



(10) **DE 10 2019 006 484 B3** 2020.08.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 006 484.4**
 (22) Anmeldetag: **11.09.2019**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **06.08.2020**

(51) Int Cl.: **F02K 3/00 (2006.01)**
B64D 33/02 (2006.01)
B64C 27/20 (2006.01)
B63H 1/14 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

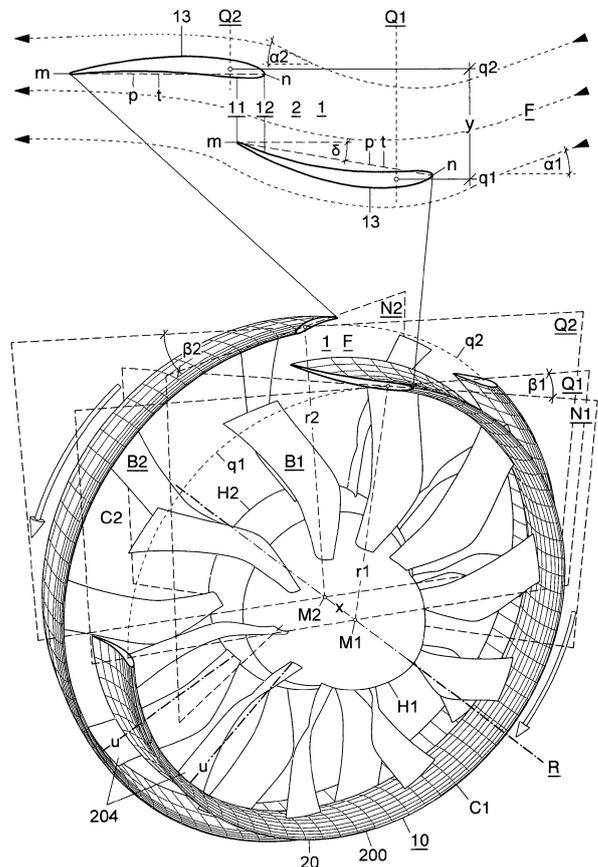
(73) Patentinhaber:
Grimm, Friedrich, Prof., 70376 Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
WO 89/ 10 869 A1

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(54) Bezeichnung: **MANTELSTROMTRIEBWERK MIT MINDESTENS EINER DREHMOMENTSTUFE**

(57) Hauptanspruch: Mantelstromtriebwerk (1), das dazu ausgebildet ist, Schub für ein Flugzeug (22) oder für ein Wasserfahrzeug (23) zu erzeugen und mindestens eine von einem in Schubrichtung vorangestellten kleineren Ringflügel (C1) mit einem Radius (r_1) und von einem nachfolgenden größeren Ringflügel (C2) mit einem Radius (r_2) gebildete Drehmomentstufe (2) aufweist, bei welcher Drehmomentstufe (2) mindestens ein Ringflügel (C1,C2) über radiale Rotorblätter mit einer Nabe (H1,H2) verbunden ist und um eine Rotationsachse (R) rotiert und welche Drehmomentstufe (2) jeweils Wirkungsebenen (Q1,Q2) der Ringflügel (C1, C2) mit kreisförmigen Druckpunktlinien (q_1,q_2) hat, deren Mittelpunkte (M1,M2) auf der Rotationsachse (R) liegen und in einer mit einem Schnittwinkel von 20-90 Grad gegenüber der jeweiligen Wirkungsebene (Q1,Q2) geneigten Schnittebene (N1,N2) durch den betreffenden Mittelpunkt (M1,M2) ein strömungsdynamisch wirksames, asymmetrisches Flügelprofil (13) mit einer Profiltiefe (t), mit einer in Schubrichtung ausgerichteten Flügel Nase (n) und einer sich zwischen der Flügel Nase (n) und einer Flügelhinterkante (m) erstreckenden Profilschne (p) aufweisen und die Druckpunktlinien (q_1,q_2) der beiden Ringflügel (C1,C2) auf der Rotationsachse (R) der Länge (x) nach so hintereinander angeordnet und durch eine radiale Höhe (y) derart voneinander beabstandet sind, dass ein zweischichtiger Mantel (20) gebildet wird, der im Betrieb eines Fahrzeugs (22,23) fluiddynamisch als Drehmomentstufe ...



Beschreibung

[0001] Die Bezeichnung Mantelstromtriebwerk betrifft im Rahmen der Erfindung die Anordnung von zwei unterschiedlich großen Ringflügeln mit Saug- und Druckseiten, die im Betrieb des Mantelstromtriebwerks eine Mantelströmung bewirken. Dementsprechend betrifft die Erfindung ein Mantelstromtriebwerk, das dazu ausgebildet ist, Schub für ein Flugzeug oder für ein Wasserfahrzeug zu erzeugen und in Schubrichtung mindestens eine von einem in Schubrichtung vorangestellten kleineren Ringflügel und von einem nachfolgenden größeren Ringflügel gebildete Drehmomentstufe aufweist. Mindestens ein Ringflügel ist über radiale Rotorblätter mit einer Nabe verbunden und rotiert um eine Rotationsachse, wobei die Drehmomentstufe zwei Wirkungsebenen der Ringflügel mit kreisförmigen Druckpunktlinien hat, deren Mittelpunkte auf der Rotationsachse liegen. Mit Bezug zu dem Begriff Druckpunkt, der an dem Flügelprofil einer Tragfläche den Schnittpunkt der Luftkraftresultierenden mit der Profiltangente an etwa einem Drittel der Flächentiefe bezeichnet, wird im Rahmen der Erfindung der Begriff Druckpunktlinie für einen Ringflügel analog verwendet. Die Druckpunktlinien der beiden Ringflügel sind auf der Rotationsachse der Länge nach so hintereinander angeordnet und durch eine radiale Höhe derart voneinander beabstandet, dass die beiden Ringflügel einen zweischichtigen Mantel bilden, der im Betrieb des Fahrzeugs fluiddynamisch als Drehmomentstufe wirksam ist. Der Ringflügel mit dem kleineren Radius weist eine innere, der Rotationsachse zugewandte Saugseite und eine äußere Druckseite auf und bildet in einer von den Rotorblättern induzierten Strömung einen Leitring für die Anströmung des größeren Ringflügels mit einem konvergenten oder divergenten Konuswinkel und zusammen mit der Flügel Nase des größeren Ringflügels eine ringförmige Leitdüse mit Leitflächen bildet. Beide Ringflügel weisen in der mit einem Schnittwinkel von 20-90 Grad gegenüber der jeweiligen Wirkungsebene geneigten Schnittebene durch den betreffenden Mittelpunkt auf der Rotationsachse ein strömungsdynamisch wirksames, asymmetrisches Flügelprofil mit einer Profiltiefe, mit einer in Schubrichtung ausgerichteten Flügel Nase und mit einer sich zwischen der Flügel Nase und der Flügel hinterkante erstreckenden Profiltangente auf, sodass die Drehmomentstufe innerhalb der Strömung an mindestens einem der beiden Ringflügel ein Drehmoment an der Rotationsachse bewirkt. Eine bevorzugte Anwendung für das Mantelstromtriebwerk betrifft Flugzeuge, mit Propfantriebwerken oder mit luftatmenden Strahltriebwerken, die jeweils mindestens eine Drehmomentstufe aufweisen. Das Flugzeug selbst kann als ein Verkehrsflugzeug oder als eine unbemannte Drohne ausgebildet werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Mantelstromtriebwerk verschwenkbar an die Tragflächen des Flugzeugs angelenkt, wobei die Saugseite des größeren Ringflügels als ein

Reifen ausgebildet ist, sodass ein Fahrwerk für das Flugzeug gebildet wird. Eine bevorzugte Anwendung für das Mantelstromtriebwerk mit der mindestens einen Drehmomentstufe betrifft Propeller für Wasserfahrzeuge der entweder als Festpropeller oder als Verstellpropeller oder als Ruderpropeller ausgebildet werden können. Bei einem Jetantrieb für ein Wasserfahrzeug ist das Mantelstromtriebwerk innerhalb eines feststehenden Mantels des Wasserfahrzeugs angeordnet.

Stand der Technik

[0002] Strahltriebwerke für Flugzeuge arbeiten ganz oder teilweise nach dem Rückstoßprinzip, indem sie als luftatmende Triebwerke einen gegen die Flugrichtung gerichteten Abgasstrahl ausstoßen, sodass in einer Gegenreaktion Schub in Flugrichtung des Flugzeug erzeugt wird. Bei einem Turboprop-Mantelstromtriebwerk wird die Rotationsleistung an der Propellerwelle von einer Gasturbine erzeugt. Ein Strahltriebwerk kombiniert den Rückstoß eines Mantelstromtriebwerks mit dem von einem Fan bewirkten Rückstoß des Mantelstroms. Die hohe Energiedichte heute verfügbarer elektrochemischer Energiespeicher ermöglicht elektrisch betriebene Mantelstromtriebwerke mit einem Fan, der ebenfalls nach dem Rückstoßprinzip arbeitet. Entsprechendes gilt auch für sogenannte Wasser-Jet-Antriebe, die innerhalb einer fest mit dem Fahrzeug verbundenen Düse einen Wasserstrahl erzeugen. Für den Antrieb eines Wasserfahrzeugs ist eine Propellerdüse bekannt, bei der ein Propeller von einer Düse umgeben ist. Die Düse besteht aus einer sich in Fahrtrichtung verjüngenden Konfuserstufe und einer sich an die Düsenverengung anschließenden Diffuserstufe und ist dazu ausgebildet, die an der Konfuserstufe beschleunigte Strömung auf die Rotorblätter der Schiffsschraube zu lenken, um insbesondere bei langsam fahrenden Wasserfahrzeugen den Propellerschub zu erhöhen. Der im Inneren der Propellerdüse angeordnete Propeller ist mit dem Wasserfahrzeug über eine entlang der Längsachse starr gelagerte Propellerwelle mit einer Antriebseinheit im Inneren des Schiffes verbunden. Die Düse selbst wird auch als Kortdüse bezeichnet und ist fest mit dem Schiffsrumpf verbunden. Im Abstrom der Kortdüse dient ein bewegliches Ruder der Steuerung des Wasserfahrzeugs. Insbesondere bei Schleppern werden heute Düsenpropeller genutzt, die in allen Richtungen drehbar sind und mit dem Bug und Heck des Schleppers verbunden sind, um eine gute Manövrierbarkeit zu erzielen. Der Düsenpropeller wird in diesem Fall auch als Ruderpropeller bezeichnet, wobei die Steuerung des Fahrzeugs hier durch einen Schubvektor erfolgt, der sich aus dem Propellerabstrom und dem Düsen-schubvektor zusammensetzt. Der Wirkungsgrad herkömmlicher Propellerantriebe ist unbefriedigend. Von einem Lüfterrad sind Bauformen bekannt, bei denen

radiale Rotorblätter an ihrem äußeren Ende durch einen Ring untereinander verbunden sind.

[0003] Aus der US 5 096 382 A geht ein Propeller mit einem aus drei Segmenten aufgebauten Ringflügel hervor. Die Ringflügelsegmente weisen jeweils an den Verbindungsstellen zu drei radialen Rotorblättern eine abrupte Änderung des Steigungswinkels ihrer Profildüse auf, sodass der Propeller von der Kreisringform abweicht.

[0004] Aus der EP 0 244 515 A2 geht eine Anordnung für einen Fan hervor, bei zwei gegensinnig rotierende Verstellpropeller mit zwei getrennten Naben und mit einer gemeinsamen flügelförmig profilierten Hülse verbunden sind, um ein Luftstrahltriebwerk zu bilden.

[0005] Aus der EP 2 799 334 A1 geht ein Propeller hervor, bei dem die mit einer Nabe und mit einem Ringflügel verbundenen radialen Rotorblätter verstellbar sind. Der Ringflügel bildet zusammen mit einer kreisringförmigen Öffnung am Heck eines Luftfahrzeugs eine Ringdüse.

[0006] Aus der EP 3 315 787 A1 geht ein Ringflügel und eine Anordnung von zwei hintereinander angeordneten Ringflügeln hervor, die jeweils in der Startphase eines Luftfahrzeugs von einer konusförmigen Strömung angeströmt werden und dazu ausgebildet sind, Schub zu erzeugen. Die Innenseite der Ringflügel ist zu der Rotationsachse eines Mantelstromtriebwerks orientiert, wobei die Ringflügel mit einem horizontalen Abstand zueinander angeordnet sind.

[0007] Aus der FR 3 030 445 A1 geht ein Ringflügelpropeller für den Turboprop-Antrieb eines Flugzeugs hervor, bei dem die radialen Rotorblätter verstellbar sind und an ihrem inneren Ende mit einer Nabe und an ihrem äußeren Ende mit einem Ringflügel verbunden sind. Im Sinne der Verstellbarkeit der radialen Rotorblätter liegt die konvex gewölbte Innenseite des Ringflügels an der Ringaußenseite. Mit dieser Anordnung ist es nicht möglich eine Schubkraft zu generieren.

[0008] Aus der DE 10 2015 209 673 A1 geht ein Mantelpropeller hervor, bei dem ein feststehender Ringflügel eine konvexe Außenseite aufweist und einen Statorring sowie einen mit den Rotorblattspitzen verbundenen Läufer für einen Doppelspulenakkumulator aufnimmt.

[0009] Aus der WO 2009/ 153 124 A2 geht ein feststehender Ringflügel hervor, der den Elektroantrieb für mindestens zwei hintereinander rotierende, nebenlose Propeller aufnimmt.

[0010] Aus der EP 1 502 852 A1 geht eine Flugmaschine mit zwei gegenläufigen, in einem äußeren Ring gelagerten Propellern hervor.

[0011] Aus der WO 89/ 10 869 A1 geht ein selbstständiges oder in einem Flugkörper einsetzbares Hubtriebwerk hervor, das einen äußeren großen und gedrungene Ringflügel besitzt, der nicht rotiert und im Wesentlichen quer zur Rotationsachse angeordnet ist und ein Gebläse mit radialen Rotorblättern umgibt. **Fig. 11** zeigt ein einlaufseitiges Strömungsleitwerk für die stromab folgenden radialen Rotor-schaufeln, das von einem kleineren Ringflügel gebildet wird, der starr mit dem äußeren Ringflügel verbunden ist. Aus **Fig. 12 A,B** geht ein Zwischenring für die radialen Rotorblattschaufeln hervor, der innere Rotorblattschaufeln starr mit der Nabe verbindet und einen Verstellmechanismus für äußere, einem umgebenden Ringflügel zugewandte Rotorblattschaufeln aufnimmt.

Aufgabenstellung

[0012] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein neuartiges Mantelstromtriebwerk bereitzustellen, das dazu ausgebildet ist, Schub für ein Flugzeug oder für ein Wasserfahrzeug zu erzeugen. Dementsprechend ist es die Aufgabe der Erfindung, eine gestufte Anordnung für zwei unterschiedlich große Ringflügel zu finden, die untereinander einen zweischichtigen Mantel bilden, der fluiddynamisch als Drehmomentstufe wirkt. Insbesondere besteht die Aufgabe der Erfindung darin, den kleineren der beiden Ringflügel als einen Leitring für die Anströmung des größeren Ringflügels mit einem Konuswinkel auszubilden, sodass die von den beiden Ringflügeln gebildete Drehmomentstufe in jeder Betriebsphase eines Luft- oder Wasserfahrzeugs mit einem Konuswinkel angeströmt wird und an mindestens einem rotierenden Ringflügel aus dem Konuswinkel der von dem Mantelstromtriebwerk induzierten Strömung ein Drehmoment bewirkt.

[0013] Diese Aufgaben werden mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen erfüllt. Weitere Aufgaben und vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0014] Im Einzelnen löst die Erfindung die folgenden Aufgaben:

- Angabe eines Mantelstromtriebwerks mit einem von zwei Ringflügeln gebildeten, fluiddynamisch aktivierten Mantel
- Angabe eines Mantelstromtriebwerks, mit einer von zwei Ringflügeln gebildeten, ringförmigen Leitdüse für die Anströmung des größeren Ringflügels mit einem Konuswinkel
- Angabe eines Mantelstromtriebwerks, dessen strömungsdynamisch wirksamer Durchmesser

größer ist als der konstruktive Durchmesser des größeren Ringflügels.

- Angabe eines Mantelstromtriebwerks, das verschwenkbar an die Tragfläche eines Flugzeugs angeleitet ist, sodass das Flugzeug senkrecht starten und landen kann

- Angabe eines Mantelstromtriebwerks, das als Fahrwerk für ein Flugzeug genutzt werden kann, wobei die Saugseite des größeren Ringflügels als Reifen ausgebildet ist.

- Erzeugung einer tangentialen Antriebskraft in der Wirkungsebene von mindestens einem Ringflügel der Drehmomentstufe

- Erzeugung einer tangentialen Antriebskraft in beiden Wirkungsebenen der Drehmomentstufe

- Erzeugung einer Schubkraft an beiden Ringflügeln der Drehmomentstufe insbesondere im Startbetrieb des Fahrzeugs

- Erzeugung einer Schubkraft an einem feststehenden Ringflügel der Drehmomentstufe

- Angabe eines Mantelstromtriebwerks mit einer Drehmomentstufe für eine Drohne

- Angabe eines Verstellpropellers mit einer Drehmomentstufe für den Antrieb eines Flugzeugs oder eines Wasserfahrzeugs

- Angabe eines Festpropellers mit einer Drehmomentstufe für den Antrieb eines Wasserfahrzeugs

- Angabe eines Ruderpropellers mit einer Drehmomentstufe für den Antrieb und die Steuerung eines Wasserfahrzeugs

- Angabe eines Mantelstromtriebwerks mit einer Drehmomentstufe für die Schubvektorsteuerung eines Luft- oder Wasserfahrzeugs

- Angabe eines Propellers mit einer verstetigten Schubleistung und mit einem schwingungsfreien, gleichmäßigen Umlauf

- Angabe eines leisen Propellers mit einer Drehmomentstufe für eine vergleichsweise sehr geringe Geräuschentwicklung

- Vermeidung der Wirbelbildung und Wirbelablösung an den Blattspitzen der radialen Rotorblätter

- Vermeidung von Kavitation an einem Schiffspropeller

- Erhöhung der Stabilität des Propellers durch eine zweifache Lagerung der Rotorblätter an Nabe und Ringflügel

- Reduktion der Verletzungsgefahr, die von den rotierenden Rotorblättern ausgeht, durch den umgebenden Ring

- Angabe einer um 360 Grad drehbaren Propellergondel für einen Propeller mit einer Drehmomentstufe

- Angabe eines neuartigen Jetantriebs für ein schnelles, seegehendes Schiff

- Angabe eines Mantelstromtriebwerks mit einem Elektroantrieb für Flugzeuge und für Wasserfahrzeuge

Aufbau des Mantelstromtriebwerks

[0015] Das Mantelstromtriebwerk ist dazu ausgebildet ist, Schub für ein Luft- oder Wasserfahrzeugs zu erzeugen und weist mindestens eine Drehmomentstufe auf, die von einem in Schubrichtung vorangestellten kleineren Ringflügel und von einem nachfolgenden größeren Ringflügel gebildet wird. Die Ringflügel haben jeweils Wirkungsebenen mit kreisförmigen Druckpunktlinien, deren Mittelpunkte auf einer Rotationsachse für mindestens einen der Ringflügel liegen und in einer mit einem Schnittwinkel von 20-90 Grad gegenüber der jeweiligen Wirkungsebene geneigten Schnittebene durch den betreffenden Mittelpunkt ein strömungsdynamisch wirksames, asymmetrisches Flügelprofil mit einer Profiltiefe, mit einer in Schubrichtung ausgerichteten Flügel Nase und einer sich zwischen der Flügel Nase und einer Flügel hinterkante erstreckenden Profilhöhle aufweisen. Die Druckpunktlinien der beiden Ringflügel sind auf der Rotationsachse der Länge nach so hintereinander angeordnet und durch eine radiale Höhe derart voneinander beabstandet, dass sie einen zweischichtigen Mantel bilden, der im Betrieb des Fahrzeugs fluiddynamisch als Drehmomentstufe wirkt. Dabei ist der kleinere Ringflügel mit einer der Rotationsachse zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite in einer von den Rotorblättern induzierten Strömung als ein Leitring ausgebildet, der zusammen mit der Flügel Nase des größeren Ringflügels eine ringförmige Leitdüse mit Leitflächen für eine resultierende Anströmung des größeren Ringflügels mit einem konvergenten oder mit einem divergenten Konuswinkel bildet, sodass die Drehmomentstufe an mindestens einem der beiden Ringflügel ein Drehmoment an der Rotationsachse bewirkt. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Ringflügel auf der Rotationsachse der Länge nach derart voneinander beabstandet, dass sich die Flügel hinterkante des kleineren Ringflügels mit der Flügel Nase des größeren Ringflügels überlappt, um die ringförmige Leitdüse zu bilden. Die Ringflügel weisen jeweils in einer mit einem Neigungswinkel gegenüber ihrer Wirkungsebene geneigten Schnittebene ein strömungsdynamisch wirksames Flügelprofil auf.

Die Profilgestaltung der Ringflügel

[0016] Der von dem kleineren Ringflügel gebildete Leitring weist in der mit einem Neigungswinkel ge-

genüber seiner Wirkungsebene geneigten Schnittebene entweder ein einzelnes asymmetrisches Flügelprofil mit einer der Rotationsachse zugewandten konvexen Innenseite oder ein von zwei asymmetrischen Flügelprofilen gebildetes Tandemprofil auf. Die konvexen Innenseiten der asymmetrischen Flügelprofile des Tandemprofils sind jeweils der Rotationsachse zugewandt, wobei die Profilsehnen in Strömungsrichtung mit Bezug zu der Rotationsachse einen im Betrag zunehmenden Steigungswinkel aufweisen. Die Profilgestaltung eines Ringflügels erfolgt für eine vorgegebene Auslegungsschnelllaufzahl λ innerhalb eines bestimmten Bandbereichs. Das für einen Auftriebsläufer strömungsdynamisch optimale, asymmetrische Flügelprofil liegt an einem rotierenden Ringflügel in der mit einem Neigungswinkel gegenüber der jeweiligen Wirkungsebene geneigten Schnittebene durch den betreffenden Mittelpunkt, wobei der Betrag des Neigungswinkels durch die Auslegungsschnelllaufzahl λ des jeweiligen Ringflügels und die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs vorgegeben ist. An einem feststehenden Ringflügel liegt das strömungsdynamisch wirksame asymmetrische Flügelprofil dementsprechend in einer Schnittebene, die mit einem Neigungswinkel von 90 Grad gegenüber der betreffenden Wirkungsebene der Länge nach durch die Rotationsachse verläuft.

Mantelstromtriebwerke für Flugzeuge

[0017] An einem Mantelstromtriebwerk für ein Flugzeug ist die Drehmomentstufe an einem zweistufigen Fan ausgebildet, der aus zwei mit gegensinniger Drehrichtung um die Rotationsachse rotierenden Verstellpropellern besteht. Beide Ringflügel der Drehmomentstufe sind jeweils mittels von mindestens acht verstellbaren Rotorblättern mit den Naben und mit zwei konzentrisch und koaxial zueinander angeordneten Wellen verbunden. In der Strömung sind die beiden Ringflügel auf der Rotationsachse der Länge nach und durch eine radiale Höhe als der Differenz zwischen den Radien der kreisförmigen Druckpunktlinien so voneinander beabstandet, dass sie den zweischichtigen Mantel des Mantelstromtriebwerks bilden, der fluiddynamisch als eine zweistufige Drehmomentstufe wirksam ist. Der Abstand der beiden Ringflügel auf der Rotationsachse wird mit der Länge zwischen den Mittelpunkten der kreisförmigen Druckpunktlinien angegeben, wobei die radiale Höhe der Drehmomentstufe durch die Differenz der Radien der kreisförmigen Druckpunktlinien der Ringflügel definiert ist und mindestens die Hälfte der Länge beträgt. Dabei weist die Profilsehne des kleineren Ringflügels einen positiven Steigungswinkel gegenüber der Rotationsachse auf, während die Profilsehne des größeren Ringflügels parallel zu der Rotationsachse ausgerichtet ist. Mit einander zugekehrten Druckseiten bilden die Ringflügel untereinander die ringförmige Leitdüse mit Strömungsleitflächen für die Anströmung des größeren Ringflügels

mit einem divergenten Konuswinkel. Diese Anordnung der Ringflügel ist mit dem Vorteil verbunden, dass sich an einem Paar von Ringflügeln eine Zirkulationsströmung an den asymmetrischen Flügelprofilen ausbildet, die sich als ein Zirkulationswirbel an den einander zugekehrten Druckseiten der Ringflügel der Drehmomentstufe verstärkt. Im Startbetrieb eines Flugzeugs rotieren die Rotorblätter, sodass das umgebende Fluid beschleunigt und eine nach hinten gerichtete Strömung erzeugt wird. Aus der Impulsumkehr resultiert der Schub des Mantelstromtriebwerks. Die mit der Beschleunigung der Strömung einhergehende Druckminderung zeigt sich in einer konvergenten Verjüngung der Strömung. Insbesondere in der Startphase eines Flugzeugs induziert das Mantelstromtriebwerk eine konvergente Strömung. An der Drehmomentstufe weist die Profilsehne des kleineren Ringflügels einen Steigungswinkel auf, sodass das asymmetrische Flügelprofil des kleineren Ringflügels in der ersten Wirkungsebene der Drehmomentstufe in der mit dem Neigungswinkel gegenüber der Wirkungsebene geneigten Schnittebene durch den Mittelpunkt einen Anstellwinkel gegenüber der konvergenten Anströmung aufweist. Aus der Strömungsgeschwindigkeit, aus der Umlaufgeschwindigkeit und aus dem in Bezug zu der Rotationsachse konvergenten Konuswinkel resultiert die Anströmung des kleineren Ringflügels, die über den gesamten inneren Umfang die mit einem Versatz an der Rotationsachse angreifende Auftriebskraft bewirkt, aus der in der ersten Wirkungsebene der Drehmomentstufe eine in Drehrichtung wirkende tangentielle Antriebskraft und eine in Flugrichtung des Flugzeugs wirkende Schubkraft hervorgehen. Mit dem Erreichen der Reisefluggeschwindigkeit ist die Strömung nur noch leicht konvergent. Die Flügelhinterkante des kleineren Ringflügels bildet zusammen mit der Flügel Nase des größeren Ringflügels die ringförmige Leitdüse für die divergente Anströmung des größeren Ringflügels, dessen Profilsehne bevorzugt parallel zu der Rotationsachse ausgerichtet ist, sodass der divergente Konuswinkel der Strömung als ein Anstellwinkel für die Anströmung des asymmetrischen Flügelprofils an dem größeren Ringflügel wirkt. In der mit einem Neigungswinkel gegenüber der zweiten Wirkungsebene der Drehmomentstufe geneigten Schnittebene bildet sich aus der Strömungsgeschwindigkeit, aus der Umlaufgeschwindigkeit und aus dem in Bezug zu der Rotationsachse divergenten Konuswinkel eine resultierende Anströmung, die über den gesamten äußeren Umfang des größeren Ringflügels eine mit einem Versatz an der Rotationsachse angreifende Auftriebskraft erzeugt. In der zweiten Wirkungsebene der Drehmomentstufe können deshalb aus der Auftriebskraft die in Drehrichtung wirkende tangentielle Antriebskraft und die in Flugrichtung des Flugzeugs wirkende Schubkraft abgeleitet werden. In der vektoriellem Betrachtung der strömungsdynamisch bewirkten Kräfte greift an dem als Auftriebsläufer rotierenden, kleineren Ringflügel die Auftriebskraft an der kreisfö-

migen Druckpunktlinie in der mit einem Neigungswinkel gegenüber der ersten Wirkungsebene der Drehmomentstufe geneigten Schnittebene an der Innenseite mit einem Versatz zu der Rotationsachse an, während die Auftriebskraft an dem als Auftriebsläufer rotierenden, größeren Ringflügel an der kreisförmigen Druckpunktlinie in der mit einem Neigungswinkel gegenüber der zweiten Wirkungsebene der Drehmomentstufe geneigten Schnittebene an der Außenseite mit einem Versatz zu der Rotationsachse angreift. Die den Ringflügeln jeweils in den mit einem Neigungswinkel von beispielsweise 45 Grad gegenüber den Wirkungsebenen geneigten Schnittebenen eingezeichneten, asymmetrischen Flügelprofile wirken strömungsdynamisch an beiden Ringflügeln als Auftriebsläufer und weisen jeweils in den Schnittebenen den geringsten Widerstand auf, sodass der Konuswinkel der resultierenden Anströmung in den Schnittebenen eine in die jeweilige Drehrichtung und zu der Schubrichtung der Ringflügel geneigte Auftriebskraft bewirkt, die jeweils mit einem Versatz an der Rotationsachse angreift. Deshalb wird in beiden Wirkungsebenen der Drehmomentstufe für ein Flugzeug ein Drehmoment sowie eine Schubkraft erzeugt. Bei einem Flugzeug kann das Mantelstromtriebwerk verschwenkbar an den Rumpf oder an die Tragflächen angelenkt werden, sodass das Mantelstromtriebwerk ein Fahrwerk bildet, bei dem die Saugseite des größeren Ringflügels einen Reifen aufweist, der als ein Vollgummireifen oder als ein Luftreifen ausgebildet ist.

Mantelstromtriebwerke für Wasserfahrzeuge

[0018] An dem erfindungsgemäßen Mantelstromtriebwerk für Wasserfahrzeuge sind die Innenseiten an beiden Ringflügeln jeweils konvex ausgebildet. Eine Ausführungsform des Mantelstromtriebwerks betrifft Festpropeller, bei denen die Rotorblätter starr mit einer Nabe verbunden sind. Dabei sind entweder der kleinere und der größere Ringflügel mittels von drei Rotorblättern und einer Nabe starr mit nur einer Welle verbunden und rotieren mit einer gleichsinnigen Drehrichtung um die Rotationsachse oder der kleinere und der größere Ringflügel sind jeweils starr mittels von drei Rotorblättern mit einer Nabe und mit einer Welle verbunden und rotieren mit einer gegensinnigen Drehrichtung um die Rotationsachse, wobei die Wellen konzentrisch und koaxial zueinander angeordnet sind und eine der Wellen als eine Hohlwelle ausgebildet ist. Eine weitere Ausführungsform des Mantelstromtriebwerks betrifft Verstellpropeller, bei denen die Rotorblätter verstellbar mit mindestens einem der Ringflügel und mit einer Nabe verbunden sind. Dabei ist z.B. der kleinere Ringflügel am Heck feststehend mit dem Unterwasserschiff des Wasserfahrzeugs verbunden, während der größere Ringflügel mit z. B. drei verstellbaren Rotorblättern, mit der Nabe und mit der Welle verbunden ist und um die Rotationsachse rotiert. Dabei sind die beiden

Ringflügel auf der Rotationsachse der Länge nach und durch eine Höhe derart voneinander beabstandet, dass sie sich in Richtung der Strömung überlappen und untereinander die Drehmomentstufe bilden, wobei die konvexen Saugseiten beider Ringflügel der Rotationsachse zugekehrt sind, sodass der größere Ringflügel mit einer konvexen Saugspitze und der als feststehender Leitring ausgebildete kleinere Ringflügel mit einer konkaven äußeren Druckseite die ringförmige Leitdüse für die Anströmung des größeren Ringflügels mit einem konvergenten Konuswinkel bildet. In der ersten und in der zweiten Wirkungsebene der Drehmomentstufe bewirken beide Ringflügel eine Schubkraft, wobei aus der Auftriebskraft an dem rotierenden größeren Ringflügel über den gesamten äußeren Umfang in der zweiten Wirkungsebene der Drehmomentstufe eine in Drehrichtung wirkende, mit einem Versatz an der Rotationsachse angreifende tangential Antriebskraft und eine in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs wirkende Schubkraft resultieren. Das Mantelstromtriebwerk weist im Falle eines Verstellpropellers Rotorblätter auf, die an einer radialen Drehachse drehbar mit der Nabe und dem Ringflügel verbunden sind, sodass ein variabler Anstellwinkel der Rotorblätter ermöglicht wird. Eine weitere Ausführungsform für einen Verstellpropeller mit einer Drehmomentstufe betrifft einen Ruderpropeller, der um eine vertikale Achse drehbar mit dem Unterwasserschiff des Wasserfahrzeugs verbunden ist, bei dem der größere Ringflügel feststehend ausgebildet ist und eine parallel zu der Rotationsachse ausgerichtete Profildüse sowie eine konvexe Innenseite mit einer konvexen Saugspitze aufweist. Der kleinere Ringflügel ist mittels von verstellbaren Rotorblättern mit der Nabe und mit der Welle verbunden und bildet als ein Verstellpropeller den Leitring für eine bezüglich der Rotationsachse konvergente Anströmung des größeren Ringflügels. Dabei ist die konkave Außenseite des kleineren Ringflügels mit einem Abstand zu der konvexen Saugspitze des größeren Ringflügels angeordnet, sodass die Leitdüse für die Anströmung des größeren Ringflügels gebildet wird.

[0019] In der ersten Wirkungsebene der Drehmomentstufe bewirkt die aus der Strömungsgeschwindigkeit, aus der Umlaufgeschwindigkeit und aus dem konvergenten Konuswinkel resultierende Anströmung des kleineren Ringflügels eine in Drehrichtung wirkende, mit einem Versatz an der Rotationsachse angreifende Auftriebskraft, aus der in der ersten Wirkungsebene die tangential Antriebskraft und eine in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs wirkende Schubkraft ableitbar sind. In der zweiten Wirkungsebene der Drehmomentstufe erzeugt der feststehende größere Ringflügel eine an der kreisförmigen Druckpunktlinie angreifende Auftriebskraft, aus der eine Schubkraft ableitbar ist. Die Ausführungsformen für Fest- und Verstellpropeller betreffen Drehmomentstufen, bei denen mindestens ein rotierender Ringflügel ein Drehmoment und eine Schubkraft

und ein feststehender Ringflügel eine Schubkraft bewirkt. Bei einem vorgegebenen Rotordurchmesser zeichnet sich das Mantelstromtriebwerk durch eine vergleichsweise größere Antriebsleistung aus. Für ein schnellfahrendes, seegehendes Schiff wird ein Festpropeller oder ein Verstellpropeller jeweils mit mindestens einer Drehmomentstufe vorgeschlagen, bei dem das Mantelstromtriebwerk innerhalb eines von dem Unterwasserschiff des Schiffs gebildeten Mantels angeordnet ist und mittels mindestens einer Welle mit einem im Inneren des Schiffs arbeitenden Elektroantrieb verbunden ist, sodass ein Jetantrieb für das schnellfahrende, seegehende Schiff gebildet wird, der bevorzugt an dem nach strömungsdynamischen Gesichtspunkten gestalteten Unterwasserschiff im Bereich des Hecks angeordnet ist. Eine besonders vorteilhafte Anordnung für einen Verstellpropeller betrifft eine stromlinienförmig gestaltete Maschinengondel, die den elektrischen Antrieb aufnimmt und mit einer vertikalen Drehachse an dem Unterwasserschiff aufgehängt ist, sodass die Maschinengondel mit dem Propeller um 360° rotierbar ist. Im Schiffsinnen befindet sich für die Stromversorgung des Elektromotors entweder ein elektrochemischer Energiespeicher oder eine Gasturbine mit einem Generator. Derartige Pod-Antriebe verbessern die Manövrierbarkeit großer Schiffe erheblich und erhöhen damit die Sicherheit in eng begrenzten Wasserstraßen.

[0020] Die Figuren zeigen unterschiedliche Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung. Die in den Figuren dargestellten Detailschnitte der Drehmomentstufe zeigen jeweils die strömungsdynamisch wirksamen, asymmetrischen Flügelprofile in der mit einem Neigungswinkel gegenüber der Wirkungsebene geneigten Schnittebene.

[0021] Es zeigen:

Fig. 1 ein Mantelstromtriebwerk für ein Flugzeug mit einem zweistufigen Fan und mit einer Drehmomentstufe des Fans in der perspektivischen Übersicht mit Schnittdarstellung der Ringflügelanordnung an der Drehmomentstufe,

Fig. 2 das Mantelstromtriebwerk nach **Fig. 1** mit Darstellung der strömungsdynamisch wirksamen Ringflügelprofile der Drehmomentstufe in einem Längsschnitt parallel zu der Rotationsachse,

Fig. 3 das Mantelstromtriebwerk nach **Fig. 1-2** mit Darstellung sämtlicher von der Drehmomentstufe strömungsdynamisch bewirkter Kräfte als Vektoren in einem perspektivischen Schnitt,

Fig. 4 das Mantelstromtriebwerks nach **Fig. 1-3** in einer Frontalansicht mit Darstellung der von der Drehmomentstufe bewirkten Drehmomente,

Fig. 5 das Mantelstromtriebwerk nach **Fig. 1-4**, oben mit einer Schnittdarstellung der Zirkulati-

onsströmung und unten mit Darstellung von Länge und Höhe der Drehmomentstufe in einem schematischen Längsschnitt,

Fig. 6 ein Mantelstromtriebwerk für ein Flugzeug, bei dem die Drehmomentstufe an einem zweistufigen Fan ausgebildet ist und einen Leitring mit einem Tandemprofil aufweist, in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 7 das Mantelstromtriebwerk nach **Fig. 6** mit Darstellung der strömungsdynamisch wirksamen Ringflügelprofile der Drehmomentstufe in einem Längsschnitt parallel zu der Rotationsachse,

Fig. 8 ein elektrisch angetriebenes Mantelstromtriebwerk für ein Flugzeug mit einem zweistufigen Fan, dem ein Verdichtungsmodul vorangestellt ist, in einem schematischen Querschnitt,

Fig. 9 ein elektrisch angetriebenes Mantelstromtriebwerk für ein Flugzeug mit einem sich an den zweistufigen Fan anschließenden Verdichtungsmodul in einem schematischen Querschnitt,

Fig. 10 ein Flugzeug mit zwei Mantelstromtriebwerken, die dem in

Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel entsprechen, in einer perspektivischen Übersicht,

Fig. 11 ein elektrisch angetriebenes Flugzeugtriebwerk mit zwei, mit einem Abstand zueinander zweistufigen Fans, oben in einem schematischen Querschnitt der Drehmomentstufe, unten in einem Übersichtsquerschnitt des Mantelstromtriebwerks,

Fig. 12 ein Mantelstromtriebwerk für ein Wasserfahrzeug, das als ein Festpropeller mit zwei gleichsinnig rotierenden Ringflügeln ausgebildet ist, in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 13 den Festpropeller nach **Fig. 12** in einem schematischen Längsschnitt,

Fig. 14 ein Mantelstromtriebwerk für ein Wasserfahrzeug, das als ein Festpropeller mit einem feststehenden kleineren Ringflügel ausgebildet ist, in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 15 den Festpropeller nach **Fig. 14** in einem schematischen Längsschnitt,

Fig. 16 den Festpropeller nach **Fig. 14-15** in einer Frontalansicht mit Darstellung des von dem größeren Ringflügel bewirkten Drehmoments,

Fig. 17 ein Mantelstromtriebwerk für ein Wasserfahrzeug, das als ein Ruderpropeller mit einem feststehenden größeren Ringflügel ausgebildet ist, in der perspektivischen Übersicht,

Fig. 18 den Ruderpropeller nach **Fig. 17** in einem Längsschnitt entlang der Rotationsachse,

Fig. 19 oben einen Jetantrieb für ein Wasserfahrzeug im Übersichtsschnitt und unten in einem schematischen Längsschnitt entlang der Rotationsachse,

Fig. 20 ein von vier Mantelstromtriebwerken angetriebenes Flugzeug, oben im Fahrbetrieb, in der Mitte im Startbetrieb und unten im Flugbetrieb, jeweils in einer perspektivischen Übersicht.

[0022] Fig. 1 zeigt ein von einem zweistufigen Fan **200** gebildetes Mantelstromtriebwerk **1**, bei dem ein kleinerer Ringflügel **C1** mit dem Radius r_1 und ein größerer Ringflügel **C2** mit dem Radius r_2 einen fluid-dynamisch wirksamen Mantel **20** mit der Drehmomentstufe **2** bilden. Der kleinere Ringflügel **C1** ist mittels von zehn rechtsdrehenden Rotorblättern **B1** mit der Nabe **H1** am Strömungseinlass des Mantelstromtriebwerks **1** verbunden, während der größere Ringflügel **C2** mittels von zehn linksdrehenden Rotorblättern **B2** mit der Nabe **H2** am Strömungsauslass des Mantelstromtriebwerks **1** verbunden ist. Die Rotorblätter **B1, B2** sind jeweils um eine Drehachse **u** drehbar an den Naben **H1, H2** und den Ringflügeln **C1, C2** gelagert, sodass der zweistufige Fan **200** aus zwei Verstellpropellern **204** aufgebaut ist. Die Ringflügel **C1, C2** weisen jeweils ein asymmetrisches Flügelprofil **13** auf, dessen Profilsehne **p** sich zwischen einer Flügelnase **n** und einer Flügelhinterkante **m** über eine Profiltiefe **t** erstreckt. In den Wirkungsebenen **Q1, Q2** liegen kreisförmige Druckpunktlinien **q1, q2**, die der Länge **x** nach einen Abstand zwischen den Mittelpunkten **M1, M2** aufweisen und durch eine radiale Höhe **y** voneinander beabstandet sind. An dem kleineren Ringflügel **C1**, dessen konvexe Innenseite zur Rotationsachse **R** orientiert ist, weist die Profilsehne **p** einen Steigungswinkel δ auf, während an dem größeren Ringflügel **C2** die Profilsehne **p** parallel zu der Rotationsachse **R** ausgerichtet ist und die konvexe Saugseite an der Außenseite ausgebildet ist. Innerhalb der Strömung **F** werden die Ringflügel **C1, C2** jeweils in den Schnittebenen **N1, N2**, die mit einem Neigungswinkel β_1, β_2 gegenüber den Wirkungsebenen **Q1, Q2** geneigt sind, schräg überströmt. Das Detail der Drehmomentstufe **2** zeigt das asymmetrische Flügelprofil **13** jeweils in den Neigungsebenen **N1, N2** in der innerhalb der Strömung **F** fluid-dynamisch wirksamen Stellung. Die gegenläufig rotierenden Rotorblätter **B1, B2** beschleunigen und lenken die Strömung **F** mit einem konvergenten Konuswinkel α_1 zu der Rotationsachse **R** hin. Der kleinere Ringflügel **C1** wird dabei in der Neigungsebene **N1** mit dem konvergenten Konuswinkel α_1 so angeströmt, dass, wie in **Fig. 3** gezeigt, aus der Auftriebskraft **d** in der Wirkungsebene **Q1** eine tangentiale Antriebskraft **g** und eine Schubkraft **f** resultieren. Dabei bildet der kleinere Ringflügel **C1** einen Leitring **10** für eine divergente Umlenkung der Strömung **F**, sodass der größere Ringflügel **C2** mit einem divergenten Konuswinkel α_2 angeströmt wird und aus der Auftriebskraft **d** die Schubkraft **f** und in der Wirkungsebene **Q2** eine

tangentiale Antriebskraft **g** herleitbar sind. Die beiden Ringflügel **C1, C2** sind so angeordnet, dass sich die Flügelhinterkante **m** des kleineren Ringflügels **C1** mit der Flügelnase **n** des größeren Ringflügels **C2** überlappt und eine Leitdüse **11** für die divergente Anströmung des größeren Ringflügels **C2** bildet.

[0023] Fig. 2 zeigt das Mantelstromtriebwerk **1** mit der von den Ringflügeln **C1, C2** gebildeten Drehmomentstufe **2** in einem Querschnitt entlang der Rotationsachse **R** mit Darstellung der Strömung **F**, oben im Startbetrieb eines Flugzeugs und unten bei Erreichen der Fluggeschwindigkeit des Flugzeugs. Während in der Startphase des Flugzeugs die Rotorblätter **B1, B2** mit einem Anstellwinkel von etwa 45 Grad gegenüber den Wirkungsebenen **Q1, Q2** angestellt sind und viel Luft ansaugen, wird bei Reisefluggeschwindigkeit der kleinere Ringflügel **C1** nur noch leicht konvergent angeströmt und bewirkt als Leitring **10** die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit einem divergenten Konuswinkel α_2 , wobei an dem größeren Ringflügel **C2**, wie in **Fig. 3** gezeigt, aus der Auftriebskraft **D** eine Schubkraft **f** und eine tangentiale Antriebskraft **g** abgeleitet werden können.

[0024] Fig. 3 zeigt die mit gegensinniger Drehrichtung rotierenden Ringflügel **C1, C2** der Drehmomentstufe **2** des in **Fig. 1-2** dargestellten Mantelstromtriebwerks **1**, jeweils mit Darstellung der strömungsdynamisch bewirkten Kräfte. Der in Schubrichtung des zweistufigen Fans **200** vorauslaufende Ringflügel **C1** wird im Startbetrieb eines Flugzeugs mit einem konvergenten Konuswinkel α_1 der aus der Strömungsgeschwindigkeit **a** und der Umlaufgeschwindigkeit **b** resultierenden Anströmung **c** so angeströmt, dass an der Druckpunktlinie **q1** des Ringflügels **C1** in der mit einem Neigungswinkel β_1 gegenüber der Wirkungsebene **Q1** geneigten Schnittebene **N1** eine in der Schnittebene **N1** wirksame Auftriebskraft **d** resultiert, die in eine Sogkraft **h** und in eine in Drehrichtung wirkende Vortriebskraft **e** und in den Widerstand **j** aufteilbar ist. Aus der Vortriebskraft **e** leitet sich in der Wirkungsebene **Q1** die tangentiale Antriebskraft **g** und die in Flugrichtung wirkende Schubkraft **f** ab. Der Gegenspieler der Schubkraft **f** ist der Fahrtwiderstand **1** und der Gegenspieler der tangentialen Antriebskraft **g** ist der Rotationswiderstand **k**. Der Ringflügel **C1** weist einen Radius r_1 auf und bildet, wie in **Fig. 1-2** gezeigt, einen Leitring **10** für die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit dem Radius r_2 , wobei sich die Ringflügel **C1, C2**, überlappen und eine Leitdüse **11** für die Anströmung des Ringflügels **C2** mit einem divergenten Konuswinkel α_2 bilden. Die Saugseite an der Außenseite des Ringflügels **C2** bewirkt in der mit einem Neigungswinkel β_2 gegenüber der Wirkungsebene **Q2** geneigten Schnittebene **N2** eine aus der Strömungsgeschwindigkeit **a** und der Umlaufgeschwindigkeit **b** resultierenden Anströmung **c** mit einem divergenten Konuswinkel α_2 , sodass in der Schnittebene **N2** aus der resultierenden Anströmung

c die in Schubrichtung und in Drehrichtung geneigte Auftriebskraft **d** an der Ringaußenseite resultiert. Auch hier teilt sich die Auftriebskraft **d** in eine Sogkraft **h** und in eine Vortriebskraft **e**, aus der sich die in der Wirkungsebene **Q2** wirksame tangentialen Antriebskraft **g** und die in Flugrichtung wirksame Schubkraft **f** ableiten. Der Widerstand **j** wirkt der Vortriebskraft **e** entgegen, während der Rotationswiderstand **k** der tangentialen Antriebskraft **g** und der Fahrtwiderstand **1** der Schubkraft **f** entgegenwirken.

[0025] Fig. 4 zeigt die schubseitige Frontalansicht des Mantelstromtriebwerks **1** nach Fig. 1-3 mit dem rechtsdrehenden kleineren Ringflügel **C1**, der einen Leitring **10** für die Anströmung des linksdrehenden größeren Ringflügels **C2** bildet, jeweils mit Darstellung der von den Ringflügeln **C1,C2** bewirkten Auftriebskraft **d**, der Sogkraft **h** und der tangentialen Antriebskraft **g**. Die Rotorblätter **B1** sind jeweils an ihrem nabenseitigen Ende mit einer Nabe **H1** und an ihrem äußeren Ende mit dem Ringflügel **C1** verbunden, während die Rotorblätter **B2** jeweils an ihrem nabenseitigen Ende mit der Nabe **H2** und an ihrem äußeren Ende mit dem Ringflügel **C2** verbunden sind. Die Rotorblätter **B1,B2** sind jeweils um eine Drehachse **u** verschwenkbar, sodass der zweistufige Fan **200** von zwei Verstellpropellern **204** gebildet wird.

[0026] Fig. 5 oben zeigt die in Fig. 1-4 dargestellte Drehmomentstufe **2** mit einer Zirkulationsströmung, die sich im Bereich der von den Ringflügeln **C1,C2** gebildeten Leitdüse **11** zu einem Zirkulationswirbel verstärkt. Fig. 5 Mitte und unten zeigt die in Fig. 1-4 dargestellten asymmetrischen Flügelprofile **13** der Drehmomentstufe **2** jeweils in den Schnittebenen **N1,N2** der mit gegensinniger Drehrichtung rotierenden Ringflügel **C1,C2** mit Darstellung der aerodynamisch bewirkten Kräfte. Die Druckpunktlinien **q1,q2** sind durch den Abstand der Mittelpunkte **M1,M2** der Länge **x** nach und durch die radiale Höhe **y** so voneinander beabstandet, dass die Ringflügel **C1,C2** untereinander einen zweischichtigen Mantel **20** und die Leitdüse **11** für die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit einem divergenten Konuswinkel **α2** bilden. Die Profilhöhe **p** des kleineren Ringflügels **C1** weist einen Steigungswinkel **δ** gegenüber der Rotationsachse **R** auf, während die Profilhöhe **p** des größeren Ringflügels **C2** bevorzugt parallel zu der Rotationsachse **R** ausgerichtet ist. Die resultierende Anströmung **c** des kleineren Ringflügels **C1** weist einen konvergenten Konuswinkel **α1** auf und bewirkt den Auftrieb **d**, aus dem in der Wirkungsebene **Q1** die Schubkraft **f** herleitbar ist. Als Leitring **10** bewirkt der kleinere Ringflügel **C1** die resultierende Anströmung **c** des größeren Ringflügels **C2** mit dem divergenten Konuswinkel **α2**, sodass in der Wirkungsebene **Q2** der Drehmomentstufe **2** aus der Auftriebskraft **d** die Schubkraft **f** resultiert.

[0027] Fig. 6 zeigt einen zweistufigen Fan **200**, der aus einem ersten, rechtsdrehenden, von dem kleineren Ringflügel **C1**, den Rotorblättern **B1** und der Nabe **H1** gebildeten Festpropeller **203** und aus einem zweiten, linksdrehenden, von dem größeren Ringflügel **C2**, den Rotorblättern **B2** und der Nabe **H2** gebildeten Festpropeller **203**, besteht. Im Unterschied zu dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel, weist der Ringflügel **C1** ein Tandemprofil **132** auf, das in Fig. 7 näher erläutert wird und das als ein zweiteiliger Leitring **10** dazu ausgebildet ist, die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit einem deutlich divergenten Konuswinkel **α2** zu ermöglichen.

[0028] Fig. 7 zeigt das Mantelstromtriebwerk **1** mit der von den Ringflügeln **C1,C2** gebildeten Drehmomentstufe **2** in einem Querschnitt entlang der Rotationsachse **R** mit Darstellung der Strömung **F**, oben im Startbetrieb eines Flugzeugs und unten bei Erreichen der Reisefluggeschwindigkeit des Flugzeugs. Während in der Startphase des Flugzeugs die Rotorblätter **B1,B2** mit einem Anstellwinkel von etwa 45 Grad gegenüber den Wirkungsebenen **Q1,Q2** angestellt sind und viel Luft ansaugen, wird bei Fluggeschwindigkeit der kleinere Ringflügel **C1** nur noch leicht konvergent angeströmt und bewirkt als ein zweiteiliger Leitring **10** die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit dem divergenten Konuswinkel **α2**, sodass an dem größeren Ringflügel **C2**, wie in Fig. 3 gezeigt, aus der Auftriebskraft **d** eine Schubkraft **f** und eine tangentialen Antriebskraft **g** abgeleitet werden können. Im Unterschied zu dem in den Fig. 1-5 gezeigten Ausführungsbeispiel, bei dem der kleinere Ringflügel **C1** ein einzelnes asymmetrisches Flügelprofil **13** aufweist, weist der Ringflügel **C1** hier ein von zwei asymmetrischen Flügelprofilen **13** mit den Radien **rla** und **r1b** gebildetes Tandemprofil **132** auf, das dazu ausgebildet ist, die Strömung **F** in zwei Stufen umzulenken, sodass der größere Ringflügel **C2** mit einem möglichst steilen divergenten Konuswinkel **α2** angeströmt wird, um wie in Fig. 3-4 gezeigt, aus der Auftriebskraft **d** eine tangentialen Antriebskraft **g** und eine in Flugrichtung wirkende Schubkraft **f** zu erzeugen.

[0029] Fig. 8 zeigt ein Mantelstromtriebwerk **1** für ein Flugzeug im schematischen Längsschnitt und teilweise in der Schnittansicht. In Richtung der Strömung **F** sind auf der Rotationsachse **R** vier rechtsdrehende und vier linksdrehende Festpropeller **203** hintereinander angeordnet und bilden ein Verdichtermodule **201** mit einem feststehenden Mantel **20**, an das sich stromab ein größerer zweistufiger Fan **200** anschließt, der dem in Fig. 1-5 dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht. Das von acht Festpropellern **203** gebildete Verdichtermodule **201** weist insgesamt acht Drehmomentstufen **2** auf, deren von den Ringflügeln **C1** gebildeten Leitringe **10** jeweils mit einem in den Mantel **20** integrierten Läufering eines mantelseitigen Elektroantriebs **21** verbunden sind, während

die Ringflügel **C2** jeweils mit einem Läufering eines nabenseitigen Elektroantriebs **21** verbunden sind.

[0030] Fig. 9 zeigt ein Mantelstromtriebwerk **1** für ein Flugzeug im schematischen Längsschnitt und teilweise in der Schnittansicht. Der zweistufige Fan **200** entspricht dem in Fig. 1-5 dargestellten Ausführungsbeispiel und weist einen von den Ringflügeln **C1, C2** gebildeten fluiddynamisch als Drehmomentstufe **2** wirksamen, zweischichtigen Mantel **20** auf und bildet den Strömungseinlass des Mantelstromtriebwerks **1**. Auf den zweistufigen Fan **200** folgt in Richtung der Strömung **F** ein Verdichtermodul **201** mit insgesamt acht Drehmomentstufen **2**, die auf acht mit gegensinniger Drehrichtung rotierende Festpropeller **203** verteilt sind. An die jeweils als Leitringe **10** ausgebildeten Ringflügel **C1** schließen sich in Richtung der Strömung **F** die Ringflügel **C2** an. Die Ringflügel **C1** sind mit dem Läufering eines in den feststehenden Mantel **20** des Verdichtermoduls **201** integrierten Elektroantriebs **21** verbunden, während die größeren Ringflügel **C2** mit einem nicht näher dargestellten Läufering eines nabenseitigen Elektroantriebs **21** verbunden sind. Am Strömungsauslass des mehrschalig aufgebauten Mantelstromtriebwerk **1** ist eine Düsenverengung für den ausschließlich aus Luft bestehenden Rückstoß des Mantelstromtriebwerks **1** dargestellt.

[0031] Fig. 10 zeigt ein Flugzeug **22** mit zwei Mantelstromtriebwerken **1**, die jeweils eine Drehmomentstufe **2** aufweisen im Flugbetrieb.

[0032] Fig. 11 oben zeigt eine Intervallanordnung für zwei in Richtung der Strömung **F** aufeinander folgende Drehmomentstufen **2** an dem in Fig. 11 Mitte im Längsschnitt und als Teilansicht dargestellten Mantelstromtriebwerk **1** für ein Flugzeug. Fig. 11 oben zeigt dabei die Strömungsverhältnisse im Startbetrieb des Flugzeugs, wobei der konvergente Konuswinkel α_1 jeweils die Anströmung der Ringflügel **C1, C2** bestimmt und der Ringflügel **C1** einen Leitring **10** für die Anströmung des Ringflügels **C2** mit einem divergenten Konuswinkel α_2 bildet. Fig. 11 unten zeigt die Intervallanordnung der Drehmomentstufen **2** mit Darstellung der Strömungsverhältnisse bei Reisefluggeschwindigkeit des Flugzeugs, wobei die Ringflügel **C2** der Drehmomentstufen **2** jeweils mit dem divergenten Konuswinkel α_2 angeströmt werden. Das Mantelstromtriebwerk **1** hat einen nabenseitigen Elektroantrieb **21** für zwei nicht näher dargestellte Wellen **S1, S2**, die eine gegensinnige Rotation der Ringflügel **C1, C2** ermöglichen. Rotorblätter **B1, B2** verbinden jeweils die Ringflügel **C1, C2** mit den Naben **H1, H2**.

[0033] Fig. 12 zeigt ein Mantelstromtriebwerk **1** als Festpropeller **203**, der am Heck eines Wasserfahrzeugs **23** mit dem Unterwasserschiff verbunden ist. An dem Festpropeller **203** sind drei Rotorblätter **B1**

jeweils mit dem kleineren Ringflügel **C1** und dem größeren Ringflügel **C2** sowie mit der Nabe **H1** und der Welle **S1** starr verbunden. Die Ringflügel **C1, C2** haben eine gemeinsame Drehrichtung und bilden untereinander eine Drehmomentstufe **2** mit der ringförmigen Leitdüse **11** für die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit dem divergenten Konuswinkel α_2 , wie in Fig. 13 gezeigt. Das asymmetrische Flügelprofil **13** der Ringflügel **C1, C2** ist jeweils in den mit einem Neigungswinkel β_1, β_2 gegenüber den Wirkungsebenen **Q1, Q2** geneigten Schnittebenen **N1, N2** strömungsdynamisch wirksam.

[0034] Fig. 13 zeigt den Festpropeller **203** nach Fig. 12 in einem Längsschnitt entlang der Rotationsachse **R** mit Darstellung der strömungsdynamischen Wirkung der Drehmomentstufe **2** im Anfahrbetrieb des Wasserfahrzeugs **23** am oberen Ende des Festpropellers **203** und bei Erreichen der Betriebsgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs **23** am unteren Ende des Festpropellers **203**. Die Länge x auf der Rotationsachse gibt den Abstand der Ringflügel **C1, C2** vor, während Höhe y den radialen Abstand der Druckpunktlinien q_1, q_2 definiert, wobei sich die konkaven Druckseiten Ringflügel **C1, C2** gegenseitig überlappen, um die Leitdüse **11** mit den Leitflächen **12** zu bilden. Der Ringflügel **C1** ist als Leitring **10** so geneigt, dass der größere, parallel zu der Rotationsachse **R** ausgerichtete Ringflügel **C2** mit dem divergenten Konuswinkel α_2 angeströmt wird.

[0035] Fig. 14 zeigt ein Mantelstromtriebwerk **1** mit einer Drehmomentstufe **2** am Beispiel eines Festpropellers **203**, der am Heck mit dem Unterwasserschiff eines Wasserfahrzeugs **23** verbunden ist. Bei dieser Ausführungsform ist der kleinere Ringflügel **C1** feststehend mit dem Heck des Wasserfahrzeugs **23** verbunden und bildet einen Leitring **10** für die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit einem konvergenten Konuswinkel α_1 , wie in Fig. 15 gezeigt. An dem Festpropeller **203** sind drei Rotorblätter **B2** jeweils mit dem größeren Ringflügel **C2** sowie mit der Nabe **H2** und der Welle **S2** starr verbunden.

[0036] Fig. 15 zeigt einen Längsschnitt des Festpropellers nach Fig. 14 mit Darstellung der von den Rotorblättern **B2** und der Drehmomentstufe **2** bewirkten konvergenten Strömung **F** mit dem Konuswinkels α_1 . Der feststehende kleinere Ringflügel **C1** und der rechtsdrehende größere Ringflügel **C2** bilden eine Drehmomentstufe **2**, bei der die konvexe Saugspitze **131** des größeren Ringflügels **C2** zusammen mit der konkaven Druckseite des feststehenden Leittrings **10** eine Leitdüse **11** für die Anströmung des größeren Ringflügels **C2** mit dem konvergenten Konuswinkel α_1 bildet. Die beiden Ringflügel **C1, C2** sind auf der Rotationsachse **R** der Länge x und der Höhe y nach so voneinander beabstandet, dass sie untereinander einen zweischichtigen Mantel **20** mit der Leitdüse **11**

für eine konvergente Anströmung des größeren Ringflügels **C2** bilden.

[0037] Fig. 16 zeigt den in Fig. 14-15 dargestellten Festpropeller **203** in einer Schnittansicht mit Darstellung des als Leitring **10** ausgebildeten kleineren Ringflügels **C1** und des größeren Ringflügels **C2**, der zusammen mit den Rotorblättern **B2** und der Nabe **H2** den mit der Welle **S2** verbundenen Festpropeller **203** bildet. Die Drehmomentstufe **2**, bei der die Saugseiten der Ringflügel **C1,C2** der Rotationsachse **R** zugewandt sind, stellt sicher, dass beide Ringflügel **C1,C2** sowohl im Anfahrbetrieb des Wasserfahrzeugs **23** als auch bei Betriebsgeschwindigkeit eine aus der Auftriebskraft **d** abgeleitete Schubkraft **f** erzeugen, wobei das asymmetrische Flügelprofil **13** des rotierenden größeren Ringflügels **C2**, wie in Fig. 14 gezeigt, in der mit einem Neigungswinkel **β_2** gegenüber der Wirkungsebene **Q2** geneigten Schnittebene **N2** zusätzlich eine tangentiale Antriebskraft **g** bewirkt. Sowohl an dem feststehenden Ringflügel **C1** als auch an dem rotierenden Ringflügel **C2** bewirkt die Auftriebskraft **d** an den kreisförmigen Druckpunktlinien **q1,q2** in den Wirkungsebenen **Q1,Q2** eine aus der Auftriebskraft **d** abgeleitete Schubkraft **f**.

[0038] Fig. 17 zeigt ein Mantelstromtriebwerk **1** mit einer Drehmomentstufe **2** an einem Ruderpropeller **205**, der um eine vertikale Achse **z** drehbar an das Unterwasserschiff eines Wasserfahrzeugs **23** angelenkt ist. An dem Ruderpropeller **205** rotiert der kleinere Ringflügel **C1** um die Rotationsachse **R** und ist mittels von drei Rotorblättern **B1** mit der Nabe **H1** verbunden, während der größere Ringflügel **C2** feststehend mit einer Propellergondel verbunden ist. An dem kleineren Ringflügel **C1** weist die Schnittebene **N1** einen Neigungswinkel **β_1** von z.B. 45 Grad gegenüber der Wirkungsebene **Q1** auf.

[0039] Fig. 18 zeigt das Mantelstromtriebwerk **1** nach Fig. 17 in einem Längsschnitt entlang der Rotationsachse **R** und in einer Teilansicht. Eine konkave Saugspitze **131** an der zur Rotationsachse **R** gewandten Saugseite des asymmetrischen Flügelprofils **13** des feststehenden Ringflügels **C2** bildet zusammen mit der konkaven Druckseite des asymmetrischen Flügelprofils **13** an dem als Leitring **10** ausgebildeten kleineren Ringflügel **C1** die Leitdüse **11** für eine konvergente Anströmung des größeren Ringflügels **C2**, dessen Schnittebene **N2** senkrecht zu der Wirkungsebene **Q2** angeordnet ist.

[0040] Der größere feststehende Ringflügel **C2** ist mit drei nicht näher bezeichneten Armen mit der um die Achse **z** verschwenkbaren Propellergondel verbunden. Aus der konvergenten Anströmung beider Ringflügel **C1,C2** resultiert an beiden Ringflügeln eine Schubkraft und an dem rotierenden kleineren Ringflügel **C1** eine tangentiale Antriebskraft in der Wirkungsebene **Q1**.

[0041] Fig. 19 zeigt ein Mantelstromtriebwerk **1**, das für den Jetantrieb **202** eines Wasserfahrzeugs **23** ausgebildet ist. Das Mantelstromtriebwerk **1** ist als Festpropeller **203** ausgebildet, bei dem beide Ringflügel **C1,C2** mittels von radialen Rotorblättern **B1** mit einer Nabe **H1** und einer Welle **S1** verbunden sind. Das Mantelstromtriebwerk **1** mit der Drehmomentstufe **2** rotiert innerhalb eines feststehenden Mantels **20**, der von dem Unterwasserschiff des Wasserfahrzeugs gebildet wird. Der Festpropeller **203** entspricht in seinem Aufbau dem in Fig. 12-13 gezeigten Ausführungsbeispiel.

[0042] Fig. 20 oben zeigt ein Flugzeug **22** mit vier Mantelstromtriebwerken **1** im Fahrbetrieb, in der Mitte **22** im Startbetrieb und unten im Flugbetrieb. Die vier jeweils an die äußeren Enden der Tragflächen des Flugzeugs **22** angelenkten Mantelstromtriebwerke **1** können mittels einer nicht näher bezeichneten Gelenkanordnung so gedreht und in der jeweiligen Stellung arretiert werden, dass sie im Fahrbetrieb als Fahrwerk des Flugzeugs **22** mit Rädern und Reifen **14**, im Startbetrieb als Rotoren für den Senkrechtstart des Flugzeugs **22** und im Flugbetrieb als Festpropeller **203** oder als Verstellpropeller für die Schuberzeugung dienen. Für den Fahrbetrieb weist die als Saugseite ausgebildete Außenseite des größeren Ringflügels **C2** jeweils einen Reifen **14** auf. Das Flugzeug **22** hat vordere und hintere Tragflächen. Die vorderen Tragflächen sind starr mit der Unterseite des Rumpfs verbunden und weisen eine positive V-Stellung auf, während die hinteren Tragflächen mit der Oberseite des Rumpfs verbunden sind und eine negative V-Stellung aufweisen, sodass die Flügelenden und die Mantelstromtriebwerke **1** in einer Ebene angeordnet sind. Die Wirkung der Drehmomentstufe **2** des Mantelstromtriebwerks **1** entspricht dem in Fig. 1-5 ausführlich erläuterten Ausführungsbeispiel.

Bezugszeichenliste

1	Mantelstromtriebwerk
R	Rotationsachse
x	Länge
C1,C2	Ringflügel
q1,q2	Druckpunktlinie
r1,r2	Radius
M1,M2	Mittelpunkt
Q1,Q2	Wirkungsebene
N1,N2	Schnittebene
β_1, β_2	Neigungswinkel
10	Leitring
11	Leitdüse
12	Leitfläche

13	Asymmetrisches Flügelprofil	k	Rotationswiderstand
131	Saugspitze	1	Fahrtwiderstand
132	Tandemprofil	v1,v2	Versatz

r1a, r1b Radius

Patentansprüche

n Flügelnase

m Flügelhinterkante

p Profilsehne

δ Steigungswinkel

t Profiltiefe

H1, H2 Nabe

S1, S2 Welle

B1, B2 Rotorblatt

u Drehachse

λ Auslegungsschnelllaufzahl

14 Reifen

2 Drehmomentstufe

20 Mantel

y Höhe

200 Zweistufiger Fan

201 Verdichtermodule

202 Jetantrieb

203 Festpropeller

204 Verstellpropeller

205 Ruderpropeller

z Vertikale Drehachse

21 Elektroantrieb

22 Flugzeug

23 Wasserfahrzeug

F Strömung

$\alpha 1$ Konvergenter Konuswinkel

$\alpha 2$ Divergenter Konuswinkel

a Strömungsgeschwindigkeit

b Umlaufgeschwindigkeit

c Resultierende Anströmung

d Auftriebskraft

e Vortriebskraft

f Schubkraft

g Tangentiale Antriebskraft

h Sogkraft

j Widerstand

1. Mantelstromtriebwerk (1), das dazu ausgebildet ist, Schub für ein Flugzeug (22) oder für ein Wasserfahrzeug (23) zu erzeugen und mindestens eine von einem in Schubrichtung vorangestellten kleineren Ringflügel (C1) mit einem Radius (r1) und von einem nachfolgenden größeren Ringflügel (C2) mit einem Radius (r2) gebildete Drehmomentstufe (2) aufweist, bei welcher Drehmomentstufe (2) mindestens ein Ringflügel (C1,C2) über radiale Rotorblätter mit einer Nabe (H1,H2) verbunden ist und um eine Rotationsachse (R) rotiert und welche Drehmomentstufe (2) jeweils Wirkungsebenen (Q1,Q2) der Ringflügel (C1,C2) mit kreisförmigen Druckpunktlinien (q1,q2) hat, deren Mittelpunkte (M1,M2) auf der Rotationsachse (R) liegen und in einer mit einem Schnittwinkel von 20-90 Grad gegenüber der jeweiligen Wirkungsebene (Q1,Q2) geneigten Schnittebene (N1,N2) durch den betreffenden Mittelpunkt (M1, M2) ein strömungsdynamisch wirksames, asymmetrisches Flügelprofil (13) mit einer Profiltiefe (t), mit einer in Schubrichtung ausgerichteten Flügelnase (n) und einer sich zwischen der Flügelnase (n) und einer Flügelhinterkante (m) erstreckenden Profilsehne (p) aufweisen und die Druckpunktlinien (q1,q2) der beiden Ringflügel (C1,C2) auf der Rotationsachse (R) der Länge (x) nach so hintereinander angeordnet und durch eine radiale Höhe (y) derart voneinander beabstandet sind, dass ein zweischichtiger Mantel (20) gebildet wird, der im Betrieb eines Fahrzeugs (22, 23) fluiddynamisch als Drehmomentstufe (2) wirksam ist, wobei der kleinere Ringflügel (C1) mit einer der Rotationsachse (R) zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite in einer von den Rotorblättern (B1,B2) induzierten Strömung (F) einen Leitring (10) für eine resultierende Anströmung (c) des größeren Ringflügels (C2) mit einem konvergenten oder mit einem divergenten Konuswinkel ($\alpha 1, \alpha 2$) und zusammen mit der Flügelnase (n) des größeren Ringflügels (C2) eine ringförmige Leitdüse (11) mit Leitflächen (12) bildet, sodass die Drehmomentstufe (2) an mindestens einem der beiden Ringflügel (C1,C2) ein Drehmoment an der Rotationsachse (x) bewirkt.

2. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, bei dem der von dem kleineren Ringflügel (C1) mit dem Radius (r1) gebildete Leitring (10) einteilig oder zweiteilig ausgebildet ist und in der Schnittebene (N1) ein einzelnes asymmetrisches Flügelprofil (13) mit einer der Rotationsachse (R) zugewandten Saugseite oder ein Tandemprofil (131) aufweist, das aus zwei asymmetrischen Flügelprofilen (13) mit den Radien (r1a, r1b) besteht, deren Saugseiten der Rotationsachse (R) zugewandt sind und deren Profilsehnen (p) in Be-

zug zu der Rotationsachse (R) einen in Richtung der Strömung (F) ansteigenden Steigungswinkel (δ) aufweisen, wobei der größere Ringflügel (C2) mit dem Radius (r_2) ein asymmetrisches Flügelprofil (13) mit einer äußeren Saugseite, einer inneren Druckseite und mit einer parallel zu der Rotationsachse (R) angeordneten Profilhöhle (p) hat.

3. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, bei dem die Länge (x) der Drehmomentstufe (2), die den Abstand der beiden Ringflügel (C1,C2) auf der Rotationsachse (R) definiert, so gewählt ist, dass sich die Flügelhinterkante (m) des kleineren Ringflügels (C1) mit der Flügelhinterkante (n) des größeren Ringflügels (C2) überlappt, wobei die Höhe (y) der Drehmomentstufe (2) bis zu der Hälfte der Länge (x) beträgt, um die ringförmige Leitdüse (11) mit den Leitflächen (12) zu bilden, wobei die Ringflügel (C1,C2) eine gleichgroße oder unterschiedliche Profiltiefe (t) aufweisen.

4. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, bei dem sich an einem Paar von Ringflügeln (C1,C2) einer Drehmomentstufe (2), deren asymmetrische Flügelprofile (13) einander zugekehrte Druckseiten aufweisen, innerhalb der Strömung (F) eine Zirkulationsströmung einstellt, die sich als ein Zirkulationswirbel an der Außenseite des kleineren Ringflügels (C1) und an der Innenseite des größeren Ringflügels (C2) der Drehmomentstufe (2) verstärkt.

5. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, bei dem beide Ringflügel (C1,C2) als Auftriebsläufer mit einer gegensinnigen Drehrichtung um die Rotationsachse (R) rotieren, wobei das strömungsdynamisch wirksame, asymmetrische Flügelprofil (13) des kleineren Ringflügels (C1) in der mit einem Neigungswinkel (β_1) von 20-60 Grad gegenüber der Wirkungsebene (Q1) geneigten Schnittebene (N1) der Drehmomentstufe (2) durch den Mittelpunkt (M1) mit der aus einer Strömungsgeschwindigkeit (a), aus einer Umlaufgeschwindigkeit (b) des Ringflügels (C1) und aus dem konvergenten Konuswinkel (α_1) resultierenden Anströmung (c) derart angeströmt wird und wobei das strömungsdynamisch wirksame, asymmetrische Flügelprofil (13) des größeren Ringflügels (C2) in der mit einem Neigungswinkel (β_2) von 110-160 Grad gegenüber der Wirkungsebene (Q2) geneigten Schnittebene (N2) der Drehmomentstufe (2) durch den Mittelpunkt (M2) mit der aus der Strömungsgeschwindigkeit (a), aus der Umlaufgeschwindigkeit (b) des Ringflügels (C2) und aus dem konvergenten Konuswinkel (α_2) resultierenden Anströmung (c) derart angeströmt wird, dass die resultierende Anströmung (c) in den Schnittebenen (N1,N2) der Ringflügel (C1, C2) den geringsten Widerstand (j) verursacht, wobei die von der resultierenden Anströmung (c) an den kreisförmigen Druckpunktlinien (q_1,q_2) bewirkte Auftriebskraft (d) mit einem Versatz (v_1,v_2) an der Rotationsachse (R) angreift, sodass in den Wirkungsebenen (Q1,Q2) der Drehmomentstufe (2) jeweils eine

tangentiale Antriebskraft (g) und eine Ansaugkraft (f) aus der Auftriebskraft (d) abgeleitet werden können.

6. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das für ein Flugzeug (22) ausgebildet ist und bei dem die Drehmomentstufe (2) von zwei mit gegensinniger Drehrichtung um die Rotationsachse (R) rotierenden Ringflügeln (C1,C2) gebildet wird, die jeweils mittels von mindestens acht an einer Drehachse (u) verstellbaren Rotorblättern (B1, B2) mit den Naben (H1,H2) und mit konzentrisch und koaxial zueinander angeordneten Wellen (S1,S2) verbunden sind und in Richtung der Strömung (F) der Länge (x) nach und durch die radiale Höhe (y) als der Differenz zwischen den Radien (r_1,r_2) der kreisförmigen Druckpunktlinien (q_1,q_2) derart voneinander beabstandet sind, dass ein zweistufiger Fan (200) mit der fluid-dynamisch wirksamen Drehmomentstufe (2) gebildet wird, wobei die Druckseiten der Ringflügel (C1,C2) einander zugekehrt sind und die Profilhöhle (p) des kleineren Ringflügels (C1) in Richtung der Strömung (F) mit einem Steigungswinkel (δ) gegenüber der Rotationsachse (R) ansteigt und wobei die Profilhöhle (p) des größeren Ringflügels (C2) parallel zu der Rotationsachse (R) ausgerichtet ist, sodass die Ringflügel (C1,C2) untereinander die ringförmige Leitdüse (11) mit Strömungsleitflächen (12) für die Anströmung des größeren Ringflügels (C2) mit einem divergenten Konuswinkel (α_2) bilden.

7. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das für ein Flugzeug (22) ausgebildet ist und bei dem eine Mehrzahl innerhalb eines feststehenden Mantels (20) hintereinander angeordneter Festpropeller (203) ein Verdichtermodul (201) bilden, wobei ein in Richtung der Strömung (F) vorauslaufender Festpropeller (203) mindestens zwei kleinere Ringflügel (C1) aufweist und mittels der Rotorblätter (B1) mit einem mantelseitigen Läuferferring eines in den feststehenden Mantel (20) integrierten, ersten Elektroantriebs (21) verbunden ist, während ein in Richtung der Strömung (F) folgender Festpropeller (203) mindestens zwei größere Ringflügel (C2) aufweist, die mittels der Rotorblätter (B2) mit einem nabenseitigen Läuferferring eines zweiten Elektroantriebs (21) verbunden sind, sodass die Ringflügel (C1,C2) untereinander mehrere in Reihe hintereinander angeordnete Drehmomentstufen (2) des Verdichtermoduls (201) bilden und an dem Mantelstromtriebwerk (1) ein größerer zweistufiger Fan (200) vorgesehen ist, der auf der Rotationsachse (R) entweder vor oder hinter dem Verdichtermodul (201) angeordnet ist.

8. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das in der Startphase eines Flugzeugs (22) oder eines Wasserfahrzeugs (23) eine konvergente Strömung (F) induziert, sodass der kleinere Ringflügel (C1) mit einem konvergenten Konuswinkel (α_1) angeströmt wird und der Steigungswinkel (δ) der Profilhöhle (p) des kleineren Ringflügels (C1) als Anstellwinkel wirkt,

wobei mit dem Erreichen der Betriebsgeschwindigkeit eine nur noch leicht konvergente Strömung (F) den kleineren Ringflügel (C1) anströmt, der mit seiner Flügelhinterkante (m) zusammen mit der Flügel-nase (n) des größeren Ringflügels (C2) die ringförmige Leitdüse (11) der Drehmomentstufe (2) mit Leitflächen (12) für die resultierende Anströmung (c) des größeren Ringflügels (C2) mit dem divergenten Konuswinkel (α_2) bildet, wobei das asymmetrische Flügelprofil (13) des größeren Ringflügels (C2) in der mit dem Schnittwinkel (β_2) gegenüber der Wirkungsebene (Q2) geneigten Schnittebene (N2) an der Druckpunktlinie (q2) über den gesamten äußeren Umfang des Ringflügels (C2) eine mit einem Versatz (v2) an der Rotationsachse (R) angreifende Auftriebskraft (d) bewirkt, aus der in der zweiten Wirkungsebene (Q2) der Drehmomentstufe (2) eine in Drehrichtung wirkende tangential Antriebskraft (g) und eine in Fahrtrichtung des Flugzeugs (22) oder des Wasserfahrzeugs (23) wirkende Schubkraft (f) resultieren.

9. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, bei dem die Saugseite des größeren Ringflügels (C2) an der Ringaußenseite liegt und einen Reifen (14) aufweist, der als ein Vollgummireifen oder als ein Luftreifen ausgebildet ist, sodass ein Fahrzeug (22,23) zeitweise auch an Land fahren kann, wobei das Mantelstromtriebwerk (1) verschwenkbar an Tragflächen des Flugzeugs (22) oder an den Rumpf des Wasserfahrzeugs (23) angelenkt ist.

10. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das für ein Wasserfahrzeug (23) ausgebildet ist und entweder einen Festpropeller (203) mit einer Drehmomentstufe (2) aufweist, bei dem die Ringflügel (C1, C2) mittels von drei Rotorblättern (B1) und der Nabe (H1) starr mit der Welle (S1) verbunden sind und mit einer gleichsinnigen Drehrichtung um die Rotationsachse (R) rotieren, oder welches Mantelstromtriebwerk (1) eine von zwei mit gegensinniger Drehrichtung um die Rotationsachse (R) rotierenden Festpropellern (203) gebildete Drehmomentstufe (2) aufweist, wobei der erste Festpropeller (203) mit dem kleineren Ringflügel (C1) in der ersten Wirkungsebene (Q1) der Drehmomentstufe (2) mittels von drei Rotorblättern (B1) mit der Nabe (H1) und mit der Welle (S1) verbunden ist, während der zweite Festpropeller (203) mit dem größeren Ringflügel (C2) in der zweiten Wirkungsebene (Q2) der Drehmomentstufe (2) mittels von drei Rotorblättern (B2) mit der Nabe (H2) und mit der Welle (S2) verbunden ist und eine der Wellen (S1,S2) als eine Hohlwelle ausgebildet ist.

11. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das für ein Wasserfahrzeug (23) ausgebildet ist, bei dem der kleinere Ringflügel (C1) feststeht und am Heck des Wasserfahrzeugs (23) starr mit dem Unterwasserschiff verbunden ist, während der größere Ringflügel (C2) zusammen mit den Rotorblättern (B2), mit der Nabe (H2) und mit der Welle (S2) als ein Fest-

propeller (203) um die Rotationsachse (R) rotiert, wobei sich die beiden Ringflügel (C1,C2) in Richtung der Strömung (F) derart überlappen, dass eine konvexe Saugspitze (131) an der der Rotationsachse (R) zugewandten Saugseite des größeren Ringflügels (C2) zusammen mit einer konkaven äußeren Druckseite des als Leitring (10) ausgebildeten kleineren Ringflügels (C1) die ringförmige Leitdüse (11) für die Anströmung des größeren Ringflügels (C2) mit einem konvergenten Konuswinkel (α_1) bildet und der feststehende kleinere Ringflügel (C1) in der Wirkungsebene (Q1) eine Schubkraft (f) bewirkt und der größere Ringflügel (C2) in der Wirkungsebene (Q2) eine Schubkraft (f) und eine über den gesamten äußeren Umfang mit einem Versatz (v2) an der Rotationsachse (R) angreifende Auftriebskraft (d) erzeugt, wobei in der zweiten Wirkungsebene (Q2) der Drehmomentstufe (2) aus der Auftriebskraft (d) die in Drehrichtung wirkende tangential Antriebskraft (g) und die in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs (23) wirkende Schubkraft (f) resultieren.

12. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das für ein Wasserfahrzeug (23) ausgebildet ist, bei dem die Drehmomentstufe (2) an einem Ruderpropeller (205) ausgebildet ist, der um eine Drehachse (z) drehbar mit dem Unterwasserschiff des Wasserfahrzeugs (23) verbunden ist, wobei die Drehmomentstufe (2) von einem rotierenden kleineren Ringflügel (C1) und von einem feststehenden größeren Ringflügel (C2) gebildet wird und der größere Ringflügel (C2) eine parallel zu der Rotationsachse (R) ausgerichtete Profildüse (p) sowie eine der Rotationsachse (R) zugewandte Saugseite mit einer konvexen Saugspitze (131) aufweist und der kleinere Ringflügel (C1) mit verstellbaren Rotorblättern (B1), mit der Nabe (H1) und mit der Welle (S1) einen Verstellpropeller (204) bildet, der als Leitring (10) eine konvergente Anströmung des größeren Ringflügels (C2) bewirkt und dessen äußere Druckseite zusammen mit der konvexen Saugspitze (131) des größeren Ringflügels (C2) die ringförmige Leitdüse (11) für die Anströmung des größeren Ringflügels (C2) mit einem konvergenten Konuswinkel (α_1) bildet, sodass beide Ringflügel in den Wirkungsebenen (Q1,Q2) eine an den kreisförmigen Druckpunktlinien (q1,q2) angreifende Schubkraft (f) erzeugen und der kleinere Ringflügel (C1) über den gesamten Umfang der Innenseite eine Auftriebskraft (d) bewirkt, aus der in der Wirkungsebene (Q1) der Drehmomentstufe (2) eine in Drehrichtung wirkende, mit einem Versatz (v1) an der Rotationsachse (R) angreifende tangential Antriebskraft (g) und eine in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs (23) wirkende Schubkraft (f) resultieren.

13. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, das für ein Wasserfahrzeug (23) ausgebildet ist, bei dem zwei gegensinnig rotierende Verstellpropeller (204) innerhalb eines von dem Unterwasserschiff des Wasserfahrzeugs (23) gebildeten Mantels (20) angeord-

net sind und mit konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse (R) rotierenden Wellen (S1,S2) mit einem im Inneren des Wasserfahrzeugs (23) arbeitenden Elektroantrieb (21) verbunden sind und einen Jetantrieb (202) für das Wasserfahrzeug (23) bilden.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

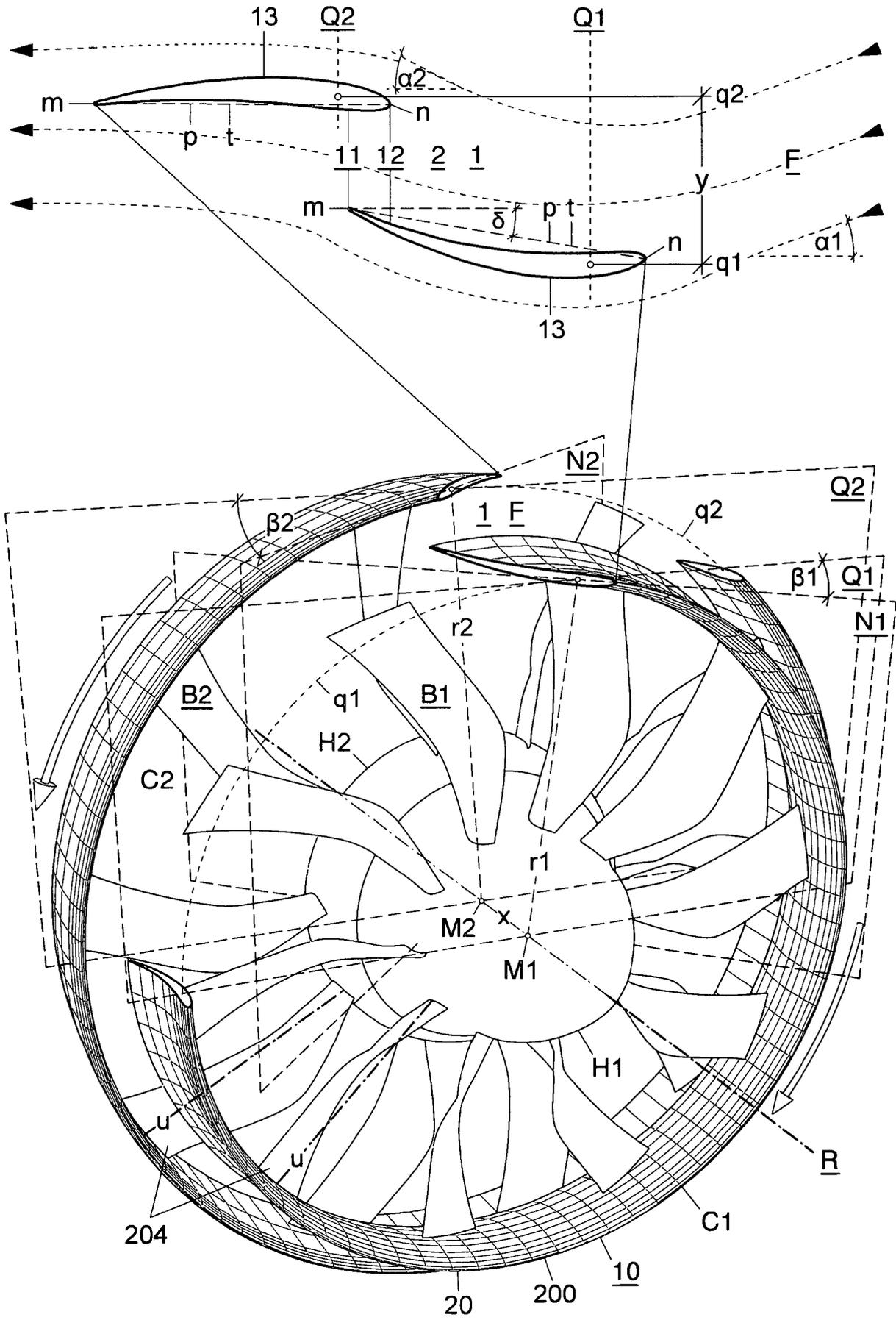


Fig.1

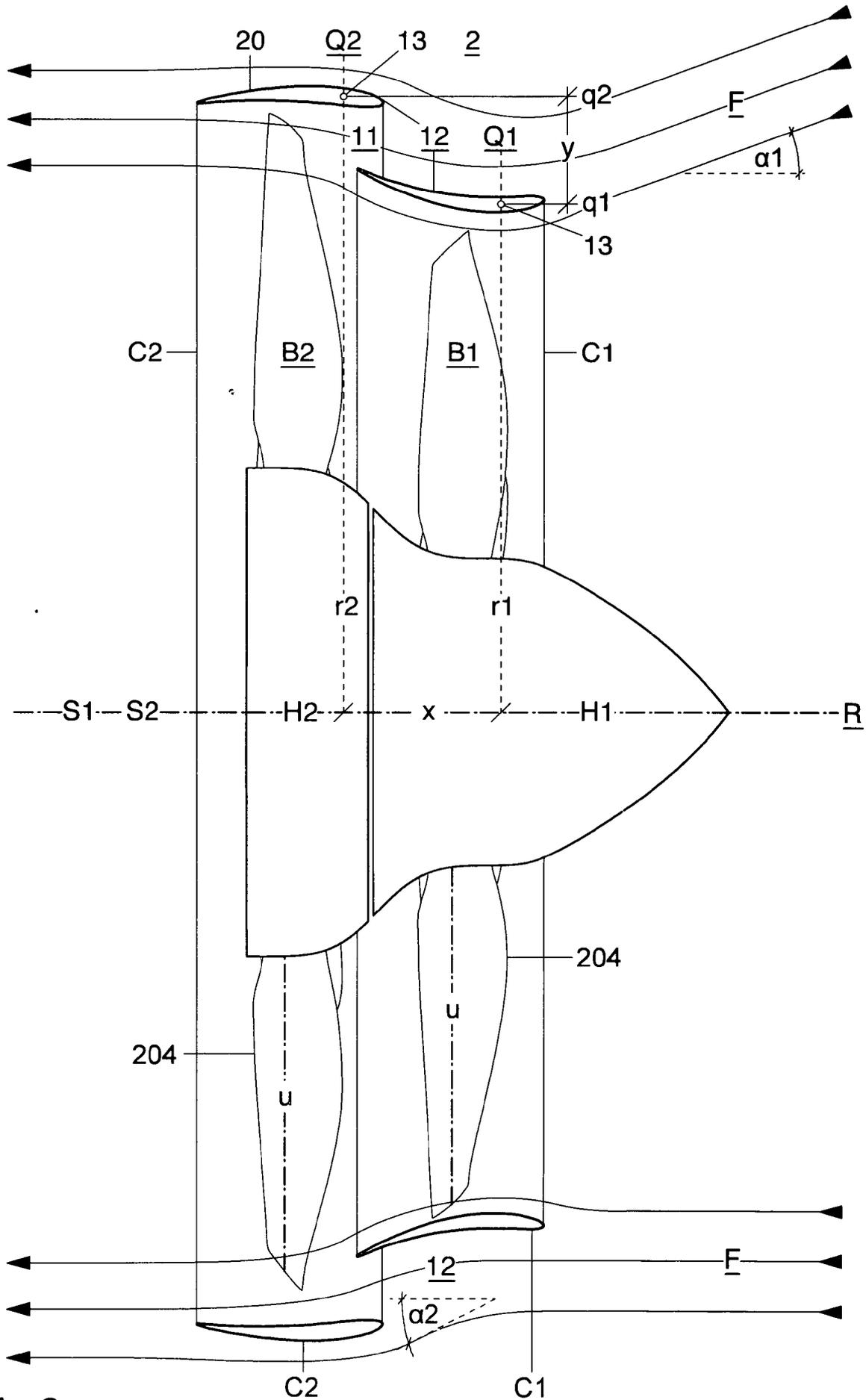


Fig.2

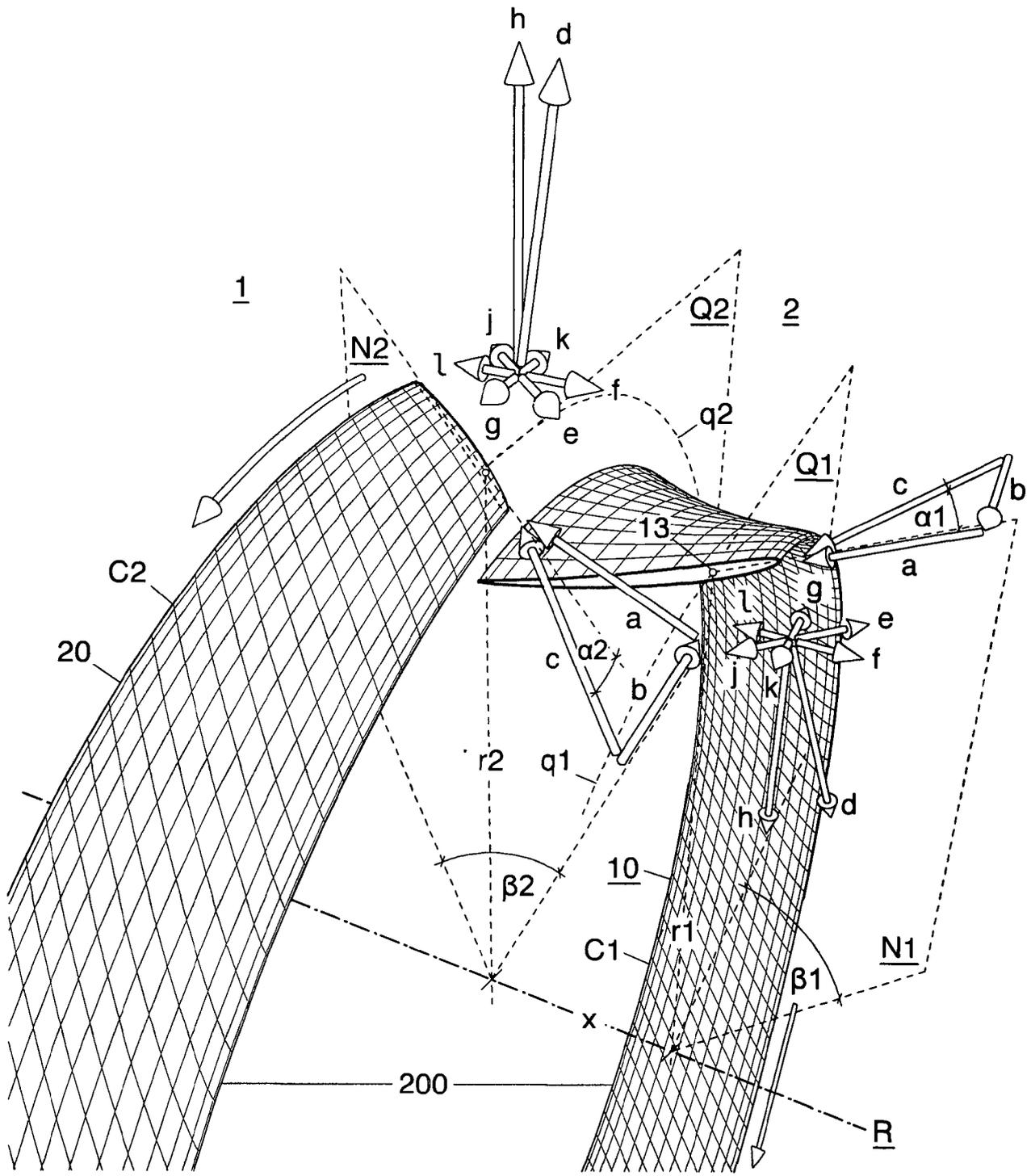


Fig.3

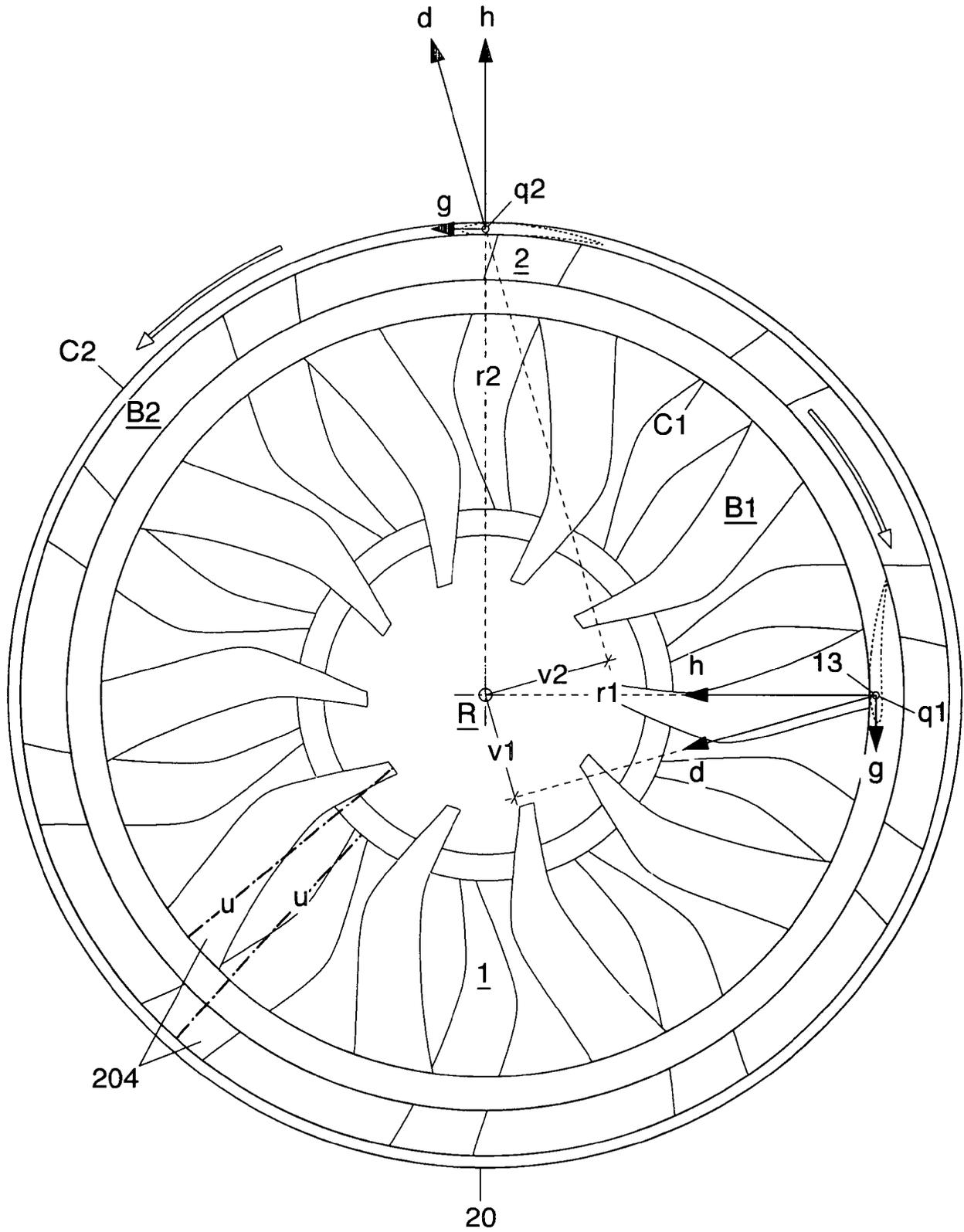


Fig.4

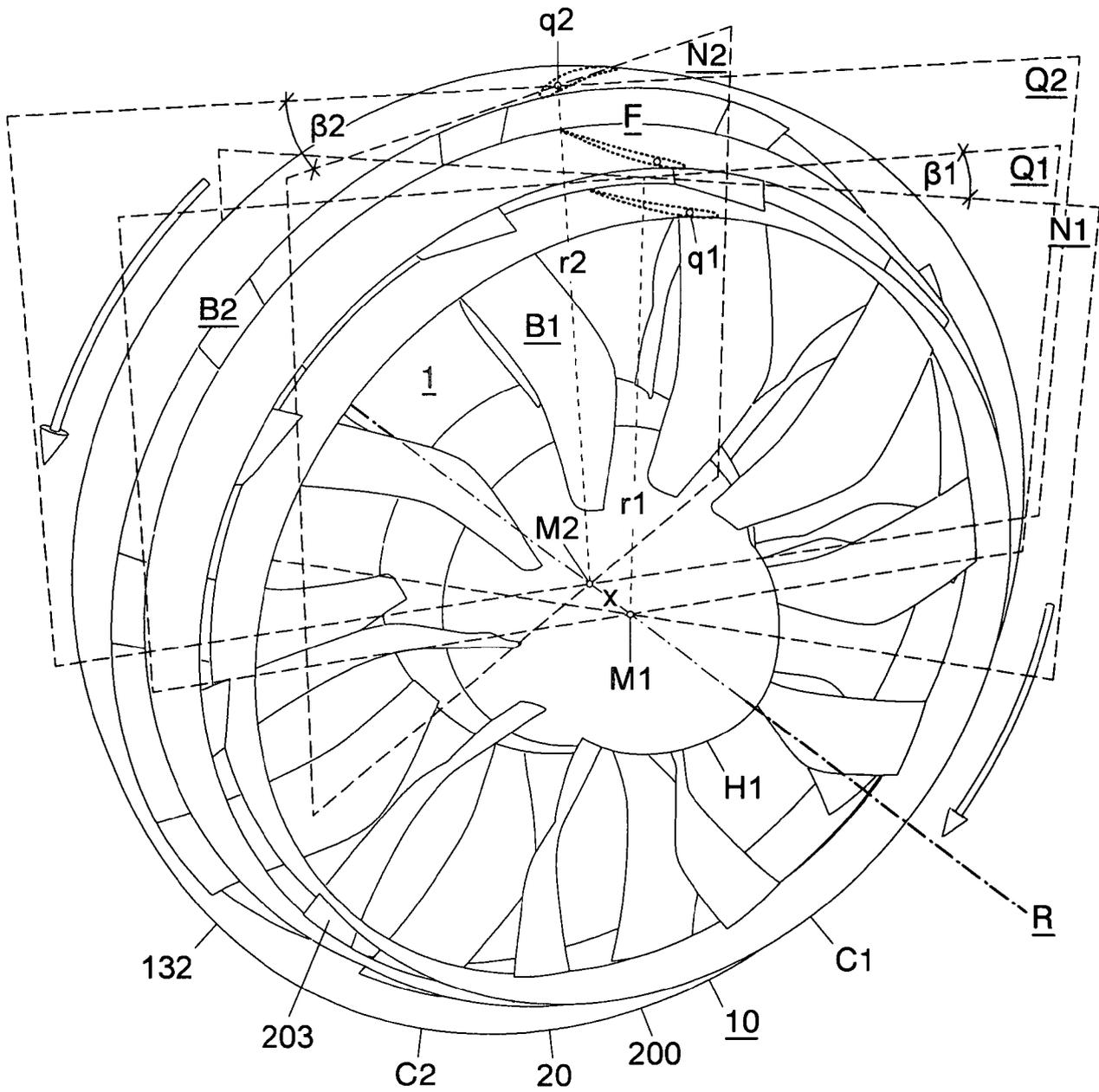


Fig.6

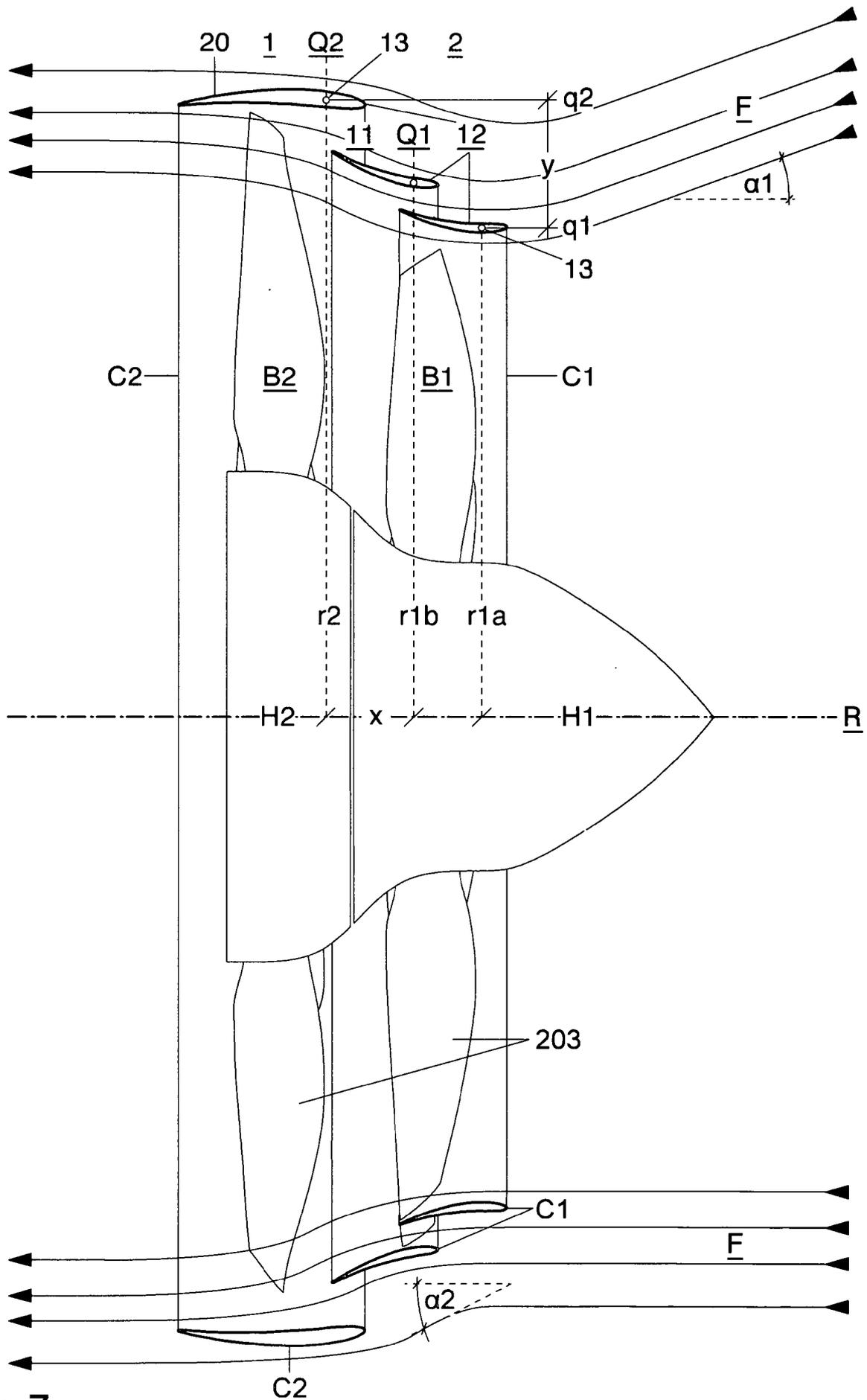


Fig.7

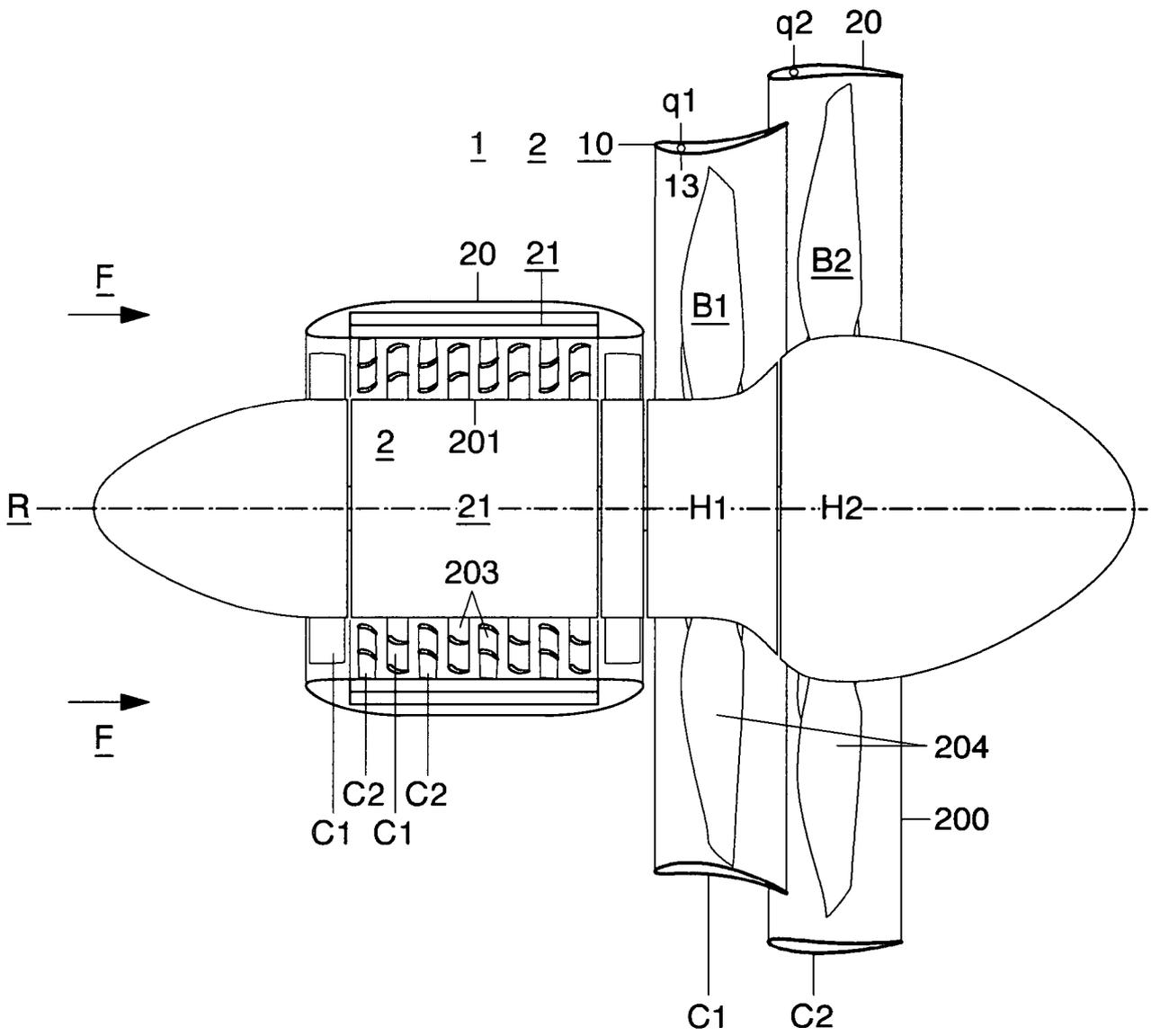


Fig.8

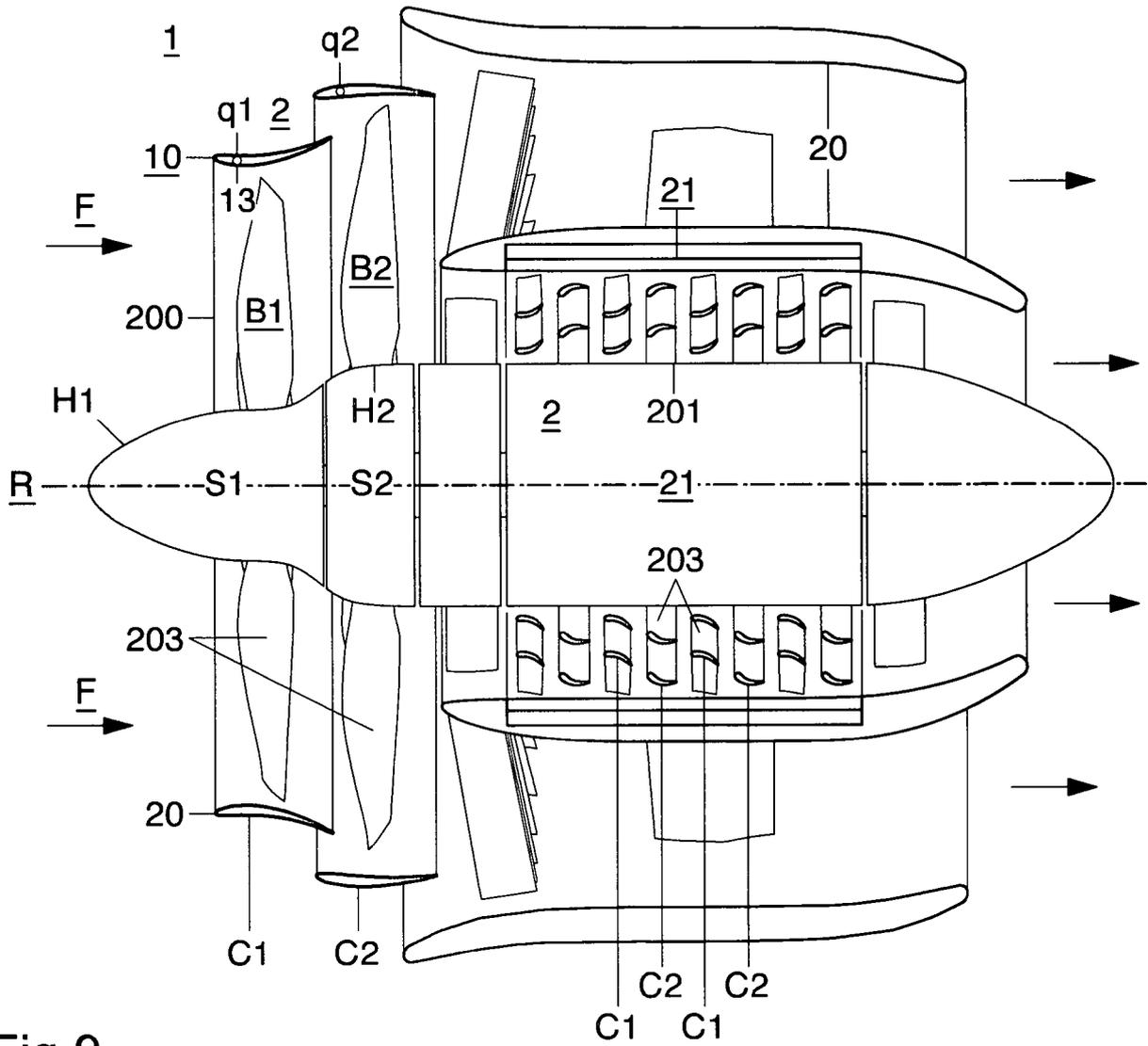


Fig.9

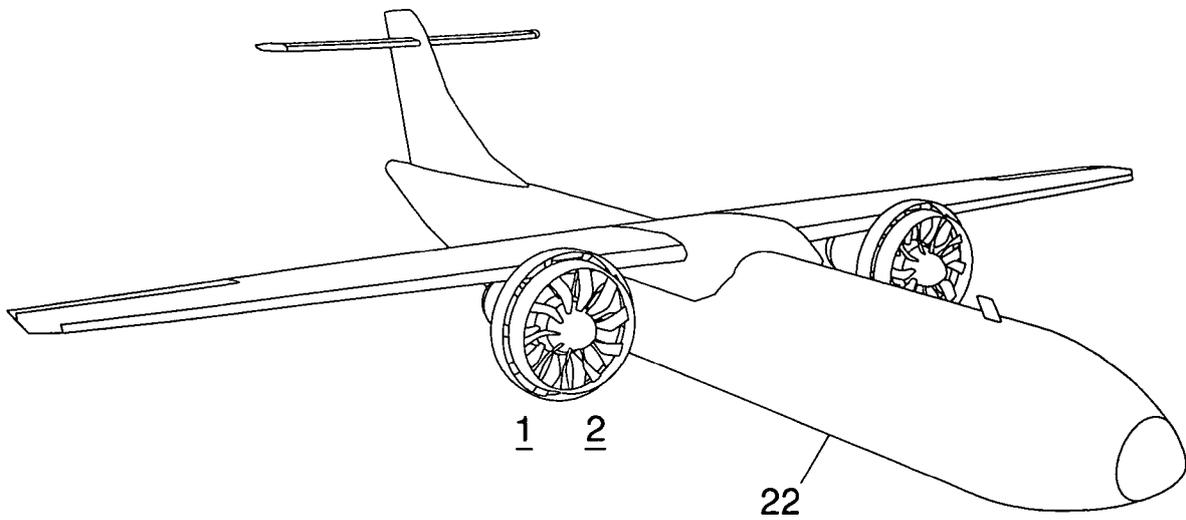


Fig.10

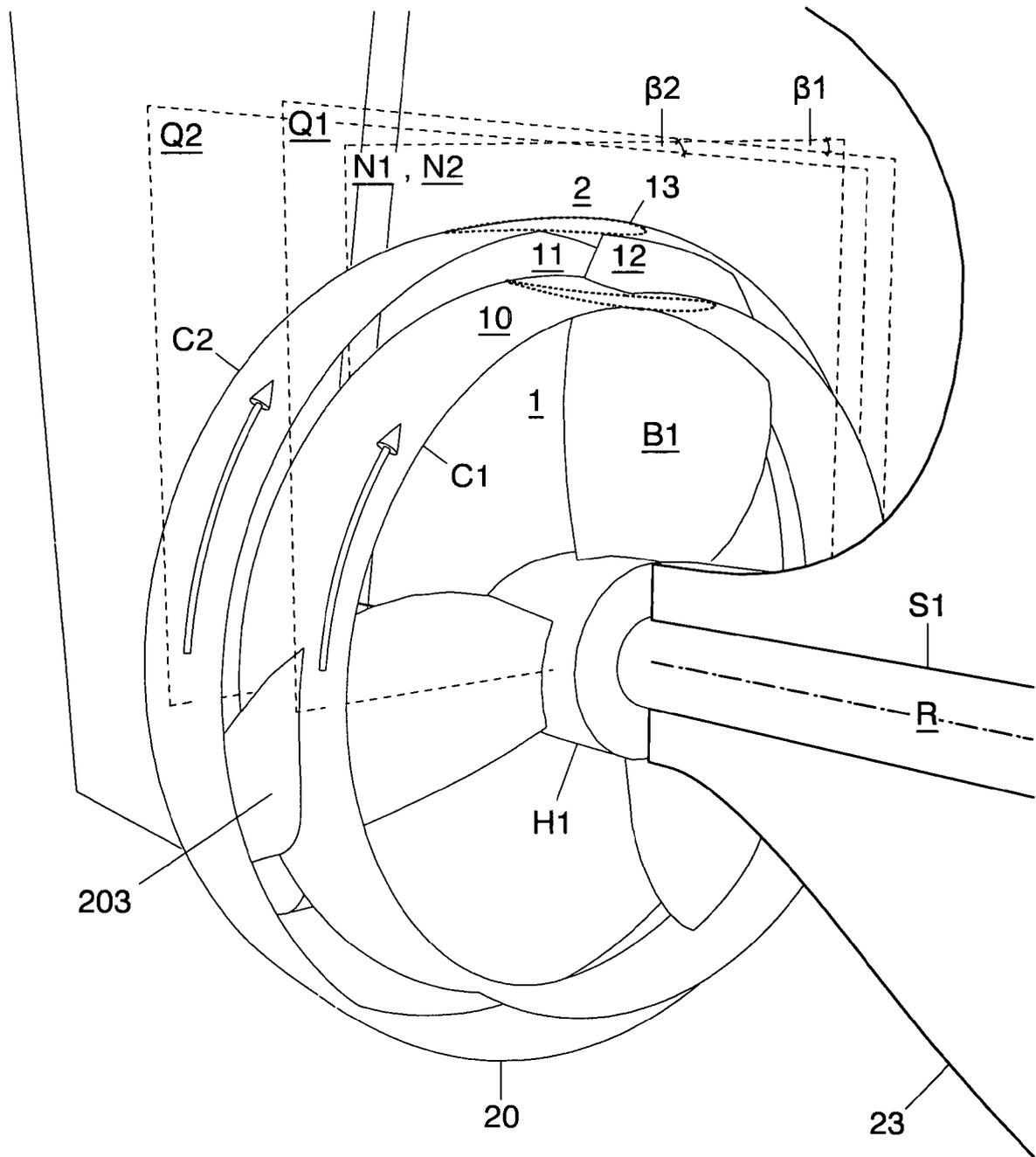


Fig.12

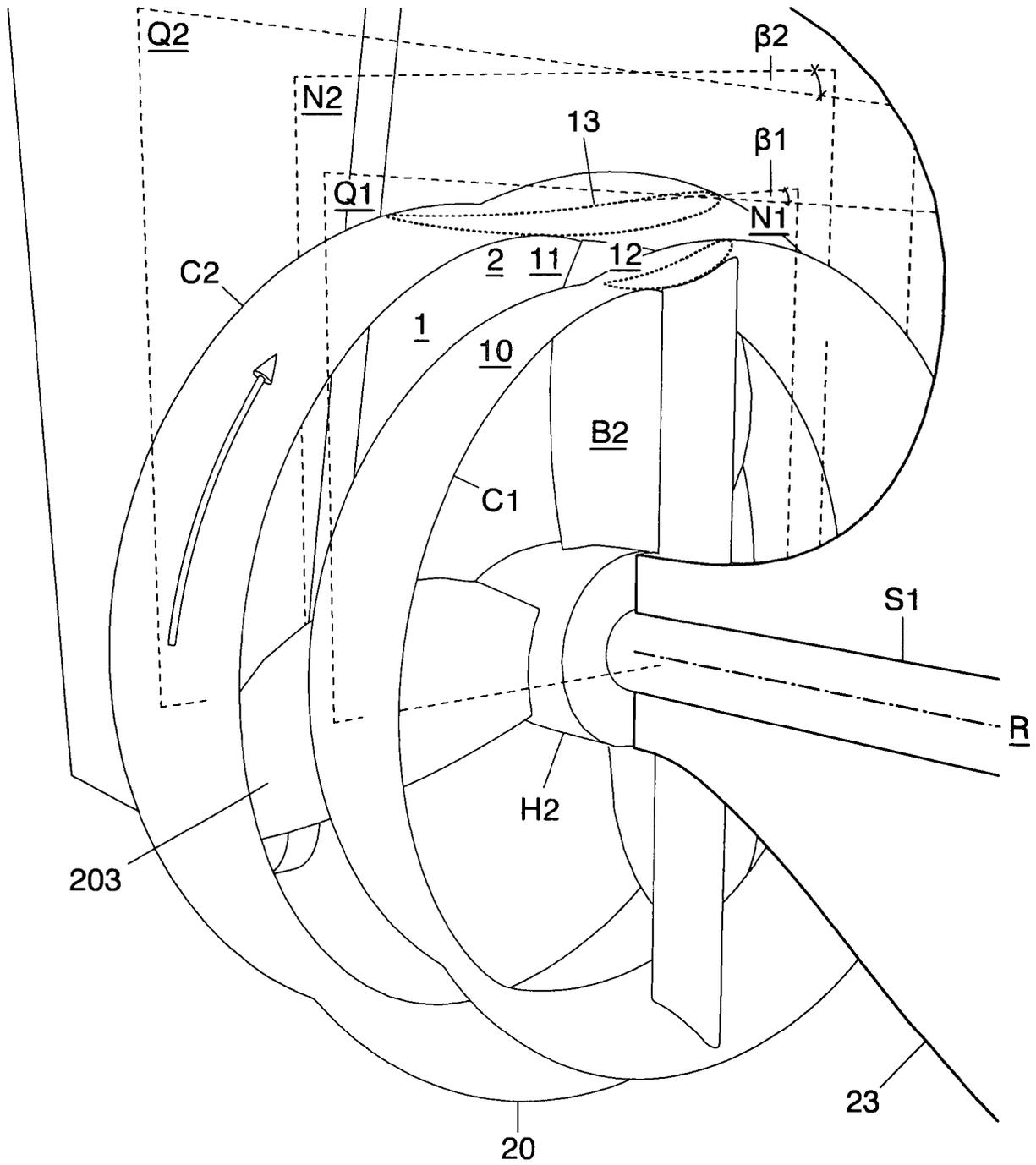


Fig.14

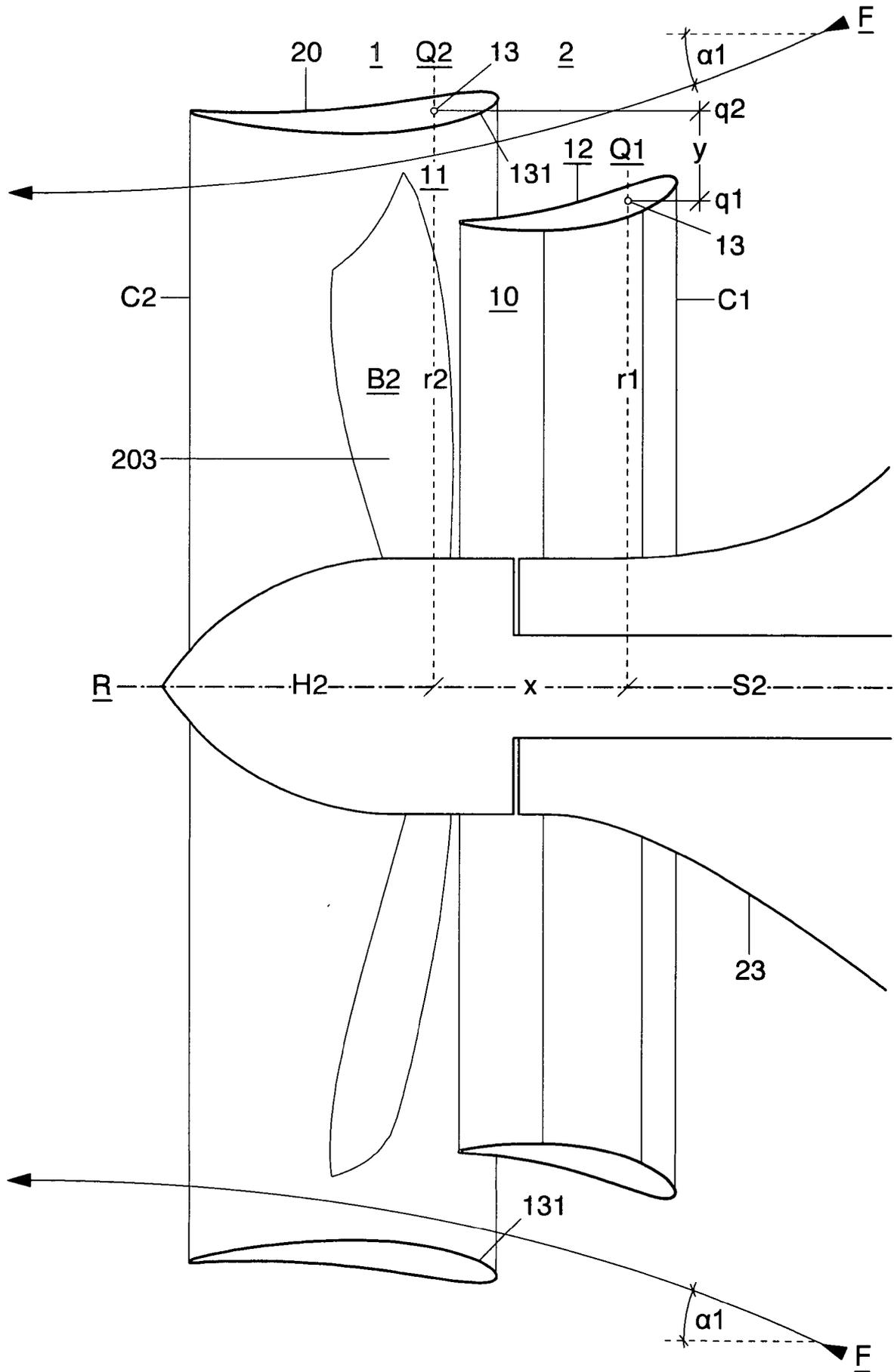


Fig.15

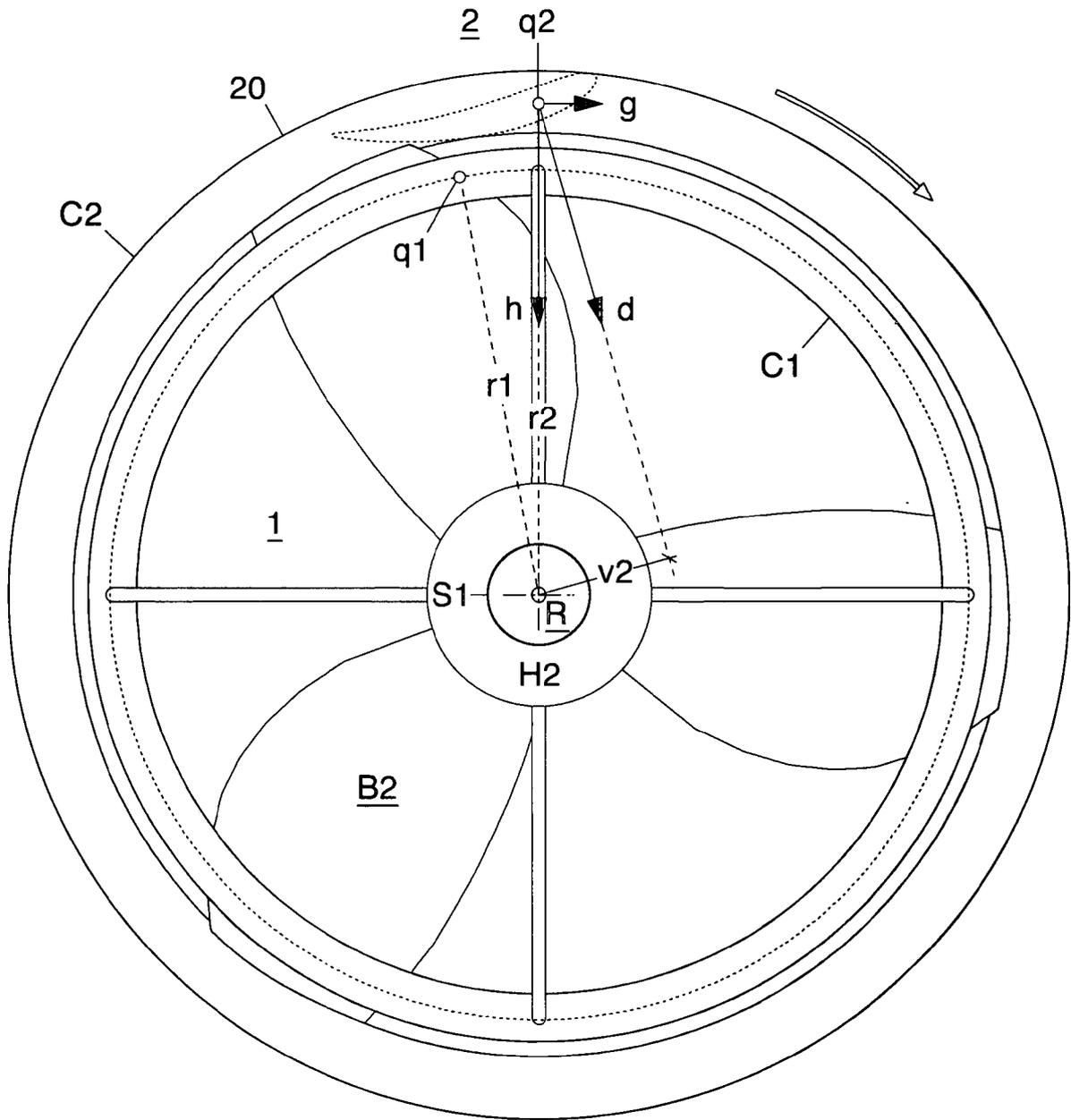


Fig.16

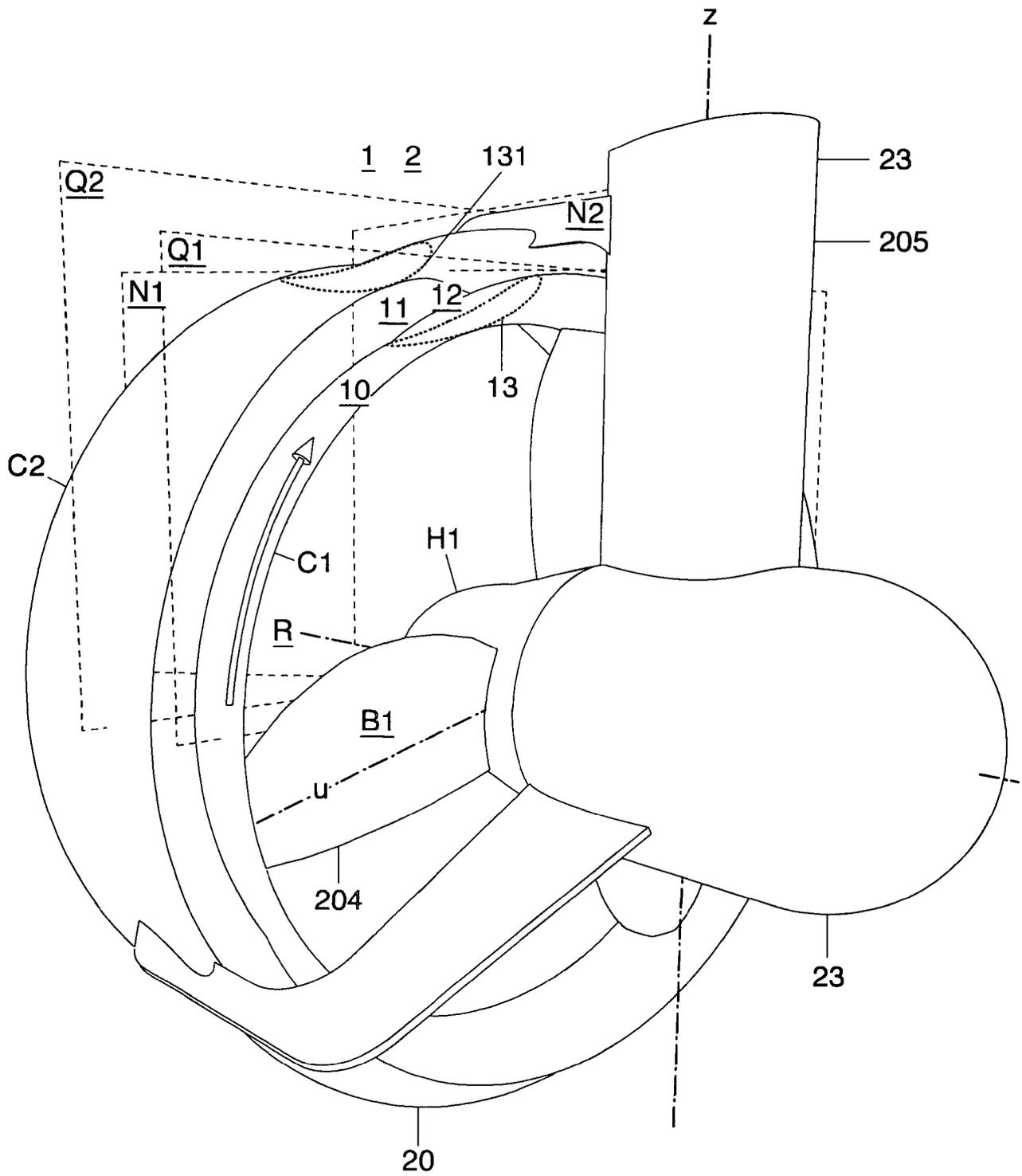


Fig.17

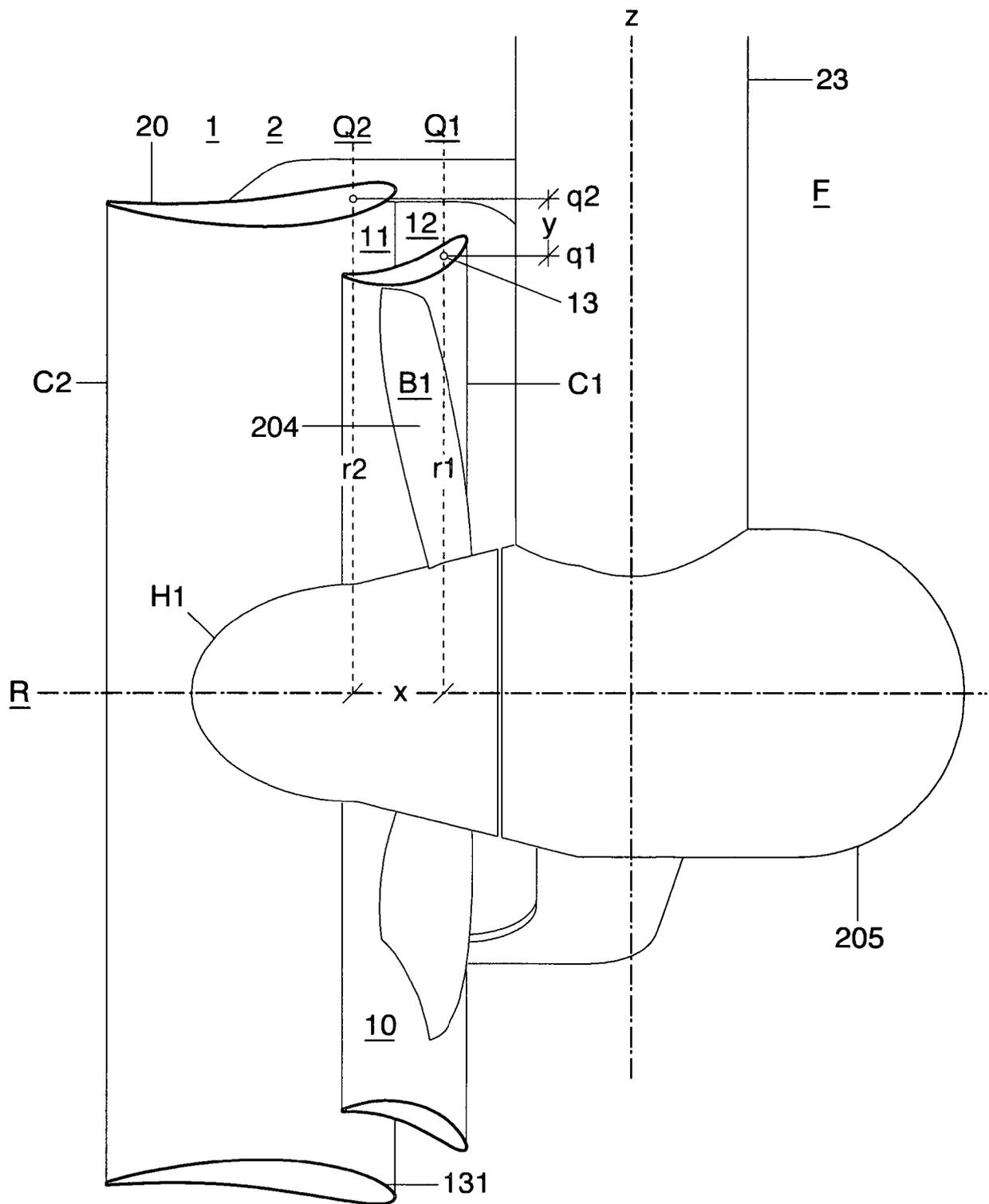


Fig.18

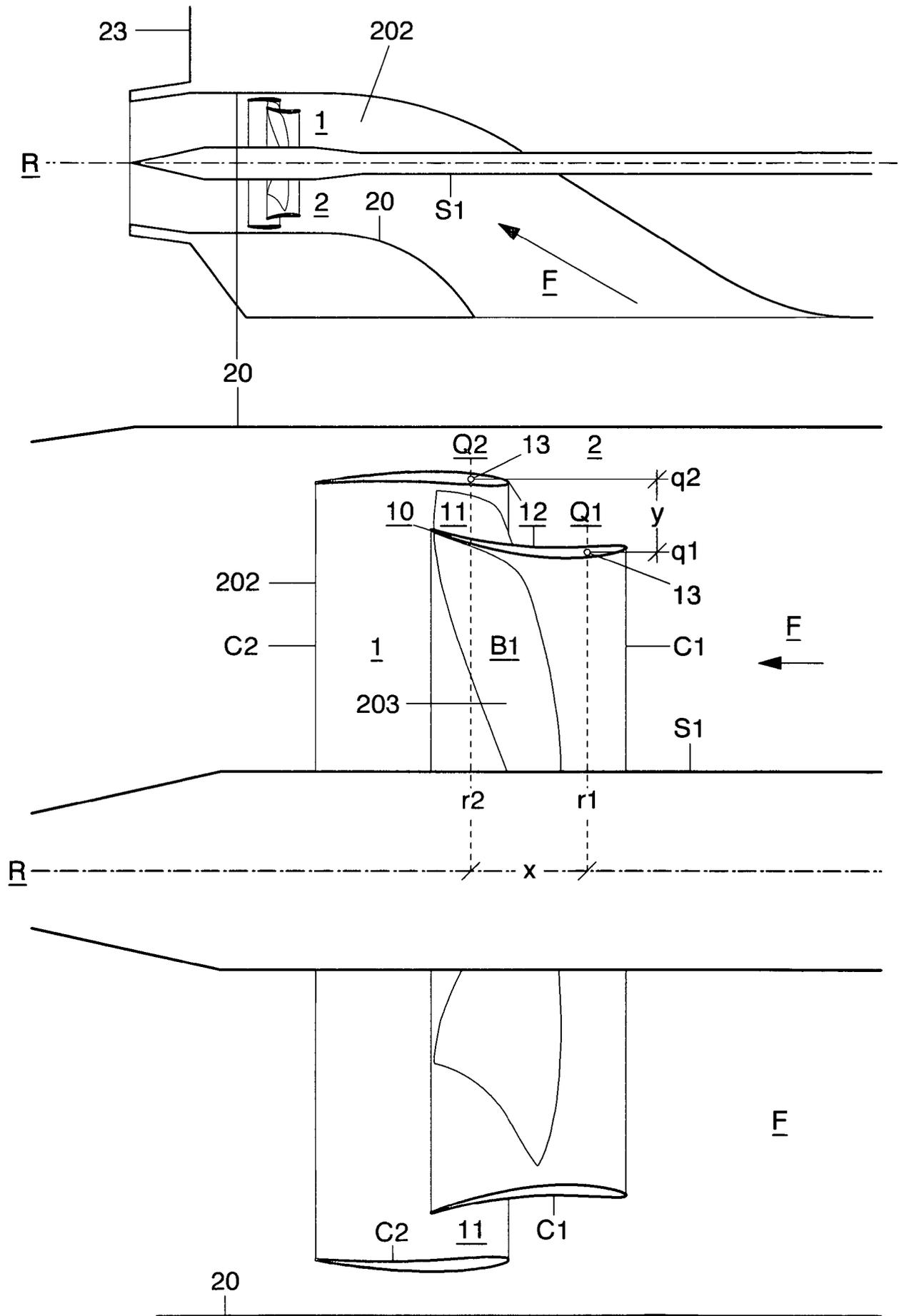


Fig.19

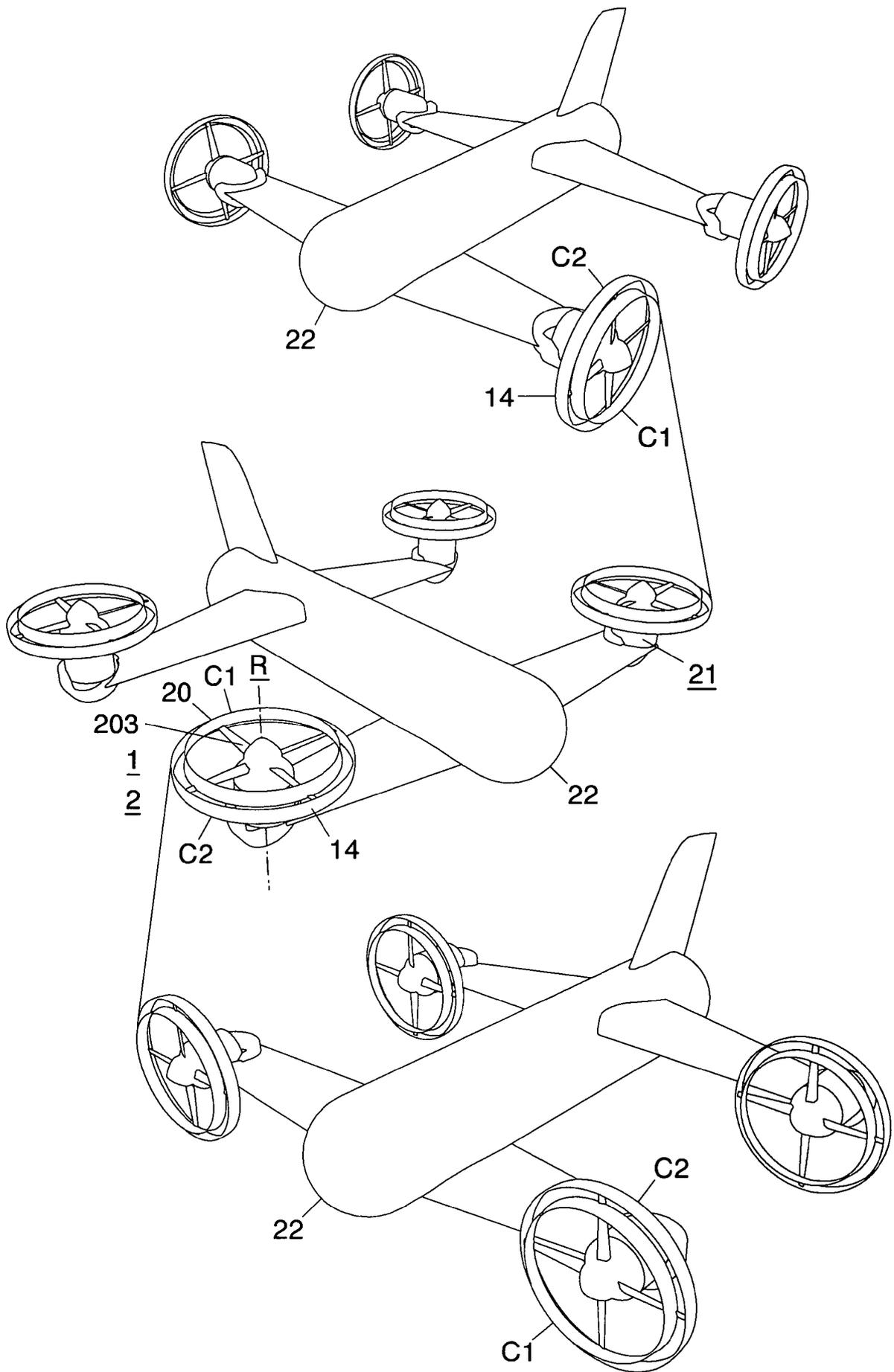


Fig.20