



(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2007 009 951	B3
DE	195 29 700	A1
DE	10 2005 058 805	A1
DE	10 2009 050 747	A1
DE	10 2017 011 890	A1
DE	698 21 006	T2
DE	20 50 929	A
US	9 346 535	B1
US	10 442 525	B2
US	2008 / 0 011 900	A1
US	2016 / 0 052 618	A1
US	6 007 021	A
US	5 110 072	A
US	3 632 065	A
US	5 265 827	A
WO	2017/ 112 973	A1
RU	2 746 025	C2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug mit einer Längs-, einer Quer- und einer Hochachse für ein Flugwerk und ein Fahrwerk und mit einer Drehflügelkinematik nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere für zwei sich über eine Länge oder über eine Höhe erstreckende Rotormodule, die mit jeweils gegensinniger Drehrichtung auf getrennten Umlaufbahnen mit unterschiedlichen Radien für jeweils mindestens zwei Rotorblätter um eine von der Längs-, Quer- oder Hochachse gebildete Rotationsachse rotieren und von zwei konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse angeordneten Motorgeneratoren angetrieben werden. Die Rotorblätter weisen jeweils einen in sich starren Längsträger mit mehreren Längsabschnitten für die Aufnahme einer Mehrzahl von Aktoren auf und haben ein variables asymmetrisches Flügelprofil mit einer sich zwischen einer Nase und einer Hinterkante erstreckenden Profilsehne. In einem Umlauf des Rotormoduls ist das Rotorblatt mittels der Aktoren derart verstellbar, dass in mindestens einem Längsabschnitt der Länge oder der Höhe des Rotormoduls die Saugseite und die Druckseite des asymmetrischen Flügelprofils an einem Durchmesser mit Wendepunkten zweimal die Orientierung von der Außenseite zu der Innenseite der Umlaufbahn wechselt. Dabei weist das variable Flügelprofil in einer Übergangsstellung an den Wendepunkten temporär ein mit seiner Profilsehne tangential zu den Umlaufbahnen ausgerichtetes, symmetrisches Flügelprofil auf. Die Stellung des Durchmessers mit den Wendepunkten ist quer zu der Fahrtrichtung des Fahrzeugs so einstellbar, dass in beiden Hälften der Umlaufbahnen der beiden Rotormodule aus der von dem asymmetrischen Flügelprofil aerodynamisch erzeugten Auftriebskraft eine in Fahrtrichtung des Fahrzeugs wirkende Schubkraft ableitbar ist. Das flug- und straßenverkehrstaugliche Fahrzeug entspricht als Luftfahrzeug einem Drehflügelfahrzeug oder einem Hubschrauber und kann als ein Lufttaxi für Passagiere oder als eine Drohne z.B. für den Lieferverkehr oder für die Verkehrsüberwachung genutzt werden, während das Fahrzeug eine im Rahmen der Erfindung nicht näher betrachtete Brems- und Beleuchtungsanlage hat, sodass das Fahrzeug als Taxi oder als Lieferfahrzeug am Straßenverkehr teilnehmen und von einer Parkposition aus abheben kann.

### Stand der Technik

**[0002]** Die Notwendigkeit, alternative, CO<sub>2</sub>-freie Antriebe für Fahrzeuge und Flugzeuge bereitzustellen, hat zu einem Umbruch der Mobilitätskonzepte für den Fahr- und Flugverkehr geführt. Leistungsfähige Lithium-Ionen-Akkumulatoren und Brennstoffzellen ermöglichen es, Fahrzeuge und Flugzeuge elektrisch zu betreiben. Im Bereich der Kleinflug-

zeuge ist eine stürmische Entwicklung mit zahlreichen Startups zu verzeichnen. Im Wettbewerb nehmen unterschiedliche Lösungen für Kleinflugzeuge, die auch als Flugtaxen bezeichnet werden, am Marktgeschehen teil. Bereits ein Kleinflugzeug mit etwa einer Tonne Startgewicht benötigt eine Tragfläche von 16 qm und 11 m Spannweite, um genügend Auftrieb für den Flugbetrieb zu erzeugen. Die damit verbundenen Abmessungen eines Flugzeugs sind mit den im Straßenverkehr erlaubten Abmessungen für Fahrzeuge nicht vereinbar. Deswegen nutzen sogenannte Flugautos unterschiedliche Klapp- und Faltmechanismen, um das Fahrzeug für den Straßenverkehr zu verkleinern. Derartige Faltflugzeuge können nach heutigem Stand der Technik so kompakt gefaltet werden, dass sie am Straßenverkehr teilnehmen können. Für den Wechsel in den Flugbetrieb ist jedoch eine Startbahn und ein Flughafen erforderlich. Bekannt sind auch Drehflügelkonzepte, bei denen der für einen Schiffsantrieb entwickelte Voith-Schneiderpropeller für den Flugbetrieb adaptiert wird. Der Voith-Schneiderpropeller hat eine Kinematik, bei der ein symmetrisches Rotorblattprofil mittels eines von Stangen gebildeten Getriebes in einem Umlauf des Rotors so verstellt wird, dass in beiden Hälften der Umlaufbahn eine Schubkraft in Fahrtrichtung erzeugt wird. Im Bereich der Schiffsantriebe ist dabei von Nachteil, dass die Fahrtgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs auf etwa sieben Knoten beschränkt ist. Der Voith-Schneiderpropeller ist deswegen ein Nischenprodukt für Schlepper und Bugsierfahrzeuge. Die Drehzahl des mechanischen Getriebes ist beschränkt. Für eine Nutzung des Voith-Schneiderpropellers als Flugzeugpropeller sind jedoch höhere Drehzahlen im Bereich von 800 Umdrehungen/min und mehr erforderlich, um die Drehflügelkinematik für den Flugbetrieb eines Flugzeugs nutzen zu können. Dabei bleibt die fluiddynamische Charakteristik des Voith-Schneiderpropellers mit seinen Vor- und Nachteilen erhalten. Vorteilhaft ist die Möglichkeit der schnellen Richtungsänderung für die Schubkraft. Nachteilig dagegen sind die begrenzte Drehzahl und die mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit abnehmende Wirksamkeit. Dazu kommt die Tatsache, dass ein symmetrisches Flügelprofil nur etwa zwei Drittel des Auftriebs eines asymmetrischen Flügelprofils erzeugen kann.

**[0003]** Aus der DE 20 50 929 A geht eine Luftschraubenanordnung hervor, bei der die Aufgabe zugrunde liegt, ein bei Drehung einer Luftschraube auf einen Flugkörper wirkendes Gegendrehmoment unwirksam zu machen. Aus der DE 10 2005 058 805 A1 geht ein Fluggerät hervor, welches mittels zweier gegenläufiger Rotorsysteme sowohl senkrechte als auch waagerechte Flugbewegungen durchführen kann. Aus der US 6 007 021 A geht ein Fluggerät hervor, bei dem mehreren von einem Rumpf des Fluggeräts beabstandete Motorgondeln für Drehflügel drehbar an Querachsen des

Flugzeugs derart angeordnet sind, das der von den Drehflügeln erzeugte Auftrieb in unterschiedliche Richtungen gelenkt werden kann. Die in mehreren Lagen konzentrisch zueinander angeordneten Drehflügel rotieren mit gleichsinniger Drehrichtung, wobei der Anstellwinkel der einteilig und mit einem asymmetrischen Flügelprofil ausgebildeten Drehflügel mittels einer außerhalb des Flügelprofils liegenden Verstellvorrichtung variierbar ist. Aus der US 5 110 072 A geht eine dreiteilig ausgebildete Flugzeugtragfläche hervor, bei der sowohl ein Nasensegment als auch ein Hinterkantensegment an ein mittleres, starr mit dem Rumpf verbundenes Flügelsegment angelenkt sind, wobei ein mit einem Versatz an einer vorderen und hinteren Drehachse angreifender Aktuator betätigt wird, um das Nasen- und das Hinterkantensegment zu drehen. Aus der US 2016 / 0 052 618 A1 geht ein mehrteiliges Flügelprofil für ein Drehflügelflugzeug hervor, in dem ein mehrteilig ausgebildetes Rotorblatt als eine kinematische Kette beschrieben ist. Aus der DE 195 29 700 A1 geht ein Drehflügler mit rotierenden Tragflügeln hervor, bei dem einteilig ausgebildete Flügelprofile mittels eines Getriebes und mittels von Schubstangen in einem Umlauf des Rotorblatts ihren Anstellwinkel derart ändern, dass sowohl in der unteren als auch in der oberen Umlaufhälfte Auftrieb erzeugt wird. Aus der RU 2 746 025 C2 geht ein Flugapparat mit einer Drehflügelanordnung hervor, bei der eine Kabine für zwei Passagiere exzentrisch innerhalb der Drehflügelanordnung angeordnet ist, wobei die Blattverstellung der Rotorblätter des Rotors über ein der zentralen Rotationsachse zugeordnetes Getriebe erfolgt. Aus der DE 698 21 006 T2 geht ein Drehflügelfahrzeug mit vier aerodynamischen Generatoren hervor, bei denen die Anstellwinkel der einteilig und symmetrisch ausgebildeten Flügelprofile, derart variierbar ist, dass die Flügelprofile sowohl in der unteren und oberen Hälfte der Umlaufbahn jeweils Auftrieb und eine Vortriebskraft erzeugen, wobei die Enden der Rotorblätter mit einer auf einem Zyklon rotierenden Scheibe verbunden sind. Aus der US 3 632 065 A geht ein Drehflügelflugzeug mit einer kugelförmigen Kabine hervor, bei dem der Anstellwinkel einer Mehrzahl radial auf den Mittelpunkt der Kugel ausgerichteter Flügelprofile mittels eines Getriebes verstellbar ist, sodass, bezogen auf die jeweilige Flugrichtung, die Auftriebskraft in der linken und rechten Hälfte der Umlaufbahn des Rotors gleich groß ist. Aus der DE 10 2009 050 747 A1 geht ein Flugzeug mit mindestens zwei Seitenleitwerken in einer zentralen Anordnung hervor, bei dem der Anstellwinkel eines asymmetrischen und vorzugsweise einteilig ausgebildeten Flügelprofils derart veränderbar ist, dass mittels der von den Flügelprofilen bewirkten Auftriebskraft eine in Fahrtrichtung wirkende Schubkraft erzeugbar ist. Aus der US 10 442 525 B2 geht ein Rotorblatt für einen Schiffspropeller oder für ein Flugzeug hervor, dessen Profildicke beweglich ausgebildet ist, wobei das Rotorblatt eine Auswahl von Ver-

stellmöglichkeiten mittels von Aktuatoren als elektromagnetische Aktuatoren, als elektroaktive Polymeraktuatoren, als piezoelektrische Aktuatoren und als Memory-Effect-Aktuatoren angegeben wird. Aus der DE 10 2017 011 890 A1 geht eine Drehflügelanordnung für ein Fluggerät hervor, bei dem eine Drehflügelkinematik mit einem außerhalb des Rotorblatts liegenden Gestänge realisiert wird. Aus der DE 10 2007 009 951 B3 geht ein Fluggerät mit einem Nutzlastrumpf hervor, an den um Querachsen rotierende geschlossene Zylinder angeschlossen sind und Flügelprofile in Kombination mit Flügelprofilen nach dem Magnus-Effekt Auftrieb oder Vortrieb erzeugen, wobei ein Gebläse mit anstellbarer Antriebsleistung erforderlich ist.

Aus der US 9 346 535 B1 geht ein Flugzeug mit einer Drehflügelanordnung hervor, bei der die Blattverstellung einteilig ausgebildeter Rotorblätter mittels eines zykliden Getriebes mit Gestänge erfolgt.

Aus der US 2008 / 0 011 900 A1 geht eine Drehflügelanordnung für ein Luftschiff hervor, bei der die Rotorblätter mittels eines Getriebes mit Gestänge verstellt werden.

Aus der US 5 265 827 A geht ein Luftfahrzeug mit einer Drehflügelanordnung links und rechts des Rumpfs hervor. In einem Umlauf der Drehflügelrotors werden die einteilig ausgebildeten Rotorblätter mittels eines außen liegenden Gestänges verstellt.

**[0004]** Aus der WO 2017 / 112 973 A1 geht ein Luftfahrzeug mit Drehflügelrotoren hervor, deren Rotorblätter mittels eines Getriebes und eines Gestänges in einem Umlauf des Drehflügelrotors verstellbar sind.

#### Aufgabenstellung

**[0005]** Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Fahrzeug mit einer neuartigen Drehflügelkinematik zu finden, das im Straßenverkehr als ein PKW nutzbar ist und an geeigneten Stellen von der Straße aus abheben und am Luftverkehr teilnehmen kann. Diese Aufgabe wird mit einem Fahrzeug mit sämtlichen Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaft Ausführungen sind Bestandteil der Unteransprüche. Im Einzelnen hat die Erfindung folgende vorteilhafte Eigenschaften für die folgenden Aufgaben:

- Angabe eines flug- und straßenverkehrstauglichen Fahrzeugs, das von der Straße aus in den Flugmodus wechseln kann,
- Angabe eines Fahrzeugs, dessen Abmessungen mit den Vorgaben der StVZO § 32 in Übereinstimmung gebracht werden können,
- Angabe eines Fahrzeugs, das die Zulassungsbedingungen des Luftfahrtbundesamts erfüllen kann,

- Angabe von zwei gegensinnig rotierenden Rotormodulen mit einer Drehflügelkinematik für die Rotorblätter des Rotormoduls,
- Angabe einer von der Längs-, der Quer- oder der Hochachse gebildeten Rotationsachse für die beiden Rotormodule des Fahrzeugs,
- Angabe von zwei konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse der Rotormodule angeordneten Motorgeneratoren,
- Angabe von Längsträgern mit Längsabschnitten für die Aufnahme von Aktoren für die Blattverstellung der Rotorblätter,
- Angabe einer Mehrzahl von Längsabschnitten des Rotorblatts, die jeweils mindestens einen Aktor für jede Drehachse aufweisen,
- Angabe einer elektromagnetischen, elektro-pneumatischen, elektrohydraulischen Verstellvorrichtung für jeden Längsabschnitt eines einzelnen Rotorblatts,
- Angabe eines bügel- oder bogenförmigen Längsträgers,
- Angabe einer Drehflügelkinematik für Rotormodule, die um die Hochachse des Fahrzeugs rotieren,
- Angabe einer Drehflügelkinematik für den zweimaligen Wechsel der Saugseite des asymmetrischen Flügelprofils in einem Umlauf des Rotorblatts,
- Angabe einer Drehflügelkinematik für einen Hubschrauber,
- Angabe nabenintegrierter Fallschirme für den Notfall,
- Angabe einer Hochvoltbatterie als ein beweglicher Ballast zur Stabilisierung des Fahrzeugs.

#### Die Drehflügelkinematik des Rotormoduls eines Fahrzeugs

**[0006]** Das flug- und straßenverkehrstaugliche Fahrzeug mit einer Längs-, einer Quer- und einer Hochachse für ein Flugwerk und für ein Fahrwerk hat eine Drehflügelkinematik für zwei sich jeweils über eine Länge oder über eine Höhe erstreckende Rotormodule. Die Rotormodule rotieren jeweils mit gegensinniger Drehrichtung auf getrennten Umlaufbahnen mit unterschiedlichen Radien um eine von der Längs-, der Quer- oder der Hochachse gebildeten Rotationsachse und weisen jeweils mindestens zwei Rotorblätter auf. Zwei konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse angeordnete Motorgeneratoren treiben die Rotormodule an. Die Rotorblätter sind in Mehrzahl von Längsabschnitten eines in sich starren Längsträgers untergliedert. Der Längsträger ist dazu ausgebildet, eine Mehrzahl von Aktoren für die Blatt-

verstellung der einzelnen Längsabschnitte des Rotorblatts aufzunehmen. Die Rotorblätter haben ein variables asymmetrisches Flügelprofil mit einer sich zwischen einer Nase und einer Hinterkante erstreckenden Profildicke. In einem Umlauf des Rotormoduls ist das Rotorblatt mittels der Aktoren derart verstellbar, dass in mindestens einem Längsabschnitt der Länge oder der Höhe des Rotormoduls die Saugseite und die Druckseite des asymmetrischen Flügelprofils an einem Durchmesser mit Wendepunkten zweimal die Orientierung von der Außenseite zu der Innenseite der Umlaufbahn wechselt. Dabei weist das variable Flügelprofil in einer Übergangsstellung an den Wendepunkten temporär ein mit seiner Profildicke tangential zu den Umlaufbahnen ausgerichtetes, symmetrisches Flügelprofil auf. Die Stellung des Durchmessers mit den Wendepunkten ist quer zu der Fahrtrichtung des Fahrzeugs so einstellbar, dass in beiden Hälften der Umlaufbahnen der beiden Rotormodule aus der von dem asymmetrischen Flügelprofil aerodynamisch erzeugten Auftriebskraft eine in Fahrtrichtung des Fahrzeugs wirkende Schubkraft ableitbar ist. Das flug- und straßenverkehrstaugliche Fahrzeug entspricht als Luftfahrzeug einem Drehflügelfahrzeug, das als ein Hubschrauber oder als ein Lufttaxi für Passagiere oder als eine Drohne z.B. für den Lieferverkehr oder für die Verkehrsüberwachung ausgebildet werden kann, während das Fahrzeug eine im Rahmen der Erfindung nicht näher betrachtete Brems- und Beleuchtungsanlage hat, sodass das Fahrzeug als Taxi oder als Lieferfahrzeug am Straßenverkehr teilnehmen und von einer Parkposition aus abheben kann.

#### Die Drehflügelkinematik der Rotormodule

**[0007]** Bei einer ersten vorteilhaften Ausführungsvariante weist ein zweiteiliges Rotorblatt ein vorderes, als Längsträger ausgebildetes Blattsegment auf. Am hinteren Ende des als Längsträger ausgebildeten vorderen Blattsegments ist ein hinteres Blattsegment mit einer hinteren Drehachse angelenkt. An dem Durchmesser mit den Wendepunkten wechselt das symmetrische Flügelprofil durch Ein- oder Ausdrehen des hinteren Blattsegments mit gegensinniger Drehrichtung um bis zu 6 Grad im luv- und leeseitigen Umlauf zu einem asymmetrischen Flügelprofil, wobei die Profildicke in beiden Hälften der durch den Durchmesser mit den Wendepunkten geteilten Umlaufbahn einen positiven Anstellwinkel von 3,5 Grad gegenüber Tangenten der Umlaufbahnen aufweist. Bei einer zweiten vorteilhaften Ausführungsvariante sind die Rotorblätter des Rotormoduls dreiteilig ausgebildet, wobei an ein mittleres, als Längsträger des variablen Rotorblatts ausgebildetes Blattsegment ein vorderes, um eine vordere Drehachse drehbares Blattsegment mit der Nase und ein hinteres, um eine hintere Drehachse drehbares Blattsegment mit der Hinterkante angelenkt sind. In

einem Umlauf des Rotorblatts wechselt das variable asymmetrische Flügelprofil an dem Durchmesser mit den Wendepunkten zweimal die Orientierung der Saug- und Druckseite von der Außenseite der Umlaufbahn zu der Innenseite der Umlaufbahn, sodass das variable asymmetrische Flügelprofil in einer Übergangsstellung ein symmetrisches Flügelprofil mit einer tangential zu der Umlaufbahn ausgegerichteten Profilsehne aufweist, das durch gleichzeitiges Ein- oder Ausdrehen des vorderen und des hinteren Blattsegments jeweils mit gegensinniger Drehrichtung um bis zu 6 Grad im luv- und leeseitigen Umlauf ein asymmetrisches Flügelprofil mit einer in beiden Hälften der Umlaufbahn in die gleiche Richtung orientierten Saugseite aufweist und dabei einem Clark-YM-15 Profil entspricht, dessen Profilsehne mit einem positiven Anstellwinkel von 2 Grad gegenüber einer Tangente an der Umlaufbahn geneigt ist. Der Längsträger ist an beiden Enden mit einer Nabe des Flugwerks und des Fahrwerks verbunden und bügelförmig oder bogenförmig ausgebildet. Bei den beiden vorausgehenden Ausführungsvarianten für das Rotorblatt des Rotormoduls ist der Längsträger in eine Mehrzahl von in sich gerade ausgebildeten Längsabschnitten für die Aufnahme von jeweils mindestens einem Aktor pro Längsabschnitt untergliedert. Mit einem bügelförmig oder bogenförmig ausgebildeten Längsträger bilden die einzelnen Längsabschnitte des Rotorblatts eine polygonzugförmige Flügelkette mit jeweils unterschiedlich geneigten Drehachsen für die drehbaren Blattsegmente, sodass das Ein- und Ausdrehen des vorderen und des hinteren Blattsegments in jedem Längsabschnitt der Flügelkette individuell erfolgen kann. Haarfugen zwischen den Flügelsegmenten ermöglichen die laminare Umströmung des asymmetrischen Flügelprofils. Mit einer elastischen Hülle oder mit elastischen Scheiben zwischen den einzelnen gerade ausgebildeten Längsabschnitten der Flügelkette wird eine geschlossene Oberfläche des kinematischen Rotorblatts hergestellt. Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante der Drehflügelkinematik sind die Aktoren einschließlich der Energiespeicher und Stellmotoren vollständig in interne Taschen der zwei- oder dreiteilig ausgebildeten Rotorblätter integriert, wobei die Taschen untereinander durch mindestens ein koaxial und konzentrisch zu der mindestens einen Drehachse des Rotorblatts angeordnetes Hohlprofil verbunden sind. Die Aktoren des dreiteilig ausgebildeten Rotorblatts sind jeweils paarweise angeordnet und betätigen zylinderförmige Schlitten, die an ihren Innenseiten an koaxial und konzentrisch zu den Drehachsen angeordneten Hohlprofilen linear geführt werden und an ihren Außenseiten in Gewindeabschnitte des vorderen und des hinteren Blattsegments eingreifen. Die Aktoren werden elektromagnetisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch angetrieben, sodass die Schlitten mit einer linearen Translationsbewegung das Ein- und

Ausdrehen des vorderen und des hinteren Blattsegments bezüglich des von dem Längsträger gebildeten, in sich starren mittleren Blattsegments bewirken und eine geringe Steigung der blattseitigen Gewindeabschnitte eine Übersetzung von 1 zu 10 für die Kraft der Aktoren ermöglicht. Die Aktoren können z.B. als pneumatische Muskeln oder als synchrone Linearmotoren ausgebildet werden. Ein Linearmotor wird dadurch gebildet, dass das Hohlprofil in dem betreffenden Längsabschnitt des Rotorblatts eine Mehrzahl bezüglich der Drehachsen radial angeordneter Erregerwicklungen trägt, die zusammen mit ringförmigen Permanentmagneten des Schlittens einen dreiphasigen, synchronen Linearmotor bilden. Damit ist sowohl eine exakte Verstellung der vorderen und hinteren Blattsegmente als auch die Einhaltung des Verstellwinkels ohne zusätzlichen Kraftaufwand möglich. In einer vereinfachten Ausführungsvariante ist der Aktor als ein schaltbarer Elektromagnet ausgebildet, wobei das Hohlprofil eine koaxial und konzentrisch zu den Drehachsen angeordnete Erregerwicklung für die Induktion einer Eisenhülle des Schlittens aufweist. Bei einer weiteren vorteilhaften Ausbildung des Aktors sind zwei einander gegenüberliegende Elektromagnete mit Erregerwicklungen in einer vorderen und einer hinteren Tasche des mittleren Blattsegments angeordnet, die an den beiden Drehachsen ferromagnetische Stellhebel des vorderen und hinteren Blattsegments betätigen. Der von dem Hohlprofil gebildete Medienkanal erstreckt sich zwischen beiden Enden des Rotorblatts. Bei dem zweiteilig ausgebildeten Rotorblatt sind die Schlitten der Aktoren in Taschen des vorderen Blattsegments angeordnet, sodass nur das hintere Blattsegment um die hintere Drehachse gedreht wird. Die Drehflügelkinematik ermöglicht innerhalb eines durch einen Verstellwinkel vorgegebenen Verstellbereichs in jedem Längsabschnitt des Rotorblatts eine frei wählbare Stellung des Durchmessers mit den Wendepunkten für die asymmetrischen Flügelprofile, sodass die Schubkraftverteilung individuell steuerbar ist und ein Pilot oder eine Fernsteuerung den elektromechanischen, elektromagnetischen, elektropneumatischen oder elektrohydraulischen Antrieb der Aktoren steuert. Die Saugseite des variablen Flügelprofils ist in die jeweilige Fahrtrichtung des Luftfahrzeugs ausrichtbar. Der Durchmesser mit den Wendepunkten wird von einem Pilot oder von einer Fernsteuerung quer zu der jeweiligen Fahrtrichtung ausgerichtet.

Die Rotationsachse für die Drehflügelkinematik

**[0008]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung bildet die Hochachse die Rotationsachse für die Rotormodule des Fahrzeugs. In diesem Fall sind bügelförmig ausgebildete Längsträger für die Rotorblätter der Höhe nach in einen oberen, einen mittleren und einen unteren Längsabschnitt unterteilt. In dem oberen und unteren

Längsabschnitt sind die Durchmesser mit den Wendepunkten längs zur Fahrtrichtung ausgerichtet, sodass die Steuerung der Drehflügelkinematik die von den asymmetrischen Flügelprofilen der Rotorblätter bewirkten Auftriebskräfte in den linken und in den rechten Hälften der Umlaufbahnen gleichmäßig verteilt, während in dem mittleren Längsabschnitt der bügelförmigen Rotorblätter die Durchmesser mit den Wendepunkten mittels der Drehflügelkinematik quer zur Fahrtrichtung orientierbar sind, sodass die Saugseiten der asymmetrischen Flügelprofile in beiden Hälften der Umlaufbahnen eine in die jeweilige Fahrtrichtung gerichtete Schubkraft erzeugen. Für das Halten einer bestimmten Standposition des Flugbetrieb ist die Drehflügelkinematik so programmierbar, dass die Rotorblätter in den mittleren Längsabschnitten ausgleichende Schubkräfte erzeugen, die Seitenwind, Turbulenzen und anderen äußeren Kräften entgegenwirken und es dem Drehflügler ermöglichen, seine Standposition exakt zu halten. Dadurch ist das Fahrzeug im Flugbetrieb sehr agil, kann im Stand seine Flugposition sehr genau einhalten und z.B. mit einer Joysticksteuerung sehr schnell die Flugrichtung im Umkreis von 360 Grad in jede beliebige Richtung ändern. Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante rotieren die Rotormodule im Flugbetrieb des Fahrzeugs um die Längsachse, während im Fahrbetrieb die Räder um die Querachse rotieren. Im Flugbetrieb des Fahrzeugs wird das von den Motorgeneratoren erzeugte Drehmoment mittels von Kupplungen und Getrieben auf mit gegensinniger Drehrichtung rotierende Radpropeller sowie auf die beiden Rotormodule übertragen, sodass die Radpropeller Schub in Fahrtrichtung und die Rotormodule Auftrieb erzeugen. Im Fahrbetrieb dagegen dienen die Radpropeller als Fahrwerk und rotieren um die Querachse des Fahrzeugs. In diesem Fall werden die Sessel für die Passagiere um 90 Grad gedreht, sodass die Passagiere in Fahrtrichtung sitzen.

#### Unterschiedliche Ausformungen für den Rumpf des Fahrzeugs

**[0009]** Der Rumpf ist entweder als ein Rotationskörper um die Längs-, Quer- oder Hochachse des Fahrzeugs ausgebildet und ist in einer bevorzugten Ausführungsvariante als eine Kugel ausgebildet. Alternativ kann der Rumpf als ein stehendes oder liegendes Ellipsoid, Ovoid oder als frei geformter Rotationskörper ausgebildet werden. Rumpfformen, die nach aerodynamischen und funktionalen Gesichtspunkten geformte, stromlinienförmige Körper aufweisen, sind im Rahmen der Erfindung ebenfalls möglich.

#### Der Fahrbetrieb des Fahrzeugs

**[0010]** Das Fahrwerk des Fahrzeug ist durch Kupplungen und durch Getriebe mit Freilauf von den

Motorgeneratoren getrennt und hat entweder zwei um die Rotationsachse der Rotormodule rotierende Räder oder ein separates Fahrgestell mit vier an Kufen angelenkten luftbereiften Rädern. Das Fahrzeug kann als ein Flugtaxi ausgebildet werden, bei dem der Rumpf eine Kabine bildet, in der die Passagiere links und rechts von der in Fahrtrichtung ausgerichteten Längsachse auf Sesseln Platz nehmen. Die Akkumulatoren für den Antrieb des Fahrzeugs sind in einem Gehäuse innerhalb des Rumpfs angeordnet und bilden unterhalb eines Bodens der Kabine einen beweglichen Ballast für die Trimmung des Fahrzeugs im Flug- und Fahrbetrieb. Bei einem Fahrzeug mit vier Rädern sind die Akkumulatoren in Kufen des Flugwerks integriert. Für den Antrieb des Fahrzeugs sind zwei Motorgeneratoren jeweils mit einem Stator und mit einem Läufer vorgesehen. Die Motorgeneratoren erzeugen ein Drehmoment, das mittels einer Kupplung und eines Getriebes wahlweise auf die mit gegensinniger Drehrichtung rotierenden Rotormodule oder auf Räder des Fahrwerks übertragen wird.

#### Die Motorgeneratoren des Fahrzeugs

**[0011]** Die Motorgeneratoren des Fahrzeugs sind entweder als Induktionsmaschinen oder als permanent erregte Synchronmaschinen jeweils mit einem Stator und einem Läufer ausgebildet und treiben entweder das Flugwerk oder das Fahrwerk an. Das Fahrwerk hat entweder zwei um die Rotationsachse der Rotormodule rotierende Räder oder ein separates Fahrgestell mit vier luftbereiften Rädern. Eine berechnete Leistung von mindestens 25 kW für jeden der beiden Motorgeneratoren ist notwendig, damit das 1,5 t bis 2 t schwere Fahrzeug abheben und fliegen kann. Die Motorgeneratoren arbeiten im Steigflug und im Geradeausflug als Motor, um Auftrieb und Vortrieb zu erzeugen, während sie im Fahrbetrieb beim Bremsen des Fahrzeugs und im Flugbetrieb im Sinkflug vom Motor- in den Generatorbetrieb wechseln, um die Akkumulatoren aufzuladen. Bei Ausfall der Motorgeneratoren ist eine Freilaufstellung des Getriebes vorgesehen, um den freien Fall des Fahrzeugs durch eine Autorotation der Rotormodule zu verhindern. Dabei werden die Rotormodule mittels der Kupplung von dem Getriebe und von dem Motorgenerator getrennt, wobei die Stromversorgung der Drehflügelkinematik durch die Akkumulatoren aufrechterhalten wird. Um den Absturz des Fahrzeugs zu verhindern, sind in die Naben Fallschirme integriert, die im Unglücksfall automatisch ausgelöst werden.

**[0012]** Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung gehen aus den Figuren hervor.

**[0013]** Es zeigen:

**Fig. 1** ein Fahrzeug im Flugbetrieb mit zwei um die Querachse rotierenden Rotormodulen mit

geraden Rotorblättern in der Übersichtsometrie und in Detailschnitten der dreiteiligen Rotorblätter,

**Fig. 2** das Fahrzeug nach **Fig. 1** im Fahrbetrieb in der isometrischen Übersicht,

**Fig. 3** das Fahrzeug nach **Fig. 1-2** in der Frontalansicht des Fahrbetriebs,

**Fig. 4** das Fahrzeug nach **Fig. 1-3** im Fahrbetrieb in der Seitenansicht des Fahrbetriebs,

**Fig. 5** das Fahrzeug nach **Fig. 1-4** mit Darstellung der von den Rotormodulen aerodynamisch bewirkten Kräfte im Steigflug in einem schematischen Querschnitt,

**Fig. 6** das Fahrzeug nach **Fig. 1-5** mit Darstellung der von den Rotormodulen aerodynamisch bewirkten Kräfte im Geradeausflug in einem schematischen Querschnitt,

**Fig. 7** das Fahrzeug nach **Fig. 1-6** mit Darstellung der von den Rotormodulen aerodynamisch bewirkten Kräfte im Rückwärtsflug in einem schematischen Querschnitt,

**Fig. 8** ein zweiteiliges Rotorblatt mit einer Drehachse in der hinteren Hälfte oben als symmetrisches Flügelprofil, in der Mitte und unten jeweils als asymmetrisches Flügelprofil im schematischen Querschnitt,

**Fig. 9** das zweiteilige Rotorblatt nach **Fig. 8** mit integrierten Aktoren, oben als symmetrisches Flügelprofil, in der Mitte und unten jeweils als asymmetrisches Flügelprofil, jeweils in einer Ausschnittisometrie,

**Fig. 10** ein zweiteiliges Rotorblatt mit einer Drehachse in der vorderen Hälfte, oben mit einem symmetrischen Flügelprofil, in der Mitte und unten jeweils mit einem asymmetrischen Flügelprofil im schematischen Querschnitt,

**Fig. 11** das zweiteilige Rotorblatt nach **Fig. 10** mit blattintegrierten Aktoren, oben mit einem symmetrischen Flügelprofil, in der Mitte und unten mit einem asymmetrischen Flügelprofil, jeweils in einer Ausschnittisometrie,

**Fig. 12** ein dreiteiliges Rotorblatt, oben mit einem symmetrischen Flügelprofil, in der Mitte und unten mit einem asymmetrischen Flügelprofil, jeweils im schematischen Querschnitt,

**Fig. 13** das dreiteilige Rotorblatt nach **Fig. 12**, oben als symmetrisches Flügelprofil und unten als asymmetrisches Flügelprofil mit Darstellung der integrierten Aktoren in einer Ausschnittisometrie,

**Fig. 14** das dreiteilige Rotorblatt nach **Fig. 12-13**, oben als symmetrisches Flügelprofil und unten als asymmetrisches Flügelprofil mit

gegenüber **Fig. 13** getauschten Saug- und Druckseiten in einer Ausschnittisometrie,

**Fig. 15** ein dreiteiliges Rotorblatt, oben mit einem symmetrischen Flügelprofil, in der Mitte und unten mit einem asymmetrischen Flügelprofil, jeweils im schematischen Querschnitt,

**Fig. 16** ein Fahrzeug mit vier Rädern im Flugbetrieb mit zwei um die Querachse rotierenden Rotormodulen mit bogenförmigen Rotorblättern in der Übersichtsometrie und in Detailschnitten der dreiteiligen Rotorblätter,

**Fig. 17** das Fahrzeug mit vier Rädern nach **Fig. 10** im Fahrbetrieb in der isometrischen Übersicht,

**Fig. 18** ein Fahrzeug mit vier Rädern und mit gerade ausgebildeten Rotorblättern der beiden Rotormodule im Fahrbetrieb in der isometrischen Übersicht,

**Fig. 19** ein Fahrzeug im Flugbetrieb mit zwei um die Querachse rotierenden Rotormodulen mit zweiteiligen Rotorblättern in der Übersichtsometrie und in Detailschnitten,

**Fig. 20** das Fahrzeug nach **Fig. 19** im Fahrbetrieb in der isometrischen Übersicht,

**Fig. 21** ein Fahrzeug im Flugbetrieb mit zwei um die Hochachse rotierenden Rotormodulen mit bügelförmigen Rotorblättern in der Übersichtsometrie und in Detailschnitten der dreiteiligen Rotorblätter,

**Fig. 22** das Fahrzeug nach **Fig. 21** im Fahrbetrieb in der isometrischen Übersicht,

**Fig. 23** das Fahrzeug nach **Fig. 21-22** mit Stellungen des asymmetrischen Flügelprofils für den Steigflug oben in der schematischen Aufsicht und unten im Detailschnitt,

**Fig. 24** das Fahrzeug nach **Fig. 21-23** mit Stellungen des asymmetrischen Flügelprofils für den Geradeausflug oben in der schematischen Aufsicht und unten im Detailschnitt,

**Fig. 25** das Fahrzeug nach **Fig. 21-24** mit Stellungen des asymmetrischen Flügelprofils in dem mittleren Längsabschnitt der bügelförmigen Rotorblätter in einem schematischen Horizontalschnitt,

**Fig. 26** ein Fahrzeug mit Radpropellern im Flugbetrieb, oben in einer perspektivischen Darstellung und unten in der Frontansicht.

**[0014] Fig. 1** zeigt ein Fahrzeug 1 im Flugbetrieb. Zwei Rotormodule 2 mit den Radien  $r_2, r_3$  rotieren jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  um eine Rotationsachse  $t$ , die von der Querachse  $y$  des Fahrzeugs 1 gebildet wird, um einen Rumpf 100 mit einer Kabine 101 für zwei Fahrgäste, wie in den **Fig. 3-7**

gezeigt. Die Rotorblätter A sind jeweils als eine bügelförmige Flügelkette 203 ausgebildet, die an beiden Enden mit Naben 111 verbunden ist. Ein Rotorblatt A weist jeweils zwei Längsabschnitte A1, A2 des Längsträgers 21 für die Aufnahme von jeweils mindestens einem Aktor 20 an jeder Drehachse  $v_1, v_2$  des Rotorblatts A auf. Der Rumpf 100 ist als eine Kugel 103 mit dem Radius  $r_1$  ausgebildet. Im Flugbetrieb des Fahrzeugs 1 wechselt die Saugseite (-) der asymmetrischen Flügelprofile 201 der Rotorblätter A an einem durch die Wendepunkte P, P' gekennzeichneten horizontalen Durchmesser der Umlaufbahnen U, U' für die beiden Rotormodule 2 jeweils von der Außenseite in der oberen Hälfte der Umlaufbahnen U, U' zu der Innenseite in der unteren Hälfte der Umlaufbahnen U, U'. Der Querschnitt der asymmetrischen Flügelprofile 201 oben und unten zeigt jeweils eine Auftriebsstellung, bei der die Drehzahl  $a$  des Rotormoduls 2 und die Fahrtgeschwindigkeit  $b$  des Fahrzeugs 1 die resultierende Anströmung  $c$  des asymmetrischen Flügelprofils 201 ebenso bestimmen wie Wind und Turbulenzen als äußere Einflüsse.

**[0015]** Aus der von den asymmetrischen Flügelprofilen 201 bewirkten Auftriebskraft  $d$  leitet sich eine vertikal nach oben gerichtete Schubkraft  $e$  ab, sodass das etwa 1,5 Tonnen schwere Fahrzeug bei etwa 200 Umdrehungen pro Sekunde der Rotormodule 2 abhebt. Ein von zwei großen luftbereiften Rädern 112 gebildetes Fahrwerk 11 ist mit einer um die Rotationsachse  $t$  rotierenden Nabe 111 verbunden, wobei die beiden Räder 112 im Flugbetrieb stillstehen.

**[0016]** Fig. 2 zeigt das Fahrzeug 1 nach Fig. 1 im Fahrbetrieb, wobei die beiden Rotormodule 2 in einer für den Fahrbetrieb vorgesehenen Stellung arretiert sind. Jeweils an beiden Enden der Rotationsachse  $t$  sind Motorgeneratoren 13 für den Fahrbetrieb des Fahrzeugs 1 vorgesehen. Mittels nicht näher dargestellten Kupplungen 130 und Getrieben 131 wird das von den Motorgeneratoren 13 erzeugte Drehmoment über die beiden unabhängig voneinander steuerbaren Räder 112 auf die Fahrbahn übertragen. Das Fahrzeug 1 verfügt über eine autonome Steuerung, die ein Kippen um die Hochachse  $z$  verhindert.

**[0017]** Fig. 3 zeigt den Fahrbetrieb des Fahrzeugs 1 nach Fig. 1-2 in einer Frontansicht. Mit einer maximalen Breite von 2,10 m und einer maximalen Höhe von 2,70 m kann das Fahrzeug 1 am Straßenverkehr teilnehmen und an einer geeigneten Stelle direkt vom Asphalt abheben und in den Flugmodus wechseln.

**[0018]** Fig. 4 zeigt den Fahrbetrieb des Fahrzeugs 1 nach Fig. 1-3 in einer Seitenansicht. Die Akkumulatoren 14 in dem Gehäuse 140 bilden innerhalb des Rumpfs 100 unterhalb eines Bodens der Kabine 101

einen beweglichen Ballastkörper, um Kippbewegungen des Fahrzeugs 1, die beim Bremsen und Beschleunigen auftreten, entgegenzuwirken.

**[0019]** Fig. 5 zeigt den Steigflug des Fahrzeugs 1 nach Fig. 1-4 in einem schematischen Vertikalschnitt. Man erkennt die mit gegensinniger Drehrichtung T, T' auf getrennten Umlaufbahnen U, U' rotierenden Rotormodule 2 mit den Radien  $r_2, r_3$ . Im Steigflug nimmt der Durchmesser mit den Wendepunkten P, P' eine horizontale Stellung ein, sodass die resultierende Anströmung  $c$  der Rotorblätter A in den Umlaufpositionen I-XII der Umlaufbahnen U, U' mit Ausnahme der Umlaufpositionen III, IX für den Durchmesser mit den Wendepunkten P, P' eine aus der Auftriebskraft  $d$  des asymmetrischen Flügelprofils 201 abgeleitete Schubkraft  $e$  erzeugt, mit der das Fahrzeug 1 aus dem Stillstand in den Steigflug übergehen kann. Dazu ist mindestens eine Leistung der beiden in Fig. 1 dargestellten Motorgeneratoren 13 von jeweils 25kW erforderlich, wobei die beiden Rotormodule 2 mit einer Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute rotieren. Für die Drehflügelkinematik des Flugwerks 10 bedeutet dies 26 Lastwechsel pro Sekunde.

**[0020]** Fig. 6 zeigt den Geradeausflug des Fahrzeugs 1 nach Fig. 1-5 in einem schematischen Vertikalschnitt. Gegenüber dem Vertikalschnitt nach Fig. 5 nimmt der Durchmesser mit den Wendepunkten P, P' eine durch die Ziffern IV, X gekennzeichnete Umlaufposition der Umlaufbahnen U, U' ein, wobei aus der Auftriebskraft  $d$  in allen Umlaufpositionen I-XII mit Ausnahme der Umlaufpositionen IV, X für den Durchmesser IV und X mit den Wendepunkten P, P' eine nach oben und in Fahrtrichtung D gerichtete Schubkraft  $e$  resultiert. Der Verstellbereich für den Durchmessers mit den Wendepunkten P, P' ist durch den Verstellwinkel  $\delta$  gekennzeichnet. Im Geradeausflug rotieren die beiden Rotormodule 2 mit 800 Umdrehungen pro Minute um die Rotationsachse  $t$ .

**[0021]** Fig. 7 zeigt den Rückwärtsflug des Fahrzeugs 1 nach Fig. 1-6 in einem schematischen Vertikalschnitt. Gegenüber der in Fig. 6 dargestellten Drehflügelkinematik steht der Durchmesser mit den Wendepunkten P, P' in einer durch die Ziffern II und IIX gekennzeichneten Stellung, wobei aus der Auftriebskraft  $d$  in allen Umlaufpositionen I-XII mit Ausnahme der Wendepunkte P, P' an dem Durchmesser II und IIX eine nach oben und in Fahrtrichtung D rückwärts gerichtete Schubkraft  $e$  resultiert. Auch hier ist der Verstellbereich des Durchmessers mit den Wendepunkten P, P' durch den Verstellwinkel  $\delta$  gekennzeichnet.

**[0022]** Fig. 8 oben zeigt ein zweiteilig aufgebautes Rotorblatt A, oben mit einem symmetrischen Flügelprofil 200, in der Mitte und unten mit einem asymmetrischen Flügelprofil 201 mit getauschten Saug- und

Druckseiten. Das vordere Blattsegment B1 ist als Längsträger 21 des Rotorblatts A ausgebildet. In der hinteren Hälfte des Rotorblatts A ist das hintere Blattsegment B3 mit der Drehachse v2 an das vordere Blattsegment B1 angelenkt. Ein koaxial und konzentrisch zu der Drehachse v2 angeordneter Aktor 20 betätigt im Inneren des Rotorblatts A einen Schlitten 207, der in **Fig. 9** näher dargestellt ist.

**[0023] Fig. 9** zeigt einen Aktor 20 für die Blattverstellung, der als ein koaxial und konzentrisch zu der Rotationsachse v2 des hinteren Blattsegments B3 angeordneter pneumatischer Muskel 204 ausgebildet ist und den Schlitten 207 betätigt. In jedem Längsabschnitt A1-An des Rotorblatts A kann jeweils mindestens eine derartige Verstellvorrichtung angeordnet werden.

**[0024] Fig. 10** zeigt ein zweiteilig ausgebildetes Rotorblatt A, oben als symmetrisches Flügelprofil 200, in der Mitte und unten als asymmetrisches Flügelprofil 201, bei dem das vordere und das hintere Blattsegment B1,B3 rotierbar an einen von einem Rundhohlprofil gebildeten Längsträger 21 angelenkt sind, sodass die Längsmittelachse des Längsträgers 21 die Drehachse v1 des Rotorblatts A bildet. Für die Blattverstellung werden das vordere und das hintere Blattsegment B1,B3 in einer Drehbewegung mit gegensinniger Drehrichtung T,T' um maximal 6 bis 7 Grad um die Drehachse v1 in Bezug zu der Umlaufbahn U jeweils nach außen oder nach innen gedreht. Während das symmetrische Flügelprofil 200 tangential zu der Umlaufbahn U ausgerichtet ist, bewirkt die Verdrehung des vorderen und des hinteren Blattsegments B1,B3 einen positiven Anstellwinkel  $\alpha$  von etwa 2 Grad gegenüber einer Tangente an der Umlaufbahn U.

**[0025] Fig. 11** zeigt die Verstellvorrichtung des zweiteiligen Rotorblatts A nach **Fig. 10** mit Darstellung eines konzentrisch und koaxial zu der Drehachse v1 angeordneten Aktors 20, der von einem pneumatischen Muskel 204 gebildet wird. Der koaxial und konzentrisch zu der Drehachse v1 angeordnete pneumatische Muskel 204 schiebt den Schlitten 207 auf dem Hohlprofil 205 mit einer Frequenz von 20-30 Hz hin und her, sodass gegensinnig orientierte Gewindeabschnitte des Schlittens 207 an dem vorderen und dem hinteren Blattsegment B3 etwa 20 mal pro Sekunde eine Drehbewegung mit gegensinniger Drehrichtung T,T' bewirken. Die Profilsehne p des asymmetrischen Flügelprofils 201 weist dabei einen positiven Anstellwinkel  $\alpha$  von 2 bis 3 Grad gegenüber der Tangente zur Umlaufbahn U auf.

**[0026] Fig. 12** zeigt ein dreiteilig ausgebildetes Rotorblatt A mit den Blattsegmenten B1-B3, oben als symmetrisches Flügelprofil 200, in der Mitte und unten als asymmetrisches Flügelprofil 201, bei dem

an das mittlere Blattsegment B2 ein vorderes Blattsegment B1 mit der Nase und mit einer Drehachse v1 und ein hinteres Blattsegment B3 mit der Hinterkante und mit der Drehachse v2 angelenkt ist. Das mittlere Blattsegment B2 ist als Längsträger 21 des Rotorblatts A ausgebildet. Durch gegenläufiges Drehen des vorderen Blattsegments B1 und des hinteren Blattsegments B3 um jeweils maximal 7 Grad erhält das asymmetrische Rotorblatt A1 einen positiven Anstellwinkel  $\alpha$  von 2,5 Grad gegenüber der Tangente der Umlaufbahn U. Die Profilsehne p des symmetrischen Flügelprofils 200 ist tangential zur Umlaufbahn U ausgerichtet. Die jeweils gegensinnige Drehrichtung T,T' des vorderen und hinteren Blattsegments B1,B2 bewirkt einen Wechsel der Saugseite (-) und der Druckseite (+) von der Außenseite zur Innenseite der Umlaufbahn U und umgekehrt.

**[0027] Fig. 13** zeigt einen Längsabschnitt A1-An des dreiteiligen Rotorblatts A, oben mit dem symmetrischen Flügelprofil 200 der Übergangsstellung, die das Rotorblatt A temporär dann aufweist, wenn die Saugseite (-), wie in **Fig. 5-7** gezeigt, an dem Durchmesser mit den Wendepunkten P,P' von der Außenseite zur Innenseite der Umlaufbahn U wechselt. Unten ist das Auftrieb erzeugende asymmetrische Flügelprofil 201 des Rotorblatts A dargestellt. Die in das Rotorblatt A integrierten Aktoren 20 werden von zwölf pneumatischen Muskeln 208 gebildet, wobei jeweils sechs pneumatische Muskeln 208 an die Stirnseiten des Schlittens 207 angreifen. Die pneumatischen Muskeln 208 sind jeweils parallel zu den Drehachsen v1,v2 des dreiteiligen Rotorblatts A angeordnet. Die Schlitten 207 sind jeweils an ihrer Innenseite an den Hohlprofilen 205 linear geführt, während sie an ihren Außenseiten in Gewinde des vorderen und des hinteren Blattsegments B1,B3 derart eingreifen, dass durch die lineare Translationsbewegung des Schlittens 207 auf den Hohlprofilen 205 das Ein- und Ausdrehen des vorderen und des hinteren Blattsegments B1,B2 jeweils mit gegensinniger Drehrichtung T,T' gegenüber dem invarianten mittleren Blattsegment B3 bewirkt wird. Die geringe Steigung der blattseitigen Gewinde ermöglicht eine Übersetzung von 1 zu 10 für jeweils sechs an den beiden Stirnseiten des Schlittens 207 angreifende pneumatische Muskeln 204. Drehlager 206 an den Hohlprofilen 205 ermöglichen die Drehbewegung der Blattsegmente B1,B3. Die konzentrisch und koaxial zu den Drehachsen v1,v2 angeordneten Hohlprofile 205 dienen als Medienkanäle der Stromversorgung der pneumatischen Muskeln 204. Die Abluft der pneumatischen Muskeln 204 wird im Bereich der Gewinde geführt, sodass eine Luftlagerung der Blattsegmente B1,B3 an den Schlitten 207 ermöglicht wird.

**[0028] Fig. 14** zeigt jeweils einen elektromagnetischen Aktor 20 exemplarisch für einen Längsabschnitt A1-An des Rotorblatts A, oben in der Über-

gangsstellung mit dem symmetrischen Flügelprofil 200. Die Hohlprofile 205 sind jeweils konzentrisch und koaxial zu den Drehachsen  $v_1, v_2$  für das vordere Blattsegment B1 und das hintere Blattsegment B3 angeordnet und dienen als Kabelkanäle für die Stromversorgung der beiden elektromagnetischen Aktoren 20. Bei der oben dargestellten einfachen Ausführung trägt eine Eisenhülse des Hohlprofils 205 eine Erregerwicklung 208 für die Induktion einer Eisenhülse des Schlittens 207. Durch Umpolung des elektromagnetischen Aktors 20 führt der Schlitten 207 eine oszillierende Bewegung mit einer Frequenz von 20-30 Hz auf dem Hohlprofil 205 aus. Die in Gewindeabschnitte des vorderen und des hinteren Blattsegments B1, B3 eingreifenden Gewinde der Aktoren 20 bewirken eine Drehbewegung mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  an dem vorderen und hinteren Blattsegment B1, B3, die jeweils mittels von Drehlagern 206 an das mittlere Blattsegment B2 angelenkt sind. Luftlager zwischen dem Hohlprofil 205 und dem Schlitten 207 sowie zwischen dem Schlitten 207 und den Blattsegment B1, B3 werden durch das Hohlprofil 205 mit Druckluft versorgt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das elektromagnetisch induzierte Feld parallel zu den Drehachsen  $v_1, v_2$  ausgerichtet, während der Aktor 20, unten, einen Linearmotor aufweist, bei dem eine Vielzahl von Erregerwicklungen 208 des Stators jeweils radial zu den Drehachsen  $v_1, v_2$  der Blattsegmente B1, B3 ausgerichtet sind, wobei der konzentrisch und koaxial zu dem Hohlprofil 205 angeordnete Schlitten 207 eine Vielzahl ringförmiger Permanentmagnete 209 aufweist. Der Linearmotor erlaubt eine exakte Positionierung des Schlittens 207, sodass der Verstellwinkel  $\delta$  für die Blattsegmente B1, B3 sehr exakt eingestellt und variiert werden kann. Die Verstellvorrichtung ist dazu ausgebildet, beträchtlichen aerodynamisch bewirkten Sogkräften sowie Zentrifugalkräften standzuhalten, wobei die Flügelsegmente B1, B3 individuell verstellbar und arretierbar sind.

**[0029] Fig. 15** zeigt ein dreiteilig ausgebildetes Rotorblatt A mit den Blattsegmenten B1-B3, oben als symmetrisches Flügelprofil 200, in der Mitte und unten als asymmetrisches Flügelprofil 201, mit einem elektromagnetischen Aktor 20. Der als mittleres Blattsegment B2 ausgebildete Längsträger 21 hat an seinem vorderen und hinteren Ende jeweils eine Tasche für die Aufnahme eines ferromagnetischen Stellhebels L des vorderen Blattsegments B1 und des hinteren Blattsegments B3 der durch An- und Ausschalten von einander gegenüberliegenden Erregerwicklung 208 der Elektromagnete betätigt wird. Dabei wird das vordere und das hintere Blattsegment B1, B3 mit gegenläufiger Drehrichtung  $T, T'$  um jeweils maximal 7 Grad gegenüber der an den Wendepunkten P, P' nach **Fig. 5-7** tangential zur Umlaufbahn U ausgerichteten Profillehne p des symmetrischen Flügelprofils 200 gedreht, sodass die Profillehne p des asymmetrischen Flügelprofils 201 einen positi-

ven Anstellwinkel  $\alpha$  von 2 Grad gegenüber einer Tangente an der Umlaufbahn U aufweist.

**[0030] Fig. 16** zeigt ein Fahrzeug 1 in der Flugphase. Zwei Rotormodule 2 mit den Radien  $r_2, r_3$  rotieren jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  um eine von der Querachse y gebildete Rotationsachse t um einen von einer Kugel 103 mit dem Radius  $r_1$  gebildeten Rumpf 100 mit einer Kabine 101 für zwei Fahrgäste, wie in den **Fig. 3-7** gezeigt. Bei diesem Ausführungsbeispiel bilden die Längsträger 21 eine bügel- bzw bogenförmige Flügelkette 203 für acht Längsabschnitte A1-A8 der Rotorblätter A. Jeder der acht Längsabschnitte A1-A8 des Rotorblatts A weist, wie in **Fig. 12-14** gezeigt, an den Drehachsen  $v_1, v_2$  jeweils mindestens einen Aktor 20 für die Blattverstellung auf, sodass die nasen- und hinterkantenseitigen Blattsegmente B1, B3 der acht Längsabschnitte A1-A8 des Rotorblatts A jeweils individuell gesteuert werden können. Eine elastische Haut oder elastische Scheiben zwischen den Längsabschnitten A1-A8 bilden eine geschlossene Oberfläche der Rotorblätter A. Im Flugbetrieb des Fahrzeugs 1 wechseln die Saugseiten (-) und die Druckseiten (-) der asymmetrischen Flügelprofile 201 der Rotorblätter A an dem durch die Wendepunkte P, P' gekennzeichneten horizontalen Durchmesser für beide Rotormodule 2 in den oberen Hälften jeweils von den Innenseiten zu den Außenseiten der Umlaufbahnen U, U' und in den unteren Hälften von den Außenseiten zu den Innenseiten zu der Umlaufbahnen U, U'. Die Detailschnitte der asymmetrischen Flügelprofile 201 oben und unten zeigen jeweils eine Auftriebsstellung, bei der, wie in **Fig. 5** gezeigt, die Drehzahl a und die Fahrtgeschwindigkeit b die resultierende Anströmung c des asymmetrischen Flügelprofils 201 bestimmen. Aus der von dem asymmetrischen Flügelprofil 201 bewirkten Auftriebskraft d leitet sich eine vertikal nach oben gerichtete Schubkraft e ab, sodass das etwa 1,5 Tonnen schwere Fahrzeug bei etwa 800 Umdrehungen der Rotormodule 2 pro Minute abhebt. Das Fahrwerk 11 besteht aus zwei Kufen, an die vier luftbereifte Räder 112 angelenkt sind. Die Kufen bilden das Gehäuse 140 für die Akkumulatoren 14.

**[0031] Fig. 17** zeigt das Fahrzeug 1 nach **Fig. 16** im Fahrbetrieb, wobei die beiden Rotormodule 2 in einer für den Fahrbetrieb vorgesehenen Stellung arretiert sind. Jeweils an beiden Enden der Rotationsachse t sind Motorgeneratoren 13 vorgesehen. Antriebsmotoren, die in die Felgen der vier Räder 112 und in die Kufen integriert sind, treiben das Fahrzeug 1 an. Die Lenkung erfolgt über nicht näher dargestellte Gelenke des Fahrwerks 11. Das Verbindungselement zwischen der Kufe und der Nabe 111 ist höhenverstellbar, um den seitlichen Einstieg in das Fahrzeug 1 zu erleichtern.

**[0032] Fig. 18** zeigt eine Variante des Fahrzeugs nach **Fig. 10-11**, bei der die Rotormodule 2 jeweils bügelförmige Längsträger 21 mit zwei gerade ausgebildeten Längsabschnitten A1,A2 der Rotorblätter A aufweisen, die individuell verstellbar sind.

**[0033] Fig. 19** zeigt ein Fahrzeug 1 in der Flugphase. Zwei Rotormodule 2 mit den Radien  $r_2, r_3$  rotieren jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  um eine Rotationsachse  $t$ , die von der Querachse  $y$  des Fahrzeugs 1 gebildet wird um einen Rumpf 100 mit einer Kabine 101 für zwei Fahrgäste, wie in den **Fig. 3-7** gezeigt. Der Rumpf 100 ist als ein Rotationskörper 102 ausgebildet, der sich zu einer linken und einer rechten Nabe 111 hin verjüngt. Insgesamt sechs bogenförmige Rotorblätter A sind unmittelbar mit der Nabe 111 verbunden und bilden eine parabelförmige Flügelkette 203, die in zwanzig Längsabschnitte A1-A20 untergliedert ist. Die Längsabschnitte A1-A20 der zweiteilig ausgebildeten Rotorblätter A sind in sich gerade ausgebildet und jeweils, wie in **Fig. 8-9** gezeigt, mit einem konzentrisch und koaxial zu den Drehachsen  $v_1, v_2$  angeordneten Aktor 20 zur Verstellung des hinteren Blattsegments B3 ausgestattet. Ein linker und ein rechter Motorgenerator 13 treibt sowohl das Flugwerk 10 als auch das Fahrwerk 11 an, wobei auf der Querachse  $y$  auch eine Kupplung 130 und ein Getriebe 131 angeordnet sind. Die Akkuzellen 14 für die Motorgeneratoren 13 bilden, wie in **Fig. 4** gezeigt, einen beweglichen Ballastkörper innerhalb des Rumpfs 100 und unterhalb eines Bodens der Kabine 101.

**[0034] Fig. 20** zeigt das Fahrzeug nach **Fig. 19** im Fahrbetrieb, wobei die beiden Rotormodule 2 in einer für den Fahrbetrieb vorgesehenen Stellung arretiert sind. Jeweils an beiden Enden der von der Querachse  $y$  gebildeten Rotationsachse  $t$  sind Motorgeneratoren 13 vorgesehen. Mittels einer Kupplung 130 und eines Getriebes 131 wird das von den Motorgeneratoren 13 erzeugte Drehmoment über die beiden unabhängig voneinander gesteuerten Räder 112 auf eine nicht näher dargestellte Fahrbahn übertragen. Das Fahrzeug 1 verfügt über eine autonome Steuerung, die ein Kippen um die Hochachse  $z$  verhindert.

**[0035] Fig. 21** zeigt ein Fahrzeug 1 mit einer besonders vorteilhaften Drehflügelkinematik in der Flugphase. Zwei Rotormodule 2 mit den Radien  $r_2, r_3$  rotieren jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  um eine Rotationsachse  $t$ , die von der Hochachse  $z$  gebildet wird um einen Rumpf 100 mit einer Kabine 101 für zwei Fahrgäste, wie in den **Fig. 3-7** gezeigt. Der Rumpf 100 ist als ein Rotationskörper 102 ausgebildet und weist an seinem oberen und unteren Scheitel jeweils eine Nabe 111 für die gegenläufig rotierenden Rotormodule 2 auf. Die Längsträger 21 der Rotorblätter A sind bügelförmig ausgebildet und

der Höhe  $h$  nach in drei Längsabschnitte A1-A3 untergliedert. Während die Längsabschnitte A2,A3, wie am oberen und unteren Blattrand gezeigt, mit dem asymmetrischen Flügelprofil 201 Auftrieb  $d$  erzeugen, bewirken die mittleren Längsabschnitte A2 der Rotorblätter A eine in Fahrtrichtung ausrichtbare Schubkraft  $e$ . Für die Einhaltung einer bestimmten Standposition des Flugbetriebs kann die Drehflügelkinematik für die Rotorblätter A in den mittleren Längsabschnitten A2 in den Standby-Betrieb geschaltet werden, wofür das symmetrische Flügelprofil genutzt wird, sodass sich die Schubkräfte  $e$  in beiden Hälften der Umlaufbahnen  $U, U'$  gegenseitig eliminieren und bei Seitenwind, Turbulenzen und anderen äußeren Kräften Schubkräfte  $e$  als gezielte Gegenkräfte aktiviert werden, die es dem Fahrzeug 1 ermöglichen die jeweilige Flugposition exakt einzuhalten.

**[0036] Fig. 22** zeigt das Fahrzeug 1 nach **Fig. 21** im Fahrbetrieb, wobei die beiden Rotormodule 2 am Heck des Fahrzeugs 1 in einer für den Fahrbetrieb vorgesehenen Stellung arretiert sind. Für den Fahrbetrieb des Fahrzeugs 1 sind vier luftbereifte Räder 112 mit nicht näher dargestellten Motorgeneratoren, die in die Felgen und Kufen des Fahrwerks 11 integriert sind, vorgesehen. Der Einstieg in das Fahrzeug 1 erfolgt von der Seite über die als Stufen ausgebildeten Kufen.

**[0037] Fig. 23** zeigt schematisch den Umlauf eines Rotorblatts A in den in **Fig. 21** beschriebenen Längsabschnitten A1,A3 des Rotorblatts A, oben in der Übersichtsdarstellung und unten in Detailschnitten des asymmetrischen Flügelprofils 201 jeweils für die linke und die rechte Hälfte der Umlaufbahn  $U$ . Im Steigflug ist die Summe der Auftriebskräfte  $d$  in beiden Hälften der Umlaufbahn  $U$  gleich groß, sodass in den Längsabschnitten A1,A3 des Rotorblatts A keine Verstellung der Blattsegmente B1,B3 erforderlich ist.

**[0038] Fig. 24** zeigt schematisch den Umlauf des Rotorblatts A in dem Längsabschnitt A2 des Fahrzeugs 1 nach **Fig. 21** oben in einer Übersichtsdarstellung und unten in Detailschnitten des Rotorblatts 20. Im Geradeausflug des Fahrzeugs 1 setzt sich die resultierende Anströmung  $c$  aus der Drehzahl  $a$  und der Fahrtgeschwindigkeit  $b$  zusammen, sodass bezüglich der Fahrtrichtung  $D$  in der linken und rechten Hälfte der Umlaufbahn  $U$  an den Rotorblättern A jeweils unterschiedliche Auftriebskräfte  $d$  resultieren. Durch eine entsprechende Blattverstellung des vorderen und des hinteren Blattsegments B1,B3 gegenüber dem mittleren, invarianten Blattsegment B2 werden die in beiden Hälften der Umlaufbahn  $U$  bewirkten Auftriebskräfte  $d$  ausgeglichen, sodass das Fahrzeug eine stabile Fluglage einnimmt. In dem Längsabschnitt A2 des Rotorblatts ist, wie in **Fig. 24** gezeigt, eine Blattverstellung vorgesehen,

bei der entsprechend dem Anspruch 1 der Erfindung die Schubkraft  $e$  in Fahrtrichtung  $d$  ausrichtbar ist, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel der Verstellwinkel  $\delta$  360 Grad beträgt, sodass das Fahrzeug 1 mühelos in jede beliebige Fahrtrichtung  $D$  gelenkt werden kann. Dies ist insbesondere für einen präzisen Landeanflug und auch für das Einhalten einer bestimmten Flugposition z.B. bei Seitenwind von Vorteil.

**[0039] Fig. 25** zeigt den Geradeausflug des Fahrzeugs 1 nach **Fig. 21-24** in einem schematischen Horizontalschnitt. Die mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  auf getrennten Umlaufbahnen  $U, U'$  rotierenden Rotormodule 2 mit den Radien  $r_2, r_3$  sind im Horizontalschnitt des Längsabschnitts  $A_2$  der Rotorblätter  $A$  dargestellt. Der Durchmesser mit den Wendepunkten  $P, P'$  kann in dem Längsabschnitt  $A_2$  jede beliebige Umlaufposition I-XII einnehmen, sodass der Verstellwinkel  $\delta$  in diesem Fall 360 Grad beträgt. Während die Rotorblätter  $A$  in den Längsabschnitten  $A_1, A_3$  für die notwendige Auftriebskraft  $d$  sorgen, dient der Längsabschnitt  $A_2$  der Erzeugung einer Schubkraft  $e$ , die im Umkreis von 360 Grad in jede beliebige Fahrtrichtung gelenkt werden kann. Im Standflug wird bei Windstille die Drehflügelkinematik in den Längsabschnitten  $A_2$  der Rotorblätter  $A$  abgeschaltet, sodass sich die von den asymmetrischen Flügelprofilen 201 bewirkten Schubkräfte  $e$  gegenseitig aufheben. Mittels der Drehflügelkinematik ist das Fahrzeug 1 sehr gut steuerbar und kann z.B. eine Flugposition sehr präzise einhalten, was für Start und Landung von besonderem Vorteil ist. Nicht näher bezeichnete Drehsessel innerhalb der Kabine 101 ermöglichen es dem Piloten und einem Fahrgast, die Blickrichtung in die jeweilige Fahrtrichtung  $D$  zu lenken. Für den Flugbetrieb des Fahrzeugs 1 ist eine Leistung der beiden in **Fig. 20, Fig. 21** dargestellten Motorgeneratoren 13 von jeweils mindestens 25 kW erforderlich, wobei die beiden Rotormodule 2 mit einer Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute rotieren. Für die Drehflügelkinematik bedeutet dies etwa 26 Lastwechsel pro Sekunde.

**[0040] Fig. 26** oben und unten zeigt ein Fahrzeug 1 in der Flugphase. Im Unterschied zu dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel bilden das Flugwerk 10 und das Fahrwerk 11 hier eine vollständige Funktionseinheit, wobei die beiden Räder 112 jeweils als Radpropeller 113 ausgebildet sind. Im Flugbetrieb des Fahrzeugs 1 rotieren die Radpropeller 113 mit gegenläufiger Drehrichtung  $T, T'$  um die Rotationsachse  $t$ . Im Fahrbetrieb des Fahrzeugs 1 sind die nicht näher bezeichneten Sessel, z.B. für einen Piloten und einen Begleiter, wie in **Fig. 3** gezeigt, in Fahrtrichtung  $D$  ausgerichtet, wobei die beiden Rotormodule 2 ebenfalls mit gegenläufiger Drehrichtung  $T, T'$  um die  $y$ -Achse rotieren. Im Flugbetrieb dagegen ermöglichen die drehbar ausgebildeten Sessel für die Fahrgäste eine Blickrichtung in Flug-

richtung, wobei sowohl die beiden Radpropeller 113 als auch die beiden Rotormodule 2 jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T, T'$  um die von der  $x$ -Achse gebildete Längsachse des Fahrzeugs 1 rotieren. Während die beiden Rotormodule 2 die für den Flug notwendige Auftriebskraft  $d$  liefern, erzeugen die beiden Radpropeller 113 die Schubkraft  $e$  in Fahrtrichtung  $D$ . Dabei ist von besonderem Vorteil, dass die Fahrtgeschwindigkeit  $b$  keinen negativen Einfluss auf die von den Rotormodulen 2 erzeugte Auftriebskraft  $d$  hat. Der Wechsel der Sitzposition geht aus **Fig. 25** unten hervor, die das Fahrzeug 1 in einer Ansicht von vorne zeigt.

#### Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
t	Rotationsachse
x	Längsachse
y	Querachse
z	Hochachse
U, U'	Umlaufbahn
P, P'	Wendepunkte
(-), (+)	Saugseite, Druckseite
I-XII	Umlaufpositionen
D	Fahrtrichtung
T, T'	Drehrichtung
L	Stellhebel
10	Flugwerk
100	Rumpf
101	Kabine
102	Rotationskörper
103	Kugel
11	Fahrwerk
110	Fahrgestell
111	Nabe
112	Rad
113	Radpropeller
12	Drehflügelkinematik
13	Motorgenerator
130	Kupplung
131	Getriebe
13	Motorgenerator
14	Akkupack
140	Gehäuse
2	Rotormodul

A	Rotorblatt
A1-An	Längsabschnitt
B1-B3	Blattsegment
20	Aktor
200	Symmetrisches Flügelprofil
201	Asymmetrisches Flügelprofil
202	Haarfuge
203	Flügelkette
204	Pneumatischer Muskel
205	Hohlprofil
206	Drehlager
207	Schlitten
208	Erregerwicklung
209	Permanentmagnet
21	Längsträger
$\delta$	Verstellwinkel
$\alpha$	Positiver Anstellwinkel
a	Drehzahl
b	Fahrtgeschwindigkeit
c	Resultierende Anströmung
d	Auftriebskraft
e	Schubkraft, Schubumkehr
f	Tangentiale Antriebskraft
g,h	Länge, Höhe
p	Profilsehne
q	Profildicke
r1-r3	Radius
v1,v2	Drehachse

### Patentansprüche

1. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) mit einer Längs-, einer Quer- und einer Hochachse (x,y,z) für ein Flugwerk (10) und für ein Fahrwerk (11) und mit einer Drehflügelkinematik für zwei sich über eine Länge (g) oder über eine Höhe (h) erstreckende Rotormodule (2), die mit gegensinniger Drehrichtung (T,T') auf getrennten Umlaufbahnen (U,U') mit Radien (r2,r3) für jeweils mindestens zwei Rotorblätter (A) um eine von einer der Achsen (x,y,z) gebildeten Rotationsachse (t), die von der Längs-, der Quer- oder der Hochachse (x, y, z) des Fahrzeugs (1) gebildet wird, um einen Rumpf (100), wobei der Rumpf (100) entweder als ein Rotationskörper (102) um eine der Achsen (x,y,z) ausgebildet ist und eine Kugel (103) mit dem Radius (r1), ein Ellipsoid, ein Ovoid oder einen frei geformten Rota-

tionskörper (102) aufweist, oder bei dem der Rumpf (100) einen nach aerodynamischen und funktionalen Gesichtspunkten geformten, stromlinienförmigen Körper hat, mit einer Kabine (101) für zwei Fahrgäste, rotieren und von zwei konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse (t) angeordneten Motorgeneratoren (13) angetrieben werden, welche Rotorblätter (A) einen in sich starren Längsträger (21) mit Längsabschnitten (A1-An) für die Aufnahme einer Mehrzahl von Aktoren (20) aufweisen und ein variables, asymmetrisches Flügelprofil (201) mit einer sich zwischen einer Nase und einer Hinterkante erstreckenden Profilsehne (p) haben, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rotorblatt (A) in einem Umlauf des Rotormoduls (2) mittels der Aktoren (20) derart verstellbar ist, dass in mindestens einem Längsabschnitt (A1-An) der Länge (g) oder der Höhe (h) des Rotormoduls (2) die Saugseite (-) und die Druckseite (+) des asymmetrischen Flügelprofils (201) an einem einstellbaren Durchmesser mit Wendepunkten (P,P') zweimal die Orientierung von der Außenseite zu der Innenseite der jeweiligen Umlaufbahn (U,U') wechselt und das variable, asymmetrische Flügelprofil (201) an den Wendepunkten (P,P') in einer Übergangstellung temporär ein mit seiner Profilsehne (p) tangential zu der Umlaufbahn (U,U') ausgerichtetes symmetrisches Flügelprofil (200) aufweist, wobei die Stellung des Durchmessers mit den Wendepunkten (P,P') quer zu der Fahrtrichtung (D) des Fahrzeugs (1) so einstellbar ist, dass in beiden Hälften der jeweiligen Umlaufbahn (U,U') der beiden Rotormodule (2) aus der von dem asymmetrischen Flügelprofil (201) aerodynamisch erzeugten Auftriebskraft (d) eine in Fahrtrichtung (D) des Fahrzeugs (1) wirkende Schubkraft (e) ableitbar ist.

2. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach Anspruch 1, bei dem das Rotorblatt (A) des Rotormoduls (2) zweigeteilt ist und ein vorderes, als Längsträger (21) des Rotorblatts (A) ausgebildetes Blattsegment (B1) aufweist, an welches vordere Blattsegment (B1) im hinteren Drittel ein hinteres Blattsegment (B3) mit der Drehachse (v2) angelenkt ist, wobei das symmetrische Flügelprofil (200) an dem Durchmesser mit den Wendepunkten (P,P') durch Ein- oder Ausdrehen des hinteren Blattsegments (B3) jeweils mit gegensinniger Drehrichtung (T,T') um bis zu 6 Grad im luv- und leeseitigen Umlauf ein asymmetrisches Flügelprofil (201) aufweist, bei dem die Profilsehne (p) in beiden Hälften der durch den Durchmesser mit den Wendepunkten (P,P') geteilten Umlaufbahnen (U,U') einen positiven Anstellwinkel ( $\alpha$ ) von 3,5 Grad gegenüber einer Tangente an den Umlaufbahnen (U,U') aufweist.

3. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem das Rotorblatt (A) dreiteilig ausgebildet ist und an ein mittleres, als Längsträger (21) ausge-

bildetes Blattsegment (B2) ein vorderes, um die Drehachse (v1) drehbares Blattsegment (B1) mit der Nase und ein hinteres, um die Drehachse (v2) drehbares Blattsegment (B3) mit der Hinterkante angelenkt sind, wobei das symmetrische Flügelprofil (200) an dem Durchmesser mit den Wendepunkten (P,P') durch gleichzeitiges Ein- oder Ausdrehen des vorderen und des hinteren Blattsegments (B1,B3) jeweils mit gegensinniger Drehrichtung (T,T') um bis zu 6 Grad im luv- und leeseitigen Umlauf ein asymmetrisches Flügelprofil (201) aufweist, das einem Clark-YM-15 Profil entspricht und dessen Profildicke (p) mit einem positiven Anstellwinkel ( $\alpha$ ) von 2 Grad gegenüber einer Tangente an den Umlaufbahnen (U,U') geneigt ist.

4. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem der Längsträger (21) an beiden Enden mit einer Nabe (111) des Flugwerks (10) und des Fahrwerks (11) verbunden ist und bügelförmig, oder bogenförmig ausgebildet ist und jeweils eine Mehrzahl von in sich geraden Längsabschnitten (A1-An) für die Aufnahme von jeweils mindestens einem Aktor (20) aufweist, wobei die einzelnen Längsabschnitte (A1-An) eine polygonzugförmige Flügelkette (203) mit jeweils unterschiedlich geneigten Drehachsen (v1,v2) für die drehbaren Blattsegmente (B1,B3) der Rotorblätter (1) bilden, sodass die Drehflügelkinematik in jedem einzelnen Längsabschnitt (A1-An) der polygonzugförmigen Flügelkette (203) das Ein- und Ausdrehen der vorderen und der hinteren Blattsegments (B1,B3) ermöglicht und Haarfugen (202) zwischen den Blattsegmenten (B1-B3) und elastische Scheiben zwischen den einzelnen gerade ausgebildeten Längsabschnitten (A1-An) der Flügelkette (203), oder eine elastische Hülle des Rotorblatts (1) die laminare Umströmung des asymmetrischen Flügelprofils (201) ermöglichen.

5. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die Aktoren (20) einschließlich der Energiespeicher und Stellmotoren vollständig in interne Taschen des Längsträgers (21) der zwei- oder dreiteilig ausgebildeten Rotorblätter (A) integriert sind und die Aktoren (20) des dreiteilig ausgebildeten Rotorblatts (A) zylinderförmige Schlitten (207) betätigen, die an ihren Innenseiten an koaxial und konzentrisch zu den Drehachsen (v1,v2) angeordneten Hohlprofilen (205) linear geführt werden und an ihren Außenseiten in Gewindeabschnitte des vorderen und des hinteren Blattsegments (B1,B3) eingreifen und die Aktoren (20) mit einer elektromagnetisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch angetriebenen linearen Translationsbewegung des Schlittens (207) das Ein- und Ausdrehen des vorderen und des hinteren Blattsegments (B1,B2) bezüglich des von dem Längsträger (21) gebildeten invarianten mittleren Blattsegments (B2)

bewirken, wobei eine geringe Steigung der blattseitigen Gewindeabschnitte eine Übersetzung von 1 zu 10 für die Kraft der Aktoren (20) ermöglicht, die als pneumatische Muskeln (208) oder als Linearmotoren ausbildbar sind.

6. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die Aktoren (20) als Linearmotoren ausgebildet sind und das Hohlprofil (205) in dem betreffenden Längsabschnitt (A1-An) des Längsträgers (21) eine Mehrzahl bezüglich der Drehachsen (v1,v2) radial angeordneter Erregerwicklungen (208) trägt, die zusammen mit Permanentmagneten (209) des Schlittens (207) den dreiphasigen Linearmotor bilden, der für eine exakte Steuerung der Blattsegmente (B1,B3) und des Verstellwinkels ( $\delta$ ) ausgebildet ist, oder dass der Aktor (20) einen schaltbaren Elektromagnet mit einer Erregerwicklung (208) aufweist, und entweder quer zu den Drehachsen (v1,v2) angeordnete Stellhebel (L) betätigt, oder dass eine koaxial und konzentrisch zu den Drehachsen (v1,v2) angeordnete Erregerwicklung (208) des Hohlprofils (205) für die Induktion einer Eisenhülle des Schlittens (207) vorgesehen ist, wobei für die Stromversorgung ein sich zwischen beiden Enden des Längsträgers (21) erstreckender und von dem Hohlprofil (205) gebildeter Medienkanal vorgesehen ist und im Fall eines zweiteilig ausgebildeten Rotorblatts (A) die Schlitten (207) in Taschen des vorderen, als Längsträger (21) ausgebildeten Blattsegments (B1) angeordnet sind und das hintere Blattsegment (B3) um die Drehachse (v2) gedreht wird.

7. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Drehflügelkinematik in einem Längsabschnitt (A1-An) des Längsträgers (21) innerhalb eines durch den Verstellwinkel ( $\delta$ ) definierten Verstellbereichs eine frei wählbare Stellung des Durchmessers (P-P') ermöglicht, sodass die Saugseiten (-) des asymmetrischen Flügelprofils (201) individuell steuerbar sind und ein Pilot oder eine Fernsteuerung den elektromechanischen, elektromagnetischen, elektropneumatischen oder elektrohydraulischen Antrieb der Aktoren (20) steuert.

8. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Hochachse (z) als Rotationsachse (t) ausgebildet ist und bügelförmig ausgebildete Längsträger (21) der Höhe (h) nach in einen oberen, einen mittleren und einen unteren Längsabschnitt (A1-A3) unterteilt sind, wobei die Durchmesser mit den Wendepunkten (P,P') in den oberen und unteren Längsabschnitten (A1,A3) längs zur Fahrtrichtung (D) ausgerichtet werden, sodass die Drehflügelkinematik der Rotormodule (2) den Anstellwinkel ( $\alpha$ ) der asymmetrischen Flügelprofile (201) derart steuert, dass die Auftriebskräfte (d) in den linken

und in den rechten Hälften der Umlaufbahnen (U,U') gleich groß sind, wobei in dem mittleren Längsabschnitt (A2) die Durchmesser mit den Wendepunkten (P,P') im Umkreis von 360 Grad quer zur Fahrtrichtung (D) frei orientierbar sind, sodass die Saugseiten (-) der asymmetrischen Flügelprofile (201) in beiden Hälften der Umlaufbahnen (U,U') eine in die jeweilige Fahrtrichtung (D) gerichtete Schubkraft (e) erzeugen.

(2) übertragen wird, sodass die Radpropeller (113) die Schubkraft (e) in Fahrtrichtung (D) und die Rotormodule (2) die Auftriebskraft (d) erzeugen, wobei die Radpropeller (113) im Fahrbetrieb das Fahrwerk (11) des Fahrzeugs (1) bilden und die Sessel für die Passagiere um 90 Grad gedreht werden, sodass die Passagiere in der Kabine (101) in Fahrtrichtung (D) sitzen.

Es folgen 26 Seiten Zeichnungen

9. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Motorgeneratoren (13) jeweils einen Stator und einen Läufer für eine Induktionsmaschine oder für eine permanent erregte Synchronmaschine aufweisen und wahlweise das Flugwerk (10) oder das Fahrwerk (11) antreiben, wobei das Fahrwerk (11) entweder von zwei um die Rotationsachse (t) der Rotormodule (2) rotierenden Rädern (112) oder von einem separaten Fahrgestell (110) mit vier luftbereiften Rädern (112) gebildet wird und die Motorgeneratoren (13) im Fahrbetrieb des Fahrzeugs (1) beim Bremsen (1) und im Flugbetrieb des Fahrzeugs (1) im Sinkflug vom Motorbetrieb in den Generatorbetrieb wechseln, sodass die Akkumulatoren (14) aufgeladen werden, und wobei bei Ausfall der Motorgeneratoren (13) im Flugbetrieb eine lösbare Kupplung (130) eine Freilaufstellung des Getriebes (131) ermöglicht, sodass durch Autorotation der Rotormodule (2) die Flugfähigkeit des Fahrzeugs (1) erhalten bleibt und die Stromversorgung der Drehflügelkinematik durch die Akkumulatoren (14) weiter aufrecht erhalten bleibt und im Notfall Fallschirme den Absturz des Fahrzeugs (1) verhindern.

10. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, das als ein Flugtaxi ausgebildet ist, bei dem der Rumpf (100) eine Kabine (101) für zwei Passagiere aufweist, die links und rechts von der in Fahrtrichtung (D) ausgerichteten Längsachse (x) auf Sesseln Platz nehmen, wobei unter einem Zwischenboden der Kabine (101) Akkumulatoren (14) in einem Gehäuse (140) als ein beweglicher Ballast für die Trimmung des Fahrzeugs (1) im Flug- und Fahrbetrieb genutzt werden, oder bei dem Kufen des Fahrwerks (10) das Gehäuse (140) für die Akkumulatoren (14) bilden.

11. Flug- und straßenverkehrstaugliches Fahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem im Flugbetrieb die Rotormodule (2) um die Längsachse (x) und im Fahrbetrieb die Räder (112) um die Querachse (y) rotieren und im Flugbetrieb des Fahrzeugs (1) das von den Motorgeneratoren (13) erzeugte Drehmoment mittels von Kupplungen (130) und Getrieben (131) auf die mit gegensinniger Drehrichtung (T, T') rotierenden Radpropeller (113) sowie auf die beiden Rotormodule



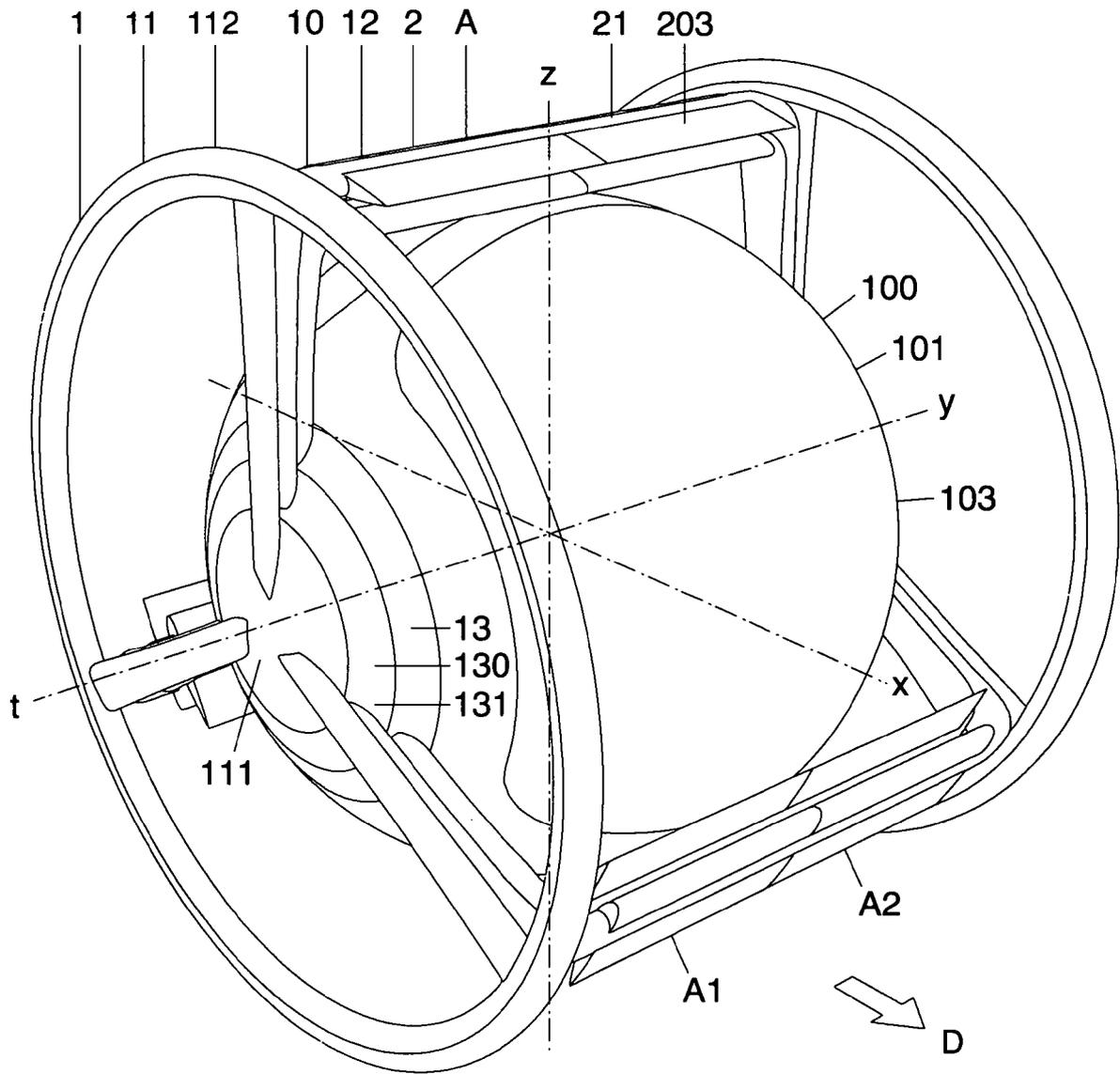


Fig.2

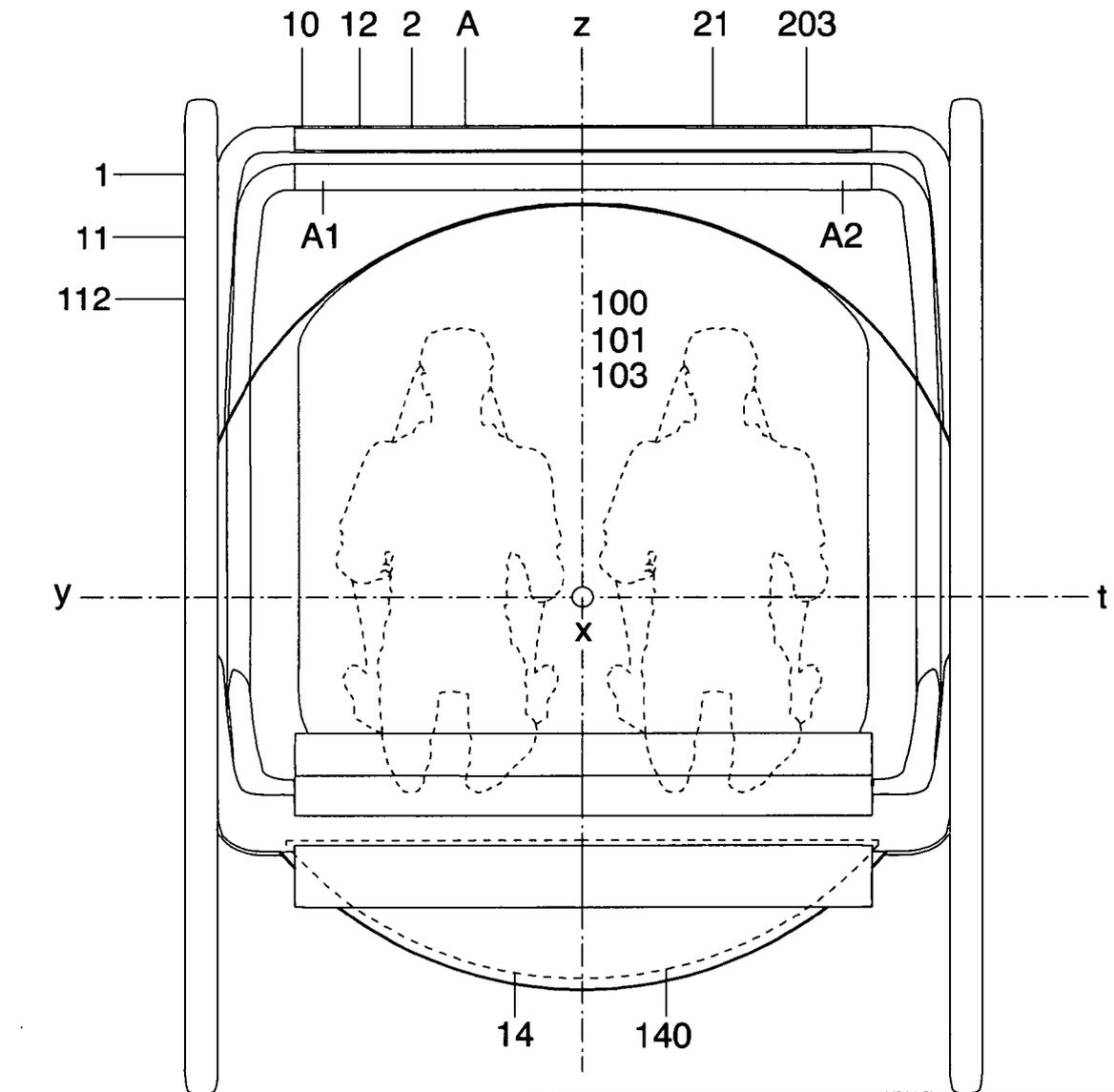


Fig.3

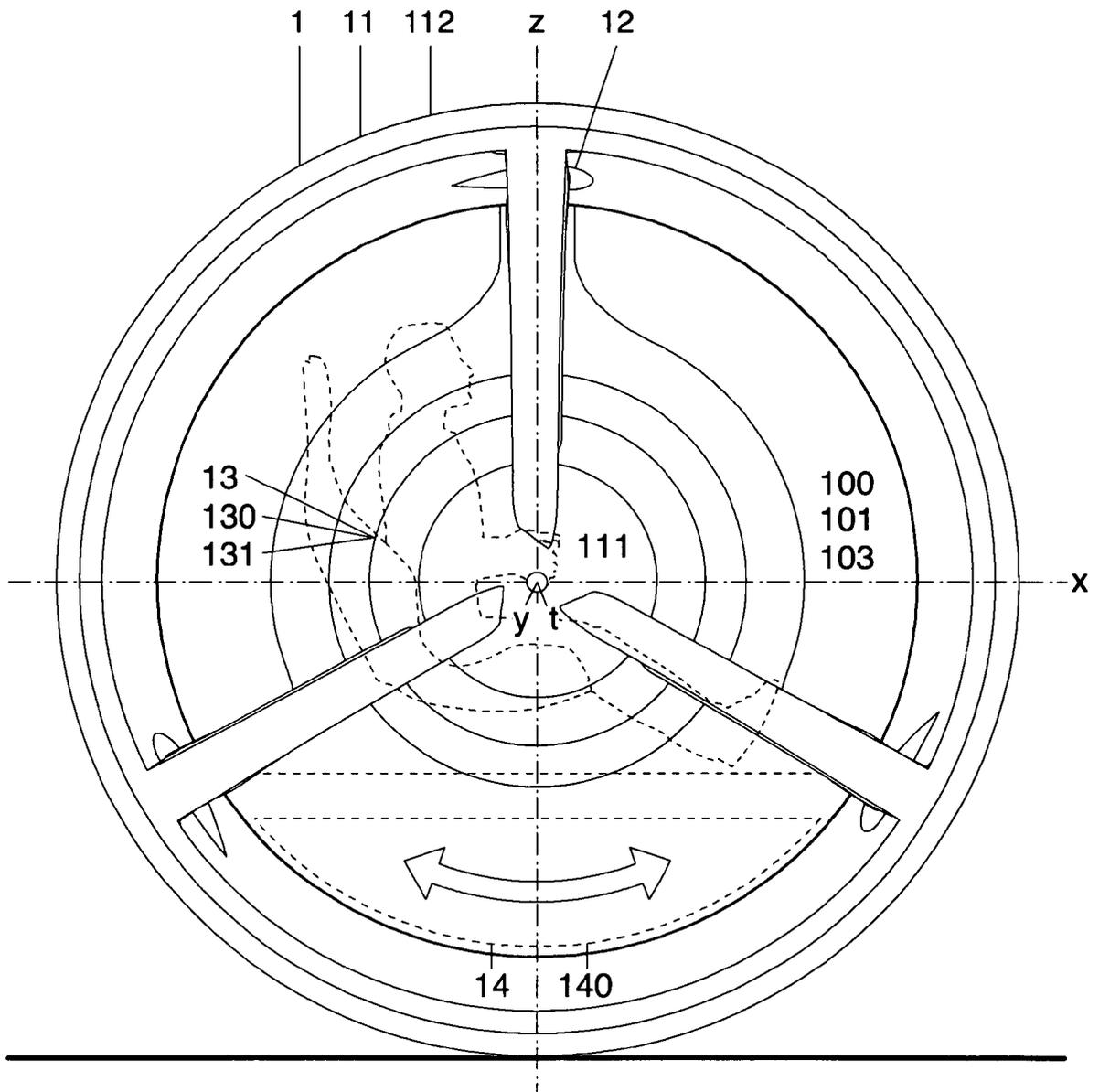


Fig.4

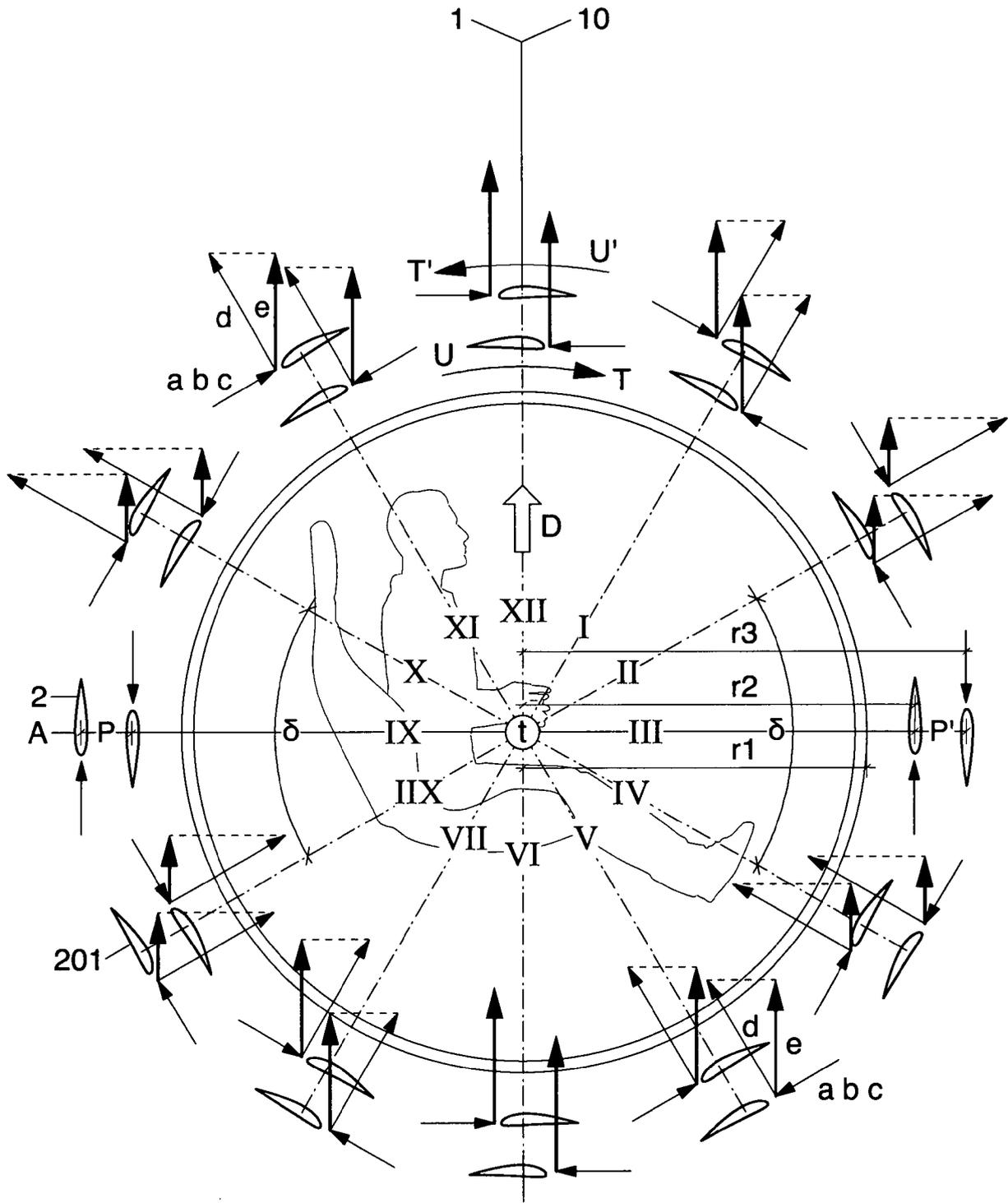


Fig.5

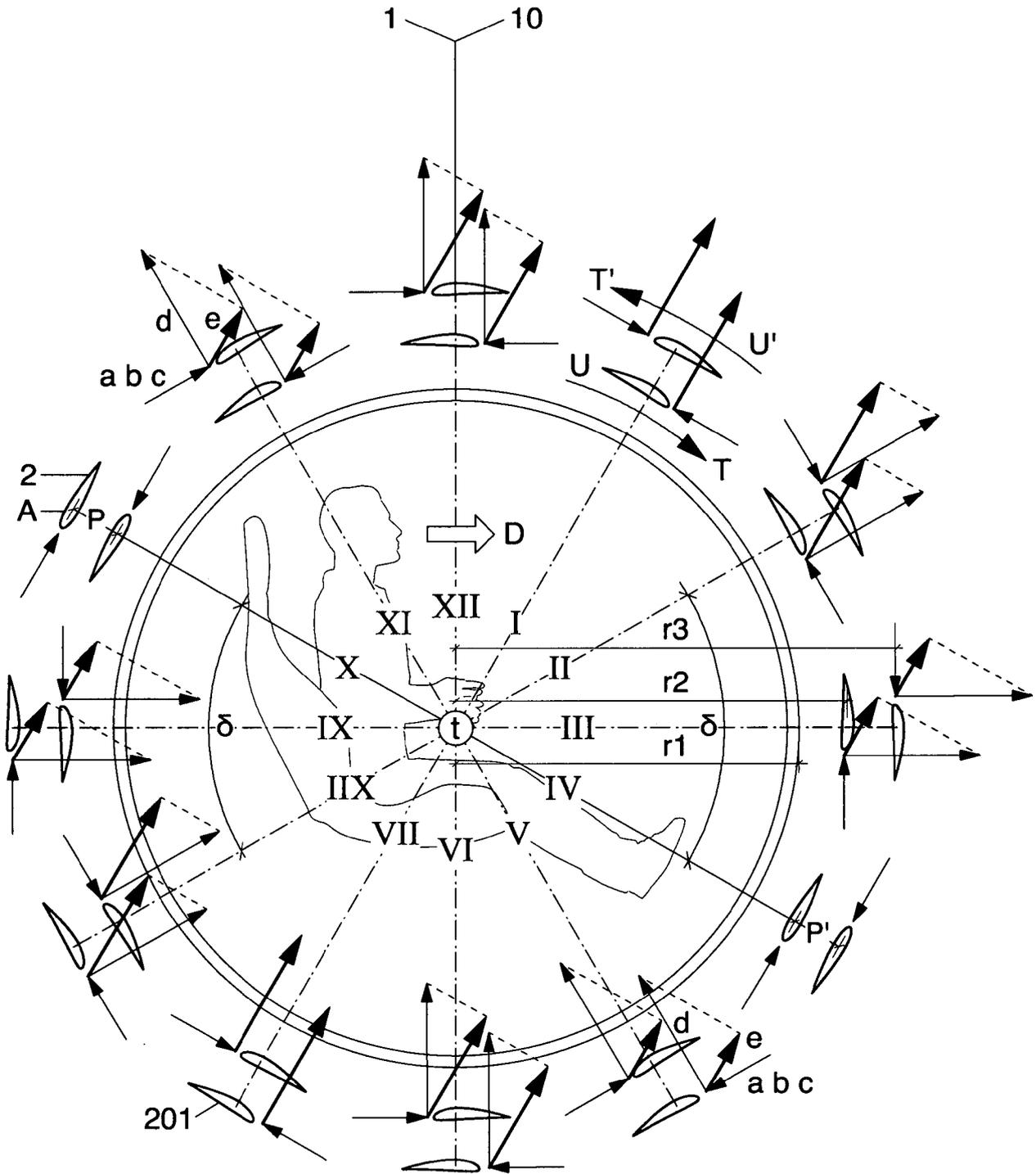


Fig.6

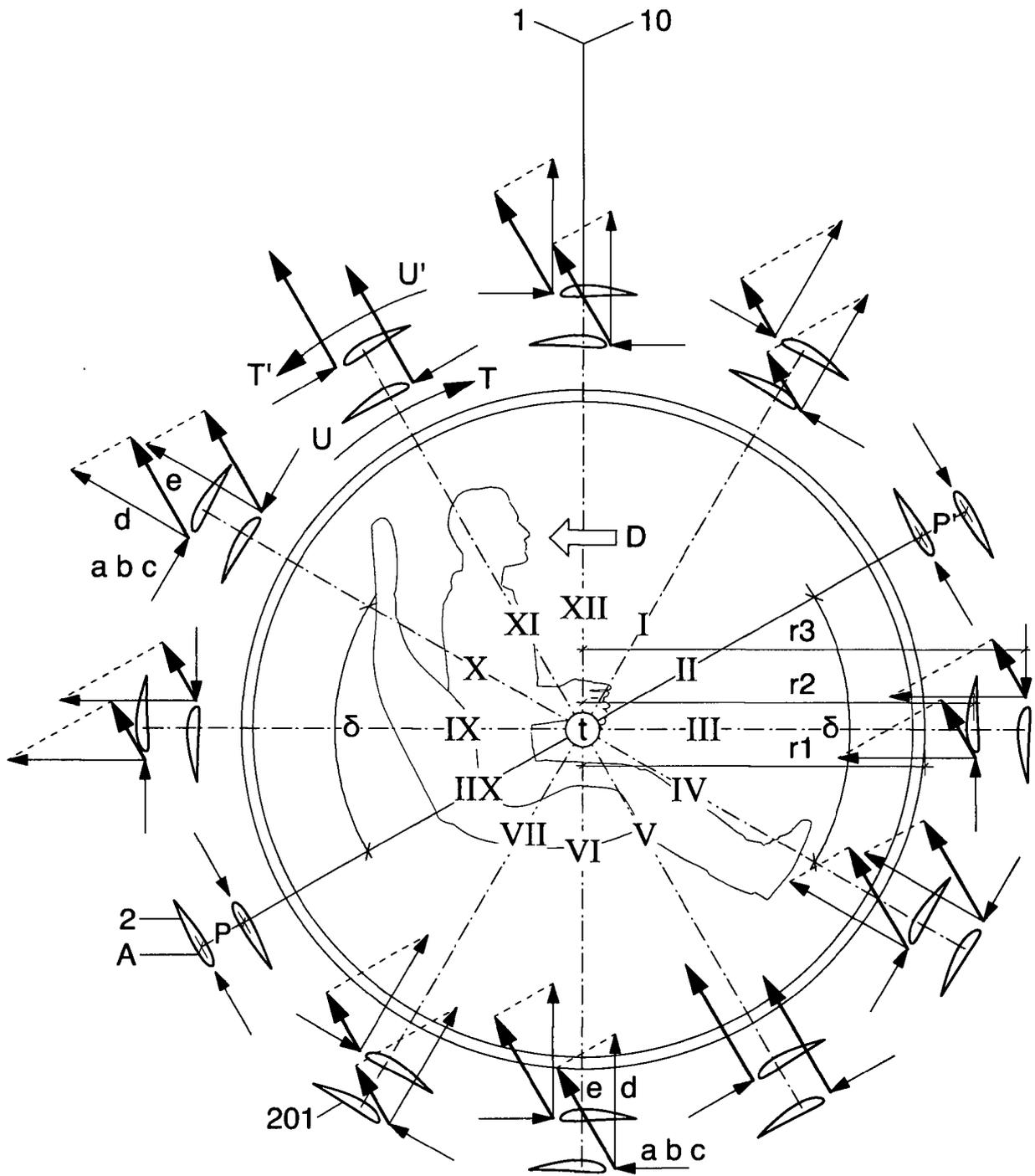


Fig.7

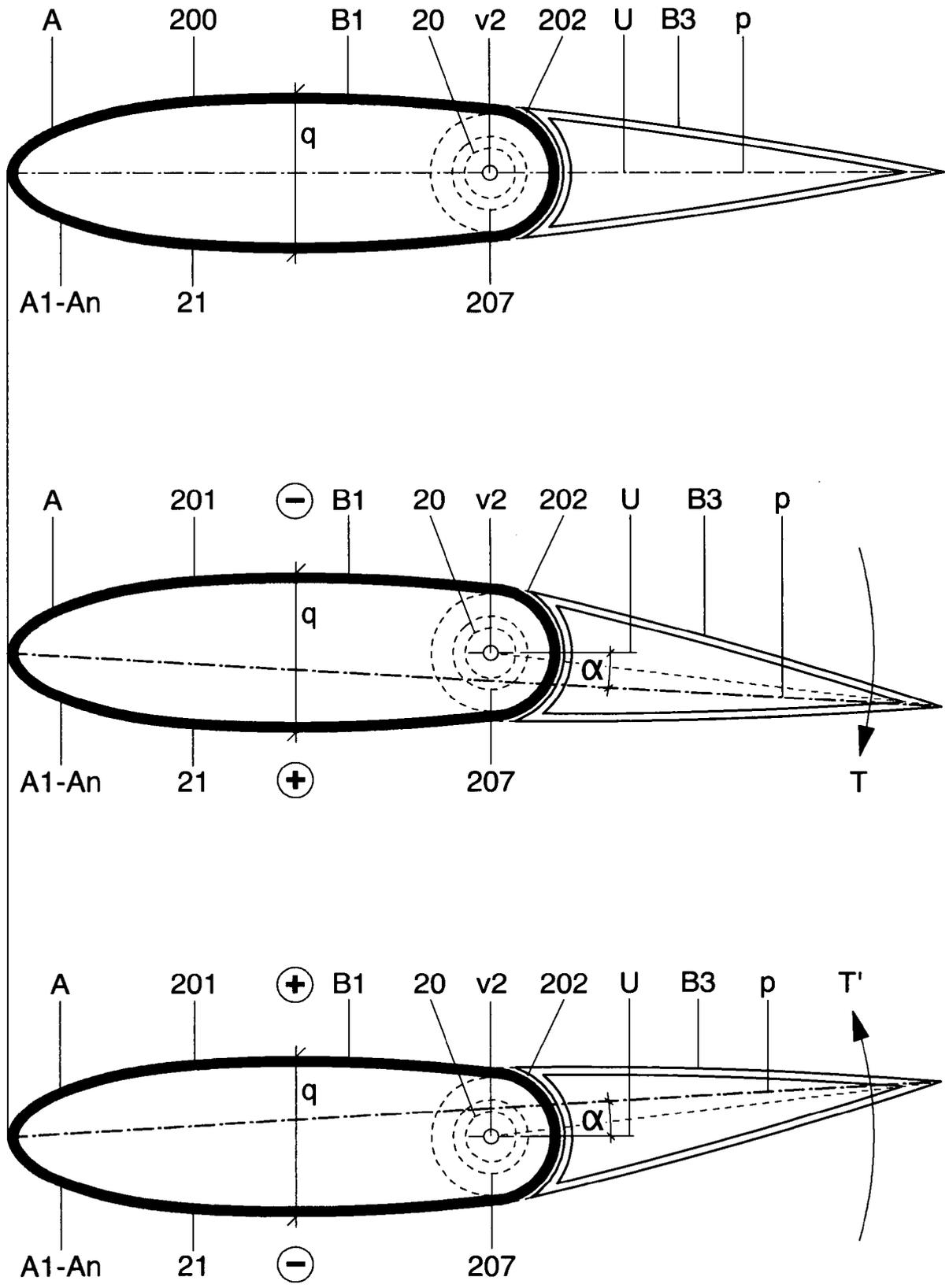


Fig.8

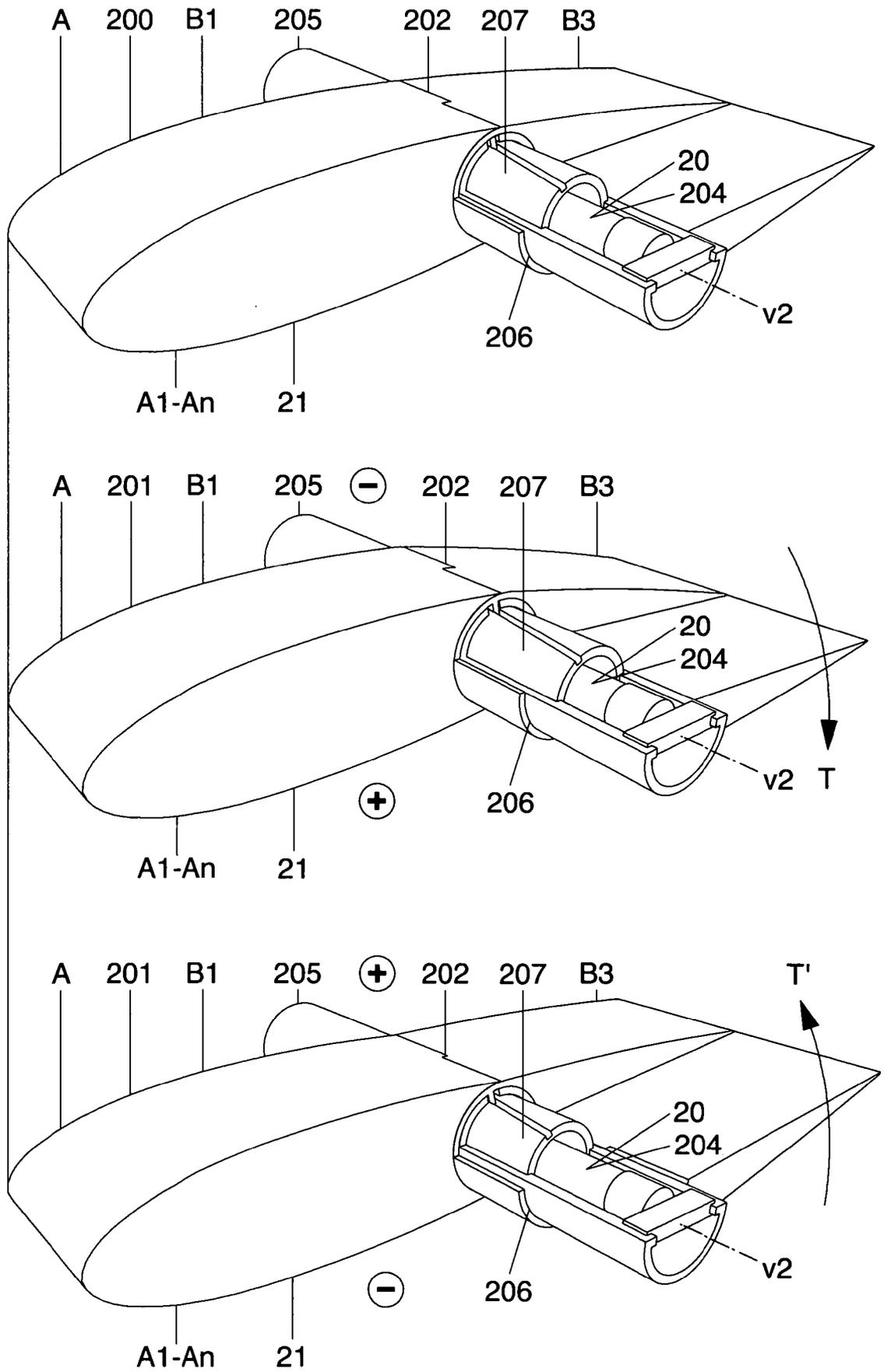


Fig.9

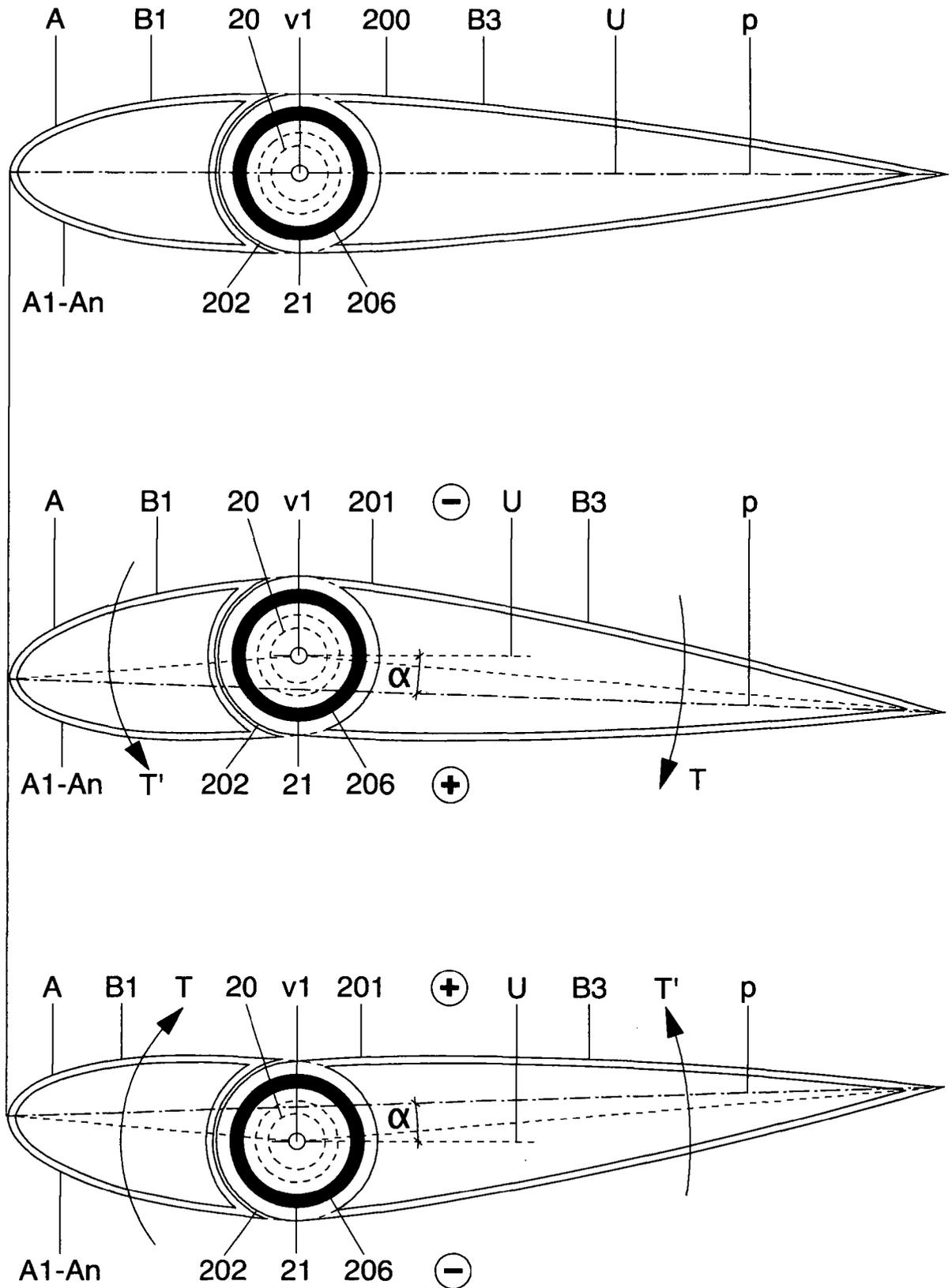


Fig.10

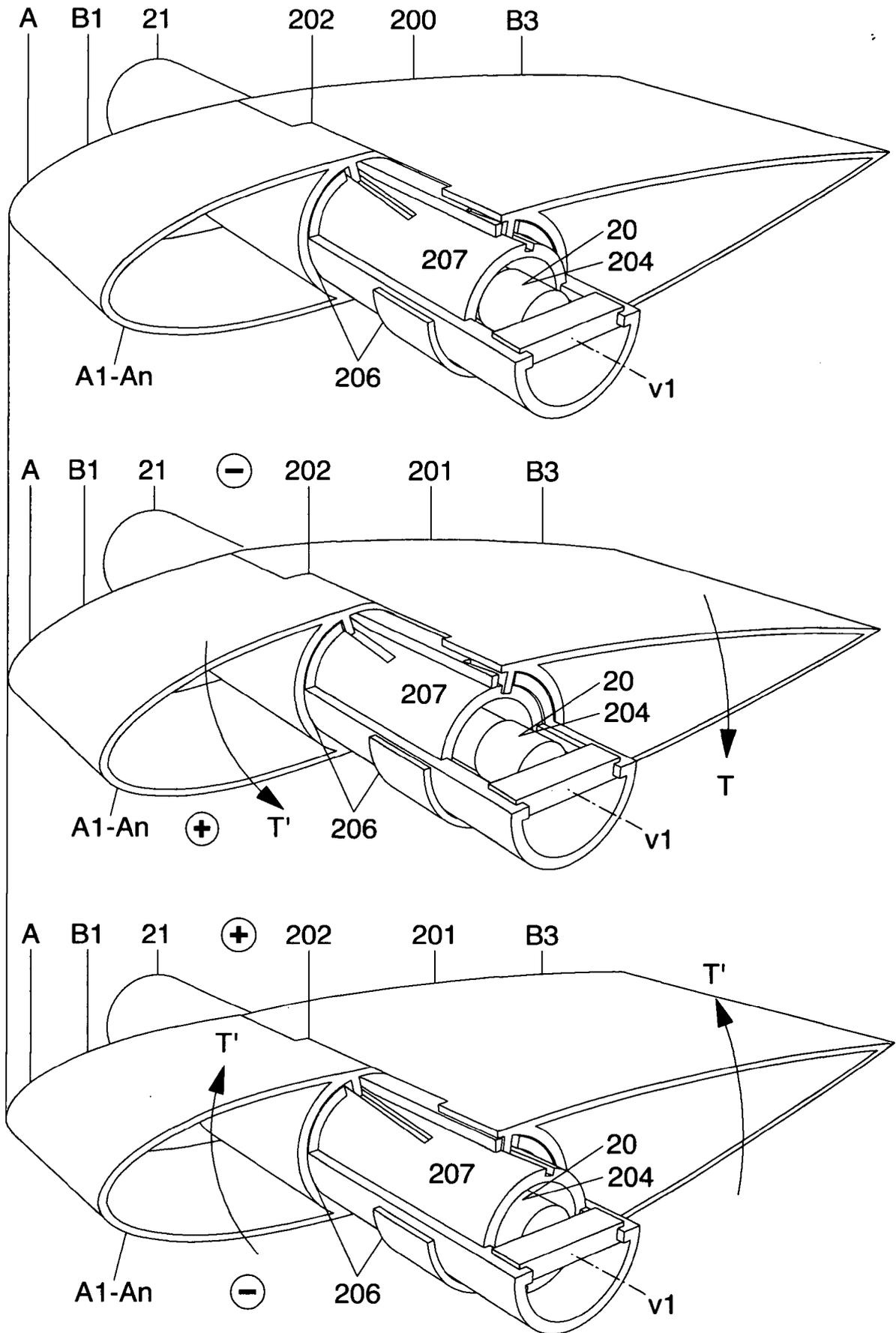


Fig.11

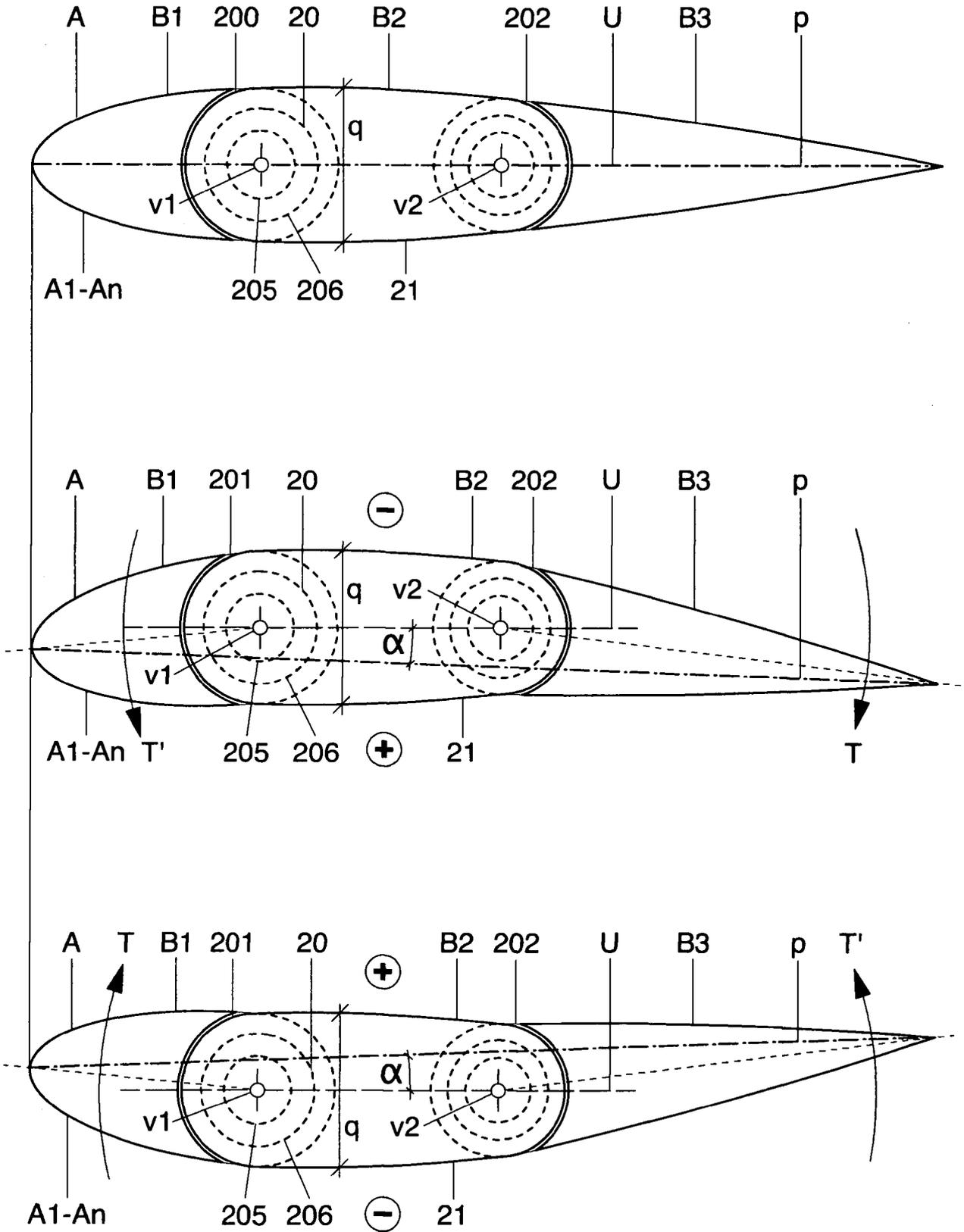


Fig.12

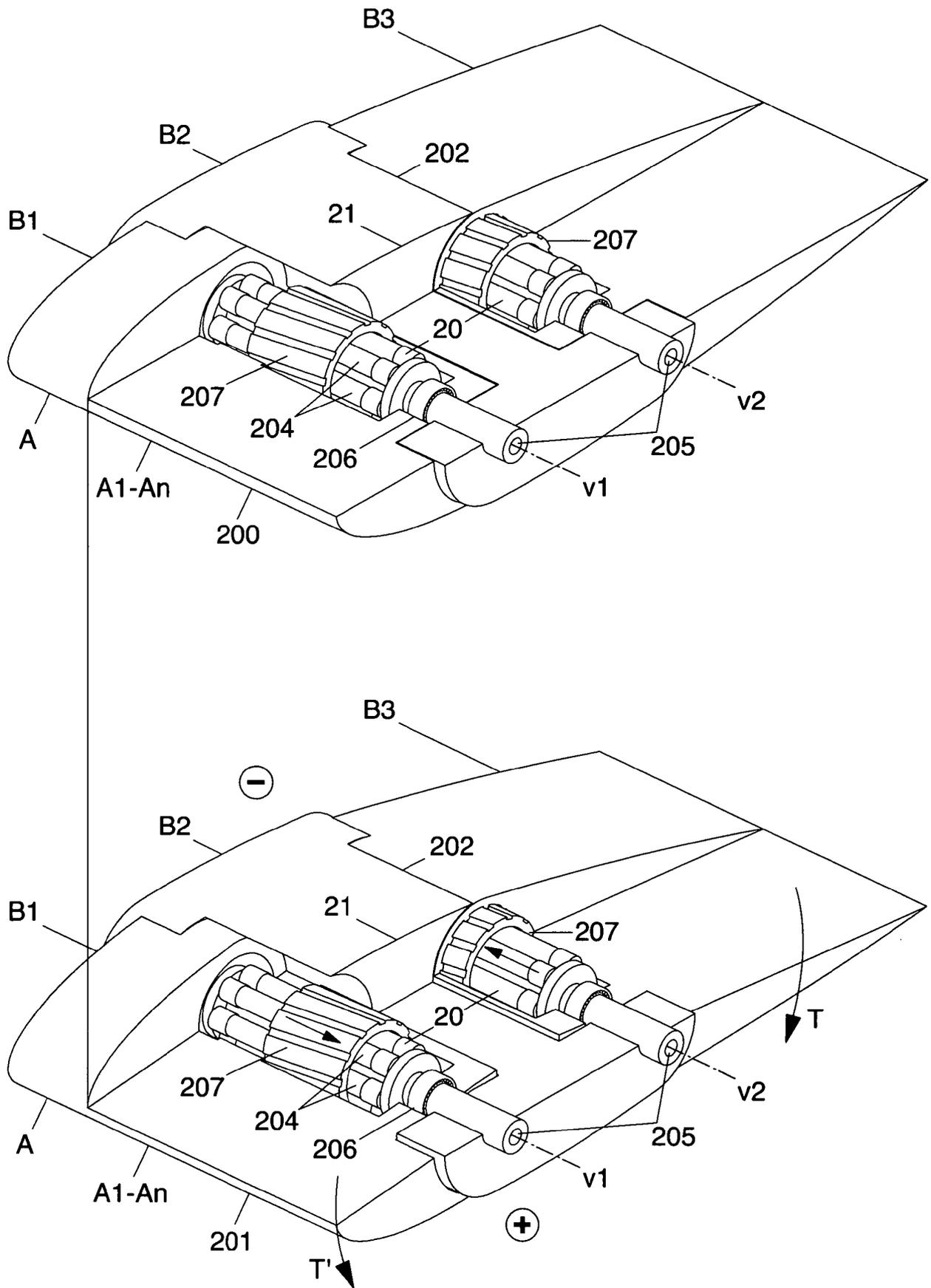


Fig.13

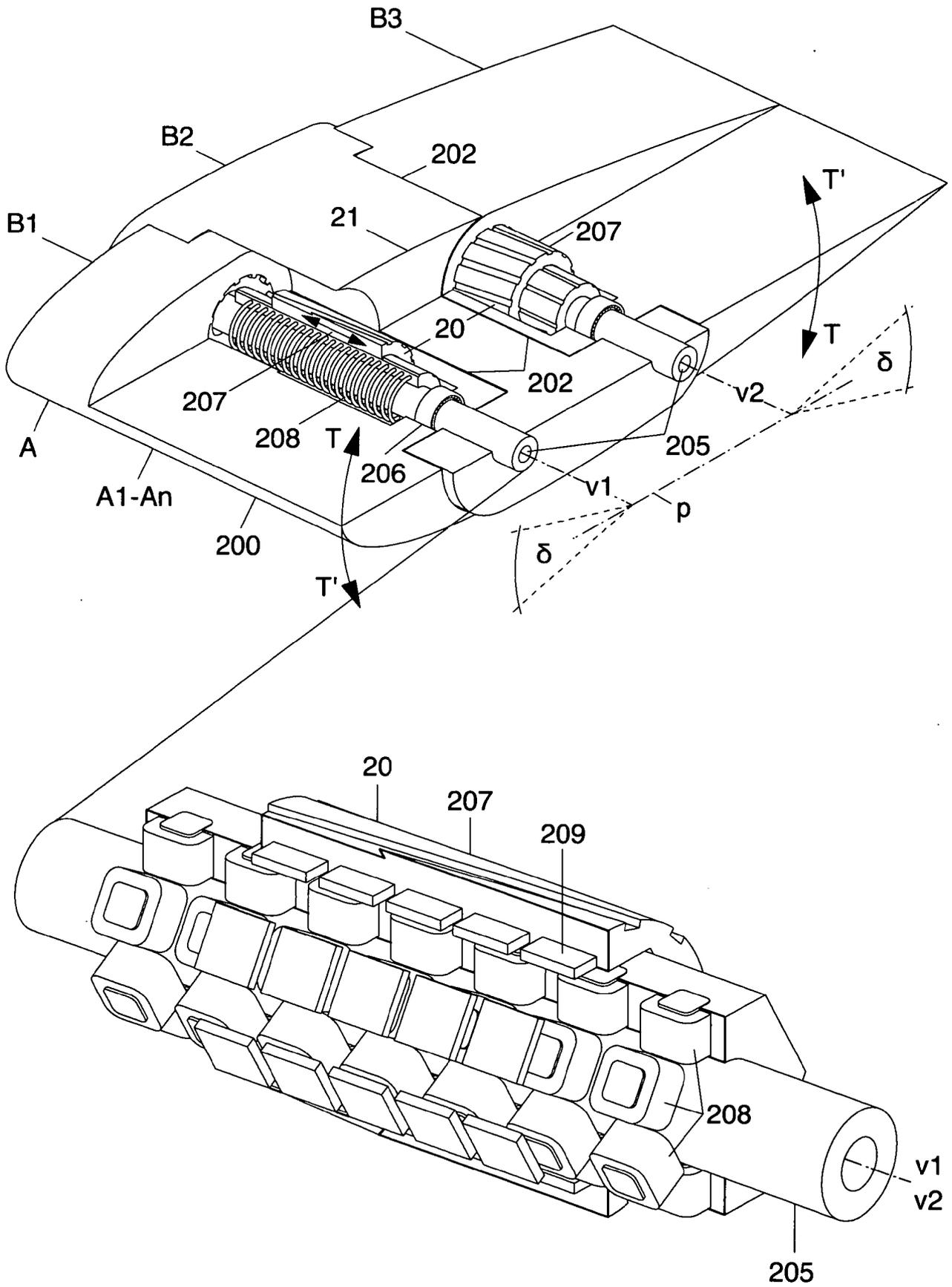


Fig.14

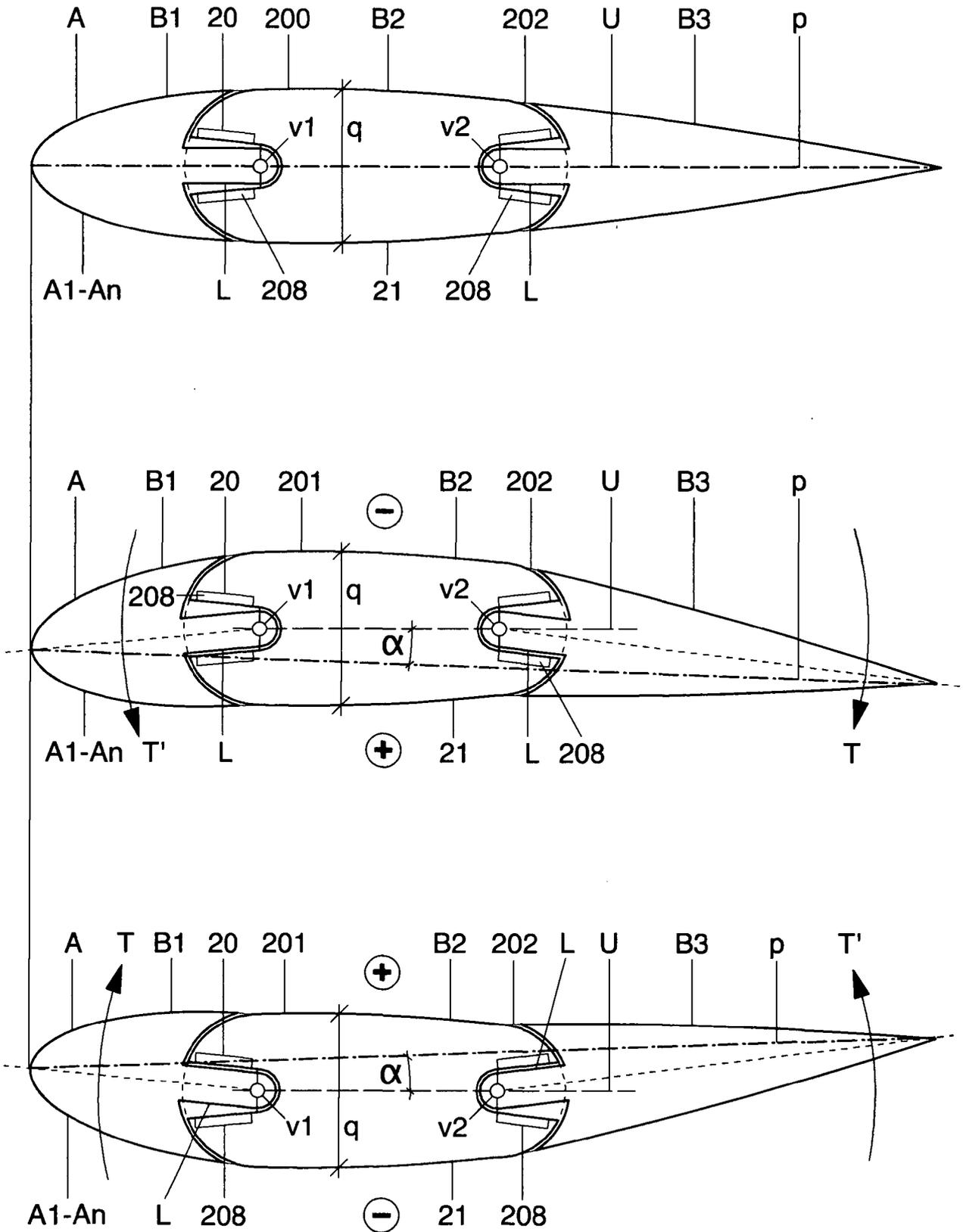


Fig.15

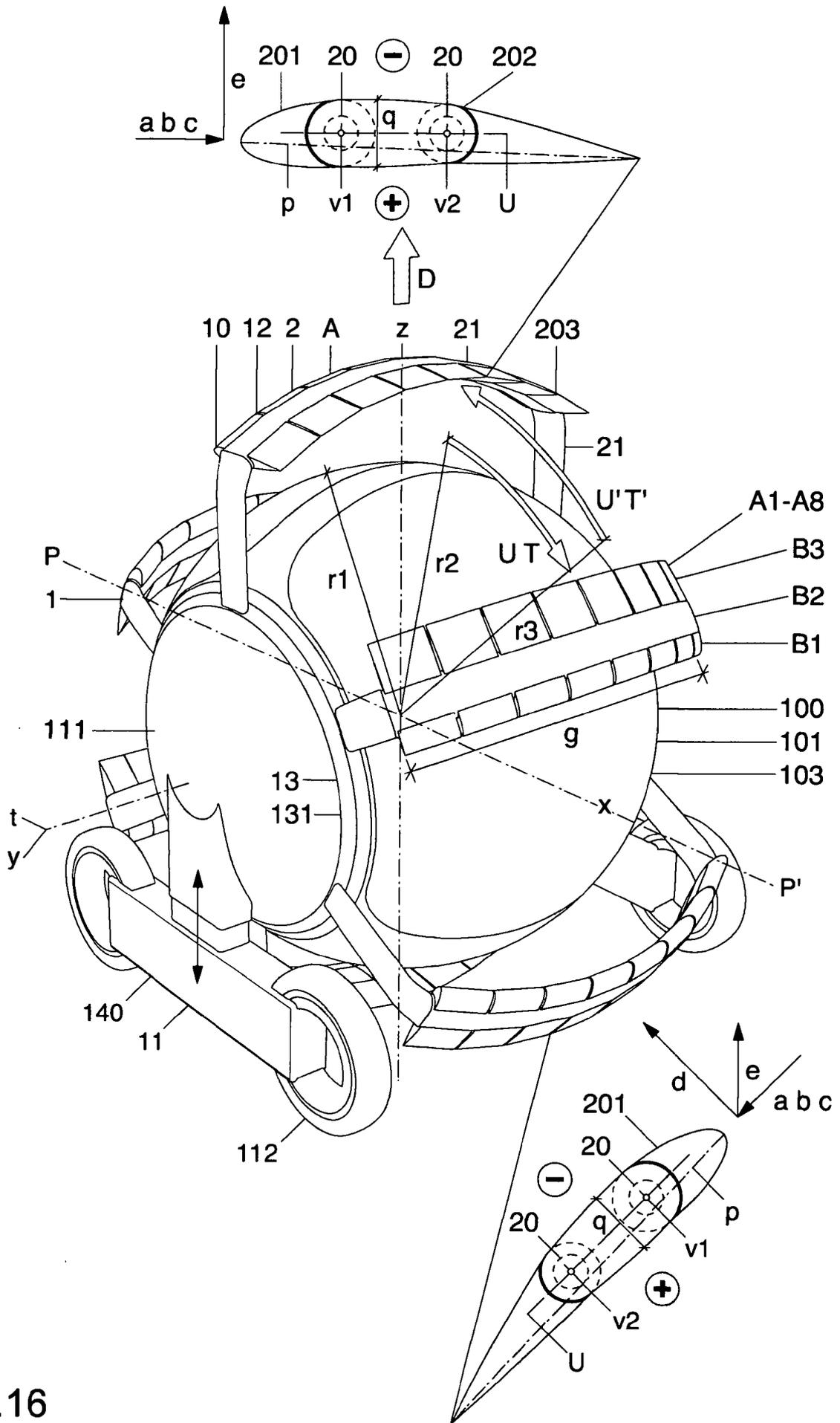


Fig.16

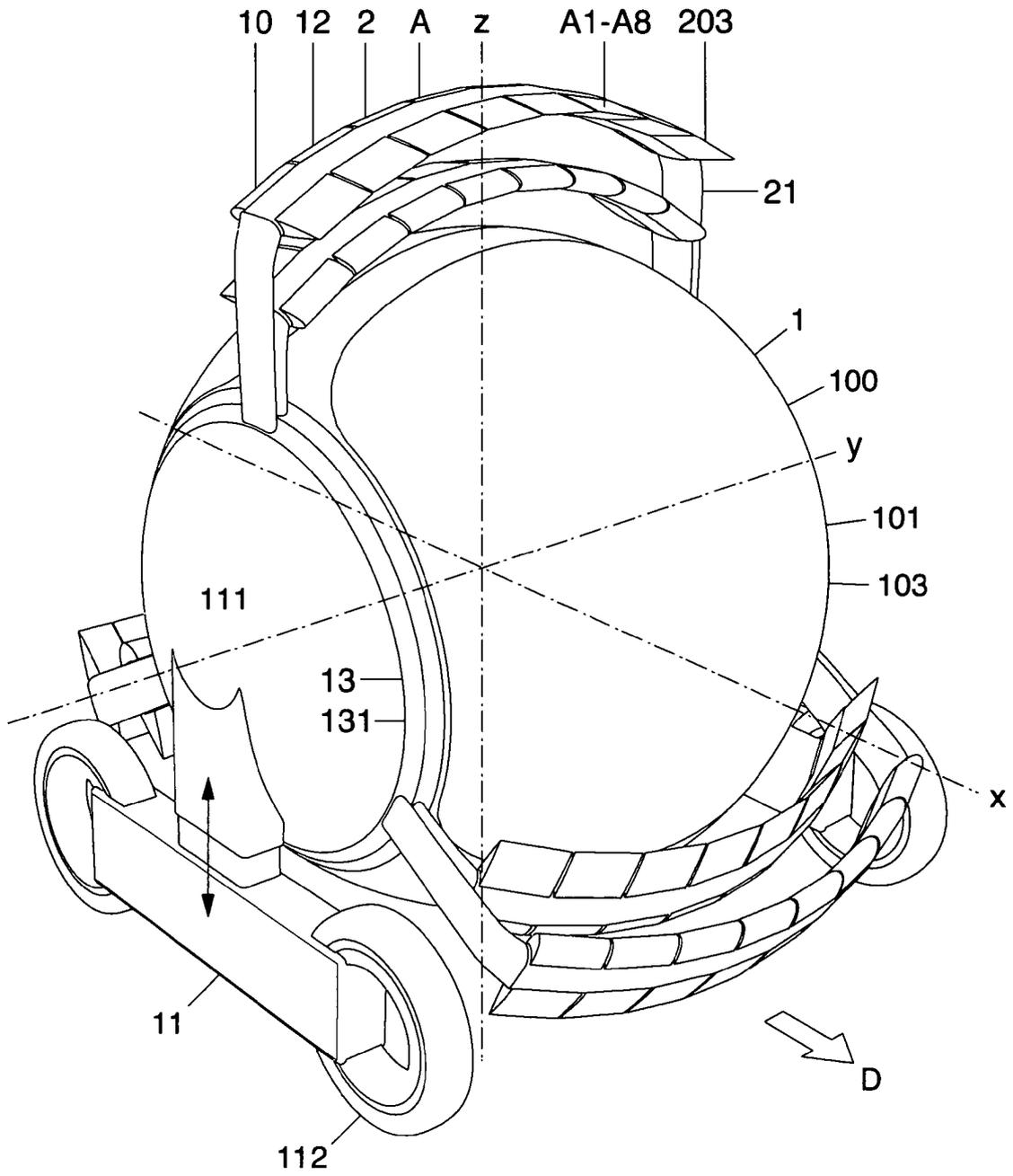


Fig.17



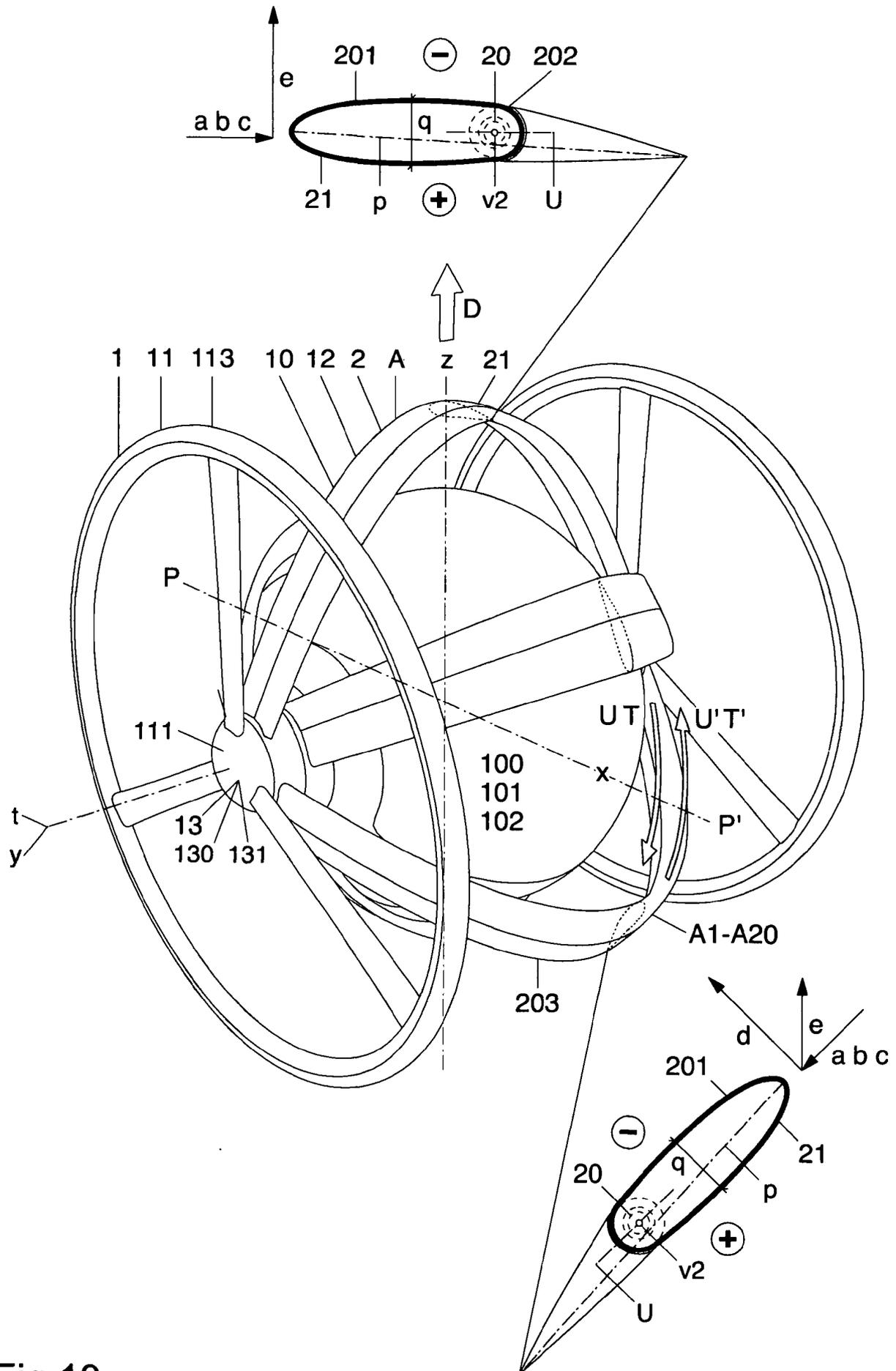


Fig.19

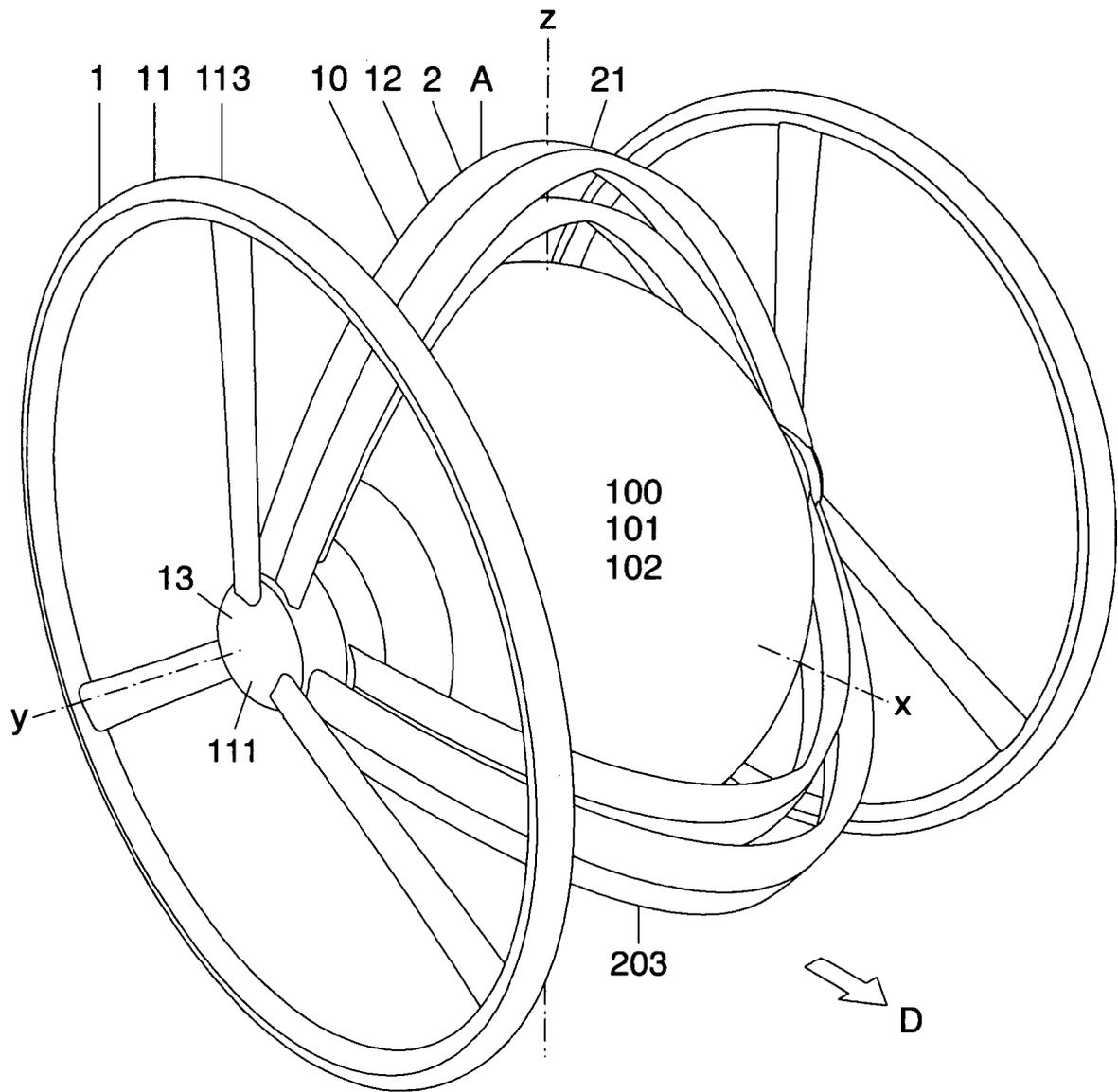


Fig.20

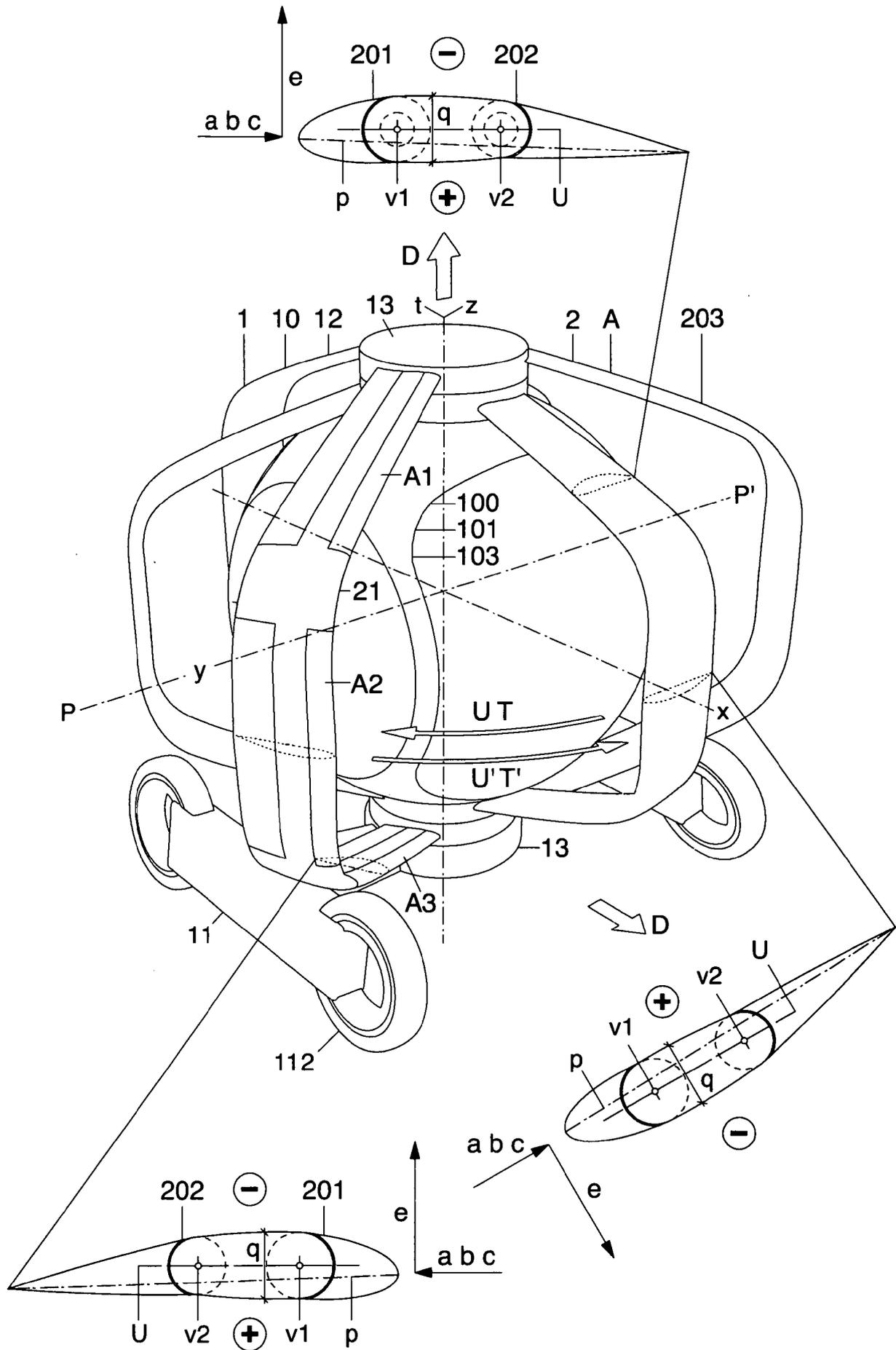


Fig.21

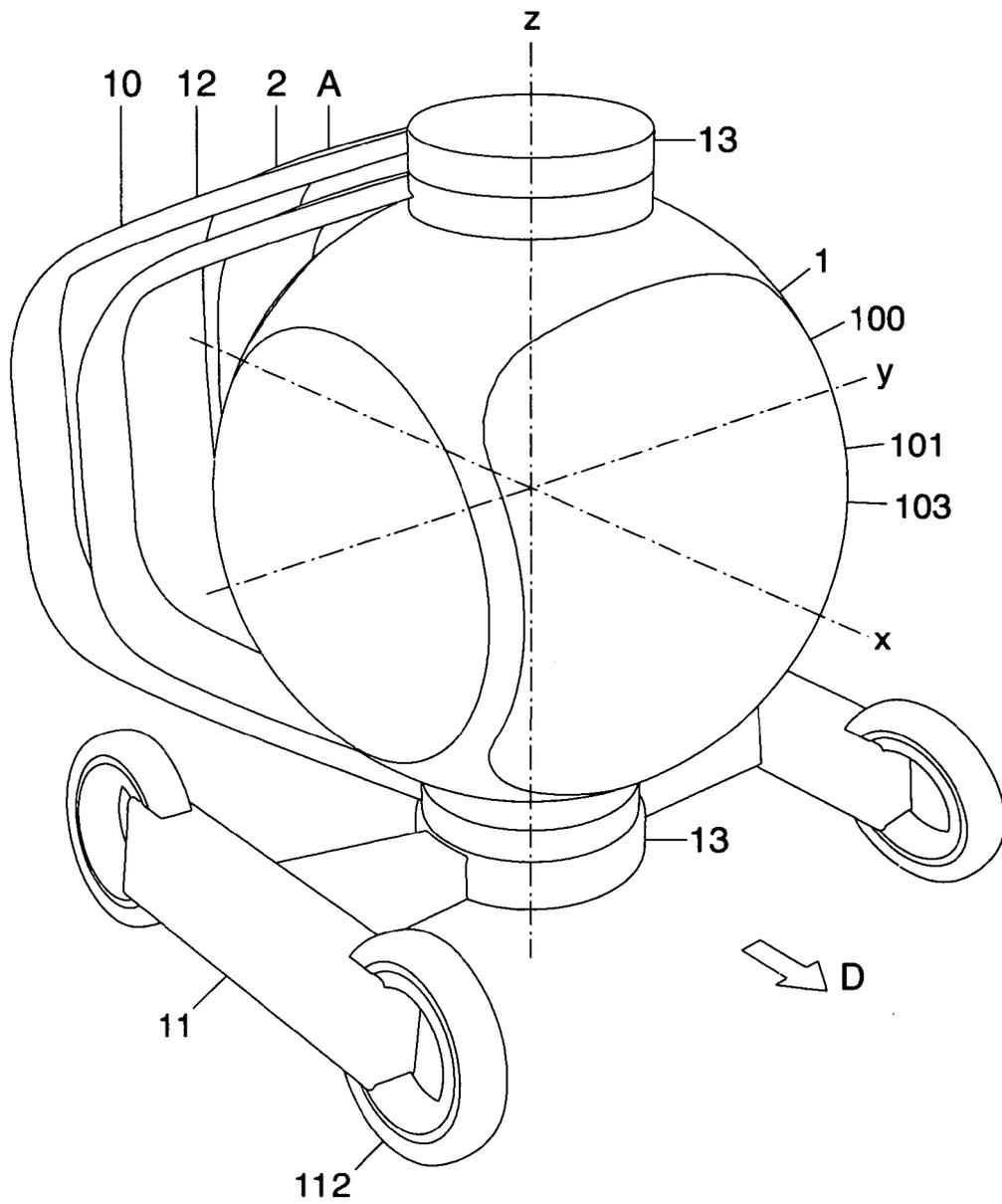


Fig.22

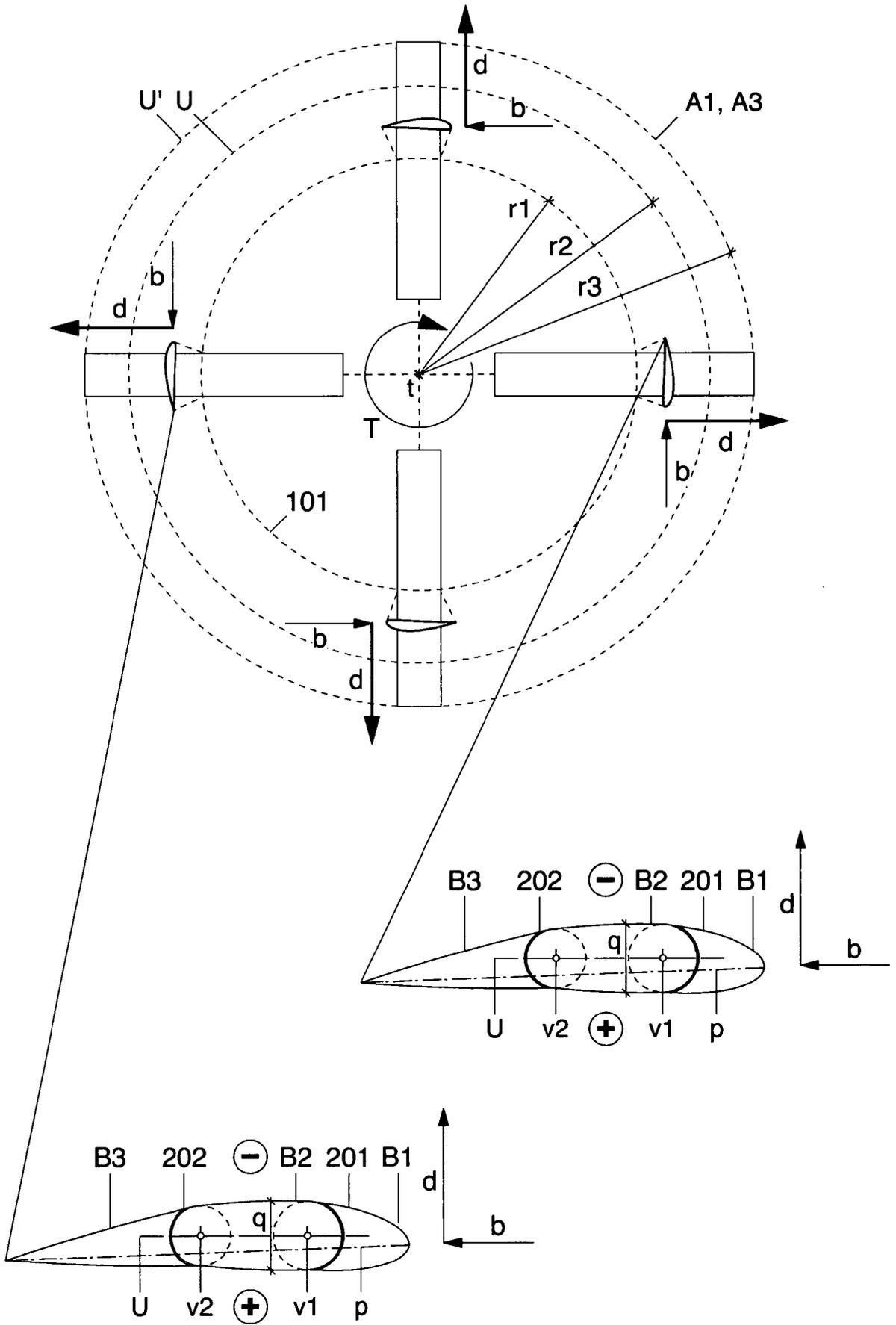


Fig.23

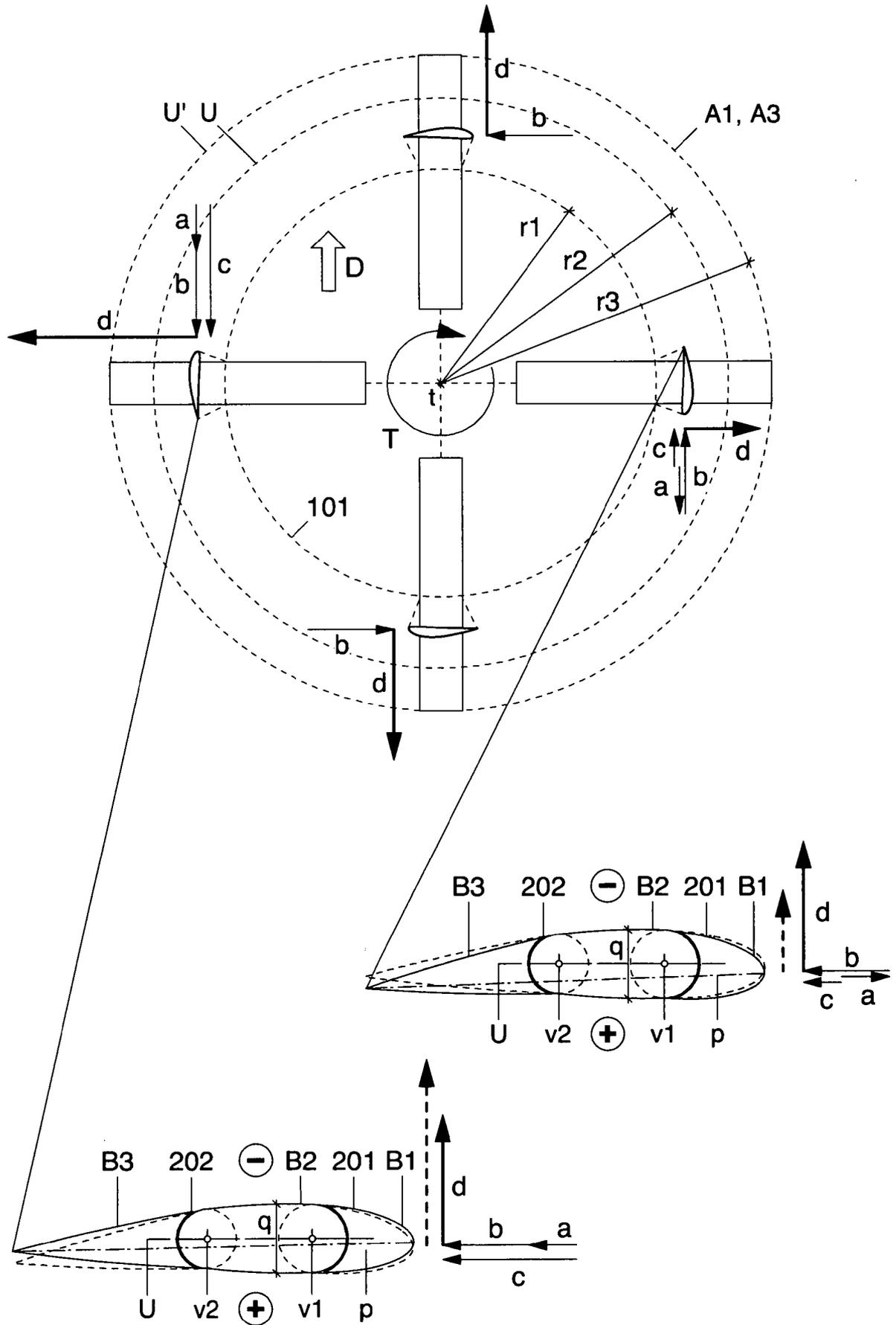


Fig.24

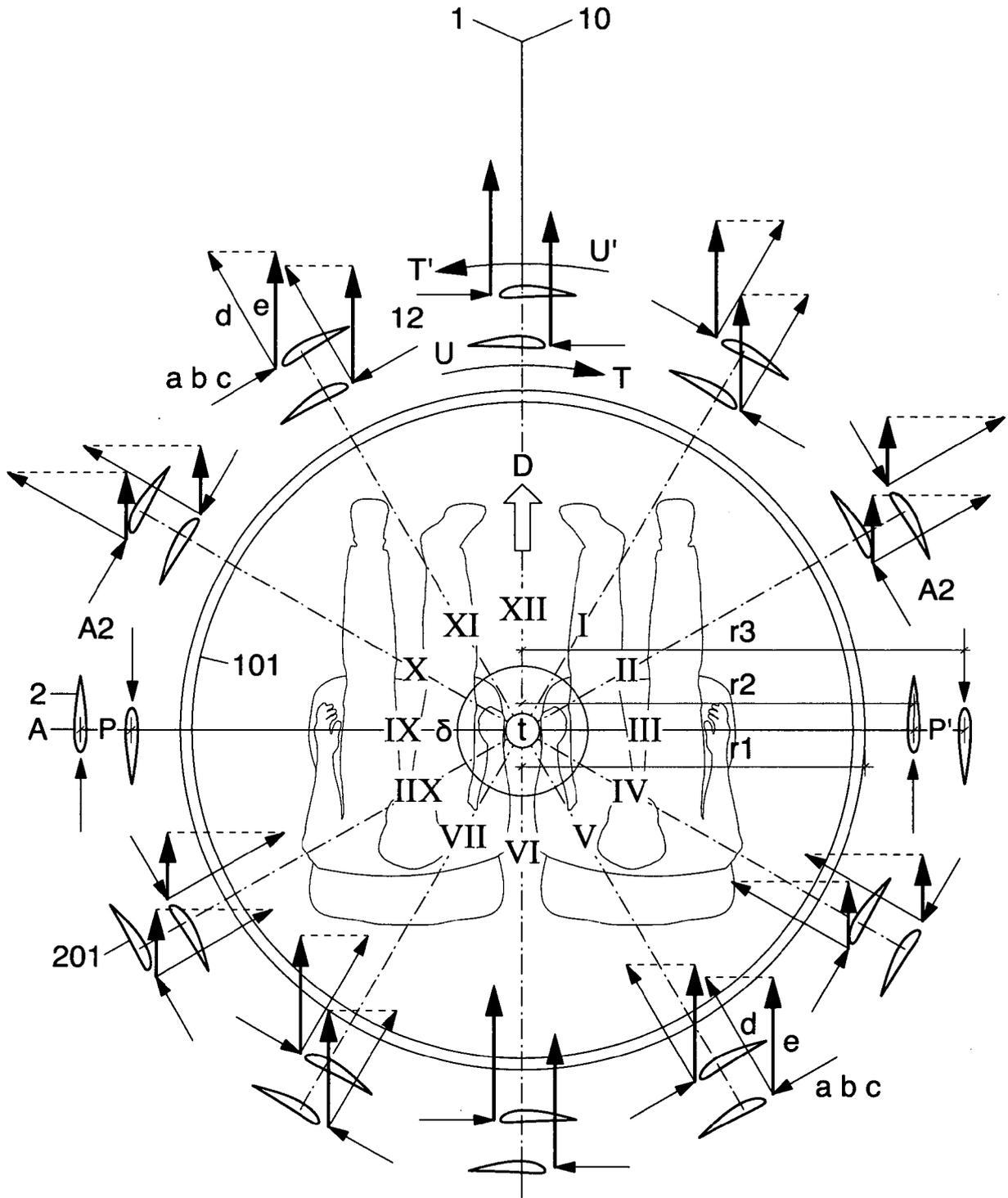


Fig.25

