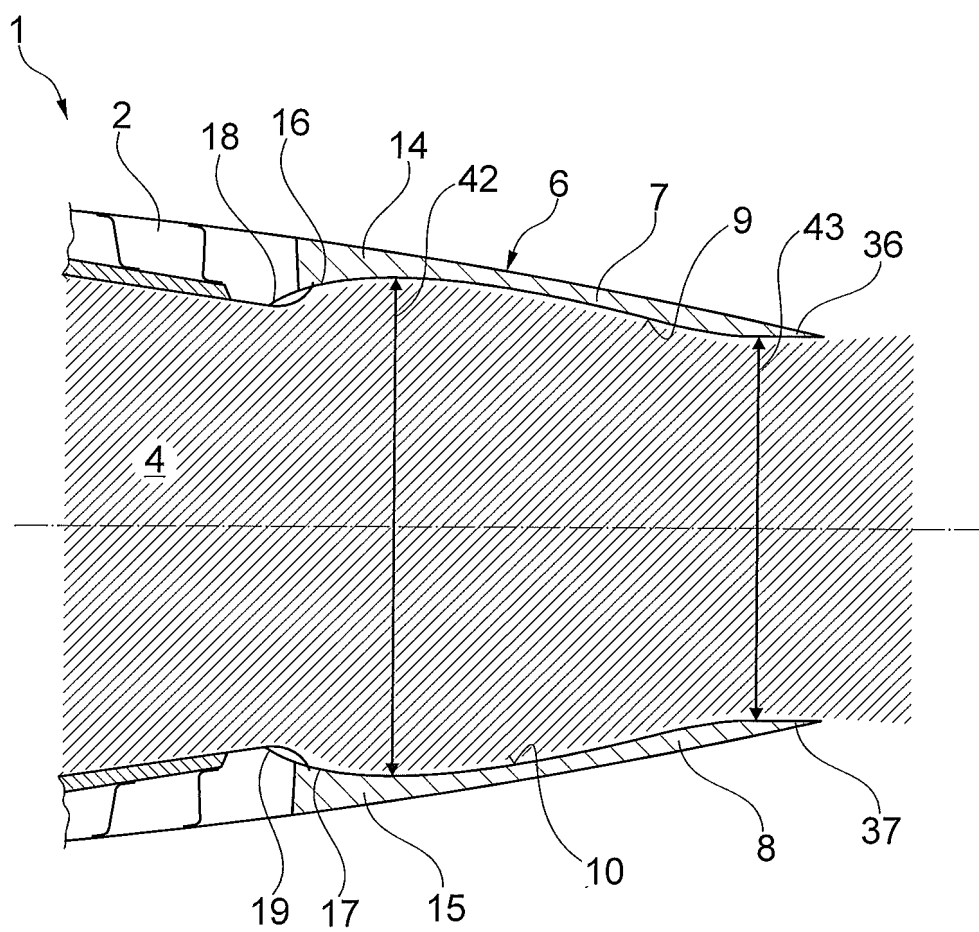


Fig. 9

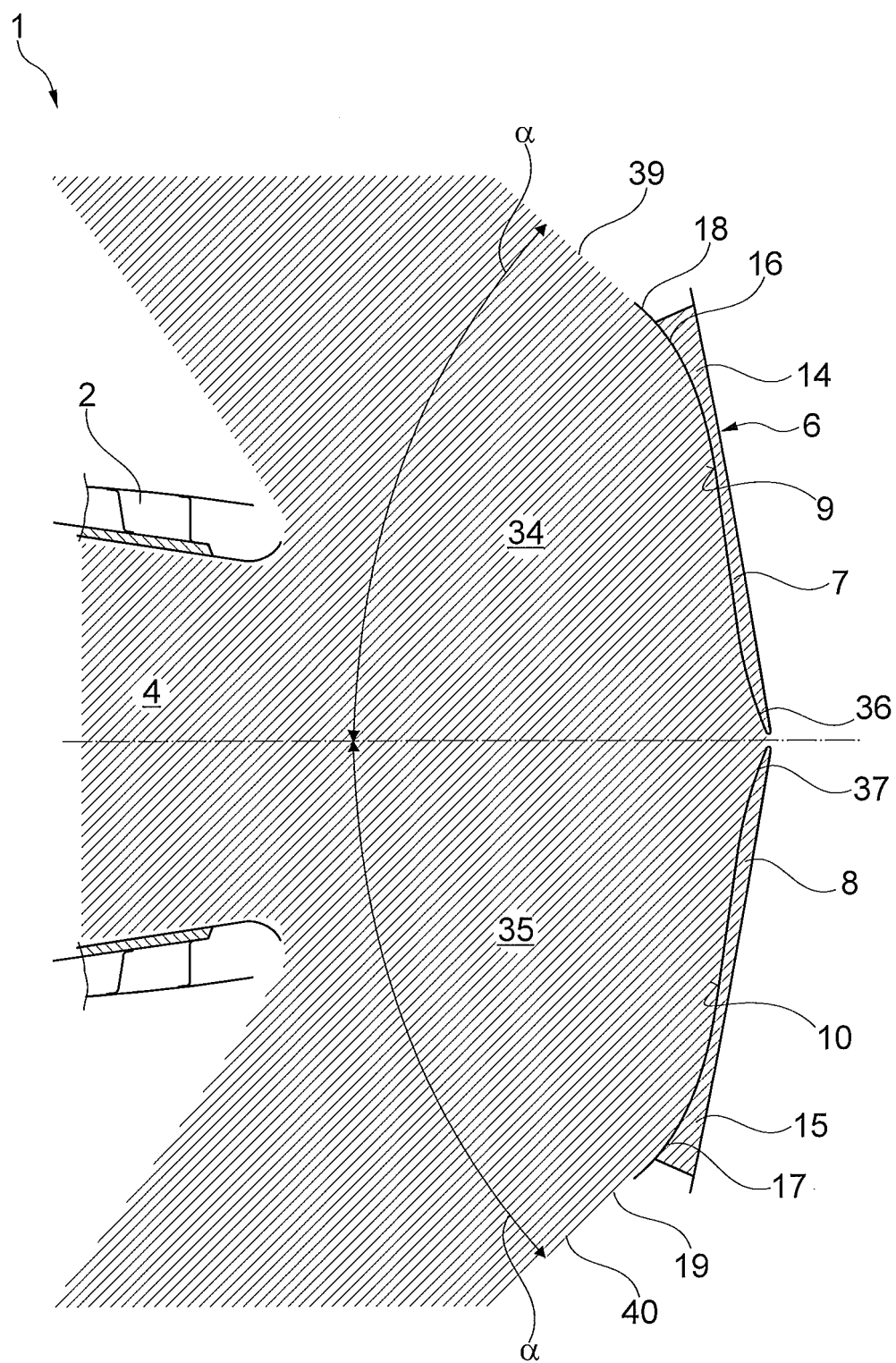


Fig. 10

