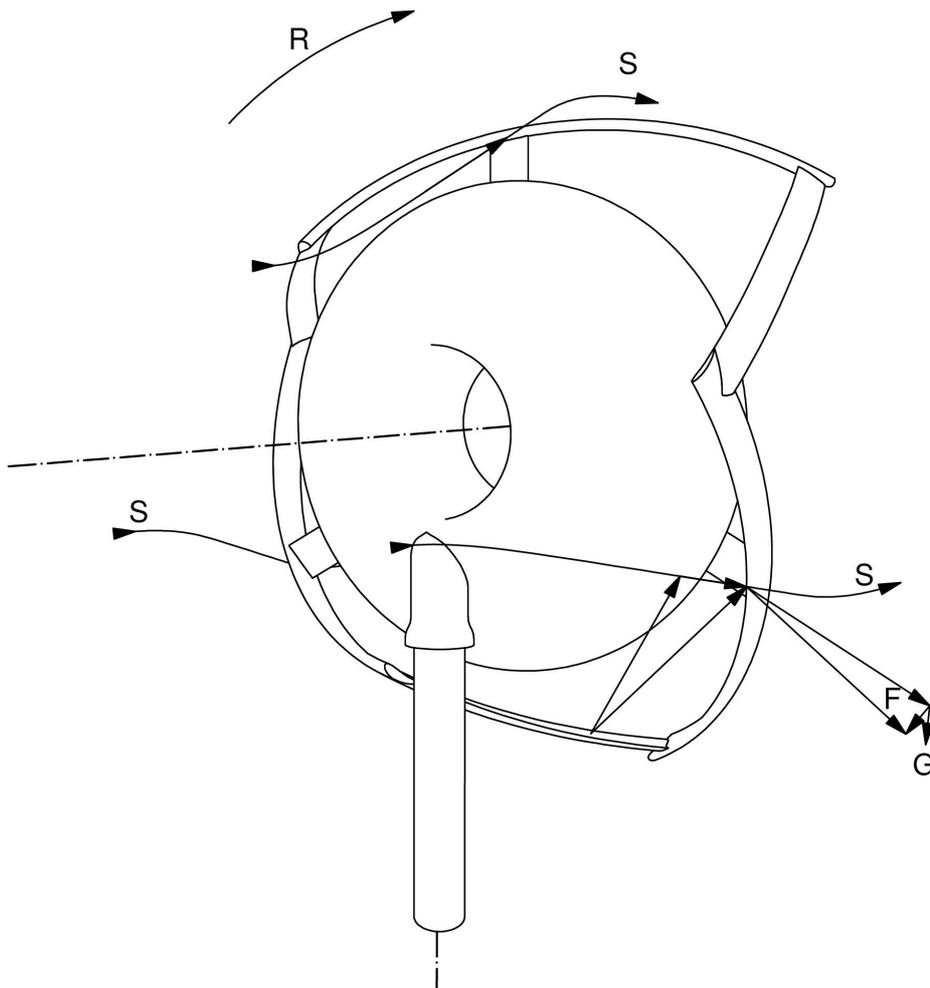


PATENTANMELDUNG
STRÖMUNGSKONVERTER
MIT EINEM STRÖMUNGSLEITWERK



Patentanmeldung vom 06.06.2016

Architektur . Design . Entwicklung
Prof. Dipl.-Ing. Friedrich Grimm
Zürcher Strasse 18
D-70376 Stuttgart
Tel. +49-(0)711-257 17 19
friedrich.grimm@t-online.de

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Strömungskonverter (1) mit einer Rotationsachse (x), der die in einer Strömung enthaltene kinetische Energie in eine Drehbewegung mit Drehrichtung (R) wandelt und als Auftriebsläufer von mehreren, mit einem radialen Hebelarm (h) von der Rotationsachse (x) beabstandeten Flügeln (12) jeweils mit einem asymmetrischem Flügelprofil (11) angetrieben wird. Die Flügel (12) sind mit ihrer Flügelnase (n) in Drehrichtung (R) ausgerichtet und mit einem Stellwinkel (β) gegenüber der Rotationsebene angestellt und rotieren auf einer von Luv nach Lee sich erstreckenden Umlaufbahn (U). Der Strömungskonverter (1) weist ein koaxial und symmetrisch zu seiner Rotationsachse (x) angeordnetes Strömungsleitwerk (2) mit einer Diffusorstufe (ψ) und/oder einer Konfusorstufe (Σ) auf, um den Stromlinien (S) der Strömung einen Konuswinkel (α) aufzuprägen, sodass die aus der Strömungsgeschwindigkeit (A) und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung (B) resultierende Anströmung (C1-C7) mit einem aus dem dynamischen Konuswinkel (α) abgeleiteten Anströmwinkel (α') auf das asymmetrische Flügelprofil (11) trifft und an dem Flügel (12) eine resultierende Sogkraft (D) bewirkt, die mit einem Versatzmoment an der Rotationsachse (x) des Strömungskonverters (1) angreift und über den Hebelarm (h) eine tangentielle Antriebskraft (G) in der Rotationsebene erzeugt.

Patentansprüche

1. Strömungskonverter (1) mit einer Rotationsachse (x), der die in einer Strömung enthaltene kinetische Energie in eine Drehbewegung mit Drehrichtung (R) wandelt und als Auftriebsläufer von mehreren, mit einem radialen Hebelarm (h) von der Rotationsachse (x) beabstandeten Flügeln (12) jeweils mit einem asymmetrischem Flügelprofil (11) angetrieben wird, welche Flügel (12) mit ihrer Flügelnase (n) in Drehrichtung (R) ausgerichtet und mit einem Stellwinkel (β) gegenüber der Rotationsebene angestellt sind und auf einer von Luv nach Lee sich erstreckenden Umlaufbahn (U) rotieren, bei welchem Strömungskonverter (1) ein koaxial und symmetrisch zu seiner Rotationsachse (x) angeordnetes Strömungsleitwerk (2) mit einer Diffusorstufe (ψ) und/oder einer Konfusorstufe (Σ) vorgesehen ist, um den Stromlinien (S) der Strömung einen Konuswinkel (α) aufzuprägen, sodass die aus der Strömungsgeschwindigkeit (A) und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung (B) resultierende Anströmung (C1-C7) mit einem aus dem dynamischen Konuswinkel (α) abgeleiteten Anströmwinkel (α') auf das asymmetrische Flügelprofil (11) trifft und an dem Flügel (12) eine resultierende Sogkraft (D) bewirkt, die mit einem Versatzmoment an der Rotationsachse (x) des Strömungskonverters (1) angreift und über den Hebelarm (h) eine tangentiale Antriebskraft (G) in der Rotationsebene erzeugt.
2. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem ein Flügel (12) als einfacher Flügel (120) entweder einer Diffusorstufe (ψ) oder einer Konfusorstufe (Σ) des Strömungsleitwerks (2) zugeordnet ist und dabei gerade oder konvex-konkav gebogen oder V-förmig ausgebildet ist.
3. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem ein Flügel (12) als Umkehrflügel (121) sowohl einer

Diffusorstufe (ψ) als auch einer Konfusorstufe (Σ) des Strömungsleitwerks (2) zugeordnet ist und dabei gerade oder bogenförmig oder ringförmig oder spiralförmig oder in Drehrichtung (R) gespreizt ausgebildet ist, wobei die gewölbte Oberfläche des asymmetrischen Flügelprofils (11) am Übergang von der Diffusorstufe (ψ) zu der Konfusorstufe (Σ) des Strömungsleitwerks (2) einen Wendepunkt hat und von der einen Flügelseite zu der anderen Flügelseite wechselt.

4. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) von einem Rotationskörper (20) mit einem leeseitigen Kragen (200) und einer Strömungsabrisskante (v) gebildet wird, der im Falle einer Umkehrturbine (102) zweiseitig wirksam ist und aus einer luvseitigen und einer leeseitigen Hälfte besteht, die spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind und einen gemeinsamen Kragen (200) mit einer Strömungsabrisskante (v) aufweisen.
5. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) von einem Ringkörper (21) mit zwei leeseitigen Strömungsabrisskanten (v) gebildet wird, der im Querschnitt parabelförmig oder dreiecksförmig oder linsenförmig ausgebildet ist und als Druckring (230) einer Speichenradkonstruktion über mehrere Speichen (232) räumlich mit der Nabe (231) verspannt ist und von einer Mehrzahl von Umkehrflügeln (121) umfangen wird.
6. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) eine Diffusorstufe (ψ) aufweist und von einem als Ringflügel (210) ausgebildeten Ringkörper (21) gebildet wird, der mit einem Kegelwinkel (γ) von Luv nach Lee von der Rotationsachse (x) weg geneigt ist, wobei der Ringflügel (210) entweder als Stator (25) ausgebildet ist oder als Rotor (23) über mehrere, jeweils als in sich verwundene Rotorblätter (24) ausgebildete Speichen (232) mit der Nabe (231)

verspannt ist, wobei der Ringflügel (210) an seiner Außenseite eine Mehrzahl einfacher Flügel (120) trägt.

7. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) aus einem von einem mehrgurtigen Fachwerkring (124) gebildeten Ringkörper (21) besteht, bei dem zwei bis vier kreisringförmige Gurte jeweils durch einfache Flügel (120) und durch Rotorblätter (24) als Füllstäbe des Fachwerkings (124) untereinander verbunden sind, wobei der mehrgurtige Fachwerkring (124) den Druckring (230) einer mittels von Speichen (232) räumlich mit der Nabe (231) verspannten Speichenradkonstruktion bildet.
8. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) aus einem von einer Gitterschale (125) gebildeten Ringkörper (21) besteht, der als Torus mit kreisförmigem oder ovalem Querschnitt ausgebildet ist und aus einer Mehrzahl sich überkreuzender Umkehrflügel (121) als Endlosspiralen aufgebaut ist, wobei die Gitterschale (125) den Druckring (230) einer über mehrere Speichen (232) mit der Nabe (231) verspannten Speichenradkonstruktion bildet.
9. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 7 und 8, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) aus einer Mehrzahl reffbarer und trimmbarer Segel (26) besteht, die entweder innerhalb eines mehrgurtigen Fachwerkings (124) oder innerhalb einer torusförmigen Gitterschale (125) mit kreisrundem oder elliptischem Querschnitt angeordnet sind.
10. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 4, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) aus einem von einem Pneu (27) gebildeten Rotationskörper (20) besteht, der den Auftriebskörper eines Luftschiffs (103) bildet und mit einem Traggas befüllt ist oder als Ringkörper (21) einen Druckluft befüllten Ringschlauch aufweist und im Inneren eines mehrgurtigen

Fachwerkkrings (124) oder einer torusförmigen Gitterschale (125) angeordnet ist.

11. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem das Strömungsleitwerk (2) von einem rotations-symmetrisch zu der Rotationsachse (x) angeordneten Kanal (22) gebildet wird, dessen Querschnitt sich entweder verjüngt oder erweitert, um eine Düse (220) zu formen, wobei im Falle einer Erweiterung des Kanals (22) der konzentrisch und coaxial zu der Rotationsachse (x) angeordnete Rotationskörper (20) durch Leitwände (221) mit dem Kanal (22) verbunden ist.

12. Strömungskonverter (1) nach Anspruch 1, bei welchem für die Steuerung der Drehzahl des Rotors (23) entweder der Stellwinkel (β) des Flügels (12) gegenüber der Rotationsebene oder der Neigungswinkel (δ) des Flügels (12) gegenüber einer Tangente an der Umlaufbahn (U) veränderbar ist.

Beschreibung

Strömungskonverter mit einem Strömungsleitwerk

Die Erfindung betrifft einen Strömungskonverter als Auftriebsläufer, der die in einer Strömung aus Luft oder Wasser enthaltene kinetische Energie in eine Drehbewegung und vorzugsweise in elektrischen Strom wandelt. Die Rotationsachse des Strömungskonverters kann horizontal, vertikal oder geneigt angeordnet sein, je nachdem, ob es sich um eine frei angeströmte oder eine in einen Kanal integrierte, ummantelte Luft- oder Wasserturbine handelt. Alle Ausführungsbeispiele der Erfindung haben ein Strömungsleitwerk, das dazu ausgebildet ist, den Stromlinien der Strömung einen dynamischen Konuswinkel aufzuprägen, sodass die aus der Strömungsgeschwindigkeit und der Umlaufgeschwindigkeit des Rotors resultierende Anströmung mit einem aus dem dynamischen Konuswinkel vektoriell abgeleiteten Anströmwinkel auf das asymmetrische Flügelprofil eines sich von Luv nach Lee erstreckenden Flügels trifft. Die aus der Anströmung des Flügels resultierende Sogkraft greift deshalb mit einem Versatzmoment an der Rotationsachse der Turbine an, sodass in der Rotationsebene eine tangentielle Antriebskraft als vektorielle Komponente der Sogkraft wirksam wird. Für die Ausbildung des Strömungsleitwerks werden im Rahmen der Erfindung unterschiedliche Techniken vorgeschlagen. Ein Strömungsleitwerk kann als Stator oder als Rotor aufgebaut werden und besteht z.B. aus einem koaxial und symmetrisch zu der Rotationsachse angeordneten Rotationskörper oder aus einem sich verjüngenden Kanal, wobei den Stromlinien der Strömung durch den Widerstand des Strömungsleitwerks jeweils ein dynamischer Konuswinkel aufgeprägt wird. Bei einem dynamischen Strömungsleitwerk entsteht der Widerstand in einer Strömung aus der Konversion der kinetischen Energie der Strömung in eine Drehbewegung durch die Flügel des Strömungskonverters. Dabei weist das Strömungsleitwerk einen koaxial und konzentrisch zu der Rotationsachse angeordneten Ringkörper auf, der z.B. als mehrgurtiger Fachwerkring oder als torusförmige Gitterschale

ausgebildet ist, wobei die Füllstäbe des Fachwerkkrings von den Flügeln des Strömungskonverters gebildet werden und eine torusförmige Gitterschale aus spiralförmig sich durchdringenden Flügeln besteht. Im Rahmen der Erfindung ist auch vorgesehen, dass ein Rotationskörper mit einem Kragen den Auftriebskörper eines Luftschiffs bildet, das als mobile Windturbine an unterschiedlichen Einsatzorten verankert werden und Strom erzeugen kann. Schließlich dient eine erfindungsgemäße Windturbine auch als Antrieb für ein Land- oder Wasserfahrzeug, das gegen den Wind anfahren kann.

Stand der Technik

Bei bekannten, um eine horizontale Drehachse rotierenden Windturbinen sind in der Regel drei in einem Winkel von 120 Grad radial voneinander beabstandete und über einen Rotorkopf biegesteif mit der Nabe verbundene Rotorblätter vorgesehen, deren Drehzahl durch die sog. "Pitch and Stall"-Steuerung begrenzt werden kann. Ein am Baugrund eingespannter Turm mit einem Azimutlager an seinem oberen Ende nimmt die an der Windturbine leeseitig wirkende Schubkraft auf und trägt sie in den Baugrund ab. Dieses Tragwerk, bei dem sowohl der Mast, als auch die Rotorblätter als biegebeanspruchte Tragglieder ausgebildet sind, gelangt ab einer Nabenhöhe von etwa 150 m an eine strukturell bedingte Obergrenze. Im Jahr 2014 betrug die installierte Leistung bei der Windenergie 38.115 MW. Diese Leistung, die zurzeit etwa 20% des deutschen Strombedarfs auf nur 0,75% der Landfläche erbringt, kann in Zukunft selbst bei Einhaltung restriktiver Flächennutzungskriterien auf über 60% des deutschen Strombedarfs (390 TWh/a) gesteigert werden. Die größten Einzelanlagen, wie z.B. die Enercon E126, haben eine Nennleistung von 7.580 kW bei einem Rotordurchmesser von 127 m und einer Nabenhöhe von 135 m. Das bedeutet, dass für den weiteren Ausbau der Windenergie auch zukünftig eine große Anzahl von Einzelanlagen - im Jahr 2014 waren es bereits 24.864 Anlagen - erforderlich sein wird. Es ist daher wünschenswert, die Leistung einer einzelnen

Windkraftanlage zu vervielfachen, um die Anzahl der Windkraftanlagen zu begrenzen. Der Ausbau der Windenergie stößt in der Bevölkerung überall dort auf Widerstand, wo die Windturbinen in unmittelbarer Nähe zu Wohngebieten aufgestellt werden. Beklagt werden einerseits die Lärmentwicklung durch Schlaggeräusche, die von den am Mast vorbeilaufenden Rotorblättern hervorgerufen werden, und andererseits optische Beeinträchtigungen durch den dynamischen Schattenwurf der Rotorblätter und die unübersehbare Drehbewegung des Rotors.

Ein Generator besteht aus einem Läufer und einem Stator, die durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind. Im Falle eines Ringgenerators kann der Läufer als Läufering und der Stator als Statorring bezeichnet werden. Während der Läufering mit Dauermagneten oder Feldspulen ein umlaufendes magnetisches Gleichfeld erzeugt, wird in den Leiterwicklungen des Statorrings über die Lorentzkraft elektrische Spannung induziert. Bei Gleichstromgeneratoren ist der Läufering mit den Dauermagneten oder Feldspulen außen angeordnet, während der Statorring innen angeordnet ist und der generierte Strom mittels eines Kommutators gleichgerichtet wird. Für die Ausbildung eines Ringgenerators mit einem großen Durchmesser ist eine Transversalflussmaschine (TFM) besser geeignet, da der magnetische Fluss transversal, d.h. senkrecht zur Drehebene verläuft. Die Vorteile einer TFM bestehen in der Entkopplung des magnetischen und elektrischen Kreises, im Wegfall der Leiterwicklungen, die nicht zur Momenterzeugung beitragen und in einer sehr feinen Polteilung, die getriebeles bereits bei kleinen Drehzahlen ein großes Moment erzeugen.

Bei kleineren Ringgeneratoren mit einem Durchmesser bis zu 2 m kann über die Dauermagnete ein berührungsloses Magnetlager zwischen Läufer- und Statorring hergestellt werden. Eine aktuelle Entwicklung der Firma Festo betrifft die Möglichkeit einer reibungsfreien Bewegung über eine supraleitende Lagerung. Die Entwicklung geht zu Supraleitern mit immer höheren Sprungtemperaturen, wie z.B. Yttrium-Barium-Kupferoxid (YBKO), das bereits bei -173°C supraleitend wird.

Als eine der effizientesten Leichtbaukonstruktionen gilt ein Speichenrad, bei dem ein Druckring über zugbeanspruchte Speichen mit einer Nabe verbunden ist. Radkonstruktionen mit einem Durchmesser von bis zu 160 m werden heute als Riesenräder mit Gondeln für Passagiere an attraktiven Aussichtsstandorten aufgestellt und zeichnen sich durch eine filigrane Stahlkonstruktion aus. Der sog. High Roller in Las Vegas z.B. ist eine Speichenradkonstruktion mit 158,50 m Durchmesser, bei der der Druckring aus einem Stahlrohr von nur 2 m Durchmesser besteht, das durch 112 an einer Nabe angreifende Spannseilen stabilisiert wird. Unter dem Stichwort "Airborne Turbine" sind prototypische Windkraftanlagen bekannt, die den stärkeren und stetigeren Wind in großer Höhe nutzen, um z.B. dort, wo die Stromversorgung nach einem extremen Wetterereignis zusammengebrochen ist, eine temporäre Hilfeleistung zu ermöglichen. Die Kraft der Fließgewässer wird in Deutschland viel zu wenig genutzt und gerät in Konflikt mit dem Naturschutz, wo der Ausbau der Flüsse mit Laufwasserkraftwerken an Wehren, Schleusen und Dämmen die natürliche Umgebung zu sehr beeinträchtigt.

Die DE 31 51 620 A1 zeigt eine Windturbine mit horizontaler Rotationsachse, bei der Rotorblätter jeweils zwischen zwei, einen Druckring mit einer Nabe verbindenden Speichen angeordnet sind.

Die EP 0 854 981 B1 zeigt eine Windturbine mit horizontaler Rotationsachse als Speichenradkonstruktion, bei der die Speichen als Rotorblätter ausgebildet sind und der Druckring Magnete trägt und zusammen mit einem ringsegmentförmigen Stator den Generator der Turbine bildet.

Die WO 2014/048468 A1 zeigt eine Windturbine mit einer Speichenradkonstruktion, bei der der Generator als Ringgenerator ausgebildet ist und in einen Ringflügel integriert ist, wobei die Rotorblätter mit dem Läufering des Ringgenerators verbunden sind.

Aus der US 7,218,011 B2 geht eine Windturbine mit einem Ringgenerator hervor, bei der die Rotorblätter mit dem Läufering an der Innenseite einer Diffusoranordnung angeordnet sind.

Aus der 4,075,500 geht eine Mantelturbine hervor, deren Mantel Luftöffnungen zur Belüftung des Abstrombereichs der Windturbine aufweist.

Aus der WO 2010/065647 A2 geht eine Mantelturbine mit einem zweiteiligen Mantel hervor, der aus zwei mit einem konzentrischen Abstand zueinander angeordneten Diffusorringen besteht. Beide Ringe sind starr ausgebildet, wobei ein Ringgenerator in den inneren Ring integriert ist.

Aus der DE 10 2007 024 528 A1 geht eine Turbine als Wind- oder Wasserturbine hervor, deren Generatorgehäuse gegenüber dem Umgebungsmedium abgekapselte Bereiche aufweist, die dem Läufer und dem Stator der Turbine zugeordnet sind und einen Teil der Generatorkomponenten und der elektronischen Komponenten aufnimmt.

Aus der DE 299 22 073 U1 ist ein ringförmiges, berührungsloses Magnetlager bekannt.

Aus der DE 10 2008 038 872 A1 geht ein hybrides Fahrzeug hervor, das auch als stationär verankerte Windturbine nutzbar ist.

Aufgabenstellung

Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Strömungskonverter anzugeben, bei dem der aus einem strömungsdynamisch erzeugten Konuswinkel abgeleitete Anströmwinkel an den Flügeln des Strömungskonverters eine Sogkraft bewirkt, die mit einem Versatzmoment an seiner Rotationsachse angreift und in der Rotationsebene auf der mit einem Hebelarm von der Rotationsachse beabstandeten Umlaufbahn der Flügel als tangentiale Antriebskraft wirksam wird.

Diese Aufgabe wird mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen der Erfindung gelöst. Weitere Aufgaben und vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Flügel der Turbine sind mit einem radialen Abstand zu der Rotationsachse angeordnet und weisen eine sich quer zur Rotationsachse von Luv nach Lee erstreckende Umlaufbahn auf, wobei sie gegenüber der Rotationsebene einen konstanten oder

einen kontinuierlich wechselnden Stellwinkel haben. Mit der Flügelnase sind sie in Drehrichtung angeordnet und folgen von Luv nach Lee dem von den Stromlinien vorgegebenen dynamischen Konuswinkel. Für das selbsttätige Anlaufen der Turbine sind die Flügel mit der Flügelnase in Drehrichtung nach Luv orientiert und nehmen gegenüber der Rotationsebene einen Stellwinkel von mindestens 20 Grad und maximal 70 Grad ein. Dreht sich der Rotor, umfasst der Stellwinkel einen Sektor von 20-160 Grad, wobei ein Flügel mit einem Stellwinkel von 90 Grad senkrecht zu der Rotationsebene steht und im Bereich von 90-160 Grad die Flügelnase in Drehrichtung zur Leeseite orientiert ist.

Ein Stauflügel ist mit einem konstanten Abstand zu der Oberfläche eines Strömungsleitwerks, das von einem Rotationskörper oder einem Ringkörper oder einem Kanal gebildet wird, angeordnet, wobei zwischen der Oberfläche des Strömungsleitwerks und dem Stauflügel ein Oberflächeneffekt zum Tragen kommt, der die Sogkraft des Flügels erhöht. In diesem Fall kann auch ein Neigungswinkel des Flügels gegenüber einer Tangente an seiner Umlaufbahn vorgesehen sein. Im Rahmen der Erfindung werden zwei Arten von Flügeln unterschieden: Ein einfacher Flügel ist entweder einer Diffusorstufe oder einer Konfusorstufe zugeordnet und erzeugt eine in Bezug zur Rotationsachse nach außen oder nach innen wirkende Sogkraft. Ein einfacher Flügel kann gerade oder konvex-konkav gebogen oder V-förmig gestaltet werden. Ein Umkehrflügel ist immer dann verwirklicht, wenn das Strömungsleitwerk eine Diffusorstufe und eine Konfusorstufe aufweist, wobei die Flügelwölbung des asymmetrischen Flügelprofils am Übergang zwischen einer Diffusorstufe und einer Konfusorstufe von einer Flügelseite zur anderen wechselt. Dabei kann ein Umkehrflügel gerade oder bogenförmig oder ringförmig oder spiralförmig oder in Drehrichtung der Turbine gespreizt sein.

Das Strömungsleitwerk ist dazu ausgebildet innerhalb einer gerichteten Strömung einen dynamischen Konuswinkel zu erzeugen. Im Rahmen der Erfindung werden dazu unterschiedliche Techniken vorgeschlagen. Wird das Strömungsleitwerk von einem Rotations-

körper gebildet, der innerhalb einer Strömung aus Luft oder Wasser einen Widerstand darstellt, veranlasst er die Strömung dazu, den Rotationskörper in einer Ausweichbewegung zu umströmen. Dabei kann der Rotationskörper als Vollkörper oder als Ringkörper ausgebildet werden. Während ein Vollkörper als Diffusorstufe wirkt und die Strömung von der Rotationsachse weglenkt, bildet ein Ringkörper eine Diffusorstufe und eine Konfusorstufe, bei der die Strömung an der Ringaußenseite von der Rotationsachse weg- und an der Ringinnenseite zu der Rotationsachse hingelenkt wird. Bei einem dynamischen Strömungsleitwerk entsteht der Widerstand in der Strömung durch die Konversion der kinetischen Energie der Strömung in eine Drehbewegung über die Flügel und die Rotorblätter der Turbine. Dabei ändern sich die Strömungsgeschwindigkeit und auch der Druck innerhalb der Strömung. Radial angeordnete Rotorblätter, die mit einer Nabe verbunden sind, bewirken als Diffusorstufe eine Aufweitung der Strömungsröhre mit einem dynamischen Konuswinkel am äußeren Rand der Strömungsröhre, während ein frei umströmter Ringkörper an seiner Außenseite eine Diffusorstufe und an seiner Innenseite eine Konfusorstufe bildet. Ein Rotationskörper ist rotationssymmetrisch zu der Rotationsachse der Turbine angeordnet und bildet als Widerstandskörper ein Strömungsleitwerk, das einer Strömung aus Luft oder Wasser einen dynamischen Konuswinkel aufprägt. Dabei kann der Rotationskörper als Schichtkörper einer Kugel oder eines Ellipsoids oder als Paraboloid, jeweils mit einer leeseitigen Strömungsabrisskante ausgeformt werden. Ein Kragen an dem Rotationskörper unterstützt die Ausbildung eines Kármán'schen Wirbels, sodass der dynamische Konuswinkel der Strömung auch leeseitig der Strömungsabrisskante erhalten bleibt.

In einer speziellen Ausführungsvariante der Erfindung weist der Rotationskörper einen mit Wasserstoff oder Helium befüllten Pneu auf und bildet den Auftriebskörper eines Luftschiffs mit einem starren, halbstarren oder als Blimp aufgebauten Schiffskörper. Das Luftschiff ist als mobile Windturbine ausgebildet und kann an einen Einsatzort fahren und sich über eine mitgeführte Ankerleine

in großer Höhe zur Windströmung ausrichten und dient z.B. der temporären Stromversorgung in einem Katastrophengebiet. Der Rotor dieser fliegenden Windturbine wird von einem zweigurtigen Fachwerkring aus einfachen Flügeln gebildet, wobei der bei der Umströmung des Schiffskörpers erzeugte, dynamische Konuswinkel in der Windströmung durch den Kragen des Rotationskörpers verstärkt wird.

Ein Ringkörper ist mit einem radialen Abstand zu der Rotationsachse angeordnet und bildet innerhalb einer Strömung einen ringförmigen Widerstand, dem die Strömung nach innen und außen ausweicht. Der Querschnitt des Ringkörpers kann parabelförmig, dreiecksförmig oder linsenförmig gestaltet sein und hat jeweils zwei leeseitige Strömungsabrisskanten.

Ein als Ringflügel geformter Ringkörper ist mit einem Kegelwinkel von Luv nach Lee von der Rotationsachse weg geneigt angeordnet und bildet eine Diffusorstufe. Der Ringflügel kann als Druckring einer Speichenradkonstruktion ausgebildet werden, wobei er mit von Rotorblättern gebildeten Speichen räumlich verspannt wird. An einem als Stator gestalteten Ringflügel sind tangentiale Spannungsglieder vorgesehen, die den Ringflügel verspannen.

Ein Kanal mit einer Düse stellt ebenfalls ein Strömungsleitwerk dar, das der Strömung einen dynamischen Konuswinkel aufprägt. Im Falle einer Venturi-Düse folgt auf eine Konfusorstufe eine Diffusorstufe. Das Strömungsleitwerk in einem Kanal kann aber auch aus nur einer Konfusorstufe mit einem geplanten Strömungsabriss leewärts der Düsenverengung bestehen. Erweitert sich der Kanal, wirkt das Strömungsleitwerk mit einem koaxial und rotationssymmetrisch zu der Rotationsachse der Turbine angeordneten Rotationskörper zusammen, um eine Düse zu bilden, wobei auf eine Diffusorstufe eine Konfusorstufe folgt oder die Aufweitung des Kanals nur eine Diffusorstufe umfasst.

Bei einem dynamischen Strömungsleitwerk wird der Widerstand in einer Strömung von den Flügeln und ggf. auch von den Rotorblättern eines Strömungskonverters erzeugt. Dem Stand der Technik entsprechende Rotorblätter mit einer radialen Anordnung gegenüber

der Rotationsachse wandeln die in einer Strömungsröhre enthaltene kinetische Energie der Strömung in eine Drehbewegung. Dabei wird die Geschwindigkeit der Strömung abgebremst und der Druck in der Strömungsröhre nimmt zu. Der sich dabei einstellende dynamische Konuswinkel am äußeren Rand der Strömungsröhre kann durch ein erfindungsgemäßes Strömungsleitwerk mit einer Diffusorstufe vergrößert werden. Sind die Rotorblätter als zugbeanspruchte Speichen einer Speichenradkonstruktion ausgebildet und werden mit einem Ringflügel, der den Druckring des Speichenrads bildet, verspannt, wirkt der mit einem Kegelwinkel zur Rotationsachse angestellte Ringflügel als Diffusorstufe und ermöglicht einen dynamischen Konuswinkel von 20-30 Grad gegenüber der Rotationsachse. Besteht der Druckring einer Speichenradkonstruktion aus einem Fachwerkring, der mit einem Kegelwinkel zur Rotationsachse von Luv nach Lee angestellt ist und dessen Füllstäbe von einfachen Flügeln und dessen Ringgurte jeweils von einem Ringflügel gebildet werden, wirkt der Fachwerkring als dynamische Diffusorstufe, die einen dynamischen Konuswinkel von 20-30 Grad erzeugen kann.

Ein aus einfachen Flügeln aufgebauter, mehrgurtiger Fachwerkring oder eine aus Umkehrflügeln aufgebaute, torusförmige Gitterschale bildet jeweils als Druckring einer Speichenradkonstruktion ein dynamisches Strömungsleitwerk mit einer Diffusorstufe und einer Konfusorstufe. Ein mehrgurtiger Fachwerkring weist im Querschnitt z.B. ein Dreieck auf, das mit einer Spitze zur Strömung ausgerichtet ist, wobei die Füllstäbe des Fachwerks an den Ringaußen- und Ringinnenseiten jeweils von einfachen Flügeln gebildet werden, während die leeseitigen Füllstäbe als Rotorblätter ausgebildet sind.

Eine Gitterschale ist aus einer Mehrzahl von Umkehrflügeln, die sich als gegenläufig angeordnete Endlosspiralen an biegesteifen Knotenpunkten überkreuzen, aufgebaut, wobei die Umkehrflügel auf der virtuellen Oberfläche eines Ringtorus mit kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt angeordnet sind und im Querschnitt

jeweils ein mit der Flügelnase in Drehrichtung der Turbine ausgerichtetes, asymmetrisches Flügelprofil aufweisen. Segel, die innerhalb eines mehrgurtigen Fachwerkkrings oder einer torusförmigen Gitterschale angeordnet werden, wirken als zusätzliches Strömungsleitwerk und unterstützen das Anlaufen der Turbine. Übersteigt die Umlaufgeschwindigkeit der Turbine die Strömungsgeschwindigkeit, werden die Segel zur Rotationsebene hin dichtgeholt, sodass sich der tangentielle Rotationswiderstand verringert. Durch Reffen der Segel kann die Drehzahl der Turbine gesteuert werden. In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung wird das Strömungsleitwerk von einem aufblasbaren Ringschlauch gebildet, der als Pneu innerhalb eines mehrgurtigen Fachwerkkrings oder innerhalb einer torusförmigen Gitterschale angeordnet ist.

Zur Steuerung der Drehzahl einer Turbine ist der Stellwinkel der Flügel gegenüber der Rotationsebene einstellbar, wobei ein einfacher Flügel oder ein Umkehrflügel um eine radial zur Rotationsachse angeordnete Drehachse verstellt wird. Als zweite Möglichkeit kann der Neigungswinkel eines Flügels gegenüber einer Tangente an seiner Umlaufbahn verstellt werden, wobei der Widerstand und der von dem Flügel bewirkte Auftrieb so beeinflusst werden, dass eine exakte Steuerung der Drehzahl ermöglicht wird. Dabei wird der Flügel entlang seiner Längsachse verschwenkt. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auch auf eine Leichtbau-technik für große Windkraftanlagen mit einer Speichenradkonstruktion, bei der ein äußerer Druckring mittels von Speichen mit der Nabe verspannt ist. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung weist der äußere Druckring einen mehrgurtigen Fachwerkring oder eine Gitterschale in Form eines Ringtorus auf, wobei sämtliche Tragelemente, wie Gurte, Flügel und Rotorblätter aerodynamisch wirksam sind. Während die Flügel und die Rotorblätter den Rotor antreiben, bewirken die als Ringflügel mit einem Kegelwinkel zur Rotationsachse angestellten Gurte eine luvseitige Schubkraft, die der leeseitigen Schubkraft entgegenwirkt und damit die Tragkonstruktion entlastet. Die

Anordnung der Flügel in einem von der Rotationsachse beabstandeten Ring erlaubt einen modularen Aufbau der Ringkonstruktion aus sich wiederholenden Bauteilen und maximiert den aerodynamischen Effekt der Flügel. Diese Leichtbautechnik ermöglicht es auch, die Turbine für den Antrieb eines Land- oder Wasserfahrzeugs zu verwenden, das gegen den Wind anfahren kann. Um die strömungsdynamischen Wirkungen an den antreibenden Flügeln einer erfindungsgemäßen Turbine zu erläutern, ist das Zusammenspiel der Kräfte in den Figuren vektoriell dargestellt. Die Strömungsgeschwindigkeit, die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung und die resultierende Anströmung bilden ein erstes Kräftedreieck, in dem der Betrag des Anströmwinkels unmittelbar von dem Betrag des dynamischen Konuswinkels und der Drehzahl des Rotors abhängt. Bei Rotorstillstand weisen der Anströmwinkel und der dynamische Konuswinkel den gleichen Betrag auf. Unter dem Einfluss der Umlaufanströmung nimmt der Betrag des Anströmwinkels gegenüber dem Betrag des dynamischen Konuswinkels ab. Da die von einem Flügel bewirkte Sogkraft immer senkrecht zu der resultierenden Anströmung wirkt, greift die Sogkraft mit einem Versatzmoment an der Rotationsachse an und bildet zusammen mit der Auftriebskraft und der Vortriebskraft ein zweites Kräftedreieck. Aufgrund des Stellwinkels der Flügel gegenüber der Rotationsebene hat die Vortriebskraft eine Komponente als tangentiale Antriebskraft und als luvseitige Schubkraft. Die luvseitige Schubkraft entlastet die Tragkonstruktion der Turbine und ermöglicht ihren Einsatz als Antrieb für ein Fahrzeug, das gegen die Strömung anfahren kann. Die vektorielle Untersuchung der Kräfte hat gezeigt, dass die Vortriebskraft jeweils größer ist als der Widerstand, der sich aus dem tangentialen Rotationswiderstand und der leeseitigen Schubkraft zusammensetzt. Die Figuren zeigen unterschiedliche Ausführungsmöglichkeiten und Anwendungen der Erfindung. Es zeigen:

Fig.1 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk eine von einem Ringkörper mit einem Kragen gebildete Diffusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.2 den Strömungskonverter nach Fig.1 in der perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.3 den Strömungskonverter nach Fig.1 und 2 in der schematischen Aufsicht

Fig.4 den Strömungskonverter nach Fig.1-3 im Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.5 den Strömungskonverter nach Fig.1-4 in der luvseitigen Ansicht

Fig.6 den Strömungskonverter nach Fig.1-5 in der leeseitigen Ansicht

Fig.7 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk eine von einer Kugel gebildete Diffusorstufe und eine Konfusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.8 den Strömungskonverter nach Fig.7 in der perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.9 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk eine von einem Ringkörper gebildete Diffusorstufe und eine Konfusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.10 den Strömungskonverter nach Fig.9 im Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.11 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion und 12 ringförmigen Umkehrflügeln in der perspektivischen luvseitigen Ansicht

Fig.12 den Strömungskonverter nach Fig.11 im Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.13 den Strömungskonverter nach Fig.11 und 12 in der luvseitigen Ansicht

Fig.14 den ringförmigen Umkehrflügel des Strömungskonverters nach Fig.11-13 im perspektivischen Detailschnitt mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte

Fig.15 drei schematische Schnitte durch das Strömungsleitwerk und den ringförmigen Umkehrflügel des Strömungskonverters nach Fig.11-14

Fig.16 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion und 12 in Drehrichtung gespreizten Umkehrflügeln in der perspektivischen luvseitigen Ansicht

Fig.17 den Strömungskonverter nach Fig.16 im Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.18 den Strömungskonverter nach Fig.16 und 17 in der luvseitigen Ansicht

Fig.19 den in Drehrichtung gespreizten Umkehrflügel des Strömungskonverters nach Fig.16-18 im perspektivischen Detailschnitt mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte

Fig.20 vier schematische Schnitte durch das Strömungsleitwerk und den Umkehrflügel des Strömungskonverters nach Fig.16-19

Fig.21 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion und 18 ringförmigen Umkehrflügeln in der perspektivischen luvseitigen Ansicht

Fig.22 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion und einem als Endlosspirale ausgebildeten Umkehrflügel in der perspektivischen luvseitigen Ansicht

Fig.23 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion und 12 gespreizten Umkehrflügeln in der perspektivischen luvseitigen Ansicht

Fig.24 den Strömungskonverter nach Fig.23 im Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.25 den Strömungskonverter nach Fig.23 und 24 in der luvseitigen Ansicht

Fig.26 vier schematische Schnitte durch das Strömungsleitwerk und einen gespreizten Umkehrflügel des Strömungskonverters nach Fig.23-25

Fig.27 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk eine Diffusor- und Konfusorstufe hat und von einem Ringkörper als Gitterschale aus acht untereinander verbundenen Umkehrflügeln gebildet wird, in der perspektivischen Übersicht

Fig.28 den Ausschnitt eines Strömungskonverters, dessen Strömungsleitwerk aus einer von Segeln gebildete Diffusor- und Konfusorstufe besteht mit insgesamt 8 zu einer Gitterschale untereinander verbundenen Umkehrflügeln in der luvseitigen Perspektive

Fig.29 den Ausschnitt des Strömungskonverters nach Fig.28 in der leeseitigen Perspektive

Fig.30 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk eine von einer Speichenradkonstruktion gebildete Diffusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.31 den Strömungskonverter nach Fig.30 im Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.32 einen Flügel des Strömungskonverters nach Fig.30 und 31 in einem perspektivischen Detailschnitt mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte

Fig.33 vier schematische Schnitte durch das Strömungsleitwerk und den Flügel des Strömungskonverters nach Fig.30-32

Fig.34 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk eine von einem seilverspannten Ringflügel gebildete Diffusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.35 den Strömungskonverter nach Fig.34 in dem schematischen Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.36 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion, dessen Strömungsleitwerk eine Konfusorstufe und eine Diffusorstufe aufweist, die von einem Fachwerkring gebildet werden, in der perspektivischen Übersicht

Fig.37 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion, dessen Strömungsleitwerk eine Konfusorstufe und eine Diffusorstufe aufweist, die von einem Fachwerkring mit einem Pneu gebildet werden, in einem perspektivischen Ausschnitt

Fig.38 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion, dessen Strömungsleitwerk eine Konfusorstufe und eine Diffusorstufe aufweist, die von einem Fachwerkring und einer Mehrzahl von Segeln gebildet werden, in der perspektivischen Übersicht

Fig.39 den aus einfachen Flügeln aufgebauten Fachwerkring des Strömungskonverters nach Fig.38 im perspektivischen Detailschnitt

Fig.40 einen Strömungskonverter mit einer Speichenradkonstruktion, dessen Strömungsleitwerk eine von einem viergurtigen Fachwerkring und von Rotorblättern gebildete Diffusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.41 den Strömungskonverter nach Fig.40 in einem Vertikalschnitt von Luv nach Lee

Fig.42 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk von einem Kanal mit einer Düse gebildet wird, in der perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.43 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk von einem Kanal und einem Rotationskörper gebildet wird, in der perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.44 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk von einem Kanal und einem Rotationskörper mit Kragen gebildet wird, in der perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.45 einen Strömungskonverter, dessen Strömungsleitwerk von einem Kanal und einem Rotationskörper gebildet wird, als Umkehrturbine, in der perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.46 einen frei umströmten Strömungskonverter als Umkehrturbine in der Übersichtsperspektive

Fig.47 den Strömungskonverter nach Fig.40 in der Seitenansicht

Fig.48 einen Strömungskonverter als Antrieb für ein Wasserfahrzeug, dessen Strömungsleitwerk eine von einer Speichenradkonstruktion gebildete Diffusorstufe aufweist, in der perspektivischen Übersicht

Fig.49 einen Strömungskonverter als Luftschiff, dessen Strömungsleitwerk eine von einem Rotationskörper mit Kragen gebildete Diffusorstufe aufweist, in der perspektivischen Untersicht

Fig.50 den Strömungskonverter als Luftschiff nach Fig.47 in einer perspektivischen Ausschnittsdarstellung

Fig.51 das Strömungsleitwerk des Strömungskonverters nach Fig.47 und 48 im Detailschnitt

Fig.1 zeigt einen Strömungskonverter **1**, bei dem das Strömungsleitwerk **2** als Stator **25** ausgebildet ist und eine Diffusorstufe ψ aufweist, die von einem paraboloidförmigen Ringkörper **21** gebildet wird. Der Ringkörper **21** wird von innen frei durchströmt und weist an seiner Außenseite einen Kragen **200** mit einer leeseitigen Strömungsabrisskante v auf und ist über ein Azimutlager **28** an einen Mast angelenkt. Drei einfache Flügel **120** mit einer V-Form sind untereinander zu einem Zackenring **122** verbunden, dessen Umlaufbahn **U** sich von Luv nach Lee erstreckt. An einem V-förmigen Segment des Zackenrings **122** wechselt der Stellwinkel β von einem spitzen zu einem stumpfen Winkel. Jeder Schenkel eines V-förmigen Segments des Zackenrings **122** bewirkt eine tangentielle Antriebskraft **G** mit Drehrichtung **R** um die horizontale Rotationsachse **x**. Der paraboloidförmige Ringkörper **21** prägt der Strömung einen dynamischen Konuswinkel α auf, sodass die aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und der Umlaufanströmung **B** resultierende Anströmung **C2** mit einem Anströmwinkel α' auf das in der Vergrößerung dargestellte asymmetrische Flügelprofil **11** des Zackenrings **122** trifft und an dem einfachen Flügel **120** eine senkrecht zur Anströmung **C2** wirkende Sogkraft **G**, die sich aus einer Auftriebskraft **E** und einer Vortriebskraft **F** zusammensetzt, gebildet wird. Die Vortriebskraft **F** hat eine Komponente als tangentielle Antriebskraft **G**. Der einfache Flügel **120** ist mit einem Abstand von etwa der 2-fachen Länge der Profilsehne **p** zu der Außenfläche des Ringkörpers **21** angeordnet und wirkt als Staufflügel **123** mit einer im Vergleich zu einem frei umströmten Flügelprofil erhöhten Sogkraft **D**.

Fig.2 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.1 in einer Ausschnittsperspektive. Der als Stator **25** ausgebildete Ringkörper **21** bildet das Generatorgehäuse **151** zur Aufnahme eines konzentrisch und koaxial zu der horizontalen Rotationsachse **x** angeordneten Ringgenerators **150** mit Stator- und Läufering. Der Läufering des

Ringgenerators **150** ist über drei Rotorblätter **24** mit dem Zackenring **122** verbunden. Die Turbine **10** kann in unterschiedlichen Größen mit einem Durchmesser ab 5 cm bis zu mehreren Metern hergestellt werden.

Fig.3 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.1 und 2 in der Aufsicht mit Darstellung der sich von Luv nach Lee erstreckenden Umlaufbahn **U** des Zackenrings **122**. Der paraboloidförmige Ringkörper **21** weist einen Kragen **200** mit einer Strömungsabrisskante **v** auf. Die Stromlinien **S** reißen an der Strömungsabrisskante **v** ab und rollen sich leeseitig ein, sodass die Stromlinien **S** auch leeseitig von der Strömungsabrisskante **v** mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse **x** der Turbine **10** weggelenkt werden und die Umlaufbahn **U** eines einfachen Flügels **120** sich teilweise leeseitig von dem Kragen **200** erstreckt. An jedem der drei V-förmigen Flügelsegmente des Zackenrings **122** wechselt der Stellwinkel β , wie in Fig.1 gezeigt, von einem spitzen zu einem stumpfen Winkel, wobei ein Schenkel des V-förmigen Flügelsegments mit seiner Flügel Nase **n** in Drehrichtung **R** ausgerichtet ist, um das Anlaufen der Turbine **10** zu ermöglichen und dann, wenn die Schnelllaufzahl "Lambda" mit der resultierenden Anströmung **C1-C7** ein Mehrfaches der Windgeschwindigkeit beträgt, auch der zweite Schenkel des des V-förmigen Flügelsegments mit seiner leeseitigen Flügel Nase **n** zur Anströmung **C1-C7** ausgerichtet ist und an der Rotationsachse **x** ein Drehmoment bewirkt.

Fig.4 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.1-3 in einem vertikalen Schnitt durch den als Stator **25** ausgebildeten Ringkörper **21**. An der Strömungsabrisskante **v** des Kragens **200** rollen sich die Stromlinien **S** in einem Wirbel ein, sodass sie auch leewärts der Strömungsabrisskante **v** mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse **x** weggelenkt werden. Der Ringkörper **21** bildet das Generatorgehäuse **151** für den Generator **15**, der als Ringgenerator **150** jeweils aus einem konzentrisch und

koaxial zu der Rotationsachse \mathbf{x} angeordneten Statorring und einem Läufering aufgebaut ist.

Fig.5 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.1-4 in einer luvseitigen Ansicht. Über das Azimutlager **28** ist die Turbine **10** an das von einem Mast gebildete Tragwerk **13** angelenkt und richtet sich selbsttätig zur Strömung aus. Der Oberflächeneffekt zwischen der Außenseite des Ringkörpers **21** und dem als Stauflügel **123** wirkenden Zackenring **122** verstärkt die von dem Zackenring **122** bewirkte Sogkraft **D** und damit auch die tangentielle Antriebskraft **G**.

Fig.6 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.1-5 in einer leeseitigen Ansicht. Der Zackenring **122** ist über drei Rotorblätter **24**, wie auch in Fig.2 gezeigt, mit dem Läufering des Ringgenerators **150** verbunden.

Fig.7 zeigt einen Strömungskonverter **1**, bei dem das Strömungsleitwerk **2** aus einem Rotationskörper **20** in Form einer Kugel gebildet wird. Die Stromlinien **S** umströmen die Kugel mit einem dynamischen Konuswinkel α . Luvseitig ist eine Strömungsabrisskante **v** vorgesehen, die als Prandtl'scher Stolperdraht wirkt und dafür sorgt, dass die Stromlinien **S** die Kugel auch auf der Leeseite laminar umströmen, wobei die Luvseite der Kugel eine Diffusorstufe ψ und die Leeseite der Kugel eine Konfusorstufe Σ bildet. Drei diagonal zur Rotationsebene angestellte Umkehrflügel **121** rotieren auf einer sich von Luv nach Lee erstreckenden Umlaufbahn **U** und sind jeweils als Stauflügel **123** ausgebildet. Am Meridian der Kugel wechselt, wie in den Detailschnitten dargestellt, die Flügelwölbung des asymmetrischen Flügelprofils **11** von der Außenseite zur Innenseite. Während der dynamische Konuswinkel α die Stromlinien **S** an der Diffusorstufe ψ von der Rotationsachse \mathbf{x} weglenkt, lenkt er die Stromlinien **S** an der Konfusorstufe Σ zur Rotationsachse \mathbf{x} hin. Bei der dargestellten resultierenden Anströmung **C2** entspricht die Geschwindigkeit der

Umlaufanströmung **B** dem 2-fachen der Strömungsgeschwindigkeit **A** und trifft, wie in den Detailschnitten des asymmetrischen Flügelprofils **11** dargestellt, jeweils mit einem Anströmwinkel α' auf das asymmetrische Flügelprofil **11**. Die resultierende Anströmung **C2** bewirkt an dem asymmetrischen Flügelprofils **11** eine Sogkraft **D**, die in die Auftriebskraft **E** und die Vortriebskraft **F** zerlegt werden kann. Eine Komponente der Vortriebskraft **F** ist die tangentielle Antriebskraft **G**.

Fig.8 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.7 in einer Ausschnittsperspektive. Die drei Umkehrflügel **121** rotieren mit einem radialen Hebelarm **h** auf einer Umlaufbahn **U**, die sich von Luv nach Lee erstreckt. In einem Meridianschnitt senkrecht zu der horizontalen Rotationsachse **x** weist der Hebelarm **h** seine größte Länge auf. Wie in Fig.7 gezeigt, verläuft die Profilsehne **p** der Umkehrflügel **121** tangential zur Umlaufbahn **U** und weist einen konstanten Abstand zu der kugelförmigen Oberfläche des Rotationskörpers **20** auf, sodass zwischen der Kugeloberfläche und den drei Umkehrflügeln **121** ein Oberflächeneffekt wirksam wird und die Umkehrflügel **121** deshalb als Stauflügel **123** wirken. Die luv-seitige Kugelkalotte bildet einen Kragen mit einer Strömungsabrisskante **v** und ist als Teil des Generatorgehäuses **151** ausgebildet.

Fig.9 zeigt einen Strömungskonverter **1**, bei dem das Strömungsleitwerk **2** von einem Ringkörper **21** in Form eines Parabolrings mit leeseitigen Strömungsabrisskanten **v** gebildet wird. Dabei wirkt die Außenseite des Ringkörpers **21** als Diffusorstufe ψ , während die Innenseite des Ringkörpers **21** als Konfusorstufe Σ wirkt. Konfusorstufe Σ und Diffusorstufe ψ bewirken in der Strömung einen dynamischen Konuswinkel α , sodass, wie in Fig. 10 gezeigt, die Stromlinien **S** an der Außenseite und an der Innenseite des Ringkörpers **21** jeweils drei einander gegenüber liegende, einfache Flügel **120** mit einem Anströmwinkel α' anströmen. Da die Sog-

kraft **D** immer senkrecht zu der aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** resultierenden Anströmung **C** wirkt, erzeugt ein einfacher Flügel **120** eine Vortriebskraft **F**, wobei sich die einfachen Flügel **120** auf einer Umlaufbahn **U** in Drehrichtung **R** um den als Stator **25** ausgebildeten Ringkörper **21** bewegen. Der Strömungskonverter **1** richtet sich in einem Azimutlager **28** mit einer vertikalen Drehachse **y** selbsttätig zur Strömung aus.

Fig.10 zeigt den Strömungskonverter **1** nach Fig.9 in einem Vertikalschnitt. Der Ringkörper **21** ist als Parabolring mit leeseitigen Strömungsabrisskanten **v** geformt und nimmt einen Ringgenerator **150** mit einem inneren Statorring und konzentrischen Läuferingen, die jeweils an der Ringaußenseite und an der Ringinnenseite mit einem einfachen Flügel **120** verbunden sind, auf. Die Innenseite des Ringkörpers **21** wirkt als Konfusorstufe **Σ** und die Außenseite als Diffusorstufe **ψ**, sodass die Stromlinien **S** mit einem dynamischen Konuswinkel **α** von innen und von außen um das von dem Ringkörper **21** gebildete Strömungsleitwerk **2** gelenkt werden. Aus dem dynamischen Konuswinkel **α** und der resultierenden Anströmung **C** leitet sich der Anströmwinkel **α'** ab, mit dem die einfachen Flügel **120** an der Ringaußenseite und der Ringinnenseite angeströmt werden und aus der senkrecht zur Anströmung **C** wirkenden Sogkraft **D** eine rotativ wirksame Vortriebskraft **F** erzeugen. Leewärts der Strömungsabrisskanten **v** des Ringkörpers **21** bilden sich, wie in Fig. 3 gezeigt, Wirbel aus, sodass die Stromlinien **S** von der Rotationsachse **x** weggelenkt werden und das asymmetrische Flügelprofil **11** auch leeseitig des Ringkörpers **21** mit einem Anströmwinkel **α'** angeströmt wird.

Fig.11 zeigt eine Windturbine **100** als Speichenradkonstruktion, bei der der Ringkörper **21** den Druckring **230** einer Speichenradkonstruktion und das Strömungsleitwerk **2** mit einer Konfusorstufe

Σ und einer Diffusorstufe ψ bildet. An der Ringaußenseite und an der Ringinnenseite sind einander gegenüberliegende bogenförmige Flügel **12** vorgesehen, die an den Flügelspitzen zu insgesamt 12 Umkehrflügeln **121** zusammengeschlossen sind. An dem Strömungsleitwerk **2** teilt sich die Strömung in zwei Luftströme auf, die den Ringkörper **21** von außen und von innen jeweils mit einem dynamischen Konuswinkel α umströmen. Die aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und einer 3-mal schnelleren Umlaufanströmung **B** resultierende Anströmung **C3** bewirkt an dem Umkehrflügel **121** sowohl an der Außen- als auch an der Innenseite eine Sogkraft **D** mit einer rotativ wirksamen Vortriebskraft **F**. Über das Azimutlager **28** an dem Mast richtet sich die Turbine **10** selbsttätig zur Strömung aus. Sechs luvseitige und sechs leeseitige Speichen **232** stabilisieren den als Druckring **230** ausgebildeten Ringkörper **21**. Das Generatorgehäuse **151** ist luv- und leeseitig aerodynamisch gestaltet und nimmt einen in die Nabe **231** integrierten Generator **15** auf.

Fig.12 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.11 in einem vertikalen Schnitt mit Darstellung der aerodynamischen Wirkung des Strömungsleitwerks **2**. Der Ringkörper **21** ist als Parabolring mit leeseitigen Strömungsabrisskanten **v** ausgebildet und lenkt die resultierende Anströmung **C1** über die Konfusorstufe Σ zur Rotationsachse **x** hin und über die Diffusorstufe ψ von der Rotationsachse **x** weg. Beim Anlaufen der Turbine **10** beträgt die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung zunächst null, sodass die resultierende Anströmung **C1** der Strömungsgeschwindigkeit **A** entspricht. Die Umkehrflügel **121** weisen gegenüber der Rotationsachse **x** der Turbine **10** einen radialen Hebelarm **h** auf und erzeugen, wie in Fig.13 gezeigt, eine tangentielle Antriebskraft **G**.

Fig.13 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.11 und 12 in einer luvseitigen Ansicht. Die mit einem asymmetrischen Flügelprofil **11** ausgebildeten Umkehrflügel **121** erzeugen sowohl an der Außenseite

als auch an der Innenseite des Ringkörpers **21** aus der dargestellten resultierenden Anströmung **C3**, bei der die Umlaufgeschwindigkeit **B** etwa dem 3-fachen der Strömungsgeschwindigkeit **A** entspricht, eine tangentielle Antriebskraft **G**, jeweils als Komponenten der von dem Umkehrflügel **121** bewirkten Sogkraft **D**.

Fig.14 zeigt den perspektivischen Detailschnitt durch den Umkehrflügel **121** im Zusammenwirken mit dem Ringkörper **21**, der, wie in Fig.11-13 gezeigt, den Druckring **230** eines durch Speichen **232** stabilisierten Speichenrads bildet. An dem Ringkörper **21** werden die Stromlinien **S** mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Diffusorstufe ψ nach außen und von der Konfusorstufe Σ nach innen gelenkt. Beim Anlaufen der Turbine **10** sind die Strömungsgeschwindigkeit **A** und die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** zunächst etwa gleich groß, sodass die resultierende Anströmung **C1** mit einem aus dem dynamischen Konuswinkel α abgeleiteten Anströmwinkel α' auf den Umkehrflügel **121** trifft. Aus der von dem Umkehrflügel **121** bewirkten Sogkraft **D** leiten sich die Auftriebskraft **E** und die Vortriebskraft **F** ab, wobei sich die Vortriebskraft **F** in die luvseitige Schubkraft **L** und die tangentielle Antriebskraft **G** teilt und sich der Widerstand **J** des Umkehrflügels **121** aus der leeseitigen Schubkraft **H** und dem tangentialen Rotationswiderstand **K** zusammensetzt.

Fig.15 zeigt an drei unterschiedlichen Querschnitten des Ringkörpers **21** mit parabolischem Querschnitt und der Umkehrflügel **121** der Windturbine **100** nach Fig.11-14 die Änderung des Anströmwinkels α' in Abhängigkeit von der aus der Strömungsgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung resultierenden Anströmung **C1-C5**. Bei der resultierenden Anströmung **C1** entspricht die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung in etwa der Strömungsgeschwindigkeit, während bei der resultierenden Anströmung **C3** die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung etwa 3-mal so hoch ist wie die Strömungsgeschwindigkeit und bei der resultierenden An-

strömung **C5** die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung etwa 5-mal so hoch ist wie die Strömungsgeschwindigkeit. Dabei flacht der Anströmwinkel α' mit zunehmender Umlaufgeschwindigkeit ab.

Fig.16 zeigt eine Turbine **10** als Windturbine **100** mit einer Speichenradkonstruktion bestehend aus dem Druckring **230**, der Nabe **231** und den Speichen **232**. Das Strömungsleitwerk **2** dieses Strömungskonverters **1** besteht aus einem Ringkörper **21** mit einem dreiecksförmigen Querschnitt. Der Flügel **12** mit einem asymmetrischen Flügelprofil **11** ist als Umkehrflügel **121** ausgebildet, bei dem, wie in Fig.19 gezeigt, die Flügelwölbung von der Diffusorstufe ψ an der Ringaußenseite zu der Konfusorstufe Σ an der Ringinnenseite wechselt. An dem Strömungsleitwerk **2** wird den Stromlinien **S** von der Konfusorstufe Σ und der Diffusorstufe ψ jeweils ein dynamischer Konuswinkel α aufgeprägt. Wie in Fig.19 gezeigt, resultiert aus der Überlagerung der Strömungsgeschwindigkeit **A** mit der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** ein Anströmwinkel α' , mit dem der Umkehrflügel **121** angeströmt wird, wobei aus der resultierenden Anströmung **C** und der an dem asymmetrischen Flügelprofil **11** entstehenden Sogkraft **D** eine Vortriebskraft **F** resultiert. Die in Drehrichtung **R** gespreizten Umkehrflügel **121** rotieren auf einer sich von Luv nach Lee erstreckenden Umlaufbahn **U** und weisen zu der horizontalen Rotationsachse **x** einen radialen Hebelarm **h** auf.

Fig.17 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.16 in einem Vertikal-schnitt. Das Strömungsleitwerk **2** weist im Querschnitt ein Dreieck mit zwei luvseitig konvexen Seiten und einer leeseitig konkaven Seite mit Strömungsabrisskanten **v** auf. Der Umkehrflügel **121** ist mit einem konstanten Abstand und mit einer parallelen Stellung seiner Profilsehne zu den konvexen Dreiecksseiten angeordnet, wobei der Abstand zu dem Ringkörper **21** mindestens der Länge der Profilsehne entspricht. Die Strömung teilt sich an dem Ringkörper **21** des Strömungsleitwerks **2** und wird durch die Konfusorstufe Σ

zur Rotationsachse \mathbf{x} hin und durch die Diffusorstufe ψ von der Rotationsachse \mathbf{x} weg gelenkt. Wie in Fig.16 und 18 gezeigt, sind sechs leeseitige und sechs luvseitige Speichen **232** vorgesehen, um den Druckring **230** zu verspannen. Die Umkehrflügel **121** weisen gegenüber der Rotationsebene einen Stellwinkel β auf. Der Generator **15** der Windturbine **100** ist in ein von der Nabe **231** gebildetes Generatorgehäuse **151** integriert. In dem Azimutlager **28** richtet sich die Windturbine **100** in einer vertikalen Drehachse \mathbf{y} selbsttätig zur Strömung aus.

Fig.18 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.16 und 17 in einer luvseitigen Ansicht. Die in Drehrichtung \mathbf{R} gespreizten Umkehrflügel **121** weisen gegenüber dem von dem Ringkörper **21** gebildeten Strömungsleitwerk **2** einen konstanten Abstand auf und wirken deshalb als Stauflügel **123** mit dem Ringkörper **21** zusammen.

Fig.19 zeigt einen Ausschnitt des von dem Ringkörper **21** gebildeten Strömungsleitwerks **2** mit Konfusorstufe Σ und Diffusorstufe ψ im aerodynamischen Zusammenwirken mit dem in Drehrichtung \mathbf{R} gespreizten Umkehrflügel **121** der Windturbine **100** nach Fig.16-18. Die aus der Strömungsgeschwindigkeit \mathbf{A} und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung \mathbf{B} resultierende Anströmung $\mathbf{C3}$ hat bei dem gezeigten Beispiel den dreifachen Betrag der Strömungsgeschwindigkeit \mathbf{A} und strömt den Umkehrflügel **121** mit einem Anströmwinkel α' sowohl an der Konfusorstufe Σ als auch an der Diffusorstufe ψ an. Aus der resultierenden Anströmung $\mathbf{C3}$ resultieren die Sogkraft \mathbf{D} , die Auftriebskraft \mathbf{E} und die Vortriebskraft \mathbf{F} , die sich ihrerseits in eine tangentialen Antriebskraft \mathbf{G} und eine leeseitige Schubkraft \mathbf{H} zerlegt. Der tangentialen Antriebskraft \mathbf{G} wirkt der tangentialen Rotationswiderstand \mathbf{K} entgegen, der sich aus dem Widerstand \mathbf{J} und einer luvseitigen Schubkraft \mathbf{L} zusammensetzt. Der Umkehrflügel **121** ist an dem Ringkörper **21** um die radiale Drehachse \mathbf{z} verschwenkbar gelagert, sodass die Drehzahl der

Turbine **10** gesteuert werden kann. Winglets **126** an den leeseitigen Enden des gespreizten Umkehrflügels **121** dienen der Vermeidung unerwünschter Wirbelschleppen.

Fig.20 zeigt an vier unterschiedlichen Querschnitten der Windturbine **100** nach Fig.16-19 durch den in Drehrichtung **R** gespreizten Umkehrflügel **121** und den dreiecksförmigen Ringkörper **21** die Änderung des Anströmwinkels α' in Abhängigkeit von der aus der Strömungsgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung resultierenden Anströmung **C1-C7**. Der Umkehrflügel **121** ist parallel und mit einem konstanten Abstand zu der Oberfläche des Ringkörpers **21** mit einem dreiecksförmigen Querschnitt angeordnet, sodass zwischen dem Ringkörper **21** und dem Umkehrflügel **121** ein Oberflächeneffekt entsteht.

Fig.21 zeigt eine Windturbine **100**, bei der das Strömungsleitwerk **2** von einem Ringkörper **21** mit einem linsenförmigen Querschnitt gebildet wird, der eine Diffusorstufe ψ und eine Konfusorstufe Σ bildet und mit einem ringförmigen Umkehrflügel **121** zusammenwirkt. Die Darstellung der aerodynamischen Kräfte zeigt die resultierende Anströmung **C2** als Vektorsumme aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und einer im Verhältnis zu **A** doppelten Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B**. Wie in Fig.26 gezeigt, bewirkt der linsenförmige Querschnitt des Ringkörpers **21** einen vergleichsweise steilen dynamischen Konuswinkel α , aus dem sich ein für das Anlaufen der Turbine **10** günstiger Anströmwinkel α' ableitet. Die Vortriebskraft **F** ist die Vektorsumme aus der Sogkraft **D** und der Auftriebskraft **E** mit einer Komponente als tangentielle Antriebskraft **G**. Das Ausführungsbeispiel zeigt eine Windturbine **100** mit etwa 2,5 m Durchmesser, bei der der im Querschnitt linsenförmig ausgebildete Druckring **230** eine Bauhöhe von nur 80 mm aufweist und durch sechs luvseitige und sechs leeseitige Speichen **232** stabilisiert wird. Insgesamt 18 ringförmige Umkehrflügel **121** rotieren auf einer sich von Luv nach Lee erstreckenden Umlaufbahn

U. Mittels einer radialen Drehachse **z** ist der Stellwinkel der Umkehrflügel **121** verstellbar, um die Drehzahl der Windturbine **100** zu steuern. Die Nabe **231** ist Teil des Generatorgehäuses **151** und nimmt einen Generator **15** auf. Über das Azimutlager **28** ist das als Rotor **23** ausgebildete Strömungsleitwerk **2** an einen leeseitigen Mast angelenkt und richtet sich selbsttätig zur Strömung aus.

Fig.22 zeigt einen Strömungskonverter **1** als Windturbine **100**, bei der das Strömungsleitwerk **2**, wie in Fig.21 gezeigt, von einem Ringkörper **21** mit einem linsenförmigen Querschnitt gebildet wird. Die Außenseite des Ringkörper **21** bildet eine Diffusorstufe ψ und die Innenseite eine Konfusorstufe Σ , jeweils mit einer Strömungsabrisskante **v**. Sechs luvseitige und sechs leeseitige vorgespannte Speichen **232** stabilisieren den als Druckring **230** ausgebildeten Ringkörper **21**, um den sich ein Umkehrflügel **121** in Form einer Endlosspirale windet. Der Ringkörper **21** setzt der Strömung einen Widerstand entgegen, sodass die Stromlinien **S** jeweils mit einem dynamischen Konuswinkel α den Ringkörper **21** an seiner Außen- und Innenseite umströmen. Aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** leitet sich bei dem dargestellten Beispiel eine resultierende Anströmung **C2** ab, die an dem Umkehrflügel **121**, sowohl an der Diffusorstufe ψ als auch an der Konfusorstufe Σ eine Sogkraft **D** mit einer Komponente als tangentiale Antriebskraft **G** bewirkt, die über den radialen Hebelarm **h** ein Drehmoment an der Rotationsachse **x** der Turbine **10** erzeugen. Das Tragwerk **13** der Windturbine **100** besteht aus einem leeseitigen Mast, an dessen oberen Ende ein Azimutlager **28** die selbsttätige Ausrichtung der Windturbine **100** zur jeweiligen Windrichtung ermöglicht.

Fig.23 zeigt eine Windturbine **100**, bei der das Strömungsleitwerk **2** eine Diffusorstufe ψ und eine Konfusorstufe Σ aufweist, die von einem Ringkörper **21** mit einem linsenförmigen Querschnitt gebildet

werden, der mit insgesamt 12 in Drehrichtung **R** der Turbine **10** gespreizten Umkehrflügeln **121** zusammenwirkt. Die Darstellung der aerodynamischen Kräfte zeigt die resultierende Anströmung **C2** als Vektorsumme aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und einer im Verhältnis zu **A** doppelten Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B**. Wie in Fig.26 gezeigt, bewirkt der linsenförmige Querschnitt des Ringkörpers **21** einen vergleichsweise steilen dynamischen Konuswinkel α , aus dem sich ein für das Anlaufen der Turbine **10** günstiger Anströmwinkel α' ableitet. Das Ausführungsbeispiel zeigt eine Windturbine **100** mit etwa 2,5 m Durchmesser, bei der der im Querschnitt linsenförmige Druckring **230** eine Bauhöhe von nur 80 mm aufweist und durch sechs luvseitige und sechs leeseitige Speichen **232** stabilisiert wird. Insgesamt 12 gespreizte Umkehrflügel **121** rotieren auf einer sich von Luv nach Lee erstreckenden Umlaufbahn **U**. Mittels einer radialen Drehachse **z** ist der Stellwinkel der Umkehrflügel **121** verstellbar, um die Drehzahl der Windturbine **100** zu steuern. Die Nabe **231** ist Teil des Generatorgehäuses **151** und nimmt einen Generator **15** auf. Über das Azimutlager **28** ist das als Rotor **23** ausgebildete Strömungsleitwerk **2** an das von einem leeseitigen Mast gebildete Tragwerk **13** angelenkt und richtet sich selbsttätig zur Strömung aus.

Fig.24 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.23 in einem vertikalen Schnitt mit Darstellung des Ringkörpers **21** und der gespreizten Umkehrflügel **121**, die mit einem konstanten Stellwinkel β gegenüber der Rotationsebene angestellt sind und auf der virtuellen Oberfläche eines Ringtorus mit kreisrundem Querschnitt liegen. Der Ringkörper **21** hat einen linsenförmigen Querschnitt mit zwei leeseitigen Strömungsabrisskanten **v** und ist als Druckring **230** einer Speichenradkonstruktion mit sechs leeseitigen und sechs luvseitigen, vorspannbaren Speichen **232** räumlich verspannt. Der Vertikalschnitt zeigt die Ablenkung der Stromlinien **S** an der Diffusorstufe ψ und der Konfusorstufe Σ des Ringkörpers **21**, jeweils mit einem dynamischen Konuswinkel α . Der Durchmesser des

Speichenrads kann so gewählt werden, dass die Umströmung und die Durchströmung des Ringkörpers **21** an der Diffusorstufe ψ und der Konfusorstufe Σ symmetrisch erfolgt.

Fig.25 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.23 und 24 in einer luvseitigen Ansicht. Die insgesamt 12 gespreizten Umkehrflügel **121** bewirken bei Anströmung der Turbine **10** sowohl an der Ringaußenseite als auch an der Ringinnenseite eine Sogkraft **D**, die mit einem Versatzmoment an der Rotationsachse **x** angreift, sodass in der Rotationsebene eine tangentielle Antriebskraft **G** erzeugt wird, die über den radialen Hebelarm **h** ein Drehmoment an der Rotationsachse **x** der Windturbine **100** bewirkt. Die von der Diffusorstufe ψ und der Konfusorstufe Σ des Ringkörpers **21** mit einem linsenförmigen Querschnitt bewirkten aerodynamischen Kräfte werden in Fig.26 in Abhängigkeit der resultierenden Anströmung **C1-C7** näher erläutert.

Fig.26 zeigt an vier unterschiedlichen Querschnitten durch den Umkehrflügel **121** und den Ringkörper **21** die Änderung des Anströmwinkels α' in Abhängigkeit von der aus der Strömungsgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung resultierenden Anströmung **C1-C7**. Die Anströmung des Umkehrflügels **121** erfolgt dabei jeweils mit einem Anströmwinkel α' , der mit zunehmender Umlaufgeschwindigkeit flacher wird.

Fig.27 zeigt eine große Windturbine **100** mit einem von einem Ringkörper **21** gebildeten dynamischen Strömungsleitwerk **2**, wobei der Ringkörper **21** eine Gitterschale **125** aufweist und als Druckring **230** einer Speichenradkonstruktion jeweils über sechs luvseitige und sechs leeseitige Speichen **232** mit der Nabe **231** verspannt ist. Die Flügel **12** der Turbine **10** bestehen aus acht sich überkreuzenden Endlosspiralen, die jeweils als Umkehrflügel **121** untereinander zu der torusförmigen Gitterschale **125** verbunden sind. Während die Außenseite der Gitterschale **125** als Diffusor-

stufe ψ wirkt, bildet die Innenseite der Gitterschale **125** eine Konfusorstufe Σ . Beim Anlaufen der Turbine **10** wirken die luv- und leeseitig angeströmten Umkehrflügel **121** jeweils als Widerstandsläufer. Mit zunehmender Drehzahl des Rotors **23** nimmt der von der torusförmigen Gitterschale **125** bewirkte Widerstand in der Strömung zu, sodass die Stromlinien **S** an der Ringaußen- und der Ringinnenseite mit einem dynamischen Konuswinkel α nach außen bzw. nach innen gelenkt werden. Vier der als Endlosspiralen ausgebildeten Umkehrflügel **121** sind mit einem spitzen Stellwinkel zur Rotationsebene angestellt, während die vier gegenläufigen Endlosspiralen jeweils mit einem stumpfen Stellwinkel gegenüber der Rotationsebene angestellt sind. Beim Anlaufen der Windturbine **100** sind zunächst nur die mit ihrer Flügel Nase nach Luv ausgerichteten Umkehrflügel **121** als Auftriebsläufer wirksam, während mit zunehmender Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** auch die gegenläufigen, mit ihrer Flügel Nase nach Lee ausgerichteten Umkehrflügel **121** als Auftriebsläufer in der Rotationsebene eine tangential Antriebskraft **G** bewirken. Die als Ringtorus ausgebildete Gitterschale **125** bildet ein Strömungsleitwerk **2**, das mit steigender Drehzahl der Turbine **10** einen zunehmenden Widerstand in der Strömung bewirkt, sodass die Stromlinien **S** mit einem dynamischen Konuswinkel α den Ringtorus in einer Ausweichbewegung von außen und innen umströmen. Dabei kann die Gitterschale **125** wie in dem dargestellten Beispiel einen kreisringförmigen oder elliptischen Querschnitt aufweisen. Um das Anlaufen der Windturbine **100** zu verbessern, kann, wie in Fig.28 und 29 dargestellt, im Inneren des Ringtorus ein zusätzliches, von Segeln **26** gebildetes Strömungsleitwerk **2** vorgesehen werden. Das Tragwerk **13** der Windturbine **100** wird von einem verzweigten Mast gebildet, der über ein Azimutlager **28** an seiner Basis in Strömungsrichtung ausrichtbar ist.

Fig.28 zeigt den luvseitigen Ausschnitt des Ringkörpers **21** einer Windturbine **100**, die im Wesentlichen dem in Fig.27 gezeigten

Beispiel entspricht. Um das Anlaufen der Windturbine **100** zu erleichtern, ist hier ein von einer Mehrzahl dreiecksförmiger Segel **26** gebildetes Strömungsleitwerk **2** vorgesehen. Die reff- und trimmbaren Segel **26** sind innerhalb des von der Gitterschale **125** umschlossenen Raums angeordnet und bilden eine Diffusorstufe ψ und eine Konfusorstufe Σ , jeweils mit einer Strömungsabrisskante v . Beim Anlaufen der Turbine **10** wölbt sich das von Luv nach Lee geneigt angeordnete, dreiecksförmige Segel **26** zur Leeseite und wirkt als Rotorblatt. Als Strömungsleitwerk **2** lenkt das Segel **26** die Stromlinien S mit einem dynamischen Konuswinkel α auf acht einander durchdringende Endlosspiralen, die als Umkehrflügel **121** eine Gitterschale **125** bilden.

Fig.29 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.28 in einem leeseitigen Ausschnitt mit zwei dreiecksförmigen Segeln **26**, die zur Rotationsebene hin mit einem nicht näher dargestellten hydraulischen Teleskop dichtgeholt werden können, um bei der schnelllaufenden Turbine **10** den tangentialen Rotationswiderstand K möglichst gering zu halten. Als Rollsegel können die Segel **26** um die Drehachse z aufgerollt und gerefft werden, um die Drehzahl der Turbine **10** zu steuern. Übersteigt die Umlaufgeschwindigkeit die Anströmgeschwindigkeit, wölben sich die Segel **26** zur Luvseite.

Fig.30 zeigt einen Strömungskonverter **1** als große Windturbine **100** mit einer horizontalen Rotationsachse x . Die Speichenradkonstruktion der Windturbine **100** besteht aus einem von einem Ringflügel **210** gebildeten Druckring **230** und aus 12 als in sich verwundene Rotorblätter **24** ausgebildeten Speichen **232** und einer an einem verzweigten Mast gelagerten Nabe **231** als Generatorgehäuse **151**. Insgesamt 12 einfache Flügel **120** sind jeweils mit einem radialen Hebelarm h zu der horizontalen Rotationsachse x angeordnet und erzeugen aus der resultierenden Anströmung $C3$ eine tangentiale Antriebskraft G . An der Außenseite des als Ringkörper **21** ausgebildeten Ringflügels **210** sind die einfachen Flügel **120** in

Richtung der Stromlinien **S** angeordnet und tragen an ihrem luvseitigen und an ihrem leeseitigen Ende jeweils ein Winglet **126**. Zwischen der äußeren Oberfläche des Ringflügels **210** und den einfachen Flügeln **120** ist ein Oberflächeneffekt wirksam, sodass die einfachen Flügel **120** als Stauflügel **123** eine erhöhte Sogkraft **D** bewirken.

Fig.31 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.30 in einem Vertikalschnitt durch die Speichenradkonstruktion des Rotors **23**, bei dem der Druckring **230** als Ringflügel **210** ausgebildet ist und zusammen mit den in sich verwundenen Rotorblättern **24** als Speichen **232** die Diffusorstufe ψ des Stömungsleitwerks **2** bildet. Die Energieentnahme durch die 12 Rotorblätter **24** weitet die Strömungsröhre um etwa 15 Grad gegenüber der horizontalen Rotationsachse **x** auf. Über den mit einem Kegelwinkel γ gegenüber der horizontalen Rotationsachse **x** angeordneten Ringflügel **210** vergrößert sich der dynamische Konuswinkel α auf etwa 30 Grad. Beim Anlaufen der Turbine **10** entspricht die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung der Strömungsgeschwindigkeit, sodass die resultierende Anströmung **C1**, wie in Fig.32 gezeigt, mit einem steilen Anströmwinkel α' auf die einfachen Flügel **120** trifft.

Fig.32 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.30 und 31 in einem Ausschnitt mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte **A-L**, die an dem einfachen Flügel **120** von dem Strömungsleitwerk **2** bewirkt werden. Die in sich verwundenen Rotorblätter **24** als zugbeanspruchte Speichen **232** und der Ringflügel **210** als Druckring **230** einer Speichenradkonstruktion bilden die Diffusorstufe ψ des dynamischen Strömungsleitwerks **2** der Windturbine **100**. Bei der dargestellten resultierenden Anströmung **C2** entspricht die Umlaufgeschwindigkeit **B** dem Doppelten der Strömungsgeschwindigkeit **A**. Das von den Rotorblättern **24** und dem Ringflügel **210** gebildete Strömungsleitwerk **2** bewirkt an der Stromlinie **S** einen dynamischen

Konuswinkel α , aus dem der Anströmwinkel α' vektoriell abgeleitet wird. Die resultierende Anströmung **C2** erzeugt an dem einfachen Flügel **120** eine Sogkraft **D**, die sich aus der Auftriebskraft **E** und der Vortriebskraft **F** zusammensetzt. Aus dem der Vortriebskraft **F** entgegengesetzten Widerstand **J** leitet sich der tangentiale Rotationswiderstand **K** und die leeseitige Schubkraft **H** ab, während sich die Vortriebskraft **F** aus der tangentialen Antriebskraft **G** und der luvseitigen Schubkraft **L** zusammensetzt.

Fig.33 zeigt das Strömungsleitwerk **2** der Windturbine **100** nach Fig.30-32 in vier unterschiedlichen Querschnitten in Abhängigkeit der resultierenden Anströmung **C1-C7**. Bei der resultierenden Anströmung **C1** entspricht die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung in etwa der Strömungsgeschwindigkeit, während bei der resultierenden Anströmung **C7** die Geschwindigkeit der Umlaufanströmung etwa 7-mal höher ist als die Strömungsgeschwindigkeit. Zwischen dem Ringflügel **210** und dem einfachen Flügel **120** kann ein Oberflächeneffekt genutzt werden, um, wie in Fig.32 gezeigt, die von dem einfachen Flügel **120** bewirkte Sogkraft **D** zu erhöhen, wobei der einfache Flügel **120** als Stauflügel **123** wirkt.

Fig.34 zeigt einen Strömungskonverter **1** als Windturbine **100**, bei dem das Strömungsleitwerk **2** von einem seilverspannten, im Querschnitt als Ringflügel **210** gestalteten Ringkörper **21** gebildet wird. Der als Stator **25** ausgebildete, luvseitige Teil des Ringkörpers **21** wird durch 12 sich überkreuzende Spannglieder versteift. Der als Rotor **23** ausgebildete, leeseitige Teil des Ringflügels **210** bildet einen Ringträger **233** und ist durch sechs Rotorblätter **24** mit sechs einfachen Flügeln **120**, die jeweils ein asymmetrisches Flügelprofil **11** aufweisen, verbunden. Das Strömungsleitwerk **2** der Turbine **10** prägt als Diffusorstufe ψ den Stromlinien **S** einen dynamischen Konuswinkel α auf, sodass die aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und der im Verhältnis zu **A** etwa 3-fachen Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** resultierende

Anströmung **C3** an jedem der sechs einfachen Flügeln **120** eine Sogkraft **D** mit einer Vortriebskraft **F** und einer tangentialen Antriebskraft **G** bewirkt. Die einfachen Flügel **120** sind luvseitig mit einem konstanten Abstand zu dem Ringflügel **210** angeordnet, sodass zwischen der Oberfläche des seilverspannten Ringflügels **210** und den sechs einfachen Flügeln **120** ein Oberflächeneffekt zum Tragen kommt, der die von der resultierenden Anströmung **C3** bewirkte Sogkraft **D** verstärkt. Über den Hebelarm **h** erzeugt jeder einfache Flügel **120** ein Drehmoment an der horizontalen Rotationsachse **x** der Turbine **10**. Die vertikale Drehachse **y** ermöglicht die selbsttätige Ausrichtung der Turbine **10** zur Strömung in einem Azimutlager **28**.

Fig.35 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.34 in einem vertikalen Schnitt von Luv nach Lee. Das aus dem seilverspannten Ringflügel **210** aufgebaute Strömungsleitwerk **2** der Windturbine **100** prägt der Strömung mit einer Diffusorstufe ψ einen dynamischen Konuswinkel α auf. Beim Anlaufen der Turbine **10** entspricht der dynamische Konuswinkel α dem Anströmwinkel α' und die resultierende Anströmung **C1** der Strömungsgeschwindigkeit **A**. Die einfachen Flügel **120** sind mit einem konstanten Stellwinkel β gegenüber der horizontalen Rotationsachse **x** angestellt und rotieren auf einer sich von Luv nach Lee erstreckenden Umlaufbahn **U**.

Fig.36 zeigt eine große Windturbine **100** als Speichenradkonstruktion mit einem von einem Ringkörper **21** gebildeten dynamischen Strömungsleitwerk **2**. Der Ringkörper **21** weist einen dreigurtigen Fachwerkring **124** auf, der als Druckring **230** über sechs luvseitige und sechs leeseitige Speichen **232** mit der Nabe **231** verspannt ist. Das dynamische Strömungsleitwerk **2** besteht aus einfachen Flügeln **120** und Rotorblättern **24**, die als Füllstäbe des Fachwerkkrings **124** ausgebildet sind und an der Außenseite des Ringkörpers **21** eine Diffusorstufe ψ und an der Innenseite des

Ringkörpers **21** eine Konfusorstufe Σ bilden. Das Tragwerk **13** der Speichenradkonstruktion besteht aus einem vierfach verzweigten Mast mit einem um die vertikale Drehachse **y** drehbaren Azimutlager **28** an seiner Basis. Die Stromlinien **S** der Strömungsröhre umströmen den Ringkörper **21**, der mit ansteigender Drehzahl innerhalb der Strömung einen wachsenden Widerstand bildet, sowohl an seiner Außen- als auch an seiner Innenseite jeweils mit einem dynamischen Konuswinkel α . Durch die Energieentnahme seitens der einfachen Flügel **120** wird die Ausbildung des dynamischen Konuswinkels α unterstützt, wobei der Luftdruck sowohl an der Außen- als auch an der Innenseite des Fachwerkrings **124** zunimmt. Die resultierende Anströmung **C3**, bei der die Geschwindigkeit der Umlaufströmung **B** etwa dem dreifachen der Strömungsgeschwindigkeit **A** entspricht, trifft mit einem Anströmwinkel auf die einfachen Flügel **120** und bewirkt in der Rotationsebene eine tangentielle Antriebskraft **G** sowohl an der Außen- als auch an der Innenseite des Ringkörpers **21**, wobei die leeseitigen, radialen Füllstäbe des dreigurtigen Fachwerkrings **124** als Rotorblätter **24** ausgeformt sind und in der Rotationsebene der Windturbine **100** ebenfalls eine tangentielle Antriebskraft erzeugen. Durch Verschwenken der einfachen Flügel **120** und der Rotorblätter **24** um ihre Längsachse wird die Drehzahl der Turbine **10** gesteuert. Wie in Fig.37-39 gezeigt, kann das Anlaufen der Turbine **10** durch ein zusätzliches, innerhalb des Fachwerkrings **124** angeordnetes Strömungsleitwerk **2** unterstützt werden.

Fig.37 zeigt den luvseitigen Ausschnitt des dreigurtigen Fachwerkrings **124** der Windturbine **100**, die im Wesentlichen dem in Fig.36 gezeigten Beispiel entspricht. Um das Anlaufen der Windturbine **100** zu erleichtern, ist hier ein von einem Pneu **27** gebildetes Strömungsleitwerk **2** innerhalb des dreigurtigen Fachwerkrings **124** angeordnet. Der mit Druckluft stabilisierte Pneu **27** ist als Ringkörper **21** ausgebildet und bewirkt die Ausbildung eines dynamischen Konuswinkels α sowohl an der Außen- als auch an

der Innenseite des Ringkörpers **21**. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die aerodynamischen Kräfte nur an der Diffusorstufe ψ des Strömungsleitwerks **2** dargestellt. Der Druckring **230** der Speichenradkonstruktion ist als dreigurtiger Fachwerkring **124** gestaltet, bei dem die Füllstäbe jeweils von einfachen Flügeln **120** mit einem asymmetrischen Flügelprofil **11** und die kreisringförmigen Gurte jeweils von einem Ringflügel **210** gebildet werden. Der Stellwinkel β der einfachen Flügel **120** wechselt an der Konfusorstufe Σ und an der Diffusorstufe ψ regelmäßig von einem spitzen zu einem stumpfen Winkel. Die leeseitigen Füllstäbe des Fachwerkrings **124** wirken als Rotorblätter **24** und erzeugen unter Anströmung ein Drehmoment an der Rotationsachse \mathbf{x} . Der als Pneu **27** aufgebaute Ringkörper **21** weist im Querschnitt ein Reuleaux-Dreieck mit leeseitigen Strömungsabrisskanten \mathbf{v} auf und wird durch Überdruck in seinem Inneren stabilisiert.

Fig.38 zeigt eine Windturbine **100** mit einer Speichenradkonstruktion, die in ihrem konstruktiven Aufbau dem in Fig.36 beschriebenen Ausführungsbeispiel entspricht. Das Strömungsleitwerk **2** dieser Turbine **10** besteht aus einer Mehrzahl von Segeln **26**, die jeweils an einer Konfusorstufe Σ und an einer Diffusorstufe ψ die Stromlinien \mathbf{S} der Strömungsröhre an leeseitigen Strömungsabrisskanten \mathbf{v} mit einem dynamischen Konuswinkel α zur Außen- bzw. zur Innenseite des Fachwerkrings **124** ablenken. Die dreiecksförmigen Segel **26** können als Rollsegel um eine bzgl. der Rotationsachse \mathbf{x} radial angeordnete Achse \mathbf{z} aufgerollt bzw. gerefft werden und weisen einen veränderbaren Anstellwinkel gegenüber der Rotationsebene des Strömungskonverters **1** auf, wobei sie beim Anlaufen der Windturbine **100** als Rotorblätter wirken und zur Leeseite gewölbt sind. Mit zunehmender Drehzahl des Rotors **23** werden die Segel **26** zur Rotationsebene hin dichtgeholt, um einen möglichst geringen tangentialen Rotationswiderstand zu erzielen.

Fig.39 zeigt einen Ausschnitt des dreigurtigen Fachwerkrings **124** nach Fig.38, bei dem drei kreisringförmige Gurte durch Füllstäbe als einfache Flügel **120** untereinander verbunden sind. Die dreiecksförmigen Segel **26** können um die Achse **z** aufgerollt und gerefft werden. Beim Anlaufen der Windturbine **100** wirken die Segel **26** als Rotorblätter und weisen gegenüber der Rotationsebene des Fachwerkrings **124** einen Anstellwinkel auf, der mit zunehmender Drehzahl der Turbine **10** verkleinert werden kann, um den tangentialen Rotationswiderstand zu begrenzen. Die Segel **26** bilden das Strömungsleitwerk **2** der Windturbine **100** und weisen jeweils eine der Diffusorstufe ψ und der Konfusorstufe Σ zugeordnete Strömungsabrisskante **v** auf, sodass die Stromlinien **S** mit einem dynamischen Konuswinkel α den Segeln **26** ausweichen und den Fachwerkring **124** an seiner Außen- und Innenseite umströmen. Wie in Fig.3 und 4 gezeigt, rollt sich die Strömung leeseitig der Strömungsabrisskanten **v** ein, sodass der dynamische Konuswinkel α der Stromlinien **S** auch auf der Leeseite der Segel **26** erhalten bleibt.

Fig.40 zeigt eine Windturbine **100**, deren Strömungsleitwerk **2** eine Diffusorstufe ψ aufweist, die von einem Ringkörper **21** und von Rotorblättern **24** gebildet wird, wobei der Ringkörper **21** als Fachwerkring **124** ausgebildet ist. Die vier kreisringförmigen Gurte des Fachwerkrings **124** sind jeweils durch Füllstäbe in Form einfacher Flügel **120** sowie durch Rotorblätter **24** untereinander biegesteif verbunden. Der Rotor **23** besteht aus einer Speichenradkonstruktion, bei der der Fachwerkring **124** als Druckring **230** mittels zugbeanspruchter Speichen **232** mit der Nabe **231** verspannt ist. Die Speichen **232** sind als in sich verwundene Rotorblätter **24** ausgebildet und konvertieren die kinetische Energie der Strömung in eine Drehbewegung mit Drehrichtung **R**. Durch die Energieentnahme seitens der zwölf, mit dem Druckring **230** verspannten Rotorblätter **24** nimmt der Druck in der Strömungsröhre zu, sodass die Stromlinien **S** mit einem dynamischen Konuswinkel α auf die als

einfache Flügel **120** ausgebildeten Füllstäbe des viergurtigen Fachwerkrings **124** treffen. Die von einem Flügel **12** bewirkte Sogkraft **D** greift mit einem Versatzmoment an der horizontalen Rotationsachse **x** der Windturbine **100** an, sodass in der Rotorebene eine tangentielle Antriebskraft **G** wirkt. Der Stellwinkel β der einfachen Flügel **120** ist so gewählt, dass die dargestellte resultierende Anströmung **C3** als Vektorsumme aus der Strömungsgeschwindigkeit **A** und der Geschwindigkeit der Umlaufanströmung **B** etwa dem 3-fachen der Strömungsgeschwindigkeit **A** entspricht und möglichst senkrecht auf das in Fig.41 dargestellte asymmetrische Flügelprofil **11** des einfachen Flügels **120** trifft. Die vier Gurte des Fachwerkrings **124** weisen jeweils einen Ringflügel **210** auf, dessen Profilsehne, wie in Fig.41 gezeigt, parallel zu dem dynamischen Konuswinkel α ausgerichtet ist. Um die Drehzahl der Turbine **10** zu steuern, sind die einfachen Flügel **120** entlang ihrer Längsachse verschwenkbar, wobei sich ihr Neigungswinkel zu einer Tangente an der Umlaufbahn **U** ändert. Die Tragkonstruktion **13** des Rotors **23** zeigt eine verzweigte Stütze, deren vier Arme jeweils an dem Azimutlager **28** und an der Nabe **231**, die den Generator **15** aufnimmt, zusammengeführt werden.

Fig.41 zeigt die Windturbine **100** nach Fig.40 in einem vertikalen Übersichtsschnitt von Luv nach Lee und in einem Detailschnitt des Fachwerkrings **124**. Die als Ringflügel **210** ausgebildeten Gurte des Fachwerkrings **124** werden von Luv nach Lee durch einfache Flügel **120** jeweils mit einem asymmetrischen Flügelprofil **11** verbunden. Zur Steuerung der Drehzahl der Turbine **10** ist der Neigungswinkel der einfachen Flügel **120** verstellbar. Der Kegelwinkel γ , mit dem die Ringflügel **210** und die einfachen Flügel **120** gegenüber der Rotationsachse **x** geneigt sind, entspricht dem dynamischen Konuswinkel α der Stromlinien **S** und beträgt etwa 15 Grad. Die Tragglieder der Windturbine **100** sind entweder vorwiegend druck- oder zugbeansprucht. Dadurch wird insbesondere für eine große Windkraftanlage mit einem Durchmesser größer 150 m eine wirt-

schaftliche Leichtbaukonstruktion ermöglicht, bei der sich wiederholende, vorfertigte Module einfach fügen lassen. Jedes einzelne Tragglied der elementierten Konstruktion bewirkt einen vorteilhaften aerodynamischen Effekt. Die einfachen Flügel **120** und die Rotorblätter **24** des Fachwerkrings **124** treiben den Rotor **23** an, während die ringförmigen Gurte als Ringflügel **210** eine luvseitige Schubkraft **L** bewirken, die die Tragkonstruktion **13** entlastet.

Fig.42 zeigt eine Turbine **10** als Wasserturbine **101**, bei der das Strömungsleitwerk **2** von einem Kanal **22** mit einer Düsenverengung **220** gebildet wird. Jeweils am luvseitigen und leeseitigen Ende der Düsenverengung **220** ist ein Lagerring **14** in die Wandung des Kanals **22** eingelassen und nimmt einen Ringträger **233** auf. Drei gerade Umkehrflügel **121** sind an ihrem luvseitigen und leeseitigen Ende mit dem Ringträger **233** verbunden. In Richtung der Stromlinien **S** folgt auf eine Konfuserstufe Σ eine Diffuserstufe ψ , wobei die Stromlinien **S** an der Konfuserstufe Σ mit einem dynamischen Konuswinkel α zu der Rotationsachse **x** der Turbine **10** hingelenkt und an der Diffuserstufe ψ mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse **x** weggelenkt werden. Bei den drei geraden Umkehrflügeln **121** wechselt die Blattstellung an der Düsenverengung **220** von der Innenseite zur Außenseite, wobei die Drehrichtung **R** beibehalten wird und die geraden Umkehrflügel **121** auf der Oberfläche eines virtuellen Hyperboloids liegen. Sowohl an der Konfuserstufe Σ als auch an der Diffuserstufe ψ leitet sich aus der resultierenden Anströmung **C3** eine tangentielle Antriebskraft **G** ab, die über den in seiner Länge wechselnden Hebelarm **h** ein Drehmoment an der Rotationsachse **x** bewirkt. Einer der beiden Ringträger **233** ist als Läufering eines Ringgenerators **150** ausgebildet, während der zweite Ringträger **233** mit dem Lagerring **14** verbunden ist.

Fig.43 zeigt eine Turbine **10**, die bevorzugt als Wasserturbine **101** ausgebildet werden kann, bei der ein von einem Kanal **22** gebildetes Strömungsleitwerk **2** mit einer Aufweitung **221** der Strömung um einen konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse **x** angeordneten Rotationskörper **20** vorgesehen ist. Der Rotationskörper **20** und die Aufweitung **221** des Kanals **22** sind jeweils luv- und leeseitig stromlinienförmig geformt, sodass die Umleitung der Strömung weitgehend laminar erfolgen kann. In Richtung der Stromlinien **S** folgt auf eine Diffusorstufe ψ eine Konfusorstufe Σ , wobei die Stromlinien **S** an der Diffusorstufe ψ mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse **x** der Turbine **10** weggelenkt und an der Konfusorstufe Σ mit einem dynamischen Konuswinkel α zu der Rotationsachse **x** hingelenkt werden. Dementsprechend sind die drei dargestellten Flügel **12** jeweils als gerade Umkehrflügel **121** ausgebildet. Das vergrößerte Detail des geraden Umkehrflügels **121** zeigt den Wechsel der Blattstellung von der Diffusorstufe ψ zur Konfusorstufe Σ , wobei die Flügelwölbung des asymmetrischen Flügelprofils **11** in Bezug zur Rotationsachse **x** von der Außenseite zur Innenseite wechselt. Sowohl an der Diffusorstufe ψ als auch an der Konfusorstufe Σ leitet sich aus der resultierenden Anströmung **C3** eine tangentiale Antriebskraft **G** ab, die über den Hebelarm **h** ein Drehmoment an der Rotationsachse **x** bewirkt. Der Rotationskörper **20** bildet das Generatorgehäuse **151** für einen mit dem Rotor **23** verbundenen Generator **15** und ist mittels einer von drei starren Flossen gebildeten Aufhängung **27** mit der Innenwand des Kanals **22** verbunden.

Fig.44 zeigt einen Strömungskonverter **1**, bei dem das Strömungsleitwerk **2** von einem Kanal **22** mit einer Aufweitung **221** gebildet wird, als Wasserturbine **101**, bei der die Stromlinien **S** einen Rotationskörper **20** mit einem Kragen **200** umströmen. Drei V-förmig gestaltete, einfache Flügel **120** sind untereinander zu einem Zackenring **122** zusammengeschlossen, wobei an einem V-förmigen

Flügelsegment der Stellwinkel β von einem stumpfen zu einem spitzen Winkel wechselt. Jeweils drei luvseitige und drei leeseitige Rotorblätter **24** verbinden den Zackenring **122** mit einem Ringträger **233** in einem Lagerring **14** und übertragen das von den Rotorblättern **24** und dem Zackenring **122** erzeugte Drehmoment auf einen in den Rotationskörper **20** integrierten Generator, wobei der Rotationskörper **20** das Generatorgehäuse **151** bildet. Luv- und leeseitig ist der Rotationskörper **20** über jeweils drei Aufhängungen **27** mit dem Kanal **22** verbunden. An der Leeseite des Kragens **200** bilden sich Wirbel, wie in Fig.3 und 4 gezeigt, sodass der dynamische Konuswinkel α auch leewärts des Kragens **200** erhalten bleibt und ein Flügel über seine gesamte, sich von Luv nach Lee erstreckende Spannweite eine tangentialen Antriebskraft **G** bewirkt.

Fig.45 zeigt einen Strömungskonverter **1** als Umkehrturbine **102**, die als Wellenturbine von einer Strömung aus Luft oder Wasser und als Gezeitenturbine von einer mit den Gezeiten die Richtung wechselnden Wasserströmung angetrieben wird. Das Strömungsleitwerk **2** der Umkehrturbine **102** besteht aus einem in beiden Strömungsrichtungen stromlinienförmigen Rotationskörper **20** mit einem Kragen **200**, der innerhalb des zylindrischen Kanals **22** ein Strömungsleitwerk **2** bildet. Unabhängig von der jeweiligen Strömungsrichtung bildet sich an der Leeseite des Kragens **200** ein Wirbel, sodass die Stromlinien **S** den ihnen von dem Rotationskörper **20** aufgeprägten dynamischen Konuswinkel α auch leeseitig des Kragens **200** beibehalten. An drei einfachen Flügeln **120**, die V-förmig gestaltet sind, wechselt der Stellwinkel von einem spitzen zu einem stumpfen Winkel. Der Rotationskörper **20** ist an beiden Seiten jeweils mittels von drei Aufhängungen **27** mit der zylindrischen Innenwand des Kanals **22** verbunden und bildet das Generatorgehäuse **151** für einen Generator **15**, der mit dem als Rotor **23** ausgebildeten Kragen **200** verbunden ist. Rotorblätter **24**

mit einem im Querschnitt symmetrischen Flügelprofil stellen bei der Umkehrturbine **102** die Verbindung zu dem Kragen **200** her.

Fig.46 zeigt eine frei umströmte Umkehrturbine **102**, die als Wellenturbine oder als Gezeitenturbine die Drehrichtung **R** bei einer Umkehrung der Strömungsrichtung beibehält. Das Strömungsleitwerk **2** der Umkehrturbine **102** besteht aus einem Rotationskörper **20** mit einem Kragen **200**, der eine Strömungsabrisskante **v** bildet, sodass aufgrund der Wirbelbildung hinter dem Kragen **200** die Stromlinien **S** den ihnen von dem Rotationskörper **20** aufgeprägten dynamischen Konuswinkel α beibehalten und deshalb die V-förmig ausgebildeten Segmente des Zackenrings **122** luv- und leeseitig des Kragens **200** eine tangentielle Antriebskraft **G** bewirken. Der Zackenring **122** ist jeweils luv- und leeseitig über sechs Rotorblätter **24**, die ein symmetrisches Flügelprofil haben, mit einem Ringträger **233** verbunden. Das Tragwerk **13** der Turbine **10** wird von einer luv- und einer leeseitigen Scheibe gebildet, die mit einer Fundamentplatte verbunden sind.

Fig.47 zeigt die Umkehrturbine **102** nach Fig.46 in einer schematischen Seitenansicht mit Darstellung des aus sechs V-förmigen, einfachen Flügeln **120** aufgebauten Zackenrings **122**. Luv- und leeseitig des Kragens **200** ist der Zackenring **122** mit jeweils sechs Rotorblättern **24** mit einem Ringträger **233** verbunden, der mit einem Ringlager **14** in die Mantelfläche des Rotationskörpers **20** eingelassen ist.

Fig.48 zeigt ein Wasserfahrzeug **104** mit drei Rümpfen als Tragflügelboot, das von einem Strömungskonverter **1** angetrieben wird. Der Strömungskonverter **1** ist als Windturbine **100** ausgebildet und hat einen Rotor **23** mit einem äußeren Druckring **230**, der von einem aus einfachen Flügeln **120** aufgebauten Fachwerkring **124** gebildet wird und der mit einem Kegelswinkel γ von Luv nach Lee zur Rotationsachse **x** geneigt angeordnet ist. Sechs leeseitige und

sechs luvseitige Speichen **232** sind jeweils als in sich verwundene Rotorblätter **24** ausgeformt und verspannen den Druckring **230** mit der Nabe **231**, die als Generatorgehäuse **151** ausgebildet ist und einen Generator **15** aufnimmt. Ein ringförmiges Azimutlager **28** verbindet die drei Rumpfe des Wasserfahrzeugs **104** untereinander und ist über vier Stützen mit dem Speichenrad verbunden. Unabhängig von der jeweiligen Fahrtrichtung wird die Windturbine **100** zu der aus der Fahrtgeschwindigkeit und der Windgeschwindigkeit resultierenden Anströmung ausgerichtet, wobei die Rotorblätter **24** und der Fachwerkring **124** eine Diffusorstufe ψ bilden, sodass die Stromlinien **S** mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse **x** weggelenkt werden. Die von den einfachen Flügeln **120** erzeugten Sogkräfte bewirken nicht nur eine tangentielle Antriebskraft **G**, sondern auch eine luvseitige Schubkraft **L**, die der leeseitigen Schubkraft **H** des Rotors **23** entgegenwirkt, sodass das Wasserfahrzeug **104** mit einem Elektroantrieb über eine Schraube auch gegen den Wind anfahren kann.

Fig.49 zeigt einen Strömungskonverter **1** als Luftschiff **103**, das über eine nicht näher bezeichnete Antriebsvorrichtung selbsttätig oder von einem Piloten gesteuert an einen Einsatzort z.B. in ein Katastrophengebiet fahren kann, um dort als Windturbine **100** in großer Höhe mit einem im Luftschiff **103** mitgeführten Seiltragwerk **13**, das von einem Halteseil und einem Führungsseil und einer nicht näher bezeichneten elektrischen Versorgungsleitung gebildet wird, stationär verankert zu werden. Das Strömungsleitwerk **2** dieser Windturbine **100** wird von dem Schiffskörper des Luftschiffs **103** gebildet und weist einen Rotationskörper **20** mit einem Kragen **200** auf. Das stationär in der Atmosphäre verankerte Luftschiff **103** wird von der Windströmung laminar umströmt, wobei sich, wie in Fig.50 gezeigt, die Stromlinien **S** an dem Kragen **200** ansteilen und mit einem dynamischen Konuswinkel α auf den Fachwerkring **124** treffen, dessen kreisringförmige Gurte von Ringflügeln **210** und dessen Füllstäbe von einfachen Flügeln **120** gebildet werden.

Fig.50 zeigt das Luftschiff **103** nach Fig.49, bei dem das Strömungsleitwerk **2** der Windturbine **100** von dem Schiffskörper des Luftschiffs **103** gebildet wird. Der laminar umströmte Rotationskörper **20** und der Kragen **200** prägen den Stromlinien **S** der Strömung in einer Diffusorstufe ψ einen dynamischen Konuswinkel α auf, sodass der aus einfachen Flügeln **120** aufgebaute Fachwerkring **124** so angeströmt wird, dass jeder einfache Flügel **120** eine tangentielle Antriebskraft **G** bewirkt. Der Fachwerkring **124** ist über eine Mehrzahl von radialen Rotorblättern **24** mit einem Ringträger **233** verbunden, der seinerseits über einen Lagerring **14** mit dem Rotationskörper **20** verbunden ist, wobei der Ringträger **233** den Läufering und der Kragen **200** des Rotationskörpers **20** den Statorring eines Ringgenerators **150** bilden. Vier Flossen am Heck des Luftschiffs **103** verhindern die Rotation des Luftschiffkörpers und dienen der Ausrichtung des Luftschiffs **103** zur Strömung.

Fig.51 zeigt die Diffusorstufe ψ der Windturbine **100** nach Fig.49 und 50 in einem Schnitt durch den Kragen **200** des Rotationskörpers **20**. Jeweils eine als Pneu **27** ausgebildete bugseitige und heckseitige Traggaszelle grenzt an einen zentralen ringförmigen Stator **25** an. Der Rotor **23** der Windturbine **100** besteht aus einem mit einem Kegelwinkel γ gegenüber der Rotationsachse **x** von Luv nach Lee angestellten Fachwerkring **124**, der über einen Ringträger **233** mit dem Stator **25** verbunden ist und einen Ringgenerator **150** bildet. Den das Luftschiff **103** laminar umströmenden Stromlinien **S** wird von dem Kragen **200** ein dynamischer Konuswinkel α aufgeprägt, sodass die resultierende Anströmung **C1-C7** mit einem Anströmwinkel α' auf die als einfache Flügel **120** ausgebildeten Füllstäbe des Fachwerkrings **124** trifft und, wie in Fig.50 gezeigt, an jedem einfachen Flügel **120** eine tangentielle Antriebskraft **G** bewirkt. Die einfachen Flügel **120** des Fachwerkrings **124** wirken mit dem Kragen **200** als Stauflügel **123** zusammen und sind mit einem

radialen Hebelarm **h** gegenüber der Rotationsachse **x** der Windturbine **100** angeordnet. Die resultierende Anströmung **C1-C7** trifft mit einem Anströmwinkel **α'** auf die Flügel **12** und erzeugt an jedem einfachen Flügel **120** eine Sogkraft **D** mit einer Komponente als tangentialer Antriebskraft **G**, wie in Fig.50 gezeigt. Beim Anlaufen der Turbine haben der dynamische Konuswinkel **α** und der Anströmwinkel **α'** denselben Betrag. Mit zunehmender Umlaufgeschwindigkeit flacht sich der Anströmwinkel **α'** ab.

Bezugszeichenübersicht

Strömungskonverter	1	Strömungsleitwerk	2
Stromlinien	S	Dynamischer Konuswinkel	α
Rotationsachse	x	Diffusorstufe	ψ
Turbine	10	Konfusorstufe	Σ
Windturbine	100	Rotationskörper	20
Wasserturbine	101	Kragen	200
Umkehrturbine	102	Ringkörper	21
Luftschiff	103	Ringflügel	210
Wasserfahrzeug	104	Kanal	22
Asymmetrisches Flügelprofil	11	Düse	220
Flügel	12	Leitwand	221
Anströmwinkel	α'	Rotor	23
Einfacher Flügel	120	Druckring	230
Umkehrflügel	121	Nabe	231
Zackenring	122	Speiche	232
Stauflügel	123	Ringträger	233
Fachwerkkring	124	Rotorblatt	24
Gitterschale	125	Stator	25
Winglet	126	Segel	26
Kegelwinkel	γ	Pneu	27
Flügel Nase	n	Strömungsabrisskante	v
Flügelhinterkante	e	Azimutlager	28
Profilsehne	p	Drehachse	y
Drehachse	z	Strömungsgeschwindigkeit	A
Radialer Hebelarm	h	Umlaufanströmung	B
Stellwinkel	β	Resultierende Anströmung	C1-C7
Neigungswinkel	δ	Sogkraft	D
Umlaufbahn	U	Auftriebskraft	E
Drehrichtung	R	Vortriebskraft	F
Tragwerk	13	Tangentiale Antriebskraft	G
Lagerring	14	Leeseitige Schubkraft	H
Generator	15	Widerstand	J
Ringgenerator	150	Tangentiale Rotationswiderstand	K
Generatorgehäuse	151	Luvseitige Schubkraft	L

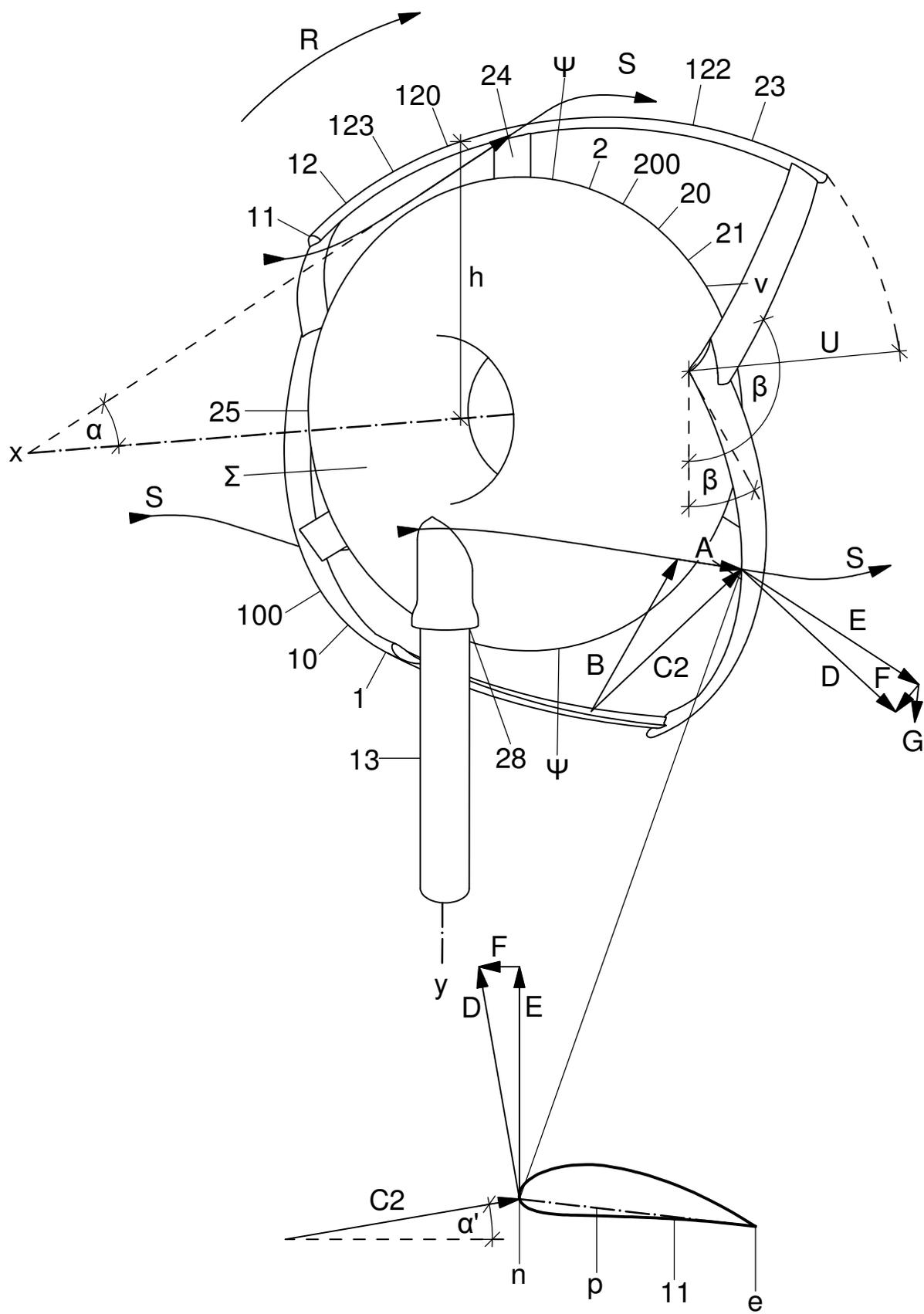


Fig. 1

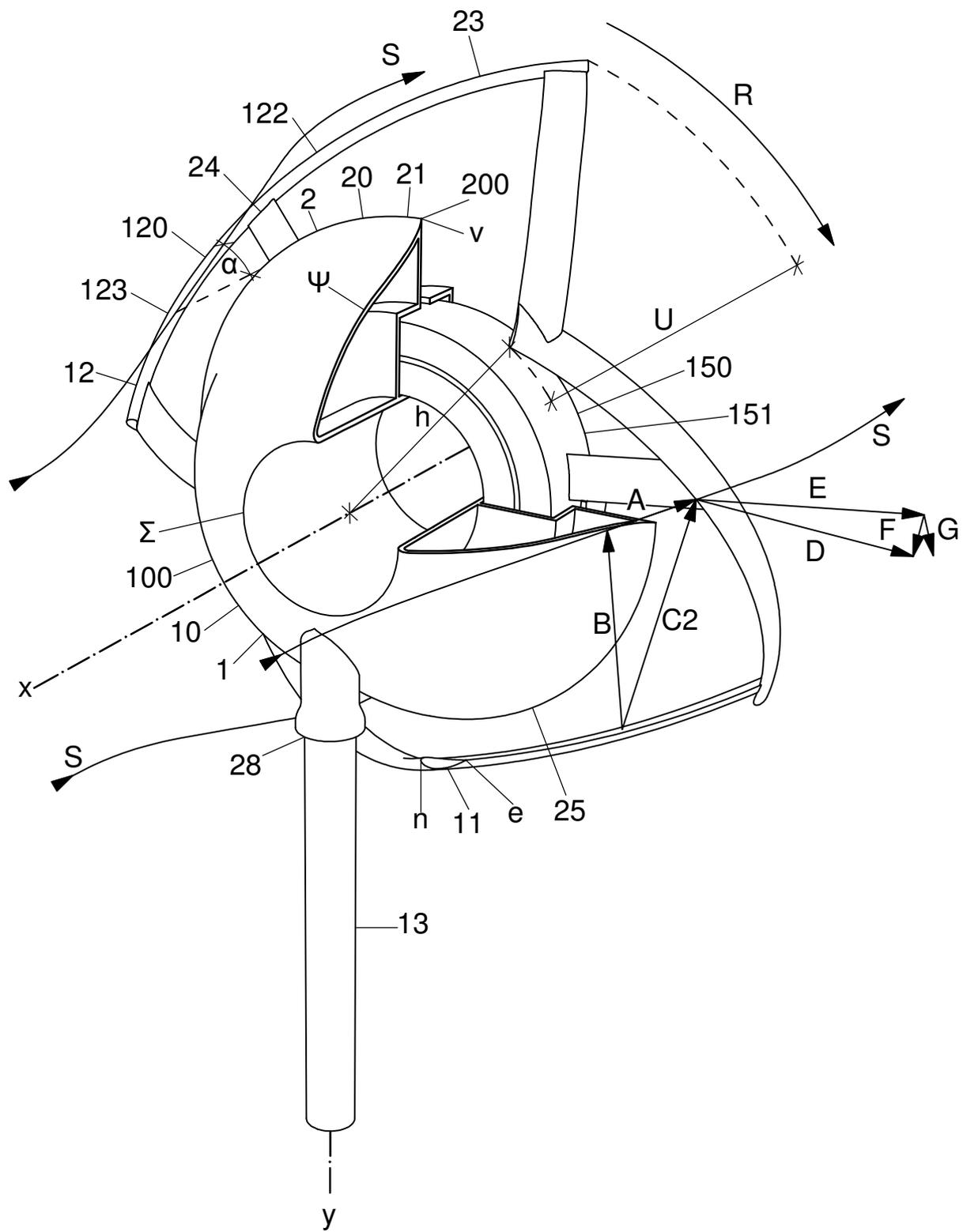


Fig. 2

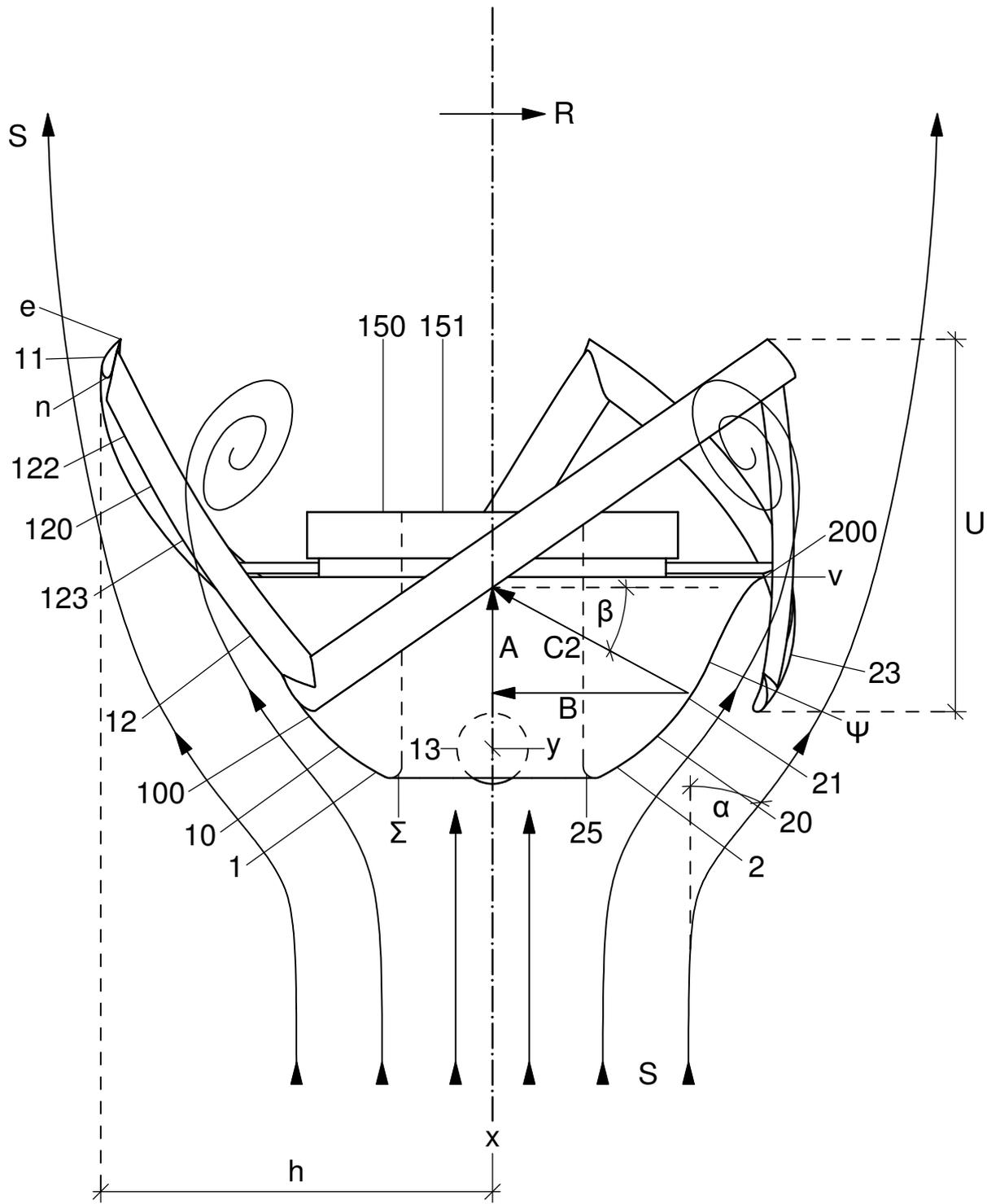


Fig. 3

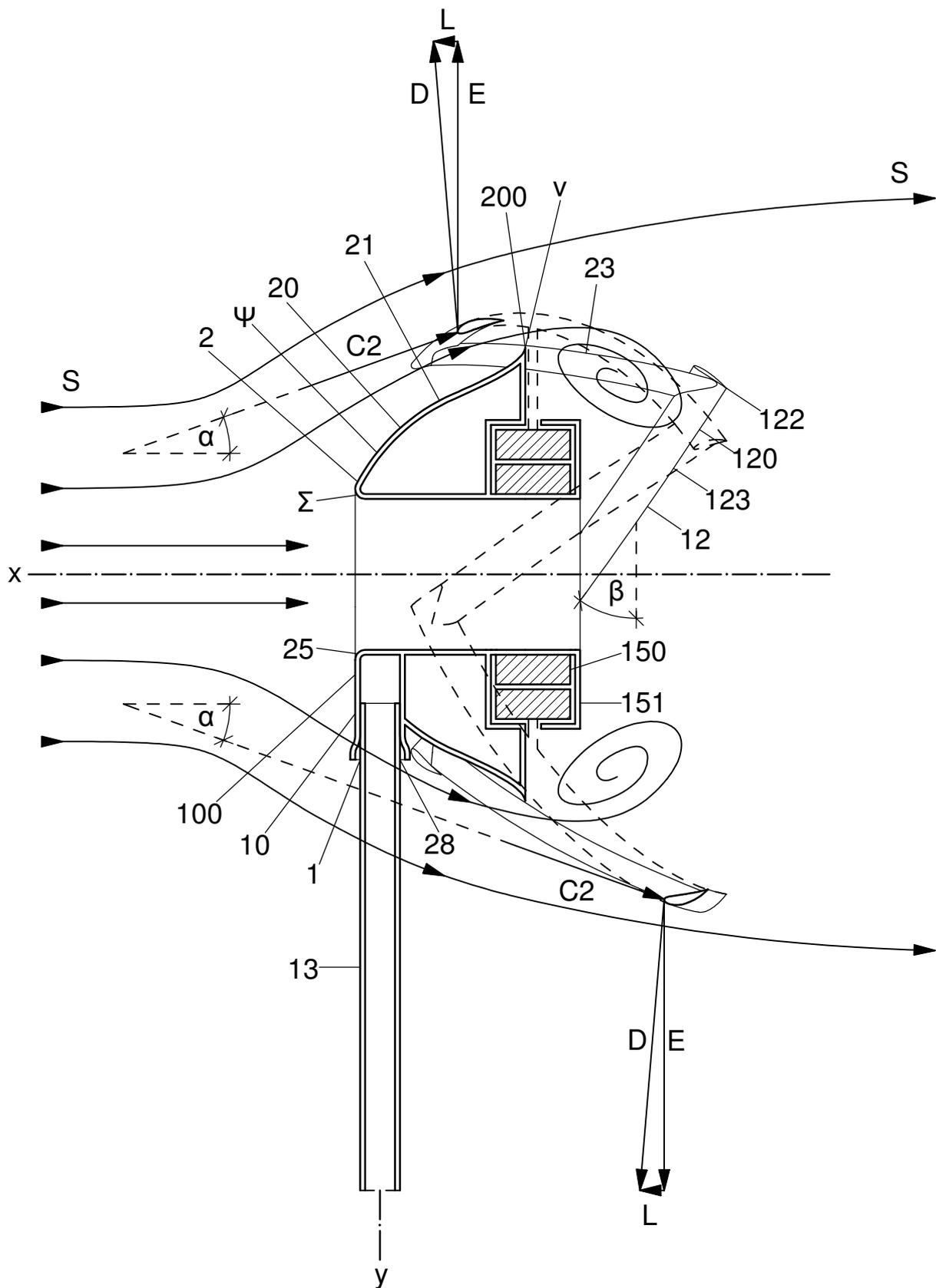


Fig. 4

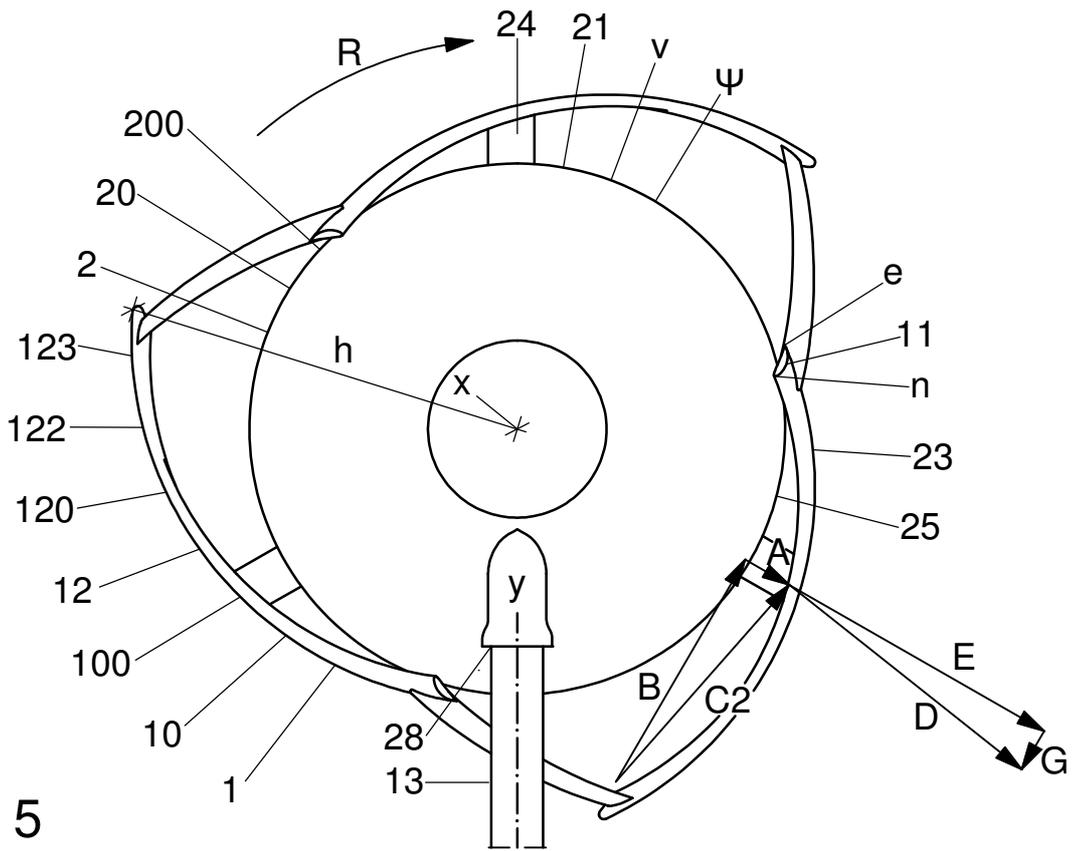


Fig. 5

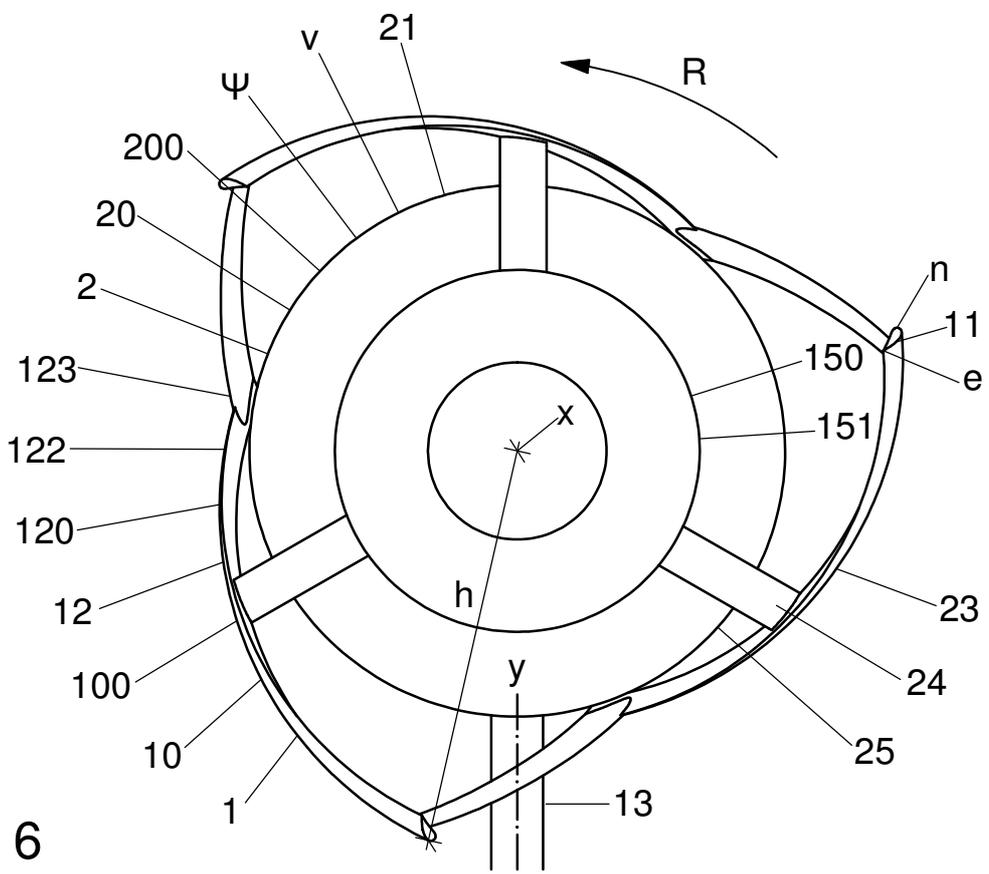


Fig. 6

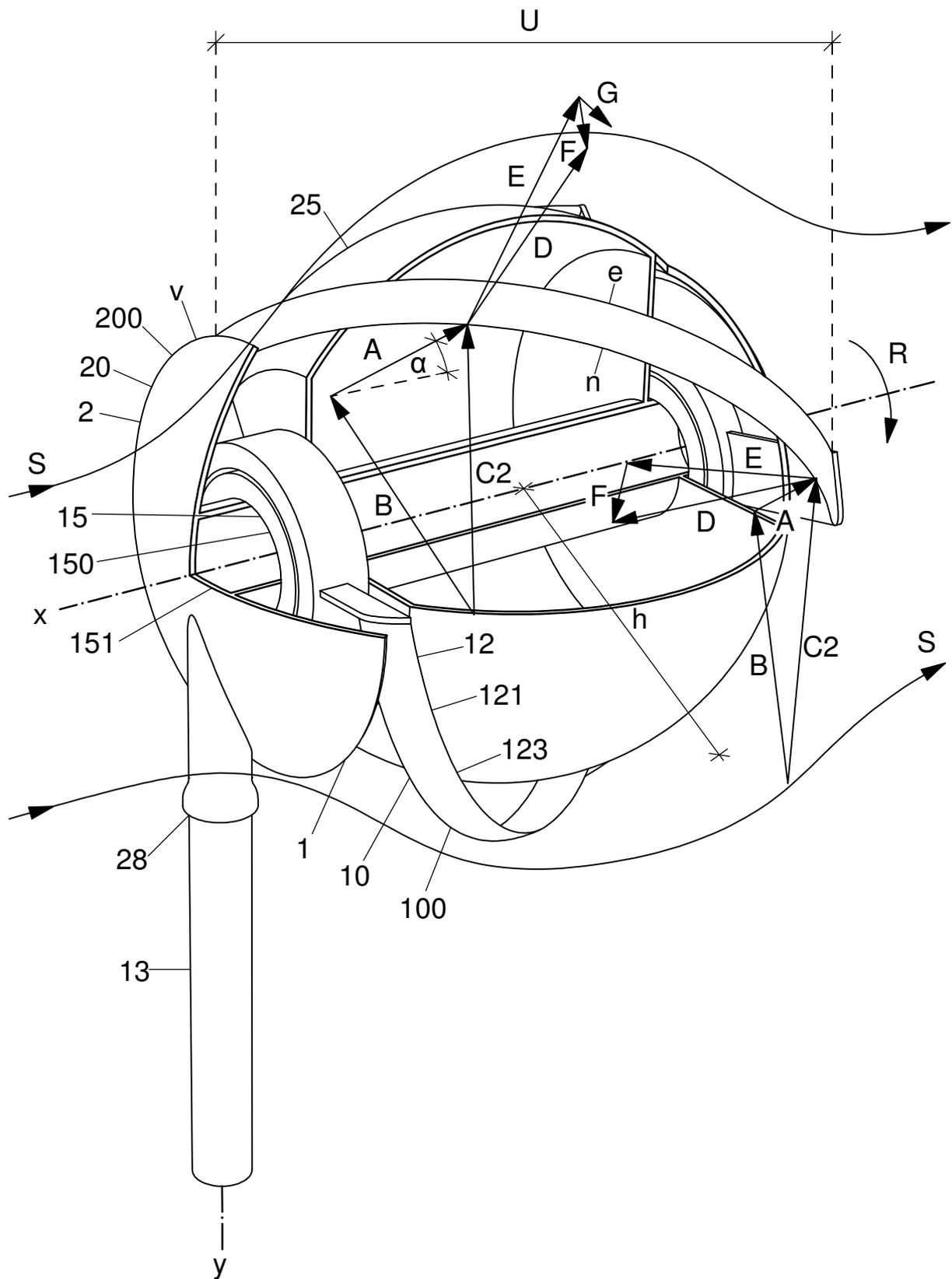


Fig. 8

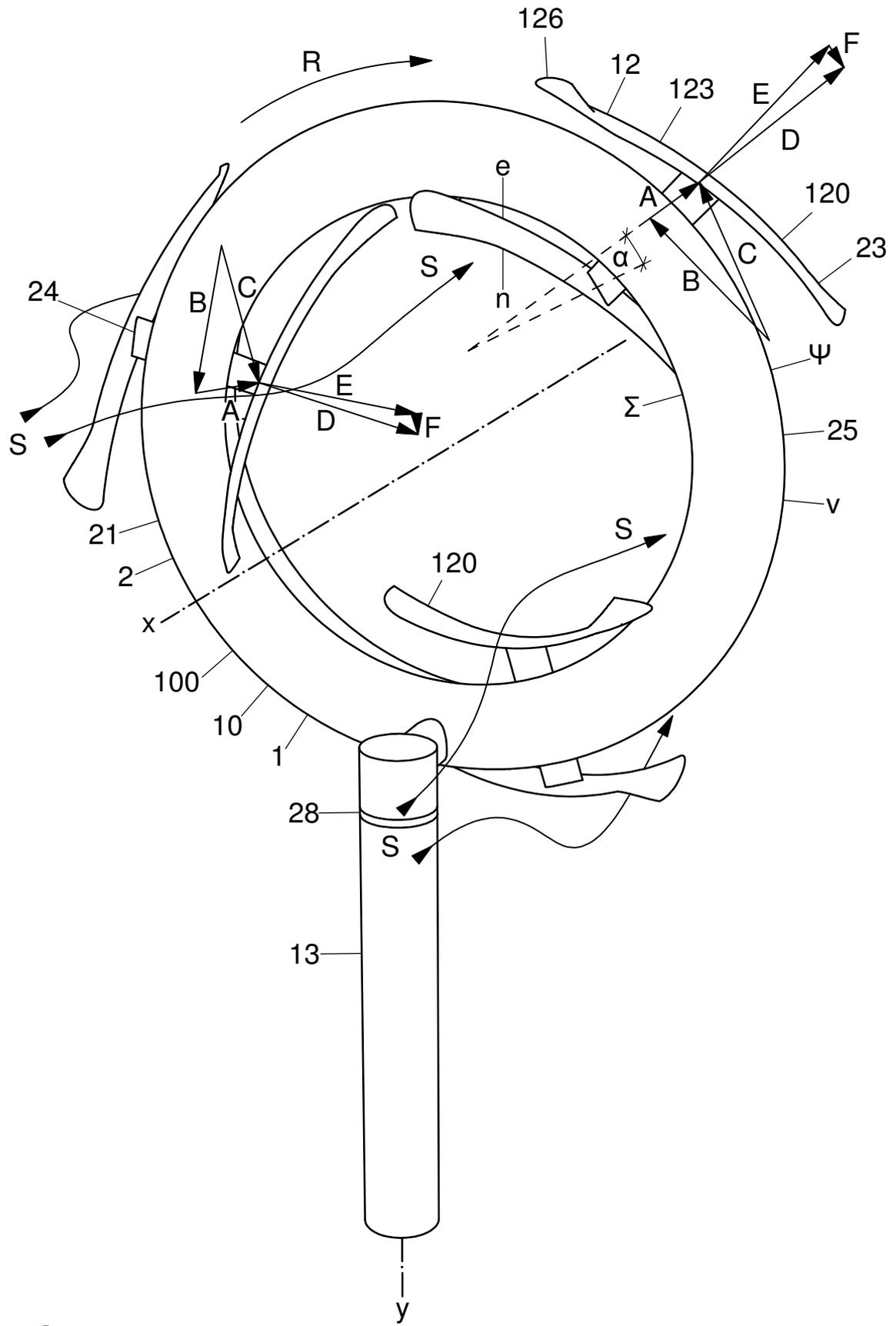


Fig. 9

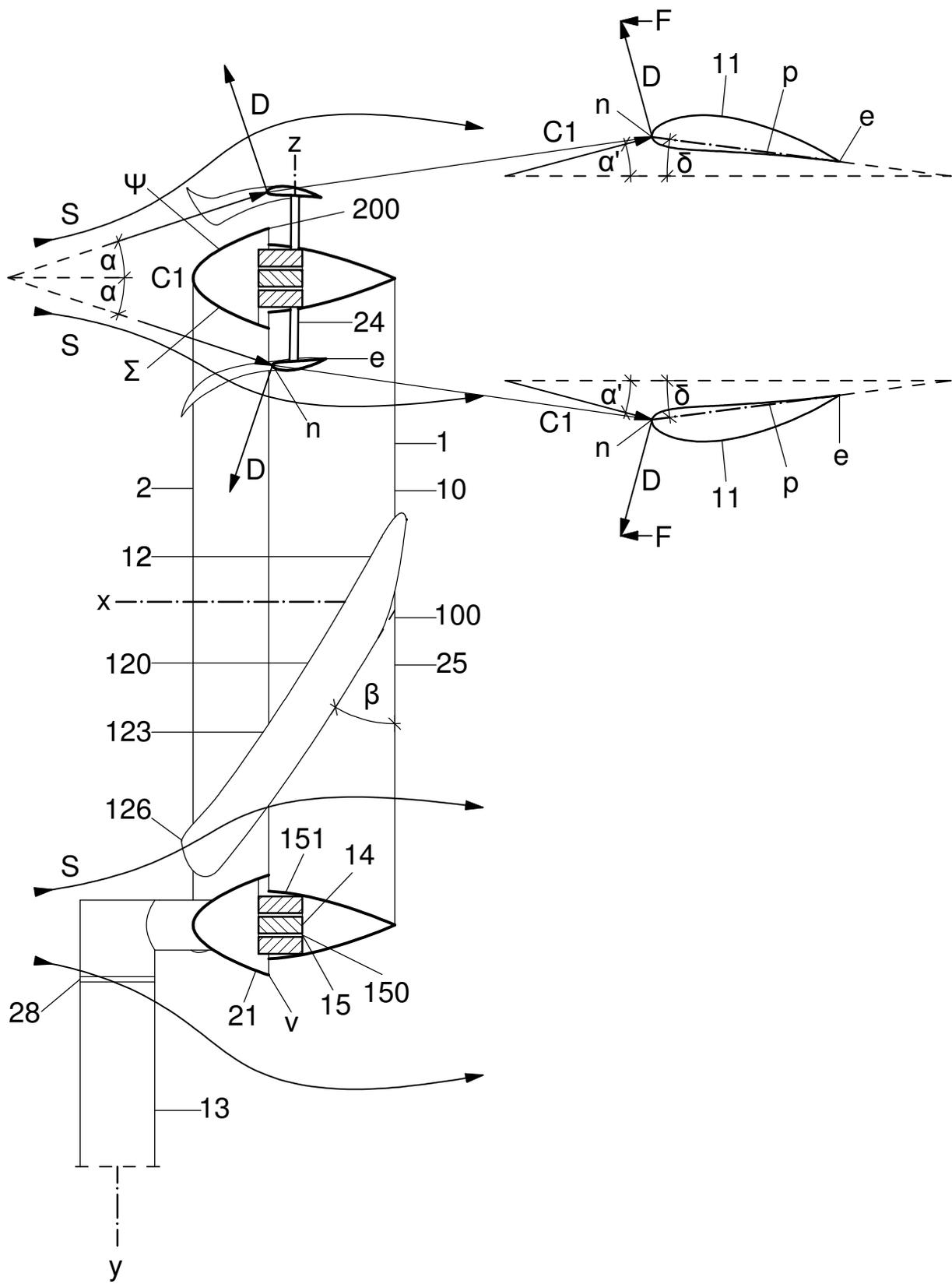


Fig. 10

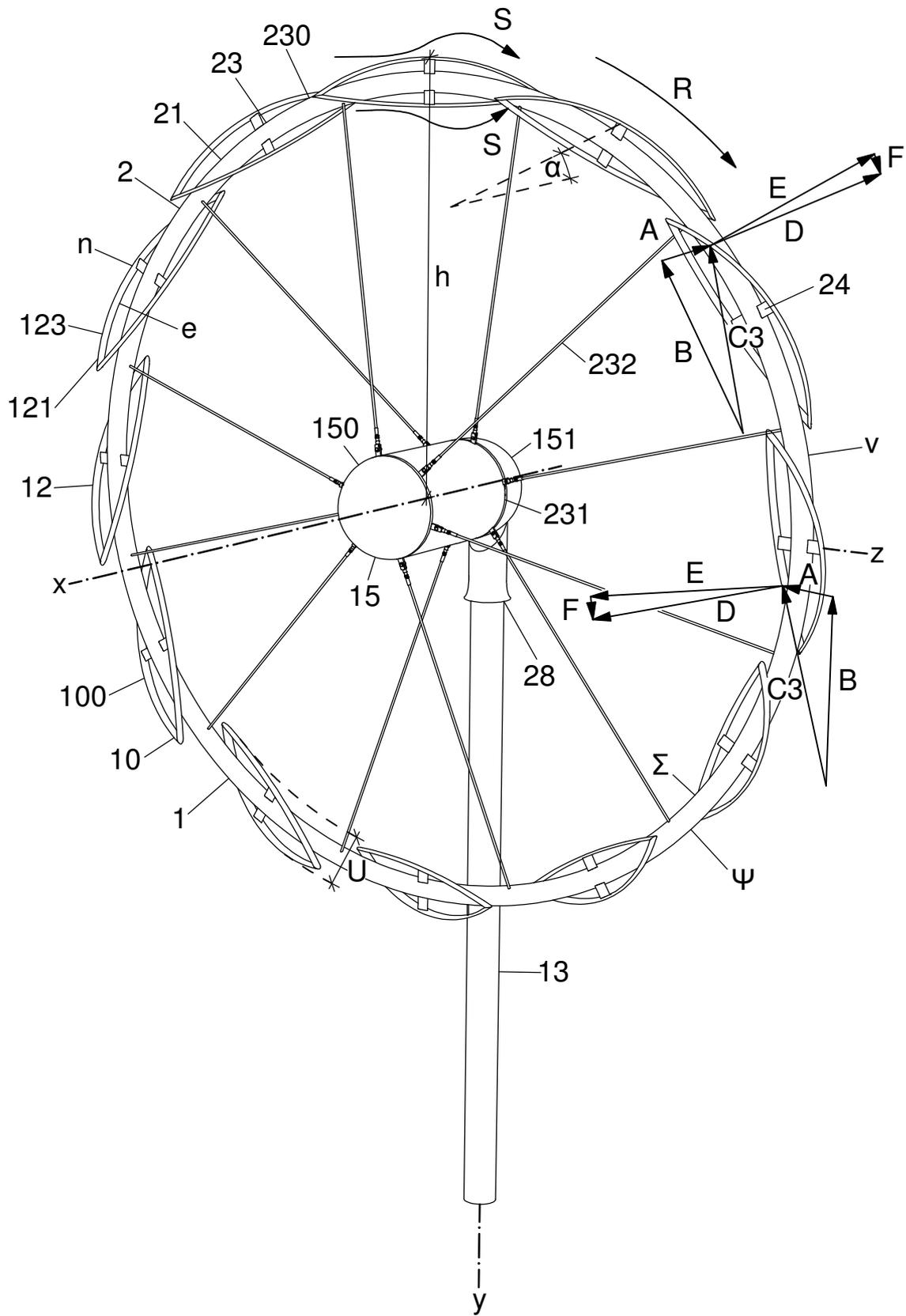


Fig. 11

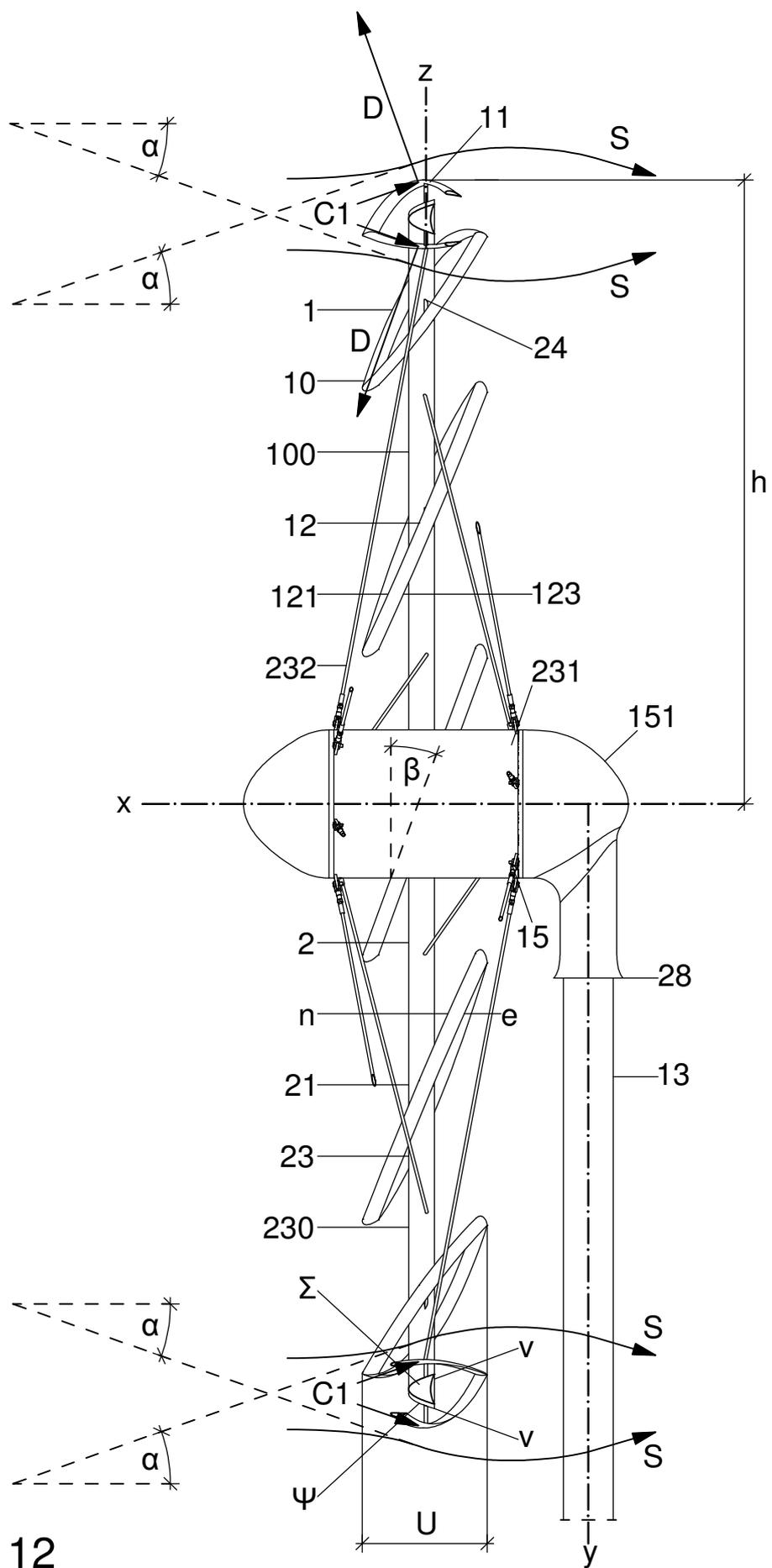


Fig. 12

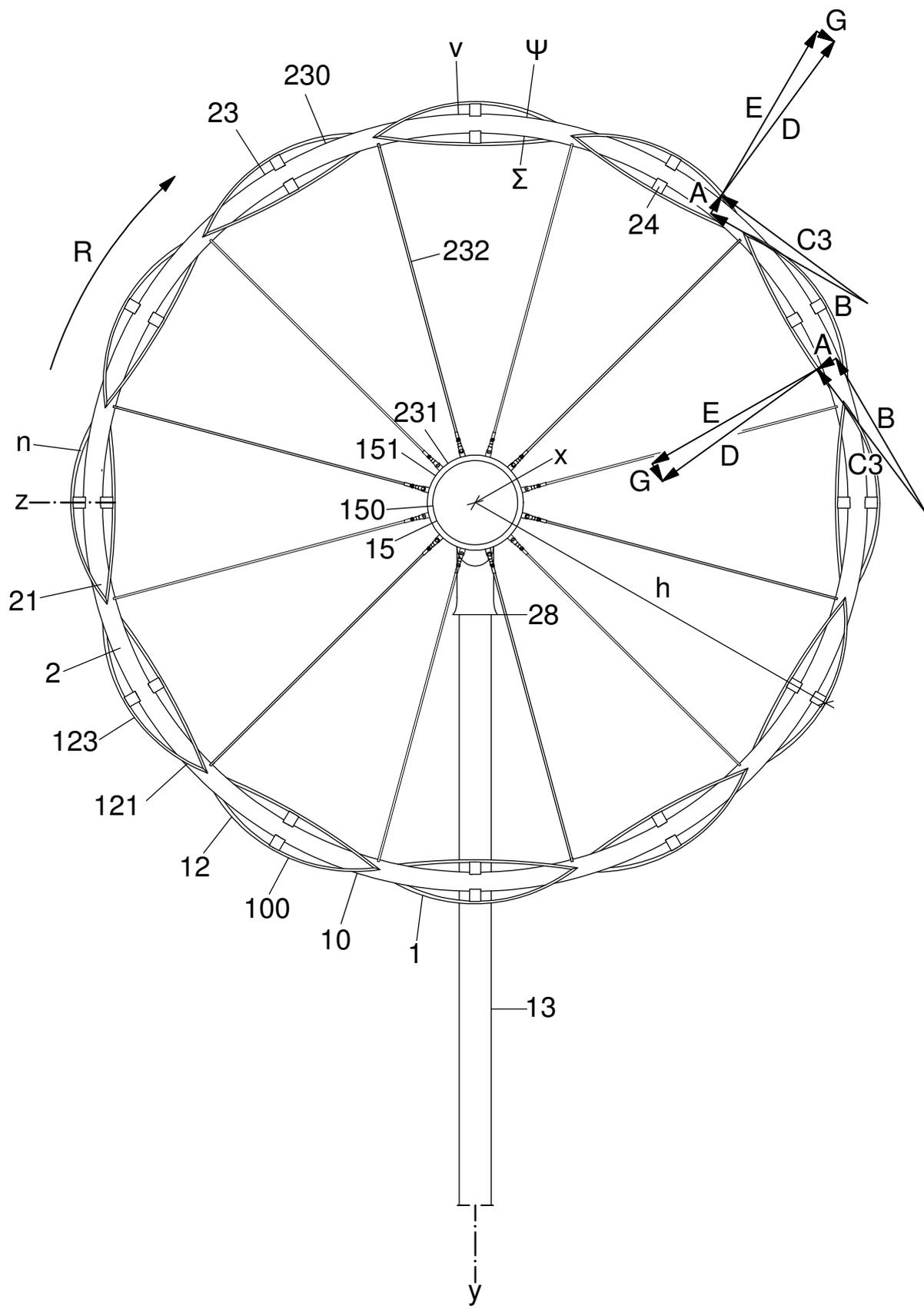


Fig. 13

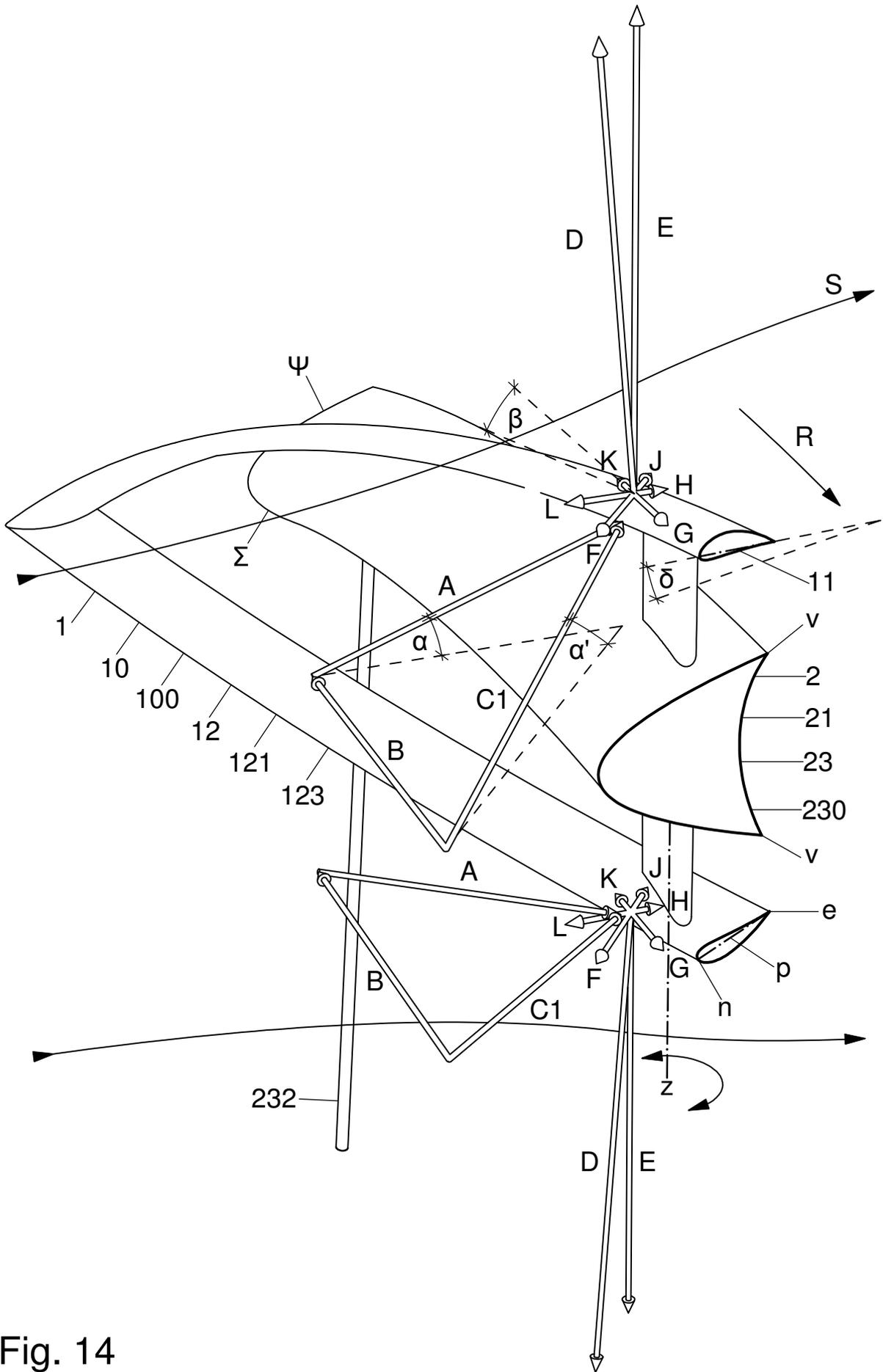


Fig. 14

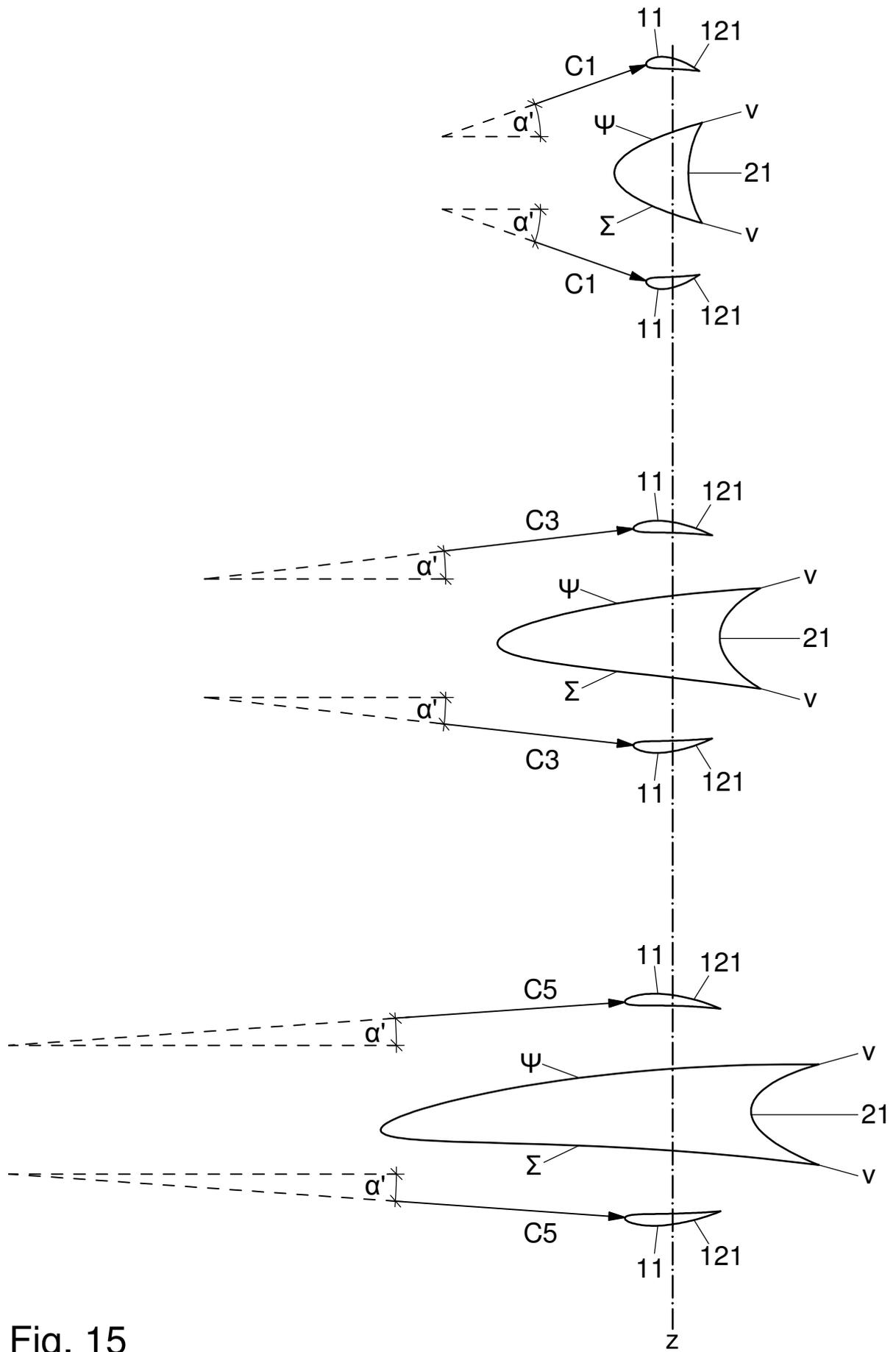


Fig. 15

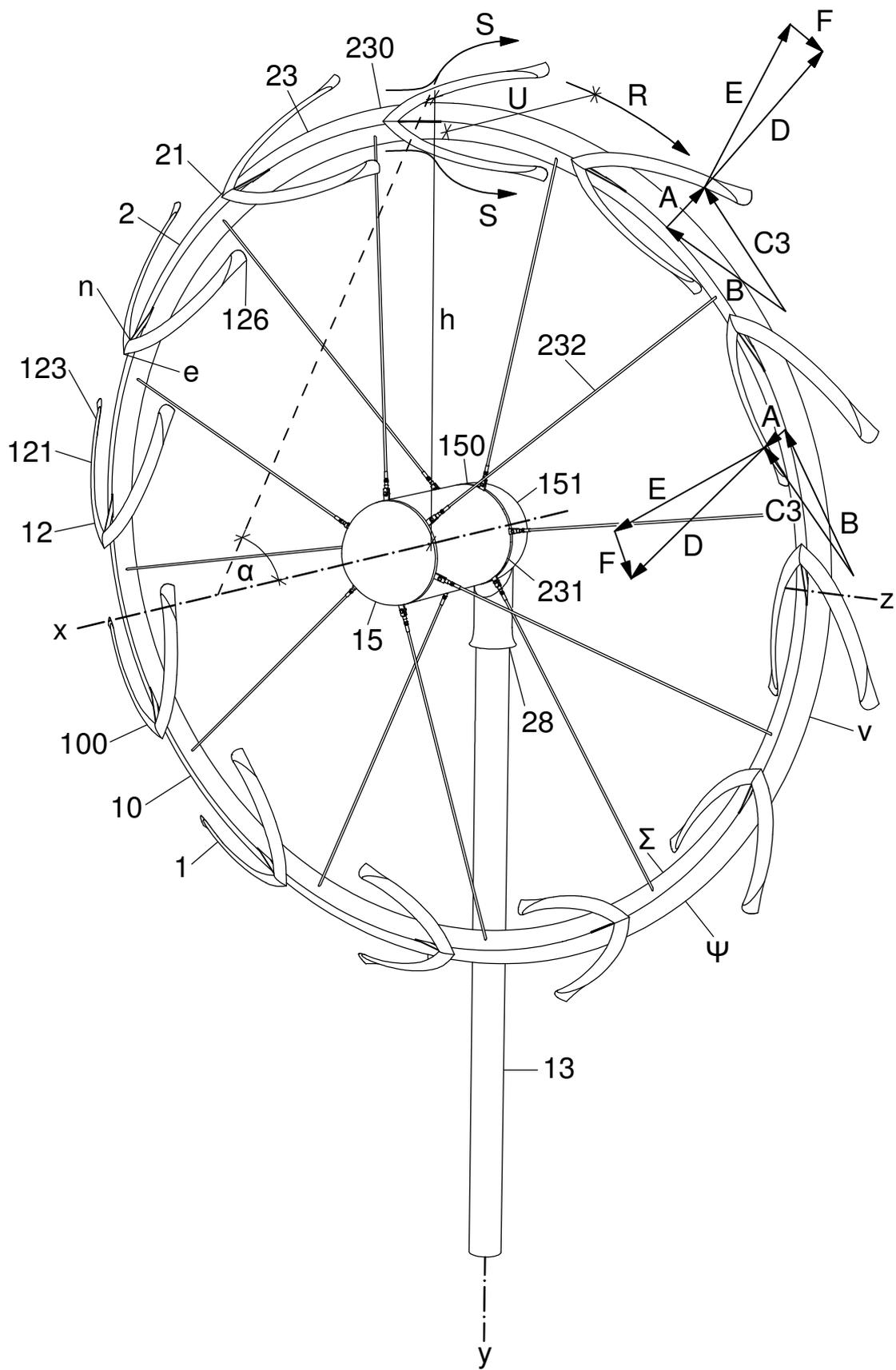


Fig. 16

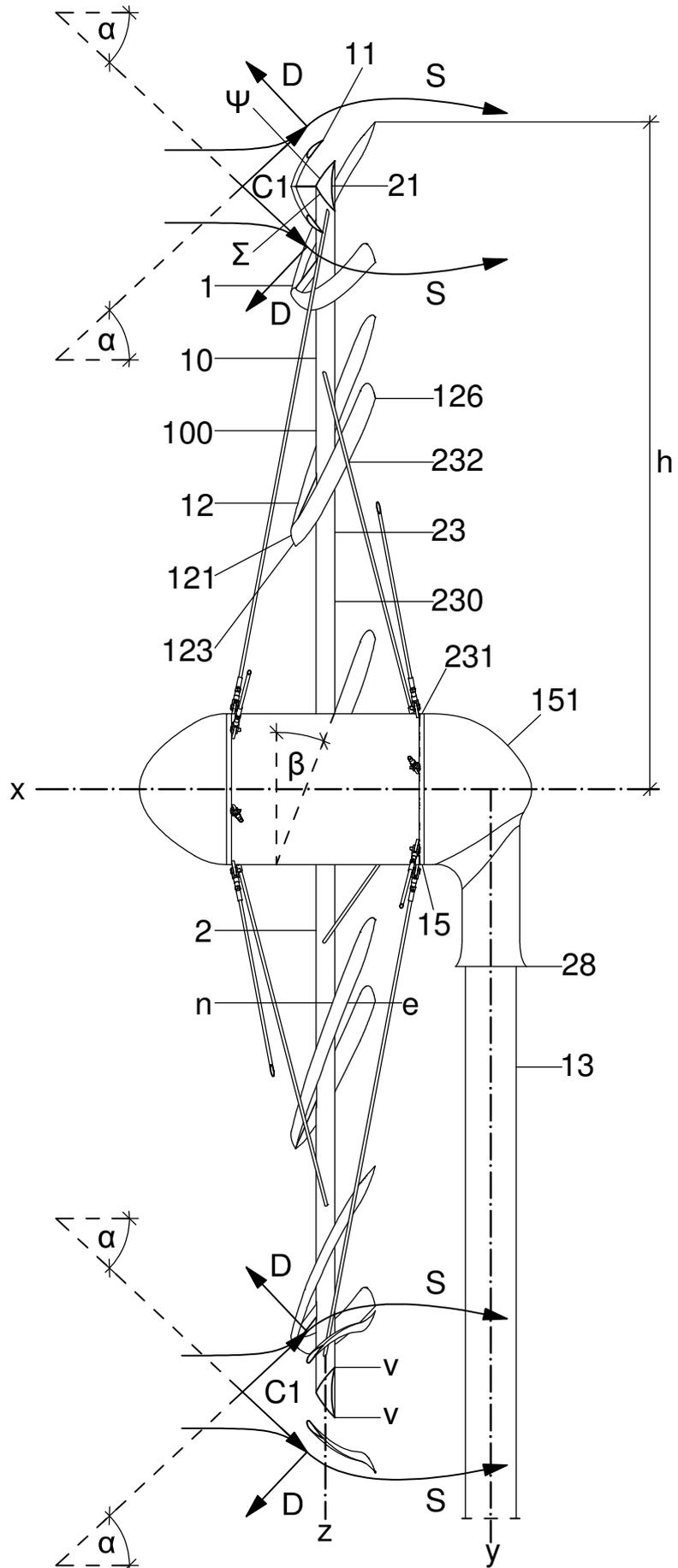


Fig. 17

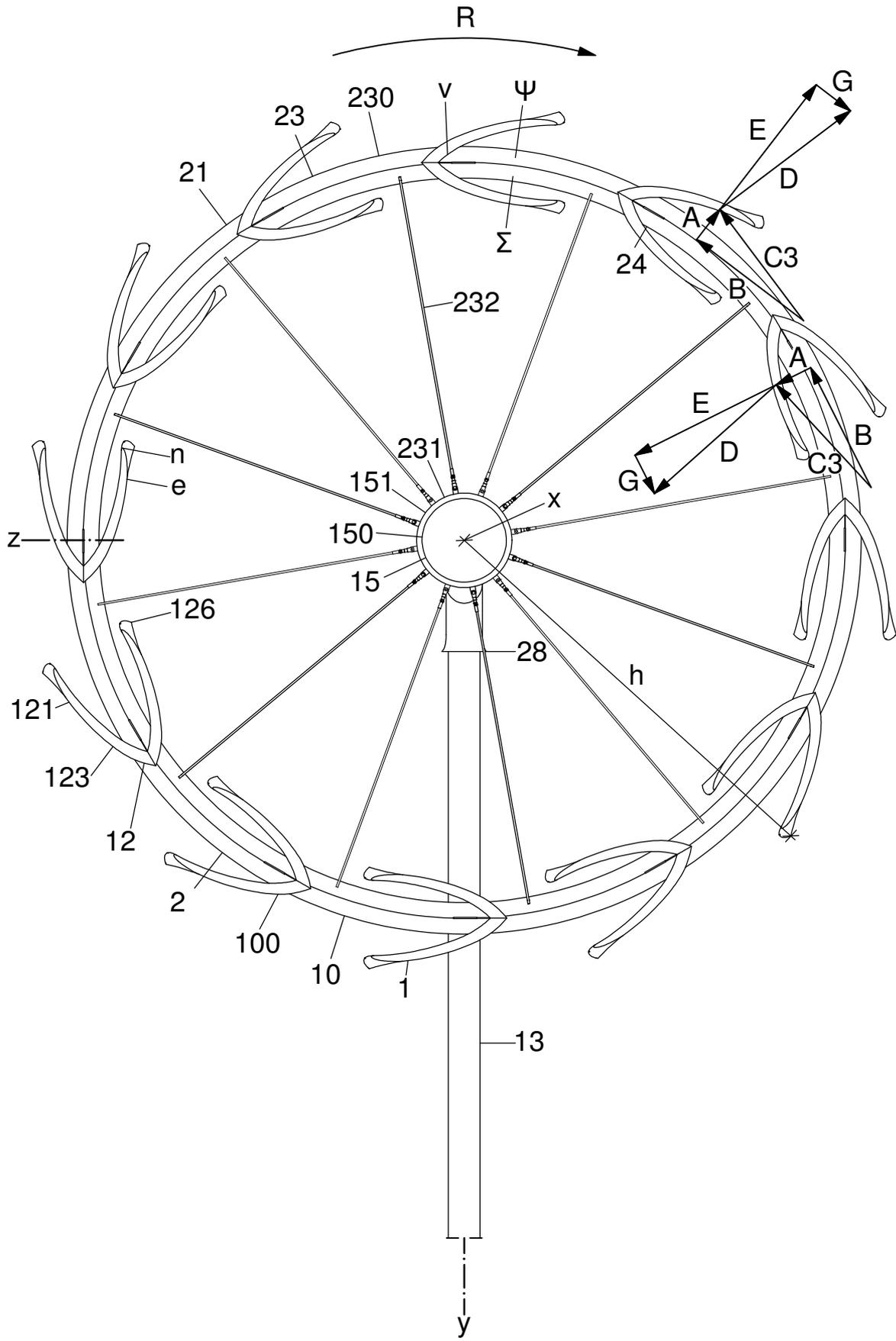


Fig. 18

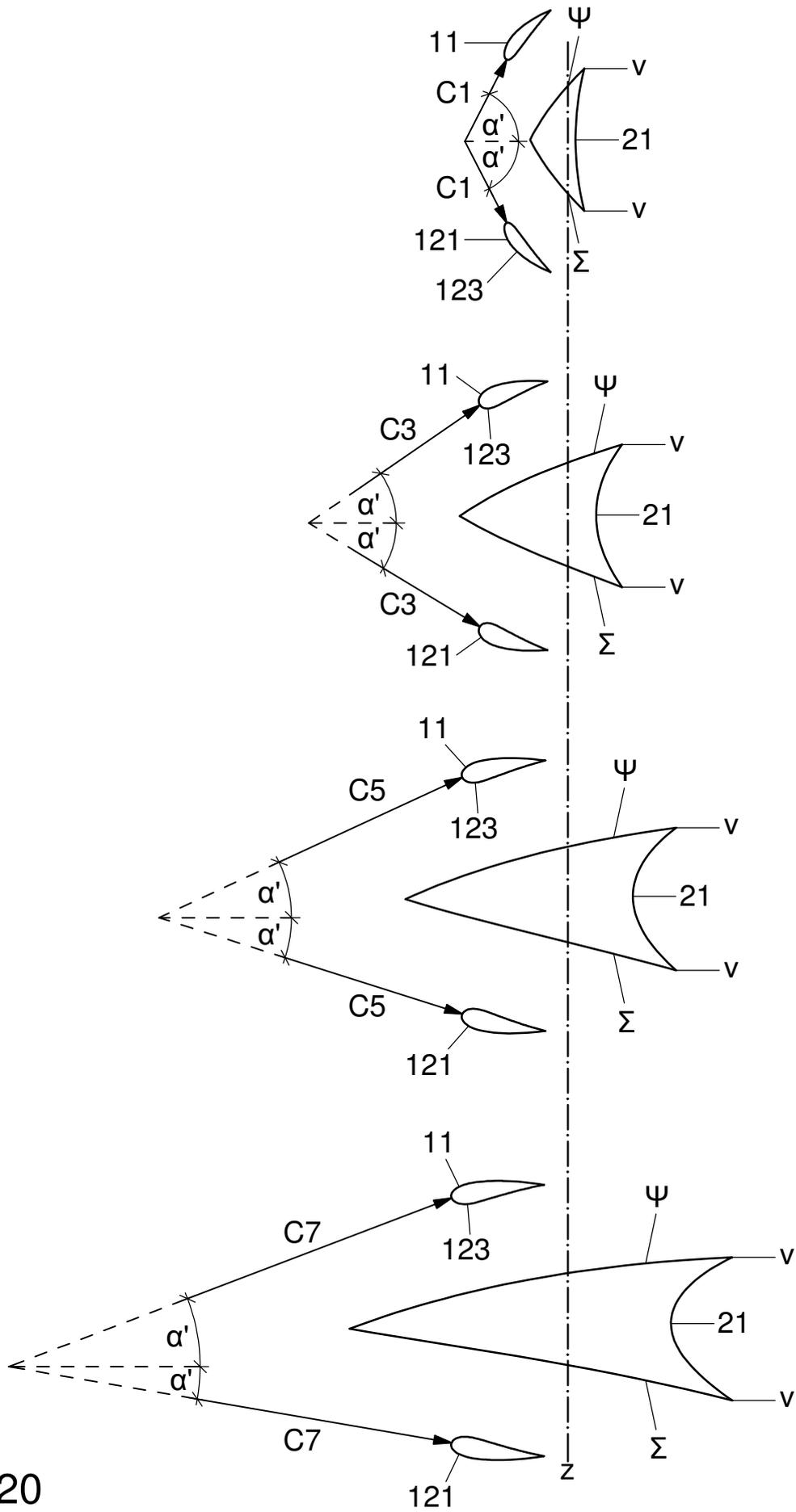


Fig. 20

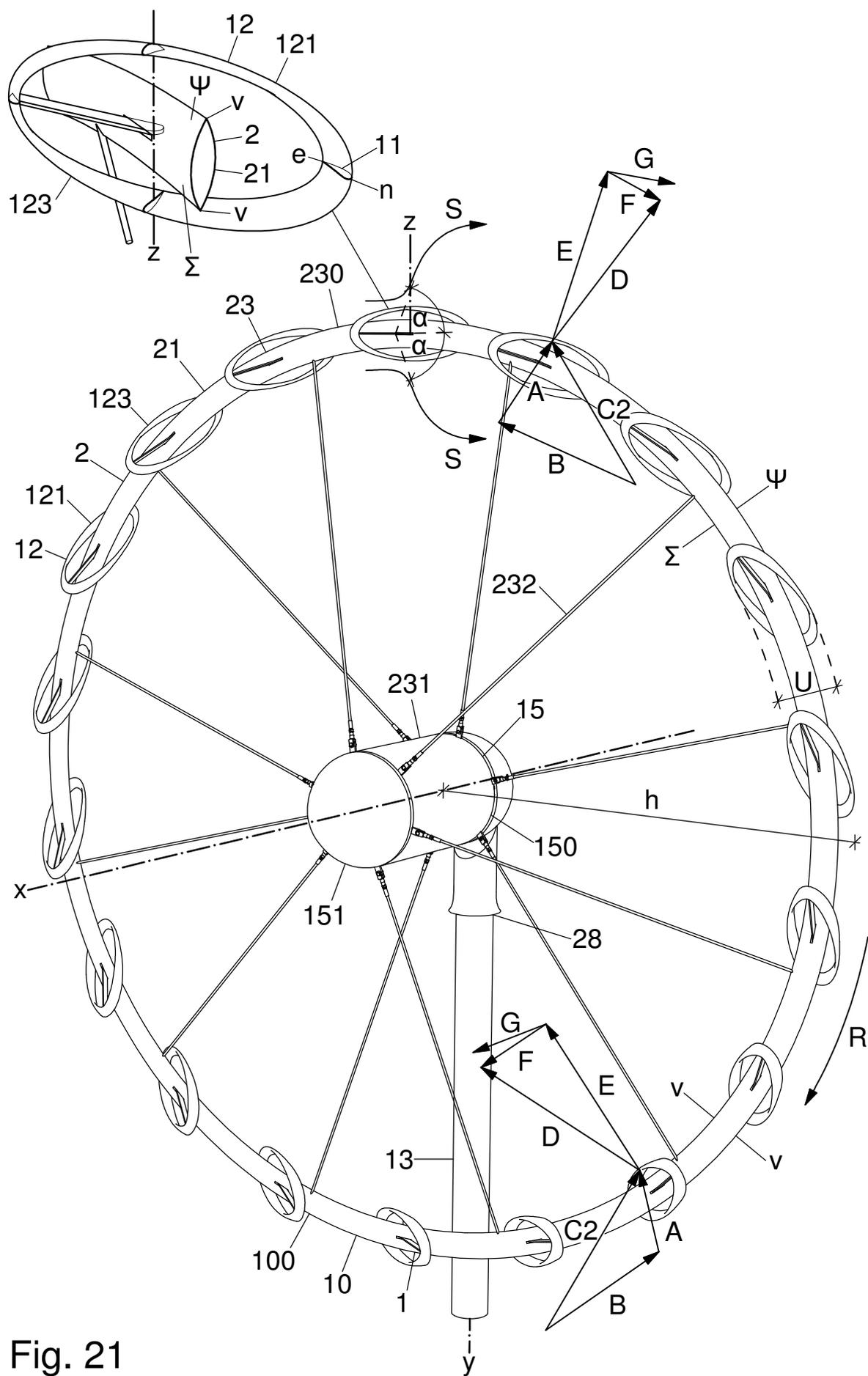


Fig. 21

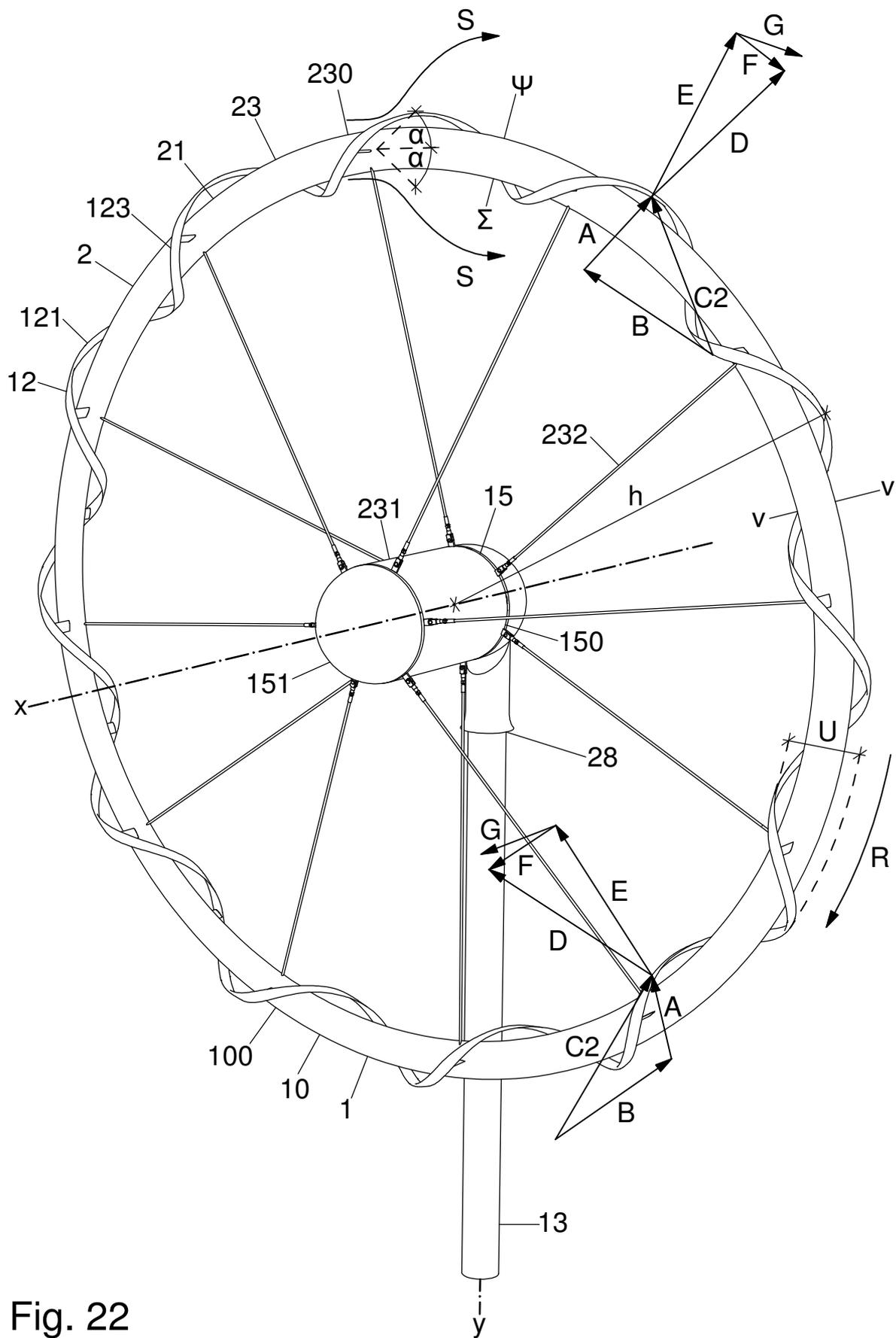


Fig. 22

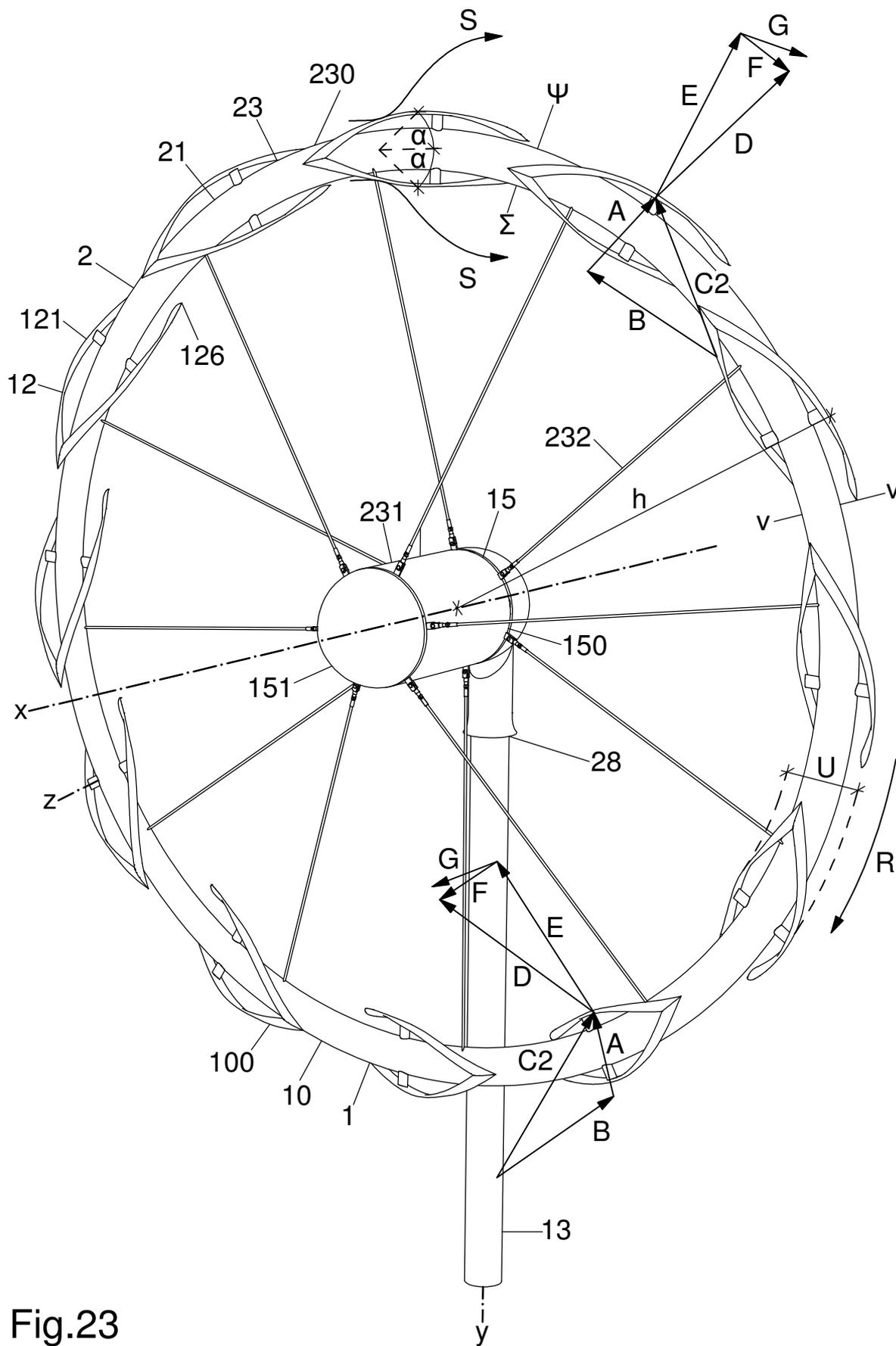


Fig.23

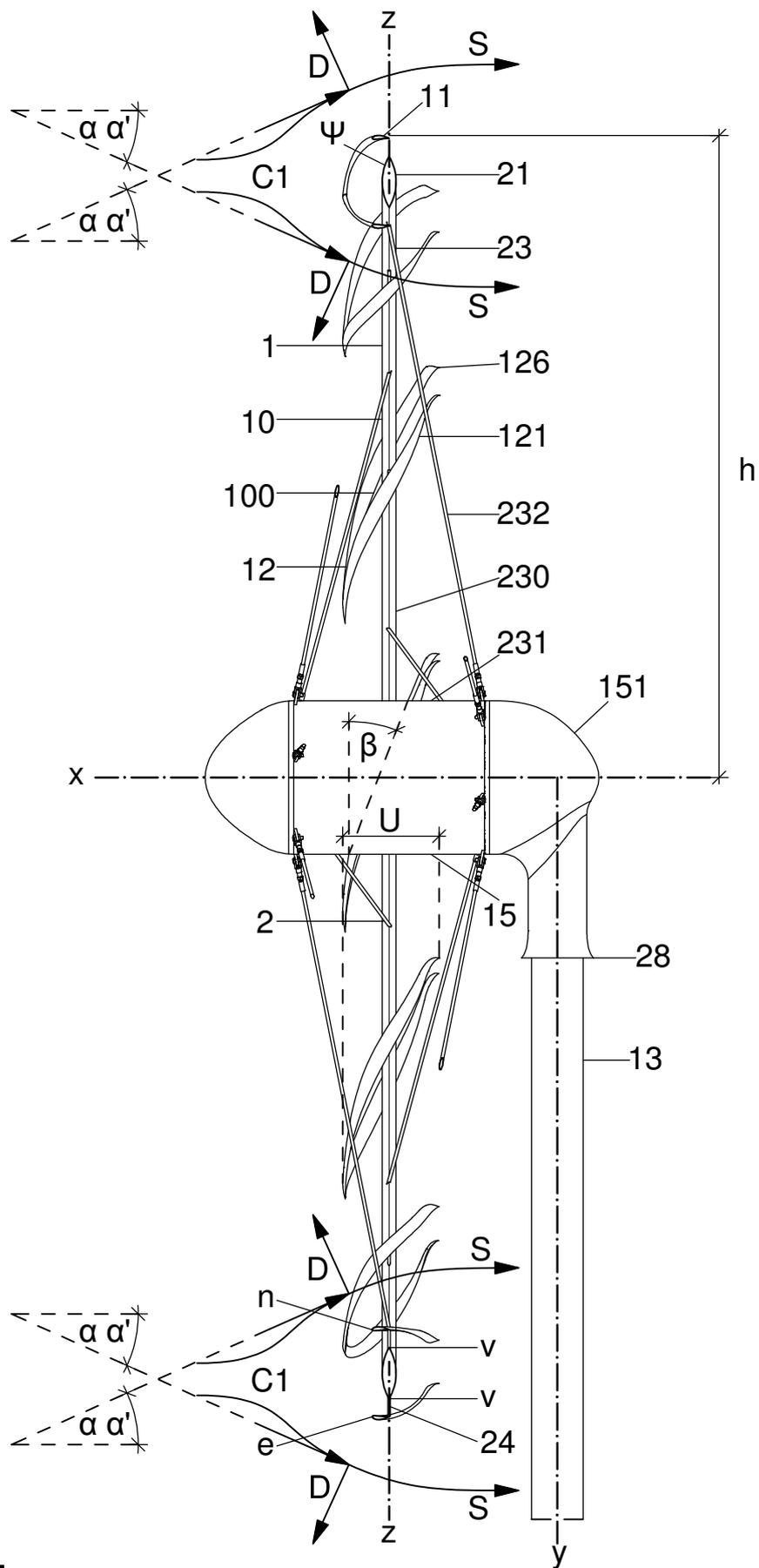


Fig. 24

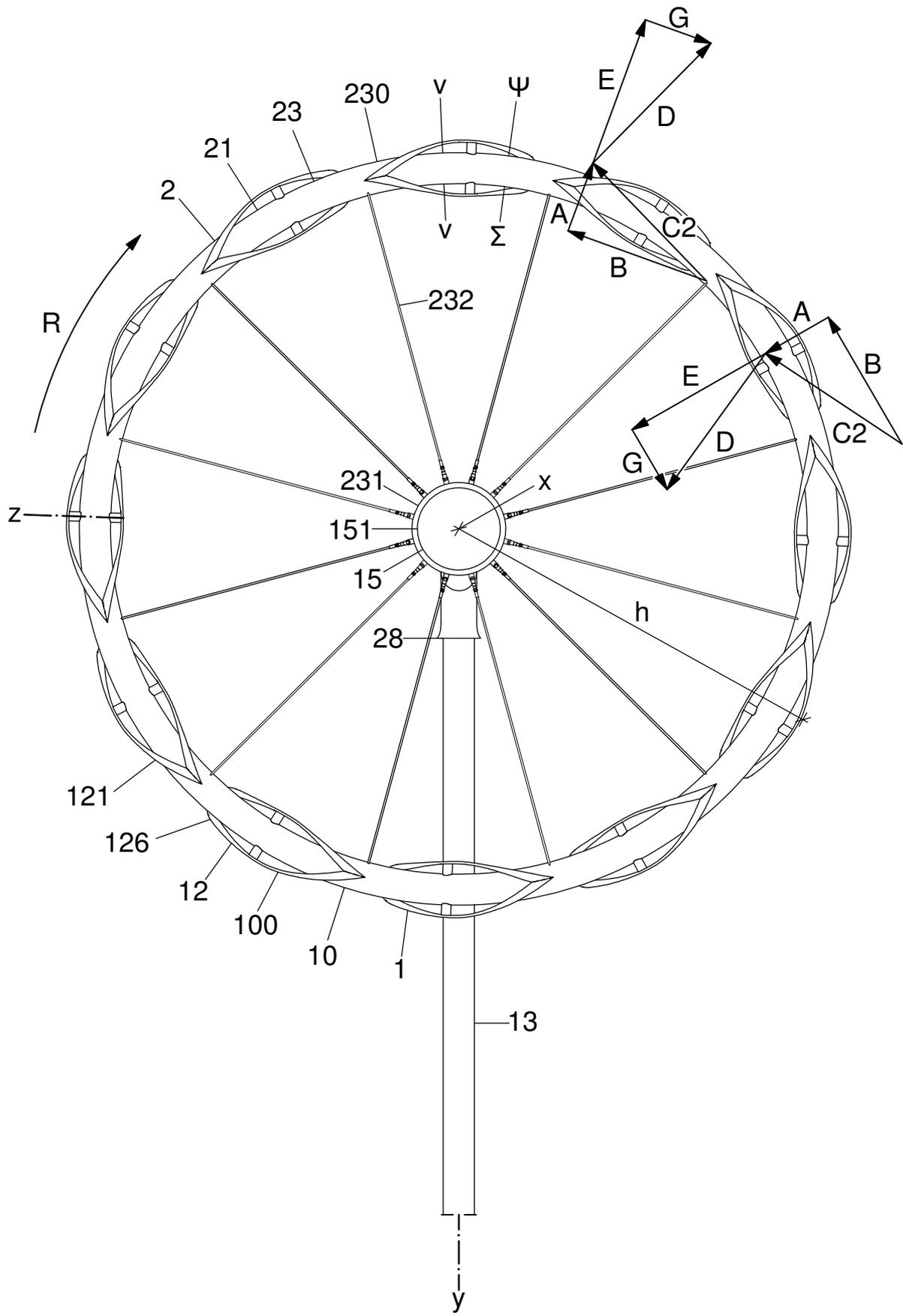


Fig. 25

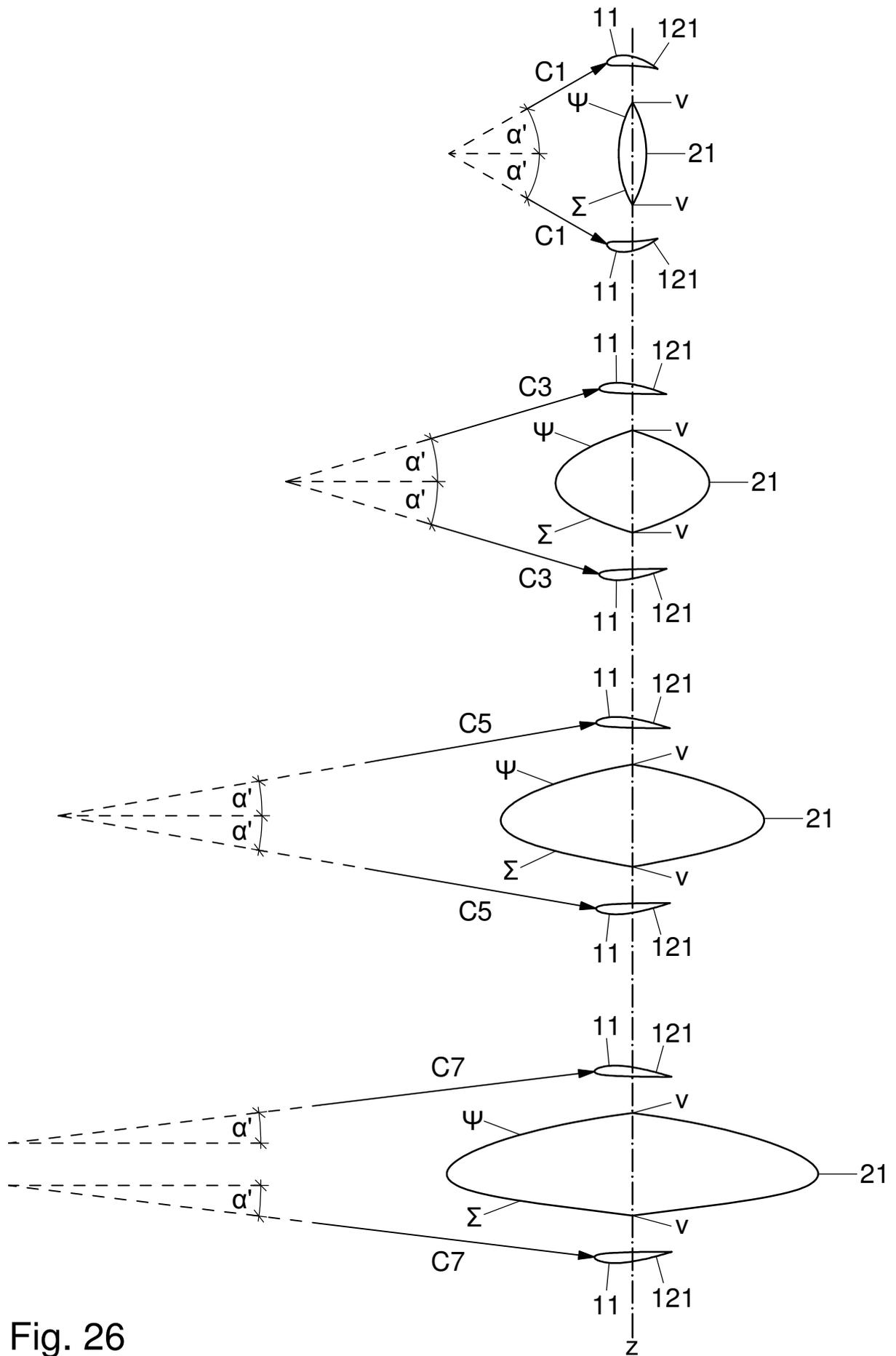


Fig. 26

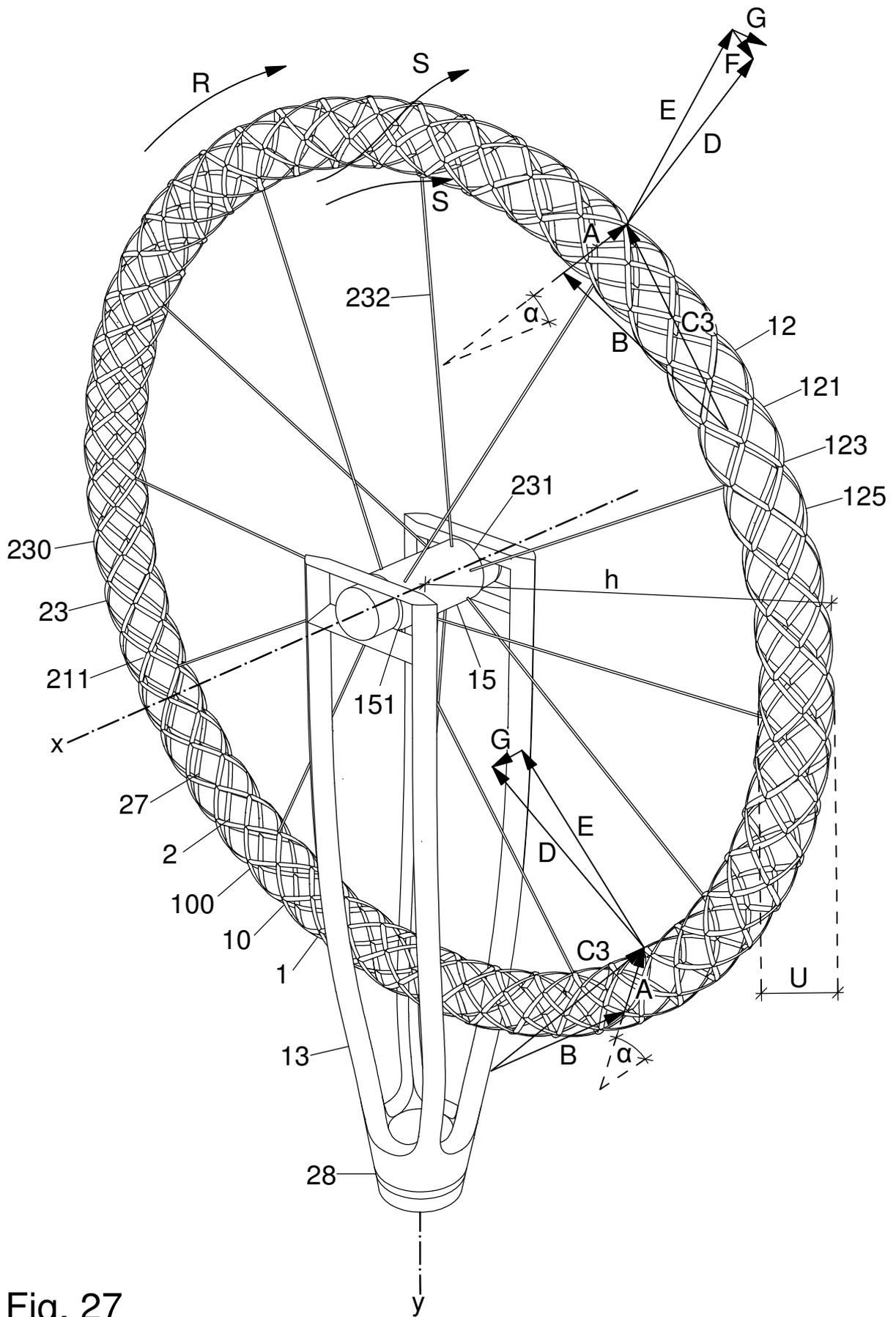


Fig. 27

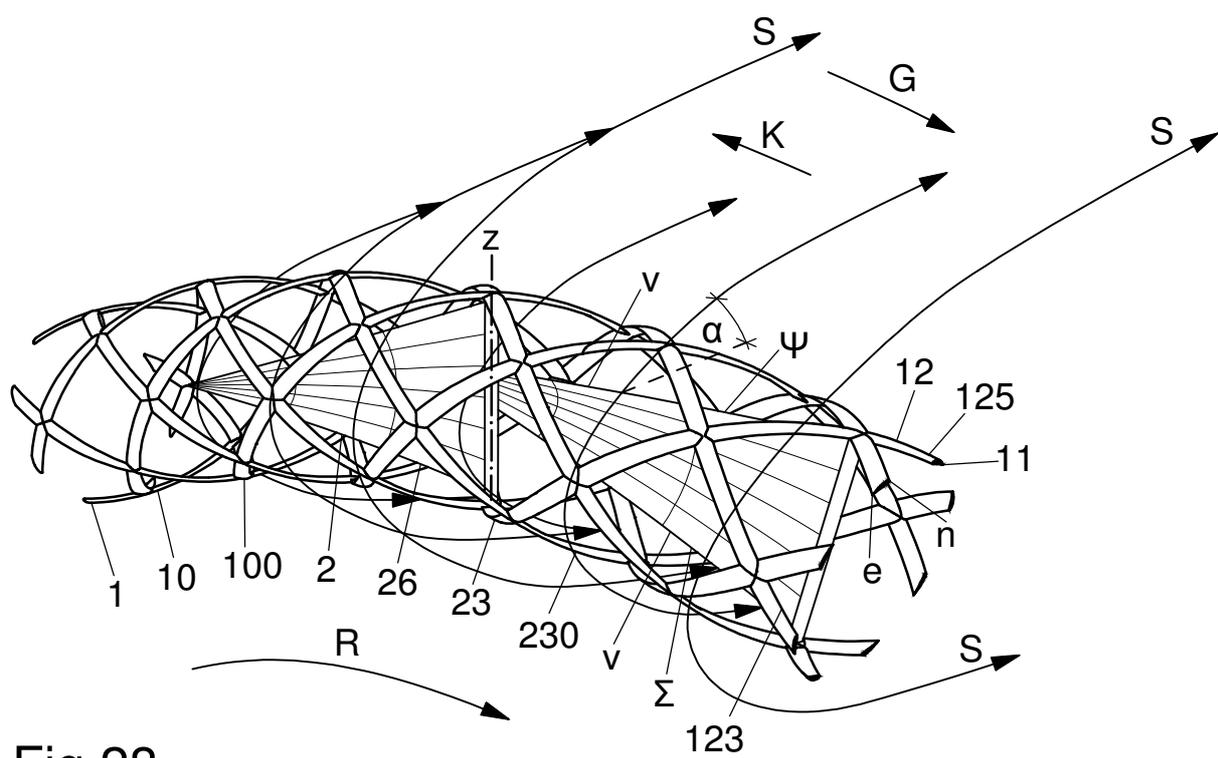


Fig.28

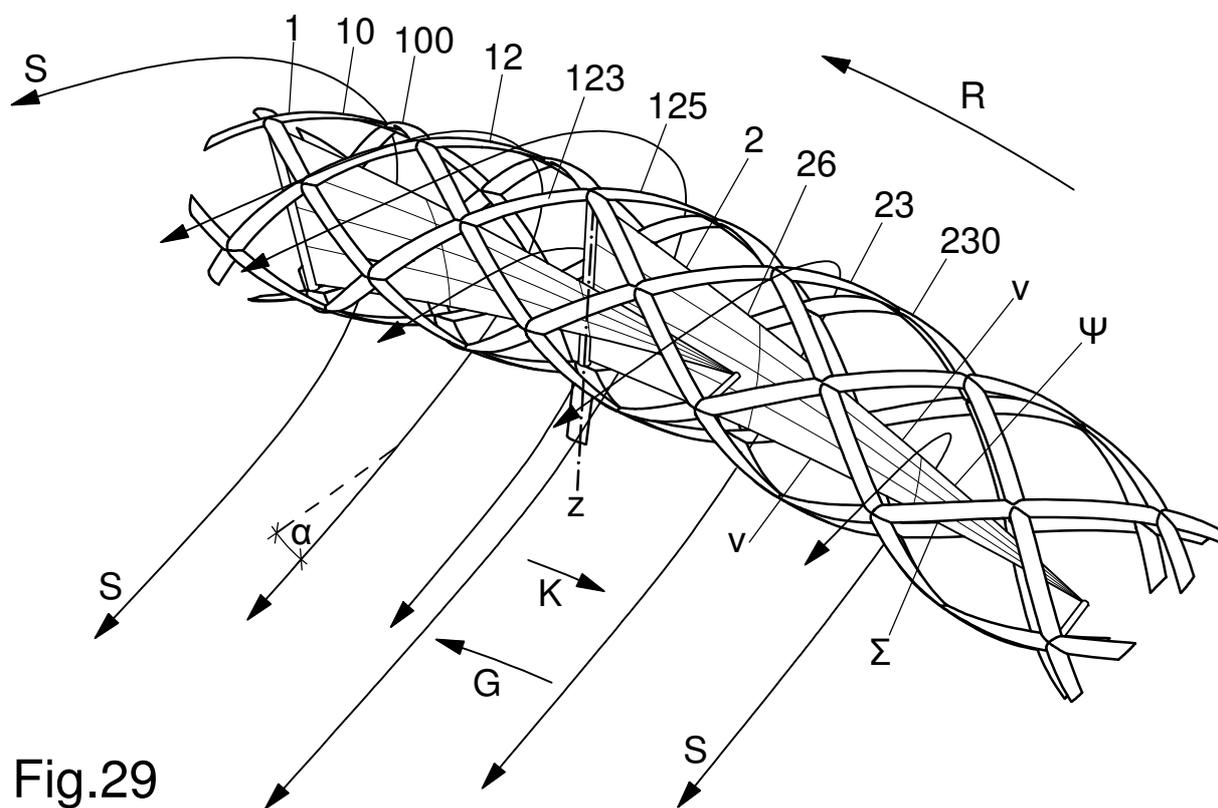


Fig.29

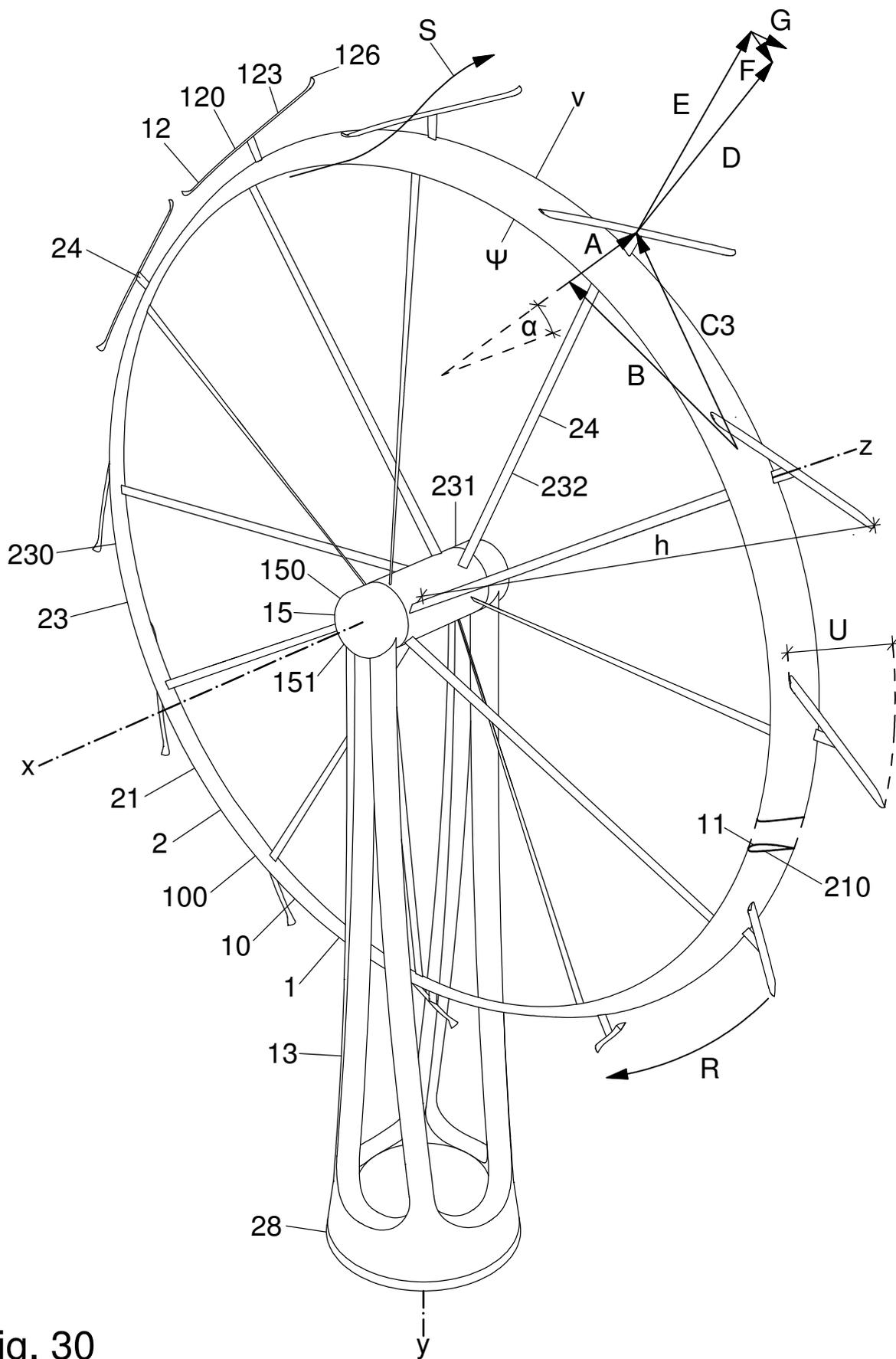


Fig. 30

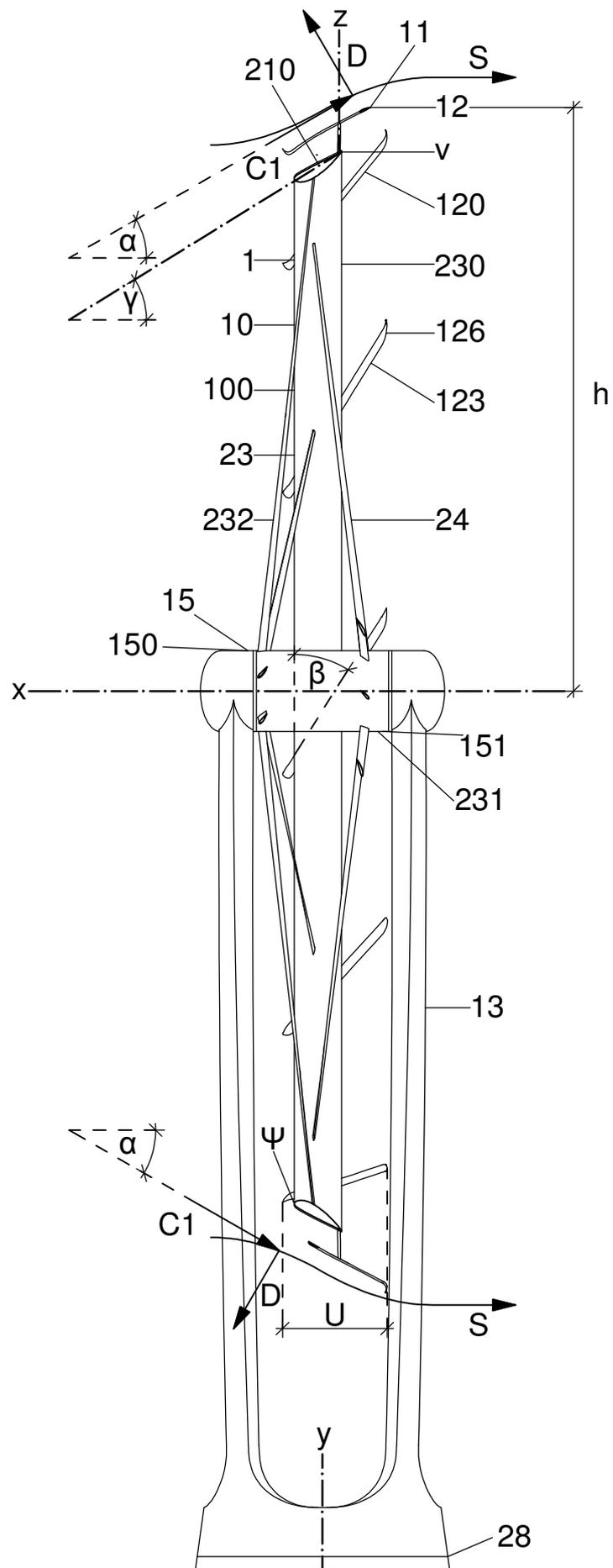


Fig. 31

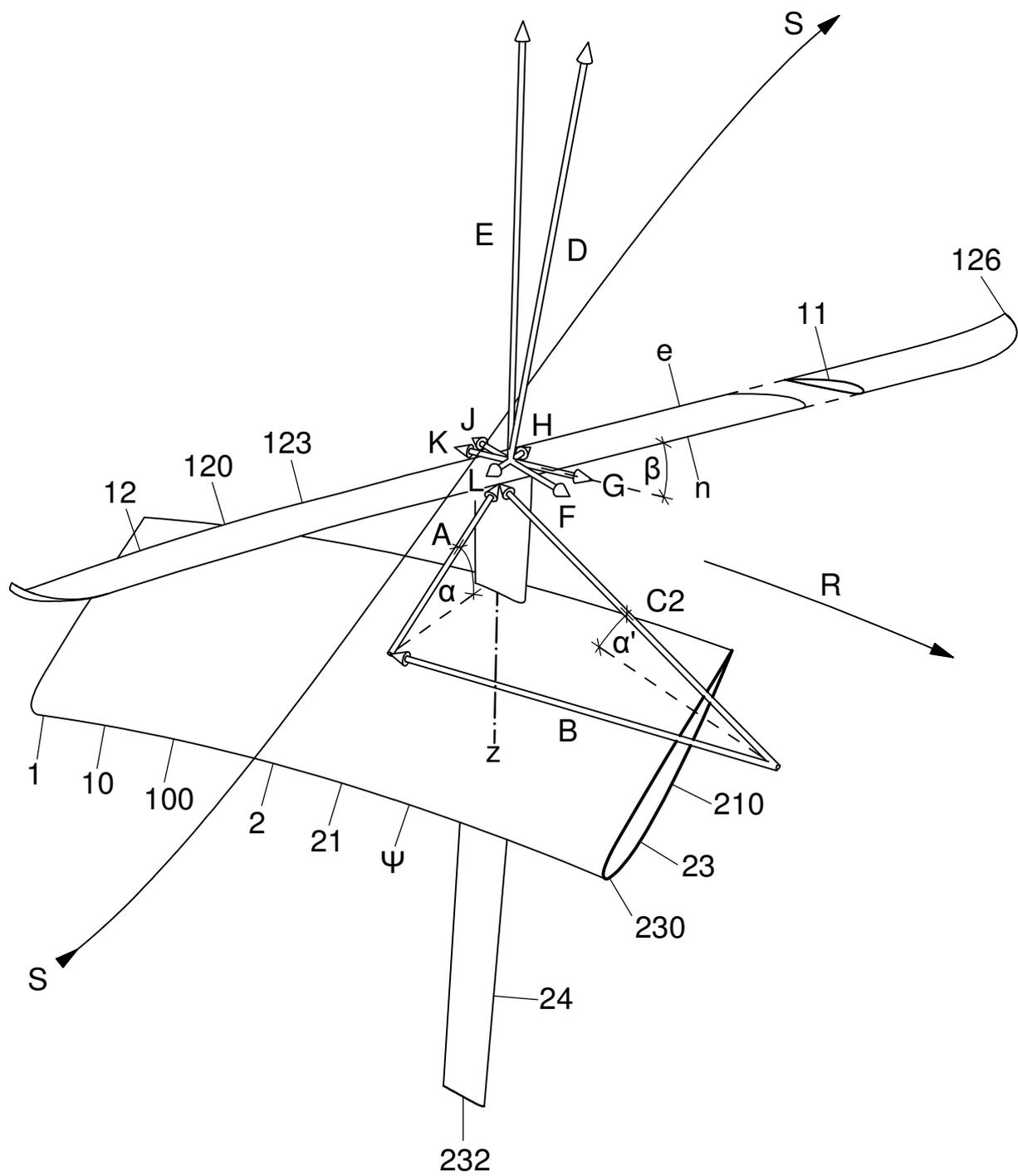


Fig. 32

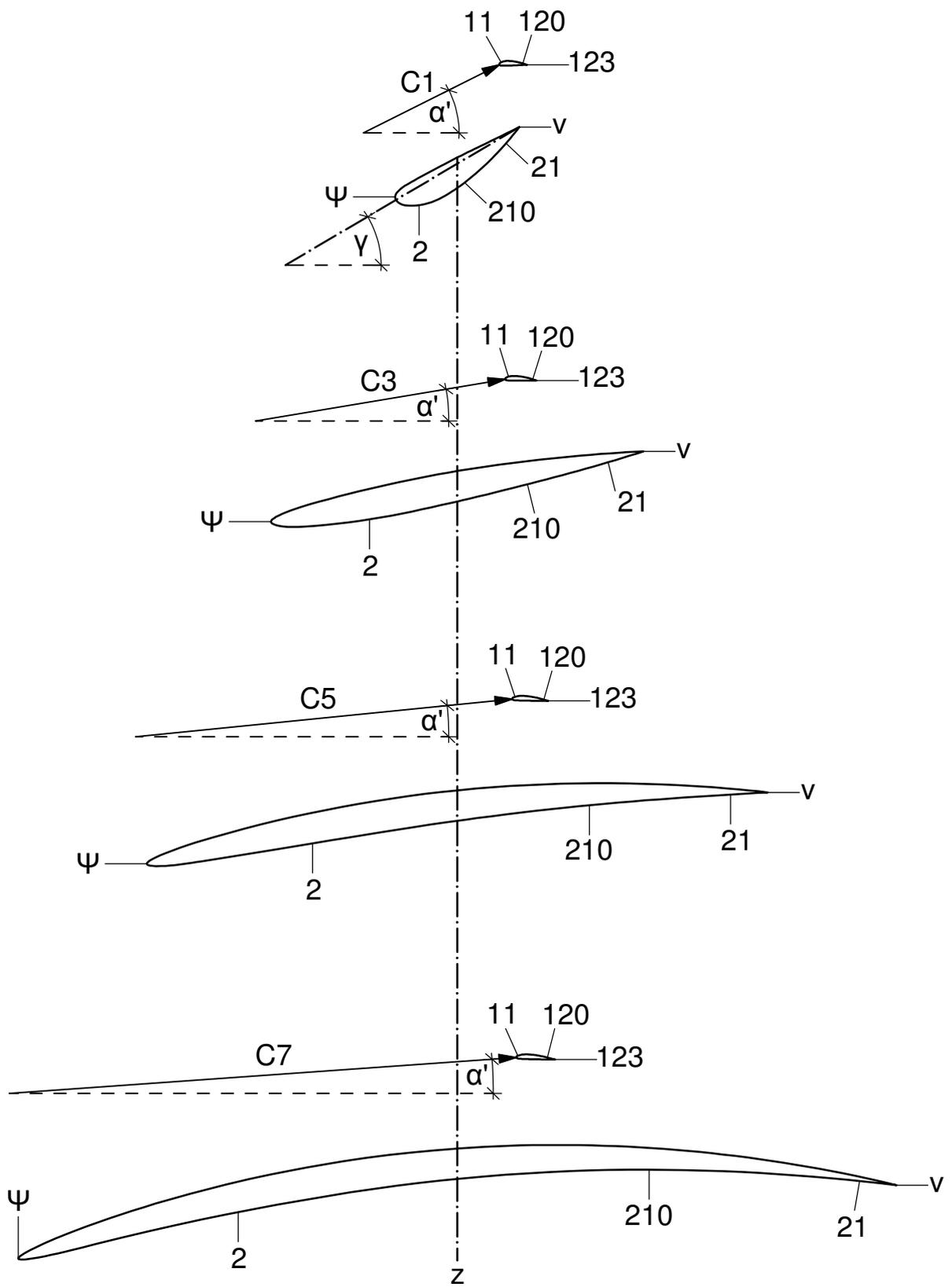


Fig. 33

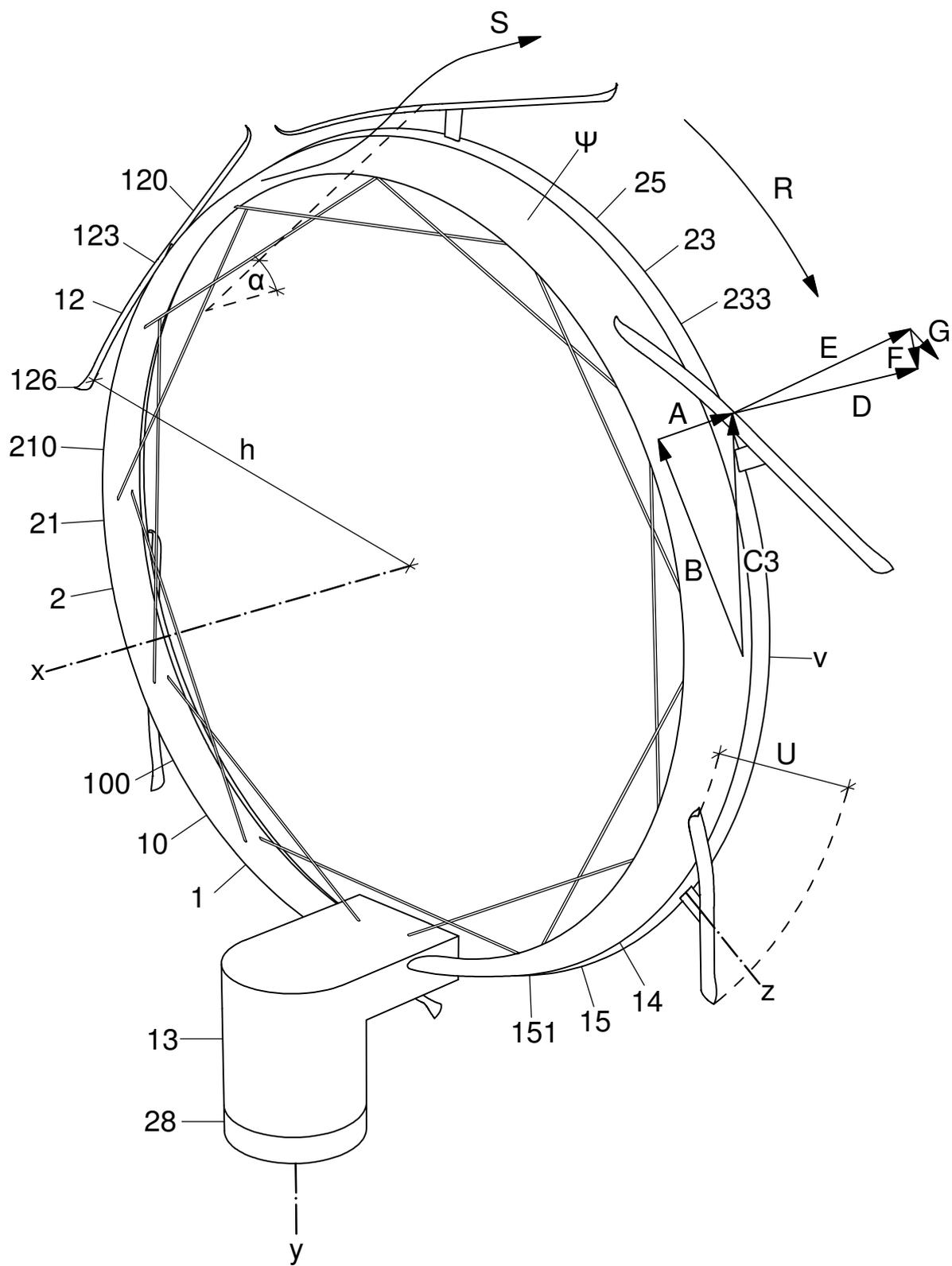


Fig. 34

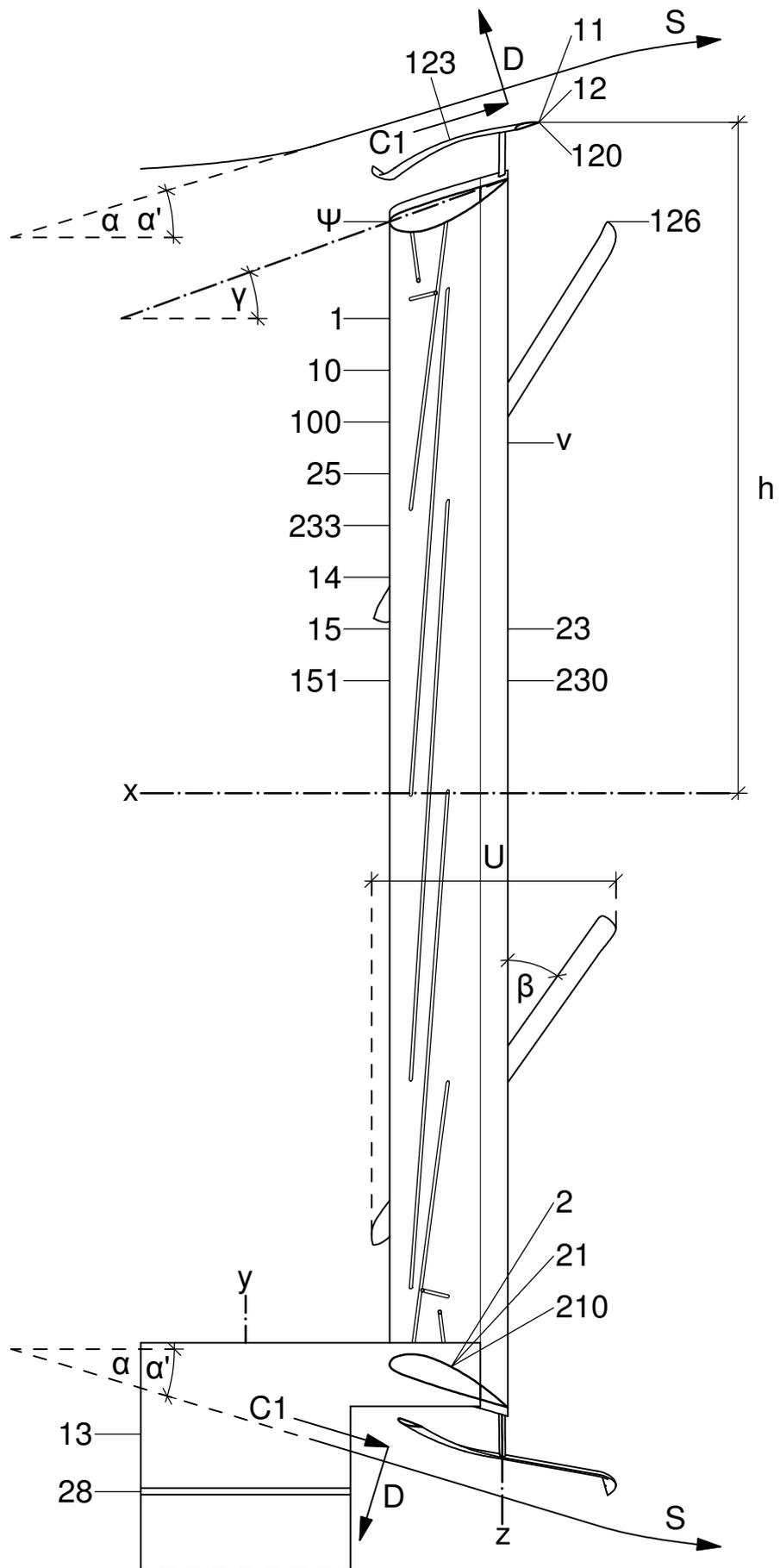


Fig. 35

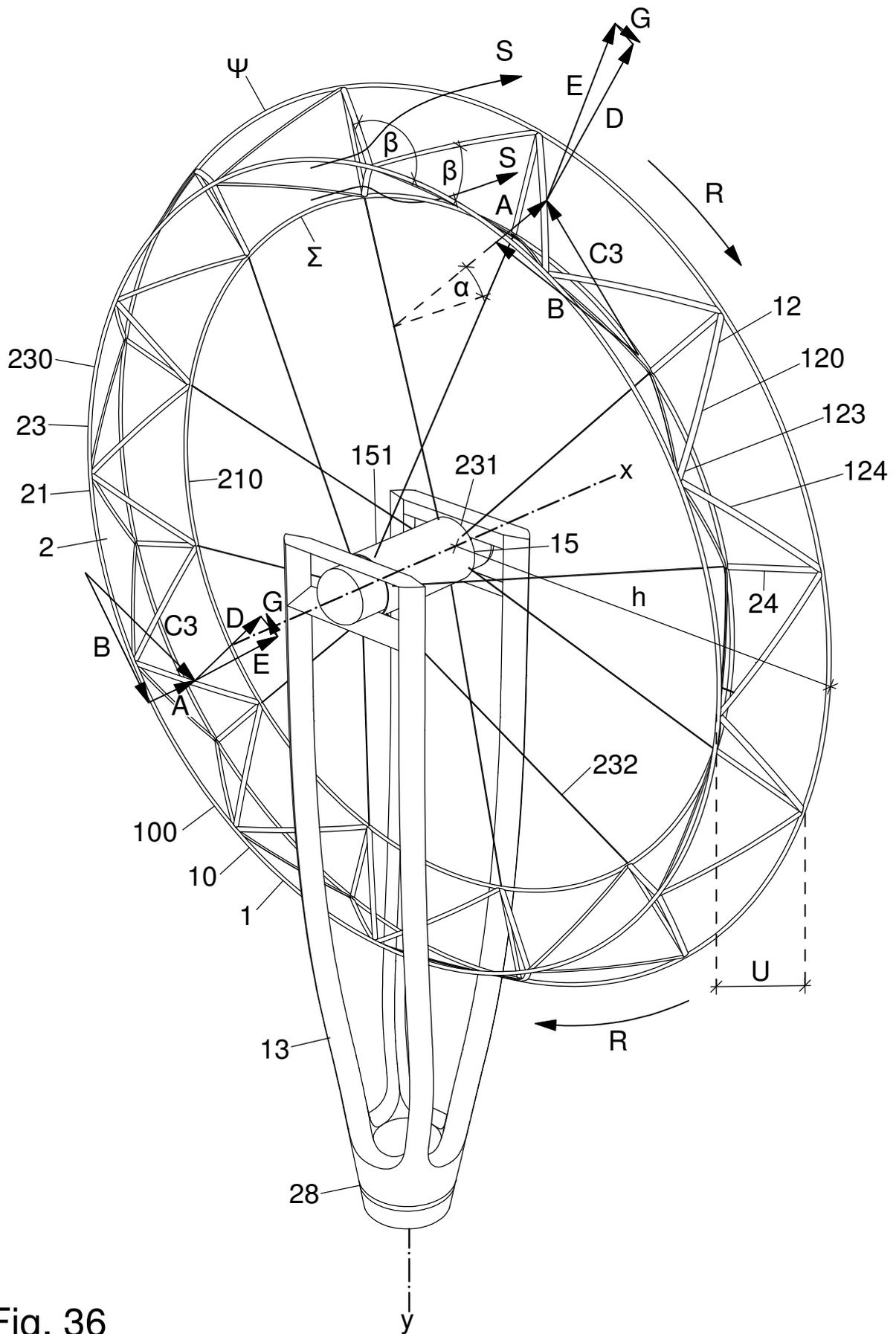


Fig. 36

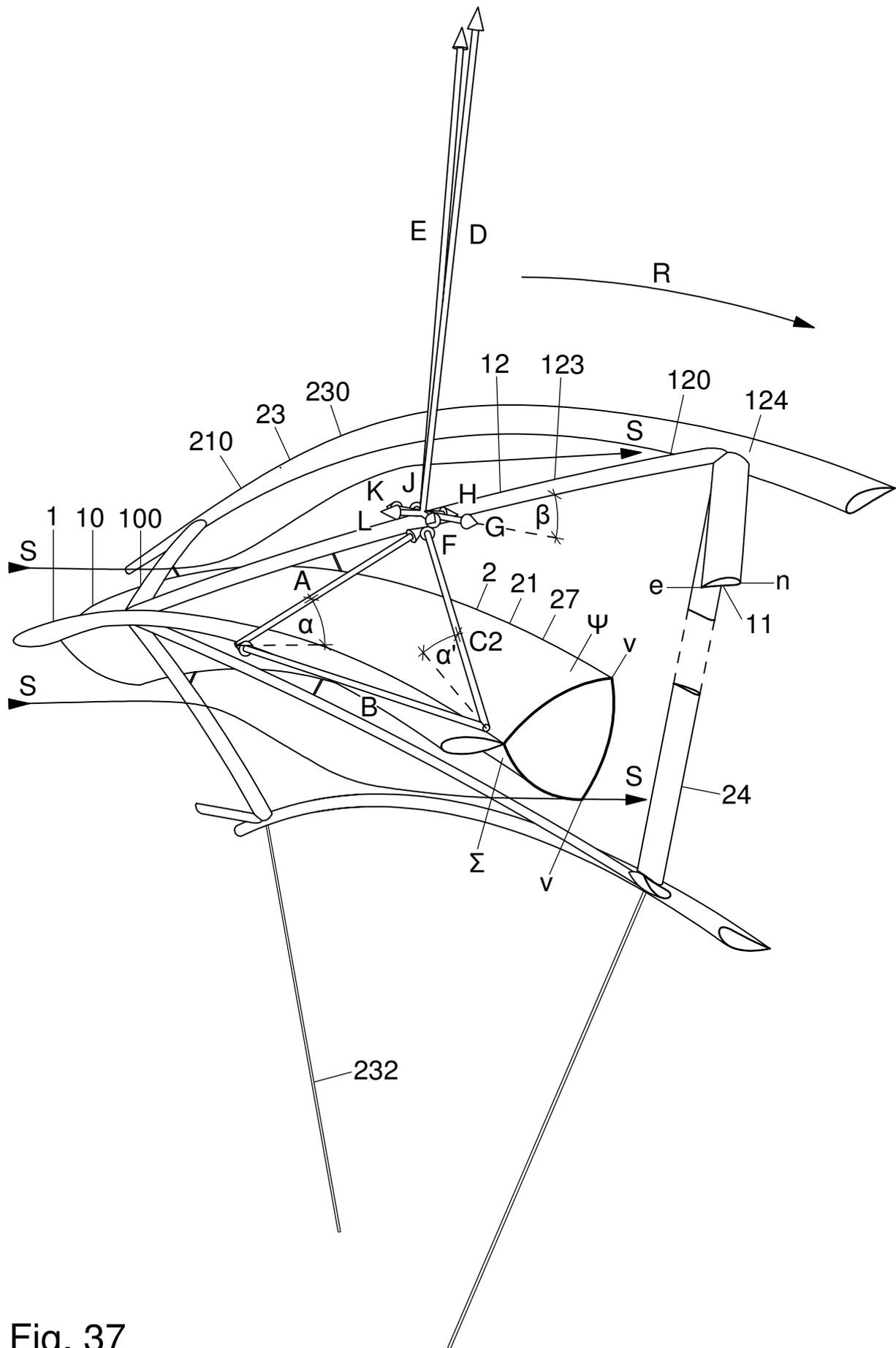


Fig. 37

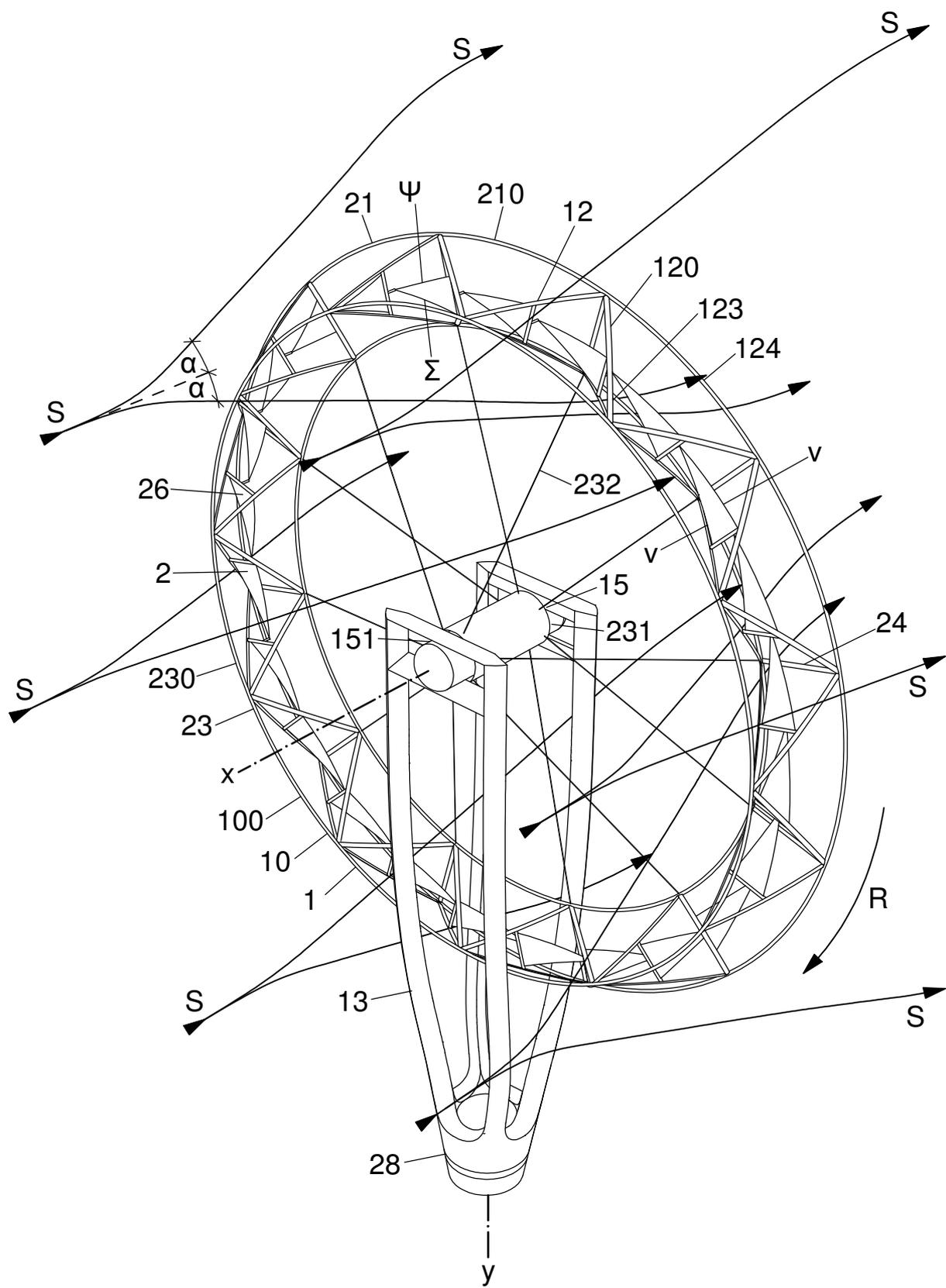


Fig. 38

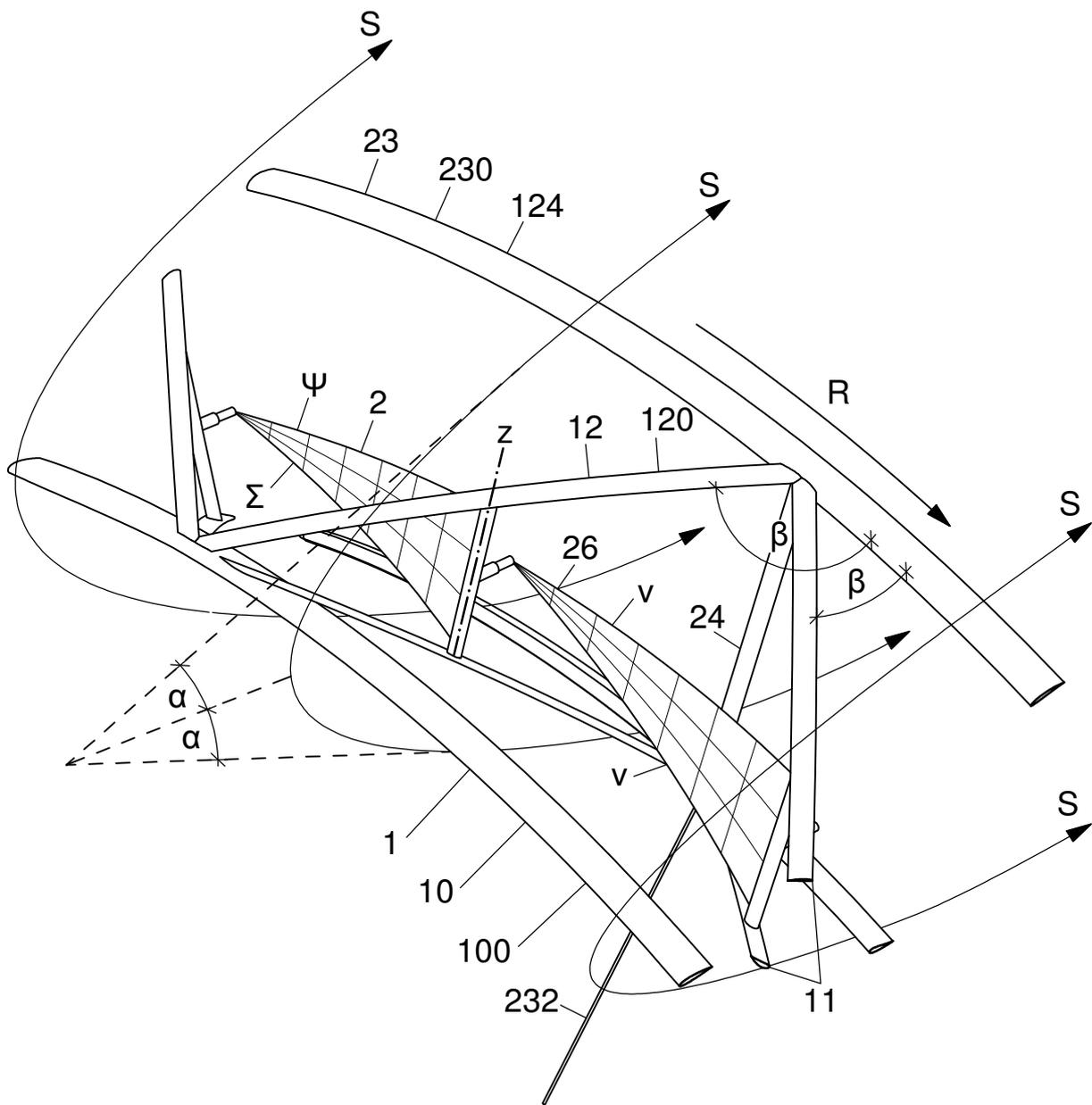


Fig. 39

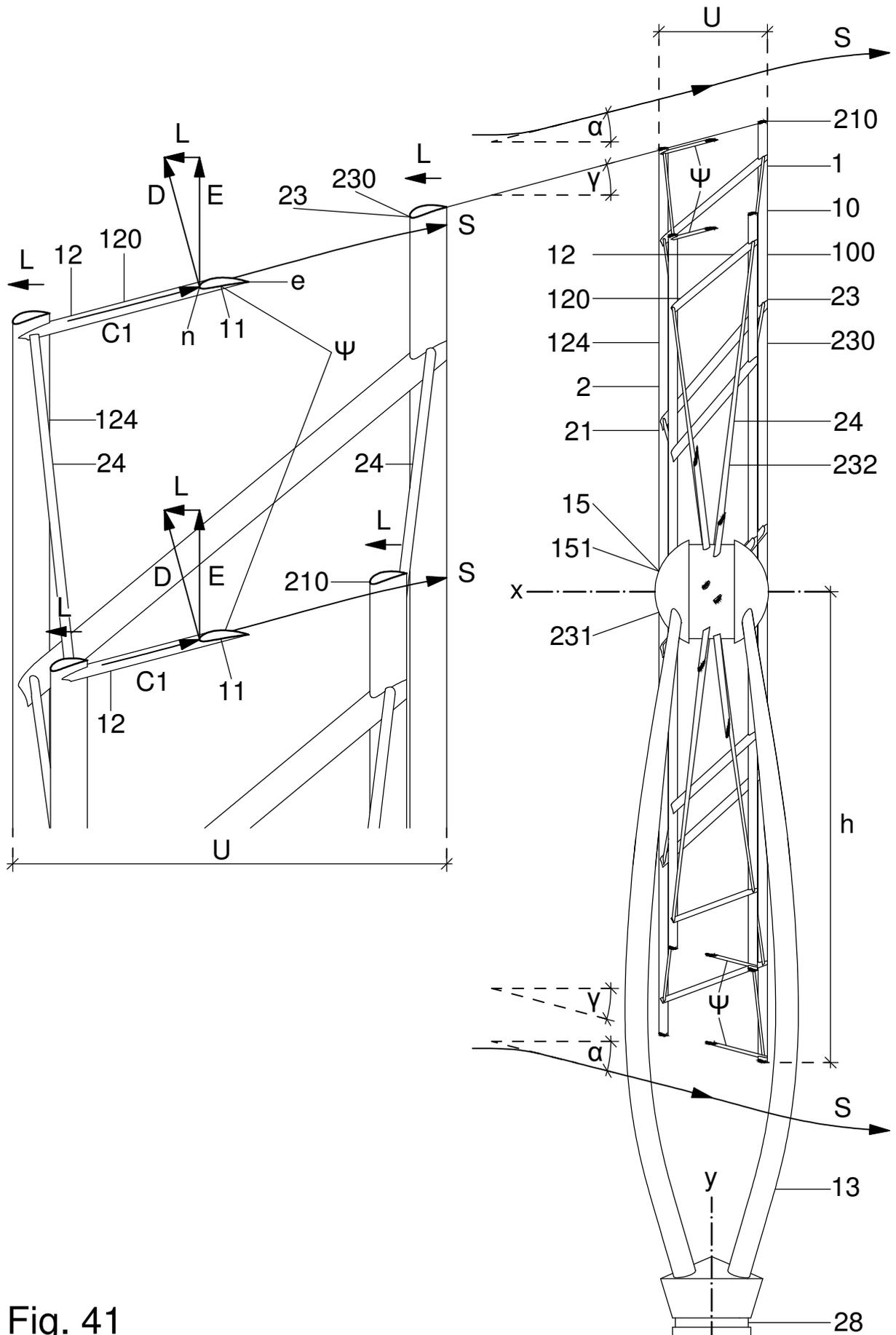


Fig. 41

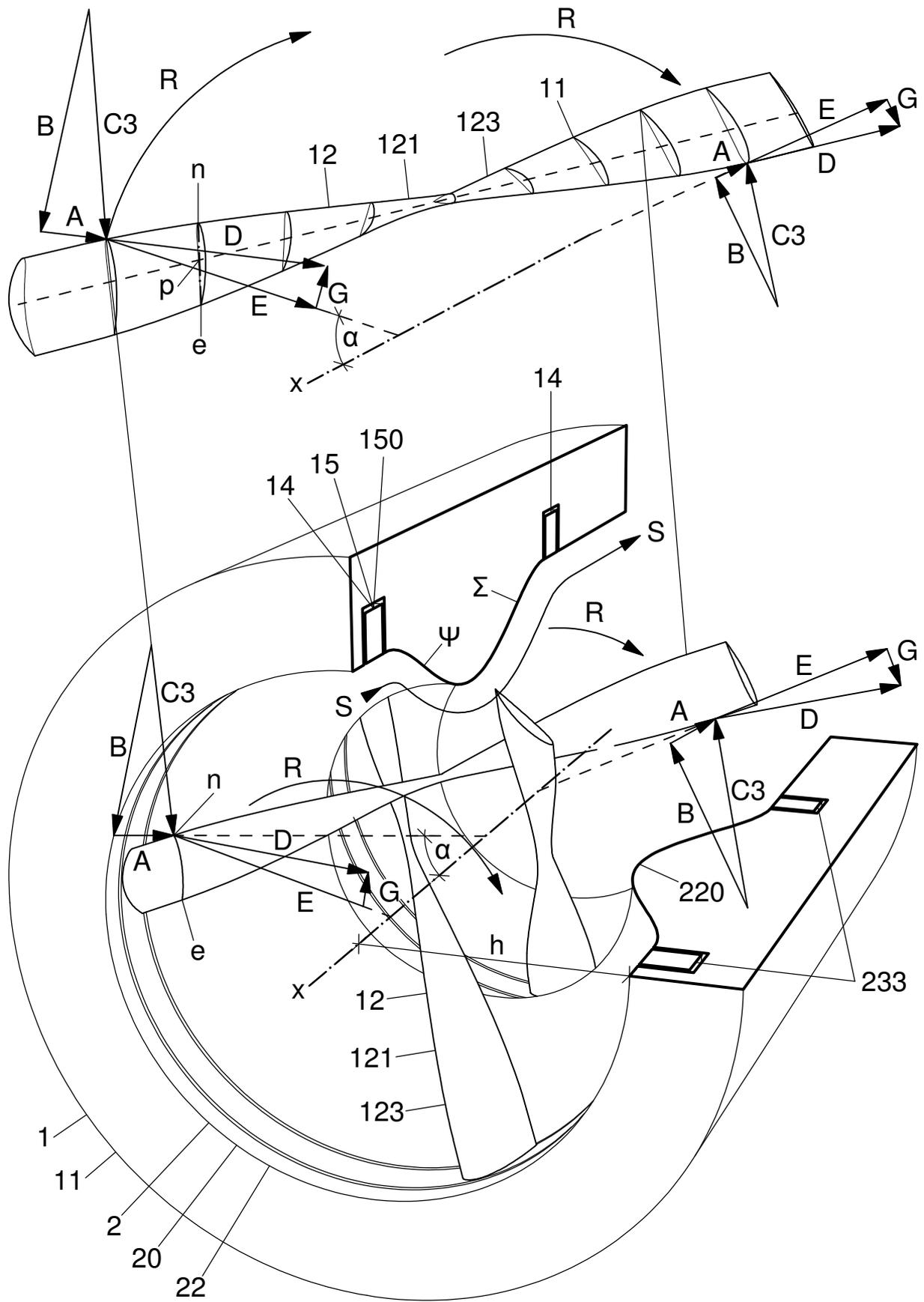


Fig. 42

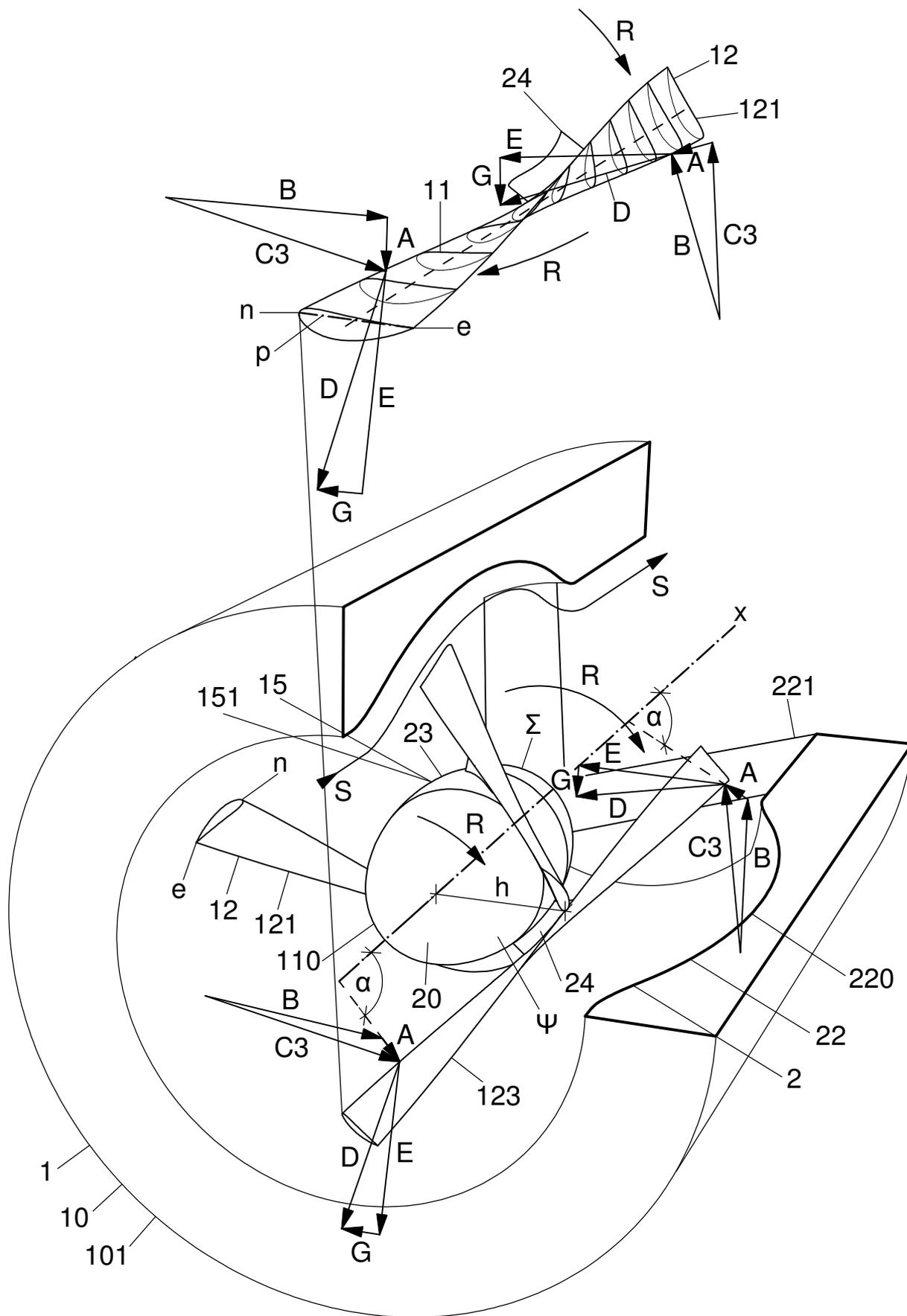


Fig. 43

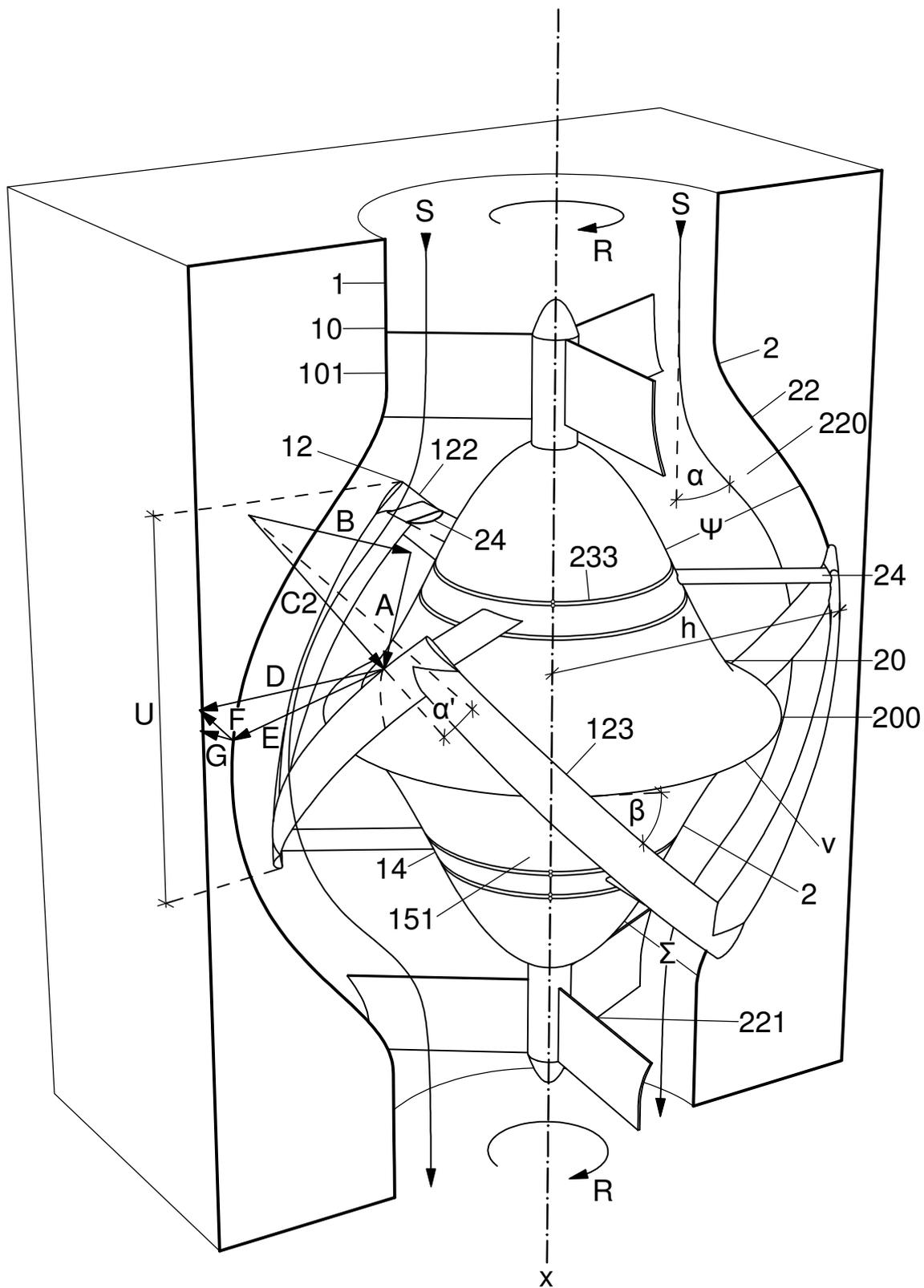


Fig. 44

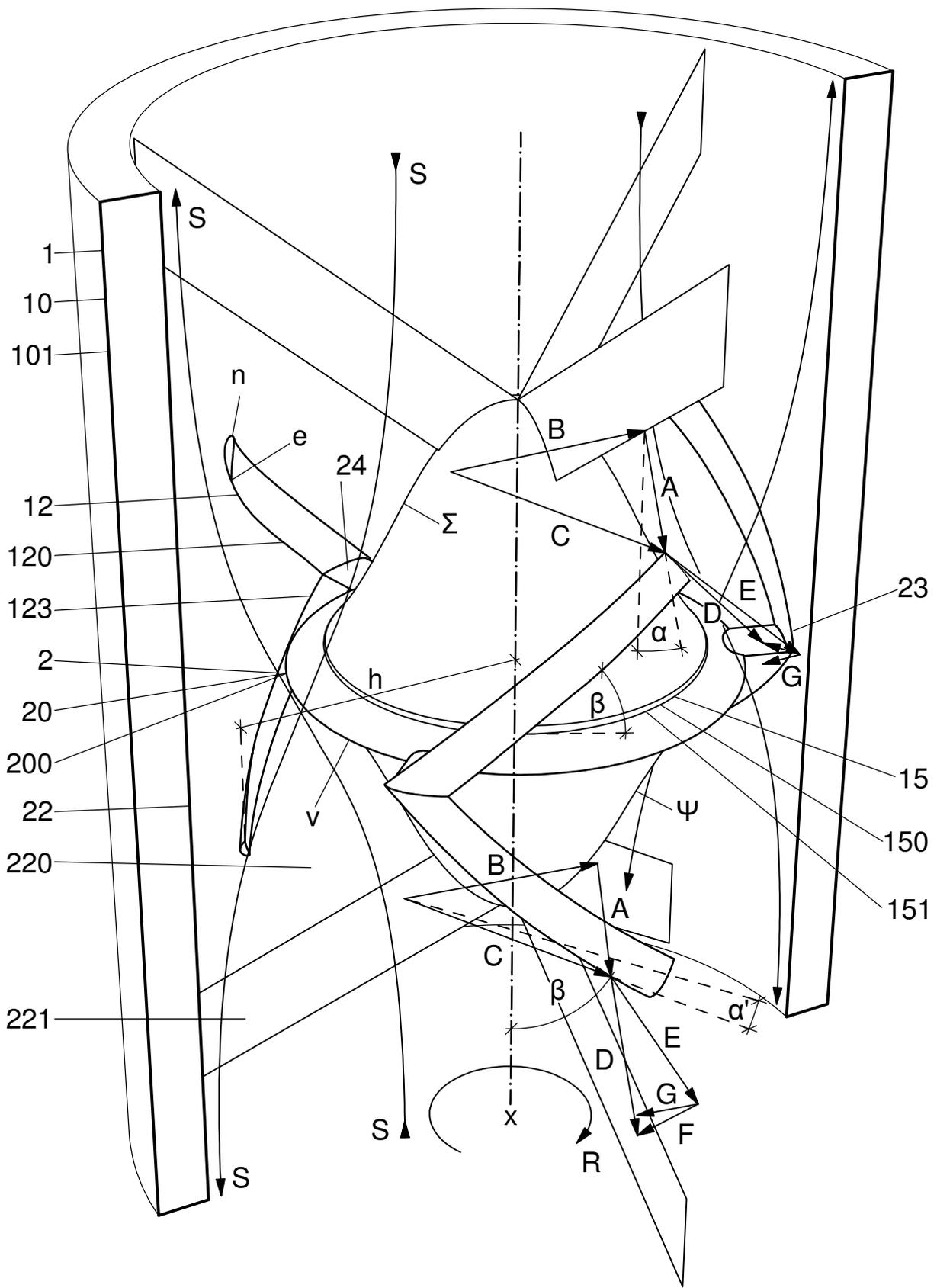


Fig. 45

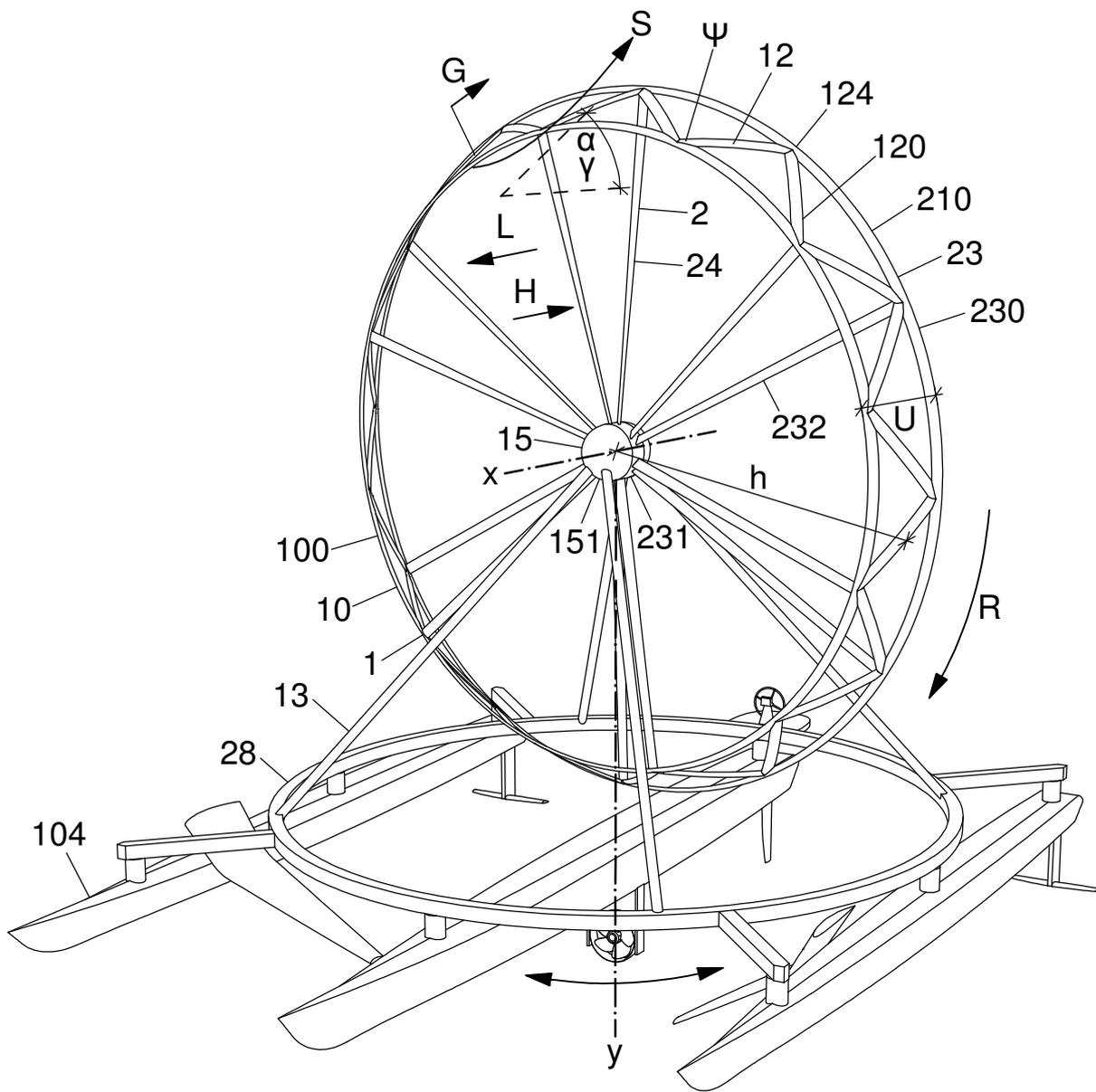


Fig.48

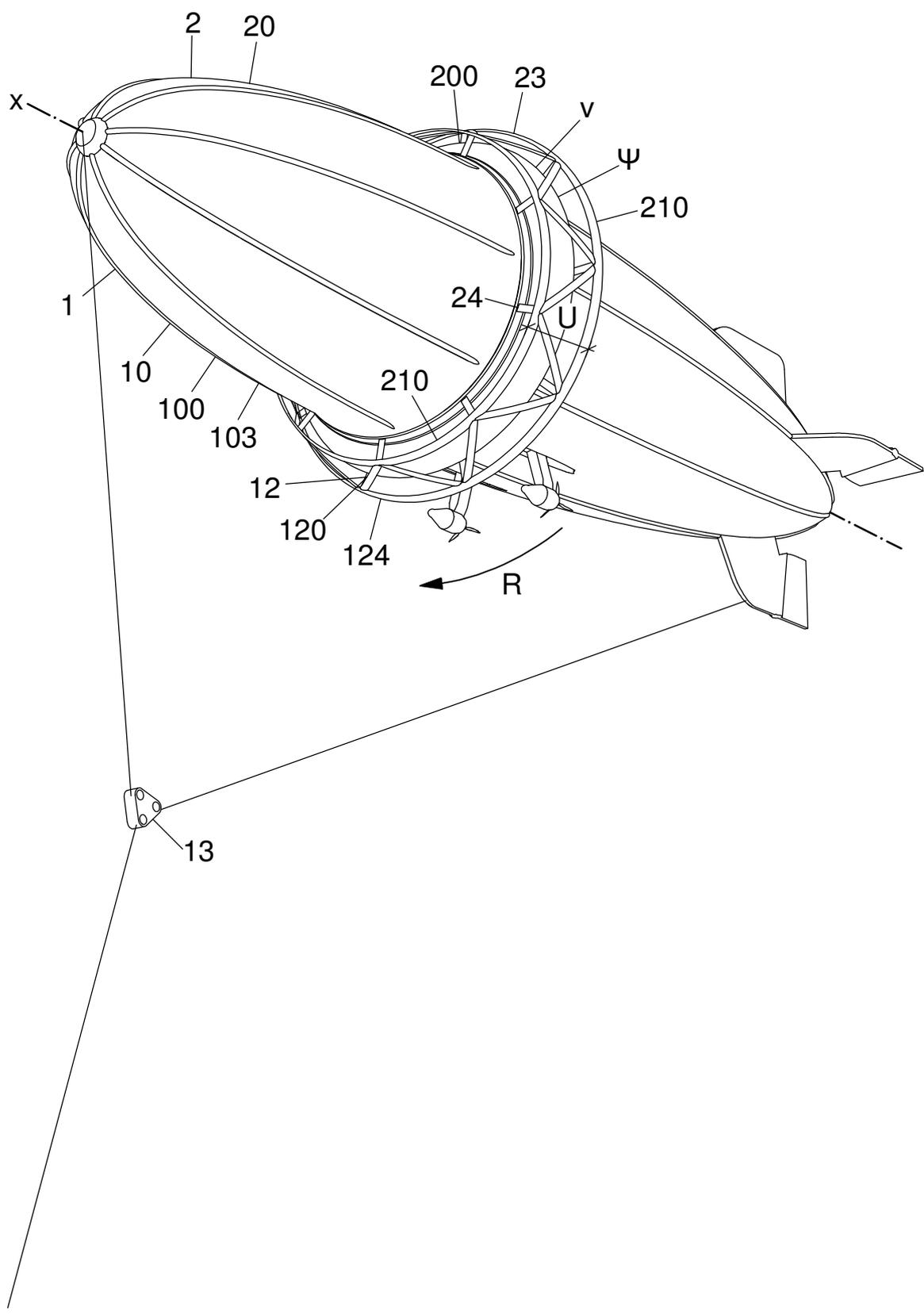


Fig. 49

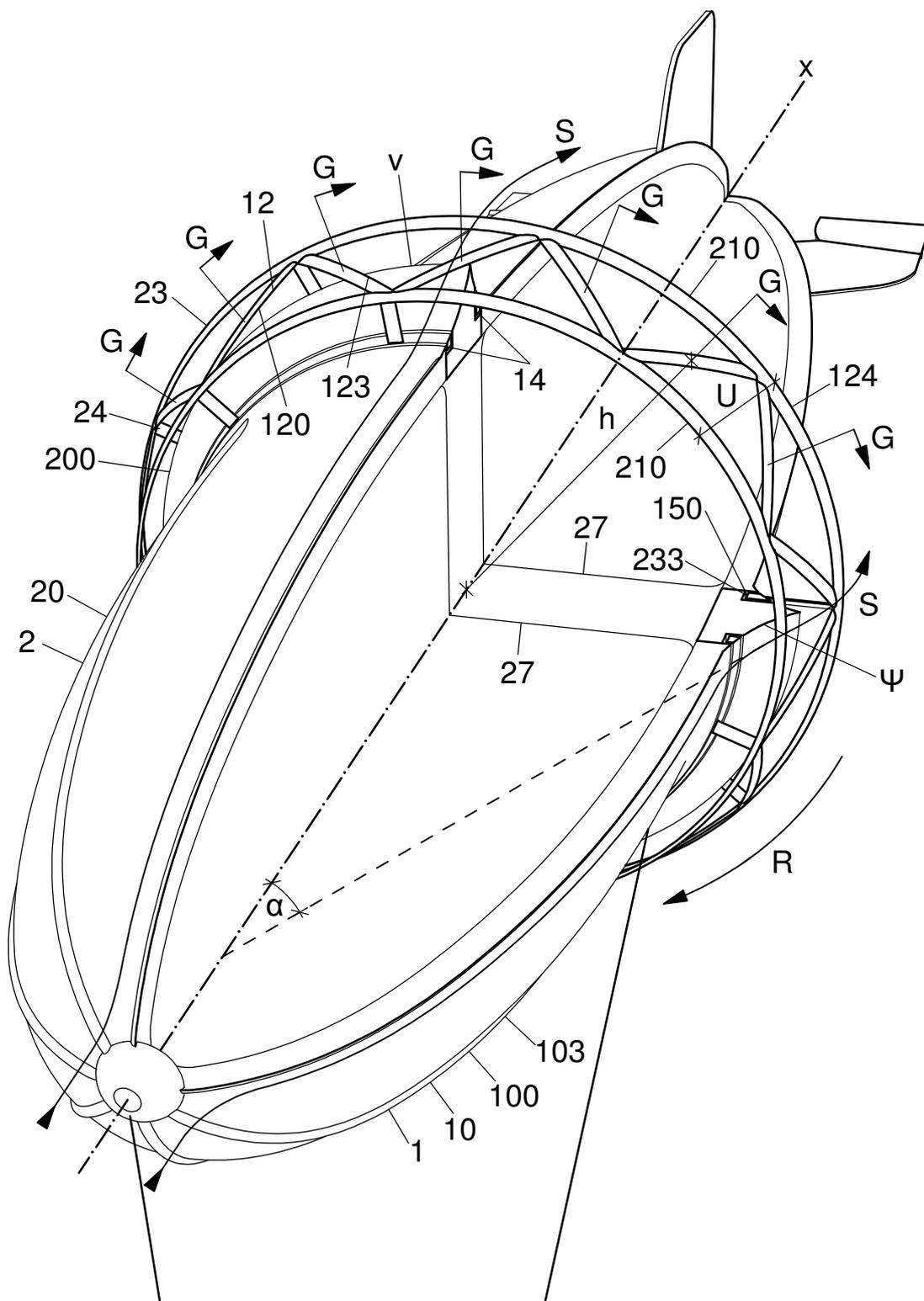


Fig. 50

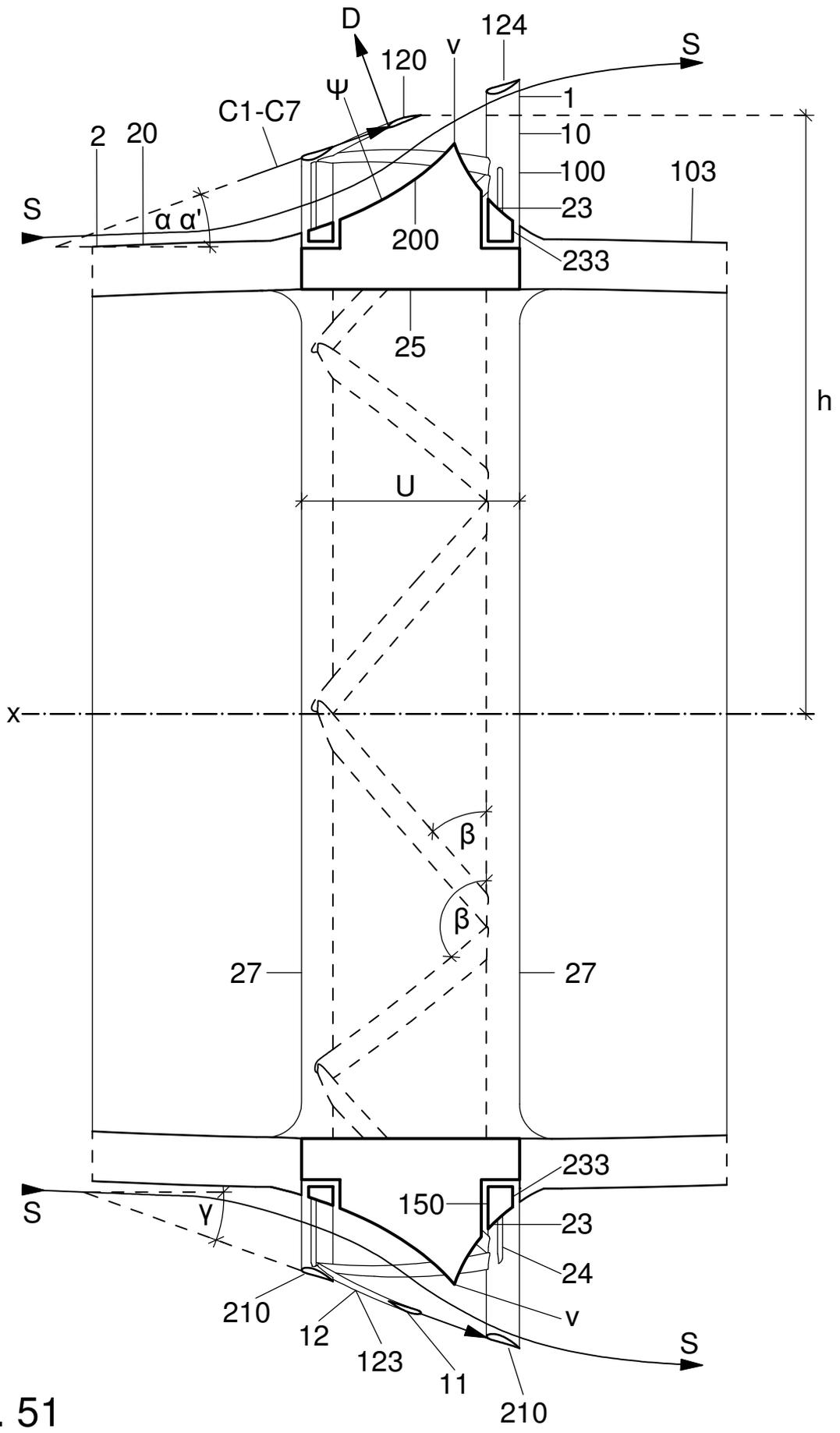


Fig. 51