



(10) **DE 10 2019 001 130 B3** 2020.02.13

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 001 130.9**

(22) Anmeldetag: **13.02.2019**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **13.02.2020**

(51) Int Cl.: **B60F 3/00 (2006.01)**

**B63H 5/125 (2006.01)**

**B64C 29/00 (2006.01)**

**B64C 11/00 (2006.01)**

**B60F 5/00 (2006.01)**

**F03B 17/00 (2006.01)**

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

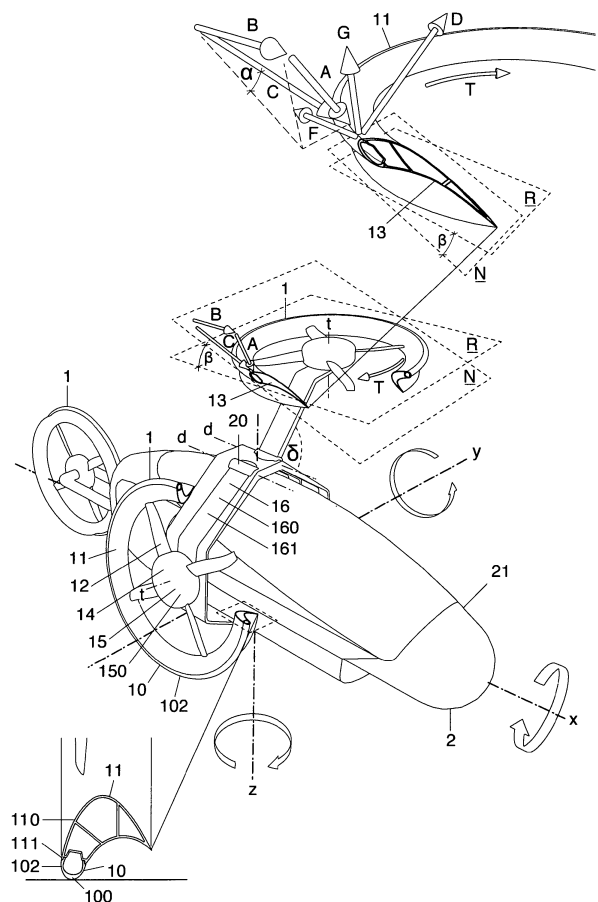
(73) Patentinhaber:  
**Grimm, Friedrich, Prof., 70376 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(54) Bezeichnung: **Radpropeller und Fahrzeuge mit Radpropellern**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Radpropeller (1) für den Antrieb von Fahrzeugen (2) im Fahr-, Flug-, Schwimm- oder Tauchbetrieb sowie verschiedene Fahrzeuge (2) mit mehreren Radpropellern (1). Der Radpropeller (1) weist eine Rotationsachse (t), eine Rotationsebene (R), ein Triebwerk (15) sowie eine Mehrzahl radialer, eine Nabe (14) mit einem Ringflügel (11) verbindender Propellerblätter (12) auf. Das Fahrzeug (2) wird im Fahrbetrieb von einer Mehrzahl von Radpropellern (1) angetrieben, die jeweils mit einem Reifen (10) des Ringflügels (11) Bodenkontakt haben und an das Fahrzeug (2) angelenkt sind. Bei dem Radpropeller (1) weist der Ringflügel (11) in einem senkrecht zu der Rotationsebene (R) entlang der Rotationsachse (t) geführten Schnitt ein für den Fahrbetrieb vorgesehenes Profil mit einer Lauffläche (100) des Reifens (10) auf, während der Schrägschnitt des Ringflügels (11) in der mit einem Neigungswinkel ( $\beta$ ) gegenüber der Rotationsebene (R) geneigten Neigungsebene (N) ein für den Flug- oder Schwimmbetrieb vorgesehenes, strömungsdynamisch wirksames asymmetrisches Flügelprofil (13) mit einer der Rotationsachse (t) zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite sowie mit einer kreisförmigen Druckpunktlinie (q) und mit einer sich von der Flügel Nase (n) bis zu der Flügelhinterkante (e) erstreckenden, bezüglich der Rotationsachse (t) parallelen oder in Fahrtrichtung mit einem Gefälle ausgebildeten Profilsehne (p) aufweist.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 35 815	C2
DE	10 2004 063 205	B3
DE	10 2008 038 872	A1
DE	10 2012 010 937	A1
DE	10 2015 010 239	A1
DE	10 2016 007 054	A1
US	621 195	A
EP	0 313 925	B1
WO	2003/ 066 351	A1
CN	104 859 392	A
CN	103 213 466	A

### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Radpropeller für den Antrieb von Fahrzeugen im Fahr-, Flug-, Schwimm- oder Tauchbetrieb sowie verschiedene Fahrzeuge mit mehreren Radpropellern. Der Radpropeller hat eine Rotationsachse, eine Rotationsebene und ein Triebwerk sowie eine Mehrzahl radialer, eine Nabe mit einem Ringflügel verbindender Propellerblätter. Das Fahrzeug besitzt eine in Fahrtrichtung ausgerichtete Längsachse, eine Querachse und eine Hochachse und wird im Fahrbetrieb von einer Mehrzahl von Radpropellern angetrieben, die jeweils mit einem Reifen Bodenkontakt haben und mittels eines Fahrwerks so an das Fahrzeug angelenkt sind, dass im Flug- und im Schwimmbetrieb der Radpropeller in mindestens einer zu der Längs-, Quer- oder Hochachse parallelen Drehachse einer Gelenkanordnung mit einem Drehwinkel gedreht und arretiert werden kann. Erfindungsgemäß weist der Reifen einen Ringflügel auf, der in einem senkrecht zu der Rotationsebene entlang der Rotationsachse geführten Schnitt ein für den Fahrbetrieb notwendiges Profil mit einer Lauffläche des Reifens auf, während der Schrägschnitt des Ringflügels in der mit einem Neigungswinkel gegenüber der Rotationsebene geneigten Neigungsebene ein für den Flug- oder Schwimmbetrieb notwendiges, strömungsdynamisch wirksames, asymmetrisches Flügelprofil mit einer der Rotationsachse zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite sowie mit einer kreisförmigen Druckpunktlinie und mit einer sich von der Flügel Nase bis zu der Flügelhinterkante erstreckenden, bezüglich der Rotationsachse parallelen oder in Fahrtrichtung mit einem Gefälle ausgebildeten Profilschne aufweist. Abhängig von einer gewählten Auslegungsschnelllaufzahl des Radpropellers wird der Neigungswinkel der Neigungsebene als Vektorsumme aus der Umlaufgeschwindigkeit des Ringflügels, und aus der von den radialen Propellerblättern induzierten Strömungsgeschwindigkeit, und auch aus der jeweiligen Flug- oder Fahrtgeschwindigkeit bestimmt. Die Profilauswahl erfolgt dann mit einem für die gewählte Auslegungsschnelllaufzahl geeigneten Flügelprofil das in die Neigungsebene eingesetzt und dann um die Rotationsachse des Radpropellers rotiert wird. Schneidet man dieses Ringflügelprofil senkrecht zu der Rotationsebene entlang der Rotationsachse erhält man das gedrungene, strömungsdynamisch unwirksame Profil, das für den Fahrbetrieb vorgesehen ist.

### Stand der Technik

**[0002]** Bei Fahrzeugen wird die Antriebsleistung des Motors mittels der Räder auf die Fahrbahn übertragen, bei Luft- und Wasserfahrzeugen beschleunigen Propeller das umgebende Fluid, sodass ein Luft- bzw. ein Wasserfahrzeug nach dem Rückstoßprinzip von dem Propellerschub in Fahrtrichtung angetrieben wird. Ein Mantelpropeller erhöht im Standbetrieb den Propellerschub. Eine Korddüse hat das Profil eines Ringflügels mit einer den Propellerblättern zugewandten Saugseite. Die Anströmung der nicht mit den Propellerblättern rotierenden Ringdüse mit einem Konuswinkel als Folge der von den Propellerblättern induzierten Strömungsgeschwindigkeit bewirkt an der Innenseite der Ringdüse Auftrieb mit einer senkrecht zu der Rotationsebene der Propellerblätter gerichteten Traktionskraft. Die luftdichte Verbindung zwischen einem mit Druckluft beaufschlagten Reifen und einer Felge mit einer Nabe ist für den Fahrbetrieb eines Fahrzeugs der weltweite Standard, wobei das Rad über ein Fahrwerk an das Fahrgestell des Fahrzeugs angelenkt ist. Bei Helikoptern und Multicoptern bewirken Rotoren den für den Flugbetrieb erforderlichen Auftrieb und Vortrieb, während bei Flugzeugen Tragflächen zusammen mit Triebwerken den Flugbetrieb ermöglichen. Ein großer Teil der Antriebsleistung eines Propellers dient hier der Überwindung der Schwerkraft. Bei Luftschiffen, die leichter sind als die umgebende Luft, steht die volle Antriebsleistung des Propellers für den Vortrieb zur Verfügung. Bei Hybridluftschiffen wird der überwiegende Teil der Auftriebskraft von einem Füllgas bewirkt, während ein kleinerer Teil der Auftriebskraft aerodynamisch erzeugt wird, sodass ein Hybridluftschiff in ähnlicher Weise starten und landen kann wie ein Flugzeug. Flugzeuge benötigen für den Start- und Landebetrieb ein Fahrwerk, das im Flugbetrieb unerwünschten Luftwiderstand verursacht und deshalb in der Regel eingezogen und innerhalb der aerodynamisch geformten Hülle des Rumpfs oder der Tragfläche verstaut wird. Im Flugbetrieb des Flugzeugs stellt das Fahrwerk eine erhebliche zusätzliche Last dar. Bei einem Flugzeug mit mehreren Triebwerken reichen bereits ein oder zwei Triebwerke für das Starten und Landen aus. Die Pfeilung einer Tragfläche vergrößert die aerodynamisch wirksame Oberfläche und stabilisiert den Geradeausflug des Flugzeugs. Ein Wechselstrommotor in Verbindung mit einem Wechselrichter ermöglicht bei batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen die volle Leistungsentfaltung in unterschiedlichen Drehzahlbereichen. Der Elektroantrieb eignet sich deshalb besonders gut für die Herstellung einer funktionalen Einheit aus Rad und Propeller. Ein Ring mit einer Lauffläche für den Fahrbetrieb, der an einem Propeller die Enden einer Mehrzahl von radialen Propellerblättern miteinander verbindet, ist bekannt. Der Stand der Technik offenbart jedoch keine Lösung, mit der es gelingt, Rad und Reifen derart mit einem Propeller zu verschmelzen, dass die spezifischen Vorteile beider Systeme ohne Einbußen erhalten bleiben. Dem Stand der Technik entsprechende Fahrzeuge können als solitäre Einheiten aufgefasst werden, die ihre jeweilige Funktion umso besser erfüllen, je größer der Abstand zu der nächsten Einheit ist. Aktuelle Erkenntnisse über den Zusammenschluss einer Vielzahl von Individuen zu einem Schwarm betreffen energetische und organisatorische Vorteile, die in der Natur an Fisch- und Vogelschwärmen beobachtet wer-

den. Die sogenannte Schwarmintelligenz ist ein Bereich der künstlichen Intelligenz, die für die Organisation des Straßen- und Luftverkehrs zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

**[0003]** Aus der DE 10 2004 063 205 B3 geht ein Fluggerät mit Radreifen hervor, bei dem die Radreifen als Ringe um die Rotoren als Propeller des Fluggeräts ausgebildet sind. Eine aerodynamische Funktion der Radreifen wird in dieser Druckschrift nicht beschrieben.

Aus der DE 10 2008 038 872 A1 geht ein hybrides Luftfahrzeug mit Ringflügeln an Bug und Heck hervor. Jeweils eine obere und eine untere Hälfte der Ringflügel ist dazu ausgebildet, im Flugbetrieb des hybriden Luftfahrzeugs Auftrieb zu erzeugen.

Aus der DE 10 2016 007 054 A1 geht ein Strömungskonverter mit einem Strömungsleitwerk hervor, das entweder von einem Diffusor oder einem Konfusor oder von den als Rotorblätter ausgebildeten Speichen einer Speichenradkonstruktion gebildet wird. Die Speichen entnehmen Energie aus der Strömungsröhre, sodass der ansteigende Druck eine divergente Aufweitung der Strömungsröhre bewirkt, die für die Anströmung eines kreisringförmigen Rotorblatts, das die Felge der Speichenradkonstruktion bildet, genutzt werden kann. Die Saugseite der Flügelprofils liegt dementsprechend auf der Außenseite des Ringflügels.

Aus der CN 103213466 A geht ein Radreifen für unterschiedliche Fahrzeuge hervor, dessen Felge jeweils zwei symmetrisch ausgebildete Flügelprofile aufweist. Das Doppelprofil ermöglicht ein Einfedern des Radreifens.

Aus der CN 104859392 A geht ebenfalls ein Fahrzeug mit mehreren Radreifen hervor, bei denen die Felge jeweils einen Elektromotor bzw. einen Generator aufweist und keine aerodynamische Funktion hat.

Aus der DE 10 2012 010 937 A1 geht ein Flugzeug mit einer Mehrzahl von Antriebsrotoren hervor, die schwenkbar mit dem Rumpf des Flugzeugs verbunden sind und damit einen Senkrechtstart des Flugzeugs ermöglichen.

Aus der DE 10 2015 010 239 A1 geht ein Antrieb für Helikopter, ein Ergänzungsantrieb für Turbofan-Flugzeuge und ein direkter Radantrieb für bodengebundene Fahrzeuge hervor. Ein die radialen Turbinenblätter umgebender äußerer Ring ist hier als torusförmiges Turbinengehäuse ausgebildet und weist einen Reifen mit einer Lauffläche für den Fahrbetrieb des Fahrzeugs auf.

Aus der WO 03/066351 A1 geht ein Scheibenrad für Fahrzeuge mit einem Reifen hervor, bei dem eine Mehrzahl profilierter Streben, die die Nabe mit einer Felge verbinden, dazu ausgebildet sind, den Anpressdruck der Reifen eines Fahrzeugs bei hohen Geschwindigkeiten zu erhöhen.

Aus der US 621,195 vom 14. März 1899 geht das von Ferdinand Graf Zeppelin erfundene Luftschiff hervor. In einer Variante des Luftschiffs wird eine von mehreren in Reihe hintereinander angeordneten Luftschiffkörpern gebildete, kinematische Gelenkkette beschrieben.

Aus der EP 0313 925 B1 geht eine von Knoten und Stäben gebildete Faltstruktur hervor, bei der die Stäbe jeweils an ihren Enden mittels von Drehgelenken an eine geradzahlige Anzahl von Knoten angelenkt sind. In einer entfalteten Stellung kann die Faltstruktur auf Rädern rollen.

#### Aufgabenstellung

**[0004]** Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, an einem Fahrzeug die Funktion eines Rades mit der Funktion eines Propellers so zu vereinigen, dass aus Rad und Propeller ein einheitliches Gesamtsystem gebildet wird. Dadurch wird der Wirkungsgrad des Propellers im Fahr- und Flugbetrieb, im Fahr- und Schwimmbetrieb oder im Fahr- und Tauchbetrieb eines jeweils von einer Mehrzahl von Radpropellern angetriebenen, erfindungsgemäßen Fahrzeugs verbessert. Insbesondere ist es die Aufgabe der Erfindung, den von den radialen Propellerblättern bewirkten Propellerschub und den damit einhergehenden Druckabfall in der Rotationsebene des rotierenden Propellers für die Anströmung des Ringflügels mit einem Konuswinkel zu nutzen, sodass aus der Auftriebskraft des Ringflügels eine tangentielle Antriebskraft und eine senkrecht zu der Rotationsebene des Radpropellers wirkende Traktionskraft ableitbar sind. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, Fahrzeuge anzugeben, die im Fahrbetrieb den äußeren Umfang des Ringflügels als Reifen nutzen, um mittels einer Lauffläche Kontakt zu einem befahrbaren Untergrund herzustellen.

Diese Aufgaben werden durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 6 bis 12 gelöst. Weitere Aufgaben und vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Im Einzelnen löst die Erfindung die folgenden Aufgaben:

- Verbesserung des Wirkungsgrads eines Propellers mittels von einem Ringflügel
- Angabe eines Radpropellers als Rad für den Fahrbetrieb und als Propeller für den Flug-, Schwimm- und Tauchbetrieb eines Fahrzeugs
- Nutzung des Druckabfalls in der Rotationsebene des Radpropellers für eine konvergente Anströmung des Ringflügels mit einem Konuswinkel

- Bereitstellung eines Drehmoments an der Welle des Radpropellers als eine aus der Auftriebskraft des Ringflügels resultierende Kraft
- Bereitstellung einer senkrecht zu der Rotationsebene wirkenden Traktionskraft als eine aus der Auftriebskraft des Ringflügels resultierende Kraft
- Angabe eines Ringflügels mit einer Lauffläche aus Gummi, Kunststoff oder Metall
- Angabe eines Ringflügels mit einem Felgenprofil für einen Vollgummireifen oder für einen Luftreifen
- Angabe eines Elektroantriebs für Wasser-, Luft- und Tauchfahrzeuge
- Angabe hybrider Fahrzeuge für den Flug-, Fahr-, Schwimm- und Tauchbetrieb
- Ersatz eines herkömmlichen Fahrwerks für Flugzeuge durch die Radpropeller
- Angabe eines Radpropellers als Tandempropeller für das Fahrwerk eines Flugzeugs
- Vermeidung der Wirbelbildung und Wirbelablösung an den Blattspitzen der radialen Propellerblätter
- Angabe eines Radpropellers mit einer Speichenradkonstruktion als biege-, schub- und torsionssteife Scheibe
- Angabe eines Radpropellers mit einer hohen Laufruhe aufgrund der zweifachen Lagerung der radialen Propellerblätter an der Nabe und an dem Ringflügel
- Reduktion der Verletzungsgefahr, die von den rotierenden Propellerblättern ausgeht, durch den umgebenden Ringflügel
- Angabe einer Schubvektorsteuerung für den Flug- und Schwimmbetrieb mittels einer in alle Richtungen drehbaren Gelenkanordnung des Fahrwerks eines Radpropellers
- Angabe eines Fahrzeugs mit einer Faltstruktur, das im Fahr- und Rangierbetrieb auf den Radpropellern rollt
- Angabe einer linearen Faltstruktur für Flugzeuge mit mindestens einem Rumpf und mindestens einer Tragfläche
- Angabe einer in zwei Richtungen erweiterbaren Faltstruktur für Flugzeuge, die aus einer Mehrzahl von Tragflächen, Knotenkörpern und Radpropellern besteht
- Nutzung der Kinematik einer Faltstruktur für den Flug-, Fahr- und Schwimmbetrieb eines von Radpropellern angetriebenen Fahrzeugs
- Angabe eines fahr- und faltbaren Wasserflugzeugs als Feuerlöschflugzeug mit Turboprop-Triebwerken für die Radpropeller
- Nutzung der Kinematik einer Faltstruktur für die Aufnahme und den Abbau aerodynamischer und hydrodynamischer Belastungen eines Flugzeugs bzw. eines Wasserflugzeugs
- Nutzung der Faltstruktur für die Ausrichtung der Tragflächen eines Solarflugzeugs zur Sonne mittels der Radpropeller
- Nutzung der Faltstruktur für unterschiedliche energiesparende Flugformationen, wie einer V-Formation oder einer Stufenformation
- Nutzung der Faltstruktur bei Start und Landung eines Flugzeugs

#### Beschreibung der Erfindung

#### Der Radpropeller im Fahrbetrieb

**[0005]** Der Querschnitt des Ringflügels senkrecht zu der Rotationsebene entlang der Rotationsachse weist den für den Fahrbetrieb des Radpropellers vorgesehenen Reifen mit der Lauffläche auf. Der Reifen wird entweder von dem äußeren Umfang des Ringflügels selbst oder von einem mit einem Felgenprofil des Ringflügels verbundenen Vollgummi- oder Luftreifen gebildet. An einem schlauchlosen Luftreifen ist zwischen dem inneren und dem äußeren Felgenhorn eines Felgenprofils aus Metall oder Kunststoff und dem Reifenwulst des Luftreifens eine luftdichte Verbindung vorgesehen, wobei der Luftreifen, die Flügel Nase und das Felgenprofil den restlichen Teil des asymmetrischen Flügelprofils einschließlich der Flügelhinterkante bilden. Im Falle eines von einem aufblasbaren Schlauch gestützten Luftreifens wird der Schlauch für den Fahrbetrieb aufgeblasen, sodass die Lauffläche des Luftreifens eine konvexe Form annimmt. Im Flugbetrieb ist der Luftreifen zusammen

mit dem Schlauch in der konkaven Außenseite des Felgenprofils verstaut, sodass die konkave Druckseite des asymmetrischen Flügelprofils von der Lauffläche des Luftreifens gebildet wird. Besonders vorteilhaft ist die kraftschlüssige Verbindung eines Felgenprofils aus Metall oder Kunststoff mit einem Vollgummireifen, wobei die Saugseite des asymmetrischen Flügelprofils von dem Felgenprofil und die Druckseite von der Lauffläche des Vollgummireifens gebildet wird. Die Lauffläche des Reifens hat ein Reifenprofil, das entweder von Rillen oder von Stollen der Lauffläche gebildet wird, welche jeweils parallel zu dem Neigungswinkel der Neigungsebene verlaufen. Die Lauffläche eines Vollgummireifens oder eines Luftreifens ist dazu ausgebildet, den fahrdynamischen Belastungen standzuhalten und Antriebs- und Bremskräfte auf die Fahrbahn zu übertragen. Im Fahrbetrieb wird der Radpropeller als Rad genutzt, das in einer Gelenkanordnung mittels eines Fahrwerks mit einem Federbein an das Fahrzeugs angelenkt ist. Für die Aufnahme hoher Belastungen bei Start und Landung kann der Radpropeller auch als Tandempropeller ausgebildet werden, wobei die Drehrichtung der beiden parallel zueinander angeordneten Propellerscheiben im Fahrbetrieb gleichsinnig ist und im Flugbetrieb des Fahrzeugs gegensinnig sein kann. Die Drehung eines Radpropellers vom Fahr- in den Flugbetrieb und umgekehrt erfolgt in einer Drehachse der Gelenkanordnung, die parallel zu der Längs-, Quer- oder Hochachse ausgerichtet ist. Die Gelenkanordnung einer kardanischen Aufhängung des Fahrwerks ermöglicht es, die Rotationsebene des Radpropellers im Flugbetrieb des Fahrzeugs in jede beliebige Stellung zwischen der Längs-, Quer- und Hochachse des Fahrzeugs zu drehen. Bei der Geradeausfahrt ist die Rotationsebene des Radpropellers parallel zu der von der Längs- und der Hochachse definierten Ebene ausgerichtet. Im Fahrbetrieb wird das Fahrzeug mit einem Lenkeinschlag der Radpropeller gegenüber der Längsachse gelenkt. Im Flugbetrieb des Fahrzeugs nimmt die Rotationsebene des Radpropellers entweder eine stehende, zu der Quer- und der Hochachse parallele, oder eine liegende, zu der Längs- und der Querachse parallele Stellung ein. Ein Drehstrom-Synchron-Motor, der als ein Radnabenmotor mit einer Generatorfunktion ausgebildet ist, kann im Fahrbetrieb des Fahrzeugs beim Bremsen die kinetische Energie in elektrische Energie wandeln, wobei der Reifen des Radpropellers im Fahrbetrieb die Antriebskraft des Radnabenmotors und die Bremskraft auf die Fahrbahn überträgt.

#### Der Radpropeller im Flugbetrieb

**[0006]** Der Schrägschnitt des Ringflügels entlang der mit einem Neigungswinkel gegenüber der Rotationsebene geneigten Neigungsebene weist das für den Flugbetrieb des Radpropellers vorgesehene, aerodynamisch wirksame asymmetrische Flügelprofil mit einer der Rotationsachse zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite sowie mit einer kreisförmigen Druckpunktlinie und mit einer sich von der Flügel Nase bis zu der Flügelhinterkante erstreckenden und bevorzugt parallel zu der Rotationsachse ausgerichteten Profillehne auf. Im Flug-, Schwimm- oder Tauchbetrieb eines Fahrzeugs wird der Ringflügel von einer resultierenden Anströmung angeströmt, die sich aus der von dem Schub der radialen Propellerblätter induzierten Strömungsgeschwindigkeit des jeweiligen Fluids und ggf. auch aus der Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs, aus der Umlaufgeschwindigkeit des Ringflügels sowie aus dem Konuswinkel zusammensetzt. Die Beschleunigung des Fluids mittels der radialen Propellerblätter induziert in der Rotationsebene einen abrupten Druckabfall und eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit, sodass der Ringflügel über seinen gesamten Umfang mit einem Konuswinkel angeströmt wird. Dementsprechend liegt die Saugseite des asymmetrischen Flügelprofils auf der Innenseite des Ringflügels, wobei die Profillehne des asymmetrischen Flügelprofils entweder parallel zu der Rotationsachse ausgerichtet ist oder in Fahrtrichtung ein Gefälle hat, das in der Neigungsebene dem Betrag des Konuswinkels entspricht. Aus dem an der Innenseite über den gesamten Umfang des Ringflügels wirkenden Auftriebskraft resultiert eine in Drehrichtung und in Fahrtrichtung geneigte Vortriebskraft. Diese Vortriebskraft ist in eine tangentielle Antriebskraft und in eine in Fahrtrichtung wirkende Traktionskraft aufteilbar. Unabhängig von dem jeweiligen Fluid, Luft oder Wasser, benötigt der Radpropeller bei einer vorgegebenen Drehzahl eine wesentlich geringere Antriebsleistung als ein herkömmlicher Propeller. Die Antriebsleistung des Radpropellers kann um bis zu 20% reduziert werden. Der Anstellwinkel der radialen Propellerblätter gegenüber der Rotationsebene kann entlang einer radialen Drehachse variiert werden, sodass die Wirksamkeit des Radpropellers an unterschiedliche Fahrtgeschwindigkeiten angepasst werden kann und der Radpropeller im Flugbetrieb oder im Schwimmbetrieb des Fahrzeugs als Verstellpropeller arbeitet. Eine Vielzahl von Propellerblättern, die die Nabe mit dem Ringflügel verbinden, wird als Fan bezeichnet. Bei hohen Drehzahlen überträgt der Fan sehr viel Energie auf das Fluid. Der Neigungswinkel der einzelnen Propellerblätter, deren Vorderkanten bevorzugt mit der Flügel Nase des asymmetrischen Flügelprofils verbunden sind, gibt in der Neigungsebene den Winkel für die diagonale Überströmung des Ringflügels vor. Im Flugbetrieb des Fahrzeugs hat die Rotationsebene des Radpropellers entweder eine stehende, zu der Quer- und der Hochachse parallele Ebene oder eine liegende, zu der Längs- und der Querachse parallele Ebene oder kann in jede beliebige Stellung zwischen den von jeweils zwei der Achsen aufgespannten Ebenen gedreht werden. Für den Flugbetrieb ist das asymmetrische Flügelprofil des Ringflügels für unterschiedliche Schnelllaufzahlen innerhalb eines Geschwindigkeitsbands ausgelegt und wird in der Neigungsebene im Bereich des gewählten Geschwindigkeitsbands laminar

umströmt. Bei Über- oder Unterschreitung einer minimalen bzw. maximalen Schnelllaufzahl reißt die resultierende Anströmung an dem asymmetrischen Flügelprofil ab.

#### Fahrzeuge

**[0007]** Unter dem Oberbegriff Fahrzeuge sind im Rahmen der Erfindung Luftfahrzeuge und Amphibienfahrzeuge zusammengefasst, die als Luftfahrzeuge an Land und in der Luft und als Amphibienfahrzeuge an Land und im Wasser jeweils von mehreren Radpropellern angetrieben werden. Erfindungsgemäße Luftfahrzeuge betreffen insbesondere Flugdrohnen, Multicopter, Flugzeuge, Solarflugzeuge, faltbare Flugzeuge und Wasserflugzeuge sowie Hybridluftschiffe. Erfindungsgemäße Amphibienfahrzeuge betreffen insbesondere landgängige Wasserflugzeuge, Feuerlöschflugzeuge, sowie Schwimmwagen und Tauchfahrzeuge. An einem Luftschiff oder an einem hybriden Luftschiff ist eine Mehrzahl von Radpropellern mit einem Abstand zu dem Luftschiffkörper angeordnet, die mittels einer in alle Richtungen drehbaren Aufhängung den Antrieb und die Steuerung des Luftschiffs übernehmen. An einem Multicopter sind mindestens zwei Radpropeller in einer Gelenkanordnung des Fahrwerks mit mindestens einer Drehachse an einen für den Transport von Personen und/oder Gütern ausgebildeten Rumpf angelenkt. Der Rumpf weist entweder ein von einer Fachwerkkonstruktion gebildetes Fahrgestell mit einer Hülle oder eine von Längs- und Querrippen gebildete Schalenkonstruktion mit einer schubsteif ausfachenden Hülle auf. Die Reifen der Ringflügel stehen im Fahrbetrieb auf einer Fahrbahn auf und können für den Flugbetrieb mittels eines Auslegers mit einem Drehwinkel von 90-120 Grad in einer zu der Längs-, Quer- oder Hochachse parallelen Drehachse gegenüber dem Rumpf verschwenkt werden, sodass die Radpropeller im Flugbetrieb eine liegende Stellung gegenüber der Erdoberfläche einnehmen. In der Startphase tragen sämtliche Radpropeller mit dem von den radialen Propellerblättern bewirkten Schub und mit der von den Ringflügeln generierten Traktionskraft zu dem Abheben des Multicopters bei. Vor dem Start wird der Rumpf in einer Parkstellung des Fahrzeugs zur Vorbereitung des Flugbetriebs mittels eines Ständers oder eines aufblasbaren Kissens aufgebockt. Im Flugbetrieb kann der Multicopter um die Längsachse, um die Querachse und um die Hochachse des Fahrzeugs gedreht werden, wobei die Steuerung jeweils über die Drehzahl der Radpropeller erfolgt. Der Multicopter kann als Drohne autonom fahren und fliegen oder wird pilotiert gesteuert. An einem Flugzeug ist mindestens ein Rumpf starr mit mindestens einer Tragfläche verbunden. An einem viermotorigen Flugzeug z.B. sind zwei der Radpropeller jeweils über die Gelenkanordnung der Fahrwerke mit der Tragfläche verbunden und können bei Start und Landung um 90 Grad gedreht werden um ein herkömmliches Fahrwerk zu ersetzen, während zwei weitere Radpropeller mit den Enden der Tragflächen verbunden sind und bei Start und Landung für den nötigen Schub sorgen. Ein Radpropeller mit einem Turboprop-Antrieb hat einen großen Durchmesser, sodass das Triebwerk bevorzugt unterhalb der Tragfläche angeordnet ist. Bei einem batteriebetriebenen Flugzeug, dessen Flugleistungen mit denen eines Learjets vergleichbar sind, weist der Radpropeller eine Vielzahl von radialen Propellerblättern auf, die einen Fan bilden, der bevorzugt vor der Tragfläche angeordnet ist, sodass in der Startphase des Flugzeugs die von dem Fan bewirkte Luftströmung an den Tragflächen eine Auftriebskraft erzeugt. An einem Wasserflugzeug ist die Tragfläche starr mit einem als Schwimmkörper ausgebildeten Rumpf verbunden. Das Triebwerk des Radpropellers besteht entweder aus einem Radnabenmotor oder, wie im Falle eines Feuerlöschflugzeugs, aus einem thermodynamischen Turboprop-Triebwerk.

#### Faltstrukturen für Fahrzeuge

**[0008]** Im Rahmen der Erfindung sind Faltstrukturen für Fahrzeuge vorgesehen, die für den Fahrbetrieb zusammengefaltet werden können, um ein Fahrzeug als kompaktes Bündel aus stabförmigen Elementen mittels der Radpropeller rangieren und parken zu können. Bei einer linearen Faltstruktur für ein Flugzeug wird die Tragfläche gefaltet und ist mittels einer Mehrzahl von parallel zu der Längsachse angeordneten Faltgelenken mit Drehachsen in einzelne Tragflächenabschnitte untergliedert und mit dem Rumpf derart verbunden, dass die einzelnen Tragflächenabschnitte für den Flugbetrieb des Flugzeugs entfaltet werden und eine zusammenhängende, starr mit dem Rumpf verbundene Tragfläche bilden, wobei die Faltgelenke für den Flugbetrieb arretiert sind. An einem linear faltbaren Wasserflugzeug sind eine Mehrzahl von Tragflächenabschnitten jeweils an ihren Enden mittels von Faltgelenken mit Drehachsen an eine Mehrzahl von Schwimmkörpern angelenkt und bilden eine Faltstruktur. Im Fahrbetrieb kann das Wasserflugzeug sowohl in einer gefalteten als auch in einer entfalteten Betriebsstellung auf den Reifen der Ringflügel rollen. Im Flug- und Schwimmbetrieb ist das Wasserflugzeug entfaltet. Eine räumliche, in zwei Richtungen erweiterbare Faltstruktur für ein Flugzeug besteht aus einer beliebig vergrößerbaren, geraden Anzahl von Knotenkörpern und aus einer Mehrzahl von diagonal zu der Längsachse des Flugzeugs angeordneten Tragflächen, die jeweils in den Drehachsen der Faltgelenke an die Knotenkörper angelenkt sind. Besonders vorteilhaft ist eine Faltstruktur mit einer geradzahligem Anzahl von Knotenkörpern, bei der die Tragflächen und die Knotenkörper untereinander jeweils eine Vielzahl von Quadraten, Rauten oder Rechtecken bilden. Die Tragflächen sind mit Drehgelenken an die Knotenkörper

angelenkt, wobei die Kinematik eines Faltgelenks variiert werden kann, sodass es im Faltbetrieb frei beweglich und im Flugbetrieb eingeschränkt beweglich ist. Ist die Drehung in der Drehachse des Faltgelenks mit einem Widerstand verbunden, kann der für die Verformung notwendige Energieaufwand für den Abbau aerodynamischer Belastung genutzt werden. Eine entsprechende Verformungsarbeit kann von einem pneumatischen oder hydraulischen System, das mit dem Faltgelenk gekoppelt ist, geleistet werden. Die Kinematik der Faltstruktur kann dadurch erweitert werden, dass zwei sich an einem Knotenkörper durchdringende Gelenkketten aus Tragflächen und Knotenkörpern um die Hochachse gegeneinander verdreht werden können, wobei sich aus den Quadraten Rauten bilden. Dieser zusätzliche Freiheitsgrad einer Faltstruktur ermöglicht auch die Ausbildung einachsig und zweiachsig gekrümmter Strukturformen des Faltwerks. Für den Flugbetrieb eines erfindungsgemäßen Flugzeugs ist jedoch eine eingeschränkte Kinematik der Faltstruktur von Vorteil, die es ermöglicht, dass alle Knotenkörper einer Faltstruktur jeweils in einer Ebene liegen, wobei äußere, dynamisch bewirkte Kräfte gleichmäßig auf sämtliche Faltgelenke einer Faltstruktur verteilt werden. Mögliche Anwendungen für ein Flugzeug mit einer räumlichen Faltstruktur sind von der Größe des jeweiligen Flugzeugs abhängig. Kleinere Faltstrukturen können als Drohnen fliegen. Tragflächen, die mit PV-Zellen bestückt sind, bilden einen großflächigen Nurfügler, der sehr lange in der Luft bleiben kann. Tragflächen mit einer Profildicke größer 2m können ggf. als Kabine für Flugpassagiere ausgebildet werden, wobei die modulare Bauweise einer Faltstruktur an unterschiedliche Passagierzahlen angepasst werden kann. In einer besonders vorteilhaften erfindungsgemäßen Ausführungsvariante kann das Faltflugzeug senkrecht starten und landen und ist damit nicht notwendigerweise auf eine Start- und Landebahn angewiesen. Andererseits können erheblich größere Lasten mit einem Flugzeug, das von einer Startbahn aus startet und den aerodynamischen Auftrieb der Tragflächen nutzt, in die Luft gebracht werden. Hier können die Radpropeller beim Start sukzessive vom Fahr- in den Flugmodus übergehen, wobei die Faltung der Faltstruktur mit Flügelklappen gesteuert wird. Im Falle eines Solarflugzeugs sind die Tragflächen vollflächig mit PV-Zellen bestückt. Im Fahrbetrieb ist die Faltstruktur entfaltet, sodass das Flugzeug auf den Reifen der Radpropeller rollen und mit einem synchron gesteuerten Lenkeinschlag der Radpropeller gelenkt werden kann. Im Flugbetrieb ist die Faltstruktur entfaltet und kann aerodynamische Belastungen z.B. aus Turbulenzen durch fortwährende Verformung der Faltstruktur aufnehmen und abtragen. Ein in zwei Richtungen erweiterbares Faltflugzeug kann deshalb besonders leicht ausgebildet werden. Das Solarflugzeug kann mittels von Flügelklappen der Tragflächen so gesteuert werden, dass die PV-Zellen zur Sonne ausgerichtet sind. Bei Start und Landung eines räumlich faltbaren Flugzeugs wird die Faltstruktur mittels der Flügelklappen der Reihe nach quer zu der Längsachse des Flugzeugs gefaltet, wobei beim Start sämtliche Radpropeller parallel zu der Längsachse ausgerichtet sind und diejenigen Radpropeller, die als Erste den Bodenkontakt verlieren, durch eine Drehung um die Drehachse der Gelenkanordnung für den Flugbetrieb parallel zu der Querachse des Flugzeugs ausgerichtet werden, um das Flugzeug im Flugbetrieb anzutreiben. Bei der Landung werden diejenigen Radpropeller, die als Erste Bodenkontakt haben und vom Flugbetrieb in den Fahrbetrieb wechseln, mittels der Gelenkanordnungen des Fahrwerks wieder in eine zu der in Flugrichtung ausgerichteten Längsachse parallele Stellung gedreht. Ein räumlich faltbares Wasserflugzeug weist eine Faltstruktur auf, bei der eine Mehrzahl von jeweils diagonal zu der Längsachse des Wasserflugzeugs angeordneten Tragflächen jeweils in den Drehachsen der Faltgelenke an eine Mehrzahl von Schwimmkörpern angelenkt sind. Im Ruhezustand ist das Wasserflugzeug gefaltet und steht auf den Reifen der Ringflügel. Sowohl in einer gefalteten als auch in einer entfalteten Betriebsstellung der Faltstruktur kann das Wasserflugzeug auf den Reifen der Ringflügel parallel zu der Querachse rollen. Für den Flug- und Schwimmbetrieb ist eine entfaltete Betriebsstellung der Faltstruktur vorgesehen. Ein von Turboprop-Triebwerken der Radpropeller angetriebenes Wasserflugzeug ist bevorzugt als Feuerlöschflugzeug ausgebildet, das eine der Anzahl der Schwimmkörper entsprechende große Wassermenge aufnehmen kann. Ein Flugzeug mit einer räumlichen Faltstruktur kann durch den Zusammenschluss einer Vielzahl einzelner Flugdrohnen gebildet werden. Dabei besteht eine einzelne Flugdrohne jeweils aus vier Tragflächen mit Flügelklappen und aus einer Mehrzahl jeweils mittels eines Federbeins des Fahrwerks in einer Gelenkanordnung an einen Rumpf angelenkter Radpropeller. Die Tragflächen kreuzen sich in zwei vertikal voneinander beabstandeten Ebenen und sind diagonal zu der Flugrichtung angeordnet. Eine Vielzahl einzelner Flugdrohnen kann als ein zusammenhängendes Flugzeug gemeinsam fliegen, indem jeweils die äußeren Enden der Tragflächen einander benachbarter Flugdrohnen temporär untereinander verbunden sind, sodass sich die einzelnen Flugdrohnen am Zielort voneinander trennen können, um unterschiedliche Destinationen anzufliegen oder anzufahren. Die Figuren zeigen unterschiedliche Ausführungsmöglichkeiten und Anwendungen der Erfindung.

**[0009]** Es zeigen:

**Fig. 1** ein Fahrzeug als Multicopter mit drei Radpropellern mit Querschnitten des Ringflügels für den Fahr- und Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 2** den Multicopter nach **Fig. 1** im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 3** den Multicopter nach **Fig. 1** im Fahrbetrieb in der perspektivischen Übersicht



**Fig. 4** ein Propellerrad des Multicopters nach **Fig. 1-3** mit Darstellung des Reifens für den Fahrbetrieb und mit Darstellung der aerodynamisch bewirkten Kräfte an dem asymmetrischen Flügelprofil in der perspektivischen Übersicht und in Detailschnitten des Ringflügels

**Fig. 5** ein Fahrzeug als Multicopter mit vier Radpropellern mit Querschnitten des Ringflügels für den Fahr- und Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 6** den Multicopter nach **Fig. 5** im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 7** den Multicopter nach **Fig. 5** im Fahrbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 8** ein Fahrzeug als Multicopter mit Zentralgelenk und vier Radpropellern mit Querschnitten des Ringflügels für den Fahr- und Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 9** den Multicopter nach **Fig. 8** im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 10** den Multicopter nach **Fig. 8-9** im Fahrbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 11** ein Fahrzeug als faltbares Flugzeug mit vier Radpropellern und mit vier Tragflächen im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 12** das faltbare Flugzeug nach **Fig. 11** im Fahrbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 13** einen Radpropeller des Fahrzeugs nach **Fig. 11-12** mit Darstellung des Ringflügels jeweils im Querschnitt, für den Flugbetrieb oben und für den Fahrbetrieb unten

**Fig. 14** ein Fahrzeug als Flugzeug mit vier Radpropellern im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 15** das Flugzeug nach **Fig. 14** im Fahrbetrieb bei Start und Landung in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 16** einen Radpropeller des Flugzeugs nach **Fig. 14-15** mit Darstellung der aerodynamisch bewirkten Kräfte in der perspektivischen Übersicht und mit Darstellung der Schnitte durch den Ringflügel für den Flug- und Fahrbetrieb

**Fig. 17** ein Fahrzeug als Flugzeug mit sechs Radpropellern im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 18** ein Fahrzeug als faltbares Wasserflugzeug mit sechs Radpropellern im Flugbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 19** das gefaltete Wasserflugzeug nach **Fig. 18** in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 20** einen Radpropeller des Flugzeugs nach **Fig. 18-19** in der perspektivischen Übersicht mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte am Ringflügel und mit Darstellung der Schnitte für den Flug- und Fahrbetrieb

**Fig. 21** ein Fahrzeug als senkrecht startendes Flugzeug mit einer in zwei Richtungen erweiterbaren Faltstruktur in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 22** einen Knotenkörper der Faltstruktur des Flugzeugs nach

**Fig. 21** in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 23** ein von vier Tragflächen gebildetes Modul des Flugzeugs nach **Fig. 21-22** in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 24** einen alternativen Knotenkörper der Faltstruktur des Flugzeugs nach **Fig. 21-23** in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 25** die Faltstruktur eines Flugzeugs im Startbetrieb in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 26** den Flugbetrieb des Flugzeugs nach **Fig. 25** in voller Entfaltung in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 27** den Flugbetrieb des Flugzeugs nach **Fig. 25-26** in einer V-Formation in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 28** den Flugbetrieb des Flugzeugs nach **Fig. 25-27** in einer Stufenformation in der perspektivischen Übersicht **Fig. 29** die Stufenformation des Flugbetriebs des Flugzeugs nach

**Fig. 28** in einer Frontalansicht

**Fig. 30** den Knotenkörper der Faltstruktur für ein Flugzeug mit einem Radpropeller nach **Fig. 24-29** in der perspektivischen Übersicht

**Fig. 31** ein Fahrzeug als Wasserflugzeug mit einer faltstruktur in der perspektivischen Untersicht des Flugbetriebs

**Fig. 32** das Wasserflugzeug nach **Fig. 31** in einem gefalteten Zustand des Fahrbetriebs in der perspektivischen Ansicht

**Fig. 33** ein Fahrzeug als hybrides Luftschiff in der perspektivischen Ansicht des Flugbetriebs

**Fig. 34** das hybride Luftschiff nach **Fig. 33** in einem schematischen Querschnitt des Fahrbetriebs

**Fig. 35** ein Tauchfahrzeug in der perspektivischen Ansicht des Tauchbetriebs

**Fig. 36** das Tauchfahrzeug nach **Fig. 35** in der perspektivischen Ansicht des Fahrbetriebs

**[0010]** **Fig. 1** zeigt ein Fahrzeug **2** für zwei Personen, das sowohl für einen Fahrbetrieb im Straßenverkehr als auch für einen Flugbetrieb ausgelegt ist. Das Fahrzeug **2** ist als Multicopter ausgebildet und weist drei Radpropeller **1** auf. Im Fahrbetrieb stehen die drei Radpropeller **1** mit einem Reifen **10**, der bei diesem Ausführungsbeispiel als Luftreifen **102** ausgebildet ist, auf einer Fahrbahn auf. Die drei Radpropeller **1** sind jeweils über das Fahrwerk **16** mit dem Ausleger **160**, der als Federbein **161** ausgebildet ist, in dem Gelenk **20** mit der Drehachse **d** an den Rumpf **21** des Fahrzeugs **2** angelenkt. Für den Flugbetrieb werden die Radpropeller **1** in der Drehachse **d** mit einem Drehwinkel  $\delta$  verschwenkt und arretiert und nehmen im Flugbetrieb eine liegende Stellung gegenüber der Fahrbahn ein. Der Radpropeller **1** besteht aus einer zentralen Nabe **14**, die einen Radnabenmotor **150** aufnimmt, aus vier radialen Propellerblättern **12**, die die Nabe **14** mit dem Ringflügel **11** verbinden sowie aus einem Reifen **10**, der den äußeren Umfang des Ringflügels **11** definiert. In einem Querschnitt senkrecht zu der Rotationsebene **R** weist der Ringflügel **11** das für den Fahrbetrieb vorgesehene Felgenprofil **110** für den Luftreifen **102** auf, während der Querschnitt in einer mit einem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Rotationsebene **R** geneigten Neigungsebene **N** das für den Flugbetrieb vorgesehene asymmetrische Flügelprofil **13** des Ringflügels **11** aufweist. Aus der von den radialen Propellerblättern **12** in der Rotationsebene **R** induzierten Strömungsgeschwindigkeit **A** und aus der Umlaufgeschwindigkeit **B** resultiert die Anströmung **C**, die in der Neigungsebene **N** das asymmetrische Flügelprofil **13** mit dem Konuswinkel  $\alpha$  derartig anströmt, dass über den gesamten inneren Umfang des Ringflügels **11** die Auftriebskraft **D** generiert wird, aus dem eine tangentiale Antriebskraft **F** und eine senkrecht zu der Rotationsebene **R** wirkende Traktionskraft **G** herleitbar sind.

**[0011]** **Fig. 2** zeigt den Multicopter nach **Fig. 1** im Flugbetrieb, bei dem die drei Radpropeller **1** jeweils über ein Fahrwerk **16** mit einem Ausleger **160** in der Drehachse **d** der Gelenkanordnung **20** mit einem Drehwinkel  $\delta$  für den Flugbetrieb ausgeklappt sind und eine liegende Stellung gegenüber der Erdoberfläche einnehmen. Über die Drehzahl der gegenläufig rotierenden Radpropeller **1** mit Drehrichtung **T** wird jeweils die Stabilität um die Achsen **x,y,z** hergestellt. Der Multicopter mit einem aerodynamisch gestalteten Rumpf **21** ist als fliegendes Fahrzeug **2** für zwei Personen ausgebildet.

**[0012]** **Fig. 3** zeigt den Fahrbetrieb des Fahrzeugs **2** nach **Fig. 1-2** mit einer stehenden Anordnung der Radpropeller **1**. Die als Federbeine **161** ausgebildeten Ausleger **160** des Fahrwerks **16** liegen im Fahrbetrieb des Fahrzeugs **2** an dem Rumpf **21** an. Über die Gelenkanordnung **20** mit der Drehachse **d** ist das Fahrwerk **16** an das nicht näher bezeichnete Fahrgestell des Rumpfs **21** angelenkt.

**[0013]** **Fig. 4** zeigt einen Radpropeller **1** des als Multicopter ausgebildeten Fahrzeugs **2** nach **Fig. 1-3** mit Darstellung des für den Fahrbetrieb vorgesehenen Querschnittsprofils des Ringflügels **11** senkrecht zu der Rotationsebene **R** und entlang der Rotationsachse **t** des Radpropellers **1** sowie mit Darstellung des für den Flugbetrieb erforderlichen asymmetrischen Flügelprofils **13** als Querschnitt des Ringflügels **11** in der mit dem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Rotationsebene **R** geneigten Neigungsebene **N**. Der Ringflügel **11** ist zweiteilig ausgebildet und besteht aus einem Reifen **10** mit einer Lauffläche **100** und einem Felgenprofil **110**. Der Reifen **10** ist als Luftreifen **102** ausgebildet und über ein äußeres und ein inneres Felgenhorn **111** luftdicht mit dem Felgenprofil **110** verbunden. Das asymmetrische Flügelprofil **13** weist eine von dem Luftreifen **102** gebildete Flügelnase **n** und eine von dem Felgenprofil **110** gebildete Flügelhinterkante **e** auf, die durch eine Profilsehne **p** untereinander verbunden sind. Der Radpropeller **1** weist vier entlang einer Drehachse **d** mit einem Anstellwinkel  $\gamma$  gegenüber der Rotationsebene **R** verstellbare radiale Propellerblätter **13** auf, die die Nabe **14** mit dem Ringflügel **11** verbinden. Die resultierende Anströmung **C** des asymmetrischen Flügelprofils **13** setzt sich aus der in der Rotationsebene **R** von den radialen Propellerblättern **13** induzierten Strömungsgeschwindigkeit **A**, der Umlaufgeschwindigkeit **B** und dem in der Neigungsebene **N** vorhandenen Konuswinkel  $\alpha$  zusammen. Senkrecht zu der resultierenden Anströmung **C** erzeugt der Ringflügel **11** jeweils in der Neigungsebene **N** eine in Drehrichtung **T** und nach Vorne geneigte Auftriebskraft **D**, die sich in eine Vortriebskraft **E** und eine Sogkraft **H** aufteilt. Aus der Vortriebskraft **E** leitet sich die tangentiale Antriebskraft **F** und die Traktionskraft **G** ab. Der tangentialen Antriebskraft **F** wirkt der Rotationswiderstand **K** entgegen, während der Traktionskraft **G** der

Schubwiderstand  $L$  entgegenwirkt. **Fig. 5** zeigt ein Fahrzeug **2**, das als ein Multicopter mit vier Radpropellern **1** ausgebildet ist. Im Fahrbetrieb haben zwei einander gegenüberliegende Radpropeller **1** Bodenkontakt und sind über den Ausleger **160** des Fahrwerks **16** an den quaderförmigen Rumpf **21** des Multicopters angelenkt. Zwei weitere, einander gegenüberliegende Radpropeller **1** sind starr mit dem Rumpf **21** verbunden. Für die Einleitung des Flugbetriebs kann der Multicopter als Senkrechtstarter mit diesen Radpropellern **1** abheben, sodass die beiden für den Fahrbetrieb vorgesehenen Radpropeller **1** jeweils durch eine Drehung um die Gelenkanordnung **20** in der Drehachse  $d$  in eine horizontale Stellung gedreht werden können, sodass im Flugbetrieb alle vier Radpropeller **1** genutzt werden können. Für den Fahrbetrieb ist ein zweiteilig ausgebildeter Ringflügel **11**, der aus dem Felgenprofil **110** und dem elastisch verformbaren Vollgummireifen **101** aufgebaut ist und mittels der Lauffläche **100** des Vollgummireifens **101** Kontakt zu einer Fahrbahn hat, vorgesehen. Im Flugbetrieb weist der Ringflügel **11** in der mit einem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  geneigten Neigungsebene  $N$  das asymmetrische Flügelprofil **13** auf, das in der Neigungsebene  $N$  von der resultierenden Anströmung  $C$  angeströmt wird. In der Rotationsebene  $R$  induzieren die radialen Propellerblätter **12** die Strömungsgeschwindigkeit  $A$  und bewirken durch den abrupten Druckabfall in der Rotationsebene  $R$  den Konuswinkel  $\alpha$ . Die resultierende Anströmung  $C$  setzt sich aus der Strömungsgeschwindigkeit  $A$  und aus der Umlaufgeschwindigkeit  $B$  zusammen und bewirkt über den gesamten Umfang des Ringflügels **11** an der kreisförmigen Druckpunktlinie  $q$  die Auftriebskraft  $D$ . In der Neigungsebene  $N$  ist die resultierende Auftriebskraft  $D$  in Drehrichtung  $T$  geneigt und teilt sich in eine Vortriebskraft  $E$  und eine Sogkraft  $H$  auf. Aus der Vortriebskraft  $E$  leitet sich die tangentiale Antriebskraft  $F$  und die Traktionskraft  $G$  ab. Der tangentialen Antriebskraft  $F$  wirkt der Rotationswiderstand  $K$  entgegen, während der Traktionskraft  $G$  der Schubwiderstand  $L$  entgegenwirkt.

**[0014]** **Fig. 6** zeigt den Flugbetrieb des Multicopters nach **Fig. 5** mit vier jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T$  rotierenden Radpropellern **1**. Die Stabilität um die Längs-, Quer- und Hochachse  $x,y,z$  des Multicopters wird im Flugbetrieb über die Drehzahl der Radpropeller **1** gesteuert.

**[0015]** **Fig. 7** zeigt den Multicopter nach **Fig. 5-6** im Fahrbetrieb. Die Stabilität um die Querachse  $y$  erfolgt über die Steuerung des Drehmoments der beiden für den Fahrbetrieb vorgesehenen Radpropeller **1** an der Rotationsachse  $t$ .

**[0016]** **Fig. 8** zeigt ein Fahrzeug **2**, das mit vier Radpropellern **1** und einer im Fahrbetrieb koaxial zu der Hochachse  $z$  angeordneten Lenkachse als ein Multicopter ausgebildet ist. Im Fahrbetrieb haben alle vier Radpropeller **1** über die Lauffläche **100** des Reifens **10** Bodenkontakt und sind jeweils über Ausleger **160** des Fahrwerks **16** an den zweiteiligen Rumpf **21** des Multicopters angelenkt. Für die Einleitung des Flugbetriebs wird das Fahrzeug **2** mittels nicht näher bezeichneter Ständer oder eines Luftkissens aufgebockt, sodass die vier Radpropeller **1** in die ebenfalls dargestellte, für den Flugbetrieb vorgesehene liegende Position ausgeschwenkt werden können und der Multicopter als Senkrechtstarter abheben kann. Für den Fahrbetrieb ist ein zweiteilig ausgebildeter Ringflügel **11**, der aus dem Felgenprofil **110** und einem von einem aufblasbaren Schlauch **104** gestützten Luftreifen **102** gebildet wird, vorgesehen. Der Luftreifen **102** hat eine konvexe Lauffläche **100**, die im Fahrbetrieb von dem aufgeblasenen Schlauch **104** gestützt wird. Im Flugbetrieb bildet der Luftreifen **102** die konkave Druckseite des Ringflügels **11**, wobei der luftleere Schlauch **104** und der Reifen **10** in eine konkave Vertiefung des Felgenprofils **110** eingepasst sind. Die aerodynamische Wirkung des Radpropellers **1** einschließlich der vektoriellen Darstellung der aerodynamisch bewirkten Kräfte  $A-L$  entspricht dem in **Fig. 5** ausführlich erläuterten Ausführungsbeispiel.

**Fig. 9** zeigt den Flugbetrieb des Multicopters nach **Fig. 8** mit vier jeweils mit gegensinniger Drehrichtung  $T$  rotierenden Radpropellern **1**. Die Stabilität um die Längs-, Quer- und Hochachse  $x,y,z$  des Multicopters wird im Flug über die Drehzahl der Radpropeller **1** gesteuert.

**[0017]** **Fig. 10** zeigt den Multicopter nach **Fig. 8-9** mit einem zweiteiligen Rumpf **21**, bei dem die Hochachse  $z$  die Lenkachse des Fahrzeugs **2** bildet.

**[0018]** **Fig. 11** zeigt ein Fahrzeug **2** als Flugzeug mit einer linearen faltstruktur **23** im Flugbetrieb. Das faltbare Flugzeug ist im Fahrbetrieb als Portalhubwagen für einen ISO-Container ausgebildet und wird von vier Radpropellern **1** und vier Tragflächen **22** in der Luft gehalten. Vor dem Start des Flugbetriebs wird der Rumpf **21** aufgebockt damit die Tragflächen **22** und die Radpropeller **1** von einer vertikalen Stellung, wie in **Fig. 12** gezeigt, jeweils in der Gelenkanordnung **20** mit der Drehachse  $d$  des Fahrwerks **16** in eine horizontale Stellung ausgeschwenkt werden können. Als ein faltbares Flugzeug kann der Portalhubwagen im Flugbetrieb abheben und ist für den Lufttransport eines ISO-Container ausgelegt.

**[0019]** **Fig. 12** zeigt den Portalhubwagen nach **Fig. 11** im Fahrbetrieb, wo er die Funktion eines herkömmlichen Portalhubwagens übernimmt und ISO-Container bewegen und stapeln kann.

**[0020]** Fig. 13 zeigt einen Radpropeller 1 des Portalhubwagens nach Fig. 11-12 in einer perspektivischen Übersicht mit vektorieller Darstellung der von dem Ringflügel 11 bewirkten Luftkräfte und mit einer Schnittdarstellung des für den Fahrbetrieb vorgesehenen Vollgummireifens 101 mit der Lauffläche 100 am unteren Blattrand und mit einer Schnittdarstellung des für den Flugbetrieb vorgesehenen asymmetrischen Flügelprofils 13 des Ringflügels 11 am oberen Blattrand. Der Radpropeller 1 hat eine Rotationsebene  $R$  und wird in der mit einem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  geneigten Neigungsebene  $N$  von der aus der vektoriellen Addition der Strömungsgeschwindigkeit  $A$  und der Umlaufgeschwindigkeit  $B$  und aus dem Konuswinkel  $\alpha$  resultierenden Anströmung  $C$  angeströmt. An dem rotierenden Radpropeller 1 bewirken die radialen Rotorblätter 12 in der Rotationsebene  $R$  einen abrupten Druckabfall, sodass die resultierende Anströmung  $C$  den Ringflügel 11 mit dem Konuswinkel  $\alpha$  anströmt. In der Neigungsebene  $N$  ist die resultierende Auftriebskraft  $D$  in Drehrichtung  $T$  geneigt und teilt sich in eine Vortriebskraft  $E$  und eine Sogkraft  $H$  auf. Aus der Vortriebskraft  $E$  leitet sich die tangentiale Antriebskraft  $F$  und die Traktionskraft  $G$  ab. Der tangentialen Antriebskraft  $F$  wirkt der Rotationswiderstand  $K$  entgegen, während der Traktionskraft  $G$  der Schubwiderstand  $L$  entgegenwirkt. Der Vollgummireifen 101 hat ein Reifenprofil, das parallel zu dem Neigungswinkel  $\beta$  der Neigungsebene  $N$  verläuft.

**[0021]** Fig. 14 zeigt ein Fahrzeug 2, das als ein unbemanntes Flugzeug mit einem Rumpf 21 und einer Tragfläche 22 ausgebildet ist und im Flugbetrieb von vier Radpropellern 1 angetrieben wird. Zwei der Radpropeller 1 sind jeweils an den Enden der Tragfläche 22 angeordnet, während zwei weitere Radpropeller 1 jeweils mittels eines Fahrwerks 16 in einer Gelenkanordnung 20 mit der Drehachse  $d$  an die Tragfläche 22 angelenkt sind. Das von Radnabenmotoren 150 der Radpropeller 1 elektrisch angetriebene Flugzeug dient dem Transport von Gütern.

**[0022]** Fig. 15 zeigt das Flugzeug nach Fig. 14 im Fahrbetrieb. Bei Start und Landung sind die beiden inneren Radpropeller 1 parallel zu der Längsachse  $x$  des Flugzeugs ausgerichtet und bilden ein Fahrwerk 16 jeweils mit einem Federbein 161, das durch ein nicht näher bezeichnetes Bugrad ergänzt wird. Gegenüber dem Flugbetrieb sind die beiden Radpropeller 1 in den Drehachsen  $d$  der Gelenkanordnung 20 um 90 Grad gedreht.

**[0023]** Fig. 16 zeigt einen Radpropeller 1 des Flugzeugs nach Fig. 14-15 in einer perspektivischen Übersicht mit vektorieller Darstellung der von dem Ringflügel 11 bewirkten Luftkräfte und mit zwei Schnittdarstellungen des Luftreifens 102, der im Fahrbetrieb von einem aufblasbaren Schlauch 104 gestützt wird, am unteren Blattrand und mit einer Schnittdarstellung des für den Flugbetrieb vorgesehenen asymmetrischen Flügelprofils 13 des Ringflügels 11 am oberen Blattrand. Im Flugbetrieb ist der Schlauch 104 in der konkaven Wölbung des von dem Felgenprofil 110 und dem Luftreifen 102 gebildeten Ringflügels 11 verstaut. Für den Fahrbetrieb wird der Schlauch 104 aufgeblasen, sodass die Lauffläche 100 des Luftreifens 102 eine konvexe Form annimmt. Der Radpropeller 1 hat zwölf entlang einer Drehachse  $d$  mit einem Anstellwinkel  $\gamma$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  verstellbare radiale Propellerblätter 13, die die Nabe 14 mit dem Ringflügel 11 verbinden. An dem rotierenden Radpropeller 1 bewirken die radialen Rotorblätter 12 in der Rotationsebene  $R$  einen abrupten Druckabfall, sodass die resultierende Anströmung  $C$  den Ringflügel 11 mit dem Konuswinkel  $\alpha$  anströmt. Die resultierende Anströmung  $C$  strömt den Ringflügel 11 in der mit einem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  geneigten Neigungsebene  $N$  an und setzt sich aus der von den radialen Propellerblättern 13 induzierten Strömungsgeschwindigkeit  $A$ , der Umlaufgeschwindigkeit  $B$ , der Fluggeschwindigkeit  $M$  sowie aus dem Konuswinkel  $\alpha$  zusammen. In der Neigungsebene  $N$  ist die resultierende Auftriebskraft  $D$  in Drehrichtung  $T$  geneigt und teilt sich in eine Vortriebskraft  $E$  und eine Sogkraft  $H$  auf. Aus der Vortriebskraft  $E$  leitet sich die tangentiale Antriebskraft  $F$  und die Traktionskraft  $G$  ab. Der tangentialen Antriebskraft  $F$  wirkt der Rotationswiderstand  $K$  entgegen, während der Traktionskraft  $G$  der Schubwiderstand  $L$  entgegenwirkt. Der Luftreifen 102 hat ein Reifenprofil, dessen Rillen im Flugbetrieb geschlossen sind.

**[0024]** Fig. 17 zeigt das unbemannte Flugzeug nach Fig. 14 im Fahrbetrieb bei Start und Landung, bei dem die beiden Radpropeller 1 des linken und des rechten Fahrwerks 16 jeweils ein Tandem bilden, das im Fahrbetrieb mit gleichsinniger Drehrichtung  $T$  und im Flugbetrieb mit gegensinniger Drehrichtung  $T$  rotiert.

**[0025]** Fig. 18 zeigt ein Fahrzeug 2 als Wasserflugzeug mit einer linearen Faltstruktur 23, das zwei jeweils als Schwimmkörper 210 ausgebildete Rümpfe 21 und zwei Tragflächen 22 mit insgesamt sechs Radpropellern 1 aufweist. Drei Drehachsen  $d$  der Faltgelenke 230 gliedern jeweils eine Tragfläche 22 in vier Abschnitte. Im Flugbetrieb sind die Faltgelenke 230 zwischen den Abschnitten der Tragflächen 22 versteift, sodass die beiden Tragflächen 22 starr mit den beiden Schwimmkörpern 210 verbunden sind.

**[0026]** Fig. 19 zeigt die Faltstruktur 23 des Wasserflugzeugs nach Fig. 18 in einer gefalteten Stellung. Der Fahrbetrieb des Flugzeugs erfolgt auf den Laufflächen 100 der Radpropeller 1 parallel zu der Querachse  $y$  des Fahrzeugs 2.

**[0027]** Fig. 20 zeigt einen Radpropeller 1 des Wasserflugzeugs nach Fig. 18-19 in einer perspektivischen Übersicht mit vektorieller Darstellung der von dem Ringflügel 11 bewirkten Luftkräfte und mit einer Schnittdarstellung des für den Fahrbetrieb vorgesehenen Vollgummireifens 101 mit der Lauffläche 100 am unteren Blattrand und mit einer Schnittdarstellung des für den Flugbetrieb vorgesehenen asymmetrischen Flügelprofils 13 des Ringflügels 11 am oberen Blattrand. Der Radpropeller 1 hat zwölf entlang einer Drehachse  $d$  mit einem Anstellwinkel  $\gamma$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  verstellbare radiale Propellerblätter 13, die die Nabe 14 mit dem Ringflügel 11 verbinden. An dem rotierenden Radpropeller 1 bewirken die radialen Rotorblätter 12 in der Rotationsebene  $R$  einen abrupten Druckabfall, sodass die resultierende Anströmung  $C$  den Ringflügel 11 mit dem Konuswinkel  $\alpha$  anströmt. Der Ringflügel 11 wird in der mit einem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  geneigten Neigungsebene  $N$  von der resultierenden Anströmung  $C$ , die aus der Strömungsgeschwindigkeit  $A$ , aus der Umlaufgeschwindigkeit  $B$  des Radpropellers 1 und aus der Fluggeschwindigkeit  $M$  sowie dem Konuswinkel  $\alpha$  gebildet wird, derart angeströmt, dass die resultierende Auftriebskraft  $D$  in Drehrichtung  $T$  geneigt ist und sich in eine Vortriebskraft  $E$  und eine Sogkraft  $H$  teilt. Aus der Vortriebskraft  $E$  leitet sich die tangentiale Antriebskraft  $F$  und die Traktionskraft  $G$  ab. Der tangentialen Antriebskraft  $F$  wirkt der Rotationswiderstand  $K$  entgegen, während der Traktionskraft  $G$  der Schubwiderstand  $L$  entgegenwirkt. Der Vollgummireifen 101 hat ein Reifenprofil, dessen Rillen oder Stollen parallel zu dem Neigungswinkel  $\beta$  der Neigungsebene  $N$  gegenüber der Rotationsebene  $R$  ausgerichtet sind.

**[0028]** Fig. 21 zeigt ein Fahrzeug 2 als Solarflugzeug mit einer räumlichen Faltstruktur 23, bei der vierundzwanzig Tragflächen 22 jeweils an ihren Enden in den Drehachsen  $d$  der Faltgelenke 230 an sechzehn Knotenkörpern angelenkt sind. Die Tragflächen 22 weisen Flügelklappen 220 auf und sind auf ihrer Oberseite vollflächig mit PV-Zellen 221 belegt. In einer kreisringförmigen Öffnung eines Knotenkörpers ist jeweils ein von einem Radnabenmotor 150 angetriebener Radpropeller 1 kardanisches aufgehängt und nimmt für den Senkrechtstart des Flugzeugs eine liegende Stellung ein.

**[0029]** Fig. 22 zeigt einen Knotenkörper der Faltstruktur 23 des Solarflugzeugs nach Fig. 21 mit einer kardanischen Aufhängung des Radpropellers 1 an einer kreisringförmigen Gelenkanordnung 20 des Fahrwerks 16 an dem Knotenkörper der Faltstruktur 23. Gegenüber der in Fig. 20 dargestellten Startstellung nimmt der Radpropeller 1 für den Flugbetrieb eine um 90 Grad gedrehte Stellung ein. Im Flugbetrieb können die Radpropeller 1 in der parallel zu der Querachse  $y$  des Flugzeugs ausgerichteten Drehachse  $d$  der Gelenkanordnung 20 um 90 Grad gedreht werden. Die kardanische Aufhängung des Radpropellers 1 in einer zu der in Fig. 20 dargestellten Hochachse  $z$  parallelen Drehachse  $d$  ermöglicht die Lenkung des Flugzeugs im Fahrbetrieb.

**[0030]** Fig. 23 zeigt ein räumlich faltbares Modul des Solarflugzeugs nach Fig. 21-22 in der Startaufstellung für den Senkrechtstart. Das aus vier Tragflächen, vier Knotenkörpern und vier Radpropellern 1 bestehende Modul steht auf vier Federbeinen 161, die jeweils mit der Nabe 14 eines Radpropellers 1 verbunden sind.

**[0031]** Fig. 24 zeigt einen Knotenkörper der Faltstruktur 23 des Solarflugzeugs nach Fig. 21-23 mit einer alternativen, von einem Fahrwerk 16 mit einem Federbein 161 gebildeten Aufhängung des Radpropellers 1 an der Gelenkanordnung 20.

**[0032]** Fig. 25 zeigt ein Fahrzeug 2 als Flugzeug mit einer Faltformation der räumlichen Faltstruktur 23. Das Flugzeug besteht aus einer Mehrzahl von im Fahr- und Flugbetrieb diagonal zu der Längsachse  $x$  angeordneten Tragflächen 22 mit Flügelklappen 220 und aus einer Mehrzahl von Knotenkörpern mit Radpropellern 1. Die räumliche Faltstruktur 23 wird bei Start und Landung mittels der Flügelklappen 220 der Reihe nach parallel zu der Querachse  $y$  des Flugzeugs gefaltet. Beim Start sind die Radpropeller 1 parallel zu der Längsachse  $x$  ausgerichtet. Diejenigen Radpropeller 1, die als Erste den Bodenkontakt verlieren, werden für den Flugbetrieb durch eine Drehung um 90 Grad in der Drehachse  $d$  der Gelenkanordnung 20 parallel zu der Querachse  $y$  des Flugzeugs ausgerichtet und liefern im Flugbetrieb Schub. Bei der Landung werden diejenigen Radpropeller 1, die als Erste Bodenkontakt haben, erneut um 90 Grad gedreht, um vom Flugbetrieb in den Fahrbetrieb wechseln zu können. Die räumliche Faltstruktur 23 wird bei der Landung vom Heck zum Bug des Flugzeugs mittels der Flügelklappen 220 der Reihe nach parallel zu der Querachse  $y$  gefaltet, wobei die Radpropeller 1 erneut parallel zu der Längsachse  $x$  ausgerichtet werden.

**[0033]** Fig. 26 zeigt den Flugbetrieb des Flugzeugs nach Fig. 25 mit einer Faltformation, bei der vierundzwanzig Tragflächen 22 jeweils an ihren Enden in den Drehachsen  $d$  der Faltgelenke 230 an sechzehn Knotenkörpern angelenkt sind und die räumliche Faltstruktur 23 voll entfaltet ist, sodass die Tragflächen 22 und die Knotenkörper in einer Ebene liegen. Das Flugzeug wird von sechzehn jeweils unter den Knotenkörpern parallel zu der Querachse  $y$  angeordneten Radpropellern 1 angetrieben.

[0034] Fig. 27 zeigt den Flugbetrieb des Flugzeugs nach Fig. 25-26 mit einer V-förmigen Faltformation, die eine Stabilisierung des Flugzeugs um die Längsachse  $x$  bewirkt.

[0035] Fig. 28 zeigt den Flugbetrieb des Flugzeugs nach Fig. 25-27 mit einer treppenförmigen Faltformation, bei der die räumliche Faltstruktur 23 vom Bug im Vordergrund bis zum Heck im Hintergrund einen treppenförmig ansteigenden Verlauf mit einer Steigung von zehn Grad aufweist, sodass, wie in Fig. 29 gezeigt, eine Tragfläche 22 nicht im Windschatten der in Flugrichtung jeweils folgenden Tragfläche 22 liegt.

[0036] Fig. 29 zeigt das Flugzeug nach Fig. 25-28 im Flugbetrieb mit der treppenförmigen Faltformation der räumlichen Faltstruktur 23 nach Fig. 28 in der bugseitigen Ansicht.

[0037] Fig. 30 zeigt einen Knotenkörper der räumlichen Faltstruktur 23 des Solarflugzeugs nach Fig. 25-29 mit einer von einem Fahrwerk 16 mit vier Federbeinen 161 gebildeten Aufhängung des Radpropellers 1 an einer Gelenkanordnung 20 des Knotenkörpers.

[0038] Fig. 31 zeigt ein Fahrzeug 2, das von zwölf Radpropellern 1 angetrieben wird, als Wasserflugzeug mit einer räumlichen Faltstruktur 23, bei der zwanzig Tragflächen 22 jeweils an ihren Enden in den Drehachsen  $d$  der Faltgelenke 230 an acht als Schwimmkörper 210 ausgebildete Rümpfe 21 angelenkt sind, in einer perspektivischen Untersicht des Flugbetriebs. Verteilt auf die acht Schwimmkörper 210 kann das Wasserflugzeug als Feuerlöschflugzeug zweihunderttausend Liter Wasser fassen und dient damit nicht nur der Brandbekämpfung sondern auch der Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Fall von Dürreperioden. Da die räumliche Faltstruktur 23 in zwei Richtungen beliebig erweiterbar ist, kann mit einem Flug ein mehrere Quadratkilometer großes Gebiet beregnet werden.

[0039] Fig. 32 zeigt die räumliche Faltstruktur 23 des Wasserflugzeugs nach Fig. 31 in einer gefalteten Stellung für den Fahr- und Standbetrieb an Land in der perspektivischen Ansicht. In gefaltetem Zustand kann das Wasserflugzeug raumsparend in einem Hangar untergebracht werden.

[0040] Fig. 33 zeigt ein Fahrzeug 2, das als ein hybrides Luftschiff ausgebildet ist, dessen düsenförmig ausgebildeter Schiffskörper, wie in Fig. 34 gezeigt, eine obere und eine untere Tragfläche 22 aufweist, in einer bugseitigen perspektivischen Darstellung des Flugbetriebs. Das Luftschiff wird von acht Radpropellern 1 jeweils mit einem Radnabenmotor 150 angetrieben. Die dem Boden zugewandten vier Radpropeller 1 können für den Fahrbetrieb des Luftschiffs jeweils in der Drehachse  $d$  der Gelenkanordnung 20 um neunzig Grad gedreht werden, sodass das Luftschiff wie ein Flugzeug starten und landen kann.

[0041] Fig. 34 zeigt den Fahrbetrieb des hybriden Luftschiffs nach Fig. 33 in einem Längsschnitt. Bug- und Heckseitig durchqueren Tragflächen 22 mit Flügelklappen 220 den röhrenförmigen Schiffskörper und können als Querruder eingesetzt werden, um den Steigflug im Startbetrieb einzuleiten.

[0042] Fig. 35 zeigt ein Fahrzeug 2, das als ein Tauchfahrzeug ausgebildet ist und im Tauchbetrieb von vier Radpropellern 1 angetrieben wird. Der Rumpf 21 des Tauchfahrzeugs hat eine transparente Hülle, die von zylindrischen und sphärischen Schalen jeweils aus Acrylglas gebildet wird, sodass bis zu acht Passagiere Aussicht auf Unterwasserwelten haben können. Der Schalenkörper des Rumpfs 21 wird durch vier Ringträger ausgesteift und ist mit einem äquatorialen ringförmigen Schwimmkörper 210 verbunden, der für die Tauchfahrt Ballastwasser aufnehmen kann. Die Radpropeller 1 sind jeweils mittels von einem Ausleger 160 des Fahrwerks 16 in dem Drehgelenk  $d$  der Gelenkanordnung 20 an den Schwimmkörper 210 angelenkt.

[0043] Fig. 36 zeigt das Tauchfahrzeug nach Fig. 35 im Fahrbetrieb an Land. Die Radpropeller 1 werden von Radnabenmotoren 150 angetrieben und übertragen die Antriebsenergie der vier Radnabenmotoren 150 über die Laufflächen 100 der Reifen 10 auf den sandigen oder steinigen Untergrund eines Küstenstreifens.

#### Bezugszeichenliste

Radpropeller	1	Fahrzeug	2
Rotationsebene	R	Längsachse	$x$
Rotationsachse	$t$	Querachse	$y$
Drehrichtung	T	Hochachse	$z$
Schnelllaufzahl	A	Drehachse	$d$

Reifen	10	Gelenkanordnung	20
Lauffläche	100	Drehwinkel	$\delta$
Vollgummireifen	101	Rumpf	21
Luftreifen	102	Schwimmkörper	210
Reifenwulst	103	Tragfläche	22
Schlauch	104	Flügelklappe	220
Ringflügel	11	PV-Zelle	221
Felgenprofil	110	Faltstruktur	23
Felgenhorn	111	Faltgelenk	230
Radiales Propellerblatt	12	Neigungsebene	<u>N</u>
Fan	130	Neigungswinkel	$\beta$
Anstellwinkel	$\gamma$	Strömungsgeschwindigkeit	A
Asymmetrisches Flügelprofil	13	Umlaufgeschwindigkeit	B
Flügel Nase	n	Resultierende Anströmung	C
Flügelhinterkante	e	Konuswinkel	$\alpha$
Profelsehne	p	Auftriebskraft	D
Druckpunktlinie	q	Vortriebskraft	E
Nabe	14	Tangentiale Antriebskraft	F
Triebwerk	15	Traktionskraft	G
Radnabenmotor	150	Sogkraft	H
Turbo-Proptriebwerk	151	Widerstand	J
Fahrwerk	16	Rotationswiderstand	K
Ausleger	160	Schubwiderstand	L
Federbein	161	Fluggeschwindigkeit	M

### Patentansprüche

1. Radpropeller (1) für den Antrieb von Fahrzeugen (2) im Fahr-, Flug-, Schwimm- oder Tauchbetrieb, welcher Radpropeller (1) eine Rotationsachse (t), eine Rotationsebene (R), ein Triebwerk (15) sowie eine Mehrzahl radialer, eine Nabe (14) mit einem Ringflügel (11) verbindender Propellerblätter (12) aufweist und welches Fahrzeug (2) eine in Fahrtrichtung ausgerichtete Längsachse (x), eine Querachse (y) und eine Hochachse (z) hat und im Fahrbetrieb von einer Mehrzahl von Radpropellern (1) angetrieben wird, die jeweils mit einem Reifen (10) des Ringflügels (11) Bodenkontakt haben und mittels eines Fahrwerks (16) so an das Fahrzeug (2) angeordnet sind, dass im Flugbetrieb und im Schwimmbetrieb der Radpropeller (1) in mindestens einer zu der Längs-, Quer- oder Hochachse (x,y,z) parallelen Drehachse(d) einer Gelenkanordnung (20) mit einem Drehwinkel(5) gedreht und arretiert werden kann, bei welchem Radpropeller (1) der Ringflügel (11) in einem senkrecht zu der Rotationsebene (R) entlang der Rotationsachse (t) geführten Schnitt ein für den Fahrbetrieb vorgesehenes Profil mit einer Lauffläche (100) des Reifens (10) aufweist, während der Schrägschnitt des Ringflügels (11) in der mit einem Neigungswinkel ( $\beta$ ) gegenüber der Rotationsebene (R) geneigten Neigungsebene (N) ein für den Flug- oder Schwimmbetrieb vorgesehenes, strömungsdynamisch wirksames asymmetrisches Flügelprofil (13) mit einer der Rotationsachse (t) zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite sowie mit einer kreisförmigen Druckpunktlinie (q) und mit einer sich von der Flügel Nase (n) bis zu der Flügelhinterkante (e) erstreckenden, bezüglich der Rotationsachse (t) parallelen oder in Fahrtrichtung mit einem Gefälle ausgebildeten Profelsehne (p) aufweist.

2. Radpropeller (1) nach Anspruch 1, bei welchem Radpropeller (1) der Ringflügel (11) in einem schrägen Schnitt in einer mit dem Neigungswinkel ( $\beta$ ) zu der Rotationsebene (R) und der Rotationsachse (t) geneigten Neigungsebene (N) das asymmetrische Flügelprofil (13) mit einer der Rotationsachse (t) zugewandten Saugseite und einer äußeren Druckseite aufweist und der Ringflügel (11) im Flug- oder Schwimmbetrieb des Fahrzeugs (2) in der Neigungsebene (N) von einer aus der von den Propellerblättern (12) induzierten Strömungs-

geschwindigkeit (A) und aus einer Umlaufgeschwindigkeit (B) des Ringflügels (11) resultierenden Anströmung (C) mit einem Konuswinkel ( $\alpha$ ) derart angeströmt wird, dass das asymmetrische Flügelprofil (13) über den gesamten inneren Umfang des Ringflügels (11) eine Auftriebskraft (D) generiert, aus der eine in Drehrichtung (T) wirkende tangentielle Antriebskraft (F) und eine senkrecht zu der Rotationsebene (R) wirkende Traktionskraft (G) herleitbar sind.

3. Radpropeller (1) nach Anspruch 1, bei welchem der Ringflügel (11) entweder einteilig ausgebildet ist und mit dem Reifen (10) eine strukturelle Einheit aus Metall oder Kunststoff bildet oder zweiteilig aufgebaut ist und ein Felgenprofil (110) für einen Vollgummireifen (101) oder für einen Luftreifen (102) aufweist, sodass im Falle eines schlauchlosen Luftreifens (102) zwischen einem Reifenwulst (103) des Luftreifens (102) und einem äußeren und einem inneren Felgenhorn (111) des Felgenprofils (110) eine luftdichte Verbindung hergestellt werden kann oder dass der Luftreifen (102) im Fahrbetrieb von einem aufgeblasenen Schlauch (104) gestützt wird und eine konvexe Lauffläche (100) aufweist, wobei der Luftreifen (102) im Flugbetrieb zusammen mit dem luftleeren Schlauch (104) die konkave Druckseite des asymmetrischen Flügelprofils (13) bildet und in eine konkave Vertiefung des Felgenprofils (110) eingepasst ist.

4. Radpropeller (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Triebwerk (15) entweder einen Radnabenmotor (150), der als Drehstrom-Synchron-Motor mit einer Generatorfunktion ausgebildet ist, um bei jedem Abbremsen des Fahrzeugs (2) die kinetische Energie in elektrischen Strom wandeln zu können, oder ein thermodynamisches Turboprop-Triebwerk (151) aufweist, wobei im Fahrbetrieb der Reifen (10) des Ringflügels (11) die Antriebs- und Bremskräfte auf die Fahrbahn überträgt und im Flugbetrieb das asymmetrische Flügelprofil (13) des Ringflügels (11) für eine Schnellaufzahl (A) ausgelegt ist und innerhalb eines definierten Bandbereichs von Schnellaufzahlen (A) die Auftriebskraft (D) bewirkt.

5. Radpropeller (1) nach Anspruch 1, bei welchem ein radiales Propellerblatt (12) entweder starr oder an einer radialen Drehachse (d) drehbar mit dem Ringflügel (11) und der Nabe (14) verbunden ist, sodass ein variabler Anstellwinkel ( $\gamma$ ) des Propellerblatts (12) gegenüber der Rotationsebene (R) ermöglicht wird und der Radpropeller (1) entweder als Flugzeugpropeller oder als Schiffspropeller ausgebildet ist und im Flugbetrieb oder im Schwimmbetrieb des Fahrzeugs (2) als Verstellpropeller arbeitet.

6. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, bei welchem im Fahrbetrieb die Rotationsebene (R) des Radpropellers (1) in der Geradeausfahrt entweder in einer zu der Längs- und der Hochachse (x,z) oder zu der Quer- und der Hochachse (y,z) parallelen Ebene liegt und der Radpropeller (1) beim Lenken um eine zu der Hochachse (z) parallelen Drehachse (d) der Gelenkanordnung (20) des Fahrwerks (16) gedreht wird und einen Lenkeinschlag gegenüber der Längs- oder der Querachse (x,y) aufweist, oder im Flugbetrieb die Rotationsebene (R) des Radpropellers (1) entweder eine stehende, zu der Quer- und der Hochachse (y, z) parallele Ebene oder eine liegende, zu der Längs- und der Querachse (x,y) parallele Ebene einnimmt oder in jede beliebige Stellung zwischen den von jeweils zwei der Achsen (x,y,z) aufgespannten Ebenen gedreht werden kann, wobei die Gelenkanordnung (20) drei Drehachsen (d) aufweisen kann.

7. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, das als ein Multicopter ausgebildet ist, bei dem im Fahrbetrieb die Radpropeller (1) mit einem Ausleger (160) des Fahrwerks (16) in der Drehachse (d) der Gelenkanordnung (20) an einen für den Transport von Personen und/oder Gütern ausgebildeten Rumpf (21) angelenkt sind, wobei der Rumpf (21) in einer Parkstellung des Multicopters für die Vorbereitung des Flugbetriebs mittels von einem Ständer oder mittels von einem aufblasbaren Kissen aufgebockt wird, um die Ausleger (160) der Radpropeller (1) für den Flugbetrieb mit einem Drehwinkel ( $\delta$ ) von 90-120 Grad in der zu einer der Achsen (x,y) parallelen Drehachse (d) gegenüber dem Rumpf (21) drehen zu können, sodass die Radpropeller (1) in der Startphase den für das Abheben des Multicopters erforderlichen Schub liefern und im Flugbetrieb mit einer variablen Drehzahl die Stabilisierung und Steuerung des Multicopters ermöglichen.

8. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, das als ein Flugzeug mit mindestens einem Rumpf (21) und mit mindestens einer Tragfläche (22) mit Flügelklappen (220) ausgebildet ist, bei welchem Flugzeug die Tragfläche (22) starr mit dem Rumpf (21) verbunden ist und vier Radpropeller (1) trägt, wobei zwei der Radpropeller (1) für den Fahrbetrieb bei Start und Landung parallel zu der Längsachse (x) ausgerichtet sind und jeweils ein Fahrwerk (16) mit einem Federbein (161) aufweisen, das in der Drehachse (d) der Gelenkanordnung (20) an die Tragfläche (22) so angelenkt ist, dass die Radpropeller (1) im Flugbetrieb um 90 Grad gedreht werden können und eine parallel zu der Querachse (y) ausgerichtete Stellung einnehmen, während zwei weitere Radpropeller (1) an den Enden der Tragflächen (22) in einer zu der Querachse (y) und der Hochachse (z) parallelen Ebene angeordnet sind und bei Start und Landung sowie im Flugbetrieb des Flugzeugs für den nötigen Schub sorgen.



9. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, das eine Faltstruktur (23) aufweist, die bei einem Flugzeug entweder als eine lineare Faltstruktur (23) ausgebildet ist und in einer gefalteten Betriebsstellung eine Mehrzahl von Abschnitten einer Tragfläche (22) aufweist, welche Abschnitte der Tragfläche (22) untereinander durch Faltgelenke (230) mit Drehachsen (d) verbunden und an einen Rumpf (21) angelenkt sind, wobei die Tragflächen (22) in einer entfalteten Betriebsstellung arretierbar sind, sodass die Tragflächen (22) für den Flugbetrieb eine zusammenhängende, starr mit dem Rumpf (21) verbundene Tragfläche (22) bilden, oder als eine räumliche, in zwei Richtungen erweiterbare Faltstruktur (23) ausgebildet ist und aus einer beliebig vergrößerbaren, geraden Anzahl von Knotenkörpern jeweils mit einem Radpropeller (1) und aus diagonal zu der Längsachse (x) des Flugzeugs angeordneten Tragflächen (22) besteht, die in den Drehachsen (d) der Faltgelenke (230) derart an die Knotenkörper angelenkt sind, dass eine zusammenhängende kinematische Faltstruktur (23) aus quadratischen oder rautenförmigen Modulen gebildet wird.

10. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, das ein Flugzeug mit einer räumlichen Faltstruktur (23) aufweist, die aus einer Mehrzahl von im Flugbetrieb diagonal zu der Längsachse (x) angeordneten Tragflächen (22) mit Flügelklappen (220) und aus einer Mehrzahl von Knotenkörpern jeweils mit einem Radpropeller (1) besteht und bei Start und Landung des Flugzeugs mittels der Flügelklappen (220) der Reihe nach parallel zu der Querachse (y) eingefaltet wird, wobei beim Start die Radpropeller (1) parallel zu der Längsachse (x) ausgerichtet sind und diejenigen Radpropeller (1), die als Erste den Bodenkontakt verlieren, für den Flugbetrieb jeweils durch eine Drehung um die Drehachse (d) der Gelenkanordnung (20) parallel zu der Querachse (y) des Flugzeugs ausgerichtet werden und im Flugbetrieb Schub liefern, während bei der Landung die heckseitigen Radpropeller (1), die als Erste Bodenkontakt haben werden, um 90 Grad gedreht werden, um vom Flugbetrieb in den Fahrbetrieb wechseln zu können und bei der Landung der Reihe nach erneut parallel zu der Längsachse (x) ausgerichtet werden, um die räumliche Faltstruktur (23) für den Fahrbetrieb des Flugzeugs vollständig entfalten zu können.

11. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, das als ein Wasserflugzeug mit einer linearen oder mit einer räumlichen Faltstruktur (23) ausgebildet ist, welche lineare Faltstruktur (23) mindestens einen als Schwimmkörper (210) ausgebildeten Rumpf (21) und eine Tragfläche (22) aufweist, deren Längsabschnitte in den Drehachsen (d) der Faltgelenke (230) an den Rumpf (21) angelenkt sind, und welche räumliche Faltstruktur (23) eine Mehrzahl jeweils diagonal zu der Längsachse (x) des Wasserflugzeugs angeordnete und jeweils in den Drehachsen (d) der Faltgelenke (230) an eine Mehrzahl von Schwimmkörpern (210) angelenkte Tragflächen (22) aufweist, wobei das Wasserflugzeug im Ruhezustand gefaltet ist und auf den Reifen (10) der Ringflügel (11) steht und im Fahrbetrieb sowohl in einer gefalteten als auch in einer entfalteten Betriebsstellung der Faltstruktur (23) auf den Reifen (10) der Ringflügel (11) parallel zu der Querachse (y) rollen kann, während für den Flug- und für den Schwimmbetrieb eine entfaltete Betriebsstellung der Faltstruktur (23) vorgesehen ist und das Wasserflugzeug als ein Löschflugzeug ausgebildet ist.

12. Fahrzeug (2) mit mehreren Radpropellern (1) nach Anspruch 1, das ein Solarflugzeug mit einer räumlichen Faltstruktur (23) aufweist, die aus einer Mehrzahl von im Flugbetrieb diagonal zu der Längsachse (x) angeordneten, mit Flügelklappen (220) und mit PV-Zellen (221) bestückten Tragflächen (22) sowie aus einer Mehrzahl von Knotenkörpern jeweils mit einem Radpropeller (1) besteht und für den Fahr- und Flugbetrieb unterschiedliche Faltformationen einnehmen kann, sodass die Tragflächen (22) mit den PV-Zellen (221) im Flugbetrieb zur Sonne ausgerichtet werden können, wobei die räumliche Faltstruktur (23) im Fahrbetrieb des Flugzeugs entfaltet ist und als Fahrzeug (2) auf den Reifen (10) der Radpropeller (1) rollen und mit einem synchron gesteuerten Lenkeinschlag der Radpropeller (1) gelenkt werden kann.

Es folgen 22 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

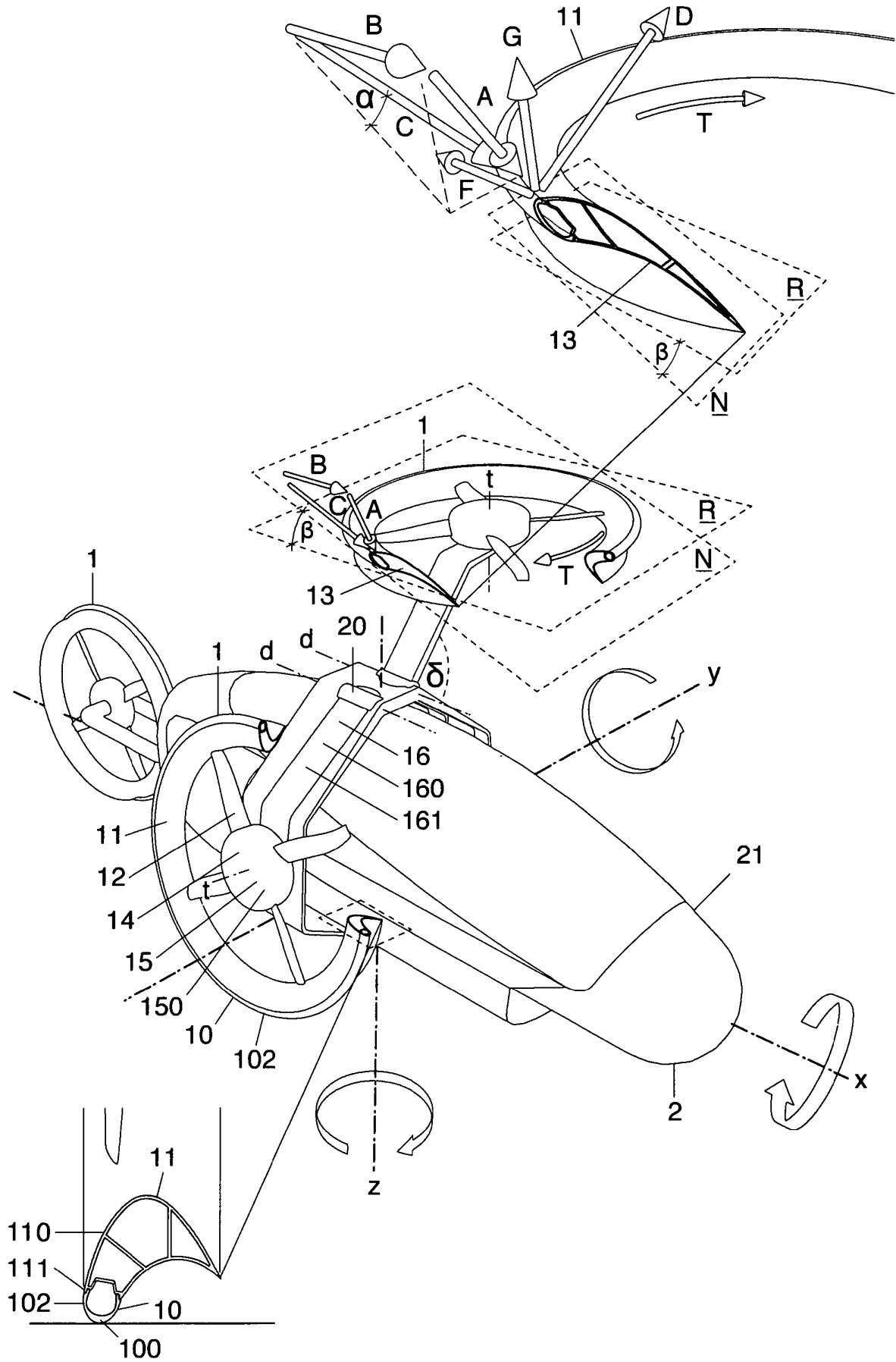


Fig.1

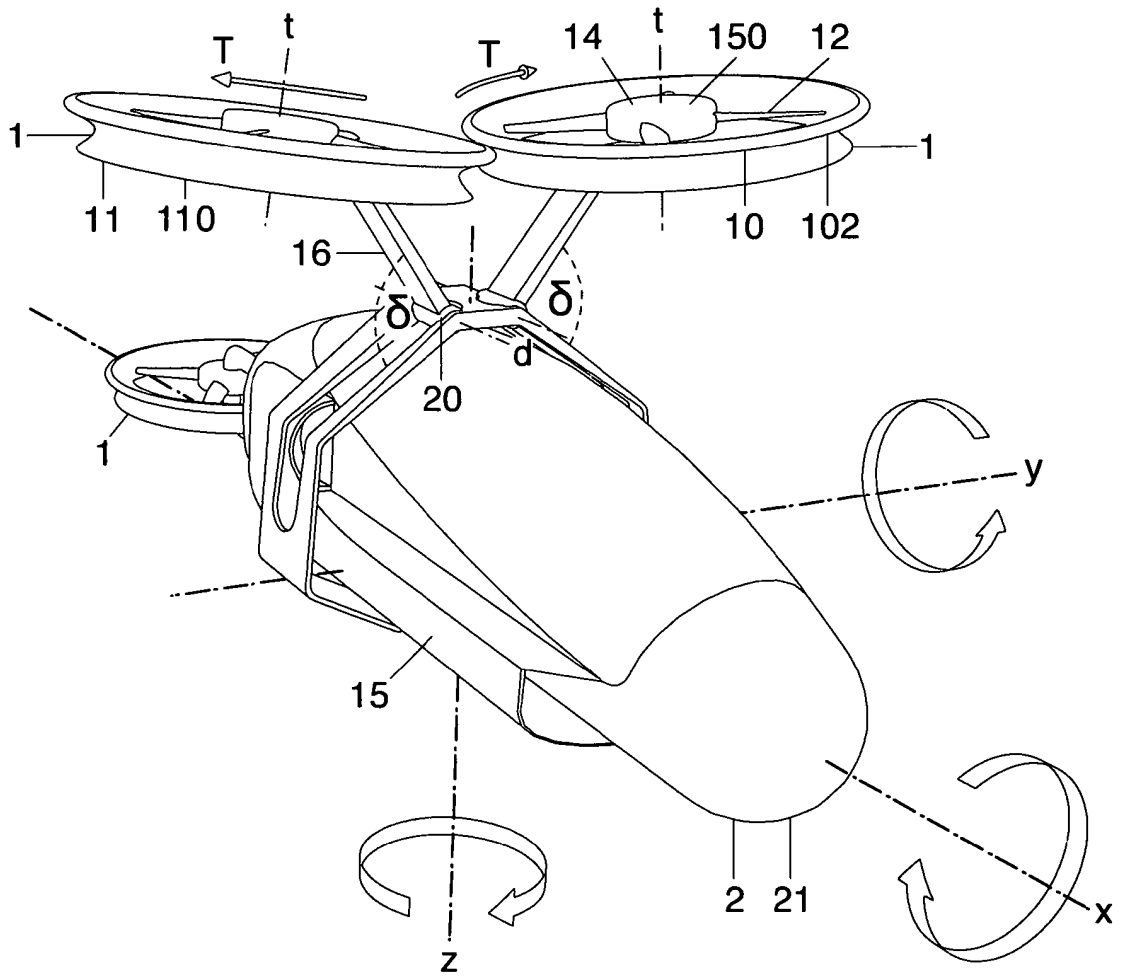


Fig. 2

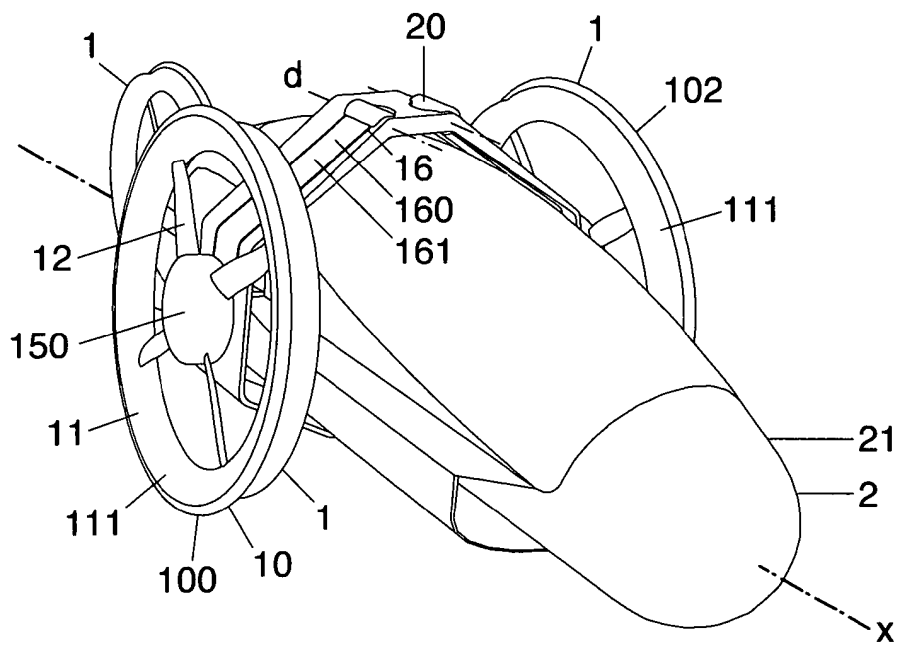


Fig. 3

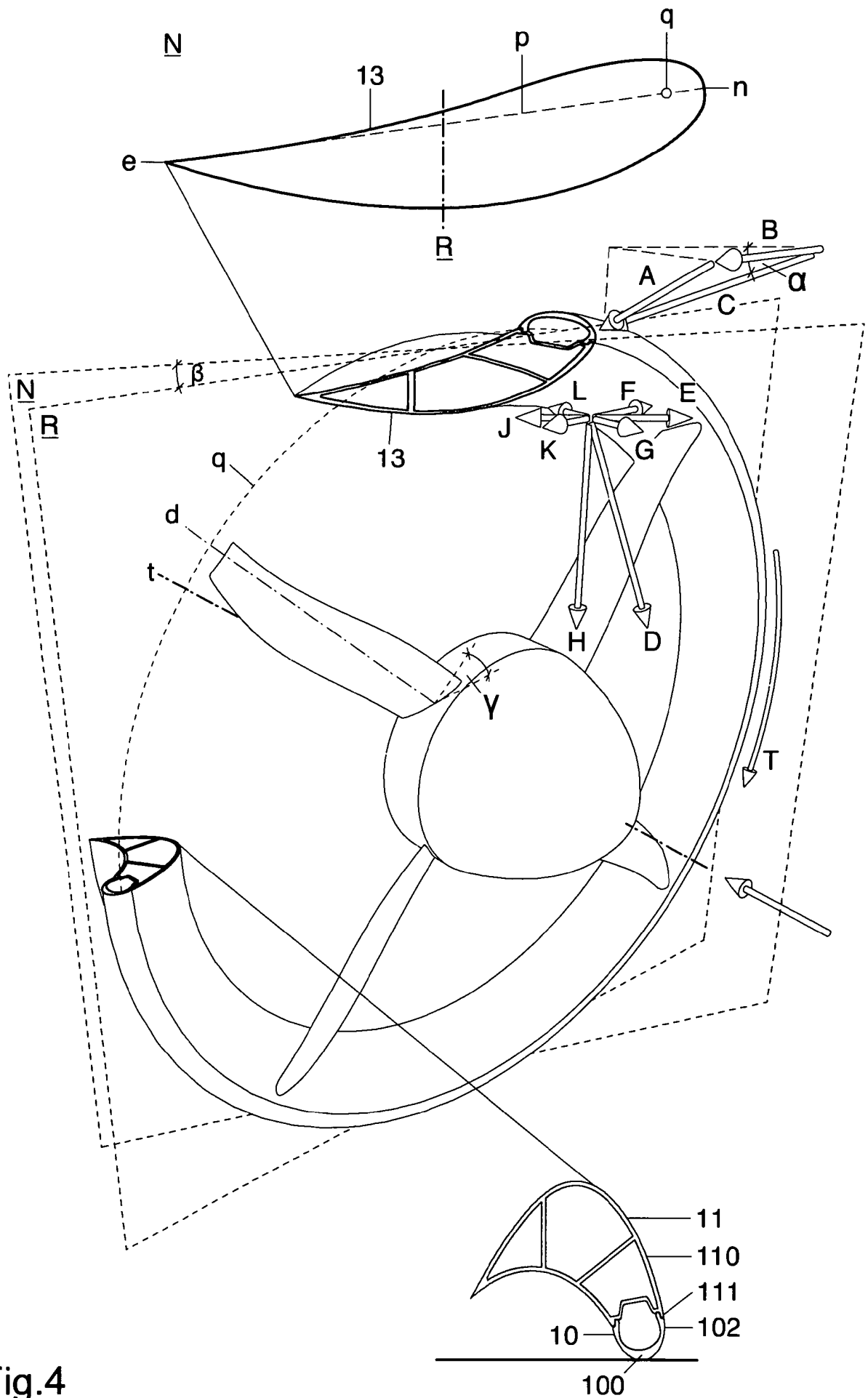


Fig.4

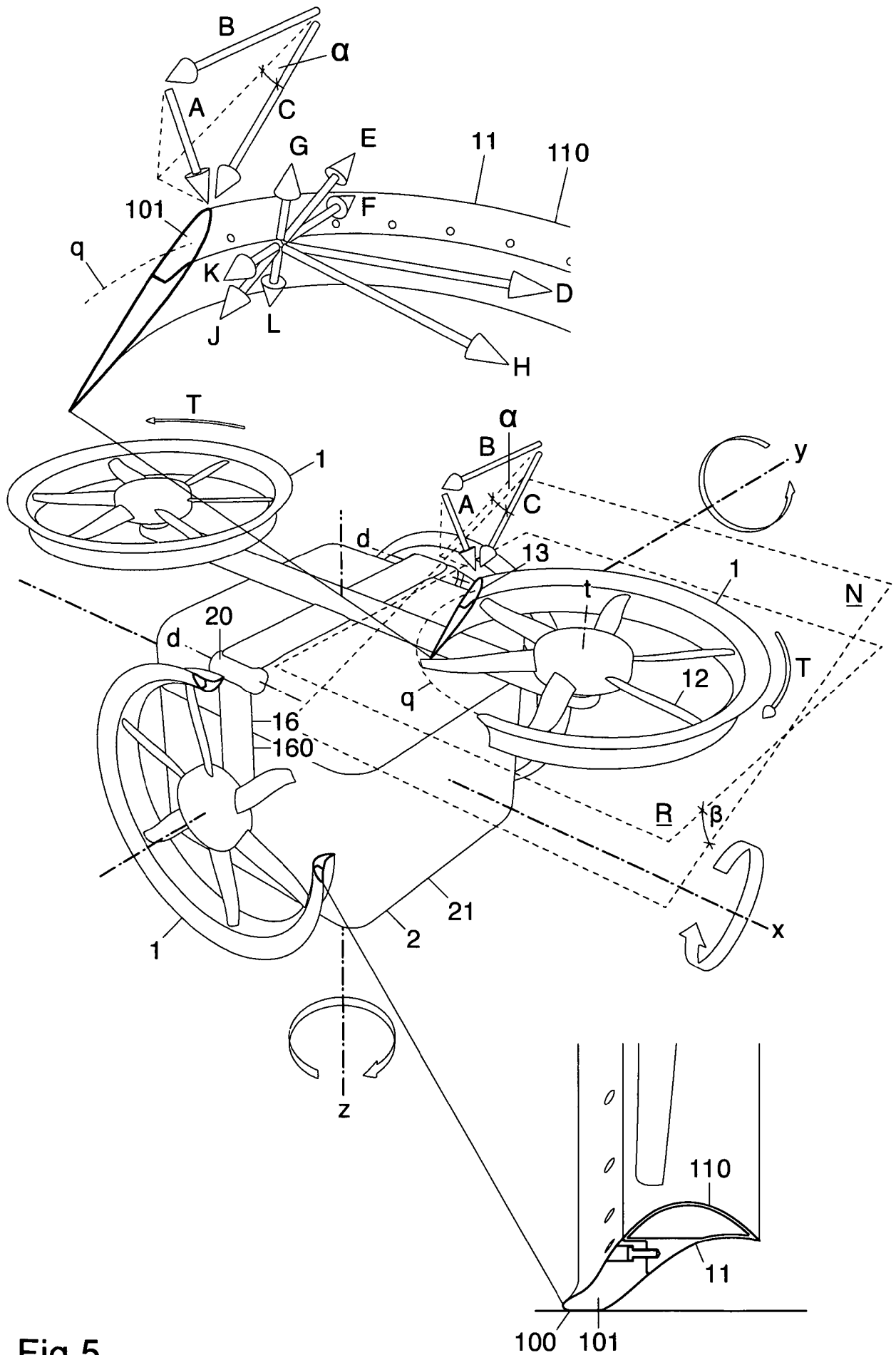


Fig.5

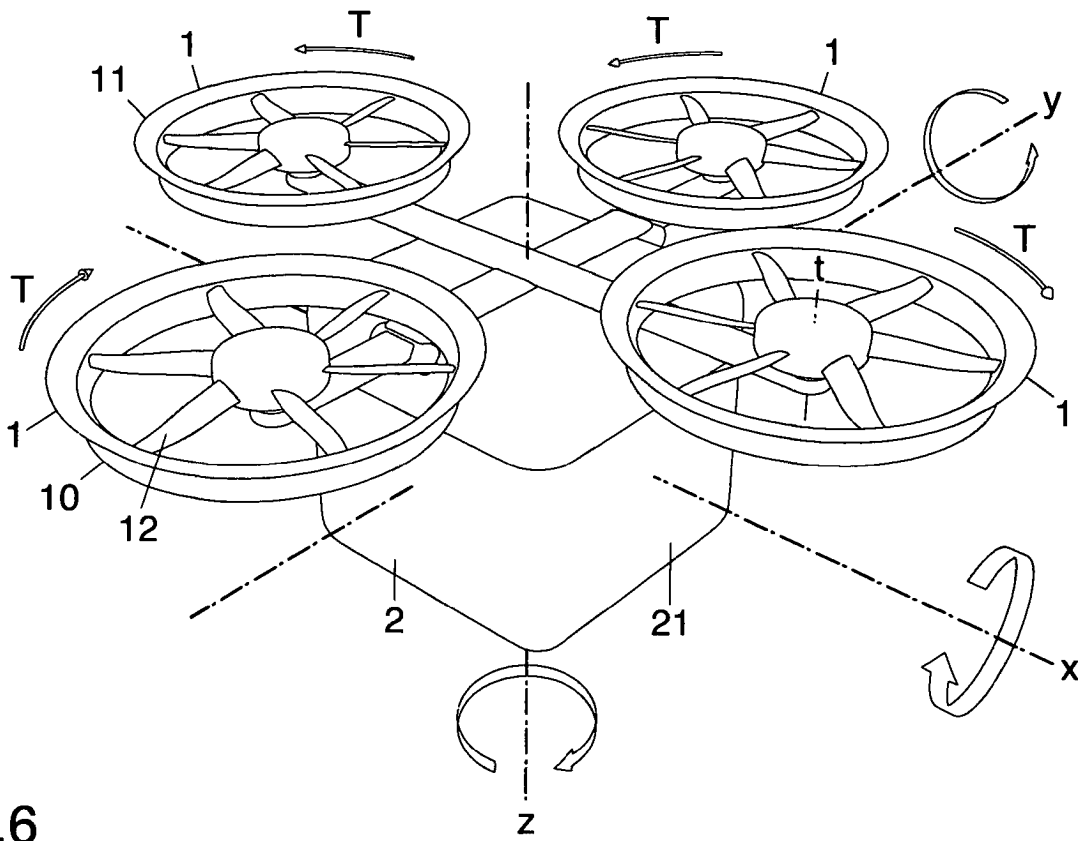


Fig. 6

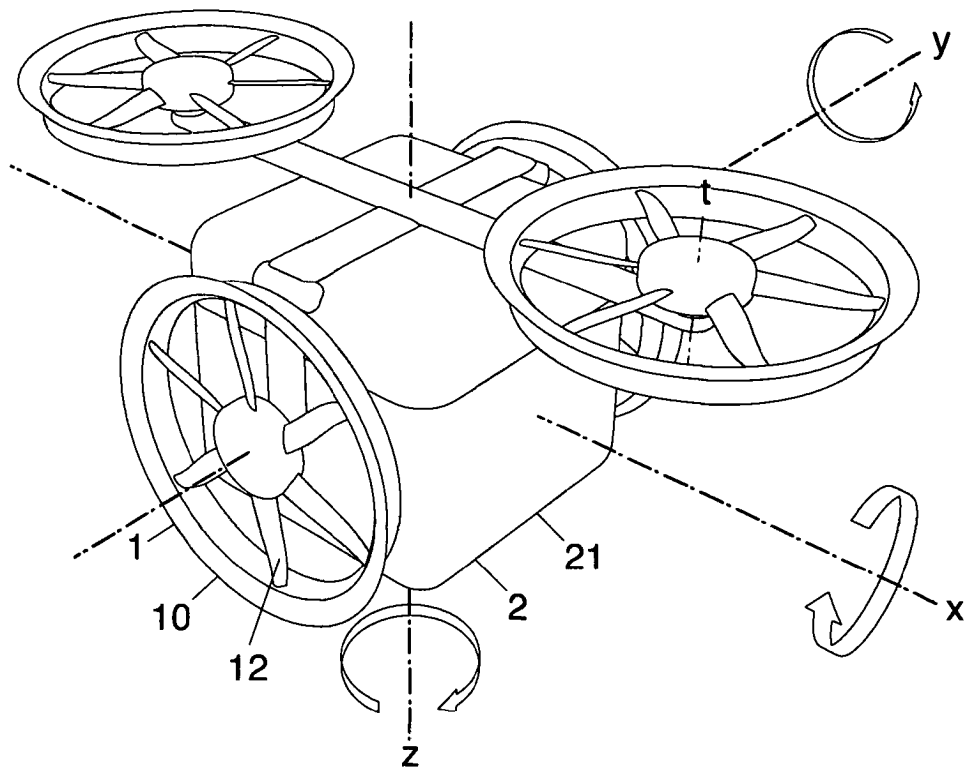


Fig. 7

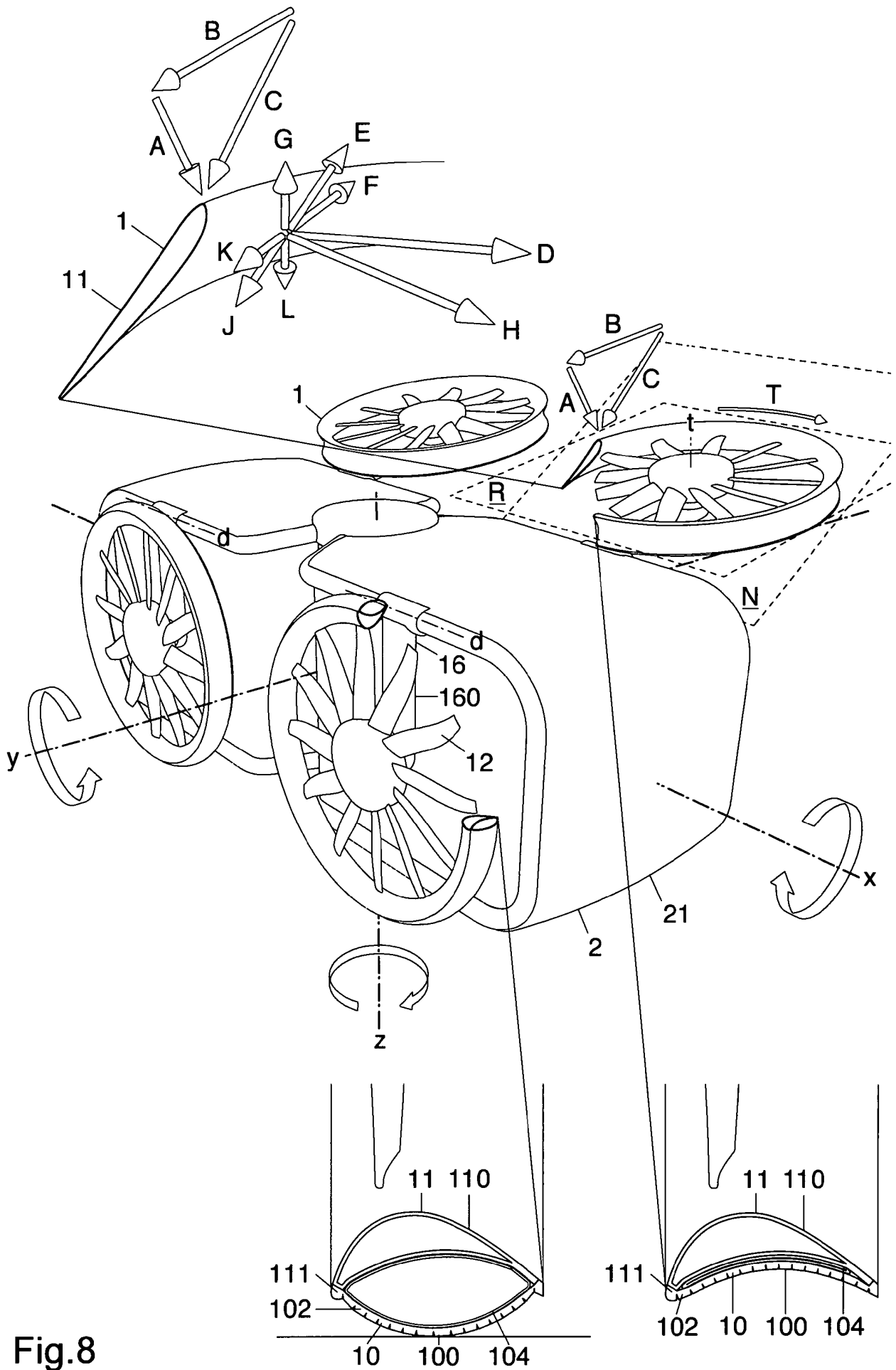


Fig.8

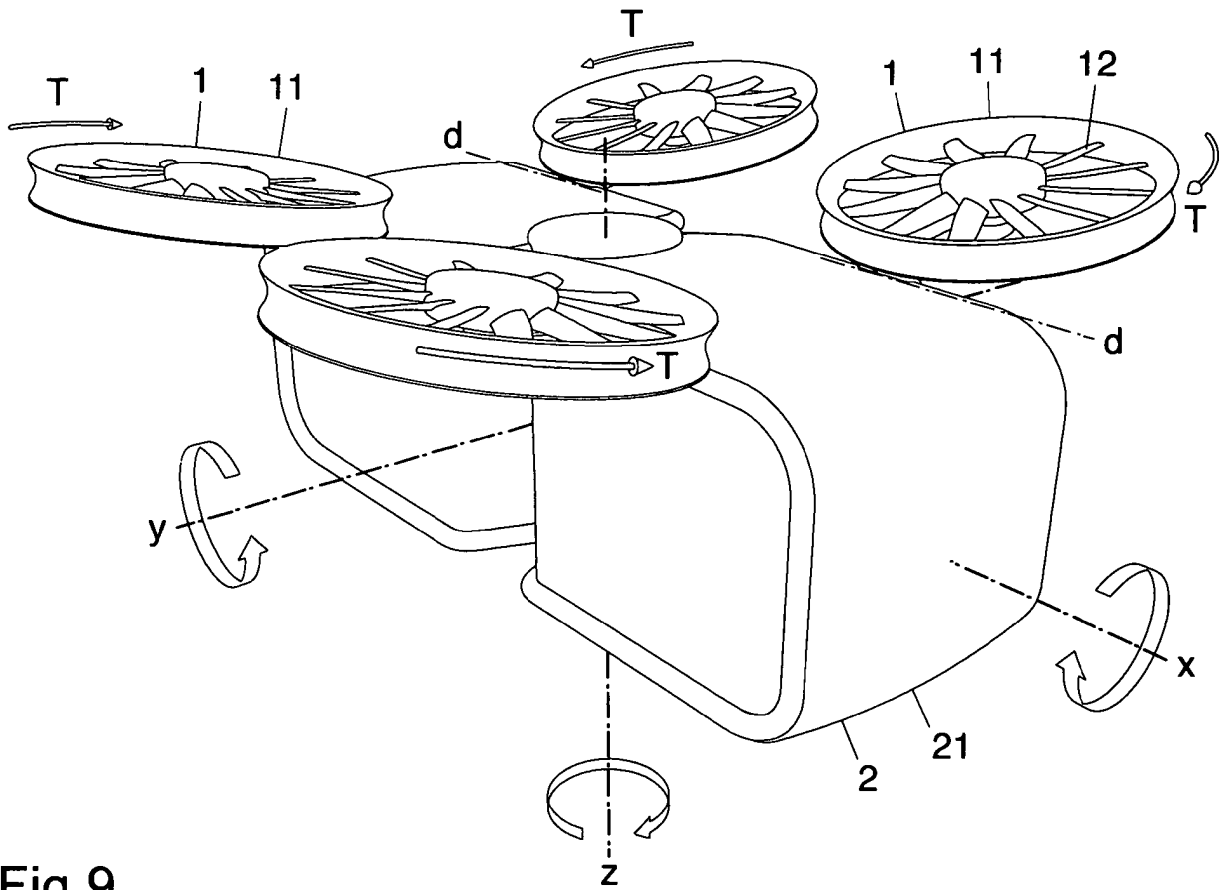


Fig.9

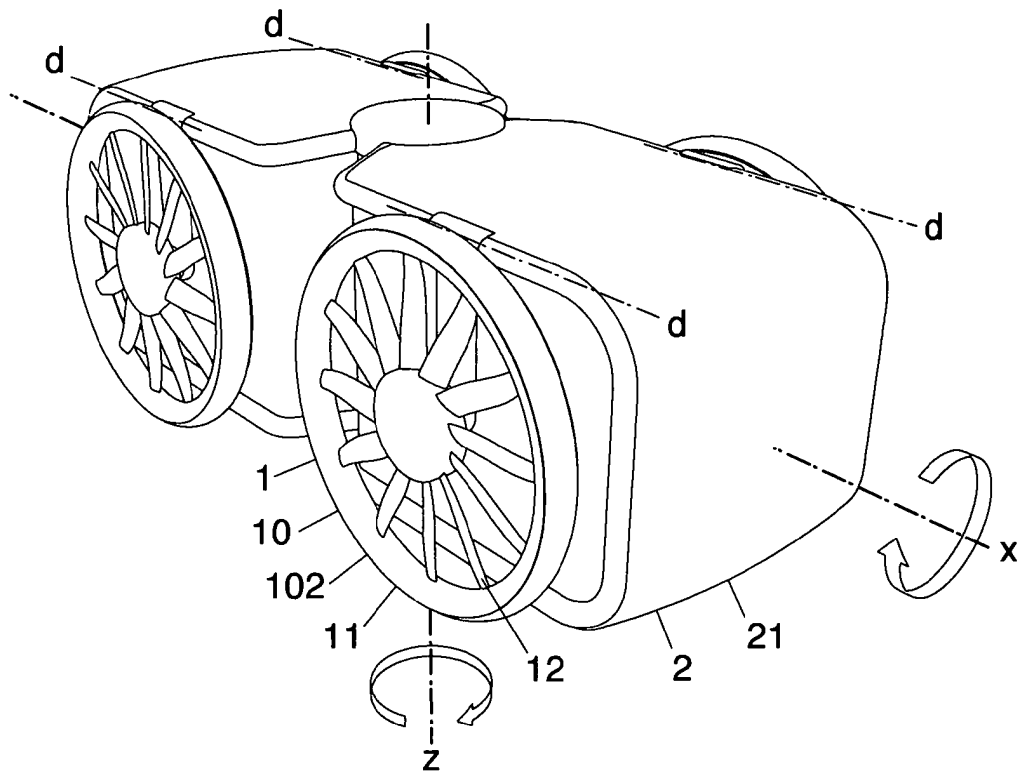


Fig.10



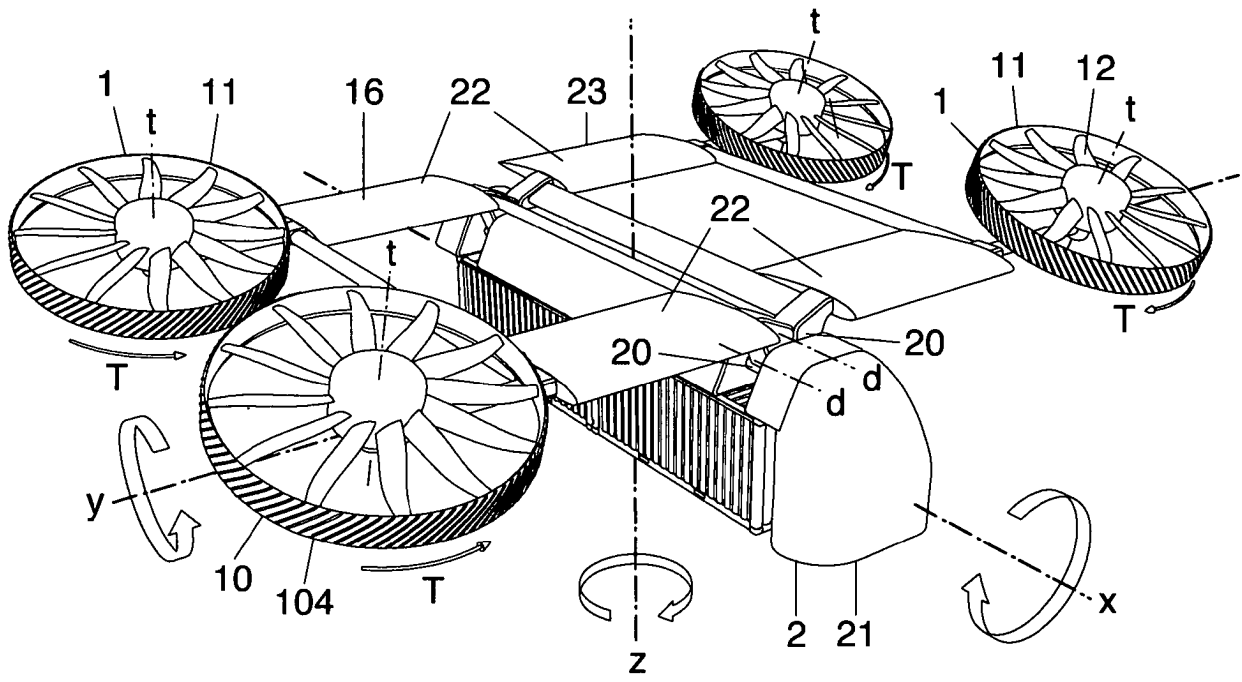


Fig.11

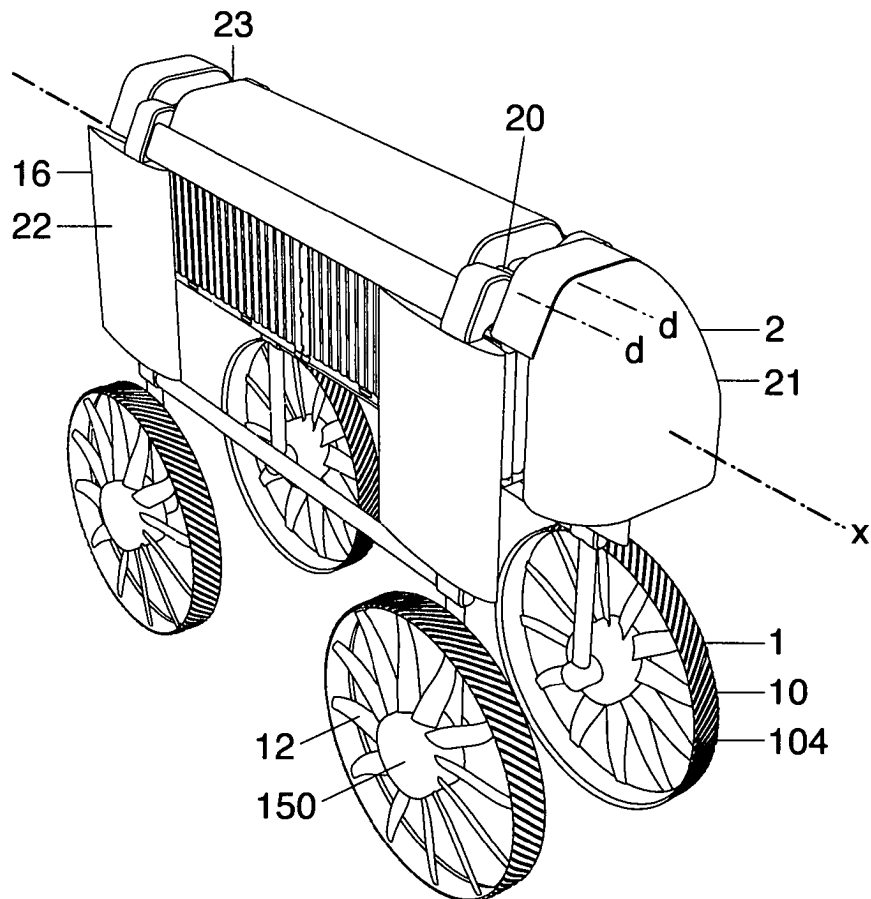


Fig.12

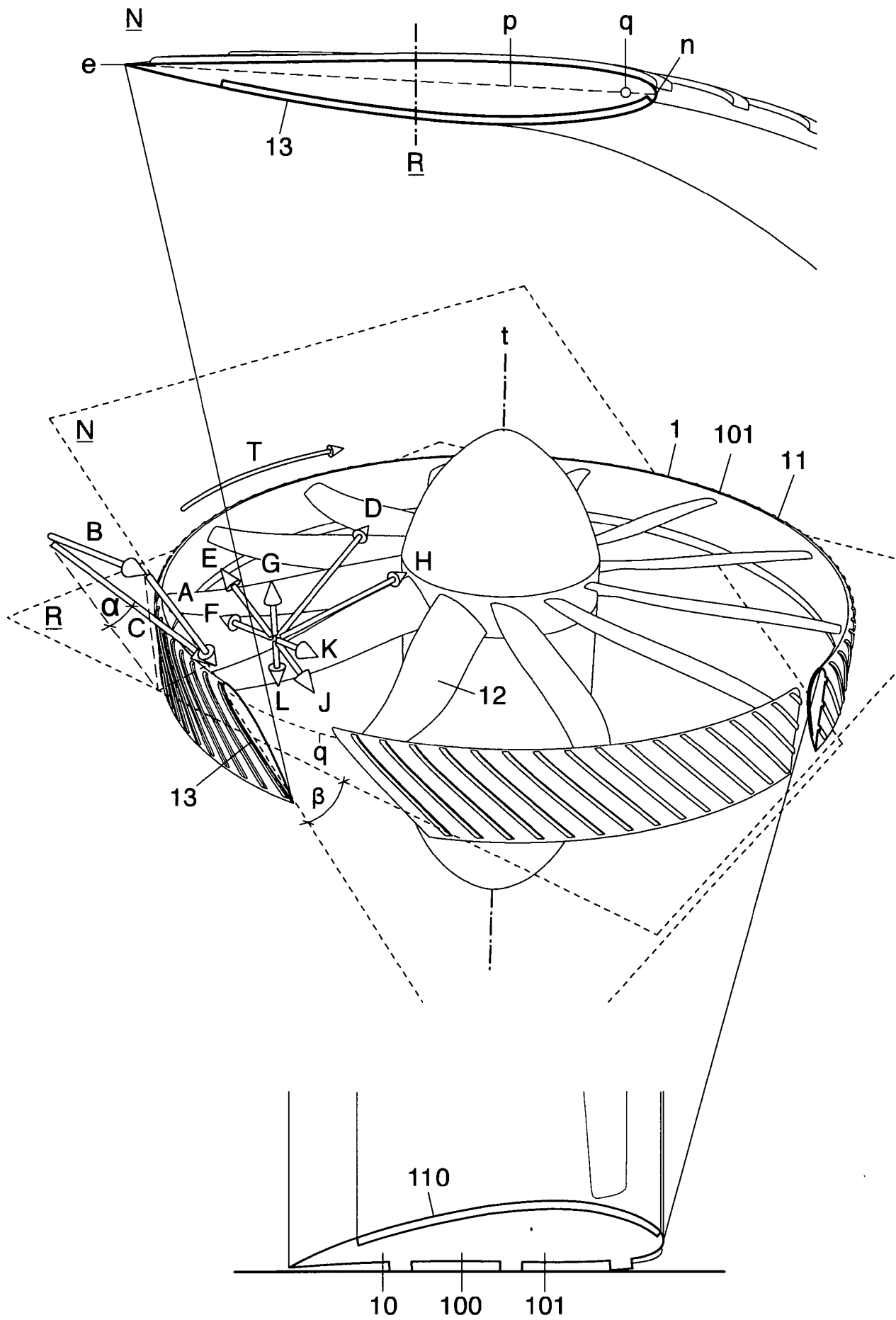


Fig.13

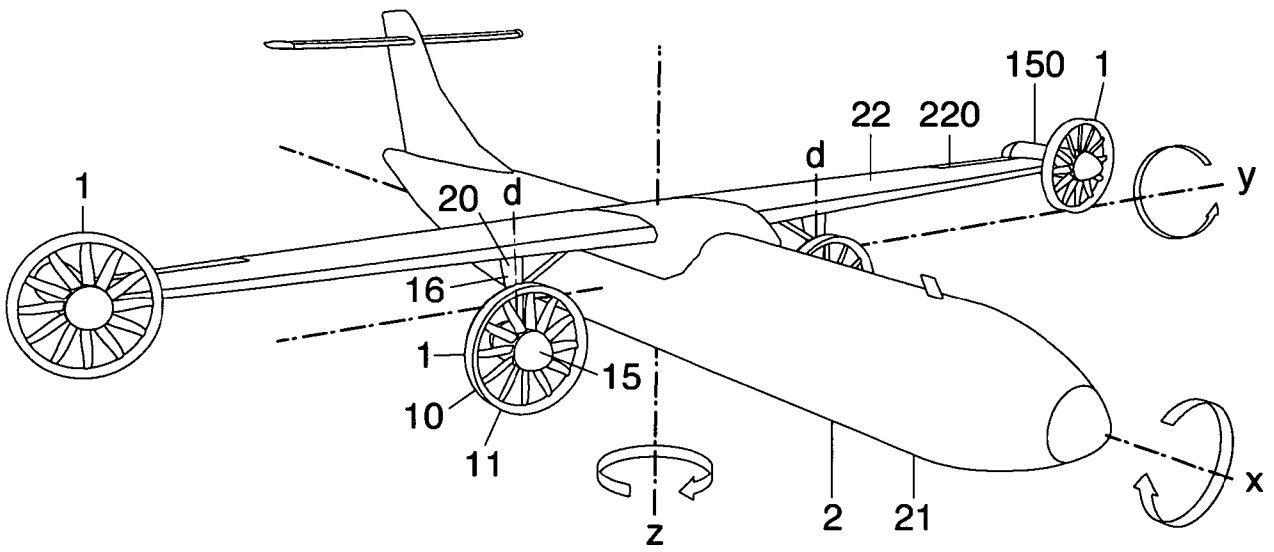


Fig. 14

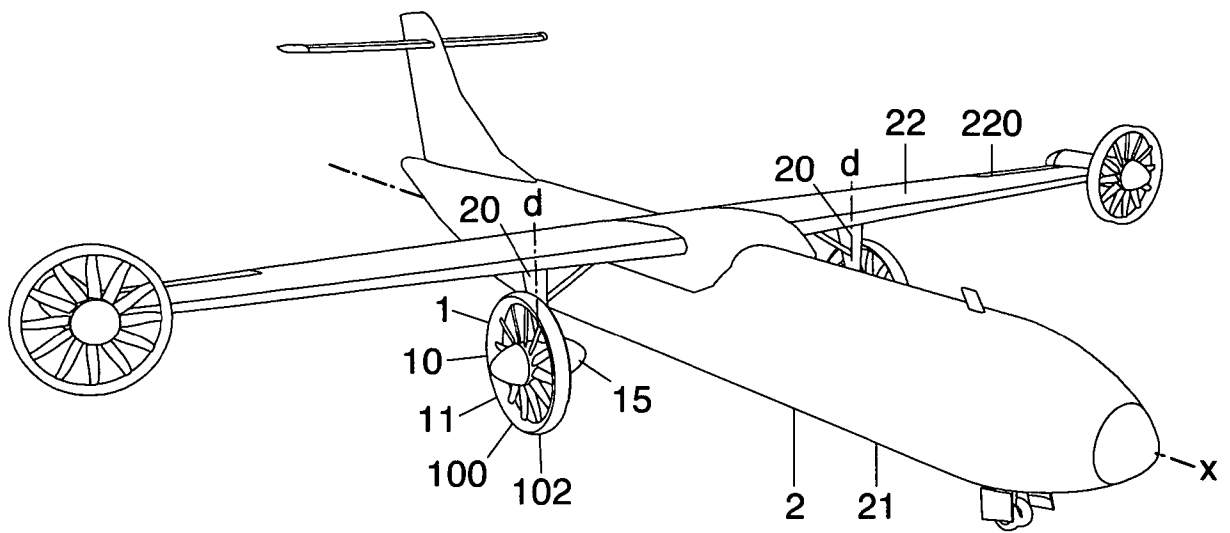


Fig. 15

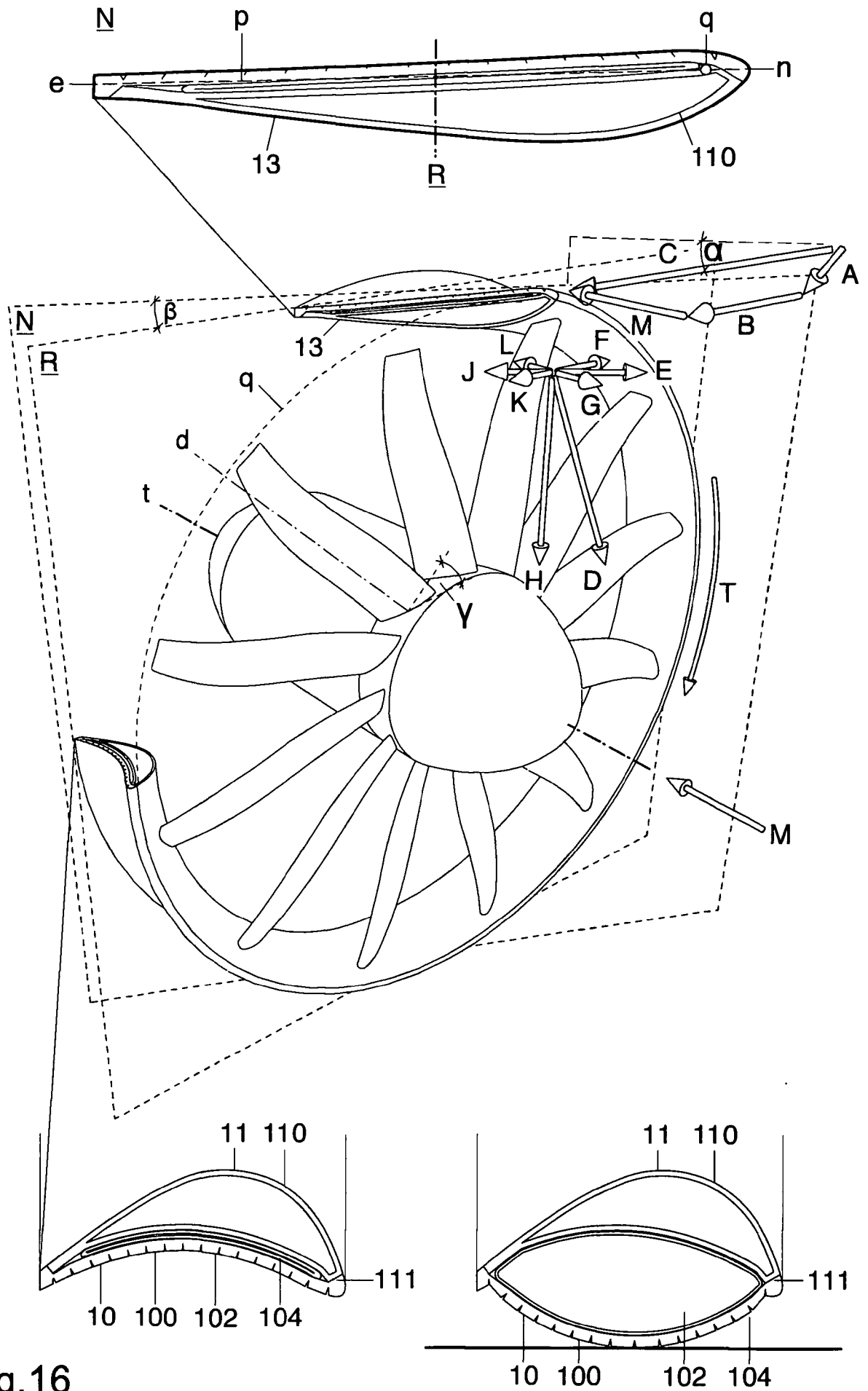


Fig.16

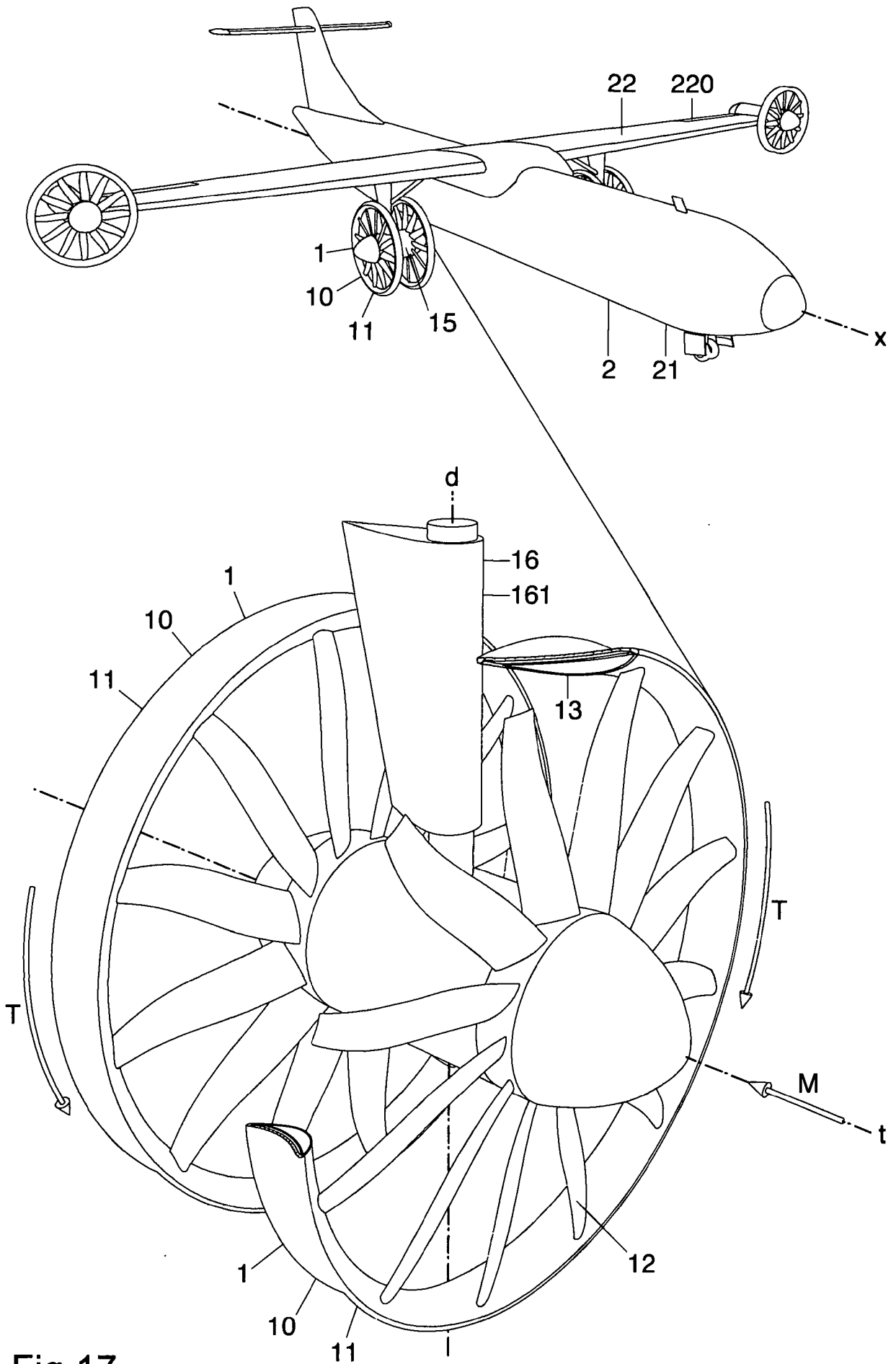


Fig.17

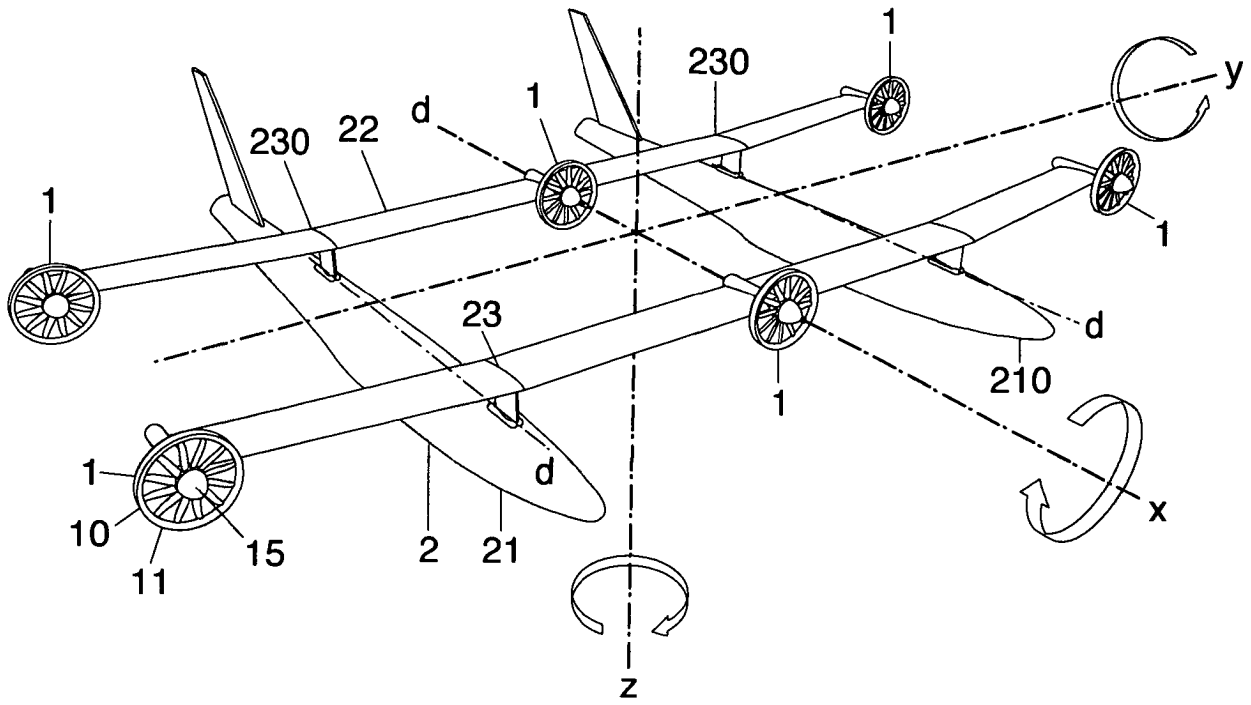


Fig.18

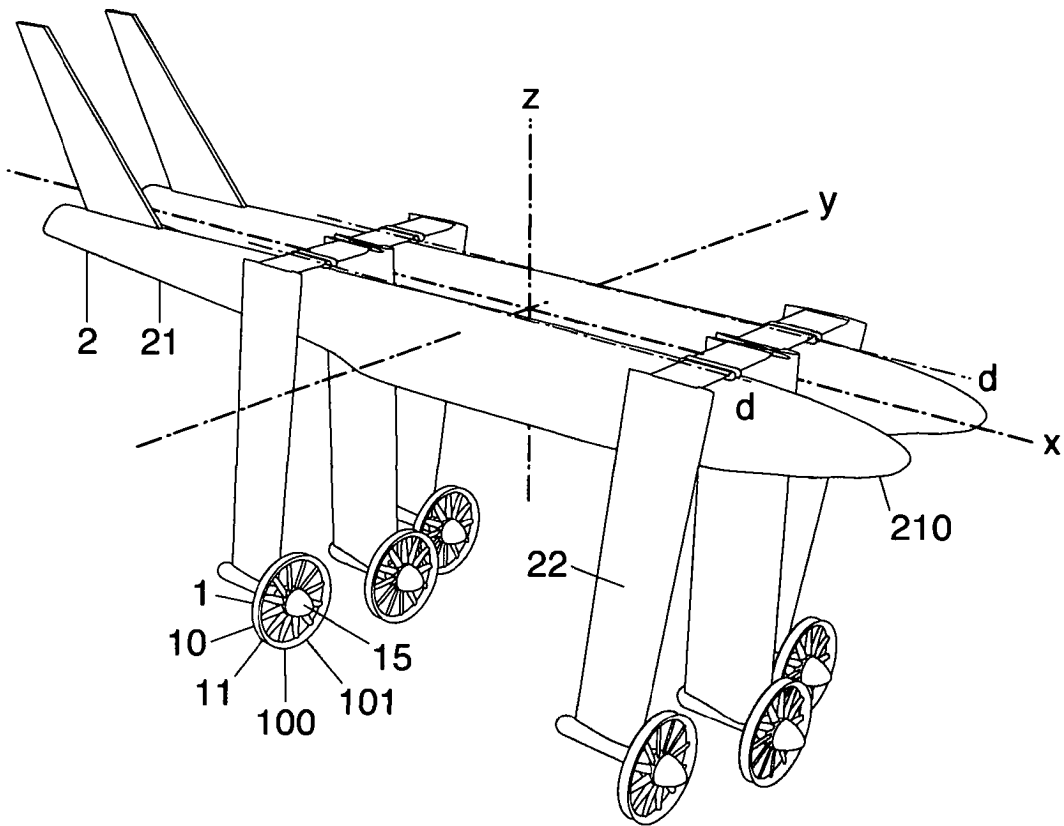
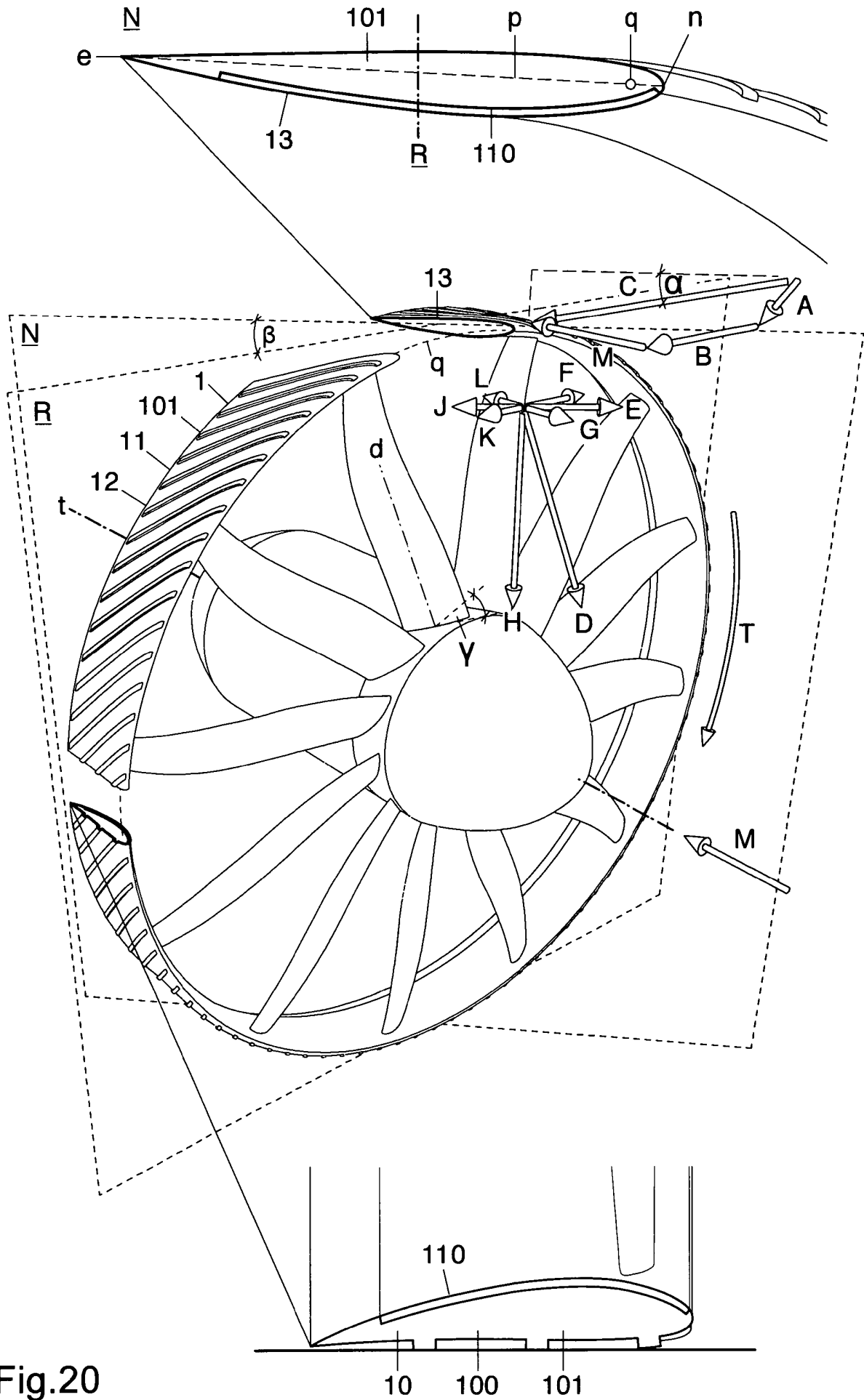


Fig.19



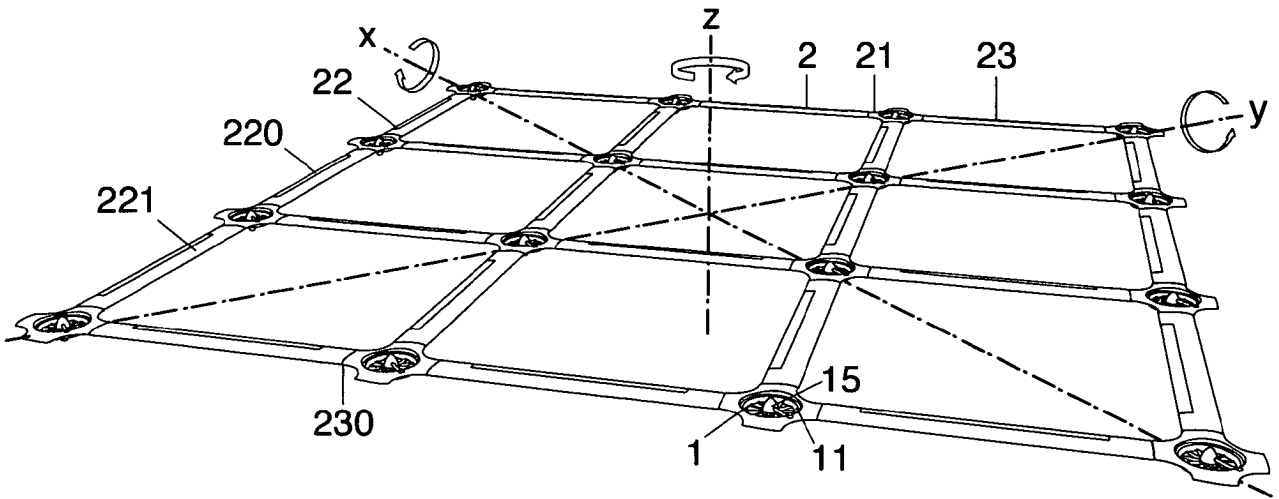


Fig.21

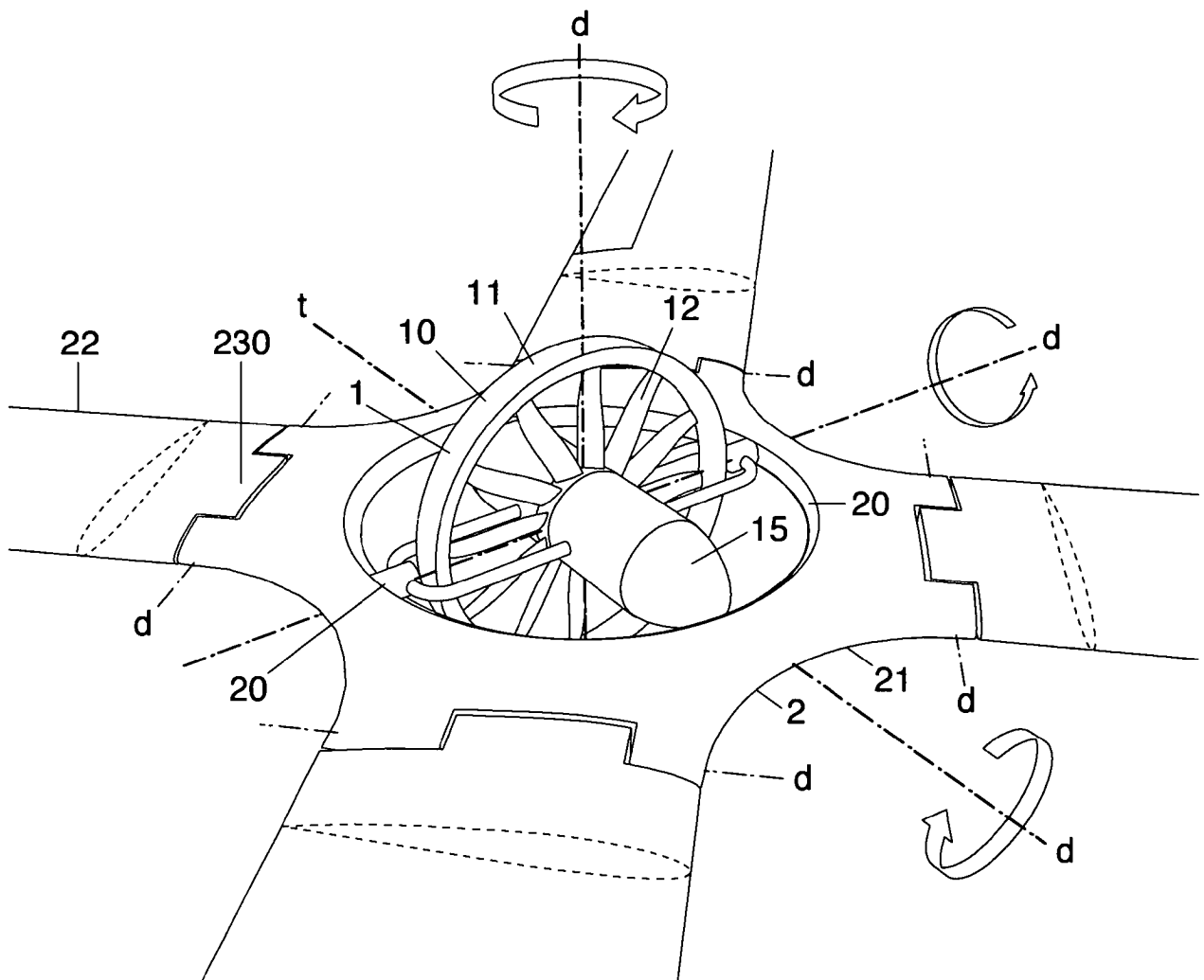


Fig.22



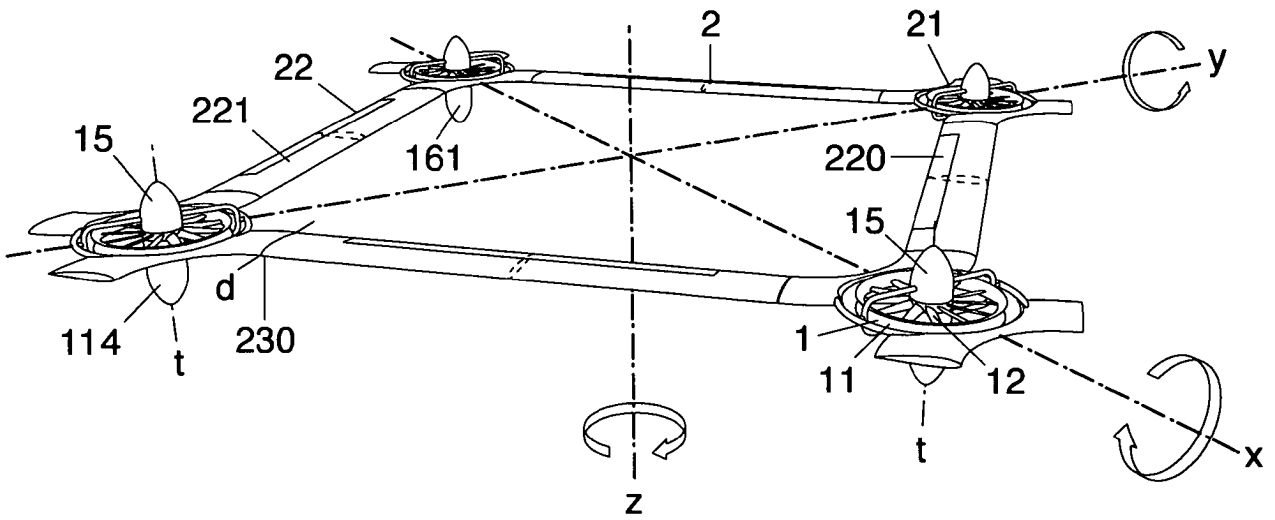


Fig.23

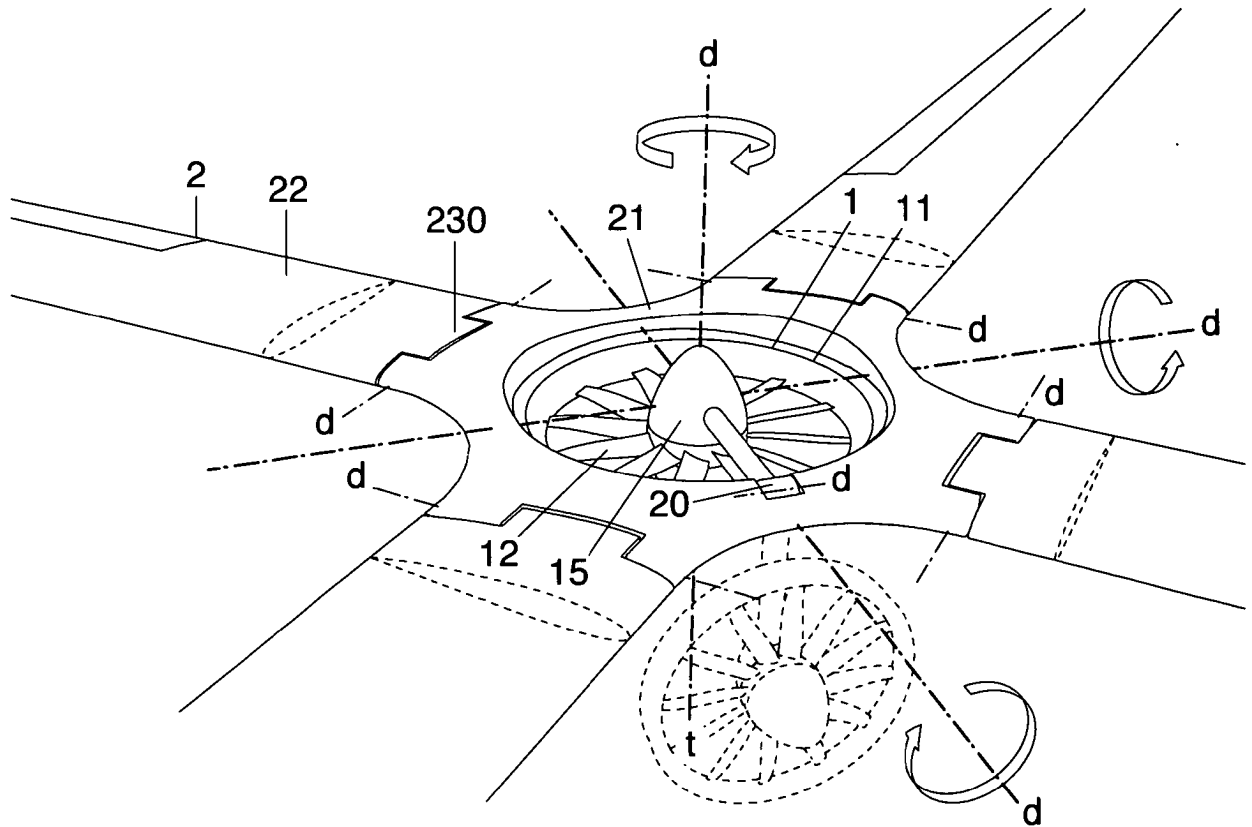


Fig.24

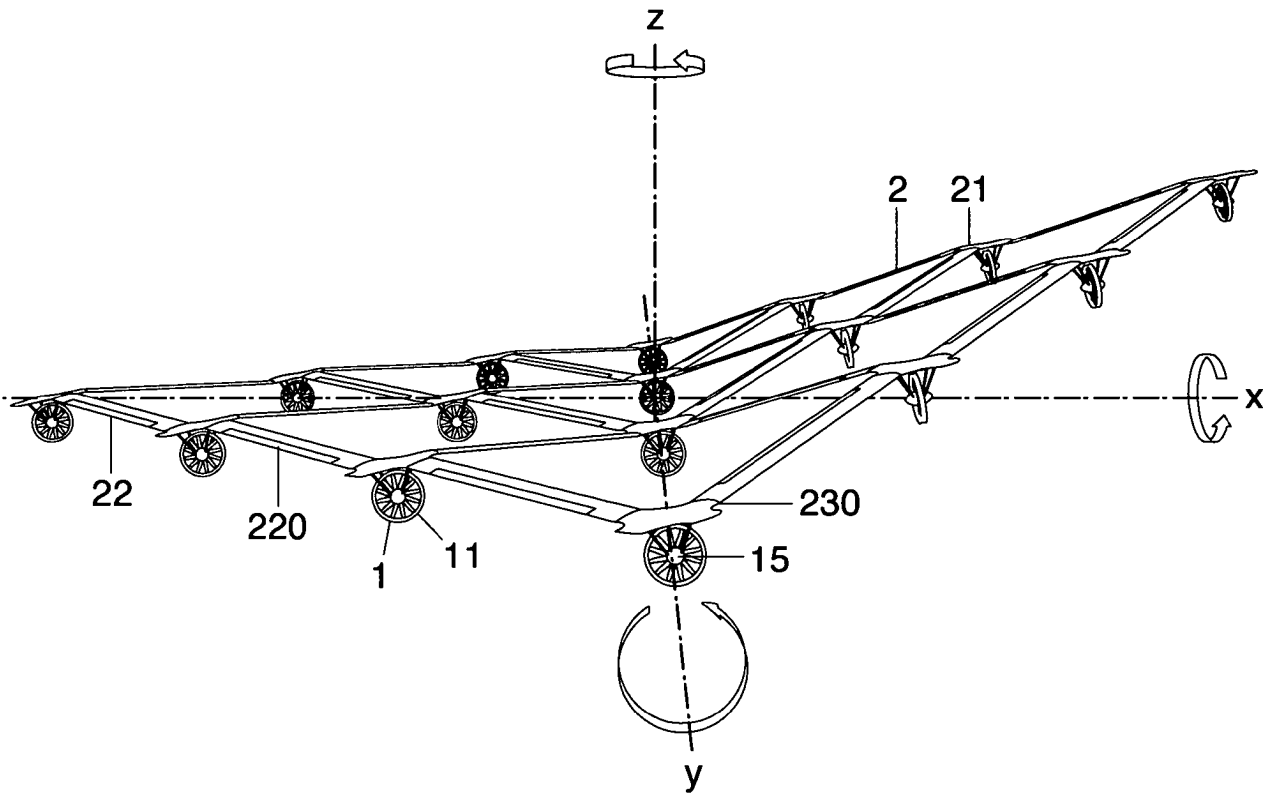


Fig. 25

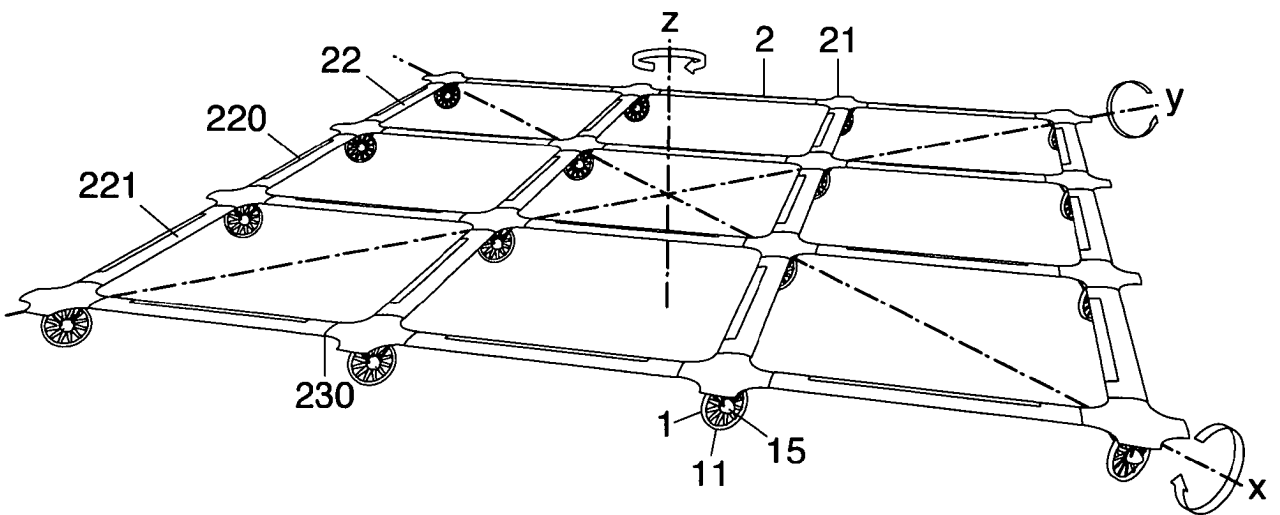


Fig. 26

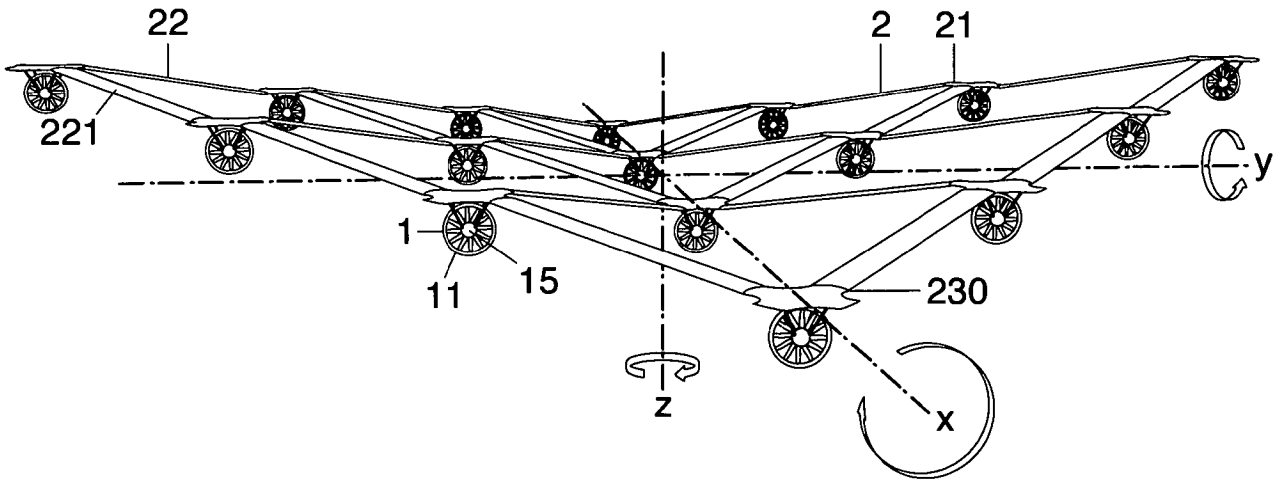


Fig.27

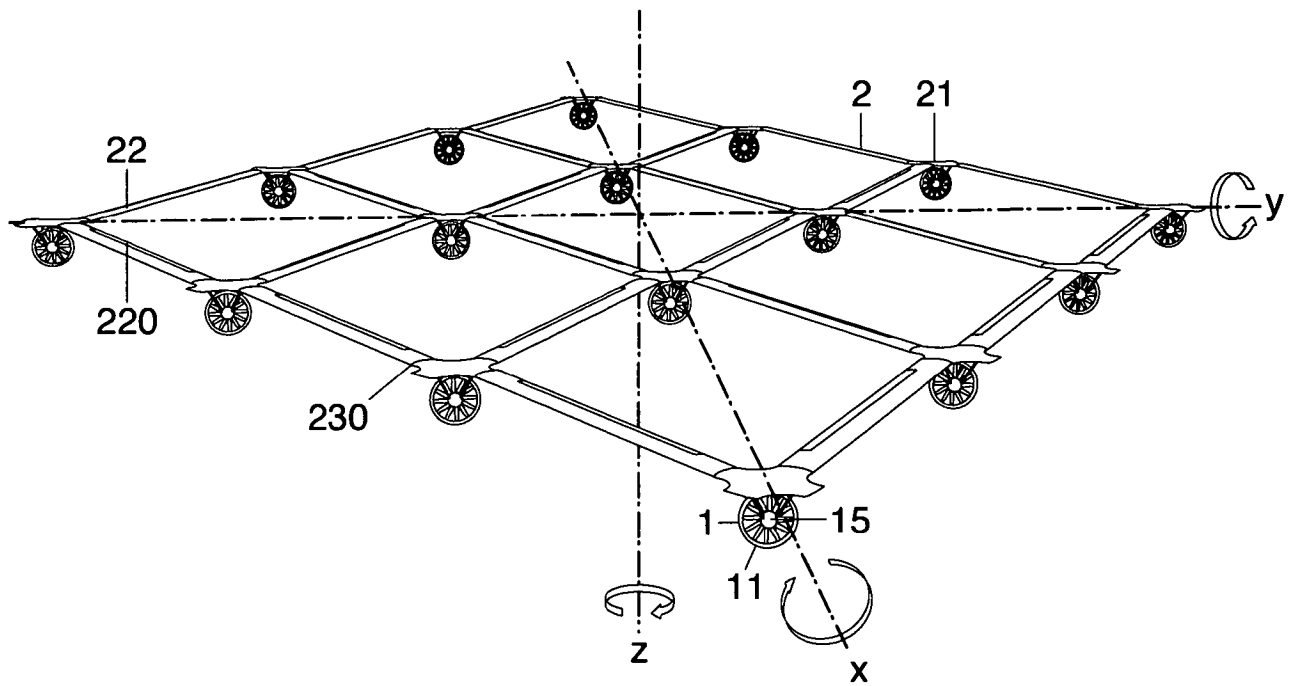


Fig.28

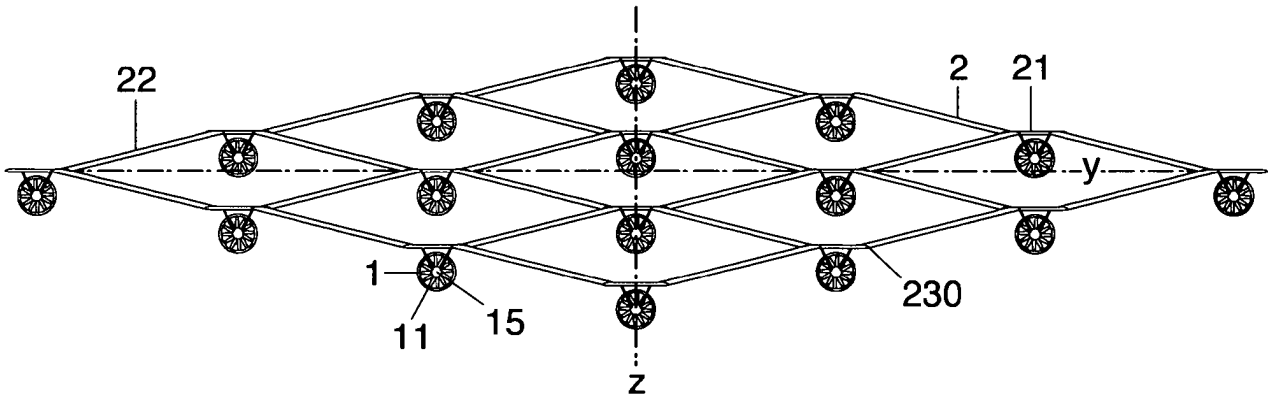


Fig.29

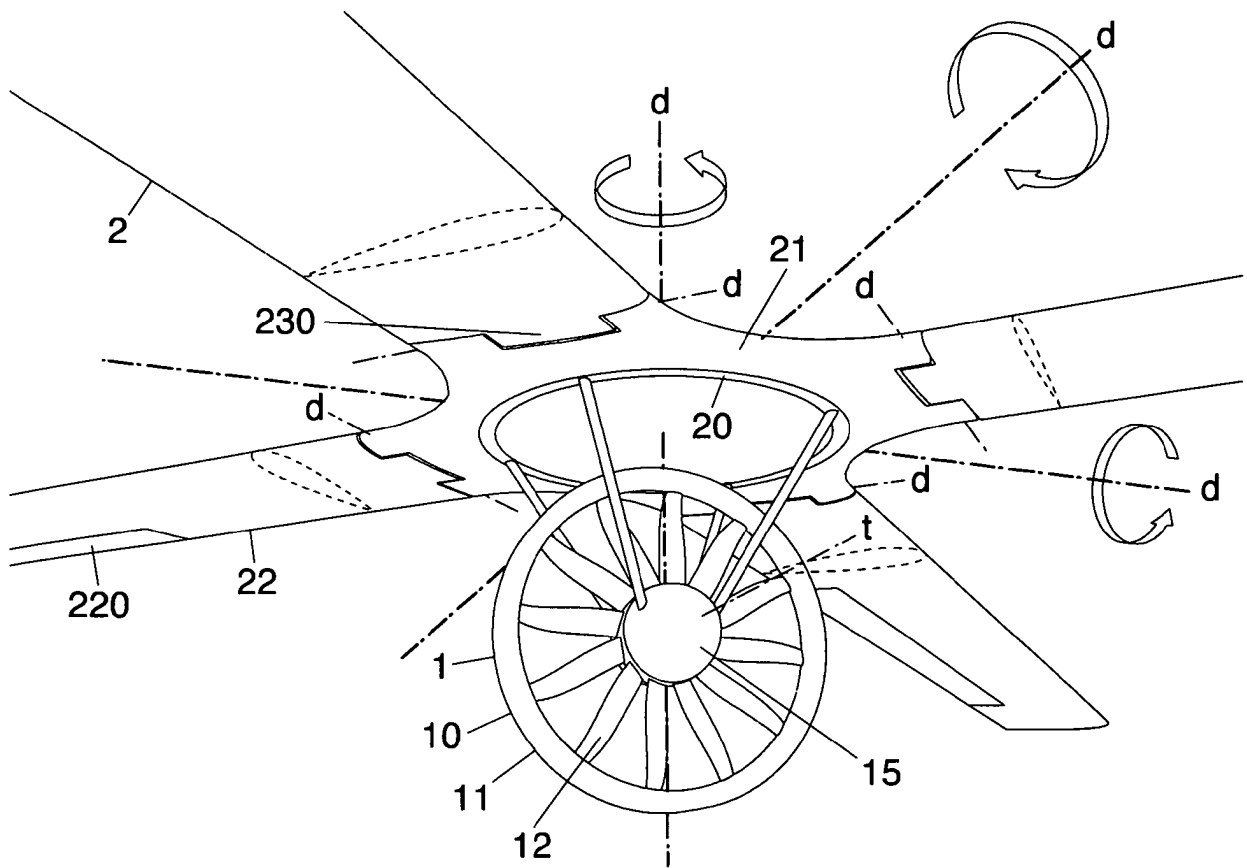


Fig.30

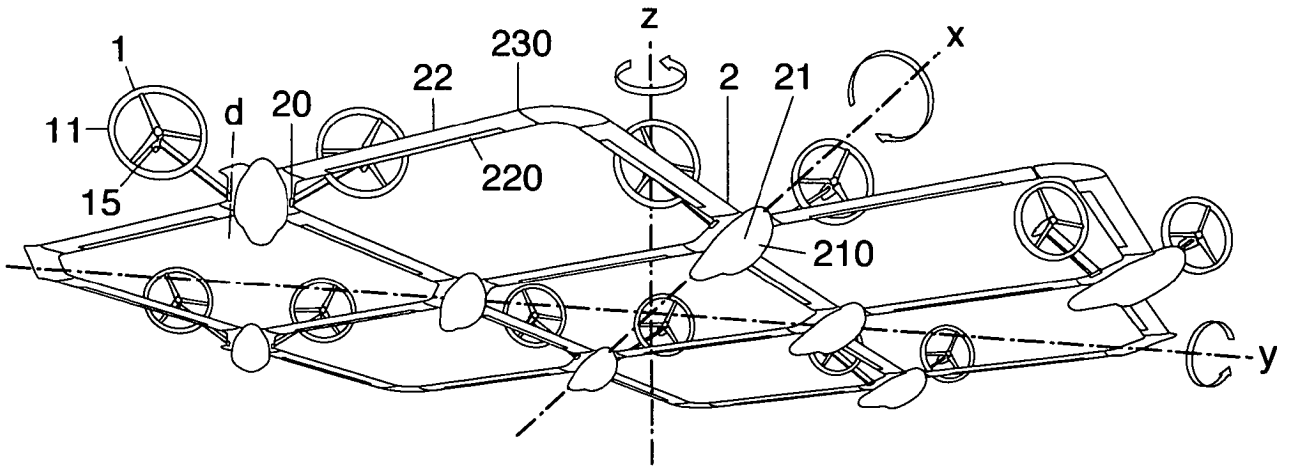


Fig.31

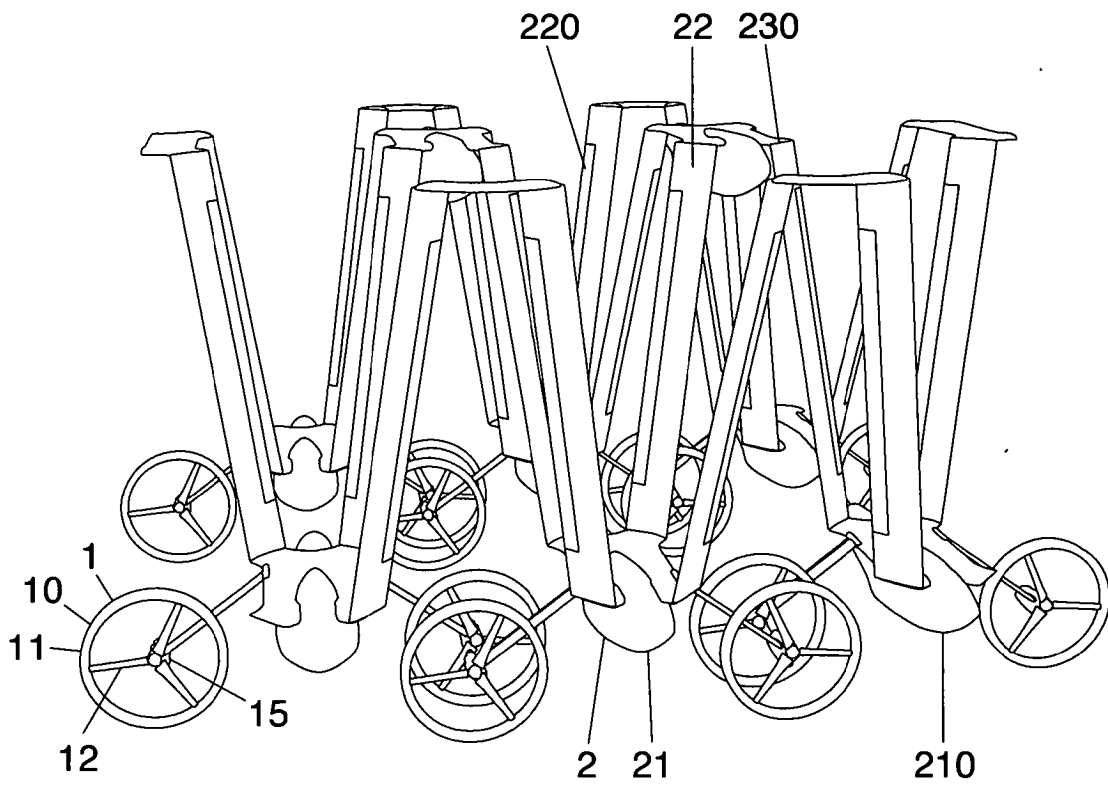


Fig.32

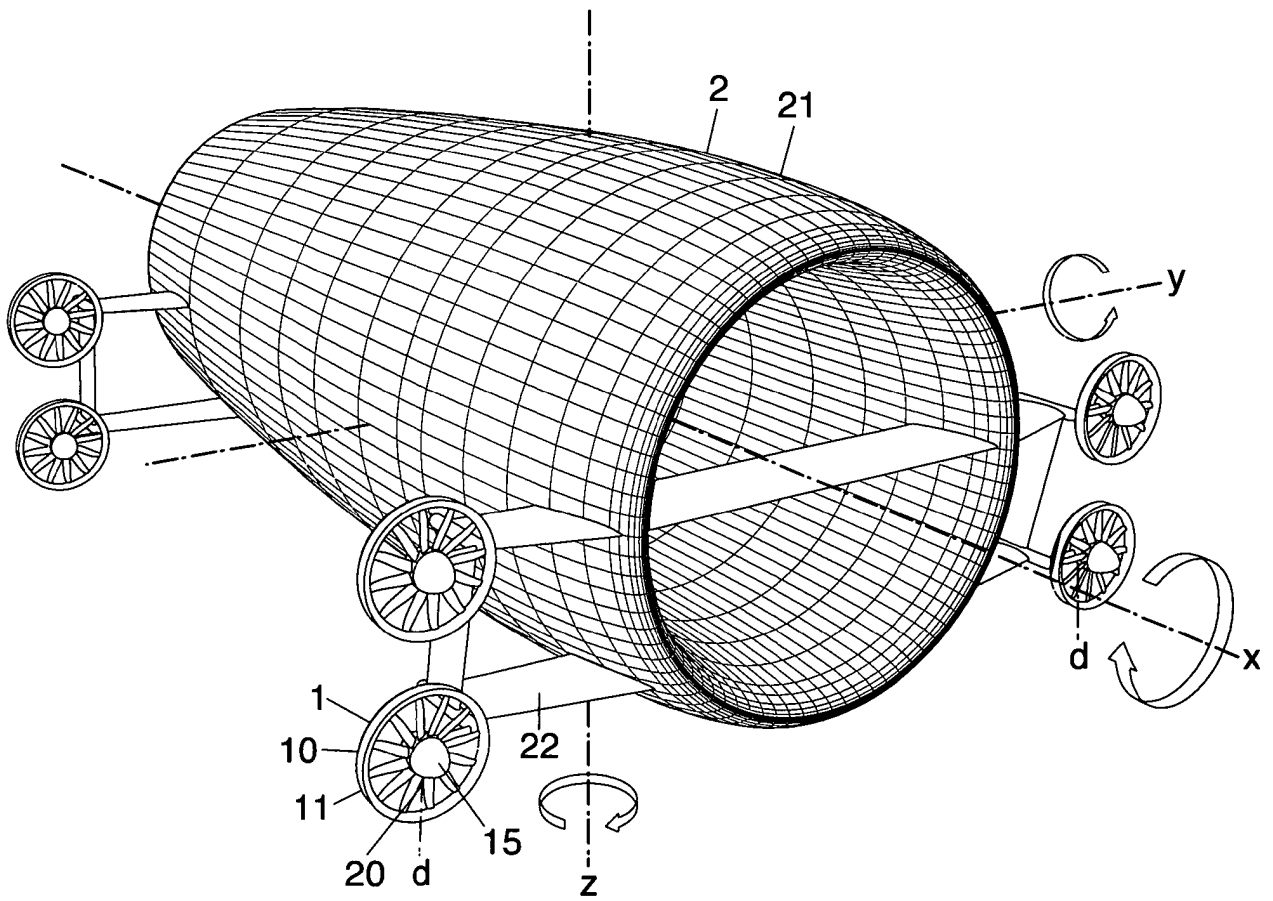


Fig.33

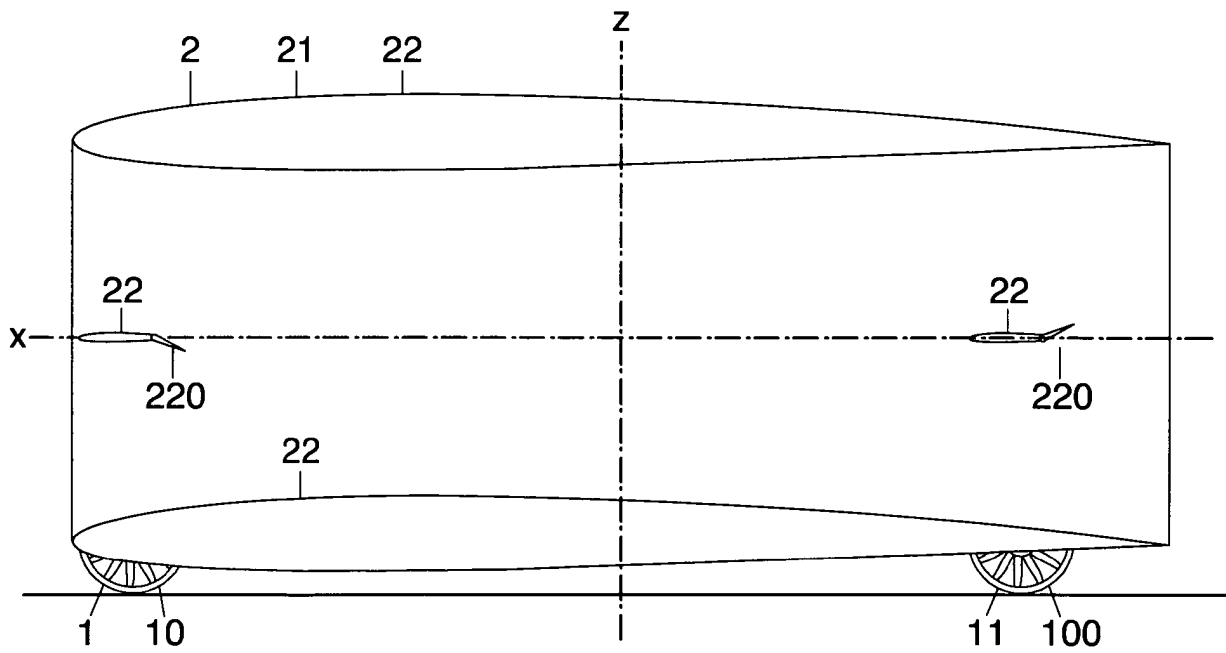


Fig.34

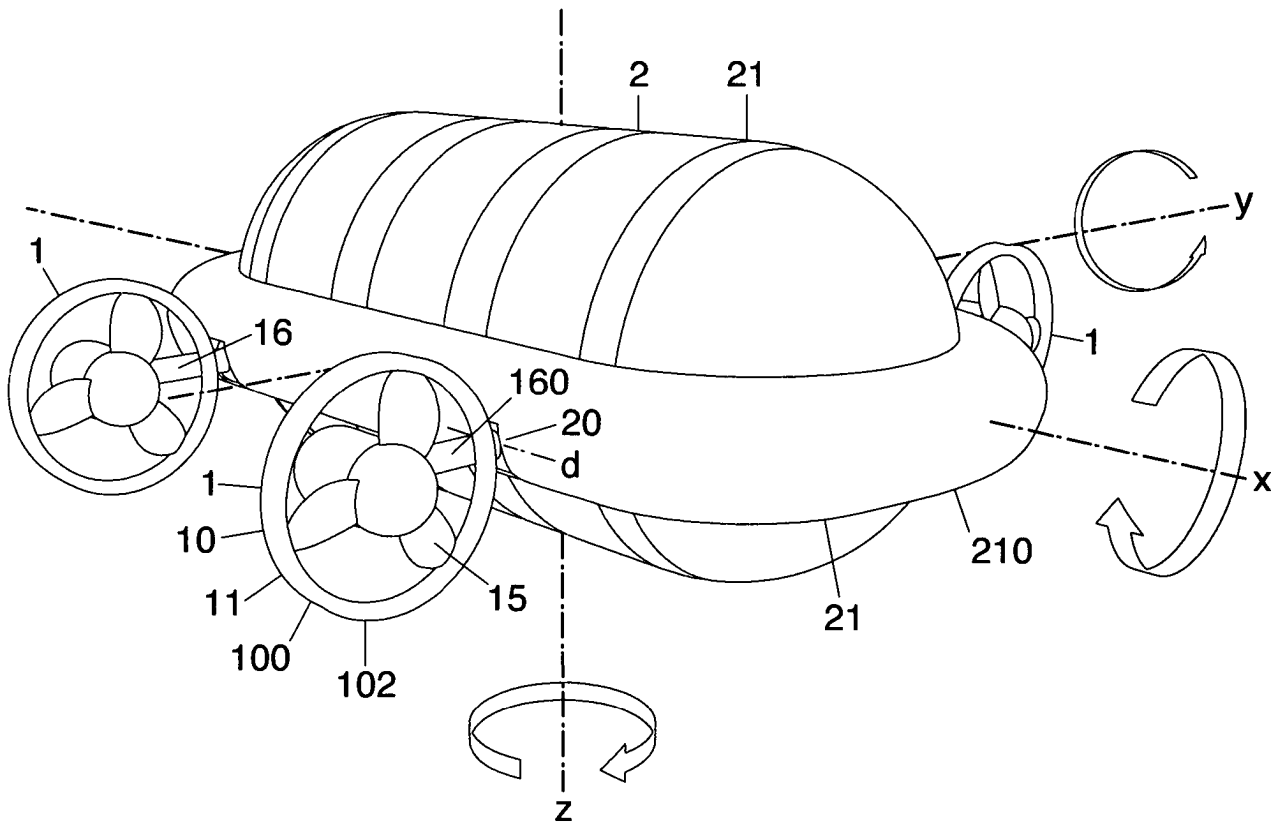


Fig.35

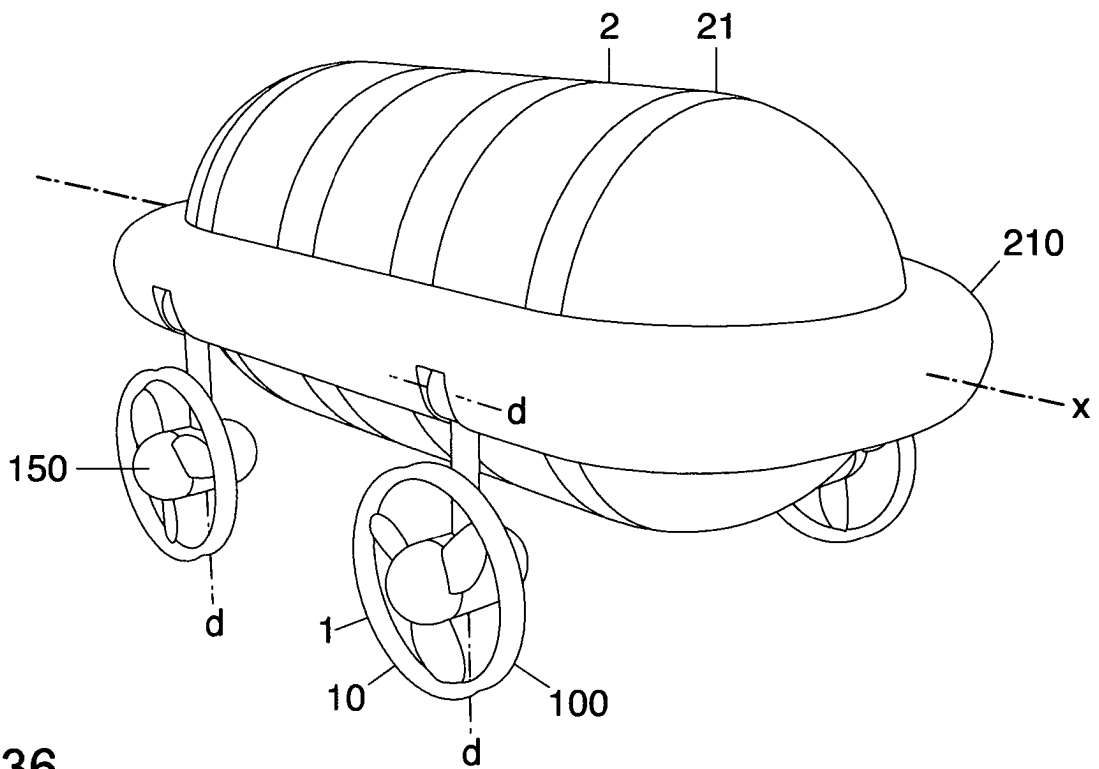


Fig.36