

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1105/2006

(22) Anmeldetag: 30.06.2006

(45) Veröffentlicht am: 15.09.2010

(51) Int. Cl.⁸: **F01D 9/04** (2006.01)

F01D 5/28 (2006.01)

F02K 3/06 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

EP 1167693A2 US 5584654A1

US 6431837B1 DE 4411679C1

GB 2418460A

(73) Patentinhaber:

FACC AG

A-4910 RIED IM INNKREIS (AT)

(54) LEITSCHAUFELANORDNUNG FÜR EIN TRIEBWERK

(57) Die Erfindung betrifft eine Leitschaufelanordnung (1) zur Umlenkung der Strömung im Nebenstromkanal (2) eines Triebwerks (3), mit einem äußeren Ring (4) und einem inneren Ring (5) und dazwischen im Wesentlichen radial angeordneten Leitschaufeln (6), wobei der äußere Ring (4) Elemente (7) zur Verbindung mit einer äußeren Triebwerksstruktur (8) und der innere Ring (5) Elemente (9) zur Verbindung mit einer inneren Triebwerksstruktur (10) aufweist, wobei mehrere Segmente (11) vorgesehen sind. Zur Schaffung einer Leitschaufelanordnung (1), welche sowohl ausreichend stabil ist als auch optimale aerodynamische Eigenschaften besitzt, ist vorgesehen, dass jedes Segment (11) zumindest aus einer Leitschaufel (6) mit einem Teil (12) des äußeren Rings (4) und einem Teil (13) des inneren Rings (5) einstückig hergestellt ist, und an jedem Teil (12) des äußeren Rings (4) und an jedem Teil (13) des inneren Rings (5) jedes Segments (11) jeweils zumindest zwei in Umfangrichtung des Triebwerks (3) orientierte Flansche (14, 15) zur Befestigung mit der äußeren und inneren Triebwerksstruktur (18) integriert sind.

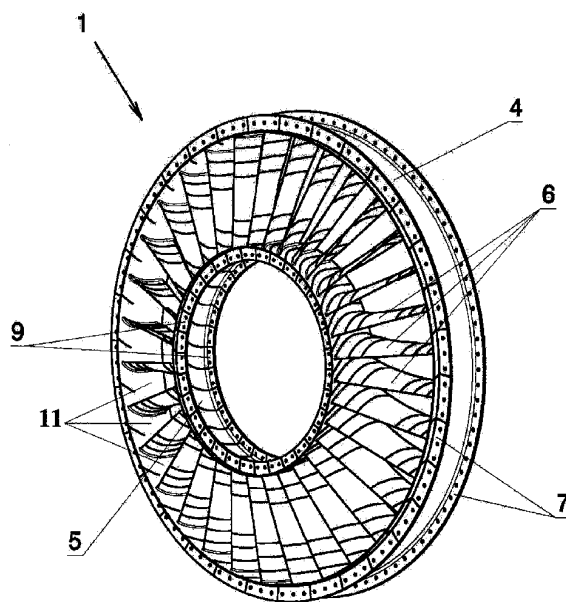


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leitschaufelanordnung zur Umlenkung der Strömung im Nebenstromkanal eines Triebwerks, mit einem äußeren Ring und einem inneren Ring und dazwischen im Wesentlichen radial angeordneten Leitschaufeln, wobei der äußere Ring Elemente zur Verbindung mit einer äußeren Triebwerksstruktur und der innere Ring Elemente zur Verbindung mit einer inneren Triebwerksstruktur aufweist, wobei mehrere Segmente vorgesehen sind.

[0002] Die Erfindung ist insbesondere auf Strahltriebwerke wie sie bei Flugzeugen, insbesondere großen Passagier- oder Frachtflugzeugen, verwendet werden, gerichtet. Das Strahltriebwerk arbeitet nach dem Prinzip des Rückstoßantriebes, wobei die Umgebungsluft angesaugt und als Antriebsstrahl ausgestoßen wird. Um das Triebwerk ist ein so genannter ringförmiger Nebenstromkanal angeordnet, durch den ein Teil der Luft strömt. Dieser Nebenstromkanal oder Bypass wird von der inneren Triebwerksstruktur, welche das Kerntriebwerk umschließt, und die äußere Triebwerksstruktur begrenzt. Zur Umlenkung der Strömung innerhalb des Nebenstromkanals werden Leitschaufeln eingesetzt, die zwischen der inneren und äußeren Triebwerksstruktur angeordnet sind. Üblicherweise sind diese Leitschaufeln aus Metall, insbesondere Titan, gebildet und mit der inneren und äußeren Triebwerksstruktur entsprechend verbunden.

[0003] Zur Erzielung der erforderlichen Stabilität sind üblicherweise zusätzliche Elemente zwischen der inneren und äußeren Triebwerksstruktur angeordnet. Diese zusätzlichen Streben erhöhen den Herstellungsaufwand wie auch das Gewicht des gesamten Triebwerks und verschlechtern die aerodynamische Güte im Bypass.

[0004] Eines der obersten Ziele in der Luftfahrttechnik ist die Gewichtsreduktion und in der Folge die Treibstoffeinsparung. Aus diesem Grund werden zahlreiche Bestandteile eines Flugzeuges anstelle aus Metall aus Kunststoffverbundwerkstoffen hergestellt. Entwicklungstrends zielen auf den Einsatz von faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffen auch im Strukturbereich ab. Auch im Bereich der Triebwerksstruktur ist man bestrebt, Bestandteile aus den leichteren faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffen herzustellen und dadurch Gewicht einzusparen.

[0005] Beispielsweise zeigt die US 4,596,621 A ein Verfahren zur Herstellung einer so genannten Kaskade, wie sie beim Schubumkehrmechanismus in Triebwerken verwendet wird, aus faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffen. Insbesondere bei Bauteilen komplexer Geometrie ist die nicht oder nur teilweise automatisierbare Herstellung in Kunststoffverbundwerkstoffen jedoch nicht wirtschaftlich.

[0006] Auch die US 5,624,618 A beschreibt ein Verfahren zur Bildung von Bauteilen komplexer Geometrie aus Verbundwerkstoffen, wobei auch hier die so genannten Kaskaden, über welche bei der Schubumkehr die Luft in die entgegengesetzte Richtung gelenkt wird, erwähnt werden. Im Gegensatz zur gegenständlichen Leitschaufelanordnung werden an die Kaskaden gemäß der US 5,624,618 A nicht so hohe Anforderungen hinsichtlich Stabilität gestellt.

[0007] Eine Leitschaufelanordnung der gegenständlichen Art ist beispielsweise aus der EP 1 167 693 B1 bekannt, wobei die Leitschaufeln an den Enden verstärkt ausgebildete Bereiche zur radialen Verbindung mit dem äußeren und inneren Ring der Leitschaufelanordnung aufweisen. Um die verstärkt ausgebildeten Bereiche an den Enden der Leitschaufel sind aerodynamische Verkleidungen angeordnet. Die Befestigung der Leitschaufeln mit dem äußeren und inneren Ring der Leitschaufelanordnung ist relativ aufwendig mittels radial angeordneten Verbindungselementen durchzuführen. Die so hergestellte Anordnung muss dann erst mit der Triebwerksstruktur verbunden werden, was jedoch in diesem Dokument nicht beschrieben ist.

[0008] Auch bei der Leitschaufelanordnung gemäß der US 5 584 654 A ist die Befestigung der Leitschaufeln mit dem äußeren und inneren Ring der Leitschaufelanordnung in relativ aufwendiger Weise notwendig. Die so hergestellte Struktur muss dann mit der Triebwerksstruktur verbunden werden.

[0009] Schließlich zeigt die GB 2 418 460 A Leitschaufeln einer Leitschaufelanordnung, welche

zur Verringerung des Gewichtes aus hohlen Metallkugeln hergestellt sind. Zur Befestigung der Leitschaufeln mit dem inneren und äußeren Triebwerksgehäuse sind Naben vorgesehen, wobei sich jedoch keine genauen Hinweise über die Art der Verbindung finden.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Leitschaufelanordnung der gegenständlichen Art, welche sowohl die aerodynamischen als auch die statischen Aufgaben erfüllt und möglichst niedriges Gewicht aufweist. Die Leitschaufelanordnung soll daher integral herstellbar sein und darüber hinaus rasch austauschbar sein. Nachteile bekannter Leitschaufelanordnungen sollen vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0011] Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch, dass jedes Segment zumindest aus einer Leitschaufel mit einem Teil des äußeren Rings und einem Teil des inneren Rings einstückig hergestellt ist, und an jedem Teil des äußeren Rings und an jedem Teil des inneren Rings jedes Segments jeweils zumindest zwei in Umfangsrichtung des Triebwerks orientierte Flansche zur Befestigung mit der äußeren und inneren Triebwerksstruktur integriert sind. Durch die Trennung der Leitschaufelanordnung in mehrere Segmente können diese trotz der komplexen Geometrien relativ einfach und rasch hergestellt werden. Eine voll integrale Leitschaufelanordnung für ein Strahltriebwerk einer Passagiermaschine, welche Dimensionen von mehreren Metern umfasst, wäre technisch und ökonomisch derzeit nicht herstellbar. Dadurch, dass jedes Segment zumindest aus einer Leitschaufel mit einem Teil des äußeren Rings und einem Teil des inneren Rings einstückig hergestellt ist, erfüllt jedes Segment der Leitschaufelanordnung die erforderliche statische Aufgabe, weshalb keine weiteren Streben zwischen äußerer und innerer Triebwerksstruktur erforderlich sind. Dies bewirkt wiederum eine Reduktion des Gesamtgewichts des Triebwerks. Über die in Umfangsrichtung des Triebwerks orientierten Flansche können die Segmente besonders einfach mit der inneren und äußeren Triebwerksstruktur verbunden und entsprechend fixiert werden. Durch die Integration der Flansche in den Segmenten werden die Befestigungselemente in der Leitschaufelanordnung integriert. Verbindungen zwischen den Komponenten der Leitschaufelanordnung entfallen grundsätzlich, können aber je nach Steifigkeitsanforderung vorgesehen bzw. notwendig sein. Durch den Einbau der Leitschaufelanordnung im Triebwerk wird die notwendige Stabilität erreicht und es können die auftretenden Triebwerkslasten an die Flugzeugzelle übertragen werden. Ein weiterer Vorteil in der Aufteilung der Leitschaufelanordnung in mehrere Segmente besteht darin, dass bei Beschädigung eines Teils der Leitschaufelanordnung nur das betroffene Segment bzw. die betroffenen Segmente ausgetauscht werden muss bzw. müssen und nicht die gesamte Leitschaufelanordnung repariert werden muss. Zur Erhöhung der Steifigkeit bei gleichzeitig möglichst niedrigem Gewicht können an den Flanschen der Segmente Versteifungselemente aus faserverstärktem Kunststoff angeordnet und mit diesen integriert sein.

[0012] Vorteilhafterweise werden die Segmente aus faserverstärktem Kunststoffverbundmaterial hergestellt. Aufgrund der Verwendung eines faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffs kann das Gewicht gegenüber herkömmlichen Bauweisen aus Metall deutlich reduziert werden. Moderne faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe halten auch den im Nebenstromkanal eines Triebwerks auftretenden Temperaturen von üblicherweise 100-130°C ohne weiteres Stand. Die gegenständliche Leitschaufelanordnung besteht aus reinem faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoff und erfüllt sowohl die statischen als auch die aerodynamischen Aufgaben.

[0013] Vorteilhafterweise sind die Segmente der Leitschaufelanordnung aus Kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Neben dem geringen Gewicht von Kohlenstofffasern weisen diese auch einen besonders niedrigen Temperaturkoeffizienten und eine besonders hohe Gewichtsspezifische Steifigkeit und Festigkeit auf.

[0014] Zur Erzielung einer ausreichend hohen Festigkeit, insbesondere bei Leitschaufelanordnungen für besonders große Triebwerke ist vorgesehen, dass zumindest ein Großteil der Fasern jedes Segments durchgehend von den Flanschen des äußeren Ringteils über die zumindest eine Leitschaufel zu den Flanschen des inneren Ringteils durch mehrfache Umlenkung angeordnet ist. Somit werden durchgehende Faserstränge mehrfach umgelenkt, wodurch die

Kraft entlang der Faserstränge geleitet werden kann und nicht interlaminar übertragen werden muss. Dies resultiert in einer besonders hohen Festigkeit der Segmente bzw. der gesamten Leitschaukelanordnung, wodurch zusätzliche Streben zwischen der äußeren Triebwerksstruktur und der inneren Triebwerksstruktur entfallen können. Dies schlägt sich wiederum in einem niedrigeren Gesamtgewicht der Anordnung nieder.

[0015] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung können im faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoff reaktive Materialien, wie beispielsweise Thermoplastfäden, eingenäht oder eingewebt werden. Dadurch können bestimmte Eigenschaften wie Festigkeit oder Schlagzähigkeit erhöht werden. Beispielsweise kann das verwendete Carbonegewebe mit Thermoplastfäden verwebt werden und nach Zugabe des Harzes das Thermoplastmaterial aufgelöst werden, wodurch die Schlagzähigkeit erhöht wird.

[0016] Weiters können Vernähtungen im faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoff im Wesentlichen quer zur Lagenrichtung vorgesehen sein, durch welche die interlaminare Kraftübertragung verbessert werden kann. Zur Vernähtung eignen sich Glasfasern, Kohlefasern, Fasern aus Kevlar® oder verschiedene Garne.

[0017] Die Segmente können in Harzinjektionsverfahren hergestellt werden, wobei sich insbesondere das RTM (Resin Transfer Moulding)- und das VARTM (Vakuum Assisted RTM)-Verfahren eignen. Bei derartigen Herstellungsverfahren werden die trockenen Fasern in eine geschlossene Form eingelegt, die Form evakuiert und das flüssige Harz allenfalls unter Druck injiziert. Durch Wärme wird das Harz ausgehärtet.

[0018] Um eine möglichst rasche und einfache Befestigung der Segmente der Leitschaukelanordnung an der äußeren bzw. inneren Triebwerksstruktur zu ermöglichen, sind in den Flanschen mehrere Bohrungen zur Aufnahme von Bolzen oder dgl. als Elemente zur Verbindung mit den Triebwerksstrukturen angeordnet.

[0019] Es ist nicht erforderlich, die Segmente der Leitschaukelanordnung untereinander zu verbinden. Natürlich ist es jedoch möglich, eine Verbindung zwischen den Segmenten vorzusehen. Dabei können die Segmente untereinander verklebt werden oder auch über entsprechende Verbindungselemente wie z.B. Bolzen, Schrauben oder dgl. lösbar miteinander verbunden werden.

[0020] Zum Schutz der Segmente der Leitschaukelanordnung können an den Segmenten Beschichtungen oder Schutzelemente angeordnet sein.

[0021] Vorteilhafterweise sind diese Beschichtungen oder Schutzelemente an Kanten der zumindest einen Leitschaukel jedes Segments, insbesondere an der auf den Luftstrom bezogenen Vorderkante der Leitschaukel, angeordnet. Diese Beschichtungen oder Schutzelemente können beispielsweise aus Metall gebildet sein. Die Schutzelemente können an die Kante, insbesondere Vorderkante der zumindest einen Leitschaukel jedes Segments aufgeklebt sein.

[0022] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0023] Darin zeigen

[0024] Fig. 1 eine schematische Ansicht auf ein Triebwerk in geschnittener Darstellung;

[0025] Fig. 2 die Draufsicht auf eine Leitschaukelanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0026] Fig. 3a und 3b zwei verschiedene perspektivische Ansichten auf ein erfindungsgemäßes Segment einer Leitschaukelanordnung; und

[0027] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht auf eine Leitschaukelanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0028] Fig. 1 zeigt schematisch ein Triebwerk 3 in teilweise geschnittener Darstellung. Zwischen einer äußeren Triebwerksstruktur 8 und einer inneren Triebwerksstruktur 10 befindet sich

der so genannte Nebenstromkanal 2 bzw. Bypass, über den der kalte Teil der Luftströmung strömt. Von der inneren Triebwerksstruktur 10 ist das Kerntriebwerk selbst und der heiße Triebwerksstrom umschlossen. An der vorderen Öffnung des Triebwerks 3 befinden sich rotierende Laufschaufeln. Hinter diesem befindet sich die Leitschaufelanordnung 1, welche fix zwischen der äußeren Triebwerksstruktur 8 und der inneren Triebwerksstruktur 10 befestigt ist. Die Leitschaufeln 6 (siehe Fig. 2) der Leitschaufelanordnung 1 dienen dazu, die vom Rotor in Form einer höheren Strömungsgeschwindigkeit in Umfangsrichtung zugeführte Energie in nutzbare Arbeit (Druckerhöhung, Vortrieb) umzuformen. Die Leitschaufelanordnung 1 besteht aus einem äußeren Ring 4 und einem inneren Ring 5 und dazwischen angeordneten Leitschaufeln 6. Zur Verbindung der Leitschaufelanordnung 1 mit der äußeren Triebwerksstruktur 8 und der inneren Triebwerksstruktur 10 sind am äußeren Ring 4 der Leitschaufelanordnung 1 Verbindungselemente 7 und am inneren Ring 5 der Leitschaufelanordnung 1 Verbindungselemente 9 (siehe Fig. 2) angeordnet. Diese Verbindungselemente 7, 9 können im einfachsten Fall durch Bohrungen gebildet sein, durch die entsprechende Bolzen, Schrauben oder dgl. zur Verbindung der Leitschaufelanordnung 1 mit den Triebwerksstrukturen 8, 10 platziert werden (siehe Fig. 2).

[0029] Fig. 2 zeigt die Vorderansicht auf eine Leitschaufelanordnung 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Dabei ist die Leitschaufelanordnung 1 in mehrere Segmente 11 unterteilt, wobei jedes Segment 11 zumindest aus einer Leitschaufel 6 mit einem Teil 12 des äußeren Rings 4 und einem Teil 13 des inneren Rings 5 einstückig vorzugsweise aus faserverstärktem Kunststoffverbundwerkstoff hergestellt ist (siehe Fig. 3a und 3b). Die dargestellte Ausführungsform der Leitschaufelanordnung 1 besteht aus 32 Segmenten mit jeweils einer Leitschaufel 6. Natürlich können auch weniger oder mehr Segmente 11 vorgesehen sein und auch pro Segment 11 mehr als eine Leitschaufel 6 angeordnet werden. Die Herstellung eines Segments 11 mit zwei oder mehr Leitschaufeln 6 ist jedoch mit höherem Aufwand verbunden.

[0030] Die Fig. 3a und 3b zeigen zwei verschiedene Ansichten auf ein Segment 11 einer Leitschaufelanordnung 1. Das Segment 11 beinhaltet einen Teil 12 des äußeren Rings 4 der Leitschaufelanordnung 1 gemäß Fig. 2 einer Leitschaufel 6 und einen Teil 13 des inneren Rings 5 der Leitschaufelanordnung 1 gemäß Fig. 2. Zusätzlich sind sowohl am Ringteil 12 als auch am Ringteil 13 jeweils zwei Flansche 14, 15 angeordnet, über die das Segment 11 mit der äußeren Triebwerksstruktur 8 und der inneren Triebwerksstruktur 10 (nicht dargestellt) verbunden werden kann. Zur Verbindung des Segments 11 mit den Triebwerksstrukturen 8, 10 sind vorzugsweise Bohrungen 16, 17 an den Flanschen 14, 15 angeordnet. Durch diese Bohrungen 16, 17 können entsprechende Bolzen, Schrauben oder dgl. zur Befestigung mit der entsprechenden Struktur an der Triebwerksstruktur 8, 10 angeordnet werden. Schließlich kann an einer Kante der Leitschaufel 6, insbesondere an der auf den Luftstrom bezogenen Vorderkante 18 der Leitschaufel 6, oder flächig eine Beschichtung oder ein Schutzelement (nicht dargestellt) angeordnet sein. Ein Schutzelement kann beispielsweise auf die Kante, insbesondere Vorderkante, 18 aufgeklebt werden.

[0031] Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht auf die Leitschaufelanordnung 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Segmente 11 der Leitschaufelanordnung 1 sind untereinander nicht zwingend verbunden, können jedoch auch verklebt oder lösbar über entsprechende Verbindungselemente (nicht dargestellt) miteinander verbunden sein.

[0032] Durch die erfindungsgemäße Leitschaufelanordnung, welche vorzugsweise aus reinem faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoff hergestellt ist, können Triebwerke mit niedrigerem Gewicht hergestellt werden und durch die Austauschbarkeit einzelner Segmente 11 leichter und rascher repariert werden.

Patentansprüche

1. Leitschaufelanordnung (1) zur Umlenkung der Strömung im Nebenstromkanal (2) eines Triebwerks (3), mit einem äußeren Ring (4) und einem inneren Ring (5) und dazwischen im Wesentlichen radial angeordneten Leitschaufeln (6), wobei der äußere Ring (4) Elemente (7) zur Verbindung mit einer äußeren Triebwerksstruktur (8) und der innere Ring (5) Ele-

mente (9) zur Verbindung mit einer inneren Triebwerksstruktur (10) aufweist, wobei mehrere Segmente (11) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Segment (11) zumindest aus einer Leitschaufel (6) mit einem Teil (12) des äußeren Rings (4) und einem Teil (13) des inneren Rings einstückig hergestellt ist, und an jedem Teil (12) des äußeren Rings (4) und an jedem Teil (13) des inneren Rings (5) jedes Segments (11) jeweils zumindest zwei in Umfangsrichtung des Triebwerks (3) orientierte Flansche (14, 15) zur Befestigung mit der äußeren und inneren Triebwerksstruktur (8, 10) integriert sind.

2. Anordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Segmente (11) aus faserverstärktem Kunststoffverbundwerkstoff hergestellt sind.
3. Anordnung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Segmente (11) aus Kohlenstofffaser-verstärktem Kunststoff hergestellt sind.
4. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Großteil der Fasern jedes Segments (11) durchgehend von den Flanschen (14) des äußeren Ringteils (12) über die zumindest eine Leitschaufel (6) zu den Flanschen (15) des inneren Ringteils (13) durch mehrfache Umlenkung angeordnet ist.
5. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoff reaktive Materialien, wie beispielsweise Thermoplastfäden, eingenäht oder eingewebt sind.
6. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Vernähtungen im faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoff im Wesentlichen quer zur Lagenrichtung vorgesehen sind.
7. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Segment (11) in Harzinjektionsverfahren hergestellt ist.
8. Anordnung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Segment (11) im RTM (Resin Transfer Moulding)-Verfahren hergestellt ist.
9. Anordnung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Segment (11) im VARTM (Vakuum Assited RTM)-Verfahren hergestellt ist.
10. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Flanschen (14, 15) mehrere Bohrungen (16, 17) zur Aufnahme von Bolzen oder dgl. als Elemente (7, 9) zur Verbindung mit den Triebwerksstrukturen (8, 10) angeordnet sind.
11. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Segmente (11) miteinander verklebt sind.
12. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Segmente (11) über Verbindungselemente, wie z.B. Bolzen, Schrauben oder dgl., lösbar miteinander verbunden sind.
13. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Segmenten (11) Beschichtungen oder Schutzelemente angeordnet sind.
14. Anordnung (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass an Kanten der zumindest einen Leitschaufel (6) jedes Segments (11), insbesondere an der auf den Luftstrom bezogenen Vorderkante (18), Beschichtungen angeordnet sind.
15. Anordnung (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass an Kanten der zumindest einen Leitschaufel (6) jedes Segments (11), insbesondere an der auf den Luftstrom bezogenen Vorderkante (18), Schutzelemente angeordnet sind.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

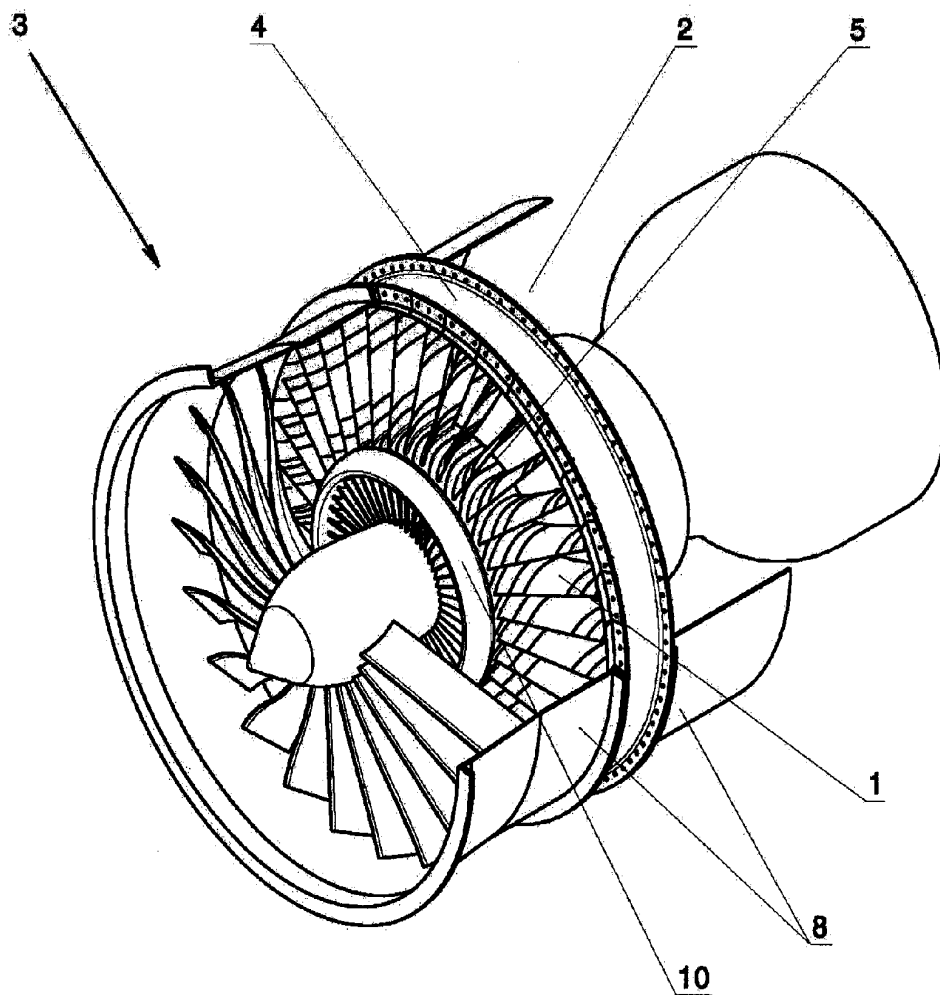


Fig. 1

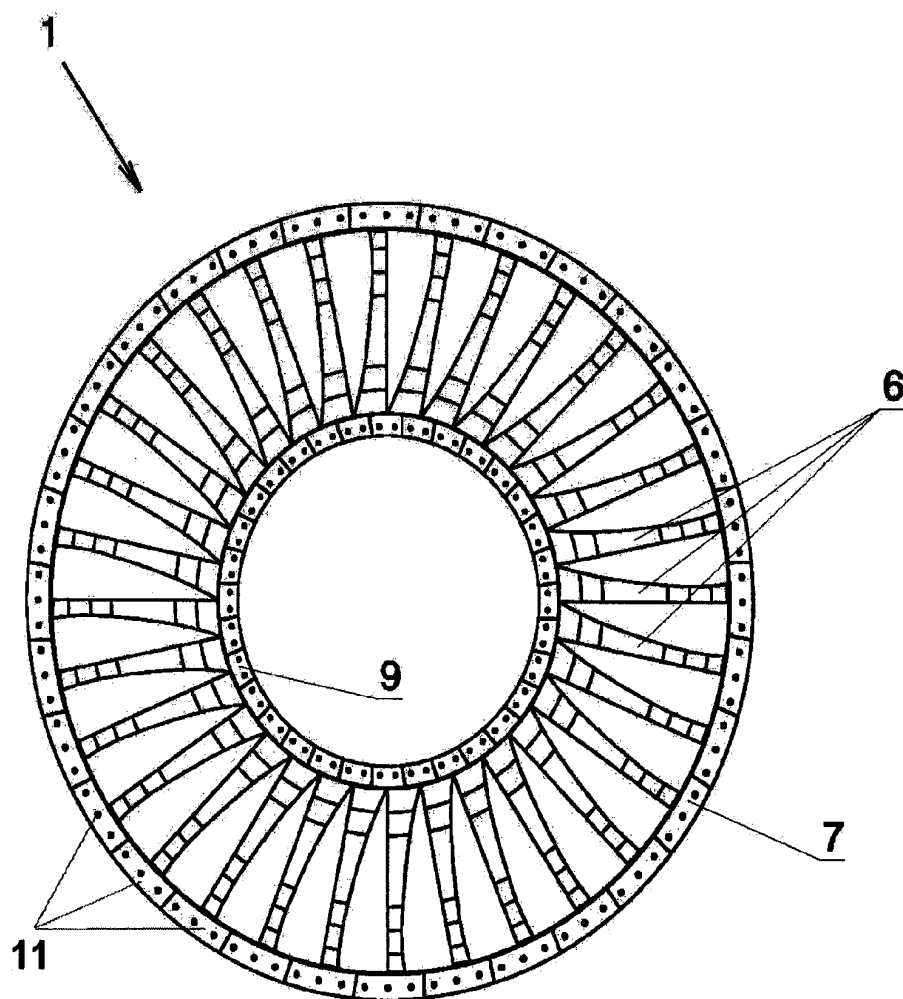


Fig. 2

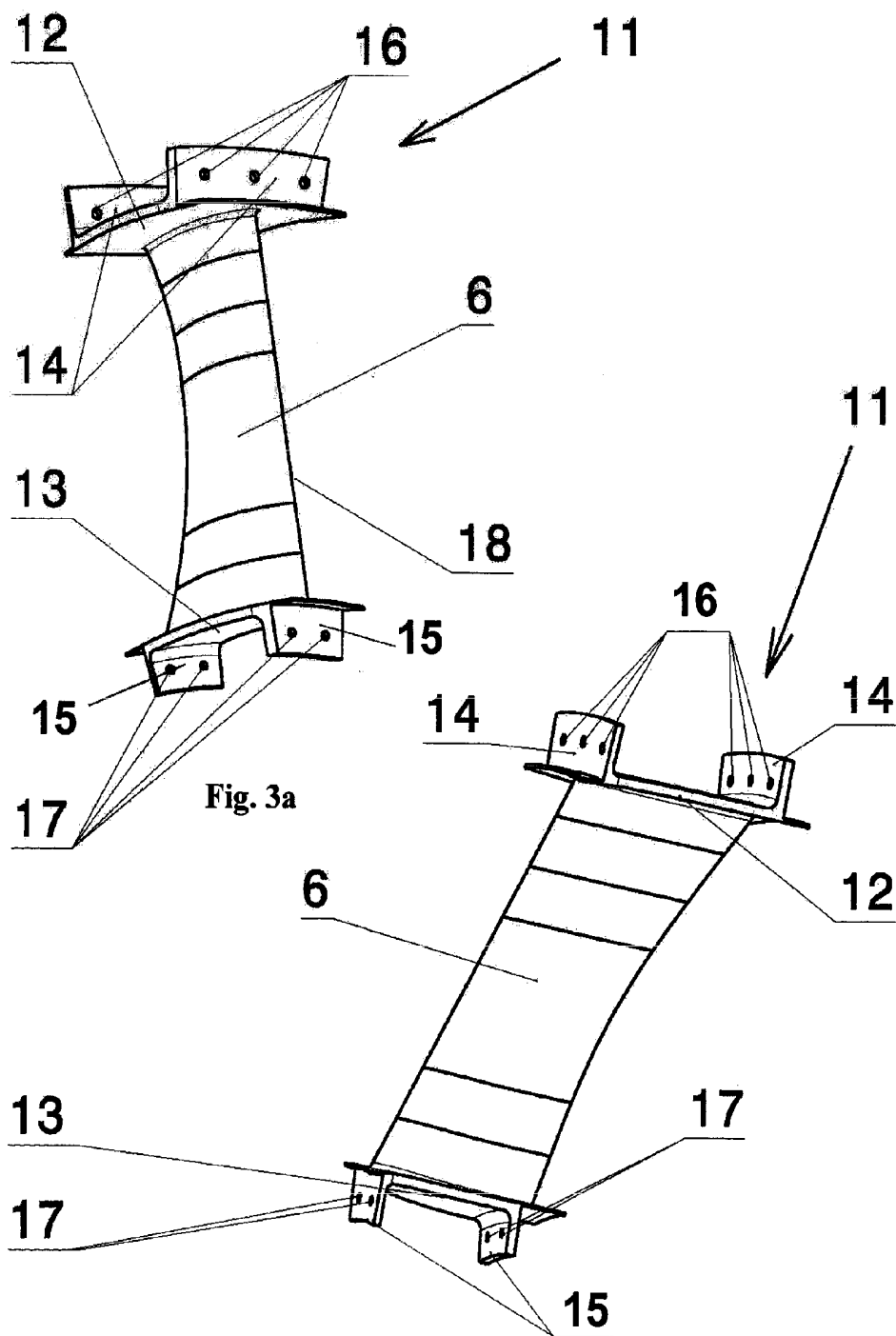


Fig. 3b

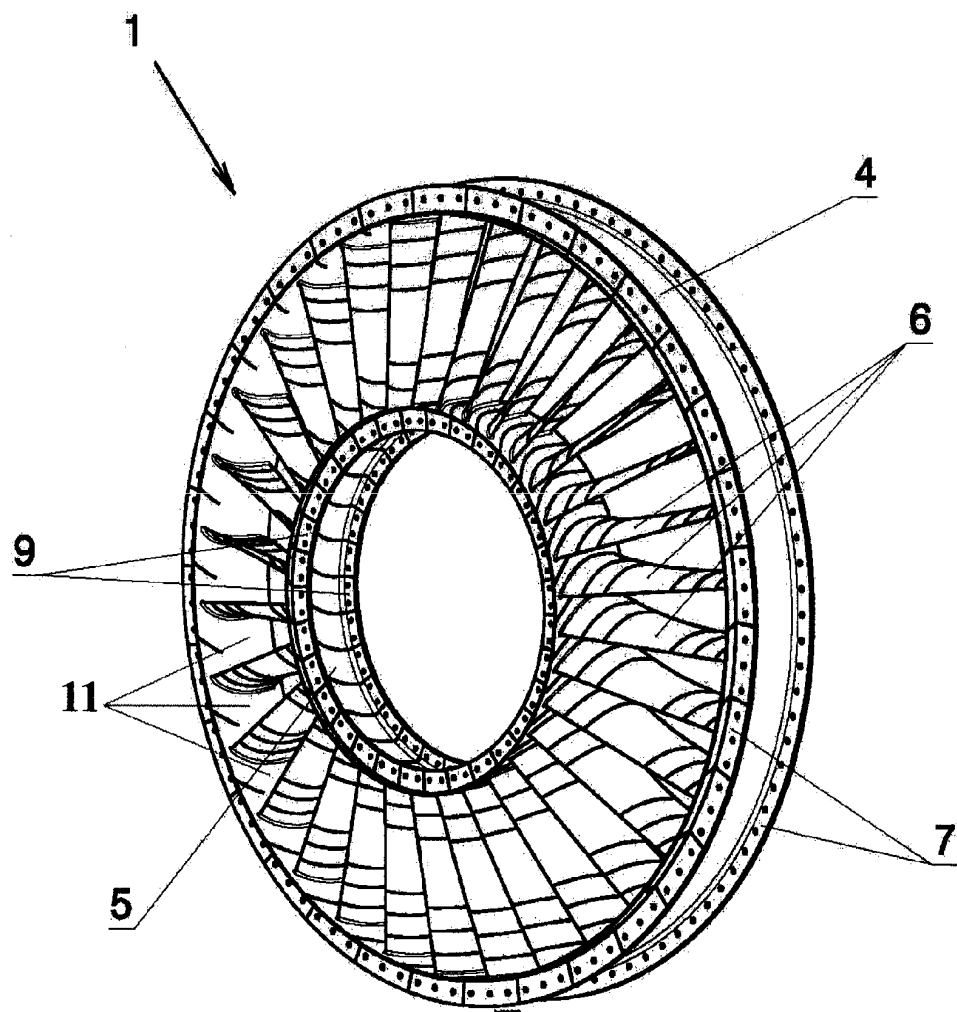


Fig. 4