

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. März 2021 (18.03.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/048230 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04D 29/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/075238

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. September 2020 (09.09.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 006 484.4
11. September 2019 (11.09.2019) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: GRIMM, Friedrich [DE/DE]; Züricher Str.
18, 70376 Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: RAIBLE DEISSLER LEHMANN PATENT-
ANWÄLTE; Senefelderstr. 26, 70176 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: DUCTED-FAN ENGINE WITH AT LEAST ONE TORQUE STAGE

(54) Bezeichnung: MANTELSTROMTRIEBWERK MIT MINDESTENS EINER DREHMOMENTSTUFE

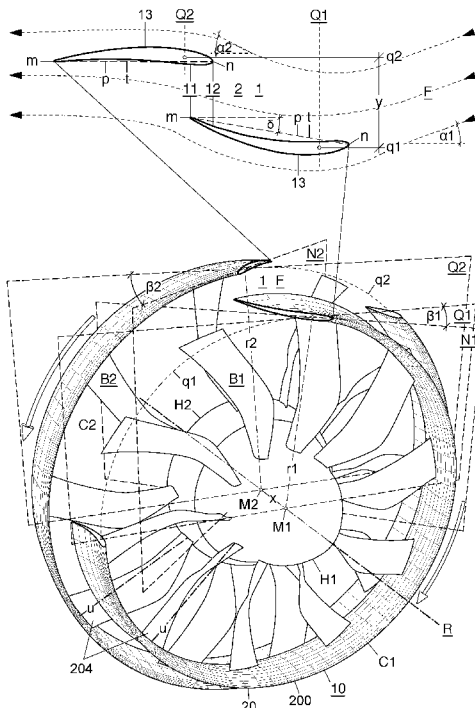


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a ducted-fan engine (1) which is designed to generate thrust for an aircraft (22) or for a watercraft (23) and which has at least one relatively small ring vane (C1), which is positioned upstream in the direction of thrust and which has the radius (r1), and a torque stage (2), which is formed by a downstream, relatively large ring vane (C2) with the radius (r2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein 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 dem Radius (r1) und von einem nachfolgenden größeren Ringflügel (C2) mit dem Radius (r2) gebildete Drehmomentstufe (2) aufweist.



WO 2021/048230 A1

Beschreibung

Mantelstromtriebwerk mit mindestens einer Drehmomentstufe

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. Mit Bezug zu dem Begriff Druckpunkt, der an dem Flügelprofil einer Tragfläche den Schnittpunkt der Luftkraftresultierenden mit der Profilverse an etwa einem Drittel der Flächentiefe bezeichnet, wird im Rahmen der Erfindung der Begriff Druckpunktlinie für einen Ringflügel analog verwendet. Die Ringflügel haben jeweils Wirkungsebenen mit kreisförmigen Druckpunktlinien, deren Mittelpunkte auf einer Rotationsachse für mindestens einen mittels von Rotorblättern mit einer Nabe verbundenen Ringflügel liegen. Die Druckpunktlinien der beiden Ringflügel sind entlang 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 bevorzugt 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, der zusammen mit der Flügel Nase des größeren Ringflügels die ringförmige Leitdüse mit Leitflächen für die Anströmung des größeren Ringflügels mit einem konvergenten oder divergenten Konuswinkel 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 Profilverse auf, sodass die Drehmomentstufe innerhalb der Strömung bevorzugt 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

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 Flugzeugs 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 Düsenschubvektor 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.

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 Profilhöhe auf, sodass der Propeller von der Kreisringform abweicht.

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 flügelartig profilierten Hülse verbunden sind, um ein Luftstrahltriebwerk zu bilden.

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.

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.

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.

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 Läufering für einen Doppelspulenakkumulator aufnimmt.

Aus der WO 2009/153124 A2 geht ein feststehender Ringflügel hervor, der den Elektroantrieb für mindestens zwei hintereinander rotierende, nabenlose Propeller aufnimmt.

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

Aufgabenstellung

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.

Die Aufgabe wird mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen erfüllt. Weitere Aufgaben und vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Eine gestufte Anordnung für zwei unterschiedlich große Ringflügel bildet einen zweischichtigen Mantel, der bevorzugt fluiddynamisch als Drehmomentstufe wirkt. Der kleinere der beiden Ringflügel ist als Leitring für die Anströmung des größeren Ringflügels mit einem Konuswinkel ausgebildet, 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.

Es sind mehrere Lösungen vorhanden:

- 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 angelenkt 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

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 Flügelhinterkante erstreckenden Profilhöhle aufweisen. Die Druckpunktlinien der beiden Ringflügel sind entlang der Rotationsachse bzw. 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 bevorzugt 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 bevorzugt an mindestens einem der beiden Ringflügel ein Drehmoment an der Rotationsachse bewirkt. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Ringflügel entlang der Rotationsachse der Länge nach derart voneinander beabstandet, dass sich die Flügelhinterkante des kleineren Ringflügels mit

der Flügelhase 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

Der von dem kleineren Ringflügel gebildete Leitring weist in der mit einem Neigungswinkel gegenüber 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 Profilschnecken 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

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 entlang 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 fluidodynamisch 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 Profilschneide des kleineren Ringflügels einen positiven Steigungswinkel gegenüber der Rotationsachse auf, während die Profilschneide 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 Profilschneide 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 tangentiale 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 Profilschneide 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 vektoriellen Betrachtung der strömungsdynamisch bewirkten Kräfte greift an dem als Auftriebsläufer rotierenden, kleineren Ringflügel die Auftriebskraft an der kreisförmigen 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 einbeschriebenen, 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

An dem 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 Profilversehnung 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.

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 tangentielle 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 bevorzugt 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.

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.

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 Zirkulationsströmung 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.

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 fluiddynamisch 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 Profilhöhe p sich zwischen einer Flügel Nase n und einer Flügelhinterkante m über eine Profiltiefe t erstreckt. In den Wirkungsebenen Q1,Q2 liegen kreisförmige Druckpunktlinien q_1,q_2 , die der Länge x nach einen Abstand zwischen den Mittelpunkten M_1,M_2 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 Profilhöhe p einen Steigungswinkel δ auf, während an dem größeren Ringflügel C2 die Profilhöhe p parallel zu der Rotationsachse R ausgerichtet ist und die konvexe Saugseite an der Außenseite ausgebildet ist. Innerhalb der Strömung E 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 E fluiddynamisch wirksamen Stellung. Die gegenläufig rotierenden Rotorblätter B1,B2 beschleunigen und lenken die Strömung E 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 tangentielle Antriebskraft g und eine Schubkraft f resultieren. Dabei bildet der kleinere Ringflügel C1 einen Leitring 10 für eine divergente Umlenkung der Strömung E, 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 tangentielle Antriebskraft g herleitbar sind. Die beiden Ringflügel C1,C2 sind so angeordnet, dass sich die Flügelhinterkante m des kleineren Ringflügels C1 mit der Flügel Nase n des größeren Ringflügels C2 überlappt und eine Leitdüse 11 für die divergente Anströmung des größeren Ringflügels C2 bildet.

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 E, 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.

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 l und der Gegenspieler der tangentialen Antriebskraft g ist der Rotationswiderstand k. Der Ringflügel C1 weist einen Radius r1 auf und bildet, wie in Fig. 1-2 gezeigt, einen Leitring 10 für die Anströmung des größeren Ringflügels C2 mit dem Radius r2, 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 tangentiale 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 l der Schubkraft f entgegenwirken.

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.

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 q_1 , q_2 sind durch den Abstand der Mittelpunkte M_1 , M_2 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 α_2 bilden. Die Profilschne p des kleineren Ringflügels C1 weist einen Steigungswinkel δ gegenüber der Rotationsachse R auf, während die Profilschne 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 α_1 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 α_2 , sodass in der Wirkungsebene Q2 der Drehmomentstufe 2 aus der Auftriebskraft d die Schubkraft f resultiert.

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 α_2 zu ermöglichen.

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 E, 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 α_2 , sodass an dem größeren Ringflügel C2, wie in Fig. 3 gezeigt, aus der Auftriebskraft d eine Schubkraft f und eine tangentielle 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 r_{1a} und r_{1b} gebildetes Tandemprofil 132 auf, das dazu ausgebildet ist, die Strömung E in zwei Stufen umzulenken, sodass der größere Ringflügel C2 mit einem möglichst steilen divergenten Konuswinkel α_2 angeströmt wird, um wie in Fig. 3-4 gezeigt, aus der Auftriebskraft d eine tangentielle Antriebskraft g und eine in Flugrichtung wirkende Schubkraft f zu erzeugen.

Fig. 8 zeigt ein Mantelstromtriebwerk 1 für ein Flugzeug im schematischen Längsschnitt und teilweise in der Schnittansicht. In Richtung der Strömung E 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 Läufer eines mantelseitigen Elektroantriebs 21 verbunden sind,

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

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 E ein Verdichtermodule 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 E 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.

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

Fig. 11 oben zeigt eine Intervallanordnung für zwei in Richtung der Strömung E 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.

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.

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.

Fig. 14 zeigt ein Mantelstromtriebwerk 1 mit einer Drehmomentstufe 2 am Beispiel eines Festpropeller 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.

Fig. 15 zeigt einen Längsschnitt des Festpropellers nach Fig. 14 mit Darstellung der von den Rotorblättern B2 und der Drehmomentstufe 2 bewirkten konvergenten Strömung E mit dem Konuswinkel 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.

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 tangentialen 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.

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.

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. 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 tangentielle Antriebskraft in der Wirkungsebene Q1.

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.

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.

Bezugszeichenübersicht

Mantelstromtriebwerk	<u>1</u>	Drehmomentstufe	<u>2</u>
Rotationsachse	<u>R</u>	Mantel	20
Länge	x	Höhe	y
Ringflügel	C1,C2	Zweistufiger Fan	200
Druckpunktlinie	q1,q2	Verdichtermodule	201
Radius	r1,r2	Jetantrieb	202
Mittelpunkt	M1,M2	Festpropeller	203
Wirkungsebene	<u>Q1,Q2</u>	Verstellpropeller	204
Schnittebene	<u>N1,N2</u>	Ruderpropeller	205
Neigungswinkel	β_1,β_2	Vertikale Drehachse	z
Leitring	<u>10</u>	Elektroantrieb	<u>21</u>
Leitdüse	<u>11</u>	Flugzeug	22
Leitfläche	<u>12</u>	Wasserfahrzeug	23
Asymmetrisches Flügelprofil	13	Strömung	<u>E</u>
Saugspitze	131	Konvergenter Konuswinkel	α_1
Tandemprofil	132	Divergenter Konuswinkel	α_2
Radius	r1a,r1b	Strömungsgeschwindigkeit	a
Flügel Nase	n	Umlaufgeschwindigkeit	b
Flügelhinterkante	m	Resultierende Anströmung	c
Profilsehne	p	Auftriebskraft	d
Steigungswinkel	δ	Vortriebskraft	e
Profiltiefe	t	Schubkraft	f
Nabe	H1,H2	Tangentiale Antriebskraft	g
Welle	S1,S2	Sogkraft	h
Rotorblatt	<u>B1,B2</u>	Widerstand	j
Drehachse	u	Rotationswiderstand	k
Auslegungsschnellaufzahl	λ	Fahrtwiderstand	l
Reifen	14	Versatz	v1,v2

Patentansprüche

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 (r_1) und von einem nachfolgenden größeren Ringflügel (C2) mit einem Radius (r_2) gebildete Drehmomentstufe (2) aufweist, welche Ringflügel (C1,C2) jeweils Wirkungsebenen (Q1,Q2) mit kreisförmigen Druckpunktlinien (q_1,q_2) haben, deren Mittelpunkte (M1,M2) auf einer Rotationsachse (R) für mindestens einen der Ringflügel (C1,C2) 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 Profilsehne (p) aufweisen und die Druckpunktlinien (q_1,q_2) der beiden Ringflügel (C1,C2) entlang 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, 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 (E) einen Leitring (10) und zusammen mit der Flügel Nase (n) des größeren Ringflügels (C2) eine ringförmige Leitdüse (11) mit Leitflächen (12) für eine resultierende Anströmung (c) des größeren Ringflügels (C2) mit einem konvergenten oder mit einem divergenten Konuswinkel (α_1,α_2) bildet.
2. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1, bei dem der von dem kleineren Ringflügel (C1) mit dem Radius (r_1) 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 (r_{1a},r_{1b}) besteht, deren Saugseiten der Rotationsachse (R) zugewandt sind und deren Profilsehnen (p) in Bezug zu der Rotationsachse (R) einen in Richtung der Strömung (E)

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 Profillehne (p) hat.

3. Mantelstromtriebwerk (1) nach Anspruch 1 oder 2, 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 Flügelhase (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 einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich an einem Paar von Ringflügeln (C1,C2) einer Drehmomentstufe (2), deren asymmetrische Flügelprofile (13) einander zugekehrte Druckseiten aufweisen, innerhalb der Strömung (E) 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 einem der vorhergehenden Ansprüche, 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 (Q_1) geneigten Schnittebene (N_1) der Drehmomentstufe (2) durch den Mittelpunkt (M_1) 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 (Q_2) geneigten Schnittebene (N_2) der Drehmomentstufe (2) durch den Mittelpunkt (M_2) 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 (q1, q2) bewirkte Auftriebskraft (d) mit einem Versatz (v1, v2) an der Rotationsachse (R) angreift, sodass in den Wirkungsebenen (Q1, Q2) der Drehmomentstufe (2) jeweils eine tangentielle Antriebskraft (g) und eine Ansaugkraft (f) aus der Auftriebskraft (d) abgeleitet werden können.

6. Mantelstromtriebwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 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 (E) der Länge (x) nach und durch die radiale Höhe (y) als der Differenz zwischen den Radien (r1, r2) der kreisförmigen Druckpunktlinien (q1, q2) derart voneinander beabstandet sind, dass ein zweistufiger Fan (200) mit der fluiddynamisch wirksamen Drehmomentstufe (2) gebildet wird, wobei die Druckseiten der Ringflügel (C1, C2) einander zugekehrt sind und die Profilhöhe (p) des kleineren Ringflügels (C1) in Richtung der Strömung (E) mit einem Steigungswinkel (δ) gegenüber der Rotationsachse (R) ansteigt und wobei die Profilhöhe (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 einem der vorhergehenden Ansprüche, das für ein Flugzeug (22) ausgebildet ist und bei dem eine Mehrzahl innerhalb eines feststehenden Mantels (20) hintereinander angeordneter Festpropeller (203) ein Verdichtermodule (201) bilden, wobei ein in Richtung der Strömung (E) vorauslaufender Festpropeller (203) mindestens zwei kleinere Ringflügel (C1)

aufweist und mittels der Rotorblätter (B1) mit einem mantelseitigen Läufering eines in den feststehenden Mantel (20) integrierten, ersten Elektroantriebs (21) verbunden ist, während ein in Richtung der Strömung (E) folgender Festpropeller (203) mindestens zwei größere Ringflügel (C2) aufweist, die mittels der Rotorblätter (B2) mit einem nabenseitigen Läufering 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 einem der vorhergehenden Ansprüche, das in der Startphase eines Flugzeugs (22) oder eines Wasserfahrzeugs (23) eine konvergente Strömung (E) induziert, sodass der kleinere Ringflügel (C1) mit einem konvergenten Konuswinkel (α_1) angeströmt wird und der Steigungswinkel (δ) der Profilhöhe (p) des kleineren Ringflügels (C1) als Anstellwinkel wirkt, wobei mit dem Erreichen der Betriebsgeschwindigkeit eine nur noch leicht konvergente Strömung (E) den kleineren Ringflügel (C1) anströmt, der mit seiner Flügelhinterkante (m) zusammen mit der Flügelhase (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 (q_2) über den gesamten äußeren Umfang des Ringflügels (C2) eine mit einem Versatz (v_2) an der Rotationsachse (R) angreifende Auftriebskraft (d) bewirkt, aus der in der zweiten Wirkungsebene (Q2) der Drehmomentstufe (2) eine in Drehrichtung wirkende tangentialen Antriebskraft (g) und eine in Fahrtrichtung des Flugzeugs (22) oder des Wasserfahrzeugs (23) wirkende Schubkraft (f) resultieren.
9. Mantelstromtriebwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 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 einem der vorhergehenden Ansprüche, 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 einem der vorhergehenden Ansprüche, 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 Festpropeller (203) um die Rotationsachse (R) rotiert, wobei sich die beiden Ringflügel (C1, C2) in Richtung der Strömung (E) 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 tangentielle Antriebskraft (g) und die in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs (23) wirkende Schubkraft (f) resultieren.

12. Mantelstromtriebwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 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 (q_1, q_2) 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 tangentielle Antriebskraft (g) und eine in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs (23) wirkende Schubkraft (f) resultieren.
13. Mantelstromtriebwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 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) angeordnet 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.

14. Mantelstromtriebwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der zweischichtige Mantel (20) im Betrieb eines Fahrzeugs (22,23) fluiddynamisch als Drehmomentstufe (2) wirksam ist, und bei welchem die Drehmomentstufe (2) durch den durch den kleineren Ringflügel (C1) gebildeten Leitring und durch die durch den größeren Ringflügel (C2) gebildete Leitdüse an mindestens einem der beiden Ringflügel (C1,C2) ein Drehmoment an der Rotationsachse bewirkt.
15. Mantelstromtriebwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem bei der Drehmomentstufe (2) mindestens ein Ringflügel (C1, C2) über radiale Rotorblätter mit einer Nabe (H1,H2) verbunden ist.

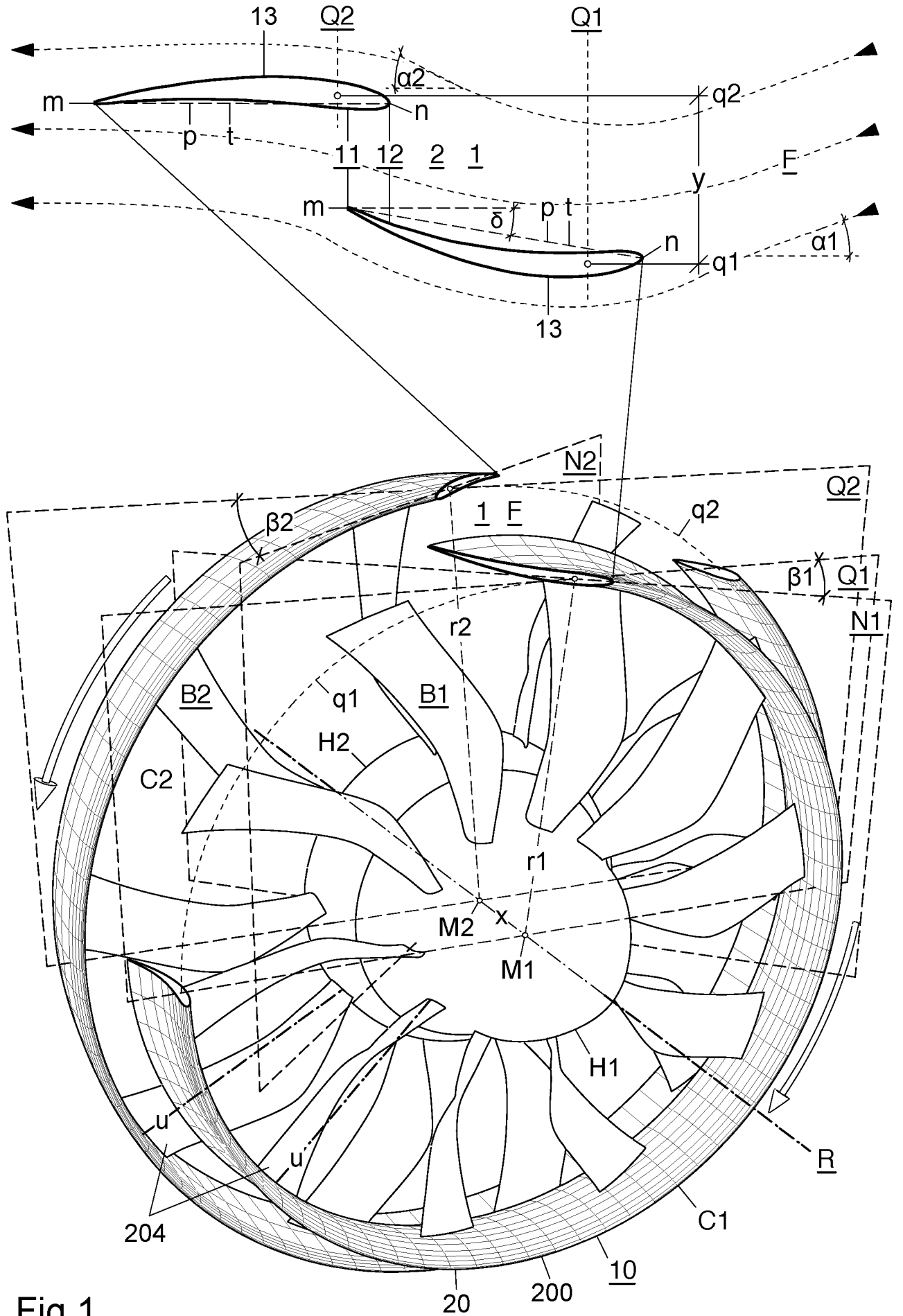


Fig. 1

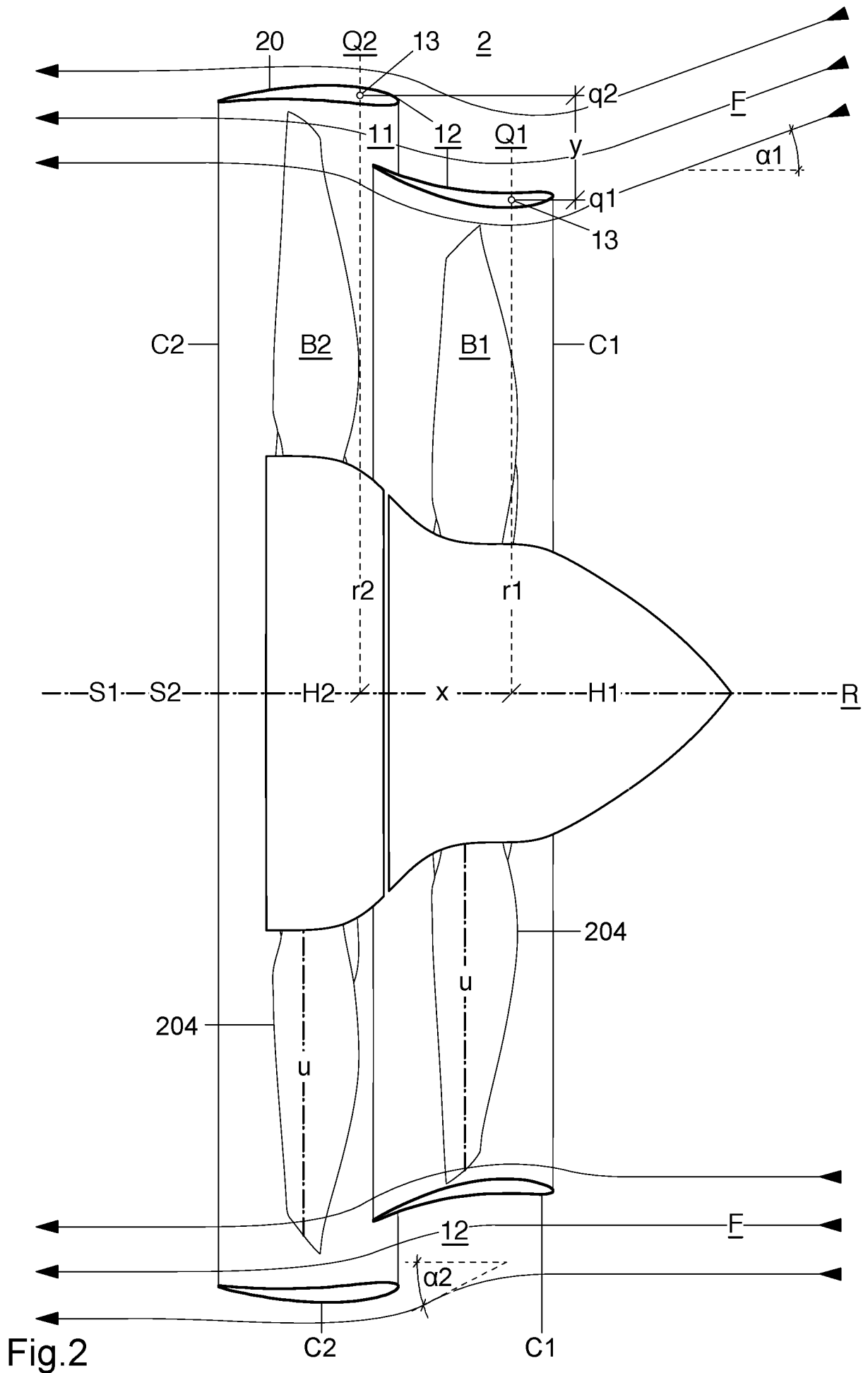


Fig.2

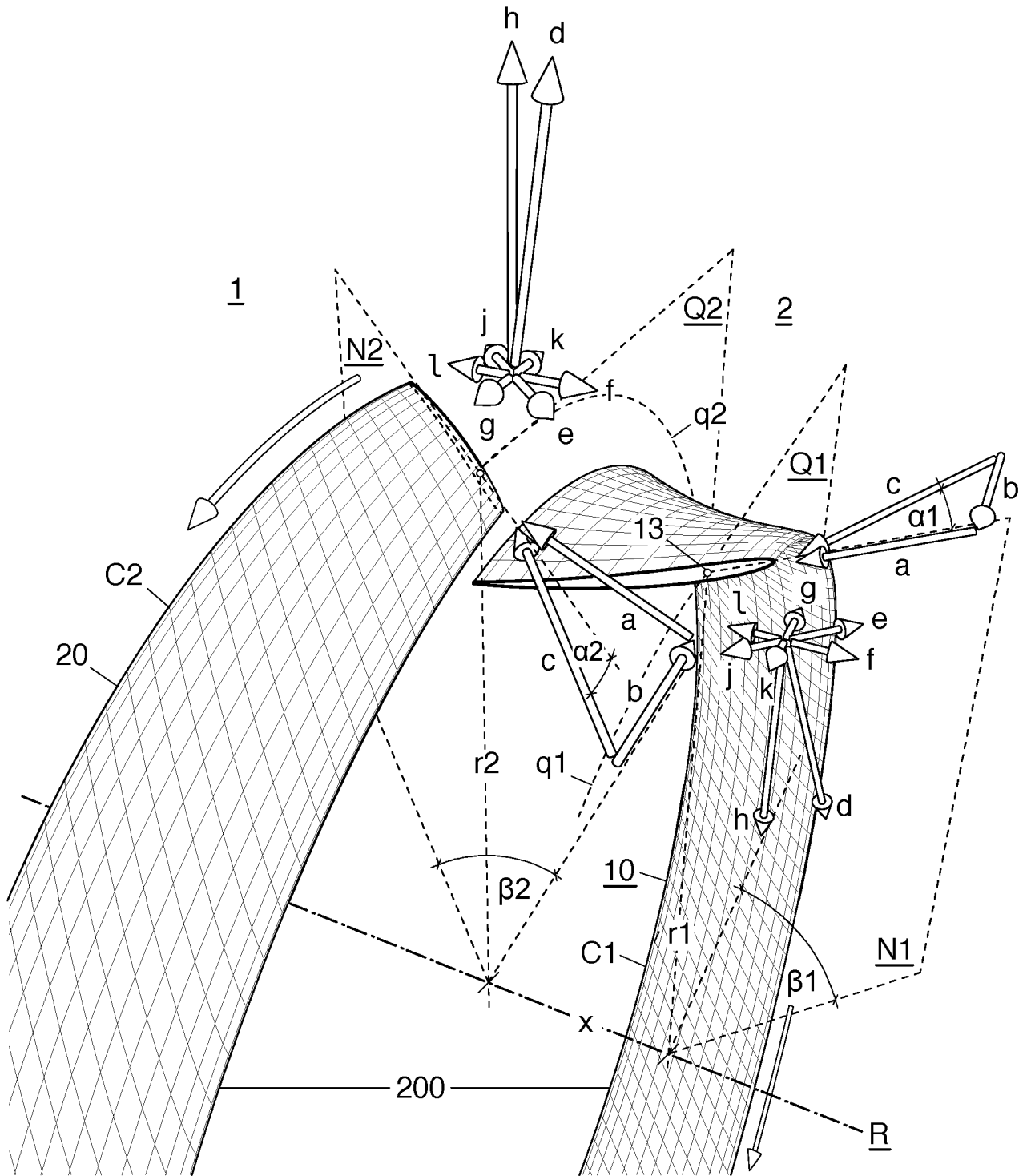


Fig.3

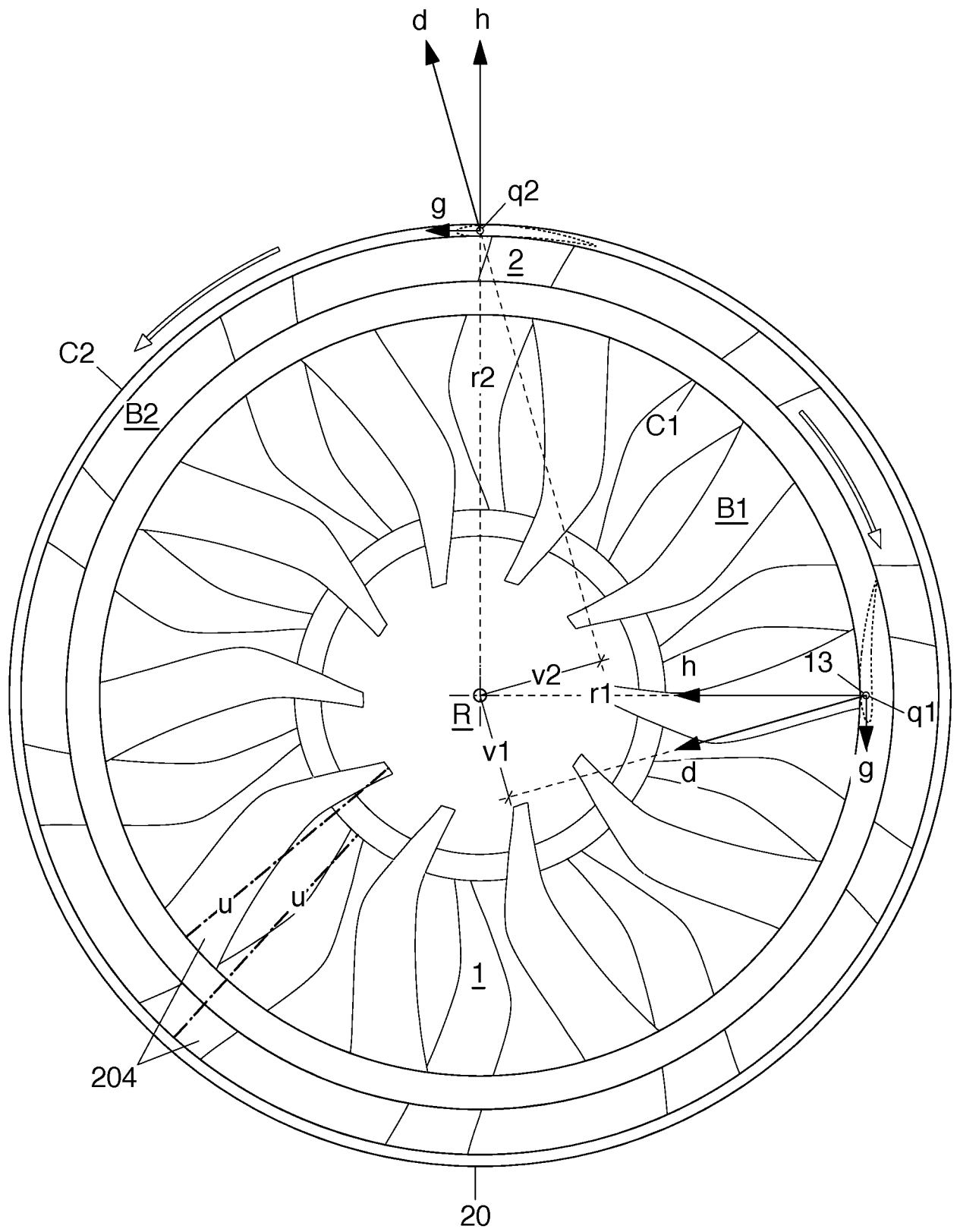


Fig.4

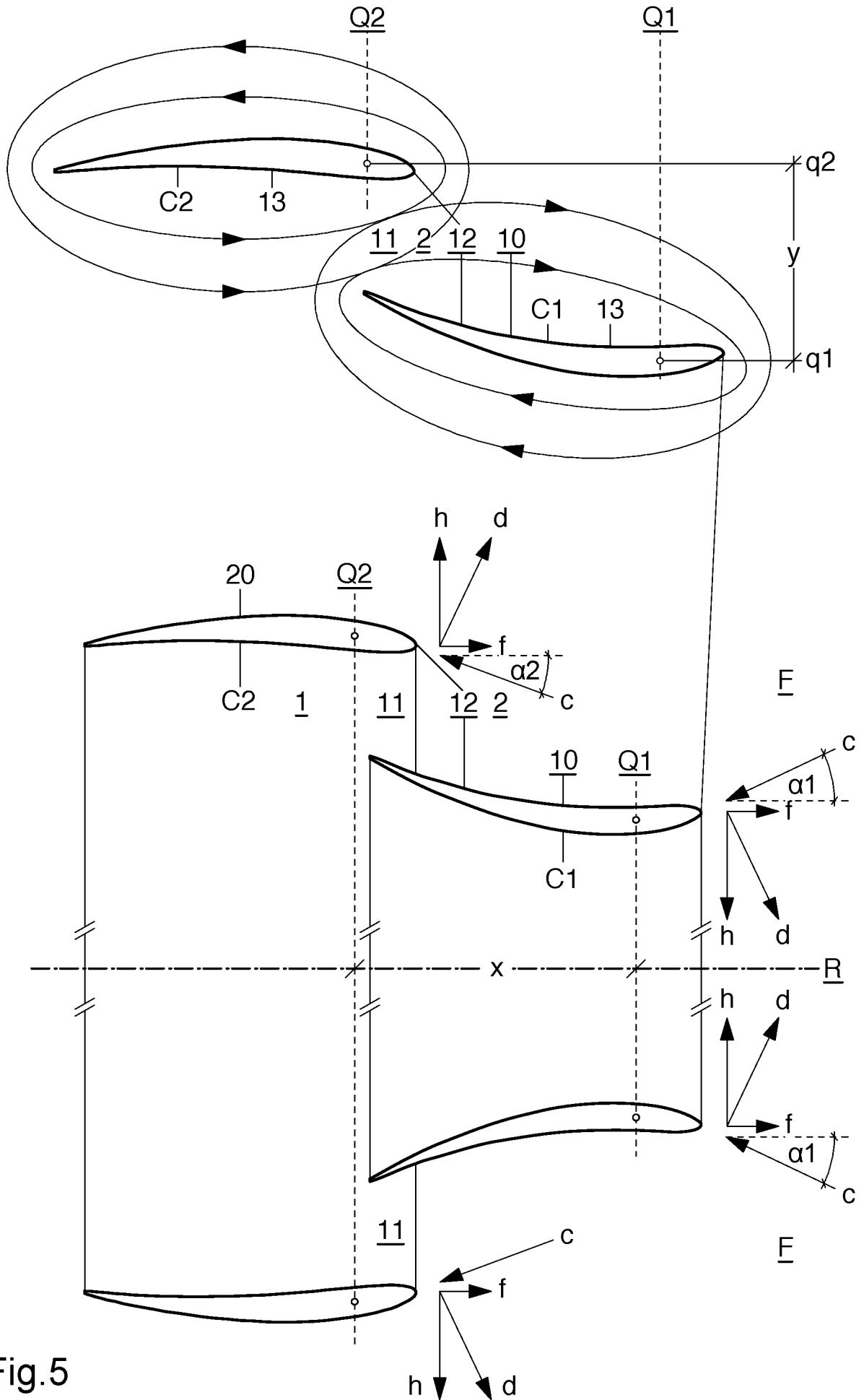


Fig.5

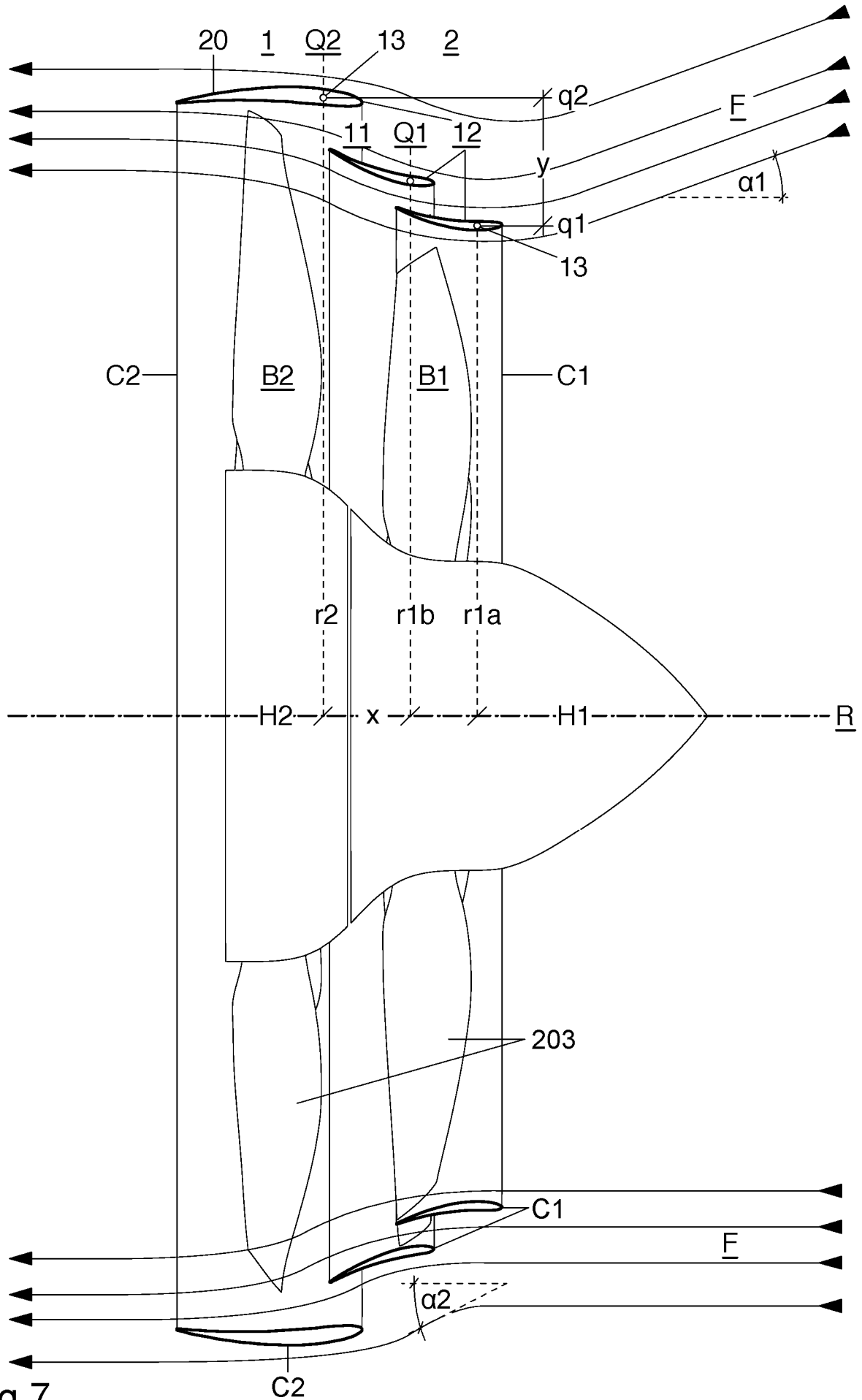


Fig.7

C2

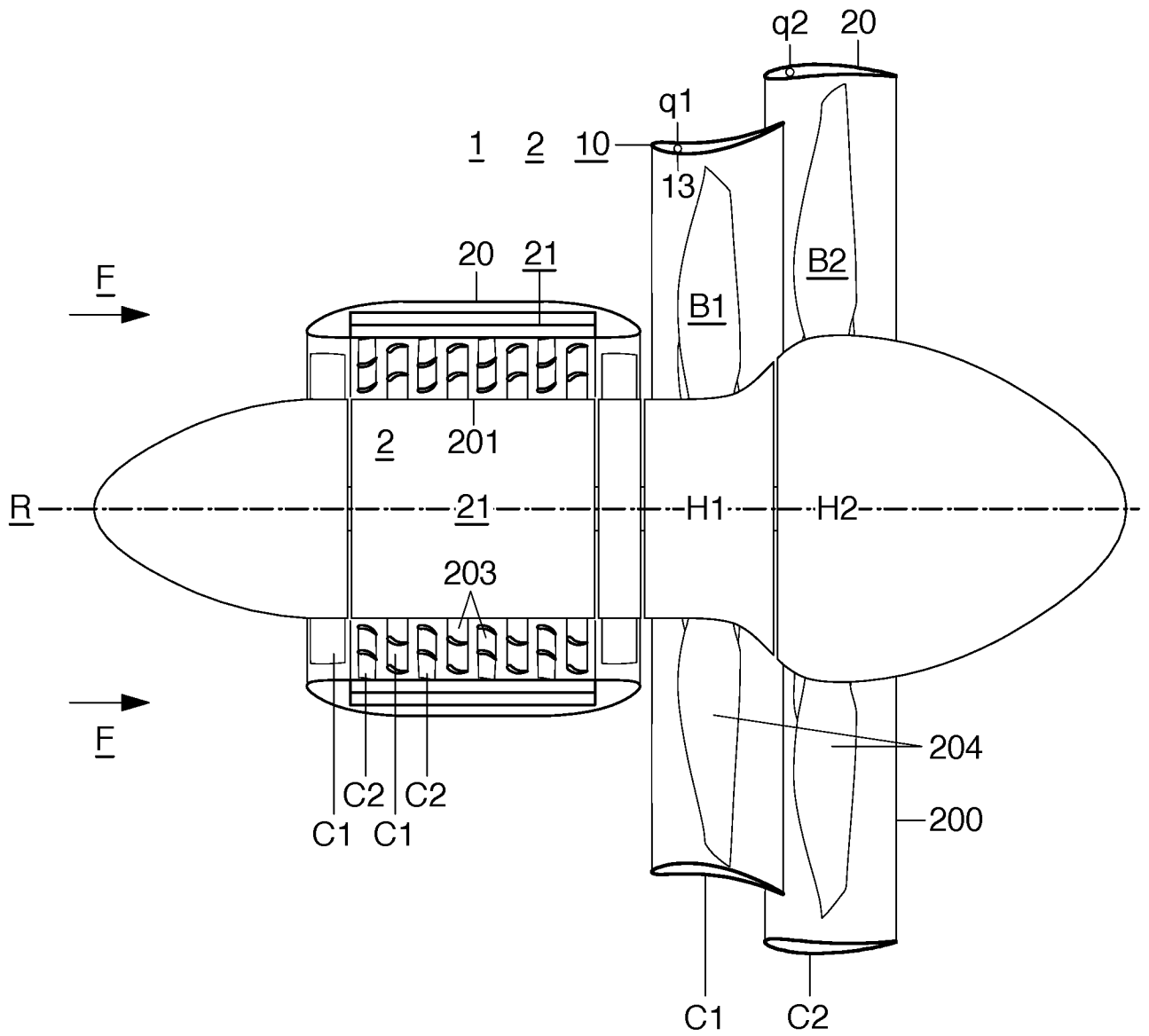


Fig.8

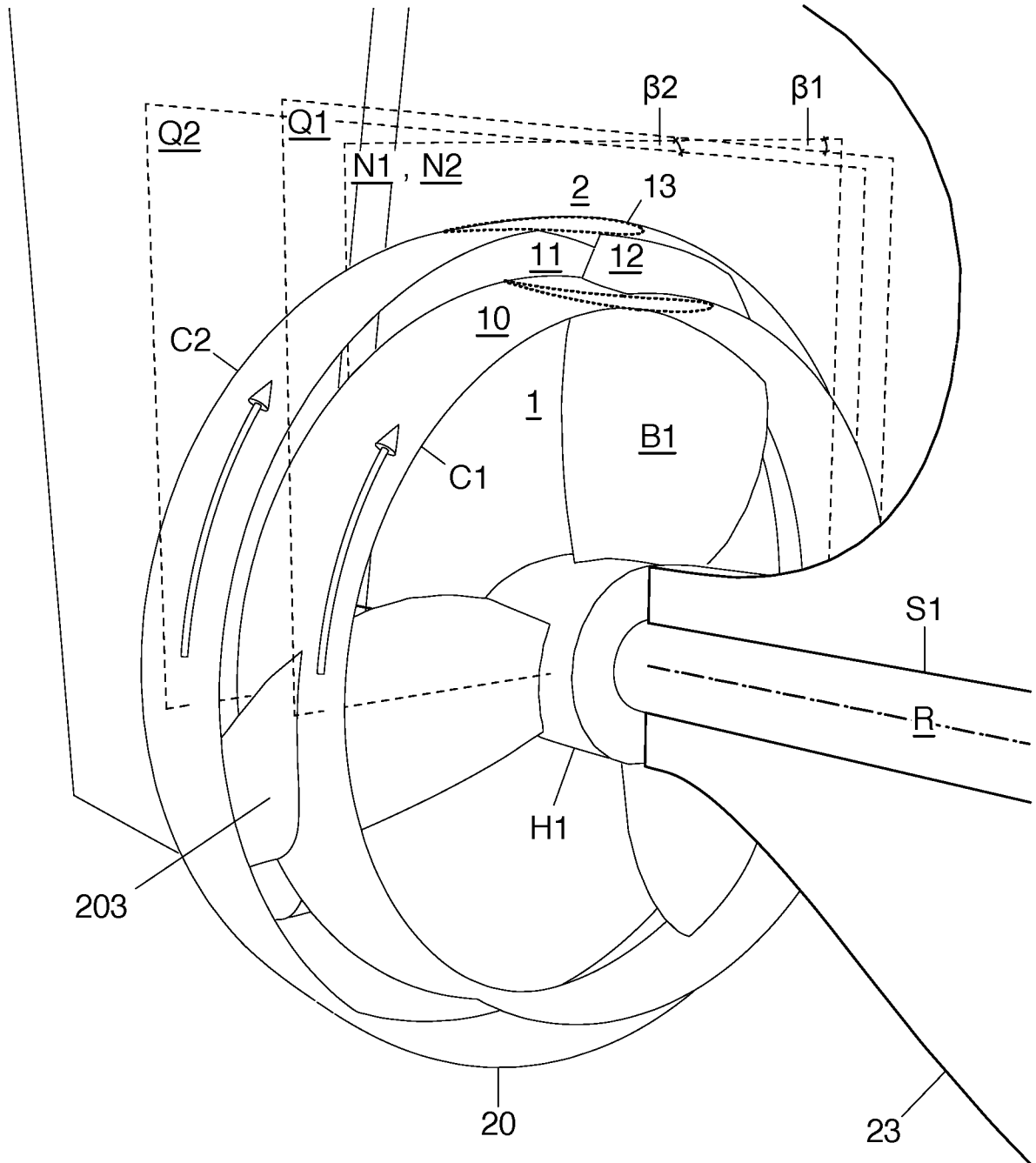


Fig.12

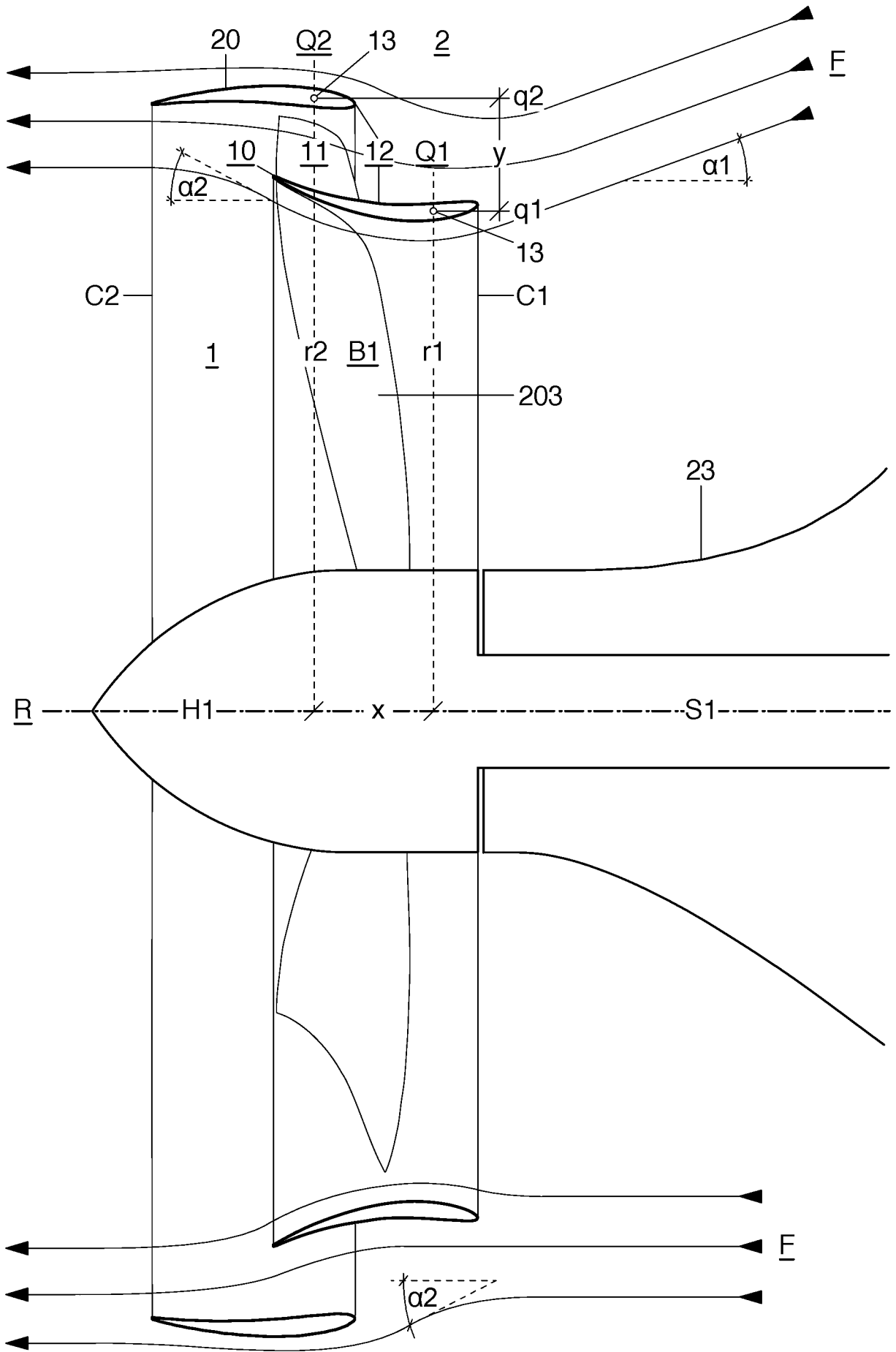


Fig.13

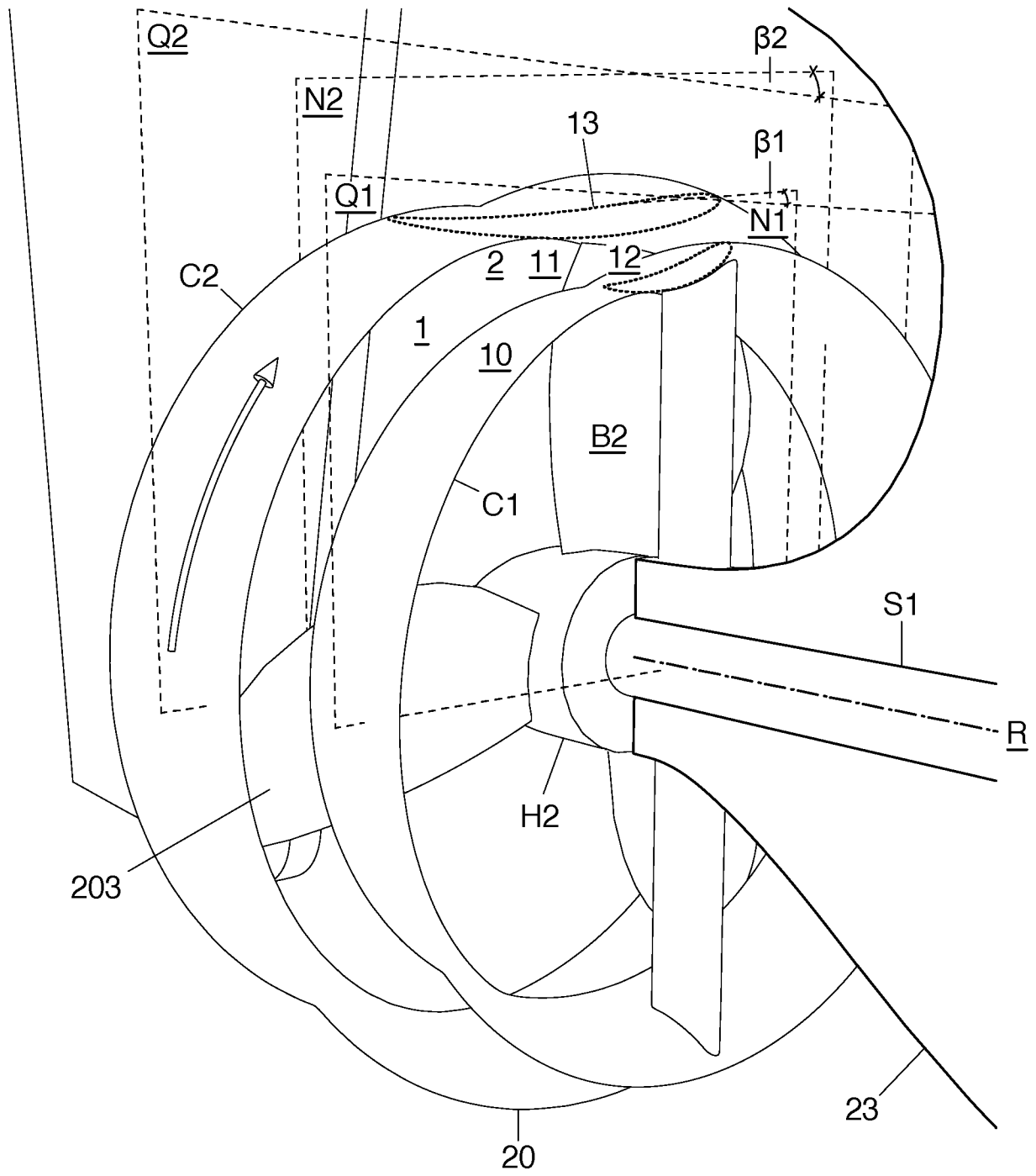


Fig.14

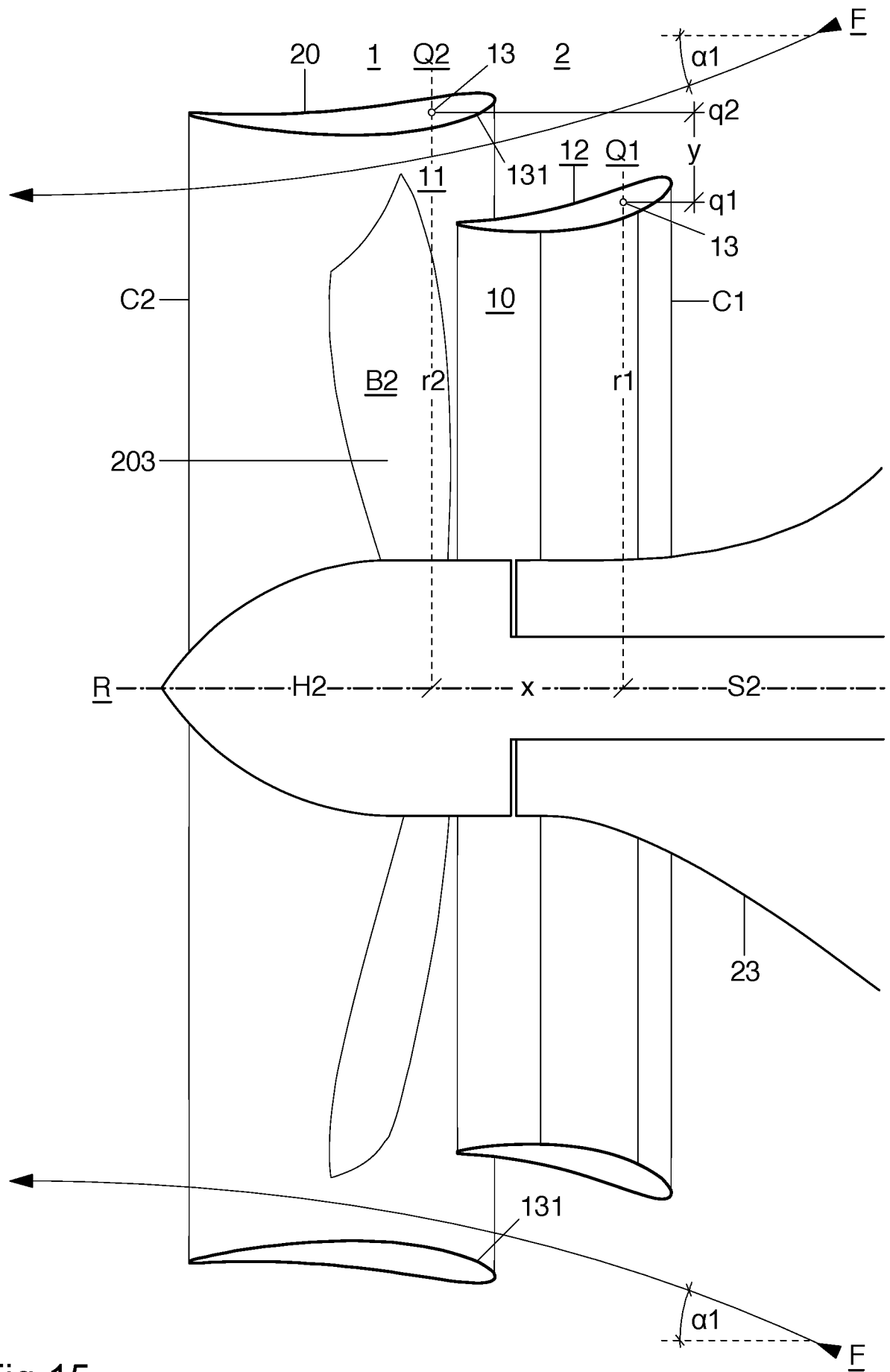


Fig. 15

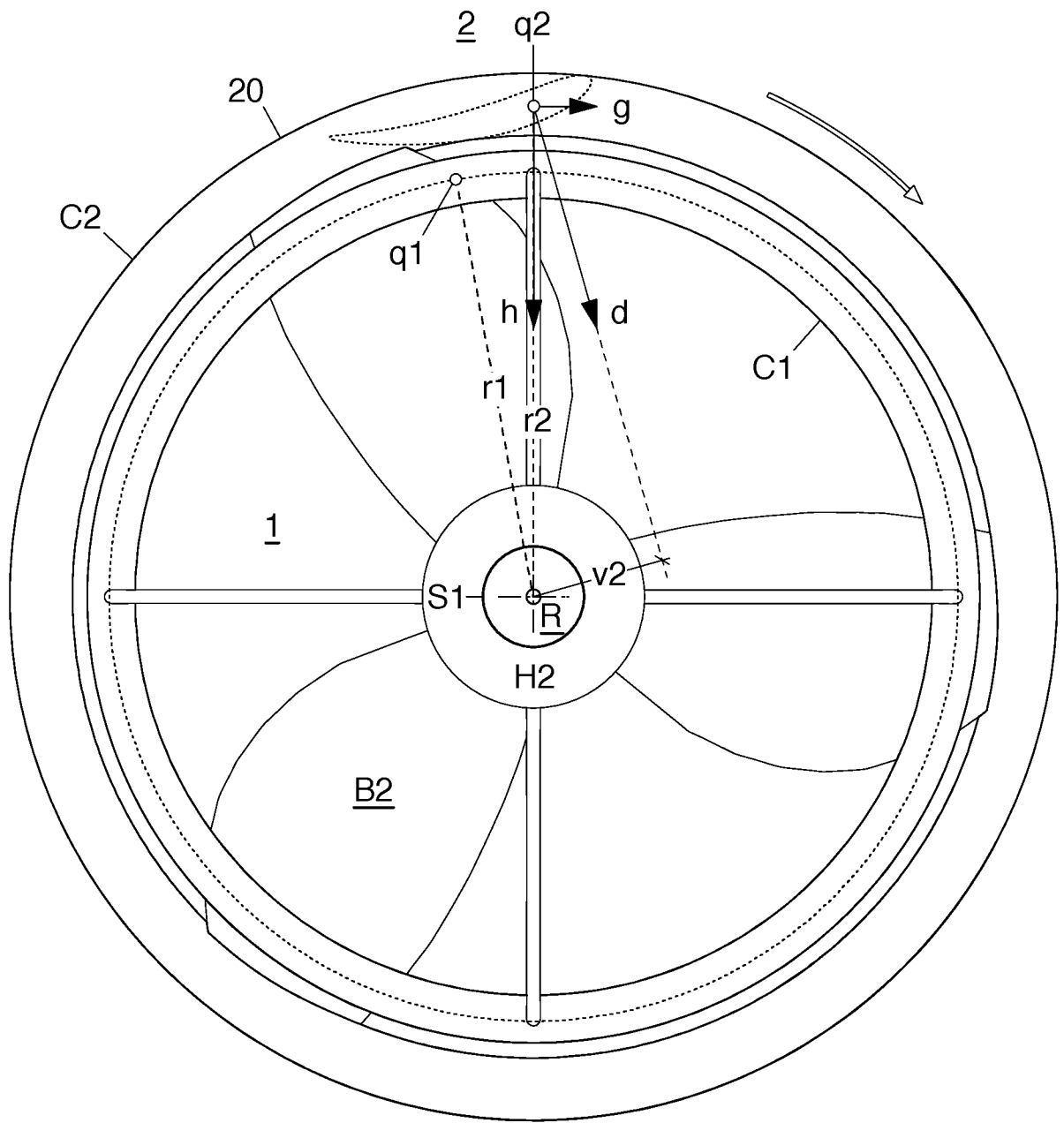


Fig.16

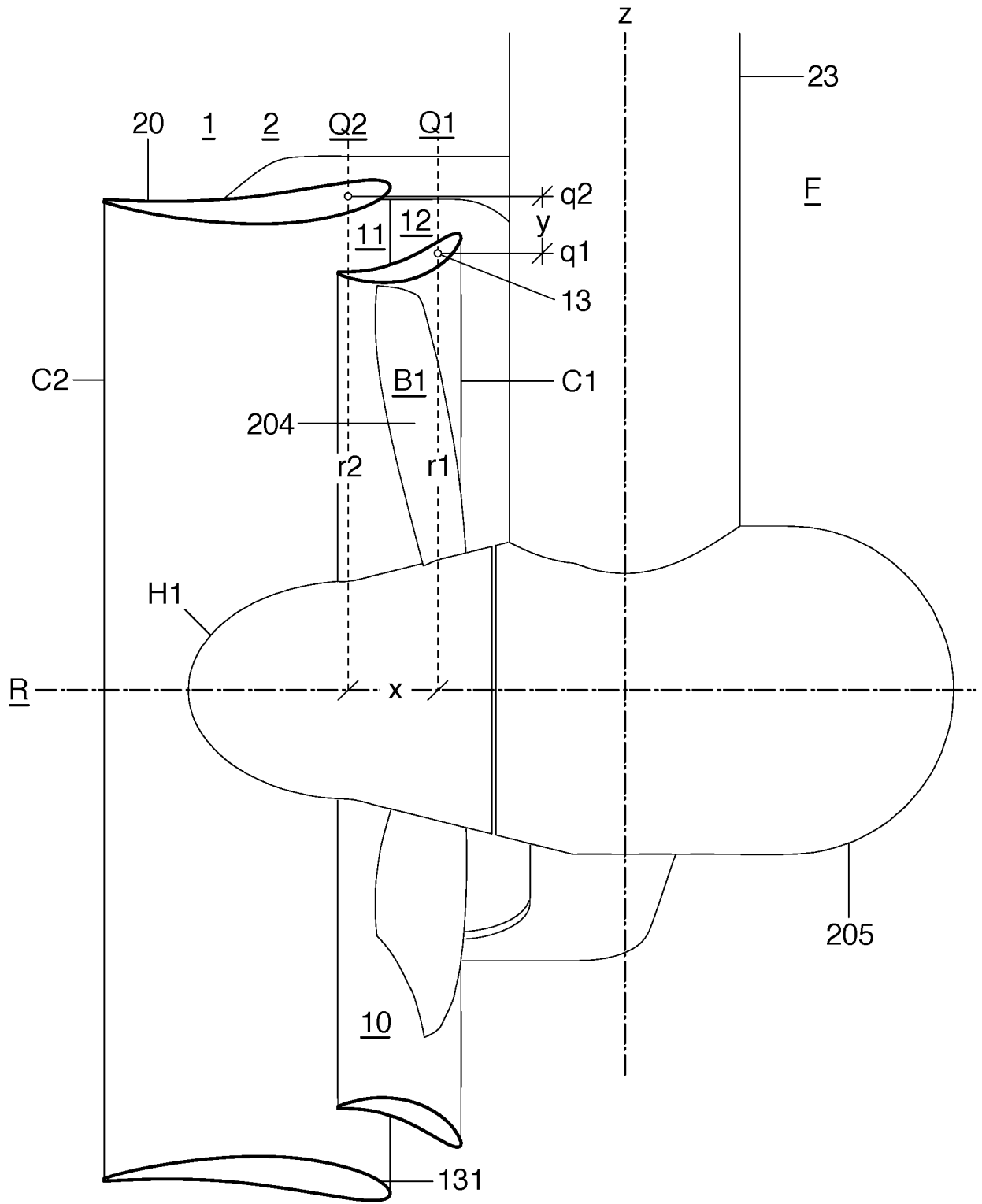


Fig.18

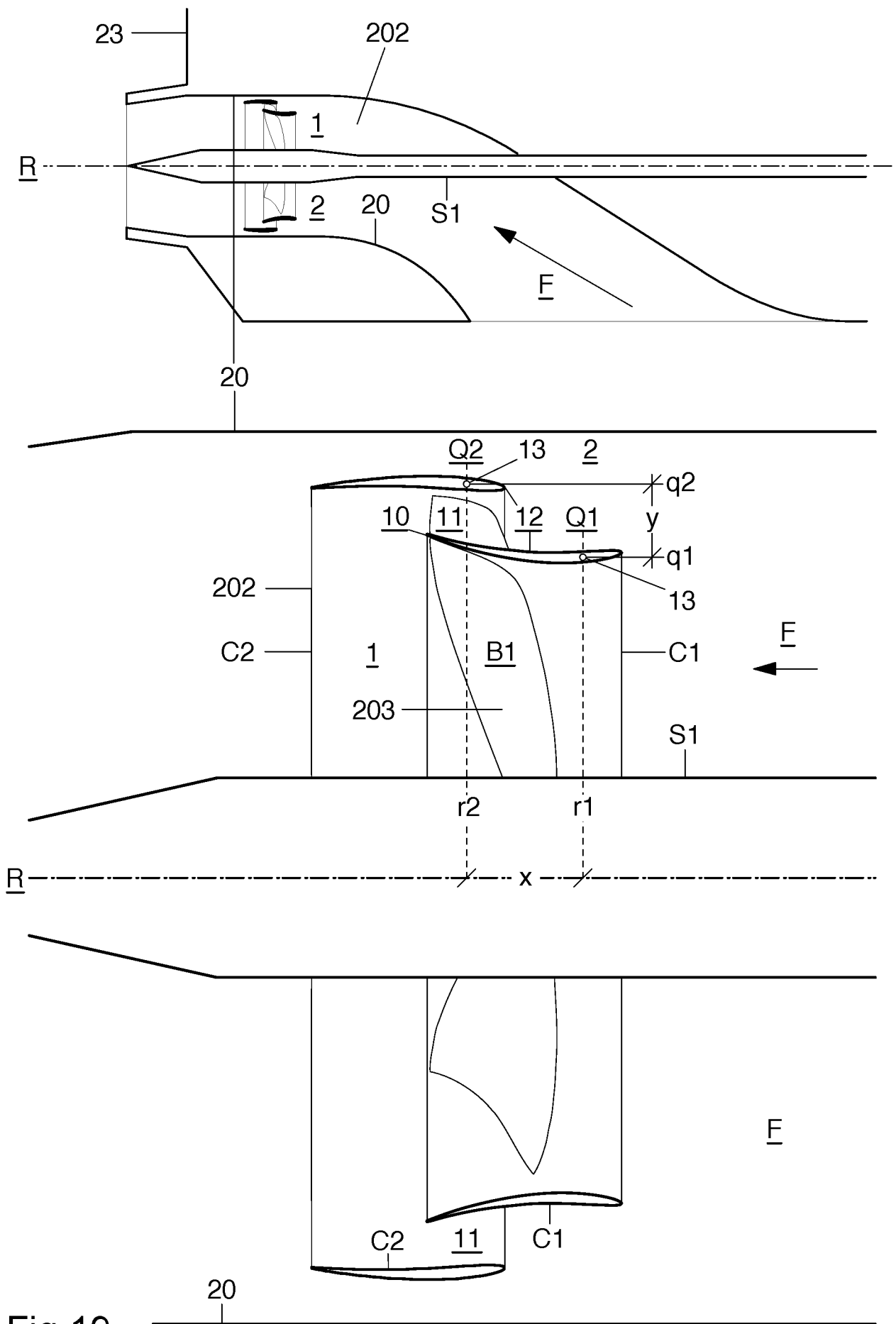


Fig.19

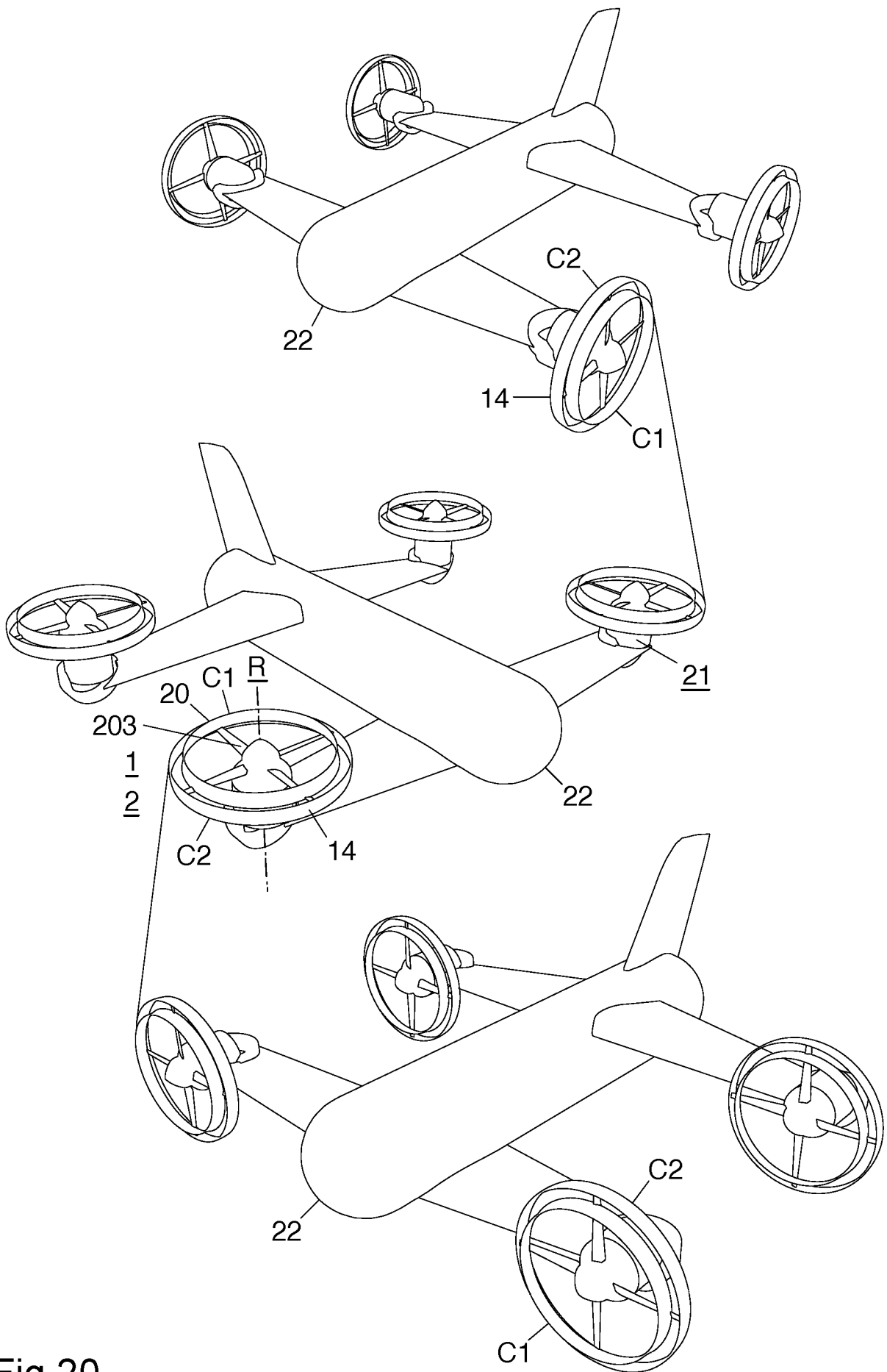


Fig.20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/075238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F04D 29/32</i> (2006.01)j According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04D; B63H; B64C; B64D; F02K; F02C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3315787 A1 (ROLLS ROYCE CORP [US]) 02 May 2018 (2018-05-02) cited in the application figures 2-5 paragraph [0034] - paragraph [0046]	1-15
A	GB 2179405 A (ROLLS ROYCE) 04 March 1987 (1987-03-04) figures 4,6-7 page 3, line 13 - page 3, line 23 page 3, line 27 - page 3, line 52	1-15
A	US 5103635 A (LARDELLIER ALAIN M J [FR]) 14 April 1992 (1992-04-14) page 4, line 4 - page 4, line 20; figure 1	1-15
A	DE 2044274 A1 (LIPS NV) 11 March 1971 (1971-03-11) only figure page 2 - page 4	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 December 2020		Date of mailing of the international search report 23 December 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Herbiet, J Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/075238

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3315787	A1	02 May 2018	CA	2966085	A1	28 April 2018
				EP	3315787	A1	02 May 2018
				US	2018231016	A1	16 August 2018
<hr/>							
GB	2179405	A	04 March 1987	NONE			
<hr/>							
US	5103635	A	14 April 1992	DE	69001284	T2	19 August 1993
				EP	0420746	A1	03 April 1991
				FR	2652387	A1	29 March 1991
				US	5103635	A	14 April 1992
<hr/>							
DE	2044274	A1	11 March 1971	DE	2044274	A1	11 March 1971
				FR	2061037	A5	18 June 1971
				GB	1324356	A	25 July 1973
				NL	7013069	A	09 March 1971
<hr/>							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04D29/32 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04D B63H B64C B64D F02K F02C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 3 315 787 A1 (ROLLS ROYCE CORP [US]) 2. Mai 2018 (2018-05-02) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 2-5 Absatz [0034] - Absatz [0046] -----	1-15
A	GB 2 179 405 A (ROLLS ROYCE) 4. März 1987 (1987-03-04) Abbildungen 4,6-7 Seite 3, Zeile 13 - Seite 3, Zeile 23 Seite 3, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 52 -----	1-15
A	US 5 103 635 A (LARDELLIER ALAIN M J [FR]) 14. April 1992 (1992-04-14) Seite 4, Zeile 4 - Seite 4, Zeile 20; Abbildung 1 ----- -/--	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
10. Dezember 2020	23/12/2020	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Herbiet, J	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 20 44 274 A1 (LIPS NV) 11. März 1971 (1971-03-11) Abbildung only figure Seite 2 - Seite 4 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/075238

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3315787	A1	02-05-2018	CA 2966085 A1 28-04-2018
			EP 3315787 A1 02-05-2018
			US 2018231016 A1 16-08-2018

GB 2179405	A	04-03-1987	KEINE

US 5103635	A	14-04-1992	DE 69001284 T2 19-08-1993
			EP 0420746 A1 03-04-1991
			FR 2652387 A1 29-03-1991
			US 5103635 A 14-04-1992

DE 2044274	A1	11-03-1971	DE 2044274 A1 11-03-1971
			FR 2061037 A5 18-06-1971
			GB 1324356 A 25-07-1973
			NL 7013069 A 09-03-1971
