



(10) **DE 10 2017 007 907 A1** 2019.02.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 007 907.2**

(22) Anmeldetag: **17.08.2017**

(43) Offenlegungstag: **21.02.2019**

(51) Int Cl.: **F03D 1/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Grimm, Friedrich, Prof., 70376 Stuttgart, DE;
Ruprecht, Albert, Dr., 71229 Leonberg, DE;
Schenk, Tobias, 70372 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Grimm, Friedrich, Prof., 70376 Stuttgart, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

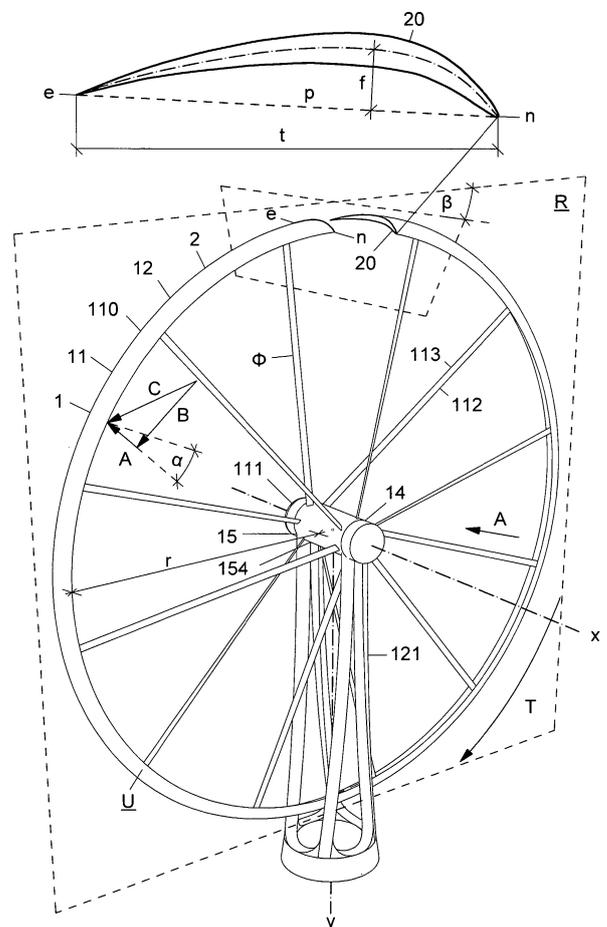
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Ringflügelturbine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Ringflügelturbine als Wind- oder Wasserturbine (12,13) mit einer horizontalen Rotationsachse (x); die dazu ausgebildet ist, die in einer Strömung (A) enthaltene kinetische Energie mittels eines Rotors (1) in eine Drehbewegung mit Drehrichtung (T) zu wandeln und auf ein Nutzsyste zu übertragen. Der Rotor (1) ist mit einer Drehachse (y) zur Strömung (A) ausrichtbar und weist mindestens einen mit einem Radius (r) von der horizontalen Rotationsachse (x) beabstandeten und mit der Flügel Nase (n) zu der Strömung (A) ausgerichteten Ringflügel (2) auf, der in einer senkrecht zu der Rotationsachse (x) angeordneten Rotationsebene (R) auf einer Umlaufbahn (U) rotiert und ein Flügelprofil (20) mit einer Profiltiefe (t), einer Wölbungshöhe (f) und einer sich von der Flügel Nase (n) bis zu der Flügelhinterkante (e) erstreckenden Profiltiefe (p) besitzt.

Die Ringflügelturbine weist entweder einen Diffusor (Φ) oder einen Konfusor (Θ) auf, der jeweils dazu ausgebildet ist, die Strömung (A) mit einem dynamischen Konuswinkel (α) im Falle eines Diffusors (Φ) von der Rotationsachse (x) weg und im Falle eines Konfusors (Θ) zu der Rotationsachse (x) hinzulenken, sodass der Ringflügel (2) mit einer aus der Geschwindigkeit der Strömung (A) und der Umlaufgeschwindigkeit (B) resultierenden Anströmung (C) mit einem dynamischen Konuswinkel (α) und mit einem Neigungswinkel (β) gegenüber der Rotationsebene (R) angeströmt wird und an der Rotationsachse ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	31 51 620	A1
DE	10 2007 024 528	A1
DE	10 2008 008 060	A1
DE	10 2008 057 212	A1
DE	10 2011 016 141	A1
DE	10 2011 107 063	A1
DE	10 2012 000 438	A1
DE	10 2016 007 054	A1
DE	299 22 073	U1
US	7 218 011	B2
EP	0 854 981	B1
EP	0 069 208	A1
WO	2010/ 065 647	A2
WO	2010/ 131 052	A2
WO	2013/ 071 328	A1
WO	2014/ 048 468	A1
JP	2001- 115 944	A

JP 2001-115944 A (Maschinenübersetzung),
AIPN [online] JPO [abgerufen am 2018-1-31]

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ringflügelturbine, die dazu ausgebildet ist, die in einer Strömung enthaltene kinetische Energie mittels eines Rotors in eine Drehbewegung zu wandeln und auf ein Nutzsystm zu übertragen. Die Turbine wird von einem Ringflügel angetrieben, der auf einer durch einen Radius von einer horizontalen Rotationsachse beabstandeten Umlaufbahn in einer senkrecht zu der horizontalen Rotationsachse angeordneten Rotationsebene rotiert. Eine Ringflügelturbine kann als Wind- oder Wasserturbine ausgebildet werden und richtet sich selbsttätig zu einer Wind- oder Wasserströmung aus oder ist im Falle einer Wasserturbine zur Strömungsrichtung eines Fließgewässers starr ausgerichtet. Die Erfindung betrifft unterschiedliche Ausformungsvarianten einer Ringflügelturbine, die als Speichenradkonstruktion in allen Größen hergestellt werden kann oder als System aus Läufer- und Statorring einen Ringgenerator bildet. Vorzugsweise dient die Ringflügelturbine der Stromerzeugung. Das Drehmoment der Turbine kann aber auch für den Betrieb einer Pumpe zur Förderung von Wasser oder für den Betrieb eines Kompressors zur Herstellung von Druckluft oder für den Antrieb eines Land- oder Wasserfahrzeugs genutzt werden.

Stand der Technik

[0002] Bei bekannten, um eine horizontale Drehachse rotierenden Windturbinen sind in der Regel drei radial angeordnete, mit der Nabe über einen Rotorkopf verbundene Rotorblätter vorgesehen, die in der Rotationssebene mit einem Winkel von 120 Grad voneinander beabstandet sind und deren Drehzahl durch die sog. „Pitch and Stall“-Steuerung begrenzt werden kann. Die maximal aus einer Strömung entnehmbare Leistung ist durch die Impulstheorie nach Betz beschrieben. Ein am Baugrund eingespannter Mast mit einem Azimutlager an seinem oberen Ende nimmt die an der Windturbine leeseitig wirkende Schubkraft auf und trägt sie in den Baugrund ab. Dieses Tragsystem gelangt an eine strukturell bedingte Obergrenze ab einer Nabenhöhe von etwa 150 m. 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 Windkraftanlage zu vervielfachen, um die Anzahl der Windkraftanlagen zu begrenzen. Der Ausbau der Windenergie stößt in der Bevölkerung auf Widerstand überall dort, 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.

[0003] Ein Generator besteht aus einem Läufer und einem Stator, die durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind. Im Falle eines Ringgenerators kann der Läufer als Läuferring und der Stator als Statorring bezeichnet werden. Während der Läufer 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 Läufer 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 Transversalfeldmaschine (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 einem Ringgenerator kann über die Dauermagnete ein berührungsloses Magnetlager zwischen Läufer- und Statorring hergestellt werden. Eine Entwicklung der Firma Festo betrifft die Möglichkeit einer reibungsfreien Bewegung durch Supraleitung. Die aktuelle Entwicklung geht zu Supraleitern mit immer höheren Sprungtemperaturen, wie z.B. Yttrium-Barium-Kupferoxid (YBKO), das bereits bei -173°C supraleitend wird.

[0004] 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.

[0005] 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 2 m Durchmesser besteht, das von **112** an einer Nabe angreifenden Spannseilen stabilisiert wird.

[0006] Die Kraft der Fließgewässer wird in Deutschland viel zu wenig genutzt und gerät überall dort in Konflikt mit dem Naturschutz, wo durch den Ausbau der Flüsse mit Laufwasserkraftwerken an Wehren, Schleusen und Dämmen die Bewegungsfreiheit der Fische zu sehr eingeschränkt wird. Land- und Wasserfahrzeuge, die von Windturbinen angetrieben werden, sind bereits heute in der Lage, gegen die Windrichtung zu fahren, erreichen dabei aber nur geringe Geschwindigkeiten, da ein Großteil des Fahrtwiderstands aus dem gegen die Fahrtrichtung wirkenden, leeseitigen Rotorschub herrührt. Die Turbine eines an der Universität Stuttgart entwickelten Ventomobile erzeugt bei einem Rotordurchmesser von 2 m eine Leistung von bis zu 3000 W. Das leistungsfähigste, ausschließlich mit Windkraft betriebene Wasserfahrzeug ist der als Katamaran oder Trimaran ausgebildete Hydroptere, der sich bei ausreichendem Wind mit Tragflächen an den Rümpfen aus dem Wasser erhebt und Fahrtgeschwindigkeiten von über 100 km/h erreicht.

[0007] Die DE 10 2012 000 438 A1 zeigt eine Windkraftanlage mit einem vertikal drehenden Kreisring, auf dessen Fläche mehrere Luftleitbleche angeordnet sind. Die Luftleitbleche sind hier nicht als Flügelprofile ausgebildet, sodass es sich bei dieser Windturbine um einen Widerstandsläufer handelt.

[0008] Die WO 2010/ 131 052 A2 zeigt einen ringförmigen Diffusor für einen Strömungskonverter mit einer Mehrzahl von Flügeln, die den Diffusorring spiralförmig umgeben. Die Flügelwölbung der Spiralfügel ist zur Rotationsachse hin orientiert, sodass ein Konuswinkel für die Anströmung der einzelnen Rotorblätter nicht genutzt werden kann. Vielmehr dient der Diffusor der Belüftung des leeseitigen Abstrombereichs.

[0009] Die JP 2001 115 944 A zeigt einen Strömungskonverter mit einer in Strömungsrichtung kegelförmig ausgebildeten Nabe und einer Mehrzahl von radial zu der Nabe angeordneten Rotorblättern.

[0010] Die WO 2013/ 071 328 A1 zeigt eine Windkraftanlage mit einem ringförmigen Außenmantel und radialen Konzentrorblättern, die dazu ausgebildet ist, einen Randwirbel zu generieren, um stromabwärts eine Wirbelspule zu erzeugen.

[0011] Die EP 0 069 208 A1 zeigt eine Windturbine mit einer Speichenradkonstruktion, die eine Mehrzahl von radial angeordneten Rotorblättern trägt, die dazu ausgebildet sind, eine zentrifugale Windströmung zu erzeugen.

[0012] 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 an seiner Außenseite Magnete trägt und zusammen mit einem ringsegmentförmigen Stator den Generator der Turbine bildet.

[0013] Die WO 2014/ 048 468 A1 zeigt eine Turbine mit einem zentral angeordneten, frei durchströmten Diffusor als Venturirohr, das dazu ausgebildet ist, die Strömung in den Abstrombereich der Turbine zu lenken und dort einen Wirbel zu erzeugen. In den **Fig. 7-15** sind kreisringförmige Ringflügel dargestellt, die als Konfusorringe ebenfalls dazu ausgebildet sind, die Strömung in den Abstrombereich der Turbine zu lenken.

[0014] Die DE 10 2008 008 060 A1 zeigt einen Rotor für einen Strömungskonverter mit einem ringförmigen Rotorblatt, das polygonal, sternförmig oder wellenförmig ausgebildet ist.

[0015] Die DE 10 2011 107 063 A1 zeigt ein Flügelrad, bei dem als Speichen ausgebildete Rotorblätter an einem angetriebenen Fahrzeug ein Drehmoment in Fahrtrichtung erzeugen.

[0016] 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 US 7,218,011 B2 zeigt eine Windturbine mit einem Ringgenerator, bei der radiale Rotorblätter mit dem Läufer verbunden und an der Innenseite einer Diffusoranordnung angeordnet sind.

[0017] Die WO 2010/065647 A2 zeigt eine Mantelturbine mit einem zweiteiligen Mantel, 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.

[0018] Die DE 10 2007 024 528 A1 zeigt eine Turbine als Wind- oder Wasserturbine, 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.

[0019] Die DE 299 22 073 U1 zeigt ein ringförmiges, berührungsloses Magnetlager.

Aufgabenstellung

[0020] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Turbine mit einer horizontalen Rotationsachse als Wind- oder Wasserturbine anzugeben, die von einem mit einem Radius von der Rotationsachse beabstandeten und in einer senkrecht zu der Rotationsachse angeordneten Rotationsebene auf einer Umlaufbahn rotierenden Ringflügel angetrieben wird. Insbesondere besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine zylindrische Strömungsröhre durch eine Diffusor- oder Konfu-sorvorrichtung der Ringflügelturbine zu einer konzentrisch zu der Rotationsachse ausgebildeten Kegelform mit einem dynamischen Konuswinkel zu erweitern, sodass der strömungsdynamisch wirksame Durchmesser des Strömungskonverters größer ist, als der konstruktive Durchmesser der Ringflügelturbine. Dadurch kann der durch das Betz'sche Gesetz für eine zylindrische Strömungsröhre vorgegebene Leistungsbeiwert von 16/27 zur Bestimmung der theoretisch maximalen Energieentnahme aus einer Strömung mit der erfindungsgemäßen Ringflügelturbine auf einen größeren, strömungsdynamisch erzeugten Durchmesser bezogen werden.

[0021] 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.

[0022] Im Einzelnen werden durch die Erfindung folgende Aufgaben gelöst:

- Volle Leistungsentfaltung bereits bei einer niedrigen Auslegungsschnelllaufzahl Λ gleich 2,5-3
- Angabe einer Windturbine mit geringer Geräuschentwicklung
- Funktion des Ringflügels als Winglet für die radialen Rotorblätter im Falle einer Speichenradkonstruktion
- Passiv wirkende Drehzahlbegrenzung durch die Auslegung des Flügelprofils des Ringflügels für eine bestimmte Schnelllaufzahl Λ
- Aufbau des Ringflügels aus baugleichen Ringflügelsegmenten
- Reduktion des leistungsbezogenen Konstruktionsgewichts
- Angabe einer Windturbine mit einer Speichenradkonstruktion, die einen Rotordurchmesser von 200-300 m und mehr ermöglicht und damit **5-6** der größten herkömmlichen Windkraftanlagen ersetzen kann.
- Erzeugung einer luvseitigen Zugkraft, die der leeseitigen Schubkraft des Rotors entgegenwirkt und die Tragkonstruktion einer Wind- oder Wasserturbine wesentlich entlastet.
- Angabe einer Windturbine, deren Drehbewegung aus der Ferne nicht wahrnehmbar ist.
- Arbeitsteilung an einem Ringflügel zwischen Widerstandsläuferstufen für das Anlaufen der Ringflügelturbine und Auftriebsläuferstufen für den Schnelllauf der Turbine
- Angabe einer Windturbine mit einer luvseitigen Zugkraft als Antrieb für Wasser- und Landfahrzeuge
- Ausbildung eines Ringflügels als Generator mit Läufer- und Statorring
- Angabe eines berührungslosen Lagers zwischen Läufer- und Statorring einer Windturbine
- Angabe einer nur teilweise eingetauchten Fließwasserturbine, die mit einem in der Strömung verankerten Schiff oder mit einer Brücke verbunden ist.
- Angabe einer vollständig getauchten Wasserturbine als Fließwasserturbine oder als Gezeitenströmungsturbine

Ringflügelturbine mit einem Diffusor

[0023] Ein Ringflügel, bei dem die Saugseite des asymmetrischen Flügelprofils an seiner Außenseite liegt, benötigt eine Diffusorvorrichtung, im Nachfolgenden Diffusor genannt, um ein Drehmoment zu erzeugen. Speichen, die als in sich verwundene Rotorblätter ausgebildet sind und den Ringflügel mit einer Nabe verbinden, wirken als Diffusor. Sie entnehmen der parallel zu der Rotationsachse auftreffenden Strömung Energie und

treiben damit den Rotor an, wobei sich die Strömung verlangsamt und sich der Druck in der Strömungsröhre erhöht, sodass sich am äußeren Rand des Rotors ein dynamischer Konuswinkel mit einem Betrag von 30-35 Grad einstellt. Der Ringflügel arbeitet genau in diesem Bereich. Eine Strömung kann durch die Energieentnahme der Rotorblätter nur bis zu einem gewissen Grad abgebremst werden. Wird ihr zu viel Energie entnommen, bewirken die verzögerten Luftmassen einen Rückstau, der zu einem Leistungsabfall an einem Strömungskonverter führt. Das Betz'sche Gesetz gilt auch für eine Ringflügelturbine. Jedoch werden von einem Ringflügel auch Luftmassen erfasst, die weit außerhalb des rein konstruktiven Radius liegen, sodass das Betz'sche Gesetz in diesem Fall auf eine Strömungsröhre mit einem wesentlich größeren Radius angewendet werden kann, als diejenige die durch den eigentlichen Außenriss des Ringflügels definiert ist. Eine Ringflügelturbine mit einer Speichenradkonstruktion, bei der die Speichen als Rotorblätter ausgebildet sind, wandelt die kinetische Energie der Strömung im gesamten Rotorkreis in eine Drehbewegung, sodass die Strömung verlangsamt wird und sich die Strömungsröhre als Folge des Druckanstiegs konusförmig erweitert. Bei den asymmetrischen Flügelprofilen der als Rotorblätter ausgebildeten Speichen beträgt der Widerstand nur etwa 1% des Auftriebs. Der Ringflügel verhindert zudem die Ausbildung unerwünschter Turbulenzen an den Rotorblattspitzen durch seine geschlossene Kontur an Nase und Hinterkante, sodass der Wirkungsgrad der radialen Rotorblätter verbessert wird. Ringflügel und Rotorblätter zusammengenommen ermöglichen bezogen auf den konstruktiven Durchmesser der Ringflügelturbine einen Leistungsbeiwert deutlich größer als **16/27**. In Abhängigkeit von der Umlaufgeschwindigkeit des Rotors nimmt der Anströmwinkel vom außenseitigen zum nabenseitigen Ende eines Rotorblatts kontinuierlich zu, sodass das Rotorblatt als ein in sich verwundenes Profil ausgebildet wird. Zur Drehzahlbegrenzung kann eine als Rotorblatt ausgebildete Speiche mindestens abschnittsweise mit einer Stall-Pitch-Regelung ausgestattet werden. In einer Speichenradkonstruktion können luv- und leeseitig, z.B. jeweils mindestens drei Speichen oder aber auch eine Mehrzahl von Speichen vorgesehen werden, um den als Druckring ausgebildeten Ringflügel zu stabilisieren. Dabei werden die luv- und leeseitigen Speichen entweder an dem Ringflügel oder an der Nabe auf einer Kreislinie zusammengeführt. Bei einer Windturbine mit mehr als 100 m Durchmesser kann es sinnvoll sein, die einzelnen Speichen von Luv nach Lee durch Spannglieder untereinander zu verspannen, um die freie Länge der Speichen zu begrenzen. Mit einer derartigen Speichenradkonstruktion können Windräder mit einem Durchmesser von 200-500 m hergestellt werden, die von der Prandtl-Schicht bis in die Ekman-Schicht hineinreichen und von der in zunehmender Höhe logarithmisch zunehmenden Windgeschwindigkeit profitieren. Für eine große Windturbine mit einem Radius von 150 m liegt die Rotorleistung bei 50 MW. Dabei wird die an der Nabe ansetzende Tragkonstruktion der Windturbine durch eine resultierende luvseitige Zugkraft entlastet und kann entsprechend leicht, z.B. mit einer Verjüngung zur Basis hin, ausgebildet werden. Die Rotorblätter können entweder aus massiven Walzprofilen aus Stahl oder als stranggepresste Hohlprofile aus Aluminium oder als Hohlkammerprofile aus einem Verbundwerkstoff, z.B. aus Glas- oder Kohlefaser, hergestellt werden. Ein derartiges Hohlkammerprofil kann sich z.B. auf paarweise angeordnete Stahlseile abstützen. Um unter allen Betriebsbedingungen der Turbine eine konstante Vorspannkraft in den Speichen zu gewährleisten, ist der Einbau von Teller- oder Spiralfedern am naben- oder ringflügelseitigen Ende der Speichen vorgesehen. Der Ringflügel eines großen Speichenrads hat z.B. eine maximale Profildicke von 3 m und ist z.B. als mehrgurtiger Fachwerkring mit auskragenden Konsolen für die Anbringung der Flügelsegmente ausgebildet. Für Bauhöhen bis zu 3 m eignet sich auch ein Hohlkastenprofil z.B. aus Kohlefaser als Druckring. Für die Fernwirkung einer Speichenradkonstruktion ist die Proportion zwischen dem Druckring und den Speichen von Bedeutung. Während die Drehbewegung des Ringflügels aus der Ferne kaum wahrnehmbar ist, können die Rotorblätter als Speichen sehr schlank sein, sodass auch sie aus der Ferne kaum wahrnehmbar sind. Für das Erscheinungsbild einer großen Windturbine mit einer Leistung von z.B. 10 MW bei einem Rotordurchmesser von 150 m in der Landschaft sind dies wichtige Gesichtspunkte, die einen Vorteil gegenüber der unvermeidbaren Wahrnehmung heftiger Drehbewegungen an herkömmlichen Windturbinen bedeuten. Da eine Ringflügelturbine bereits bei einer vergleichsweise niedrigen Schnelllaufzahl von λ 2,5-3 ihr größtes Drehmoment erreicht, läuft sie sehr leise und verschleißarm. Diese Eigenschaften zusammengenommen sind für den weiteren Ausbau der Windenergienutzung „Onshore“ und „Offshore“ sehr wertvoll.

[0024] Ein erfindungsgemäßer Ringflügel besteht aus einer Mehrzahl baugleicher Ringflügelsegmente, sodass Herstellung und Montage im Vergleich zu herkömmlichen Windkraftanlagen drastisch vereinfacht werden können. Bei einer großen Speichenradkonstruktion mit 200-300 m Durchmesser wird der Druckring aus einem Hohlprofil in einzelnen Schüssen hergestellt die mit Flanschverbindungen untereinander verschraubt werden und die einzelnen vorgefertigten, Ringflügelsegmente aufgesattelt werden. Ringflügelsegmente bis zu einer Höhe von 4,50 m können in einem Stück als Schalenkörper in vorgefertigten Formen ganz aus Glas- oder Kohlefaserverbundwerkstoffen hergestellt werden.

[0025] Alternativ zu einem einzigen Ringflügel, der den Druckring einer großen Speichenradkonstruktion bildet, kann ein zwei- oder mehrgurtiger Fachwerkring ausgebildet werden, bei dem die Gurte des Fachwerk-

rings jeweils als Ringflügel ausgebildet sind. Der Diffusor kann auch aus einem konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse angeordneten Strömungsleitkörper bestehen, der die Strömung mit einem dynamischen Konuswinkel von der Rotationsachse weglenkt. Zwischen der Außenseite des Strömungsleitkörpers und der Innenseite des Ringflügels wird dabei eine ringförmige Düse gebildet. Die beschleunigte Strömung trifft hier auf den Ringflügel und auf radiale Rotorblätter, die die kinetische Energie der beschleunigten Strömung in eine Drehbewegung wandeln.

Ringflügelturbine mit einem Konfusor

[0026] Ein Ringflügel, bei dem die Saugseite des asymmetrischen Flügelprofils auf der Innenseite liegt, benötigt eine Konfusorvorrichtung, im Nachfolgenden Konfusor genannt, um ein Drehmoment zu erzeugen. In einer ersten Ausführungsvariante wird der Konfusor von einem Strömungsleitkörper gebildet, der den Ringflügel koaxial und konzentrisch zu der Rotationsachse umgibt und als Venturi-Düse die Strömungsröhre verjüngt, sodass die Strömung mit einem dynamischen Konuswinkel zur Rotationsachse hingelenkt wird. Im Bereich der Düsenverengung ist der Ringflügel mit einem radialen Abstand zu dem Strömungsleitkörper angeordnet. Die Verbindung des Ringflügels zu einem in den Strömungsleitkörper eingelassenen Läufering des Generators wird durch radiale Rotorblätter hergestellt. Stromab schließt sich an den Konfusor und die Düsenverengung ein Diffusor an. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist der Ringflügel selbst als Ringgenerator ausgebildet und bildet mit dem luvseitigen Konfusor und dem leeseitigen Diffusor eine Düse. Dabei ist der Ringflügel zweiteilig ausgebildet und besteht aus einem Statorring und aus einem Läufering, die als Strömungsleitkörper die Strömung mit einem dynamischen Konuswinkel zur Rotationsachse hinlenken. Das Lager zwischen dem Läufering und dem Statorring kann im Falle einer Windturbine als berührungsloses Magnetlager ausgebildet werden. Der Statorring ist über einen Mast mit einem Azimutlager zur Strömung ausrichtbar und in einem Baugrund verankert.

Geometrie und Strömungsdynamik des Ringflügels

[0027] Das Verhältnis der Umlaufgeschwindigkeit des Ringflügels zu der ungestörten Windgeschwindigkeit ist als sog. Schnelllaufzahl λ der entscheidende Parameter für die aerodynamische Auslegung des Flügelprofils eines Ringflügels. Aus dem vektoriellen Verhältnis der Windgeschwindigkeit und der Umlaufgeschwindigkeit des Rotors kann die Schnelllaufzahl über den Neigungswinkel der resultierenden Anströmung zu der Rotationsebene des Rotors unmittelbar bestimmt werden. Dabei gilt, je flacher der Neigungswinkel, umso höher die Schnelllaufzahl. Strömungsdynamisch erreicht die Schnelllaufzahl dann eine Grenze, wenn z.B. bei einem λ -Wert von 10 der aus dem dynamischen Konuswinkel abgeleitete Anströmungswinkel der resultierenden Anströmung in einem sehr flachen Winkel auf die Flügel Nase des Ringflügels trifft und deshalb die Auftriebskraft groß, die tangential Antriebskraft aber eher klein ausfällt. Stimmen die Auslegungsschnelllaufzahl des Flügelprofils und der Neigungswinkel der resultierenden Anströmung nicht überein, steigt der Widerstand des Ringflügels drastisch an - es kommt zum Strömungsabriss und damit zu einer passiv wirkenden Drehzahlbegrenzung.

[0028] Der Ringflügel einer Wind- oder Wasserturbine ist mit seiner Flügel Nase zu der Strömung ausgerichtet und rotiert auf einer Umlaufbahn, die durch einen konstanten Radius um die horizontale Rotationsachse definiert ist. Der Querschnitt parallel zu der Rotationsachse zeigt ein verzerrtes Flügelprofil z.B. mit einer Sichelform und einer gegenüber der Rotationsachse geneigten Profillehne. Erst in der Neigungsebene, die sich aus dem Neigungswinkel zur Rotationsebene als Vektorsumme aus der Geschwindigkeit der Anströmung und der Umlaufgeschwindigkeit ergibt und damit die Auslegungsschnelllaufzahl definiert, entfaltet das Flügelprofil seine Auftrieb erzeugende Wirksamkeit als asymmetrisches Flügelprofil mit im Wesentlichen horizontal ausgerichteter Profillehne, einem kleinen Nasenradius einer starken Wölbungshöhe und einer verringerten Wölbungsrücklage. Im Bereich der Auslegungsschnelllaufzahl gleicht das Flügelprofil einem Vogelflügel, z.B. dem Flügel eines Mauerseglers. Die resultierende Anströmung trifft in der Neigungsebene auf die Flügel Nase des Ringflügels und bewirkt eine in Drehrichtung geneigte Auftriebskraft, aus der sich unmittelbar die Vortriebskraft und der Widerstand des Ringflügels ableiten. Aus der Vortriebskraft leiten sich die tangential Antriebskraft und die luvseitige Zugkraft ab, während der Widerstand in den tangentialen Rotationswiderstand und in die leeseitige Schubkraft aufteilbar ist.

Das Anlaufen einer Ringflügelturbine

[0029] Ein Ringflügel, bei dem sowohl die Flügel Nase als auch die Flügelhinterkante mit einem konstanten Radius von der Rotationsachse beabstandet sind, weist eine Kreisringform auf und ist beim Anlaufen im Falle einer Speichenradkonstruktion auf das von den radialen Rotorblättern erzeugte Drehmoment angewiesen.

Eine speichenlose Ringflügelturbine mit einem einheitlichen asymmetrischen Flügelprofil benötigt eine motorische Anlaufhilfe, um die Auslegungsschnelllaufzahl zu erreichen. Eine weitere Möglichkeit des selbsttätigen Anlaufens eines Ringflügels besteht in der Ausbildung von Widerstands- und Auftriebsläuferstufen, wobei der Ringflügel aus einer Mehrzahl gleichartiger Ringflügelsegmente, die jeweils ein luv- und ein leeseitiges Flügelprofil aufweisen, aufgebaut ist. Schließlich kann ein Ringflügel ausgebildet werden, bei dem entweder die Flügel Nase oder die maximale Wölbungshöhe oder die Flügelhinterkante auf einem Kreis mit einem Radius um die Rotationsachse liegt, wobei der Neigungswinkel der Profilsehne kontinuierlich wechselt, sodass ein symmetrisches oder asymmetrisches Flügelprofil regelmäßig von einer Auftriebs- in eine Abtriebsstellung wechselt. Dadurch kann der Ringflügel selbsttätig anlaufen. Ab einer Schnelllaufzahl größer als 1 bewirkt das Flügelprofil über den gesamten Umfang des Ringflügels eine rotativ wirksame Auftriebskraft und erreicht selbsttätig die Auslegungsschnelllaufzahl.

Ringflügel mit Widerstands- und Auftriebsläuferstufen

[0030] Ein Ringflügel mit Widerstands- und Auftriebsläuferstufen ist aus einer Mehrzahl baugleich ausgebildeter Ringflügelsegmente aufgebaut. Die Verbindungsflächen einander benachbarter Ringflügelsegmente weisen einen Neigungswinkel gegenüber der Rotationsebene auf. Die gewünschte Schnelllaufzahl wird dann erreicht, wenn der Winkel, den die Vektoren Windgeschwindigkeit und Umlaufgeschwindigkeit untereinander bilden, mit dem Neigungswinkel, den die Ringflügelsegmente in der Verbindungsfläche untereinander einnehmen übereinstimmt.

[0031] In einer Verbindungsfläche zwischen zwei benachbarten Ringflügelsegmenten ist jeweils das leeseitige Flügelprofil eines ersten Ringflügelsegments mit dem luvseitigen Flügelprofil eines zweiten Ringflügelsegments verbunden, wobei ein Teil der Stirnfläche des luvseitigen Flügelprofils die Widerstandsläuferstufe des jeweils zweiten Ringflügelsegments bildet. Im Falle einer ebenen Verbindungsfläche weist der Neigungswinkel einen konstanten Betrag auf, während er im Falle einer gekrümmten Verbindungsfläche einen kontinuierlich wechselnden Betrag annimmt. Um das Anlaufen der Turbine zu erleichtern, können die Widerstandsläuferstufen als konkave Schaufeln ausgebildet werden, wobei die angeströmte Fläche der konkaven Schaufeln durch einen Kragen erweitert werden kann. In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist der Ringflügel aus einer Mehrzahl von Ringflügelsegmenten aufgebaut, die jeweils ein luv- und ein leeseitiges Flügelprofil haben. Die Ringflügelsegmente sind in einer Verbindungsfläche so untereinander verbunden, dass ein Stufenkranz aus Widerstands- und Auftriebsläuferstufen gebildet wird. Das luv- und das leeseitige Flügelprofil unterscheiden sich mindestens in der Wölbungshöhe, sodass der Stufenkranz entweder nur an der Außenseite oder nur an der Innenseite eines Ringflügels oder an der Außen- und Innenseite ausgebildet ist. Bei unterschiedlicher Wölbungshöhe des luv- und des leeseitigen Flügelprofils weist der Stufenkranz Grate und Kehlen auf, wobei die Flügeloberfläche der Ringflügelsegmente mit einem tangentialen Steigungswinkel mit einer Gradienten in Drehrichtung zwischen Grat und Kehle eines Ringflügelsegments ausgebildet ist. Die senkrecht zu der resultierenden Anströmung wirkende Auftriebskraft ist nicht nur nach Luv sondern auch in Drehrichtung geneigt und wirkt deshalb mit einem Drehmoment an der horizontalen Rotationsachse der Turbine. Gegenüber einem Ringflügel mit einem luvseitigen Stufenkranz hat diese Ausführungsvariante einen höheren tangentialen Rotationswiderstand, jedoch auch eine größere tangentialen Antriebskraft, die sich aus dem tangentialen Steigungswinkel der Flügeloberfläche herleitet. Unabhängig davon, ob die Flügelwölbung eines Ringflügelsegments an der Außen- oder Innenseite eines Ringflügels ausgebildet ist, wird durch den tangentialen Steigungswinkel der Ringflügelsegmente ein Drehmoment an der Drehachse der Turbine bewirkt.

Wasserturbinen

[0032] Eine Ringflügelturbine ist mit Vorteil auch auf unterschiedliche Bauformen von Wasserturbinen anwendbar. Ein Ringflügel, der mit einem radialen Abstand über als Rotorblätter ausgebildete Speichen mit einem gegenüber dem Meereswasser abgekapselten Generatorgehäuse verbunden ist, arbeitet als eine sich selbsttätig zur jeweiligen Richtung der Strömung ausrichtende Gezeitenturbine. Ein Ringflügel, der an seiner Außen- oder Innenseite konzentrisch zu einem Strömungsleitkörper angeordnet ist, arbeitet als schwebende Fließwasserturbine, die an einem konzentrisch und koaxial zu ihrer horizontalen Rotationsachse angeordneten Führungselement aufgehängt ist. Ringflügel, die mit einem Strömungsleitkörper, der von einem Schiff gebildet wird, verbunden sind, können als teilgetauchte Fließwasserturbinen oder für ein Gezeitenkraftwerk genutzt werden. Schließlich kann eine Wasserturbine auch in eine Brückenkonstruktion integriert werden, bei der die Durchflussöffnungen für ein Fließgewässer als Konfusor ausgebildet sind. Wasserturbinen haben ein wasserdichtes Generatorgehäuse, das in eine Brücke oder in ein Schiff integriert ist und einen ortsfesten oder beweglichen Strömungsleitkörper bildet.

Ausrichtung der Ringflügelturbine zur Strömung

[0033] Der Rotor einer Ringflügelturbine richtet sich über ein Azimutlager mit vertikaler Drehachse selbsttätig zu einer Strömung aus oder ist im Falle einer Wasserturbine starr zu einem Fließgewässer ausgerichtet. Dient eine Turbine dem Antrieb eines Land- oder Wasserfahrzeugs, richtet sich der Rotor selbsttätig zu einer aus der vektoriellen Überlagerung der Windgeschwindigkeit, des Fahrtwinds und der Umlaufgeschwindigkeit des Rotors gebildeten, resultierenden Strömung aus.

Nutzsysteeme für eine Ringflügelturbine

[0034] Der Hauptanwendungsbereich der Erfindung betrifft Ringflügelturbinen mit einem Generator zur Erzeugung elektrischen Stroms. Das Drehmoment einer Ringflügelturbine kann aber auch einen Kompressor zur Herstellung von Druckluft oder eine Pumpe z.B. zur Förderung von Wasser antreiben. Der Ringflügel erzeugt eine luvseitige Zugkraft. Deshalb fällt die Bilanz aus Widerstands- und Antriebskräften wesentlich günstiger aus als bei bekannten schublastigen Rotoren, sodass bei Land- und Wasserfahrzeugen, die von einem Ringflügel angetrieben werden, höhere Fahrtgeschwindigkeiten erreicht werden können und ein entsprechendes Fahrzeug gegen den Wind fahren kann.

[0035] Die Figuren zeigen unterschiedliche Ausführungsmöglichkeiten und Anwendungen der Erfindung.

[0036] Es zeigen:

- Fig. 1** eine Windturbine mit einem von Speichen gebildeten Diffusor in der perspektivischen Übersicht
- Fig. 2** die Windturbine nach **Fig. 1** in einem vertikalen Übersichtsschnitt
- Fig. 3** die Windturbine nach **Fig. 1** und **Fig. 2** in der schematischen luvseitigen Ansicht
- Fig. 4** eine Windturbine mit einem von fünf Speichen gebildeten Diffusor in der perspektivischen Übersicht
- Fig. 5** eine kleine Windturbine mit einem von einem Strömungsleitkörper gebildeten Diffusor in der perspektivischen Übersicht
- Fig. 6** die Windturbine nach **Fig. 5** in einem vertikalen Übersichtsschnitt
- Fig. 7** eine Windturbine mit einem von Speichen gebildeten Diffusor und vier Ringflügeln in der perspektivischen Übersicht
- Fig. 8** die Windturbine nach **Fig. 7** in einem Übersichtsschnitt und zwei Detailschnitten
- Fig. 9** die Aufweitung der Strömungsröhre an einem Ringflügel nach **Fig. 1-8** in einer perspektivischen Übersicht
- Fig. 10** die vektorielle Kraftzerlegung an dem Ringflügel nach **Fig. 1-9** in einer schematischen Schnittperspektive
- Fig. 11** eine Windturbine, deren Ringflügel einen Stufenkranz aufweist, in einer perspektivischen Übersicht
- Fig. 12** die Windturbine nach **Fig. 11** in einem vertikalen Übersichtsschnitt
- Fig. 13** die Windturbine nach **Fig. 11** und **Fig. 12** in der schematischen luvseitigen Ansicht
- Fig. 14** die Aufweitung der Strömungsröhre an einem Ringflügel nach **Fig. 11-13** in einer perspektivischen Übersicht
- Fig. 15** die vektorielle Kraftzerlegung an zwei exemplarisch dargestellten Ringflügelsegmenten nach **Fig. 11-14** in einer schematischen Schnittperspektive
- Fig. 16** eine Windturbine als Speichenradkonstruktion mit erweiterten Widerstandsläuferstufen in einer perspektivischen Übersicht
- Fig. 17** zwei Ringflügelsegmente der Windturbine nach **Fig. 16** mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte in einer Schnittperspektive
- Fig. 18** eine Windturbine als Leeläufer mit einer Speichenradkonstruktion in einer perspektivischen Übersicht
- Fig. 19** einen Ringflügel mit Stufenkranz, der aus 12 gleichartigen Ringsegmenten aufgebaut ist, in einer perspektivischen Übersicht

Fig. 20 den Ringflügel nach **Fig. 19** mit Darstellung der Aufweitung der Strömungsröhre in einer perspektivischen Übersicht

Fig. 21 zwei exemplarisch dargestellte Ringflügelsegmente des Ringflügels nach **Fig. 19** und **Fig. 20** mit vektorieller Kraftzerlegung in einer schematischen Schnittperspektive

Fig. 22 eine Windturbine, deren Ringflügel einen Stufenkranz bildet, als Speichenradkonstruktion in einer perspektivischen Übersicht

Fig. 23 die Windturbine nach **Fig. 22** in einem Vertikalschnitt

Fig. 24 die Windturbine nach **Fig. 22** und **Fig. 23** in einer luvseitigen Ansicht

Fig. 25 zwei Ringflügelsegmente der Windturbine nach **Fig. 22-24** mit Darstellung der aerodynamischen Kräfte in einer Schnittperspektive

Fig. 26 ein von einer Ringflügelturbine angetriebenes Fahrzeug in der perspektivischen Übersicht

Fig. 27 einen von einer Ringflügelturbine angetriebenen Trimeran in der perspektivischen Übersicht

Fig. 28 eine am Grund verankerte, vollständig getauchte Wasserturbine in der perspektivischen Übersicht

Fig. 29 eine an einem Seil aufgehängte, vollständig getauchte Wasserturbine in der perspektivischen Übersicht

Fig. 30 ein Mehrzahl von Wasserturbinen nach **Fig. 29** in einer perspektivischen Übersicht

Fig. 31 mehrere in eine Brückenkonstruktion integrierte Ringflügelturbinen als Wasserturbinen in der perspektivischen Übersicht

Fig. 32 eine Wasserturbine nach **Fig. 31** in einem horizontalen Übersichts- und Detailschnitt

Fig. 33 eine mit einem Schiff verbundene Wasserturbine in einer perspektivischen Übersicht

Fig. 34 die Wasserturbine nach **Fig. 33** in einer schematischen luvseitigen Ansicht

Fig. 35 eine mit einem Strömungsleitkörper verbundene Wasserturbine in einer perspektivischen Ausschnittsdarstellung **Fig. 36** die Wasserturbine nach **Fig. 35** in einer luvseitigen Ansicht

Fig. 37 die Wasserturbine nach **Fig. 35** und **Fig. 36** in einem Vertikalschnitt

Fig. 38 eine Ringflügelturbine mit einem Konfusor mit Darstellung der Strömungsröhre in einer perspektivischen Übersicht

Fig. 39 ein Ringsegment der Ringflügelturbine nach **Fig. 38** mit vektorieller Darstellung der aus der Strömung abgeleiteten Kräfte in der Perspektive

Fig. 40 die Ringflügelturbine nach **Fig. 38** und **Fig. 39** mit Darstellung des Flügelprofils in einer Übersichtsperspektive

[0037] Fig. 1 zeigt eine Windturbine **12** mit einer Speichenradkonstruktion **11**, bei der sechs luvseitige und sechs leeseitige Speichen **112** die von in sich verwundenen Rotorblättern **113** gebildet werden, die Nabe **111** mit einem äußeren Druckring **110** verbinden. Das Speichenrad rotiert in einer Rotationsebene R , wird von einer Gabel **121** in Form einer verzweigten Stütze getragen und richtet sich mit einer vertikalen Drehachse y in einem Azimutlager selbsttätig zur Strömung A aus. Das asymmetrische Flügelprofil **20** ist für eine Schnelllaufzahl Λ von 2,5-3 ausgelegt und zeichnet sich in der durch den Neigungswinkel β definierten Schnittebene mit der Rotationsebene R bei einer Profiltiefe t durch eine große Wölbungshöhe f , eine verringerte Wölbungsrücklage, einen kleinen Nasenradius und eine leicht nach Luv geneigte, sich zwischen der Flügel Nase n und der Flügelhinterkante e erstreckende Profulsehne p aus. Die Rotorblätter **113** wirken als Diffusor Φ , treiben die Windturbine **12** bis zum Erreichen der Auslegungsschnelllaufzahl an und wandeln die kinetische Energie der Strömung A in eine Drehbewegung mit Drehrichtung T . Durch die Energieentnahme aus der Strömung A weitet sich, wie in **Fig. 9** gezeigt, die Strömungsröhre auf, wobei die Rotorblätter **113** als Diffusor Φ wirken, der die Strömung A mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse x weglenkt. Aus der Geschwindigkeit der Strömung A , der Umlaufgeschwindigkeit B und dem Konuswinkel α bildet sich die resultierende Anströmung C , die den Ringflügel **2** mit einem Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene R anströmt. Bei einem Radius r von 150 m liefert diese Windturbine **12** eine verlustfreie Rotorleistung von 50 Megawatt.

[0038] Fig. 2 zeigt die Windturbine **12** nach **Fig. 1** in einem Vertikalschnitt. Die Rotorblätter **113** verbinden als Speichen **112** die Nabe **111** der Speichenradkonstruktion **11** mit dem Druckring **110** und bilden den Diffusor Φ , der die Strömung A mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse x weglenkt. Wie auch

in **Fig. 10** gezeigt, bewirkt die von dem Ringflügel **2** erzeugte Auftriebskraft **E** eine luvseitige Zugkraft **L**, die der leeseitigen Schubkraft **H** entgegenwirkt.

[0039] **Fig. 3** zeigt die Windturbine **12** nach **Fig. 1** und **Fig. 2** in einer luvseitigen Ansicht. Die Umlaufbahn **U** des Ringflügels **2** ist mit einem Radius r von 150 Metern von der Rotationsachse x der Windturbine **12** beabstandet. Die resultierende Anströmung **C** setzt sich aus der Geschwindigkeit der Strömung **A** und der Umlaufgeschwindigkeit **B** sowie aus dem dynamischen Konuswinkel α zusammen und bewirkt an dem Ringflügel **2** eine in Drehrichtung **T** geneigte Auftriebskraft **E**. Die Profilsehne p des asymmetrischen Flügelprofils **20** ist leicht nach Luv geneigt.

[0040] **Fig. 4** zeigt eine Windturbine **12**, bei der fünf Rotorblätter **113** mit der Nabe **111** und dem Ringflügel **2** eine Speichenradkonstruktion **11** bilden, wobei der Ringflügel **2** als Druckring **110** ausgebildet ist. Die in sich verwundenen Rotorblätter **113** bilden einen Diffusor Φ , sodass die Strömung **A** mit einem Konuswinkel α von der Rotationsachse x weggelenkt wird und die aus der Geschwindigkeit der Strömung **A** und der Umlaufgeschwindigkeit **B** resultierende Anströmung **C** das asymmetrische Flügelprofil **20** mit einem Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene **R** anströmt. Das Flügelprofil **20** entspricht dem in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel. Die Rotorblätter **113** sind an einer radialen Drehachse z verschwenkbar gelagert, sodass eine Drehzahlbegrenzung des Rotors **1** über eine Stall-Pitch-Regelung ermöglicht wird.

[0041] **Fig. 5** zeigt eine kleine Windturbine **12**, deren Rotor **1** von einem Ringflügel **2** und von drei den Ringflügel **2** mit einer Nabe verbindenden Rotorblättern **113** gebildet wird, in einer luvseitigen Perspektive. Ein konzentrisch und koaxial zu der Rotationsachse x angeordneter Strömungsleitkörper **10** lenkt die Strömung **A** mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse x weg auf die Flügel Nase n des Ringflügels **2**. Die resultierende Anströmung **C** erzeugt an dem Ringflügel **2** eine in Drehrichtung **T** geneigte Auftriebskraft **E**, die den Ringflügel **2** antreibt. Das asymmetrische Flügelprofil **20** ist für eine Auslegungsschnelllaufzahl, die bei diesem Beispiel dem 3-fachen der Geschwindigkeit der Strömung **A** entspricht, ausgelegt. Der aus der resultierenden Anströmung **C** abgeleitete Neigungswinkel β bestimmt die Auslegung des asymmetrischen Flügelprofils **20**. Um den Ringflügel **2** auf Drehzahl zu bringen, sind drei radiale Rotorblätter **113** vorgesehen, die ggf. durch einen motorischen Antrieb unterstützt werden. An einem Mast **120** mit vertikaler Drehachse y richtet sich die Windturbine **12** mit einem Azimutlager zur Strömung **A** aus.

[0042] **Fig. 6** zeigt die Windturbine **12** nach **Fig. 5** in einem Vertikalschnitt entlang der Rotationsachse x . In dieser Schnittebene zeigt das Flügelprofil **20** eine Sichelform mit einer stark nach Luv geneigten Profilsehne p . Zwischen dem als Diffusor Φ wirkenden Strömungsleitkörper **10** und der Innenseite des Ringflügels **2** wird eine ringförmige Düse **100** gebildet, die die Wirksamkeit der Rotorblätter **113** und des Ringflügels **2** erhöht. Die Umlaufbahn **U** des Ringflügels **2** ist durch den Radius r , gemessen an der Flügelhinterkante e , definiert. Der Rotor **1** weist eine Speichenradkonstruktion **11** auf, bei der drei als Rotorblätter **113** ausgebildete Speichen **112** den Ringflügel **2** mit der Nabe **111** verbinden, die den Läuferferring **151** des Generators **15** aufnimmt. Der Generator **15** ist als Ringgenerator **150** ausgebildet und weist einen Läufer- und einen Statorring **151, 152** auf und arbeitet als Transversalflussmaschine **153** und auch als Elektromotor **16** für den Antrieb des Ringflügels **2** bis zum Erreichen der Auslegungsschnelllaufzahl. Das Lager **14** zwischen dem Rotor **1** und der Achse ist als berührungsloses Magnetlager **141** ausgebildet.

[0043] **Fig. 7** zeigt eine große Windturbine **12** mit einer Speichenradkonstruktion **11** und einem als Gabel **121** ausgebildeten Mast, die in einem Azimutlager mit vertikaler Drehachse y zur Strömung **A** ausrichtbar ist. Die Speichen **112** sind als in sich verwundene Rotorblätter **113** ausgebildet und wirken als Diffusor Φ . An der Rotationsachse x haben die Längsmittelachsen der Rotorblätter **113** einen Schnittpunkt mit der horizontalen Rotationsachse x der Windturbine **12** und erweitern sich V-förmig zum äußeren Rand des Rotors **1**. Insgesamt vier Ringflügel **2** bilden zusammen mit den Speichen **112** einen Fachwerkring **114**, der luv- und leeseitig jeweils aus zwei zueinander konzentrisch angeordneten Ringflügeln **2** aufgebaut ist, die durch radiale Rotorblätter **113** untereinander zu einem räumlichen Fachwerkring **114** verbunden sind. Die resultierende Anströmung **C** bewirkt an jedem Ringflügel **2** eine Auftriebskraft **E** und eine tangentielle Antriebskraft **G**.

[0044] **Fig. 8** zeigt einen Vertikalschnitt durch die Windturbine **12** nach **Fig. 7** mit einem vertikalen Detailschnitt durch den viergurtigen Fachwerkring **114** sowie durch das asymmetrische Flügelprofil **20** eines als Ringgurt ausgebildeten Ringflügels **2**. Der Querschnitt durch das asymmetrische Flügelprofil **20** parallel zu der Rotationsachse x zeigt die Sichelform des Flügelprofils **20**, das, wie in **Fig. 7** dargestellt, in der durch den Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene **R** definierten Schnittebene als asymmetrisches Flügelprofil **20** Auftrieb erzeugt und dabei rotativ wirksam ist.

[0045] Fig. 9 zeigt die Aufweitung der Strömungsröhre in einer Strömung **A** als Wirkung eines in den Fig. 1-8 dargestellten Diffusors Φ . Die Umströmung des Ringflügels **2** wird dabei sowohl durch den dynamischen Konuswinkel α als auch durch den Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene **R** bestimmt. Die strömungsdynamische Wirkung des Ringflügels **2** mit einer tangentialen Antriebskraft **G** wird in Fig. 10 näher erläutert.

[0046] Fig. 10 zeigt beispielhaft die aerodynamische Wirkung eines Ringflügels **2** nach Fig. 9, der, wie in Fig. 1-8 gezeigt, mit einem Diffusor Φ zusammenwirkt. An einem perspektivisch dargestellten Segment des Ringflügels **2** sind die aus der Strömung **A** abgeleiteten Kräfte als Vektoren dargestellt. Die Geschwindigkeit der Strömung **A** und die Umlaufgeschwindigkeit **B** zusammen mit dem von einem Diffusor Φ bewirkten dynamischen Konuswinkels α führen zu einer resultierenden Anströmung **C** des Ringflügels **2**, die an dem asymmetrischen Flügelprofil **20** eine Auftriebskraft **E** bewirkt, die in eine Sogkraft **D** und eine Vortriebskraft **F** zerlegbar ist. Aus der Vortriebskraft **F** leitet sich die tangentiale Antriebskraft **G** sowie die luvseitige Zugkraft **L** ab, die der leeseitigen Schubkraft **H** entgegenwirkt. Gegen die Vortriebskraft **F** wirkt der Widerstand **J** des Ringflügels **2**, der sich aus dem tangentialen Rotationswiderstand **K** und der leeseitigen Schubkraft **H** zusammensetzt. Die Auftriebskraft **E** wirkt in einer Ebene, die durch den Neigungswinkel β der resultierenden Anströmung **C** gegenüber der Rotationsebene **R** definiert ist in Drehrichtung **T** des Rotors **1**.

[0047] Fig. 11 zeigt eine Ringflügelturbine als Windturbine **12** mit einem Durchmesser von 250 m. Der Rotor **1** ist als Speichenradkonstruktion **11** ausgebildet, bei der die Ringflügelsegmente **S1-S45** einen Druckring **110** bilden, der über Speichen **112** mit der Nabe **111** verbunden ist. Die Speichen **112** wirken als Diffusor Φ und sind jeweils als ein in sich verwundenes Rotorblatt **113** ausgebildet, dessen Anstellwinkel bzgl. der Rotationsebene **R** an die mit zunehmendem Abstand zur Nabe **111** zunehmende Umlaufgeschwindigkeit des Rotors **1** angepasst ist. Ein Azimutlager mit der vertikalen Drehachse **y** an der Basis der vierfach verzweigten Gabel **121**, die die Nabe **111** stützt, richtet die Windturbine **12** selbsttätig zur Strömung **A** aus. Die Nabe **111** bildet das Generatorgehäuse **154** für einen Generator **15**, dessen Lager **14** als Wälzlager **140** ausgebildet ist. Die Widerstandsläuferstufe **I** eines Ringflügelsegments **S1-S45** weist in Drehrichtung **T** des Rotors **1** eine exponentiell zunehmende Neigung mit einem variablen Neigungswinkel β auf. Die Flügelnasen **n** der Auftriebsläuferstufen **II** sind parallel zu der Rotationsachse **x** angeordnet und bieten der Strömung **A** an dem stillstehenden Rotor **1** keine Angriffsfläche, während die Widerstandsläuferstufen **I** als konkave Schaufeln **210** ausgebildet sind, sodass der Rotor **1** bereits bei einer geringen Geschwindigkeit der Strömung **A** anläuft. Die Auftriebsläuferstufen **II** sind für eine resultierende Anströmung **C** ausgelegt, bei der die Umlaufgeschwindigkeit **B** des Rotors **1** einem Vielfachen der Geschwindigkeit der Strömung **A** entspricht.

[0048] Fig. 12 zeigt die Windturbine **12** nach Fig. 11 mit Darstellung der Speichenradkonstruktion **11**, bei der der Ringflügel **2** einen Druckring **110** bildet, der mit der Nabe **111** über als Rotorblätter **113** ausgebildete Speichen **112** verbunden ist. Das Generatorgehäuse **154** nimmt den Generator **15** auf und wird, wie in Fig. 11 gezeigt, von einer vierfach verzweigten Gabel **121** getragen. Ein Azimutlager mit vertikaler Drehachse **y** ermöglicht die selbsttätige Ausrichtung des Windrads mit 250 m Durchmesser zur Strömung **A**. Der Wind trifft als Strömung **A** auf die Rotorblätter **113**, die als Diffusor Φ wirken, der die Strömung **A** mit einem dynamischen Konuswinkel α auf den Ringflügel **2** lenkt und senkrecht zu dem Konuswinkel α nach Luv gerichtete Auftriebskräfte **E** bewirkt. Luvseitig weist der Ringflügel **2** einen von den Widerstandsläuferstufen **I** und den Auftriebsläuferstufen **II** der Ringflügelsegmente **S1-S45** gebildeten Stufenkranz **23** auf.

[0049] Fig. 13 zeigt die Windturbine **12** nach Fig. 11 und Fig. 12 in einer luvseitigen Ansicht mit Darstellung der an den Ringflügelsegmenten **S1-S45** um die horizontale Rotationsachse **x** rotativ wirksamen Auftriebskräfte **E**, die die kinetische Energie des Windes in eine Drehbewegung mit Drehrichtung **T** wandeln.

[0050] Fig. 14 zeigt die Aufweitung der Strömungsröhre in einer Strömung **A** als Folge der Energieentnahme durch die Rotorblätter **113**, wie in Fig. 11 und Fig. 12 dargestellt. Der Ringflügel **2** rotiert mit Drehrichtung **T** in der Rotationsebene **R**. Die Verlangsamung der Geschwindigkeit der Strömung **A** führt zu einer Aufweitung der Strömungsröhre und bewirkt die Bildung eines dynamischen Konuswinkels α .

[0051] Fig. 15 zeigt beispielhaft zwei Ringflügelsegmente **S1,S2** eines aus einer Mehrzahl von Ringflügelsegmenten **S1-Sn** aufgebauten Ringflügels **2**, wie in Fig. 11-14 dargestellt. Das Ringflügelsegment **S1** besitzt wie alle weiteren Ringflügelsegmente **S1-Sn** ein luv- und ein leeseitiges Flügelprofil **21,22**, die wie in Fig. 11-14 gezeigt, in einem Schnitt entlang der durch den Neigungswinkel β definierten Schnittebene eine unterschiedliche Profiltiefe **t** aufweisen. Die resultierende Anströmung **C** trifft mit einem dynamischen Konuswinkel α an der Flügel Nase **n** auf das Ringflügelsegment **S1** und bewirkt senkrecht zu der resultierenden Anströmung **C** eine Auftriebskraft **E**, die infolge des dynamischen Konuswinkels α in Drehrichtung **T** nach Luv geneigt ist und sich in die Sogkraft **D** und die Vortriebskraft **F** teilt. Die Vortriebskraft **F** teilt sich in die tangentiale Antriebskraft

G und die luvseitige Zugkraft **L**. Der Widerstand **J** dagegen lässt sich vektoriell in die leeseitige Schubkraft **H** und den tangentialen Rotationswiderstand **K** zerlegen. Das luvseitige und das leeseitige Flügelprofil **21,22** der Ringflügelsegmente **S1,S2** überlappen sich in der mit einem Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene **R** geneigten Verbindungsfläche **V** nur teilweise, sodass die verbleibende Stirnfläche des luvseitigen Flügelprofils **21** die Widerstandsläuferstufe **I** des Ringflügelsegments **S2** bildet. Die Strömung **A** ist, wie in **Fig. 14** gezeigt, mit einem dynamischen Konuswinkel α gegenüber der Rotationsachse **x** geneigt.

[0052] **Fig. 16** zeigt eine Windturbine **12**, deren Rotor **1** eine Speichenradkonstruktion **11** mit Druckring **110**, Nabe **111** und Speichen **112** aufweist. Der Druckring **110** des Rotors **1** wird von insgesamt **45** Ringflügelsegmenten **S1-S45** gebildet, die untereinander an der Flügel Nase **n** des Ringflügels **2** einen Stufenkranz **23** bilden. Die Widerstandsläuferstufe **I** ist als konkave Schaufel **210** mit einem Kragen **211** ausgebildet, um die Stirnfläche für die Strömung **A** zu vergrößern. Nachdem die Windturbine **12** von den Widerstandsläuferstufen **I** der Ringflügelsegmente **S1-S45** in eine Drehung mit Drehrichtung **T** versetzt wurde, bewirkt die Umlaufgeschwindigkeit des Rotors **1** eine resultierende Anströmung **C**, von der die Auftriebsläuferstufen **II** der Ringflügelsegmente **S1-S45** überströmt werden. Die Nabe **111** der Speichenradkonstruktion **11** wird luv- und leeseitig von einer vierfach verzweigten Gabel **121** unterstützt, die über ein Azimutlager mit Drehachse **y** mit einer Basis verbunden ist.

[0053] **Fig. 17** zeigt zwei Ringflügelsegmente **S1,S2** der Windturbine **12** nach **Fig. 16**. Die Strömung **A** trifft mit einem dynamischen Konuswinkel α auf den Stufenkranz **23** des Ringflügels **2**. Die resultierende Anströmung **C** entsteht aus der vektoriellen Überlagerung der Geschwindigkeit der Strömung **A** mit der Umlaufgeschwindigkeit **B** und wird auf die Flügel Nase **n** der Auftriebsläuferstufe **II** des Ringflügelsegments **S1** gelenkt um die Auftriebskraft **E** zu erzeugen die in Drehrichtung **T** geneigt ist und die Vortriebskraft **F** und die Sogkraft **D** bewirkt. Aus der Vortriebskraft **F** leiten sich die tangentiale Antriebskraft **G** und die luvseitige Zugkraft **L** ab. Der Widerstand **J** setzt sich seinerseits aus dem tangentialen Rotationswiderstand **K** und der leeseitigen Schubkraft **H** zusammen. Da sich das leeseitige Flügelprofil **22** des Ringflügelsegments **S1** und das luvseitige Flügelprofil **21** des Ringflügelsegments **S2** in der Verbindungsfläche **V** nicht vollständig überlappen, bildet die Stirnfläche des luvseitigen Flügelprofils **21** die Widerstandsläuferstufe **I**, während die Flügeloberfläche zwischen dem luvseitigen und dem leeseitigen Flügelprofil **21,22** die Auftriebsläuferstufe **II** bildet. Die luvseitigen Flügelprofile **21** der Ringflügelsegmente **S1,S2** sind jeweils als konkave Schaufeln **210** ausgebildet, wobei ein Kragen **211** die aerodynamisch wirksame Stirnfläche der Widerstandsläuferstufe **I** erweitert und sich in die Verbindungsfläche **V** hinein fortsetzt. Die Verbindungsfläche **V** der Ringflügelsegmente **S1,S2** weist gegenüber der Rotationsebene **R** einen Neigungswinkel β auf, der in Drehrichtung **T** des Rotors **1** exponentiell wächst, sodass die Widerstandsläuferstufe **I** als konkave Schaufel **210** ausgebildet werden kann.

[0054] **Fig. 18** zeigt eine Windturbine **12** mit einer Speichenradkonstruktion **11**, bei der ein von sechs Speichen **112** mit der Nabe **111** verbundener Druckring **110** den Rotor **1** bildet. Die Windturbine **12** ist als Leeläufer ausgebildet. Der Generator **15** und das Generatorgehäuse **154** sind über ein Azimutlager mit vertikaler Drehachse **y** an einen Mast **120** angelenkt, sodass sich der Rotor **1** selbsttätig zu der Strömung **A** ausrichtet. Die Nabe **111** der Speichenradkonstruktion **11** ist über ein Lager **14** mit dem luvseitigen Generatorgehäuse **154** verbunden. Die Ringflügelsegmente **S1-S45** bilden untereinander eine strömungsdynamisch wirksame Profilierung mit einem Stufenkranz **23**, der von den luvseitigen und den leeseitigen Flügelprofilen **21,22** gebildet wird. Dabei weist eine Widerstandsläuferstufe **I** eine konkave Schaufel **210** mit in Drehrichtung **T** zunehmender Neigung gegenüber der Rotationsebene **R** auf. Bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind von der Innenseite des Ringflügels **2** in der Rotationsebene **R** abragende Rotorblätter **113** vorgesehen, die jeweils ein asymmetrisches Flügelprofil aufweisen und an einer radialen Drehachse **z** mit einem variablen Anstellwinkel zur Rotationsebene **R** geneigt sind. Diese abragenden Rotorblätter **113** sind sowohl für das Anlaufen der Windturbine **12** als auch für die Begrenzung der Drehzahl um die radiale Achse **z** verstellbar.

[0055] **Fig. 19** zeigt einen Ringflügel **2** als Rotor **1** für eine Wind- oder Wasserturbine **12,13**, der aus **12** baugleichen Ringflügelsegmenten **S1-S12** aufgebaut ist. Der Rotor **1** ist in einer vertikalen Achse **y** zu einer Strömung **A** ausrichtbar und rotiert um eine horizontale Rotationsachse **x** in einer Rotationsebene **R**. Die Ringflügelsegmente **S1-S12** sind jeweils in einer Verbindungsfläche **V** mit einem Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene **R** angeordnet und bilden untereinander an der Außenseite des Ringflügels **2** einen Stufenkranz **23**. Jedes Ringflügelsegment **S1-S12** weist in Drehrichtung **T** ein luvseitiges Flügelprofil **21** und ein leeseitiges Flügelprofil **22** auf, die sich jeweils bei gleicher Profiltiefe **t** in der Wölbungshöhe **f** unterscheiden und eine gemeinsame Flügel Nase **n** und Flügelhinterkante **e** haben. Die unterschiedliche Wölbungshöhe **f** des luvseitigen und des leeseitigen Flügelprofils **21,22** führt an der Flügeloberfläche zu einer Steigung mit einem tangentialen Steigungswinkel δ in Drehrichtung **T** an der Außenseite eines Ringflügelsegments **S1-S12**. Im Falle einer Windturbine **12** trifft die Strömung **A** mit einem dynamischen Konuswinkel α zunächst auf die Wi-

derstandsflügelstufen I und dreht den Rotor **1** an. Sobald sich der Rotor **1** dreht, kommt es zu einer Überlagerung der Geschwindigkeit der Strömung **A** mit der Umlaufgeschwindigkeit **B**, wobei die resultierende Anströmung **C** auf die Flügel Nase **n** der Auftriebsflügelstufen II des Ringflügels **2** trifft. Der Ringflügel **2** ist mit einem Stufenkranz **23** ausschließlich auf der Ringaußenseite ausgebildet, wobei der Neigungswinkel β in der Verbindungsfläche **V** für eine resultierende Anströmung **C** ausgelegt ist, die der 2,5- bis 3-fachen Geschwindigkeit der Strömung **A** entspricht.

[0056] Fig. 20 zeigt den Ringflügel **2** für eine Wind- oder Wasserturbine **12,13** nach Fig. 19 mit Aufweitung der Strömungsröhre als Folge der Energieentnahme durch einen wie in den Fig. 1-18 von Rotorblättern gebildeten Diffusor. Durch die Überlagerung der Strömung **A** mit der Umlaufgeschwindigkeit **B** wird, wie in Fig. 19 und Fig. 21 gezeigt, die Flügel Nase **n** des Ringflügels **2** schräg angeströmt. Die Verbindungsflächen **V** der Ringflügelsegmente **S1-Sn** sind mit einem Neigungswinkel β zur Rotationsebene **R** geneigt, der sich aus der Auslegungsschnelllaufzahl von 2,5-3 ergibt. Erreicht die Umlaufgeschwindigkeit **B** des Ringflügels **2** ein Mehrfaches der Geschwindigkeit der Strömung **A**, entspricht der Winkel der resultierenden Anströmung **C** dem Neigungswinkel β . Übersteigt die Umlaufgeschwindigkeit **B** einen geplanten Grenzwert, erhöht sich der Widerstand des Rotors **1** drastisch, sodass über den gewählten Neigungswinkel β eine Drehzahlbegrenzung des Rotors **1** ermöglicht wird.

[0057] Fig. 21 zeigt zwei Ringflügelsegmente **S1,S2** des in Fig. 19 und Fig. 20 dargestellten Ringflügels **2** mit den aus der Strömung **A** abgeleiteten Kräften **B-L**. Die Strömung **A** trifft mit einem dynamischen Konuswinkel α auf die Flügel Nase **n** des Ringflügels **2** und überlagert sich mit der Umlaufgeschwindigkeit **B** zu der resultierenden Anströmung **C**, die an dem dargestellten Ringflügelsegment **S1** eine Auftriebskraft **E** mit einer Neigung in Drehrichtung **T** und nach Luv bewirkt. Die Auftriebskraft **E** wirkt senkrecht zu der resultierenden Anströmung **C** und senkrecht zu der Flügeloberfläche, die wie in Fig. 19 gezeigt, mit einem tangentialen Steigungswinkel δ in Drehrichtung **T** des Rotors **1** geneigt ist. Die Auftriebskraft **E** teilt sich in die in der Rotationsebene **R** wirksame tangentiale Antriebskraft **G** und die luvseitige Zugkraft **L**. Der Widerstand **J** wirkt der Vortriebskraft **F** entgegen und lässt sich vektoriell in die leeseitige Schubkraft **H** und den tangentialen Rotationswiderstand **K** zerlegen. Die Schubkraft **H** und die Zugkraft **L** heben einander gegenseitig weitgehend auf, sodass eine nicht näher dargestellte Haltekonstruktion des Ringflügels **2** wesentlich entlastet wird.

[0058] Fig. 22 zeigt eine Windturbine **12** als Speichenradkonstruktion **11**, bei der **30** Ringflügelsegmente **S1-S30** einen Ringflügel **2** bilden, bei dem der von den Widerstandsläuferstufen I und den Auftriebsläuferstufen II gebildete Stufenkranz **23** sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenseite ausgeprägt ist. Die Ringflügelsegmente **S1-S30** bilden den Druckring **110** der Speichenradkonstruktion **11**, der luv- und leeseitig jeweils über sechs als Rotorblätter **113** ausgebildete Speichen **112** mit einer Nabe **111** verbunden ist. Eine zur Basis sich verjüngende, vierfach verzweigte Gabel **121** trägt den in die Nabe **111** integrierten Generator **15**. Die Ringflügelsegmente **S1-S30** weisen gemeinsame Flügel Nasen **n** und Flügelhinterkanten **e** auf. Die Auftriebsläuferstufe II eines Ringflügelsegments **S1-S30** wird von der Flügeloberfläche gebildet, die das luvseitige und das leeseitige Flügelprofil **21,22** miteinander verbindet und dabei mit einem tangentialen Steigungswinkel δ in Drehrichtung **T** des Rotors **1** geneigt ist.

[0059] Fig. 23 zeigt die Windturbine **12** nach Fig. 22 in einem Vertikalschnitt mit Darstellung der Speichenradkonstruktion **11**, bei der der Ringflügel **2** einen Druckring **110** bildet und mit der Nabe **111** über Speichen **112**, die als Rotorblätter **113** ausgebildet sind, verbunden ist. Der Generator **15** ist in die Nabe **111** integriert, die, wie in Fig. 22 gezeigt, von einer vierfach verzweigten Gabel **121** getragen wird und sich zu einem Azimutlager mit vertikaler Drehachse **y** hin verjüngt. Die parallel zu der horizontalen Rotationsachse **x** auf die Windturbine **12** treffende Strömung **A** trifft mit einem dynamischen Konuswinkel α auf den Ringflügel **2**. Bei der Bildung des dynamischen Konuswinkels α wirken zwei Faktoren zusammen: Die als Rotorblätter **113** ausgebildeten Speichen **112** wirken als Diffusor Φ und lenken die Strömung **A** mit einem dynamischen Konuswinkel α von der Rotationsachse **x** weg; aufgrund der Energieentnahme durch die Rotorblätter **113** steigt der Druck in der Strömungsröhre an, sodass der dynamische Konuswinkel α im Bereich des Ringflügels **2** einen Betrag von 30-35 Grad annimmt. Da die von den Ringflügelsegmenten **S1-S30** bewirkten Auftriebskräfte **E**, wie auch in Fig. 25 gezeigt, senkrecht zu der aus der Geschwindigkeit der Strömung **A** und der Umlaufgeschwindigkeit **B** resultierenden Anströmung **C** gerichtet sind, erzeugt der Rotor **1** eine luvseitige Zugkraft **L**, sodass die Tragkonstruktion der Windturbine **12** entlastet wird und deshalb ohne übermäßigen Materialaufwand hergestellt werden kann.

[0060] Fig. 24 zeigt die Windturbine **16** nach Fig. 22 und Fig. 23 in einer Ansicht mit Darstellung der von den Ringflügelsegmenten **S1-S30** bewirkten, nach außen gerichteten Auftriebskräfte **E**. Das luvseitige und das leeseitige Flügelprofil **21,22** der Ringflügelsegmente **S1-S30** weisen jeweils bei gleicher Profiltiefe **t** eine

unterschiedliche Wölbungshöhe f auf, sodass die Flügel Nase n und die Flügelhinterkante e des Ringflügels **2** auf zwei konzentrischen Kreisen liegen und der Stufenkranz **23** sowohl an der Außen- als auch an der Innenseite des Ringflügels **2** ausgebildet ist. Die Flügeloberfläche eines Ringflügelsegments **S1-S30** weist in Drehrichtung **T** des Rotors **1** einen tangentialen Steigungswinkel δ auf, sodass die an den Ringflügelsegmenten **S1-S30** angreifenden, Auftriebskräfte E jeweils senkrecht zu der Flügeloberfläche **20** wirken und deshalb mit einem Versatzmoment an der horizontalen Rotationsachse x der Windturbine **12** angreifen.

[0061] Fig. 25 zeigt zwei Ringflügelsegmente **S1,S2** der Windturbine **12** nach Fig. 22-24 mit den von der Strömung A bewirkten aerodynamischen Kräften $B-L$. Beim Anlaufen des Rotors **1** wirkt zunächst ein Teil der Stirnfläche des luvseitigen Flügelprofils **21** als Widerstandsläuferstufe I an der Außen- und Innenseite des Ringflügels **2** und schiebt den Rotor **1** an. Die aus der Überlagerung der Umlaufgeschwindigkeit B mit der Geschwindigkeit der Strömung A resultierende Anströmung C trifft auf eine Flügeloberfläche **20**, die mit einem tangentialen Steigungswinkel δ in Drehrichtung **T** des Rotors **1** geneigt ist, sodass die Auftriebskraft E und die aus ihr abgeleitete Vortriebskraft F ebenfalls der durch den tangentialen Steigungswinkel δ vorgegebenen Steigung folgen. Entgegen der Vortriebskraft F wirkt der Widerstand J der Turbine, der sich vektoriell in die leeseitige Schubkraft H und den tangentialen Rotationswiderstand K aufteilt, während sich die Vortriebskraft F aus der tangentialen Antriebskraft G und der luvseitigen Zugkraft L zusammensetzt. Die Verbindungsfläche V zwischen den Ringflügelsegmenten **S1,S2** weist eine zum Mittelpunkt des Ringflügels **2** sich verjüngende Kegelfläche auf, sodass der Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene R kontinuierlich zunimmt. Das Detail zeigt auch den Anschluss einer Speiche **112**, die als Rotorblatt **113** ausgebildet ist, das von zwei Seilen **122** getragen wird.

[0062] Fig. 26 zeigt ein Fahrzeug, das von einer Ringflügelturbine, die als Luvläufer ausgebildet ist, angetrieben wird. Der Rotor **1** der Turbine besteht aus einem aus 45 Ringflügelsegmenten **S1-S45** aufgebauten Ringflügel **2** mit einer Speichenradkonstruktion **11**, deren Druckring **110** von dem Ringflügel **2** gebildet wird und mit der Nabe **111** über Speichen **112**, die als Rotorblätter **113** ausgebildet sind, verbunden ist. Der Ringflügel **2** entspricht in seiner aerodynamischen Wirkung der in Fig. 11-15 erläuterten Windturbine **12**. Die Nabe **111** der Windturbine **12** nimmt ein nicht näher bezeichnetes Getriebe auf, das über eine nicht näher bezeichnete Transmission das von dem Rotor **1** erzeugte Drehmoment auf die Hinterachse des Fahrzeugs überträgt. Die vier Speichenräder entsprechen dem in der DE 10 2011 107 063 A1 beschriebenen Flügelrad. Die Vorderräder und die Vorderachse bilden einen Lenkschemel, der über ein Steuergelenk an den hinteren Fahrzeugteil angelenkt ist. Der Rotorblätter **113** bewirken leeseitigen Schub, während der Ringflügel **2** eine luvseitige Zugkraft L bewirkt und den Antrieb über die Hinterachse unterstützt, sodass das ausschließlich windgetriebene Fahrzeug gegen den Wind anfahren kann.

[0063] Fig. 27 zeigt einen Trimeran als Tragflächenboot, das von einer Ringflügelturbine angetrieben wird, bei der der Ringflügel **2** als Speichenradkonstruktion **11** mit Druckring **110**, Nabe **111** und Speichen **112** als Rotorblätter **113** den Rotor **1** einer Windturbine **12** bildet. Über einen Drehschemel, der die drei Rümpfe des Trimerans untereinander verbindet und über vier Stäbe, die jeweils luv- und leeseitig an die horizontale Rotationsachse x der Windturbine **12** anschließen, richtet sich der Rotor **1** selbsttätig zu einer resultierenden Anströmung aus, bei der Wind, Fahrtwind und Umlaufgeschwindigkeit des Rotors **1** überlagert sind. Der Rotor **1** entspricht der in Fig. 11-15 erläuterten Windturbine **12** und ist als Schnellläufer für eine Umlaufgeschwindigkeit, die dem 10-fachen der Geschwindigkeit der Strömung A entspricht, ausgelegt. Der Ringflügel **2** ist aus 45 Ringflügelsegmenten **S1-S45** aufgebaut und hat eine Fläche von **707 m²**. Damit steht genügend Antriebsenergie zur Verfügung, um die Rümpfe des Trimerans mittels von getauchten Tragflügeln aus dem Wasser zu heben, sodass Fahrtgeschwindigkeiten von mehr als 100 km/h ermöglicht werden. Der Antrieb erfolgt über eine große zentrale, in ihrer Eintauchtiefe verstellbare, elektrisch angetriebene Schraube, die von einem in die Nabe **111** der Windturbine **12** integrierten Generator **15** mit Strom versorgt wird. Der Schraubenantrieb und eine resultierende luvseitige Zugkraft L ermöglichen dem Trimeran gegen den Wind zu fahren.

[0064] Fig. 28 zeigt eine Wasserturbine **13**, deren Rotor **1** unterhalb einer Wasseroberfläche angeordnet ist und sich über ein Azimutlager mit vertikaler Drehachse y am oberen Ende des Masts **120** selbsttätig zu einer mit den Gezeiten die Richtung wechselnden Strömung A ausrichtet. Die Wasserturbine **13** weist einen Ringflügel **2** und sechs als Rotorblätter **113** ausgebildete Speichen **112** auf, die einen Diffusor Φ für den Ringflügel **2** bilden. Der Rotor **1** ist über ein als Wälzlager **140** ausgebildetes Lager **14** mit dem sich in einem wasserdichten Generatorgehäuse **154** befindenden Generator **15** verbunden. Die Flügel Nase n des Ringflügels **2** weist einen von den Ringflügelsegmenten **S1-S18** gebildeten Stufenkranz **23** auf. Die Verbindungsflächen V der Ringflügelsegmente **S1-S18** sind gegenüber der Rotationsebene R mit einem Neigungswinkel β geneigt.

[0065] Fig. 29 zeigt eine vollständig getauchte Wasserturbine 13, bei der ein als Diffusor Φ wirkender Strömungsleitkörper 10 von einem aus 18 Ringflügelsegmenten S1-S18 aufgebauten Ringflügel 2 konzentrisch umgeben wird. Der Rotor 1 weist eine Speichenradkonstruktion 11 auf bei der sechs radial angeordnete Rotorblättern 113 mit einer in den Strömungsleitkörper 10 integrierten Nabe 111 verbunden sind. Die Wasserturbine 13 hängt an einem koaxial zu der horizontalen Rotationsachse x angeordneten Seil 122 und richtet sich damit zur Strömung A aus. Das Seil 122 wird von einem nicht näher bezeichneten Versorgungsschlauch umgeben, der der Ableitung des von der Wasserturbine 13 gewonnenen Stroms und der Aufnahme von Schalt- und Steuerungskabeln dient. Der Strömungsleitkörper 10 ist als Auftriebskörper ausgebildet und weist an seiner äußeren Mantelfläche Strömungsleitflächen 101 auf, die als Nuten und Flossen ausgebildet sind und die Wasserturbine 13 in der Strömung A stabilisieren. Der Generator 15 der kleinen Wasserturbine 13 ist als Ringgenerator ausgebildet, wobei der Läufering 151 in den Strömungsleitkörper 10 integriert ist.

[0066] Fig. 30 zeigt sechs kleine Wasserturbinen 13 nach Fig. 29, die an einem Haltegitter über ein Seil 122 angelenkt sind, als Ausschnitt einer modularen Anordnung für eine Mehrzahl von Wasserturbinen 13 in einem Fließgewässer. Da die Strömungsleitkörper 10 der Wasserturbinen 13 in der Strömung A schweben, können an einem Seil 122 eine Mehrzahl von Wasserturbinen 13 auch hintereinander angeordnet werden.

[0067] Fig. 31 zeigt drei Ringflügelturbinen, die in Durchflussöffnungen einer Brücke 130 integriert sind, in einem exemplarischen Ausschnitt. Die Durchflussöffnungen sind als Strömungsleitkörper 10 ausgebildet und bilden jeweils einen Konfusor Θ für die Anströmung eines Ringflügels 2, der mit einem Generator 15 als Ringgenerator 150 verbunden ist.

[0068] Fig. 32 zeigt eine Ringflügelturbine nach Fig. 31 in einem horizontalen Querschnitt durch die Brücke 130 und in einem Detailschnitt durch den Ringflügel 2 in einer Schnittebene, die mit dem Neigungswinkel β gegenüber der Rotationsebene R geneigt ist und das effektive, von der resultierenden Anströmung C erfasste asymmetrische Flügelprofil 20 des Ringflügels 2 zeigt. Der Generator 15 ist als Ringgenerator 150 ausgebildet und weist einen Läufering 151 auf, der in einem brückenseitigen Statorring 152 in einem Lager 14 geführt wird. Nicht näher dargestellte radiale Verbindungselemente verbinden den Ringflügel 2 mit dem Läufering 151, wobei zwischen dem Ringflügel 2 und dem von der Durchflussöffnung der Brücke 130 gebildeten Strömungsleitkörper 10 eine Düse 100 gebildet wird. Innerhalb eines stetig fließenden Stroms benötigt diese Wasserturbine 13 eine einmalige Anlaufhilfe, um die Drehzahl zu erreichen, für die das asymmetrische Flügelprofil 20 des Ringflügels 2 ausgelegt ist.

[0069] Fig. 33 zeigt eine Wasserturbine 13, bei der der Diffusor Φ von einem als Schiff 131 ausgebildeten Strömungsleitkörper 10 gebildet wird. Das Schiff 131 ist über eine nicht näher bezeichnete Ankerkette am Grund eines Gewässers verankert und kann sich im Falle eines Ankerpunkts als Gelenk mit vertikaler Drehachse zu einer von den Gezeiten bewirkten, wechselnden Strömungsrichtung ausrichten. Der Rumpf des Schiffs 131 weist eine Tropfenform mit einer Strömungsleitfläche 101 auf. Der Ringflügel 2 ist aus 18 baugleichen Ringflügelsegmenten S1-S18 aufgebaut, die an der Flügel Nase n einen Stufenkranz 23 mit Widerstandsläuferstufen I und Auftriebsläuferstufen II bilden und jeweils ein luvseitiges und ein leeseitiges Flügelprofil 21,22 aufweisen. Der Ringflügel 2 ist, wie auch in Fig. 34 gezeigt, mit einem radialen Abstand zu dem Rumpf des Schiffs 131 angeordnet, wobei zwischen der Außenseite des Strömungsleitkörpers 10 und der Innenseite des Ringflügels 2 eine Düse 100 gebildet wird und der Ringflügel 2 mittels von radialen Rotorblättern 113 mit dem Läufering 151 eines Generators 15 verbunden ist. Alternativ kann die Wasserturbine 13 auch mit einem Ringflügel 2 ausgebildet werden, der ein asymmetrisches Flügelprofil 20 nach Fig. 28 und Fig. 29 aufweist.

[0070] Fig. 34 zeigt die Wasserturbine 13 nach Fig. 33 in einer luvseitigen Ansicht mit Darstellung des als Schiff 131 ausgebildeten Strömungsleitkörpers 10, der für die Anströmung des Ringflügels 2 einen Diffusor Φ bildet, wobei mehr als die Hälfte des Ringflügels 2 unterhalb der Wasseroberfläche angeordnet ist. Die Ringflügelturbine ist als Speichenradkonstruktion 11 ausgebildet, bei der die Rotorblätter 113 den Ringflügel 2 mit der Nabe 111 verbinden, die in den Rumpf des Schiffs 131 eingelassen ist und den Läufering 151 eines Ringgenerators bildet, wobei eine ringförmige Nut im Rumpf des Schiffs 131 den Statorring 152 des Generators 15 bildet. Eine derartige Wasserturbine 13 kann sowohl in Fließgewässern als auch in Meeresgebieten mit starker Gezeitenströmung verankert werden. Für Wartungszwecke kann das ganze Schiff 131 einschließlich der Wasserturbine 13 in eine Werft gebracht werden.

[0071] Fig. 35 zeigt eine Wasserturbine 13 mit einem äußeren Strömungsleitkörper 10, der luvseitig als Konfusor Θ und leeseitig als Diffusor Φ wirkt und einen Ringgenerator 150 aufnimmt. Der Strömungsleitkörper 10 ist über ein Azimutlager mit vertikaler Drehachse y am Grund eines Gewässers verankert und richtet sich im Falle einer Gezeitenturbine selbsttätig zur Strömung aus. Der Ringflügel 2 trägt an seiner Außenseite sechs

Rotorblätter **113**, die mit dem Läuferferring **151** des Ringgenerators **150** verbunden sind. Der Strömungsleitkörper **10** hat innenseitige Kanneluren als Strömungsleitflächen, die an dem luvseitigen Konfuser Θ der Strömung **A** einen Drall gegen die Drehrichtung **T** des Ringflügels **2** aufprägen, um die Widerstandsläuferstufen **I** des Ringflügels **2** anzuströmen. An dem leeseitigen Diffuser Φ sind die Strömungsleitflächen **101** in Drehrichtung **T** des Ringflügels **2** angeordnet.

[0072] Fig. 36 zeigt die luvseitige Ansicht der Wasserturbine **13** nach Fig. 35. Zwischen der Außenseite des Ringflügels **2**, der aus **18** Ringflügelsegmenten **S1-S18** aufgebaut ist, und der Innenseite des ihn konzentrisch umgebenden Strömungsleitkörpers **10** ist eine Düse **100** vorgesehen. Die von dem Konfuser Θ beschleunigte Strömung **A** trifft im Bereich der Düsenverengung auf den Ringflügel **2** und auf sechs radial mit dem Ringflügel **2** verbundene Rotorblätter **113**, die die Energie der beschleunigten und gegen die Drehrichtung **T** des Ringflügels **2** gelenkten Strömung **A** in eine Drehbewegung wandeln.

[0073] Fig. 37 zeigt die Wasserturbine **13** nach Fig. 35 und Fig. 36 in einem Vertikalschnitt entlang der vertikalen Drehachse **y**. Der Strömungsleitkörper **10** hat einen luvseitigen Konfuser Θ , dessen als Kanneluren ausgebildeten Strömungsleitflächen **101** die Strömung **A** gegen die Drehrichtung des Rotors **1** lenken und einen leeseitigen Diffuser Φ , dessen Kanneluren die Strömung **A** in Drehrichtung des Rotors **1** lenken. Die von dem düsenförmigen Strömungsleitkörper **10** beschleunigte Strömung **A** trifft auf den Ringflügel **2** und wird dabei mit einem dynamischen Konuswinkel α zu der frei durchströmbaren Mitte der Wasserturbine **13** gelenkt. Der Strömungsleitkörper **10** nimmt den Läufer- und den Statorring **151,152** eines Ringgenerators **150** auf. Zwischen dem Strömungsleitkörper **10** und dem Ringflügel **2** ist eine Düse **100** vorgesehen, in der die Rotorblätter **113** angeordnet sind. An dem Konfuser Θ und dem Diffuser Φ können nicht näher bezeichnete Gitter die Turbine vor Beschädigung und Verschmutzung schützen. Über ein wasserdichtes Azimutlager ist die kugelförmig ausgebildete Wasserturbine **13** mit einem am Grund des Gewässers verankerten Fuß verbunden.

[0074] Fig. 38 zeigt eine Ringflügelturbine als Windturbine **12**, bei der der Rotor **1** einen Konfuser Θ aufweist, wobei der Ringflügel **2** zweiteilig ausgebildet ist und aus einem Statorring **152** und einem Läuferferring **151** besteht, die einen Ringgenerator **150** bilden. Der Läuferferring **151** bildet den Konfuser Θ , während der Statorring **152** über einen Mast **120** und ein Azimutlager mit vertikaler Drehachse **y** in einem Baugrund verankert ist. Die Strömung **A** wird an dem Konfuser Θ mit einem dynamischen Konuswinkel α zur Rotationsachse **x** hingelenkt, sodass der Ringflügel **2**, wie in Fig. 39 gezeigt, mit einer resultierenden Anströmung **C** angeströmt wird, die eine in Drehrichtung **T** geneigte und nach Luv geneigte Auftriebskraft **E** bewirkt.

[0075] Fig. 39 zeigt exemplarisch ein Ringsegment des kreisringförmigen Ringflügels **2** der Windturbine **12** nach Fig. 38 mit Darstellung der von der Strömung **A** hervorgerufenen dynamischen Kräfte **B-L** als Vektoren. Der Statorring **152** des Ringflügels **2** besteht aus einem biege-, schub- und torsionssteifen Hohlkastenprofil und ist über ein Lager **14**, das als berührungsloses Magnetlager **142** ausgebildet ist, mit dem Läuferferring **151** verbunden, der als Konfuser Θ wirkt. Läufer- und Statorring **151,152** bilden einen Ringgenerator **150** als Transversalflussmaschine. Mit der Umlaufgeschwindigkeit **B** überträgt sich der dynamische Konuswinkel α der Strömung **A** auf die resultierende Anströmung **C** und bewirkt an dem Ringflügelsegment die Auftriebskraft **E**. Aus der Auftriebskraft **E** leiten sich die Sogkraft **D** und die Vortriebskraft **F** ab. Die in der Rotationsebene **R** wirksame tangentielle Antriebskraft **G** und die luvseitige Zugkraft **L** sind Produkte der Vortriebskraft **F**, während der tangentielle Rotationswiderstand **K** und die leeseitige Schubkraft **H** aus dem Widerstand **J** abgeleitet sind.

[0076] Fig. 40 zeigt die Ringflügelturbine nach Fig. 38 und Fig. 39 in einer Schnittperspektive mit Darstellung des Flügelprofils **20** in einem Querschnitt, links oben, in der durch den Neigungswinkel β definierten Schnittebene und in einem Querschnitt, rechts unten, parallel zu der Rotationsachse **x**. Im Querschnitt parallel zu der Rotationsachse **x** weist das asymmetrische Flügelprofil **20** eine gedrungene Sichelform auf und ist zweiteilig ausgebildet, wobei der Läuferferring **151** auf einem Statorring **152** läuft und einen Ringgenerator **150** als Transversalflussmaschine bildet. Das Lager **14** zwischen dem Läuferferring **151** und dem Statorring **152** ist als berührungsloses Magnetlager **141** ausgebildet. Wie in Fig. 39 dargestellt, entfaltet das Flügelprofil **20** erst in einer durch den Neigungswinkel β definierten Neigungsebene seine Form als Auftriebsläuferprofil mit einer im Wesentlichen parallel zu der Rotationsachse **x** angeordneten Profildicke, einem kleinen Nasenradius und einer vorgezogenen Wölbungshöhe **f**. Der Neigungswinkel β definiert auch die Auslegungsschnelllaufzahl der Ringflügelturbine, sodass der Ringgenerator **150** als Elektromotor **16** den Läuferferring **151** bei einsetzender Strömung **A** auf die nötige schnelllaufzahl bringt.

Bezugszeichenliste

Rotor	1	Ringflügel	2
Diffusor	Φ	Flügelprofil	20
Konfusor	Θ	Flügel Nase	n
Radius	r	Flügelhinterkante	e
Drehrichtung	T	Profilsehne	p
Horizontale Rotationsachse	x	Profiltiefe	t
Vertikale Drehachse	y	Wölbungshöhe	f
Radiale Drehachse	z	Ringflügelsegmente	S1-Sn
Strömungsleitkörper	10	Widerstandsläuferstufe	l
Düse	100	Auftriebsläuferstufe	ll
Strömungsleitfläche	101	Dynamischer Konuswinkel	α
Speichenradkonstruktion	11	Neigungswinkel	β
Druckring	110	Tangentialer Steigungswinkel	δ
Nabe	111	Rotationsebene	R
Speiche	112	Umlaufbahn	U
Rotorblatt	113	Luvseitiges Flügelprofil	21
Fachwerkring	114	Konkave Schaufel	210
Windturbine	12	Kragen	211
Mast	120	Grat	212
Gabel	121	Leeseitiges Flügelprofil	22
Seil	122	Kehle	220
Wasserturbine	13	Verbindungsfläche	V
Brücke	130	Stufenkranz	23
Schiff	131	Strömung	A
Lager	14	Umlaufgeschwindigkeit	B
Wälzlager	140	Resultierende Anströmung	C
Magnetlager	141	Sogkraft	D
Generator	15	Auftriebskraft	E
Ringgenerator	150	Vortriebskraft	F
Läuferring	151	Tangentiale Antriebskraft	G
Statorring	152	Leeseitige Schubkraft	H
Transversalflussmaschine	153	Widerstand	J
Generatorgehäuse	154	Tangentialer Rotationswiderstand	K
Elektromotor	16	Luvseitige Zugkraft	L

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102012000438 A1 [0007]
- JP 2001115944 A [0009]
- EP 0069208 A1 [0011]
- EP 0854981 B1 [0012]
- DE 102008008060 A1 [0014]
- DE 102011107063 A1 [0015, 0062]
- DE 3151620 A1 [0016]
- US 7218011 B2 [0016]
- WO 2010/065647 A2 [0017]
- DE 102007024528 A1 [0018]
- DE 29922073 U1 [0019]

Patentansprüche

1. Ringflügelturbine als Wind- oder Wasserturbine (12,13) mit einer horizontalen Rotationsachse (x), die dazu ausgebildet ist, die in einer Strömung (A) enthaltene kinetische Energie mittels eines Rotors (1) in eine Drehbewegung mit Drehrichtung (T) zu wandeln und auf ein Nutzsysteem zu übertragen, bei der der Rotor (1) mit einer Drehachse (y) zur Strömung (A) ausrichtbar ist und mindestens einen mit einem Radius (r) von der horizontalen Rotationsachse (x) beabstandeten und mit der Flügel Nase (n) zu der Strömung (A) ausgerichteten Ringflügel (2) aufweist, der in einer senkrecht zu der Rotationsachse (x) angeordneten Rotationsebene (R) auf einer Umlaufbahn (U) rotiert und ein Flügelprofil (20) mit einer Profiltiefe (t), einer Wölbungshöhe (f) und einer sich von der Flügel Nase (n) bis zu der Flügelhinterkante (e) erstreckenden Profillehne (p) besitzt, welche Ringflügelturbine entweder einen Diffusor (Φ) oder einen Konfusor (Θ) aufweist, der jeweils dazu ausgebildet ist, die Strömung (A) mit einem dynamischen Konuswinkel (α) im Falle eines Diffusors (Φ) von der Rotationsachse (x) weg und im Falle eines Konfusors (Θ) zu der Rotationsachse (x) hin zu lenken, sodass der Ringflügel (2) mit einer aus der Geschwindigkeit der Strömung (A) und der Umlaufgeschwindigkeit (B) resultierenden Anströmung (C) mit einem dynamischen Konuswinkel (α) und mit einem Neigungswinkel (β) gegenüber der Rotationsebene (R) angeströmt wird und an der Rotationsachse (x) ein Drehmoment erzeugt.

2. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelprofil (20) für eine definierte Auslegungsschnelllaufzahl Lambda, z.B. 2,5-3, ausgelegt ist, wobei der Auslegung des Flügelprofils (20) ein definierter Neigungswinkel (β) zugrunde gelegt ist, der sich aus der resultierenden Anströmung (C) als Vektorsumme aus der Geschwindigkeit der Strömung (A) und der Umlaufgeschwindigkeit (B) ableitet und dass mit dem Neigungswinkel (β) der resultierenden Anströmung (C) auch eine passive Drehzahlbegrenzung für eine Ringflügelturbine ermöglicht wird, indem die resultierende Anströmung (C) bei Überschreitung der Auslegungsschnelllaufzahl Lambda an dem Flügelprofil (20) abreißt.

3. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Flügelprofil (20) in einem Querschnitt parallel zu der Rotationsachse (x) ein gedrungenes Flügelprofil (20) mit einer Sichelform hat und erst im Bereich der Auslegungsschnelllaufzahl die gestreckte Form eines asymmetrischen Flügelprofils (20) aufweist, das sich durch eine große Wölbungshöhe (f), eine verringerte Wölbungsrücklage und einen kleinen Nasenradius auszeichnet, wobei die Saugseite des Flügelprofils (20) im Falle einer Ringflügelturbine mit einem Diffusor (Φ) auf der Außenseite des Ringflügels (2) liegt, während im Falle einer Ringflügelturbine mit einem Konfusor (Θ) die Saugseite des Flügelprofils (20) auf der Innenseite des Ringflügels (2) liegt.

4. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Radius (r) der Umlaufbahn (U) des Ringflügels (2) entweder auf die Flügel Nase (n) oder auf die maximale Flügelwölbung (f) oder auf die Flügelhinterkante (e) eines symmetrischen oder asymmetrischen Flügelprofils (20) bezieht und die Profillehne (p) entweder einen konstanten oder einen kontinuierlich wechselnden Neigungswinkel gegenüber der Rotationsachse (x) aufweist, sodass das Flügelprofil (20) regelmäßig von einer Auftriebsstellung in eine Abtriebsstellung wechselt.

5. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringflügel (2) aus einer Mehrzahl von Ringflügelsegmenten (S1-Sn) aufgebaut ist und das Flügelprofil (20) ein luvseitiges und ein leeseitiges Flügelprofil (21,22) aufweist, welche Ringflügelsegmente (S1-Sn) in einer mindestens abschnittsweise zu dem Neigungswinkel (β) parallelen Verbindungsfläche (V) untereinander verbunden sind und die Flügelprofile (21, 22) jeweils eine unterschiedliche Flügelwölbung (f) aufweisen und sich auch in der Profiltiefe (t) unterscheiden, sodass an der Flügel Nase (n) des Ringflügels (2) ein Stufenkranz (23) aus Widerstandsläuferstufen (I) und Auftriebsläuferstufen (II) gebildet wird.

6. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das luvseitige und das leeseitige Flügelprofil (21,22) eines Ringflügelsegments (S1-Sn) bei unterschiedlicher Wölbungshöhe (f) eine gleiche Profiltiefe (t) aufweisen, sodass das luvseitige Flügelprofil (21) einen Grat (212) und das leeseitige Flügelprofil (22) eine Kehle (220) in der Verbindungsfläche (V) mit einem jeweils anschließenden Ringflügelsegment (S1-Sn) bilden und die Flügeloberfläche in Drehrichtung (T) des Rotors (1) einen tangentialen Steigungswinkel (δ) mit einer Gradienten zwischen dem Grat (212) und der Kehle (220) aufweist, wobei der Stufenkranz (23) entweder nur an der Außenseite oder nur an der Innenseite oder sowohl an der Außen- als auch an der Innenseite des Ringflügels (2) ausgebildet ist.

7. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (1) von dem Ringflügel (2) und von radialen Rotorblättern (113) angetrieben wird, wobei eine Mehrzahl von Rotorblättern (113) einen Diffusor (Φ) bilden und die Rotorblätter (113) im Querschnitt ein in sich verwundenes, asymmetrisches Flü-

gelprofil aufweisen und als Speichen (112) einer Speichenradkonstruktion (11) den Ringflügel (2) mit einer Nabe (111) verbinden, wobei der Ringflügel (2) den Druckring (110) der Speichenradkonstruktion (11) bildet und die Speichen (112) ein Hohlprofil, z.B. aus Kohlefaser, aus GFK oder aus Aluminium aufweisen oder als massive Metallprofile ausgebildet sind und eine drehzahlbegrenzende Pitch-Stall-Verstellung der Rotorblätter (19) entlang einer radialen Achse (z) vorgesehen ist.

8. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckring (110) einer Speichenradkonstruktion (11) als zwei- oder mehrgurtiger Fachwerkring (114) ausgebildet ist, bei dem die Ringgurte jeweils von einem Ringflügel (2) und die Füllstäbe von den in sich verwundenen Rotorblättern (113) der Speichenradkonstruktion (11) gebildet werden.

9. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Diffusor (Φ) oder ein Konfusor (Θ) von einem Strömungskörper (10) gebildet wird, der als Rotationskörper koaxial und konzentrisch zu der Rotationsachse (x) angeordnet ist, wobei zwischen dem Ringflügel (2) und dem Strömungskörper (10) eine Düse (100) gebildet wird, die im Falle eines Diffusors (Φ) zwischen der Außenseite des Strömungskörpers (10) und der Innenseite des Ringflügels (2) und im Falle eines Konfusors (Θ) zwischen der Innenseite des Strömungskörpers (10) und der Außenseite des Ringflügels (2) angeordnet ist.

10. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Generator (15) einen Ringgenerator (150) mit einem Läufering (151) und einem Statorring (152) aufweist und im Falle einer Wasserturbine (13) ein wasserdichtes Generatorgehäuse (154) besitzt, das in einen Strömungskörper (10) integriert ist, der z.B. von einer Brücke (130) oder von einem Schiff (131) gebildet wird und eine Wasserturbine (13) vollständig oder nur teilweise unterhalb der Wasseroberfläche angeordnet ist.

11. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringflügel (2) als Ringgenerator (150) ausgebildet ist, bei dem der Läufering (151) einen Konfusor (Θ) bildet und mit dem Statorring (152) über ein Lager (14) verbunden ist, das z.B. ein berührungsloses Magnetlager (141) aufweist und der Statorring (152) als Träger für den Läufering (151) ausgebildet ist, der an seiner Basis über einen Mast (120) mit einem Azimutlager mit vertikaler Drehachse (y) mit einem Baugrund verbunden ist.

12. Ringflügelturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Nutzsystm aus einem Generator (15) zur Erzeugung elektrischen Stroms oder aus einer Pumpe z.B. zur Förderung von Wasser oder aus einem Kompressor zur Herstellung von Druckluft oder aus einem Getriebe für den Antrieb eines Land- oder Wasserfahrzeugs besteht.

Es folgen 32 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

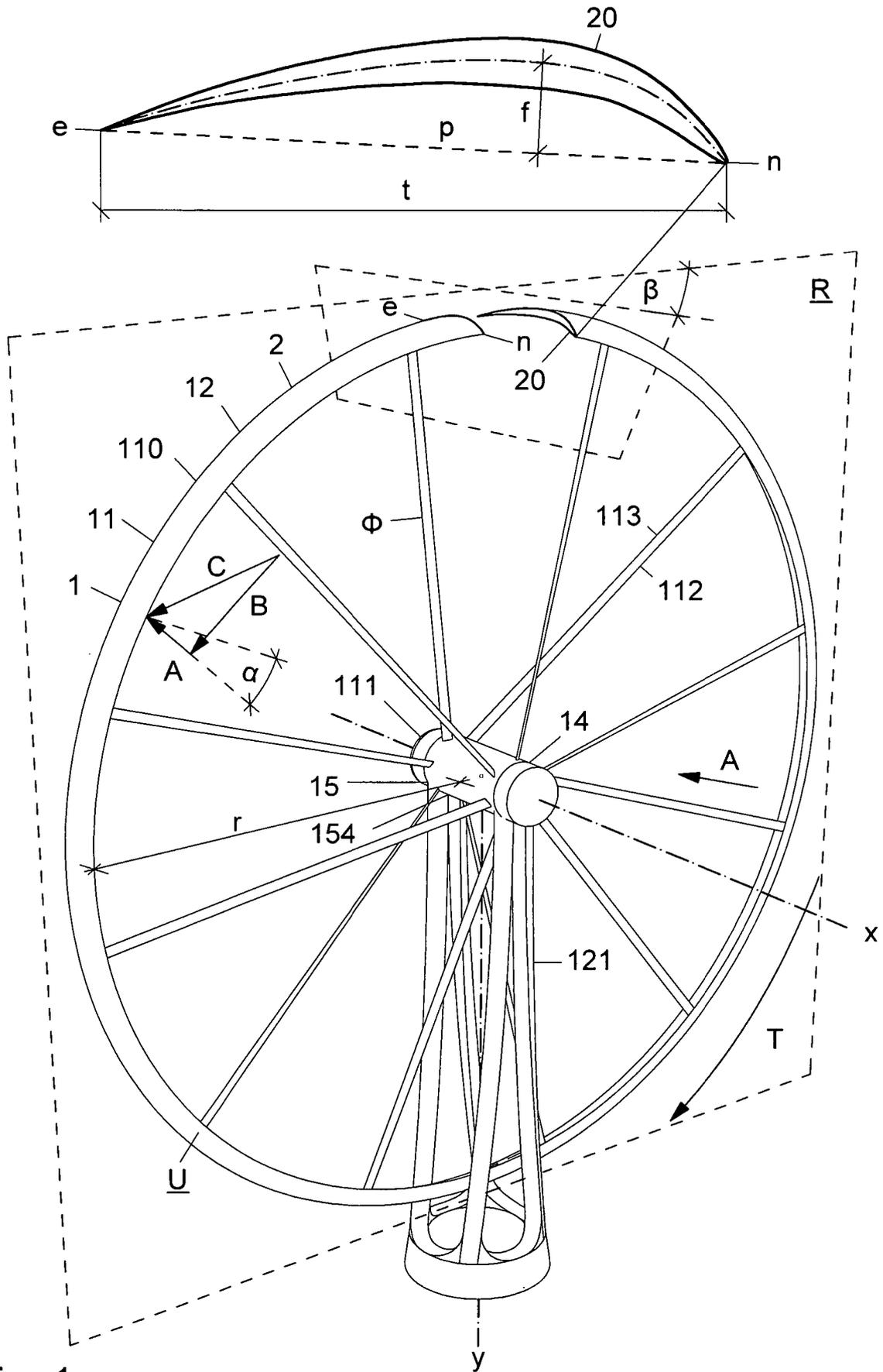


Fig. 1

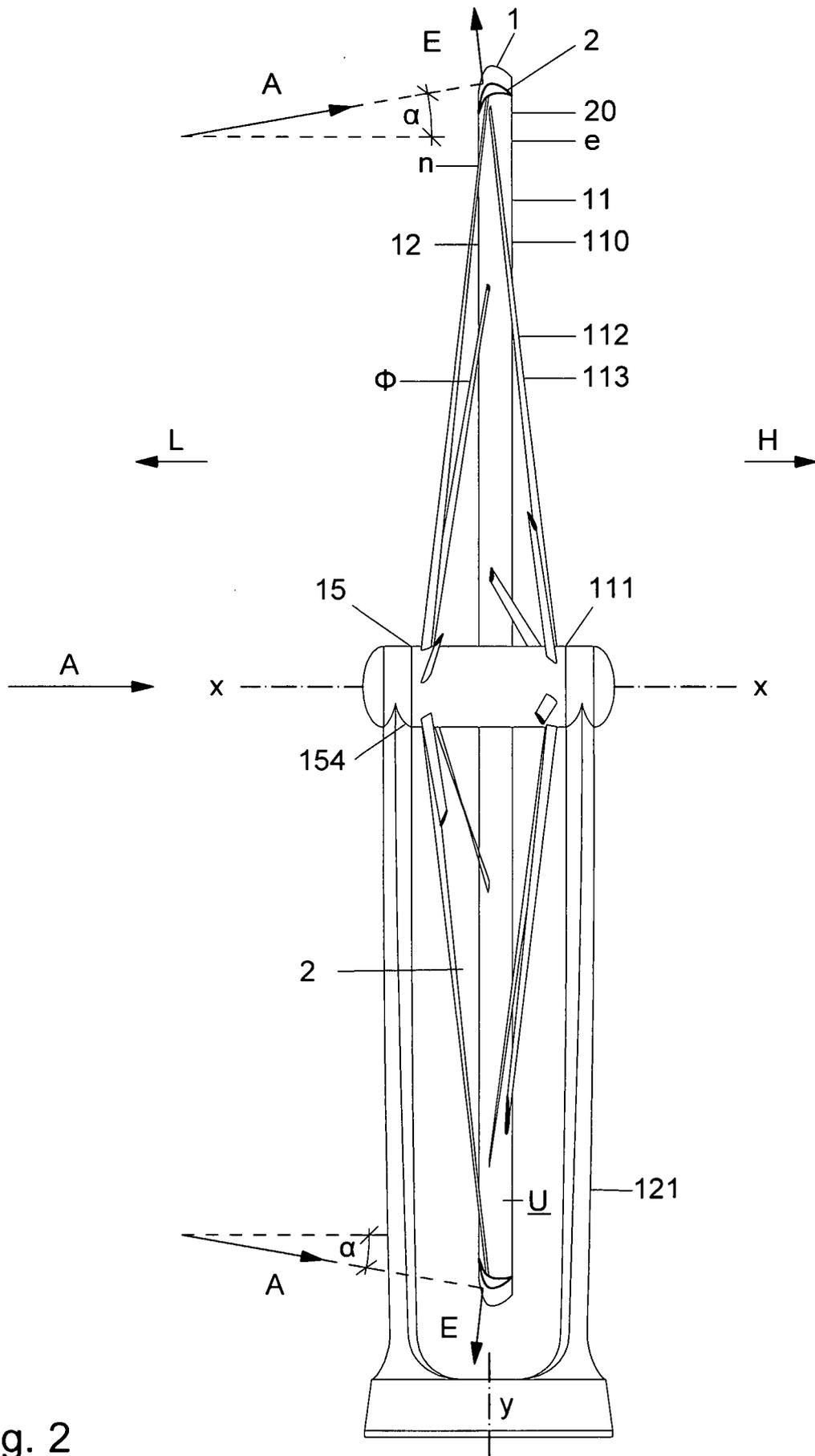


Fig. 2

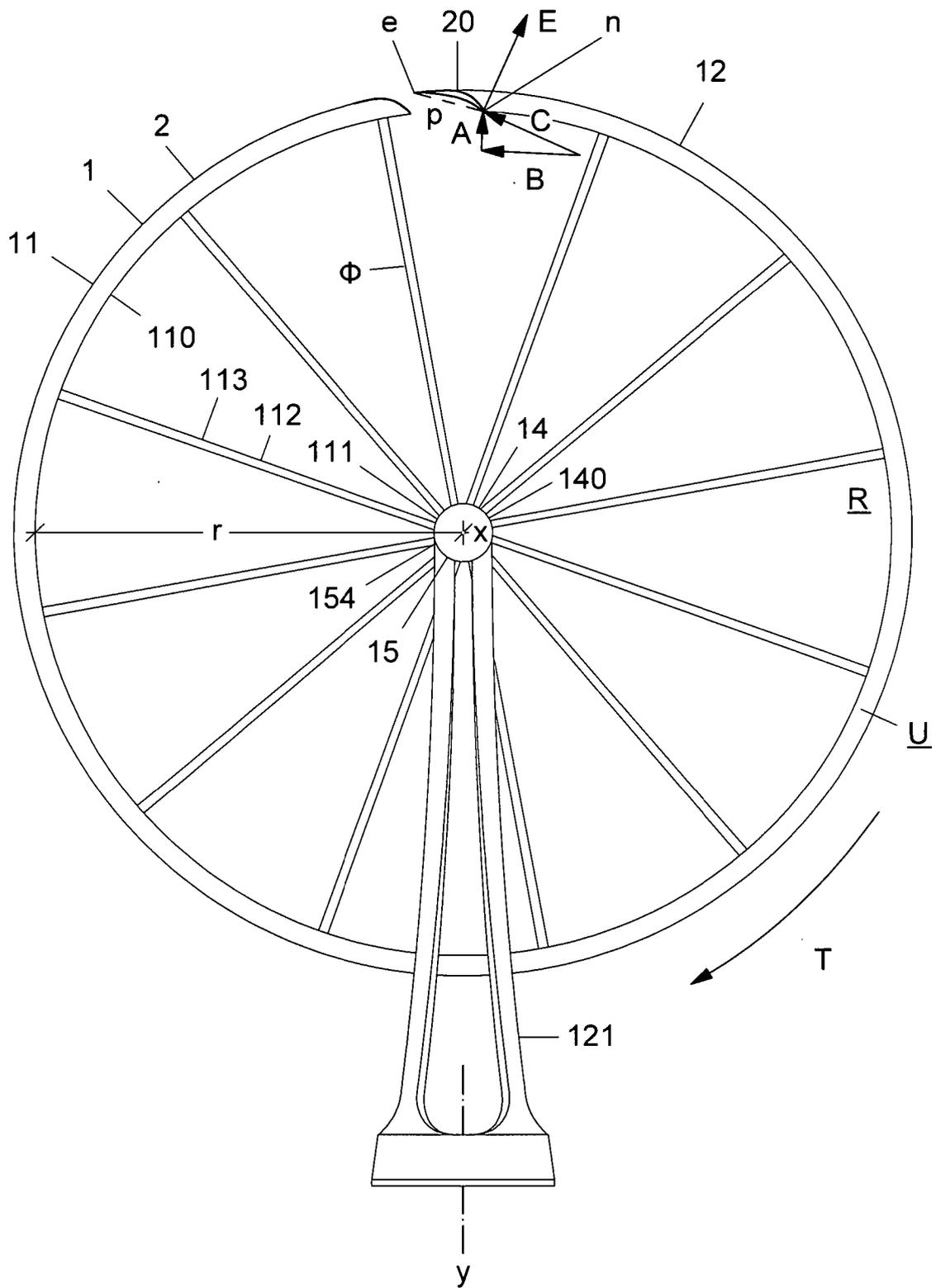


Fig. 3

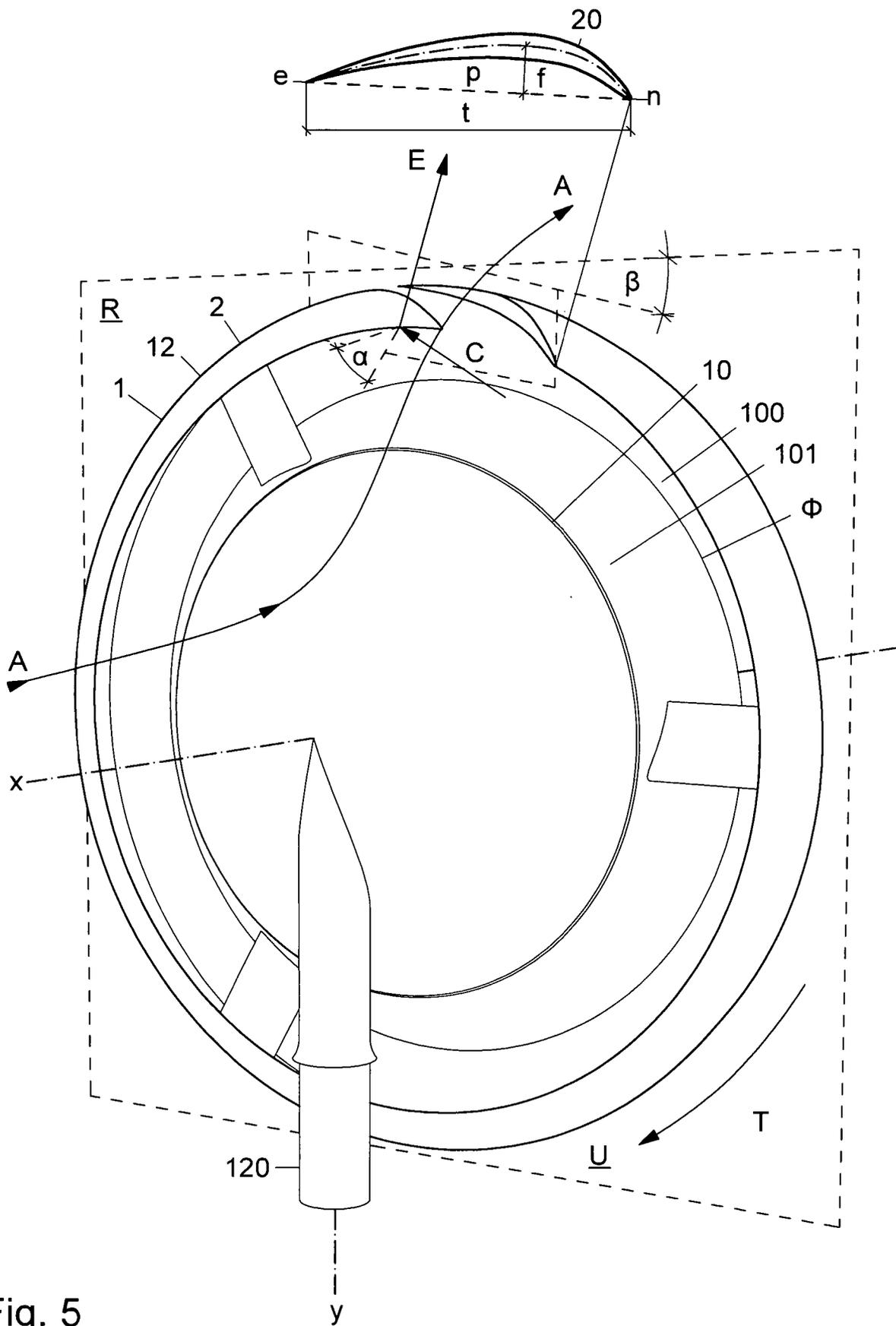
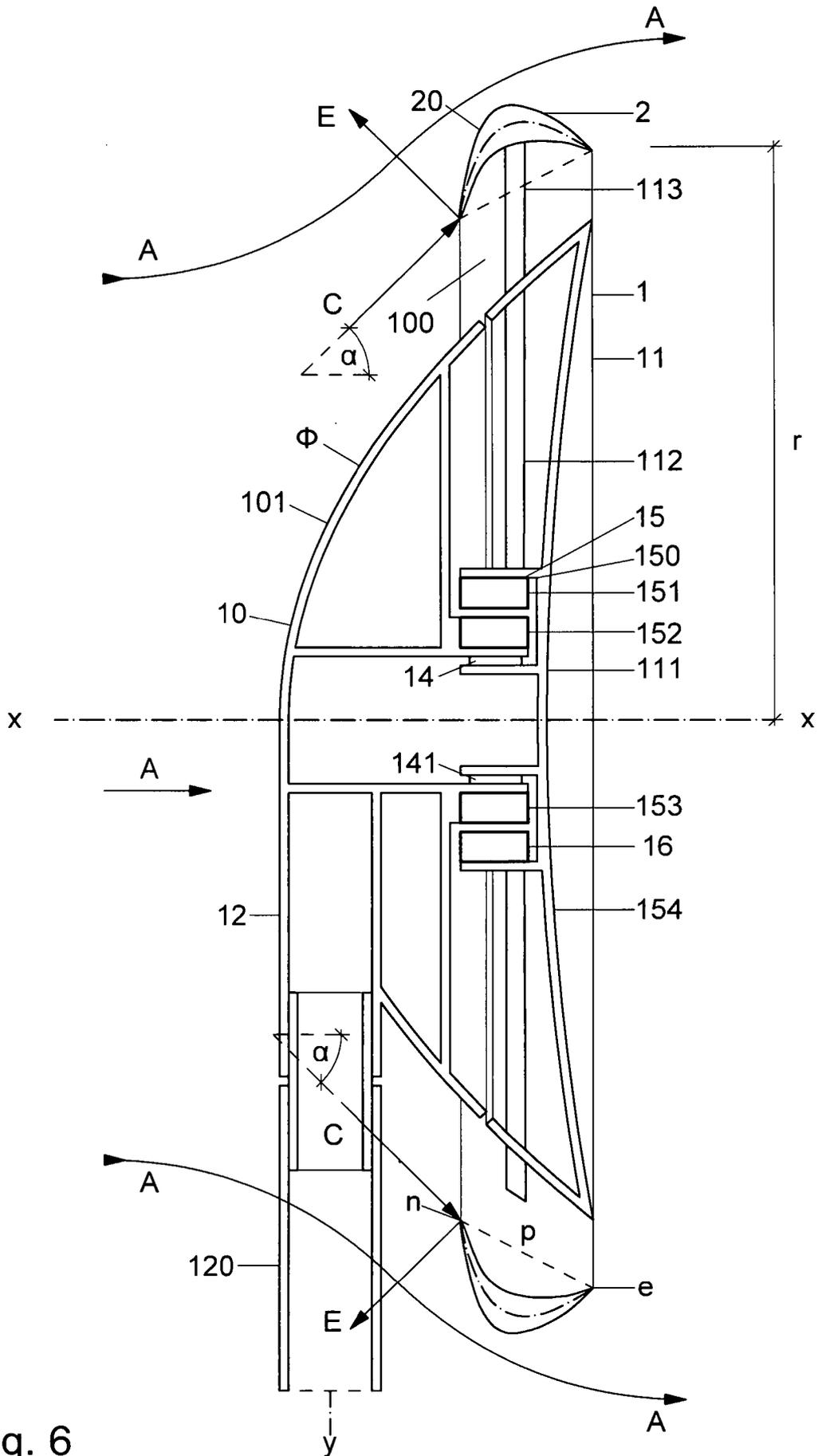


Fig. 5



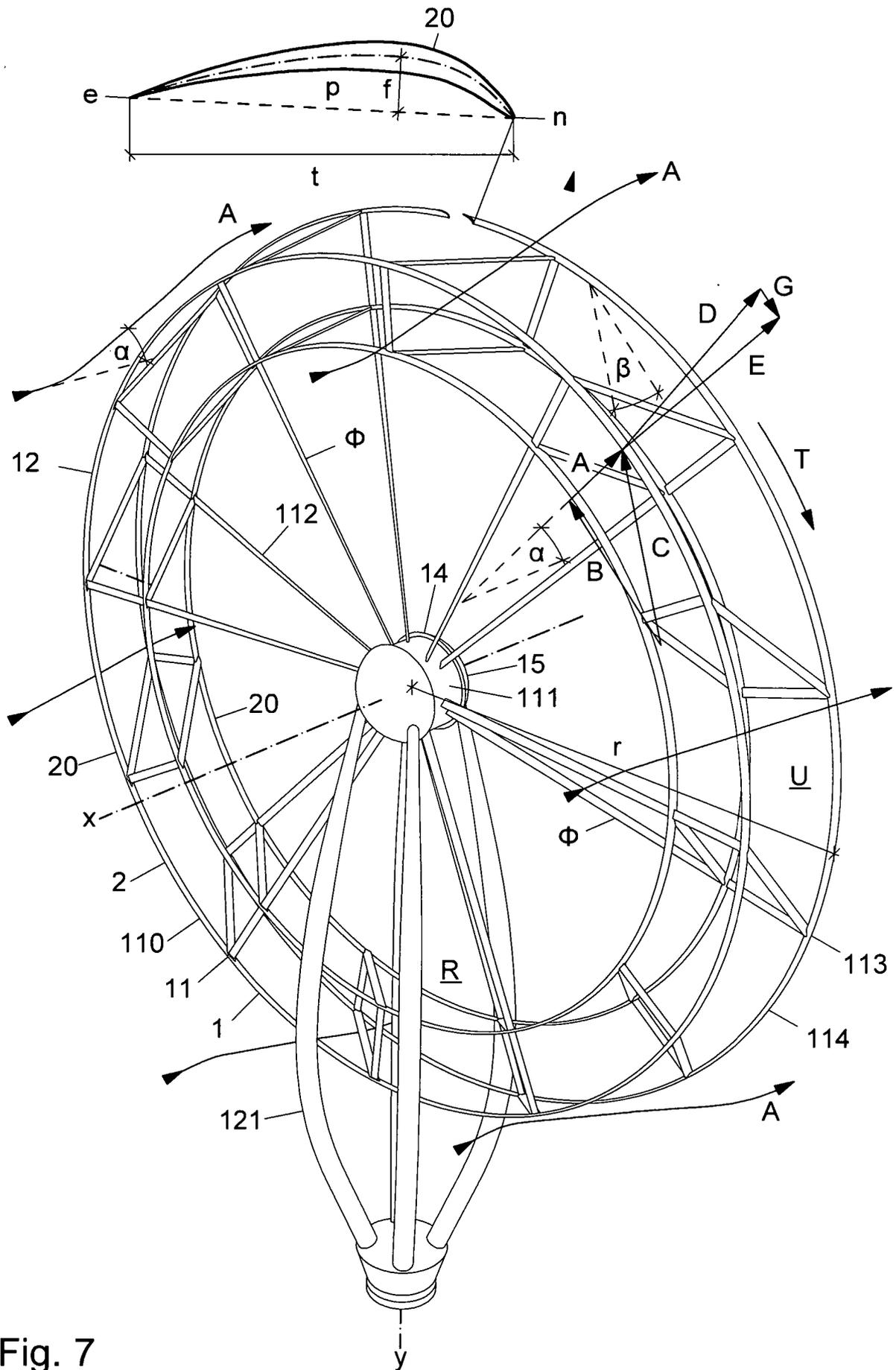


Fig. 7

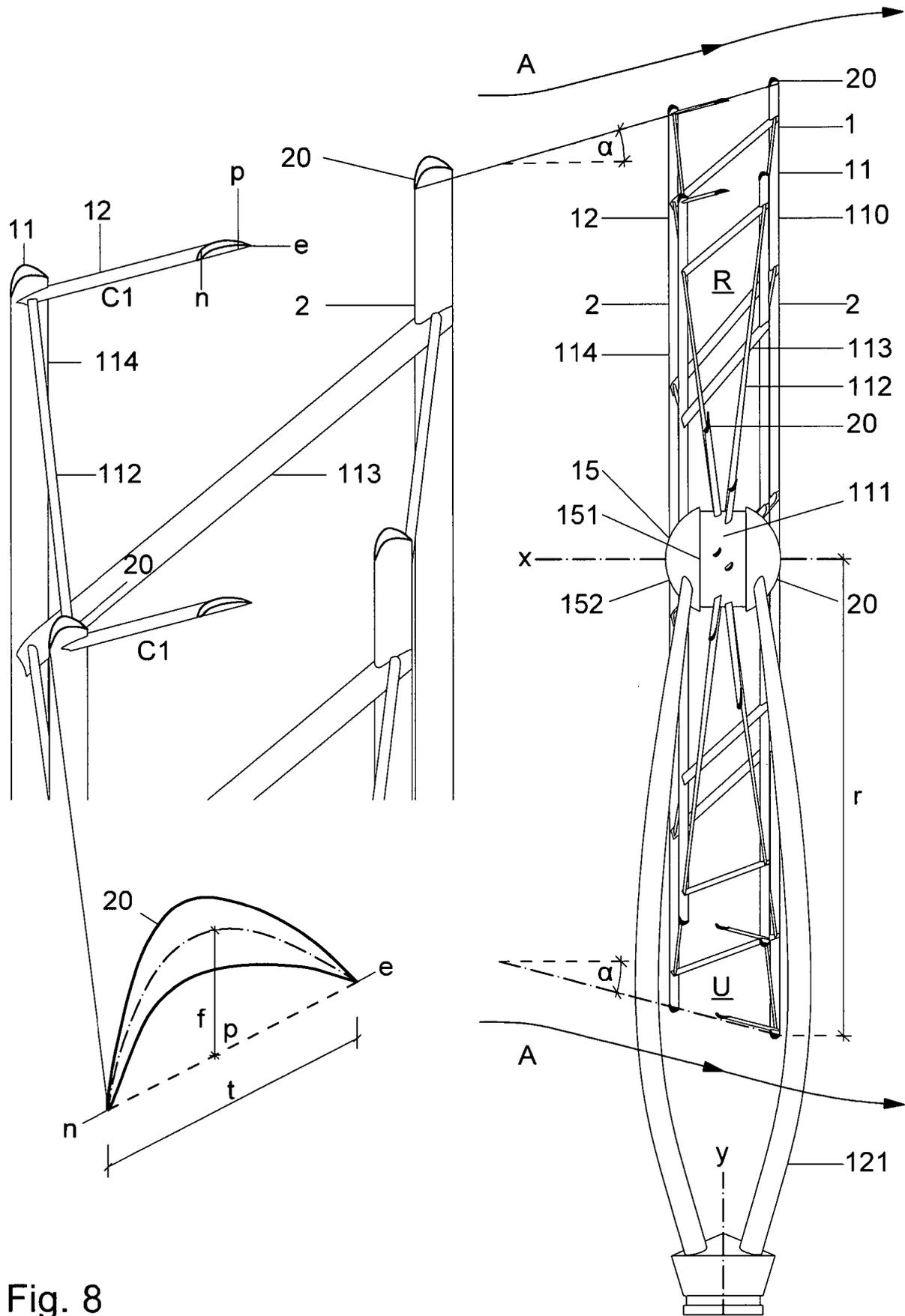


Fig. 8

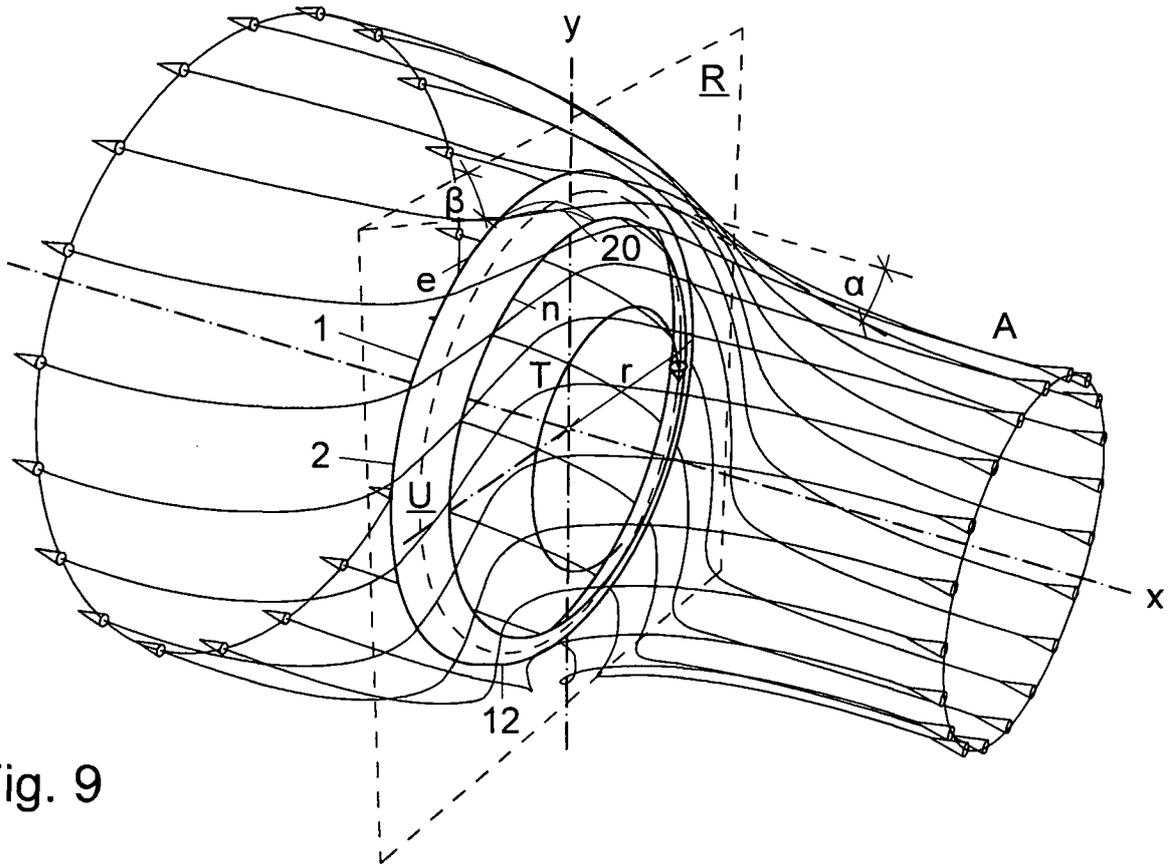


Fig. 9

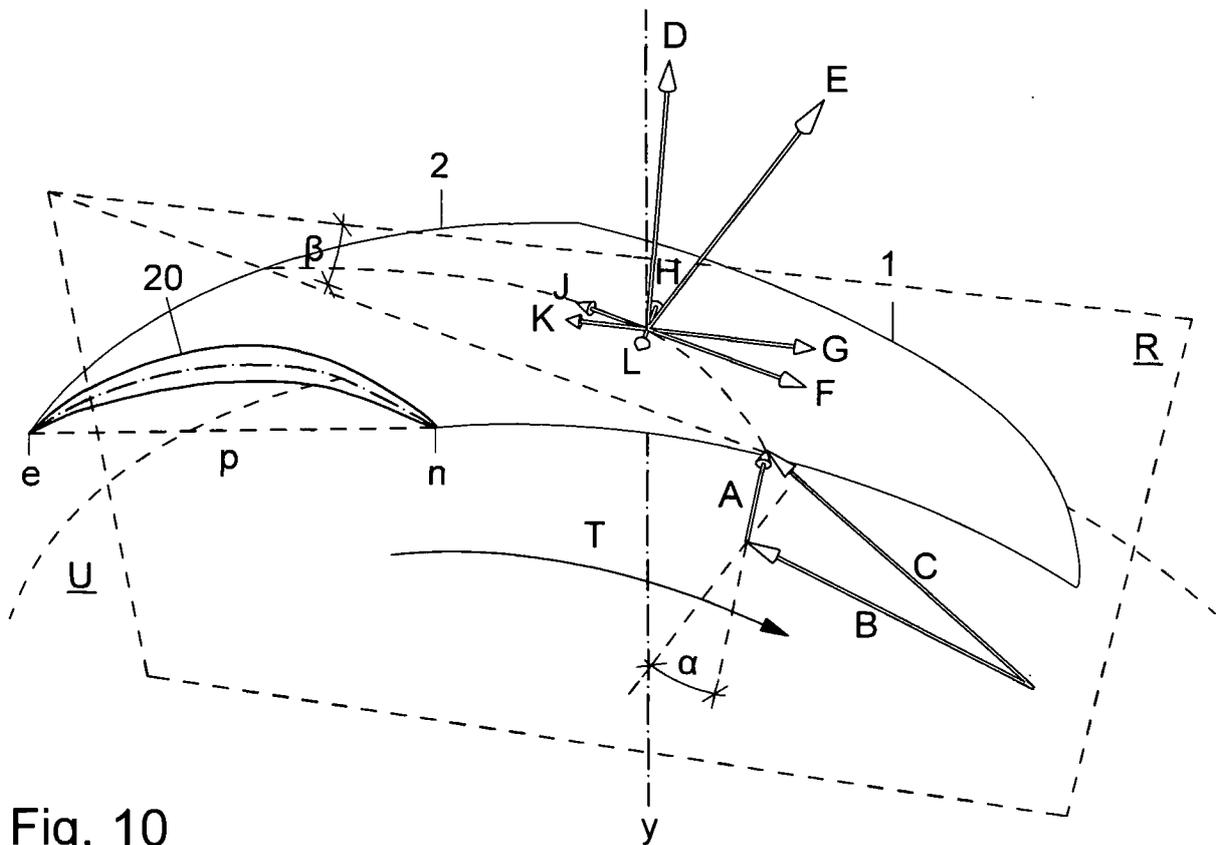


Fig. 10

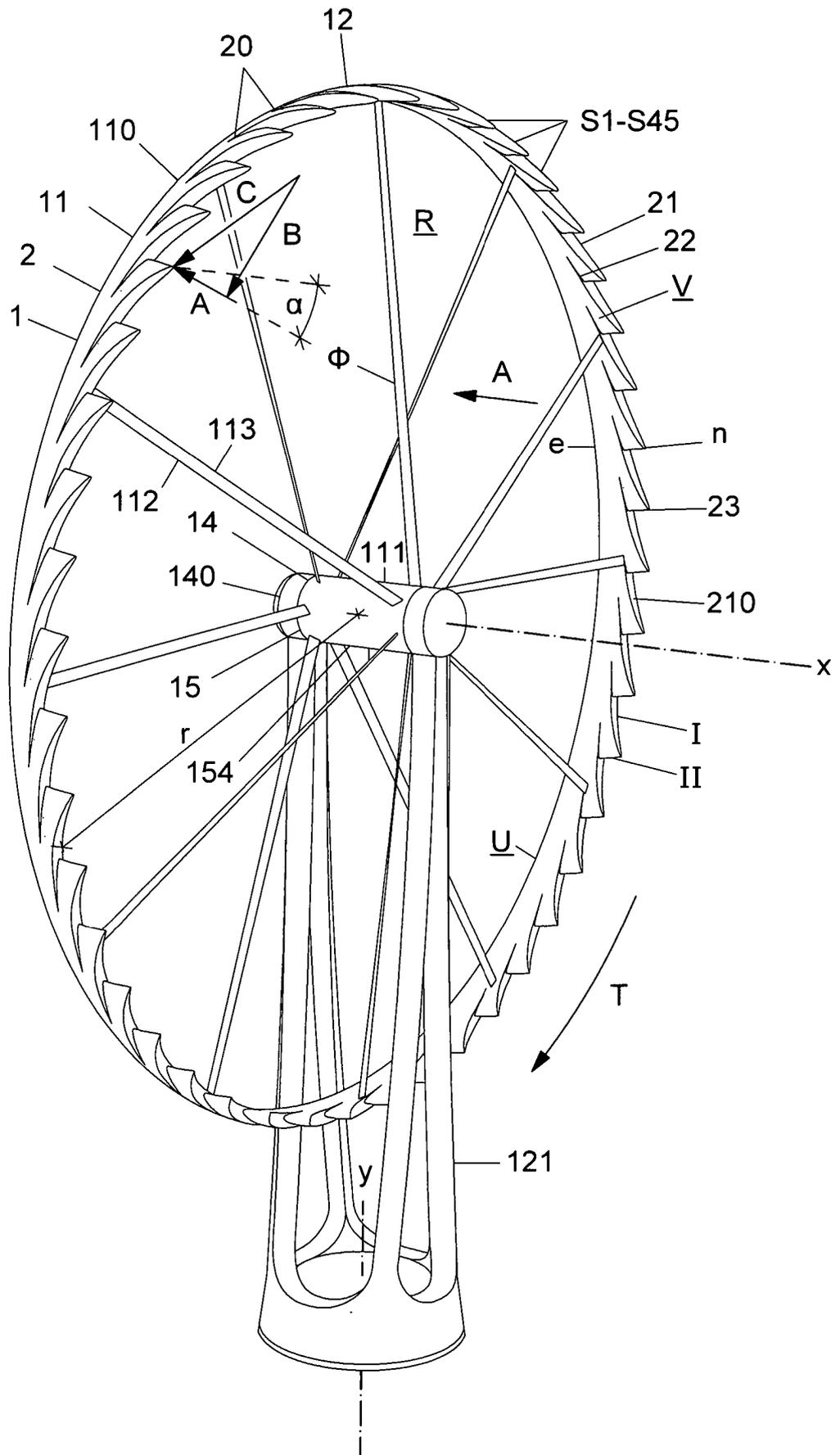


Fig. 11

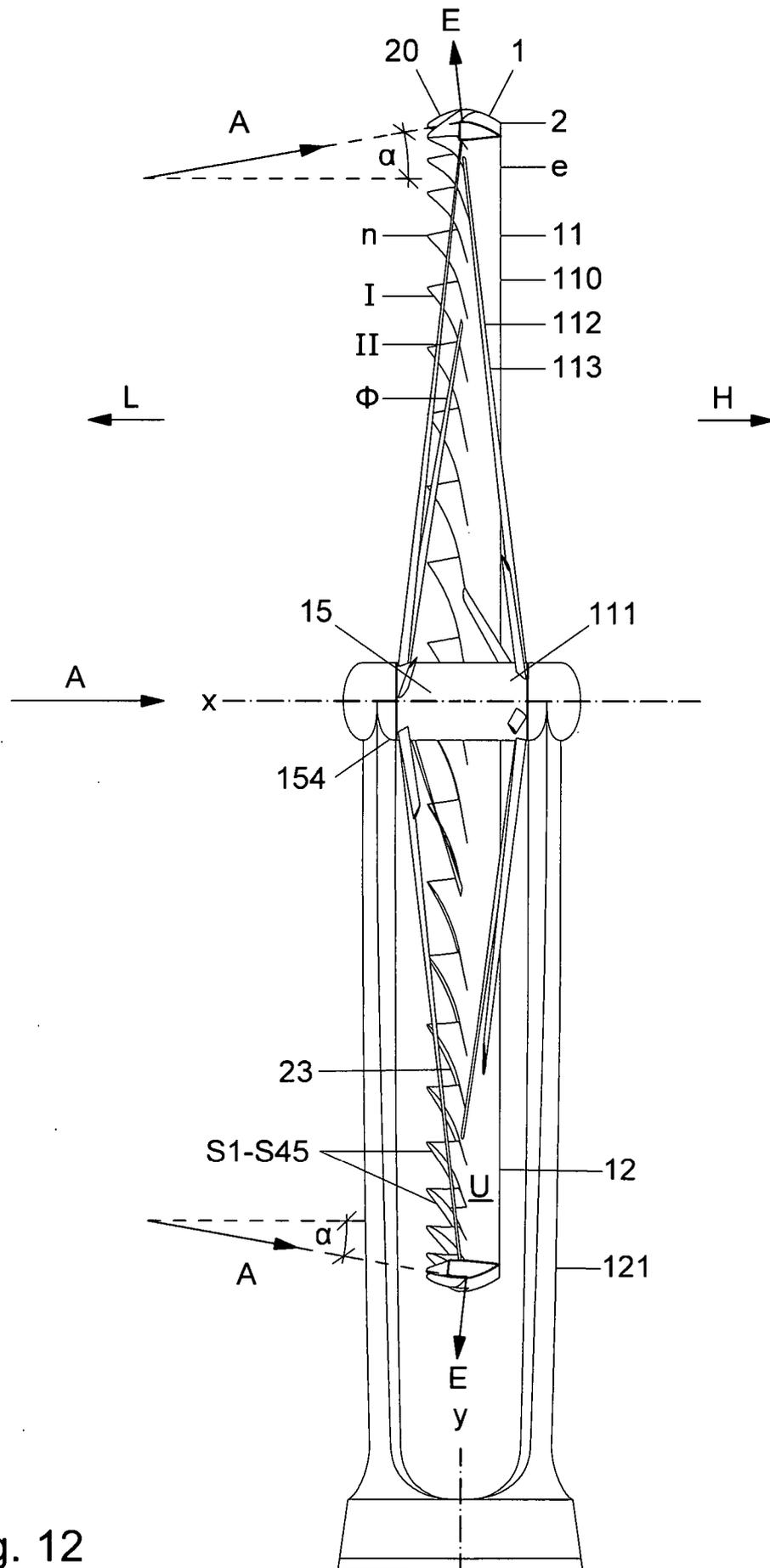


Fig. 12

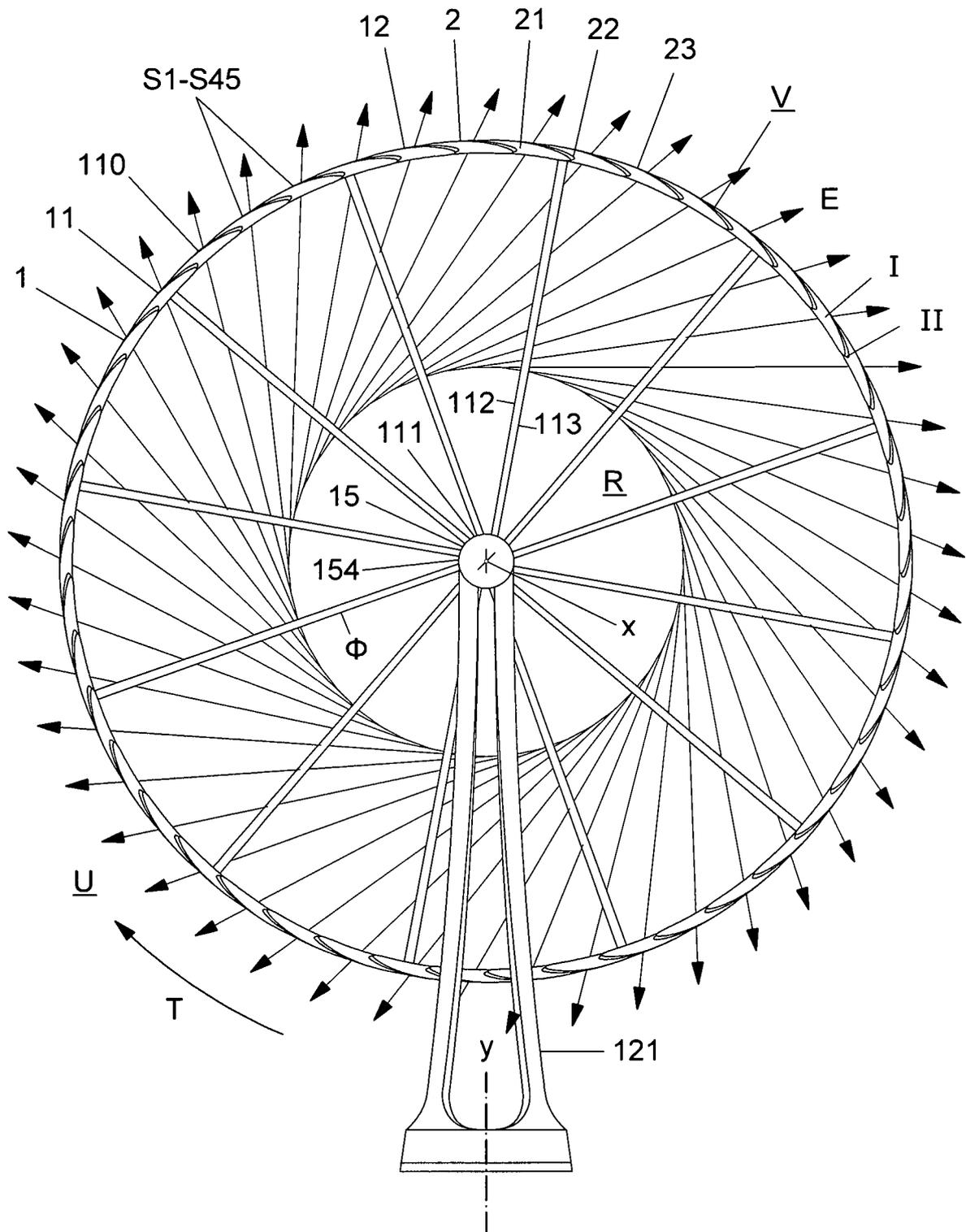


Fig. 13

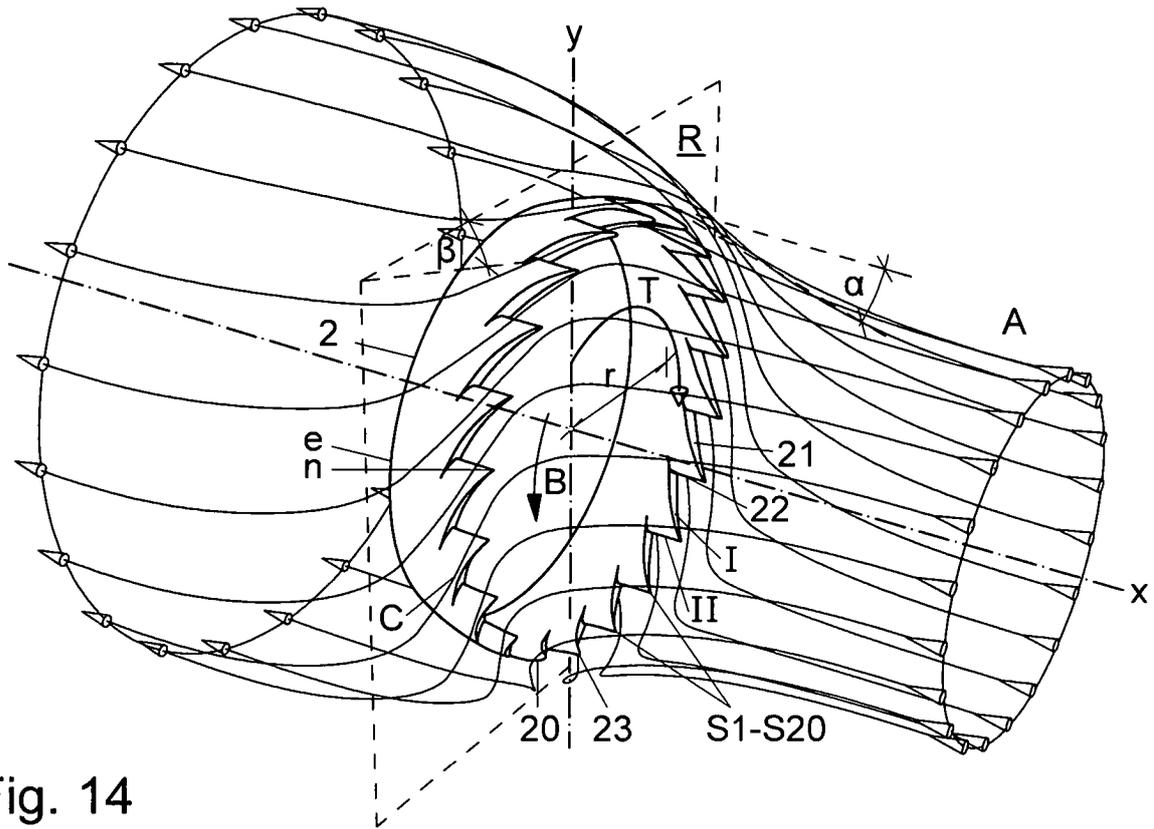


Fig. 14

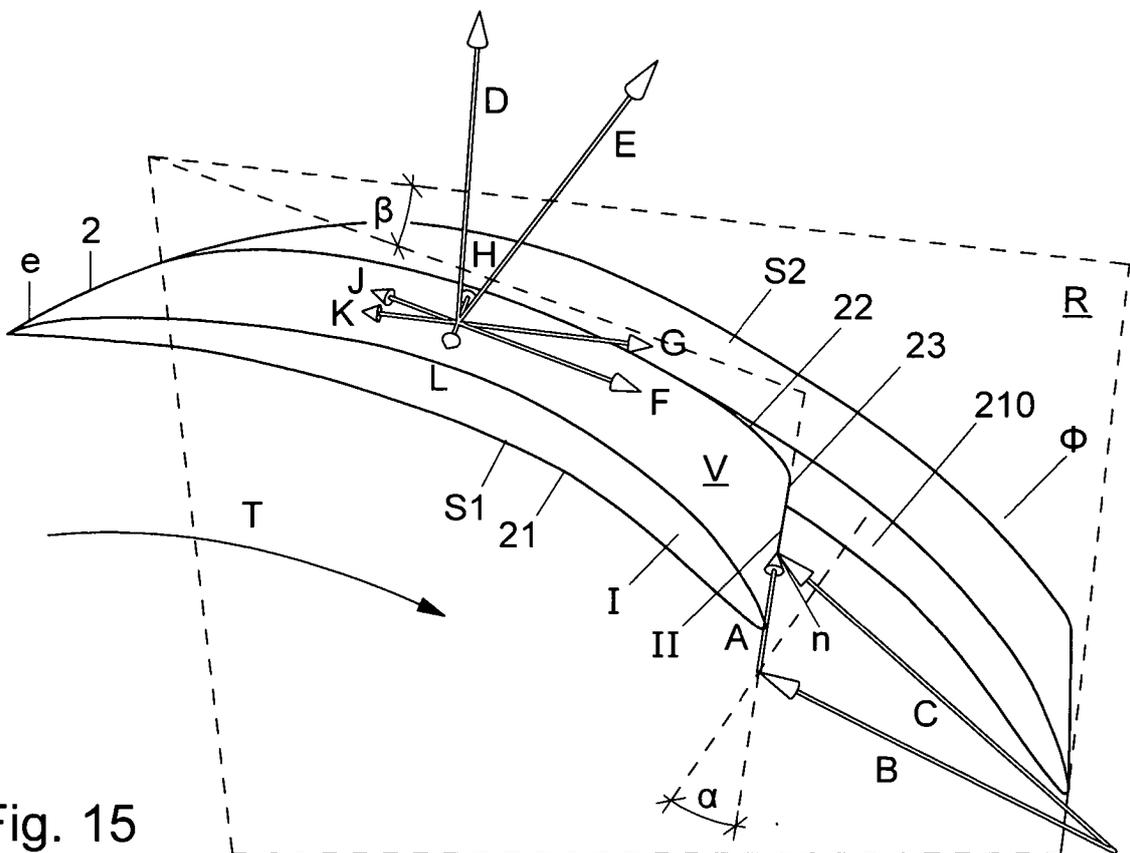


Fig. 15

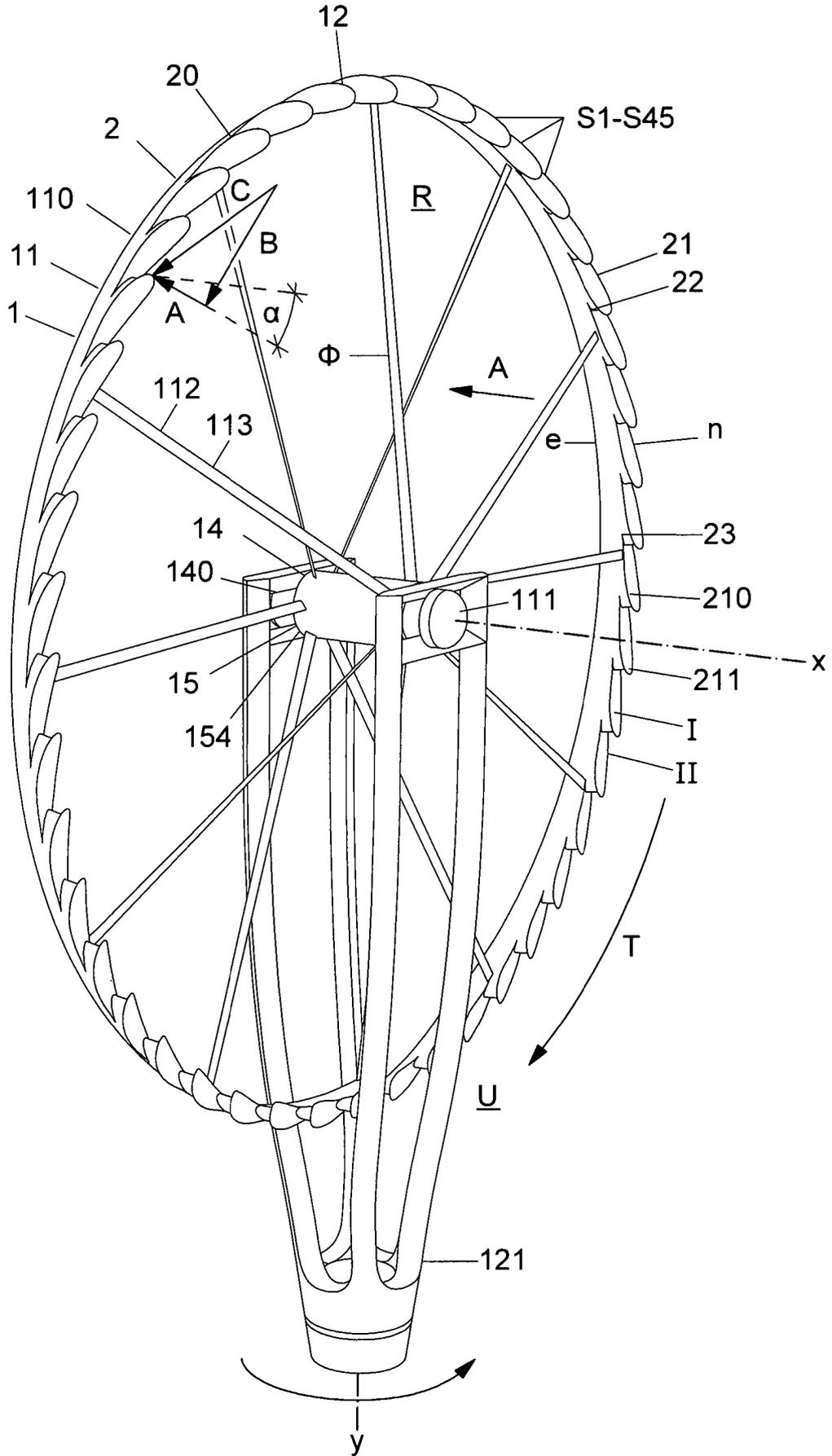


Fig. 16

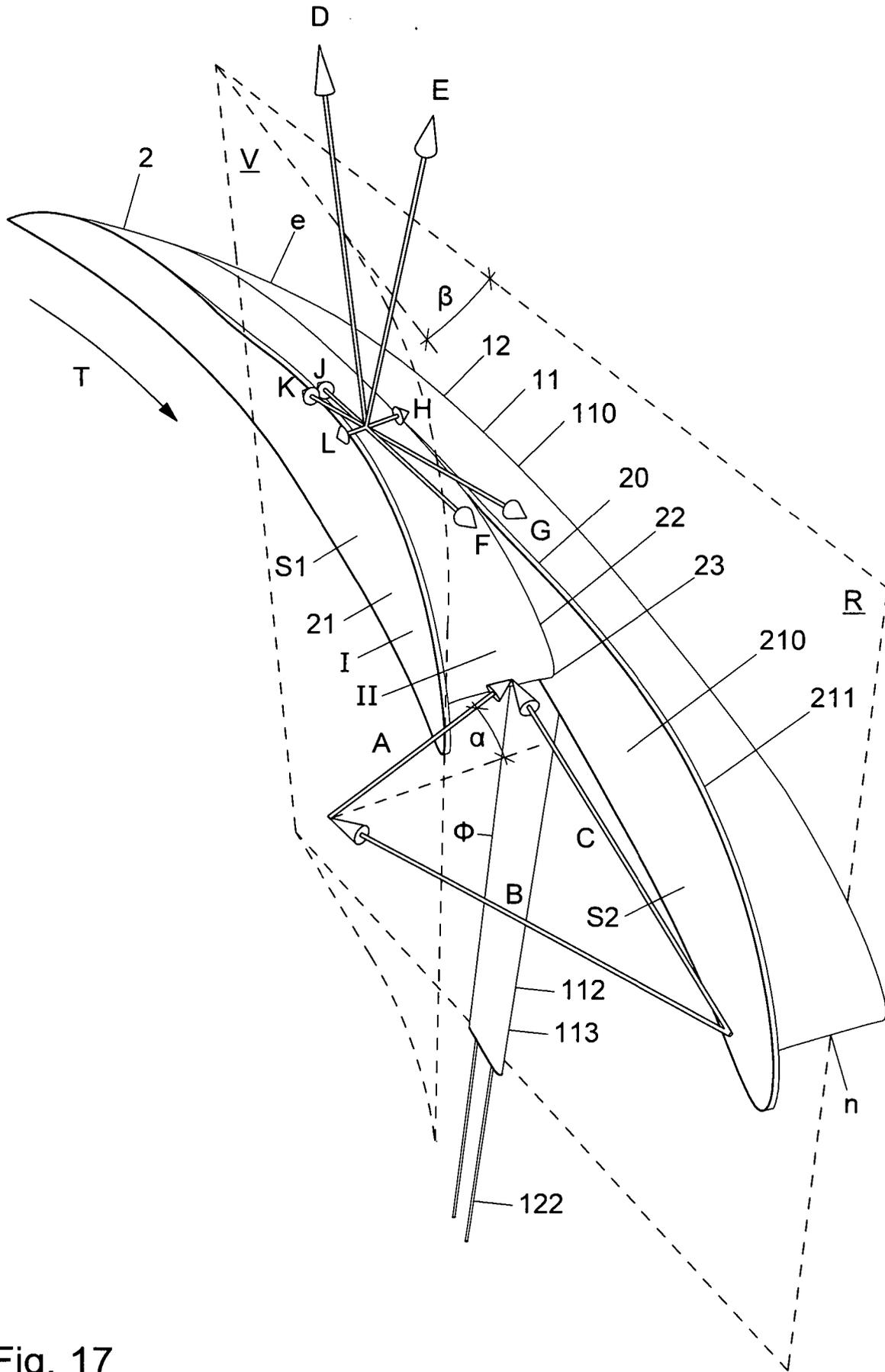


Fig. 17

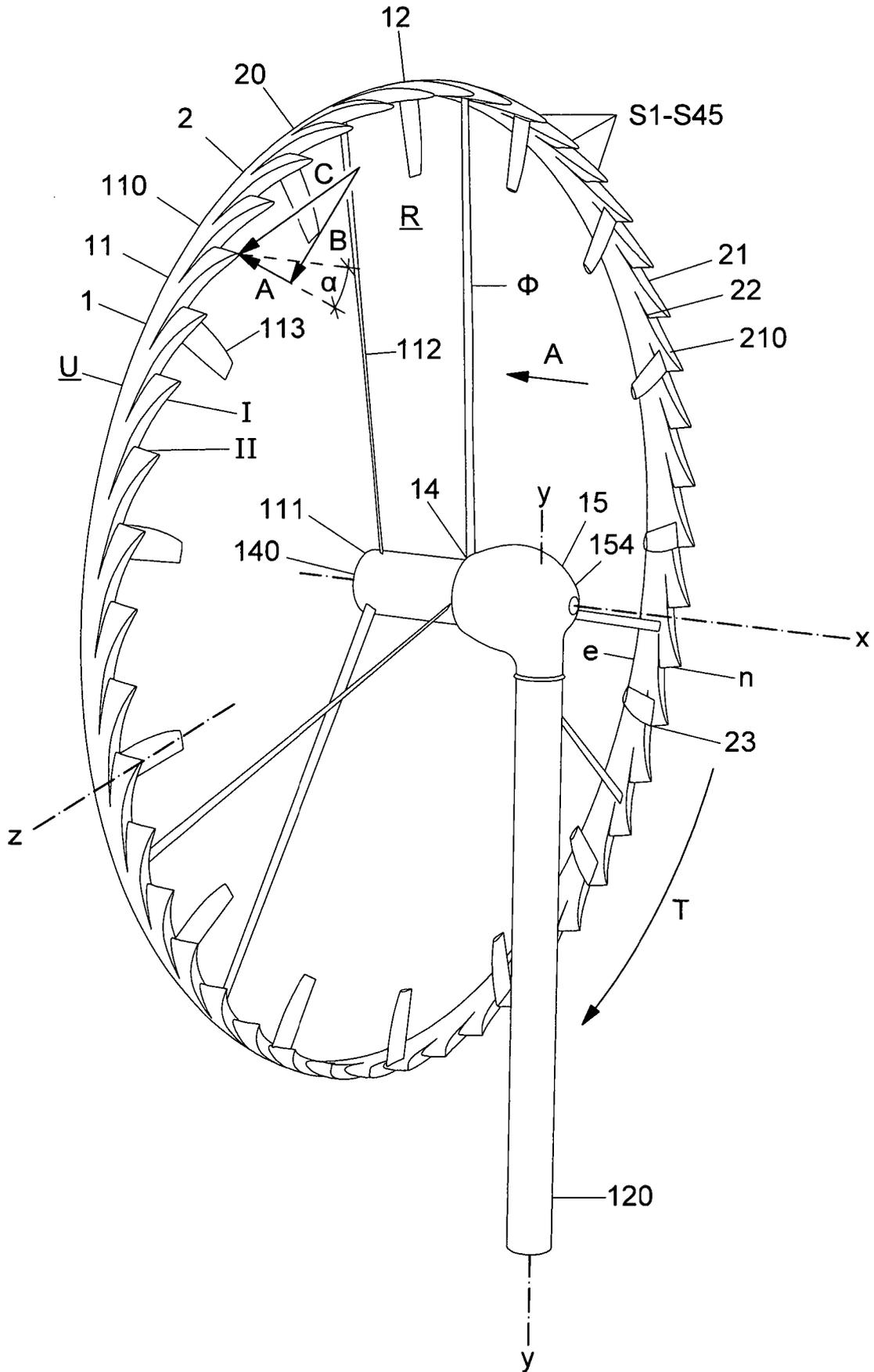


Fig. 18

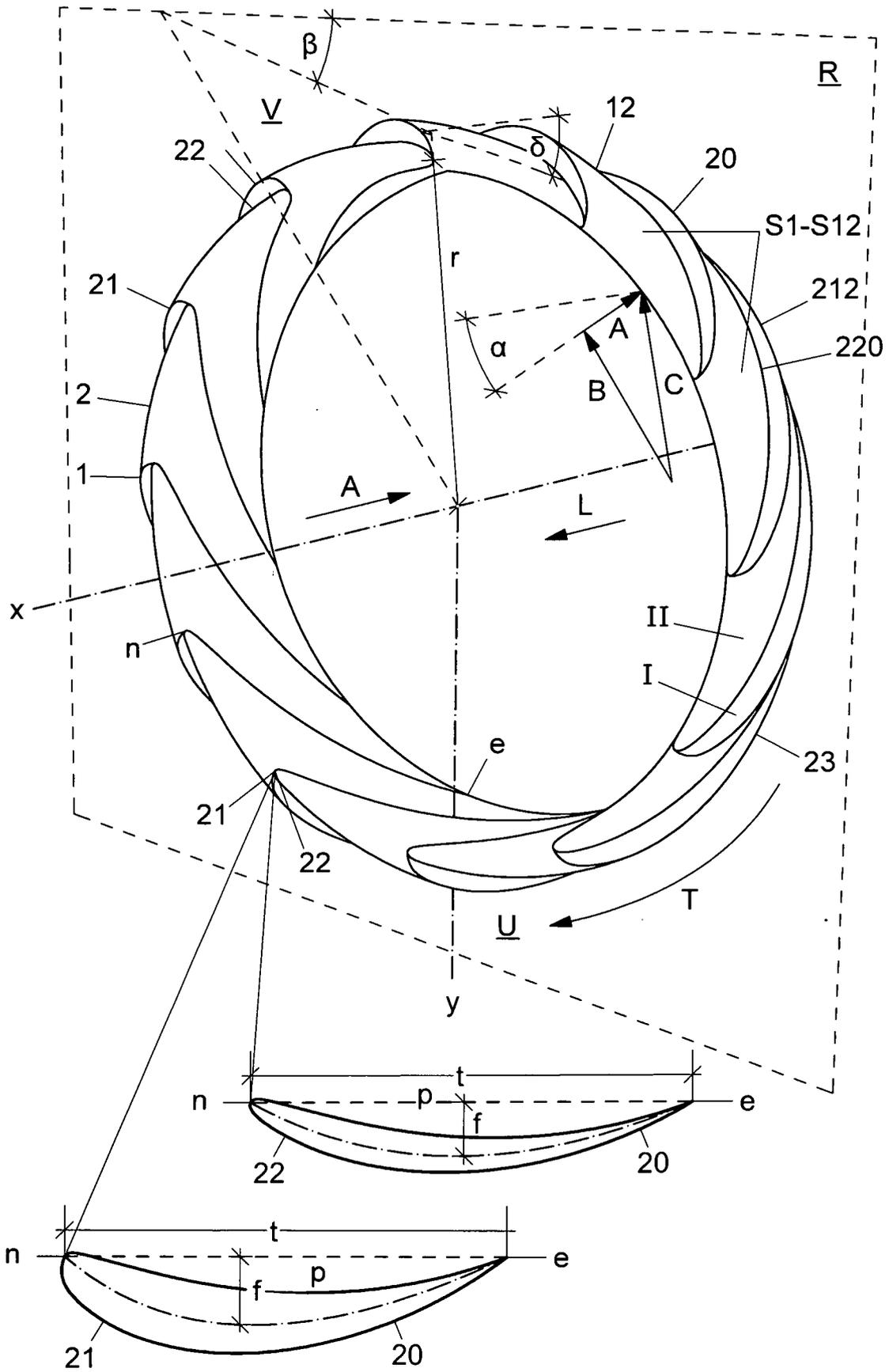


Fig. 19

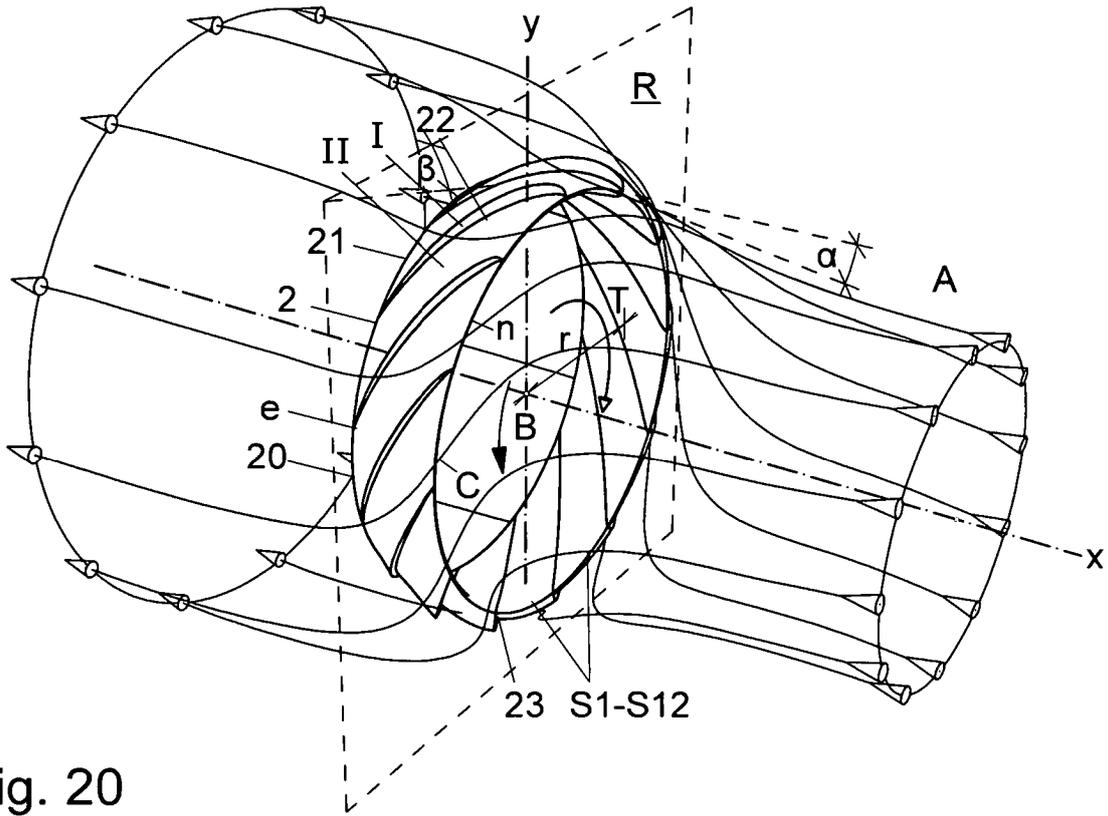


Fig. 20

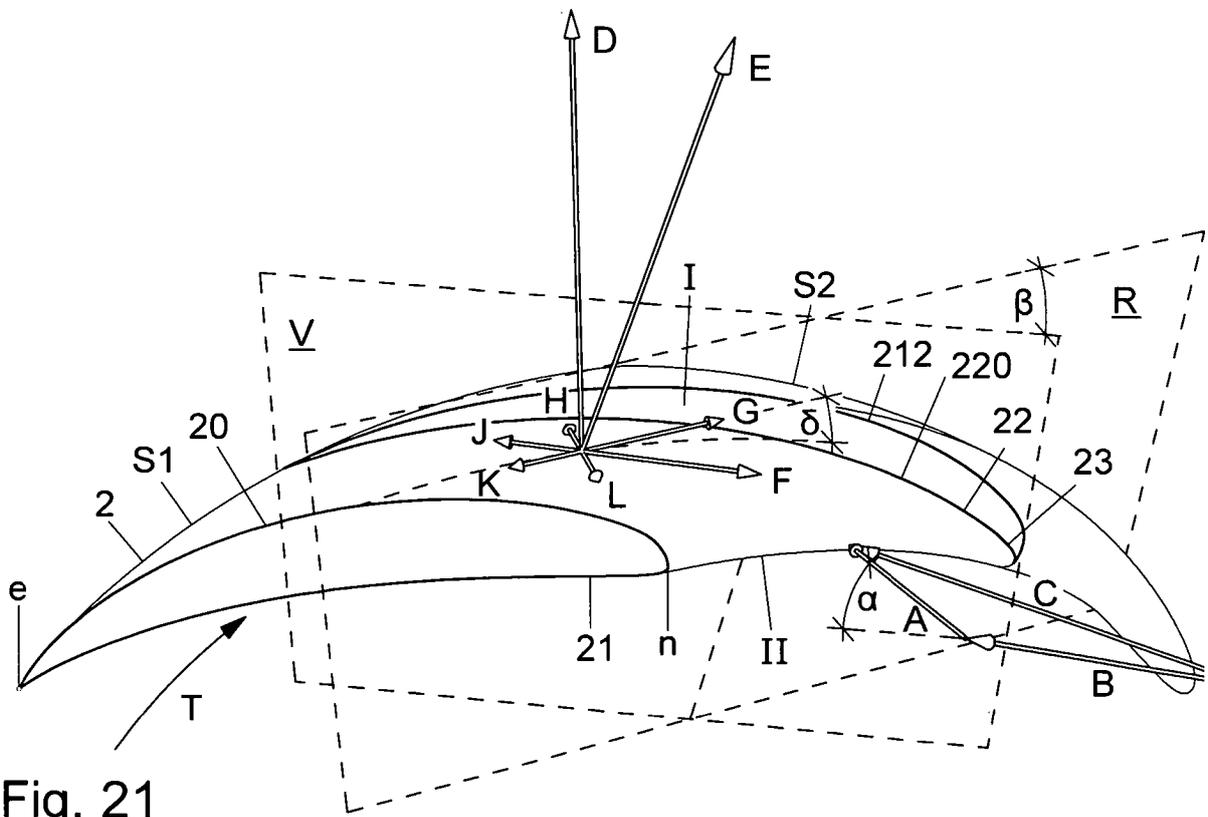


Fig. 21

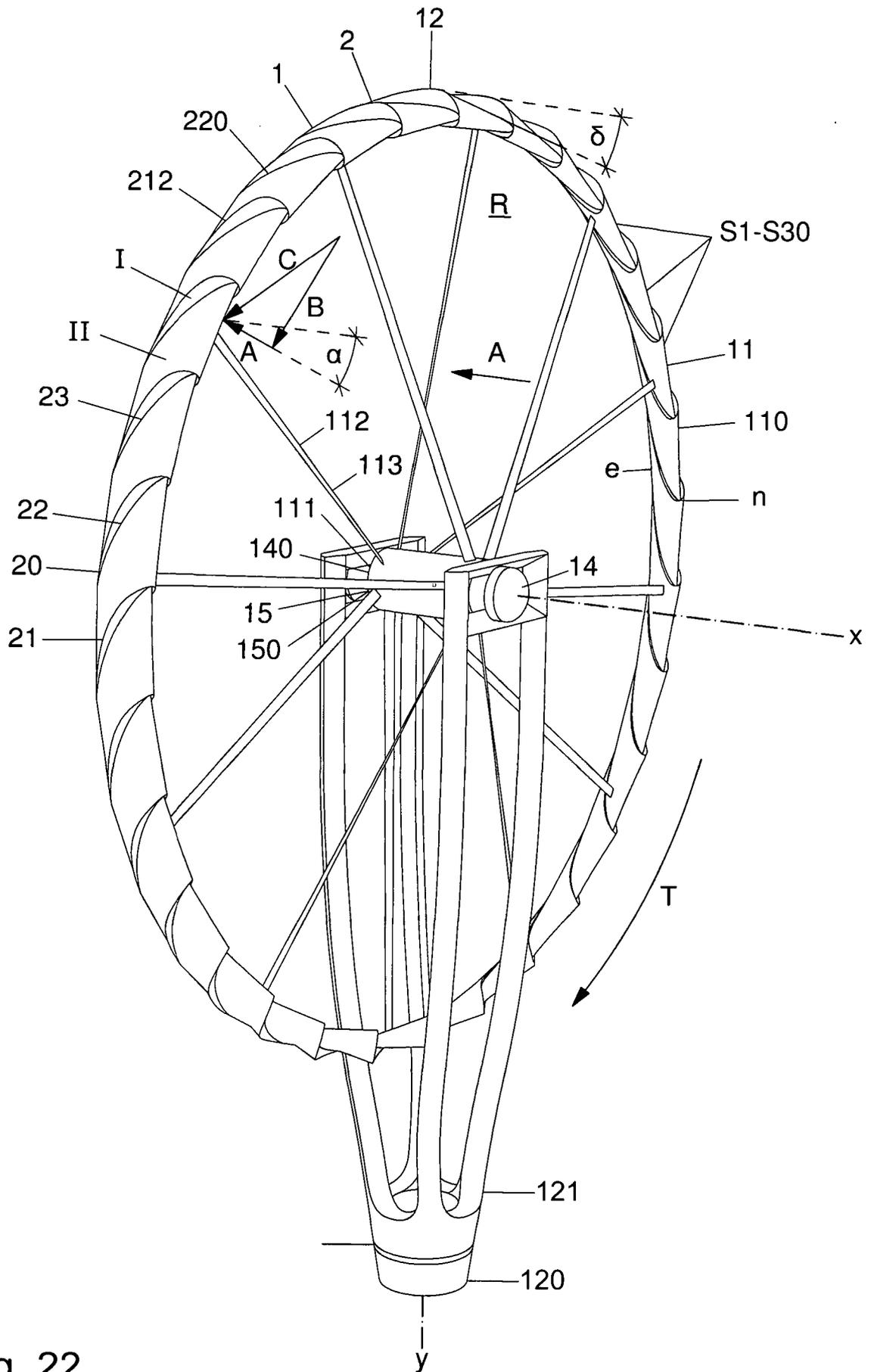


Fig. 22

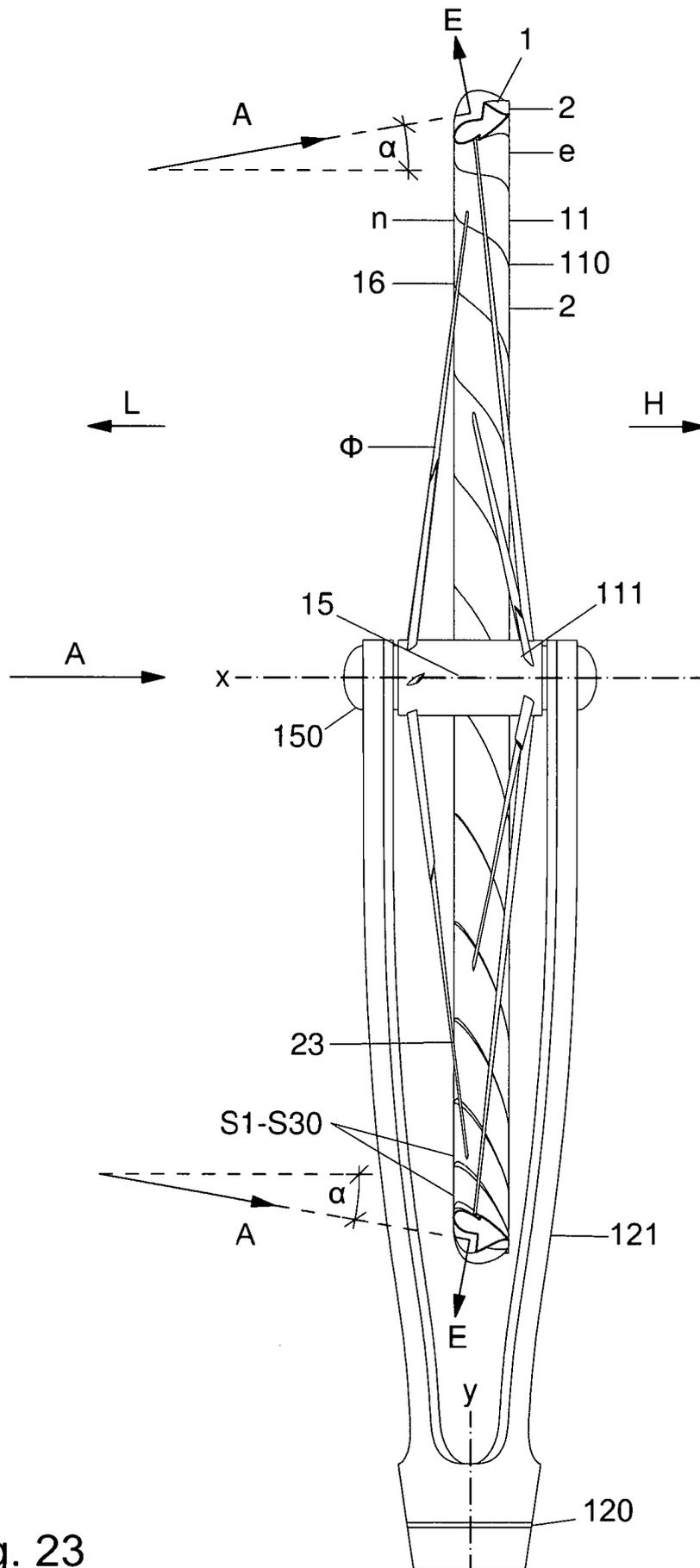


Fig. 23

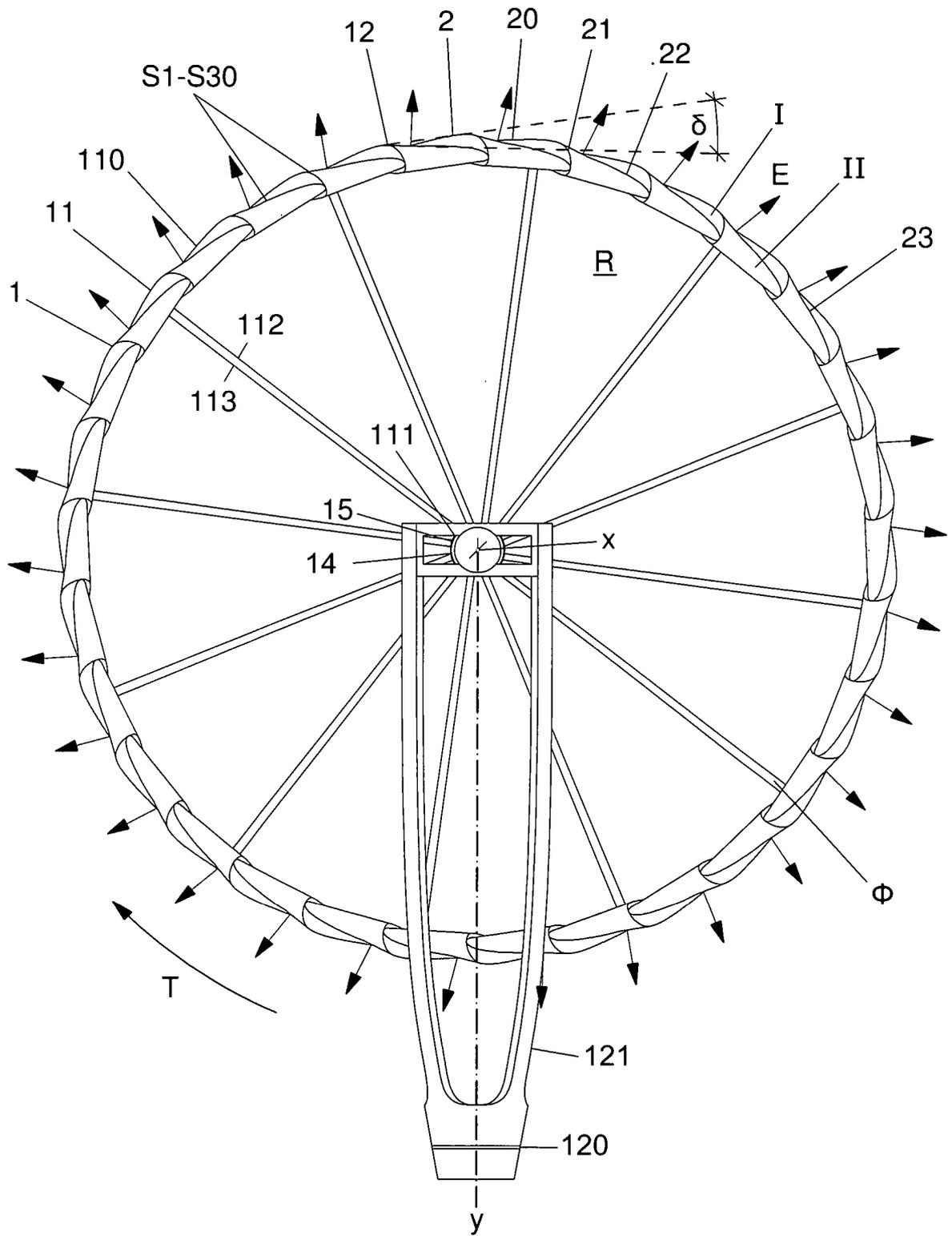


Fig. 24

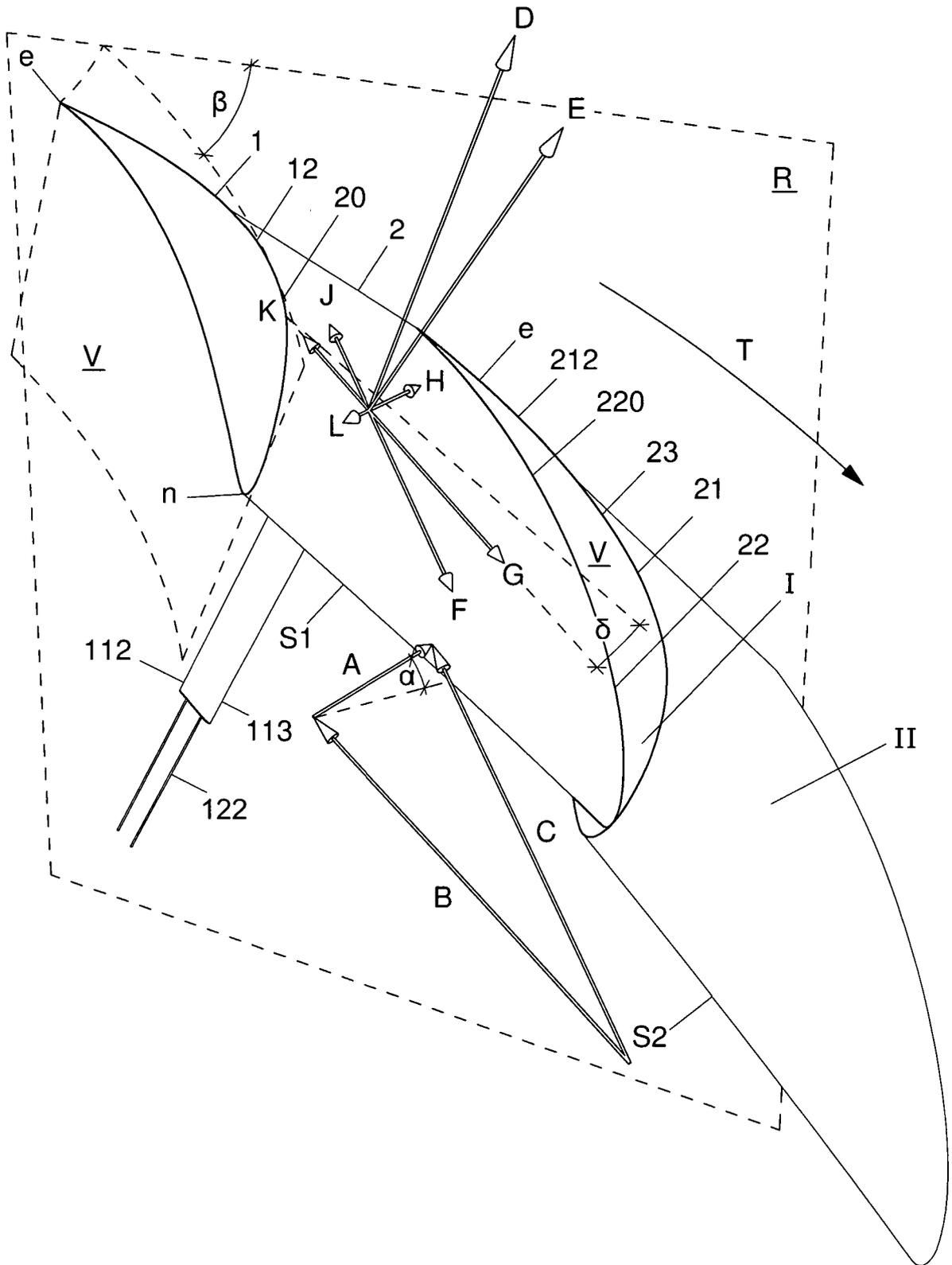


Fig. 25

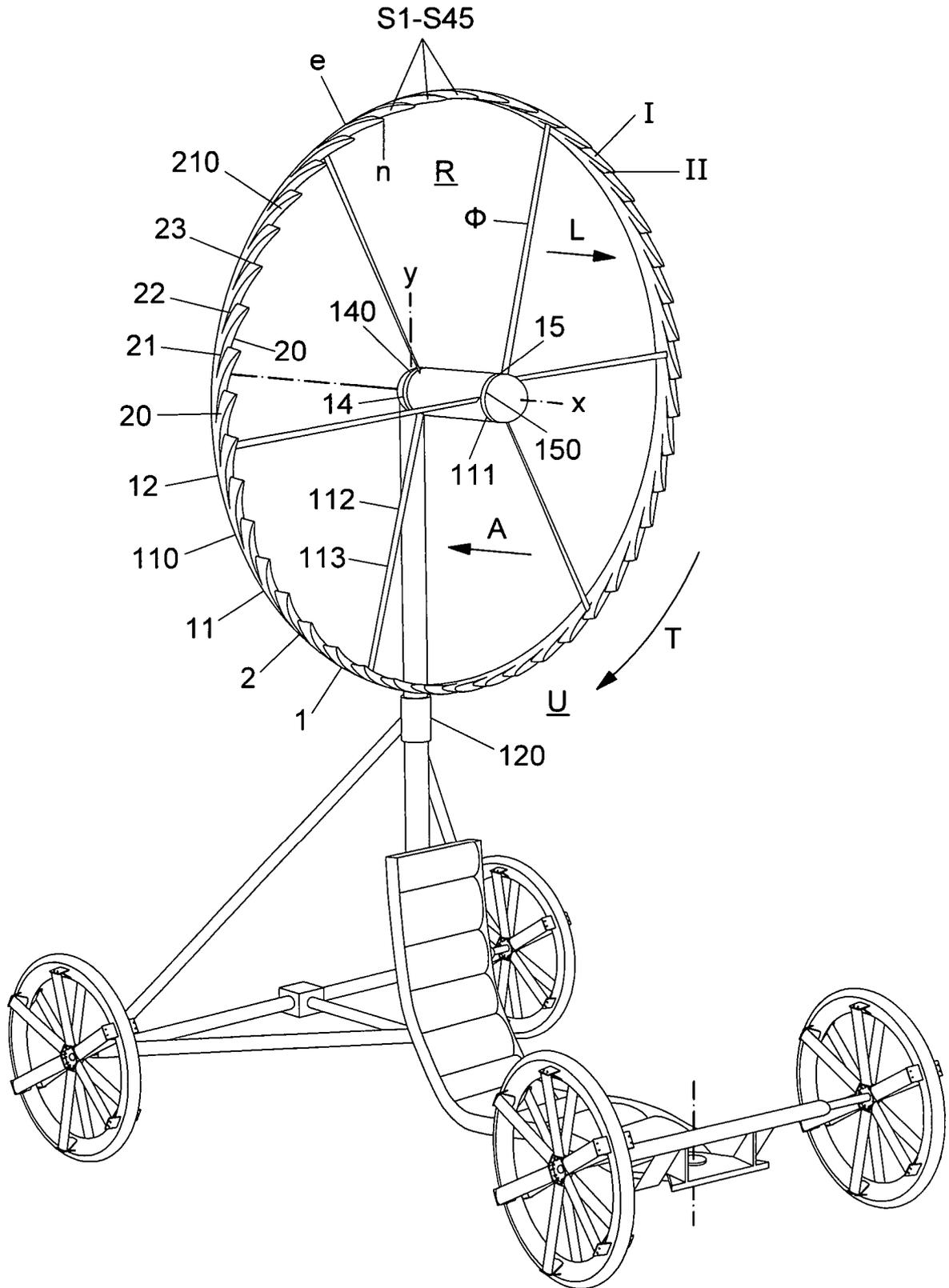


Fig. 26

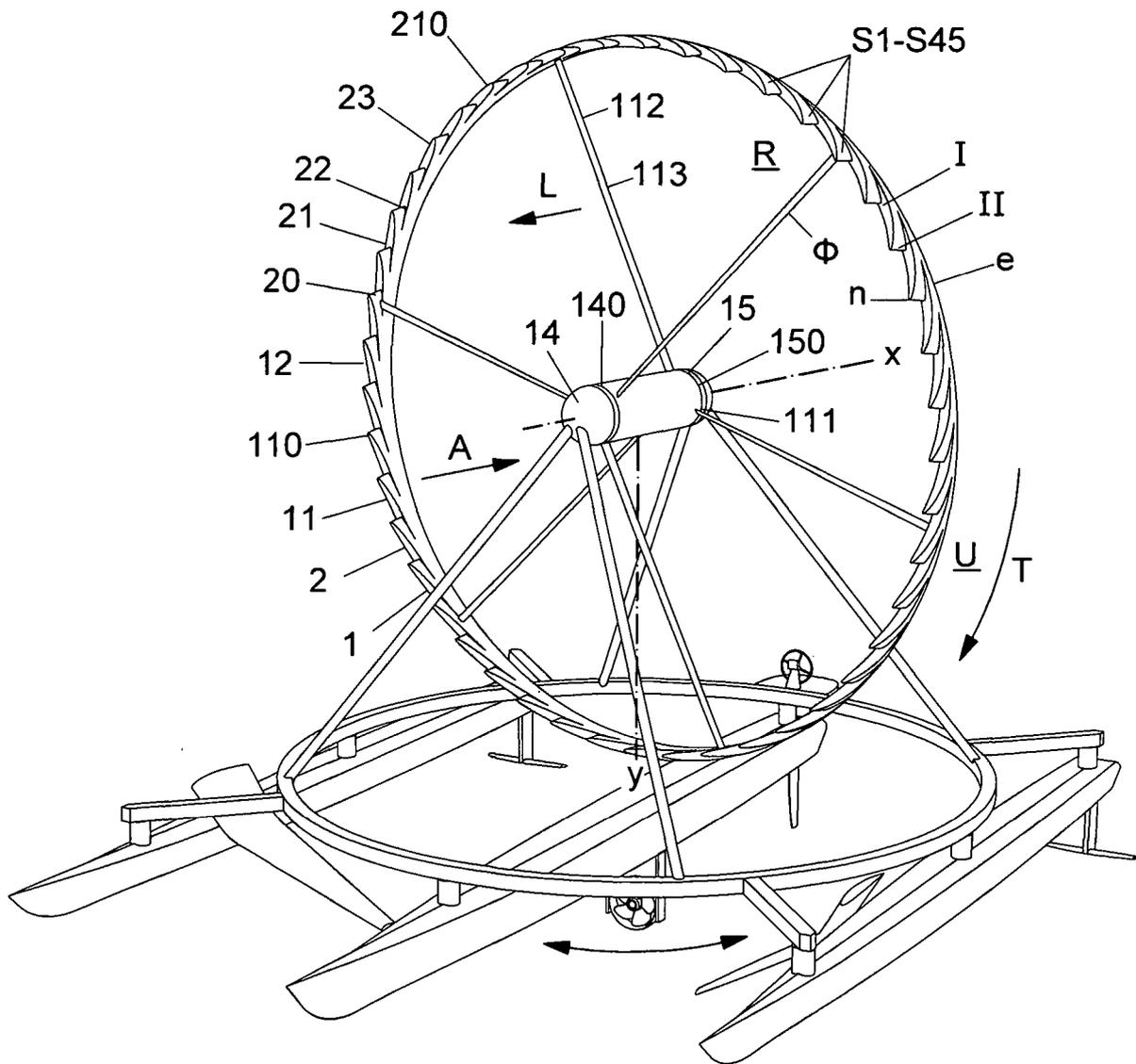


Fig. 27

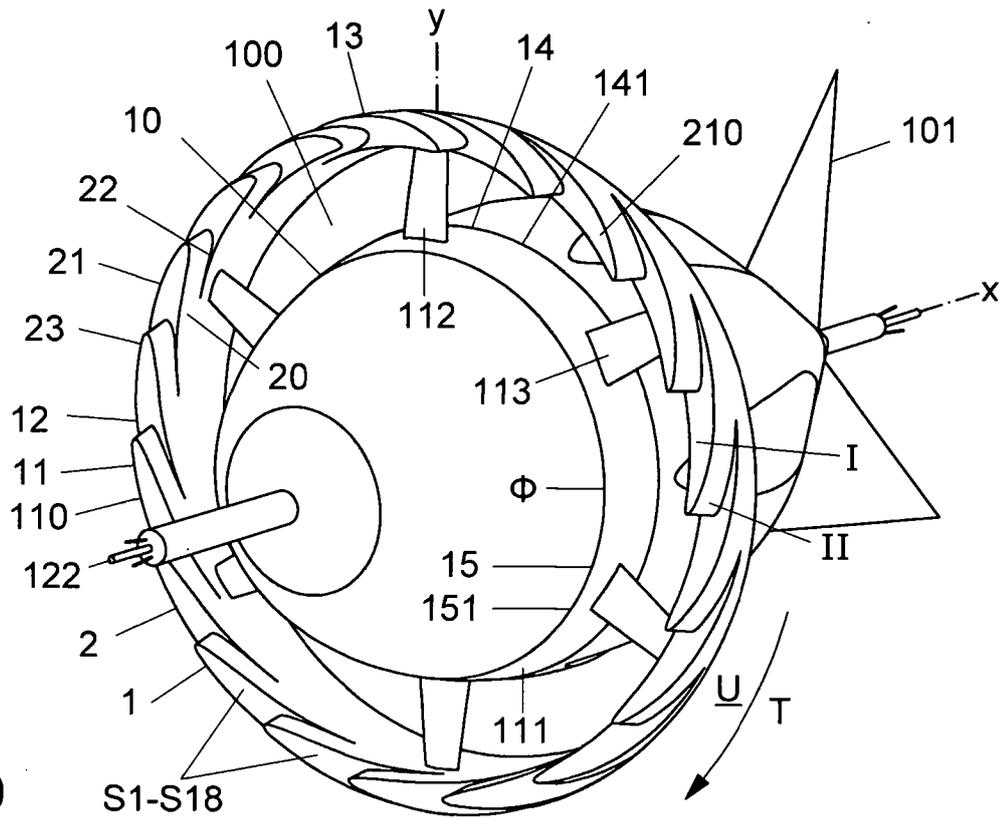


Fig. 29

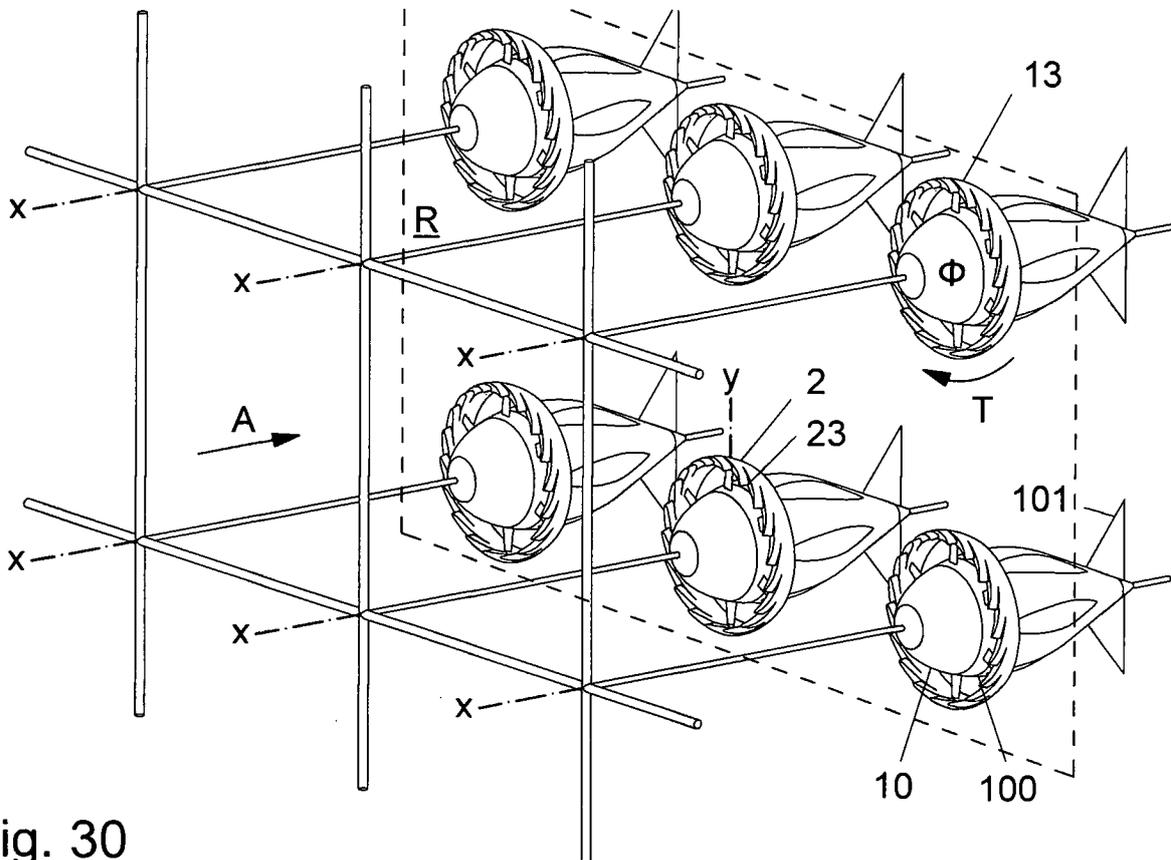


Fig. 30

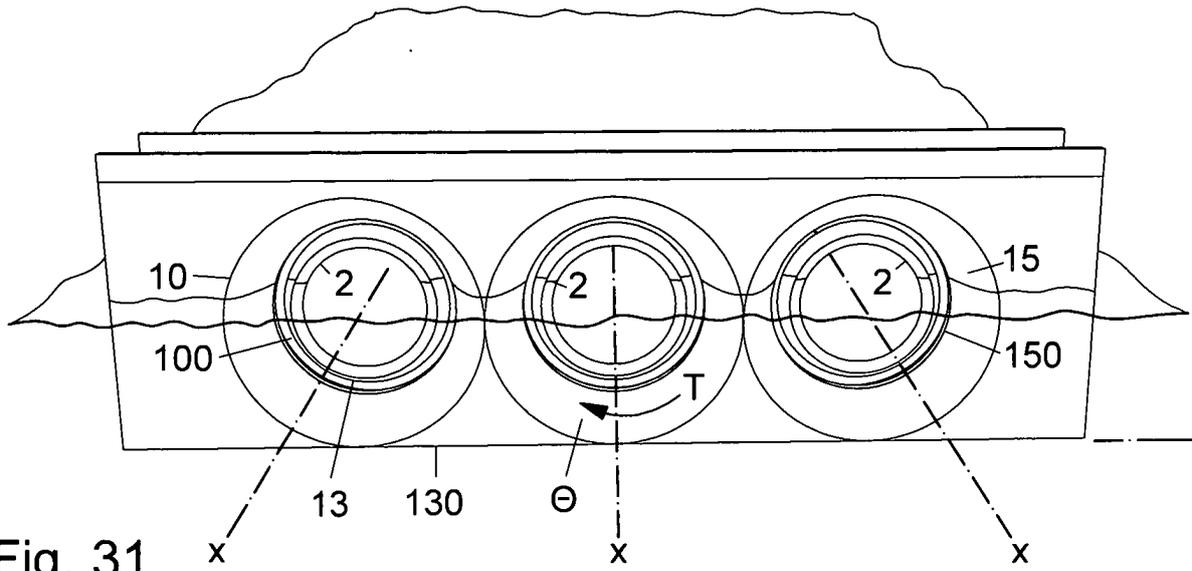


Fig. 31

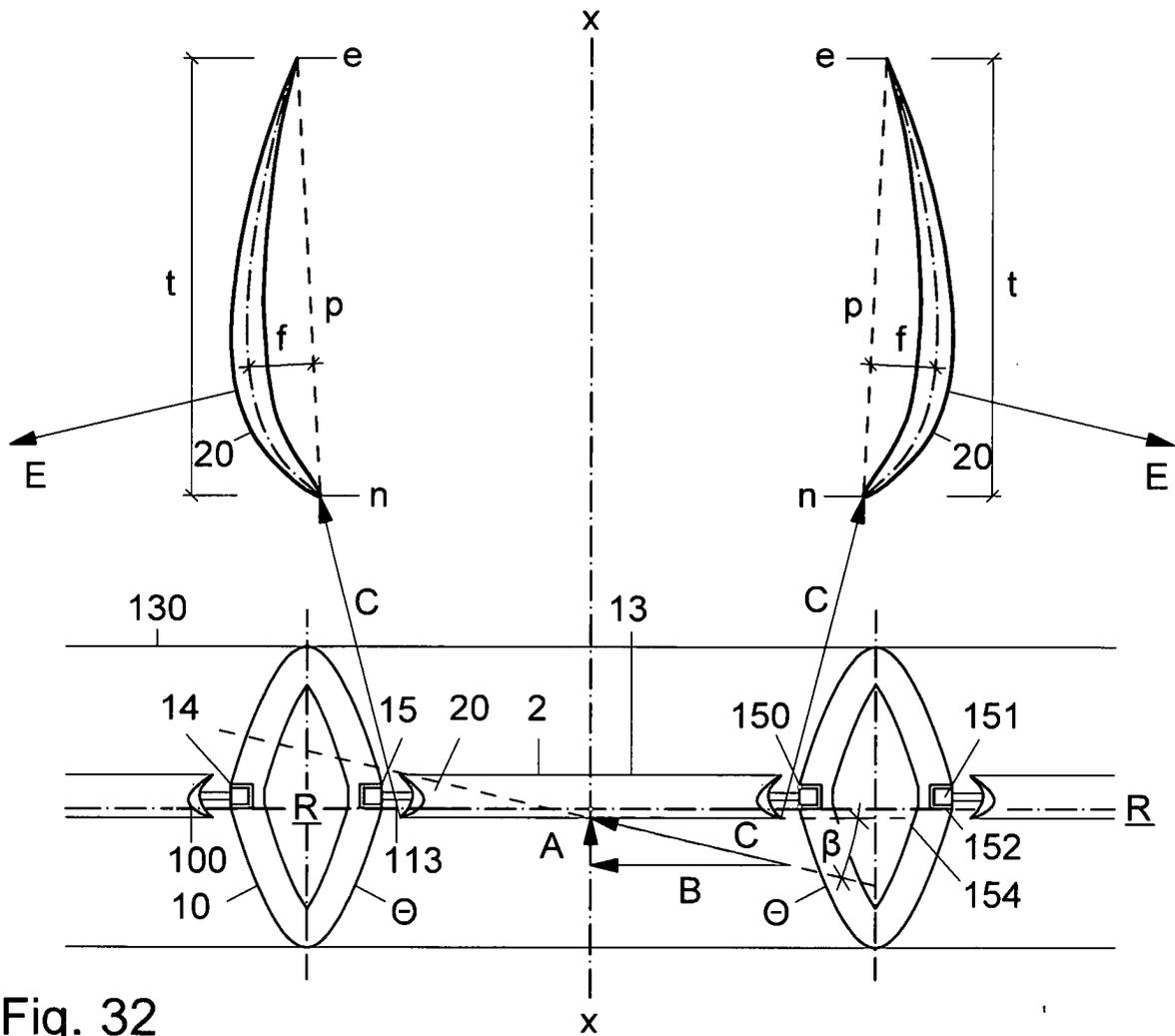


Fig. 32

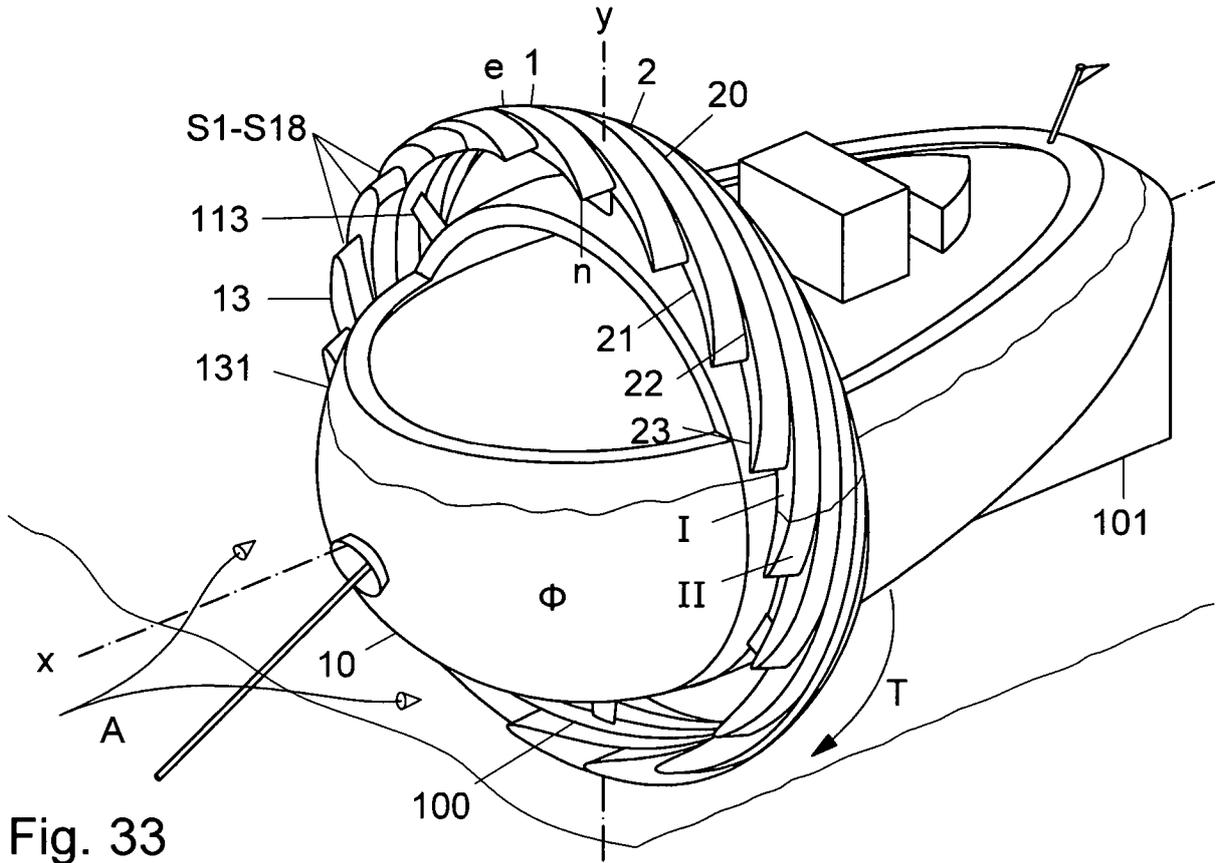


Fig. 33

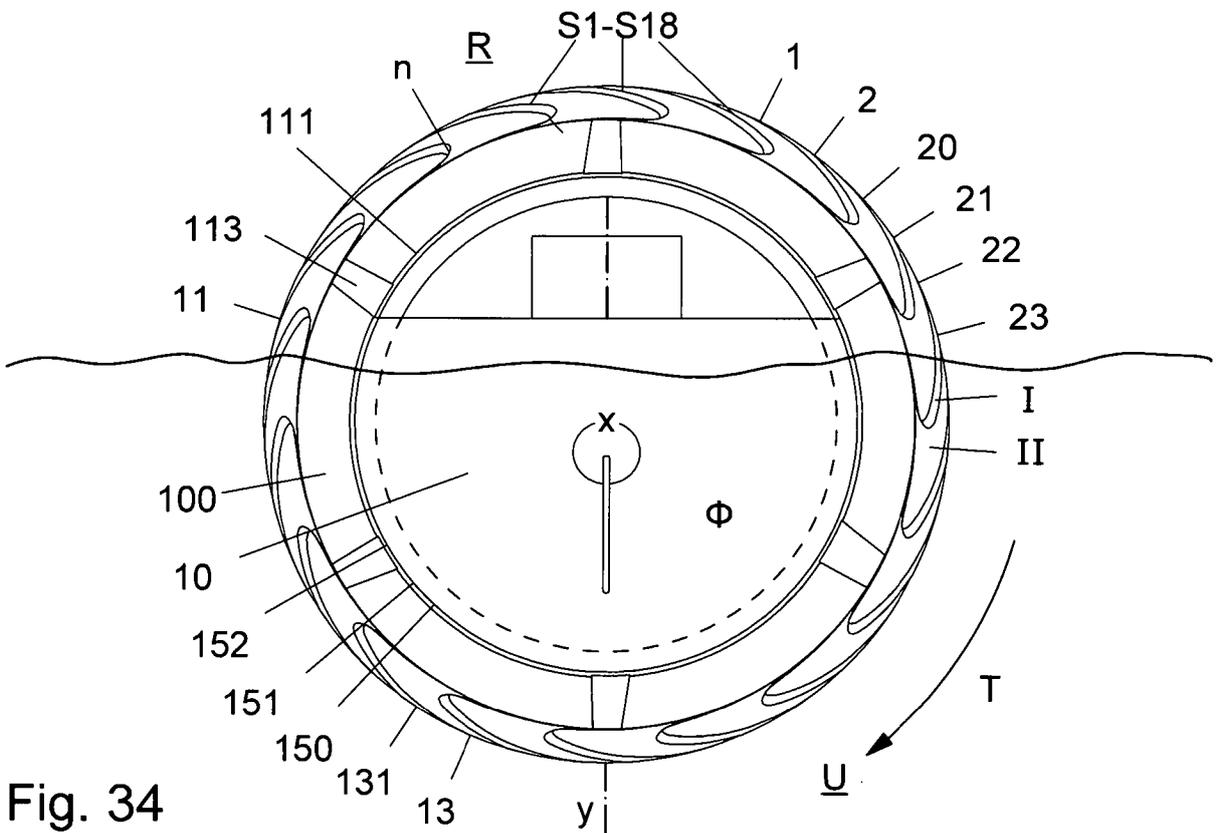


Fig. 34

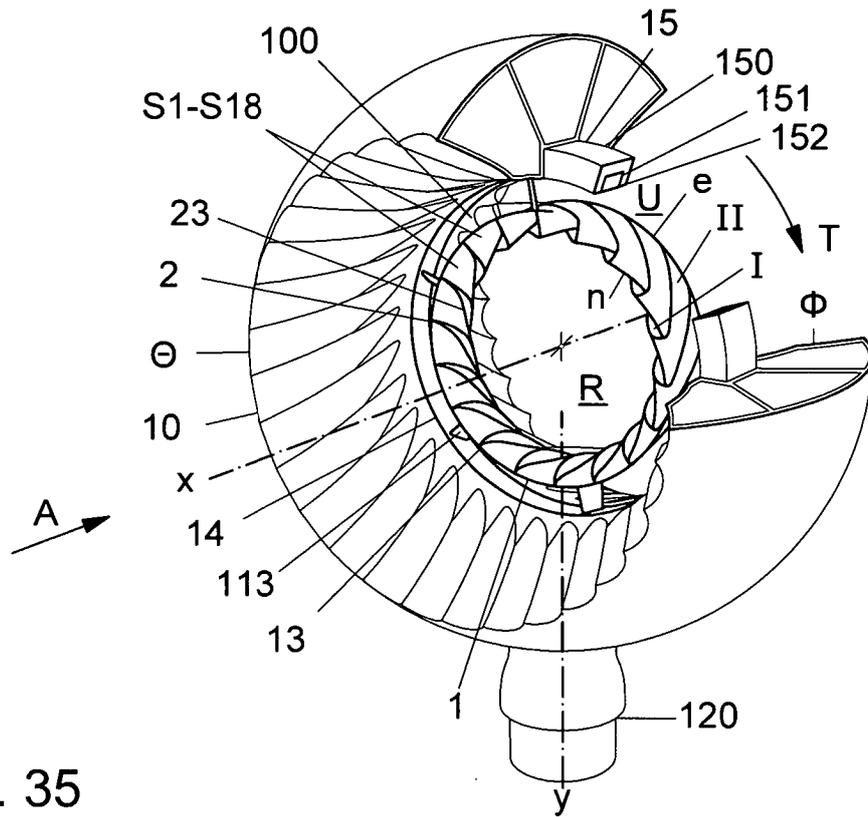


Fig. 35

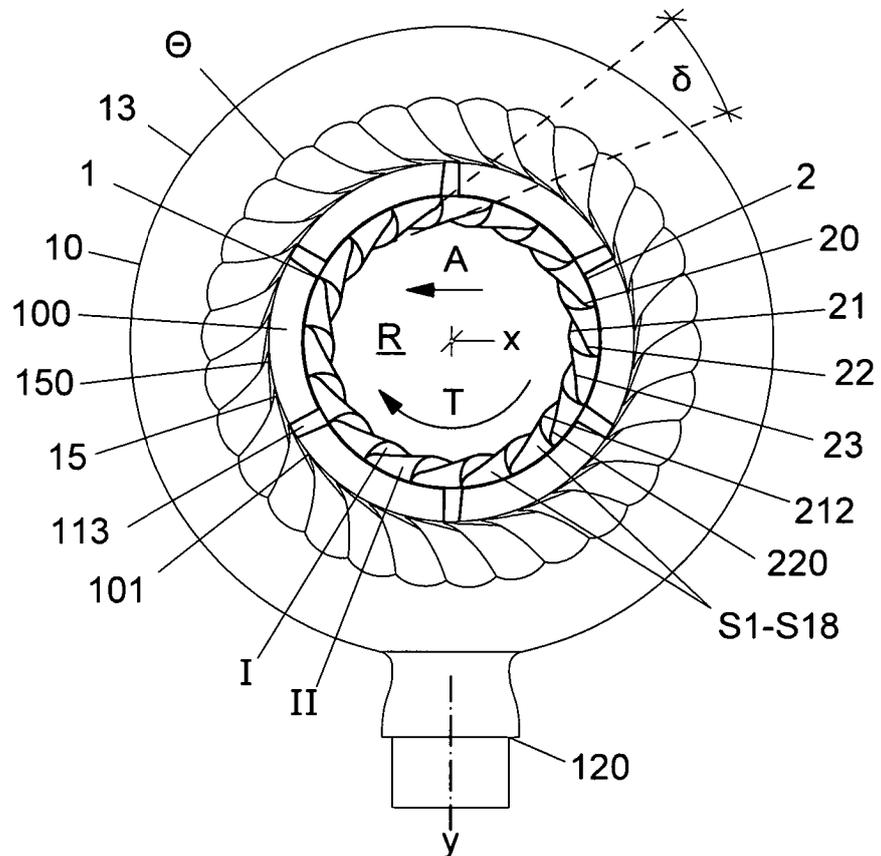


Fig. 36

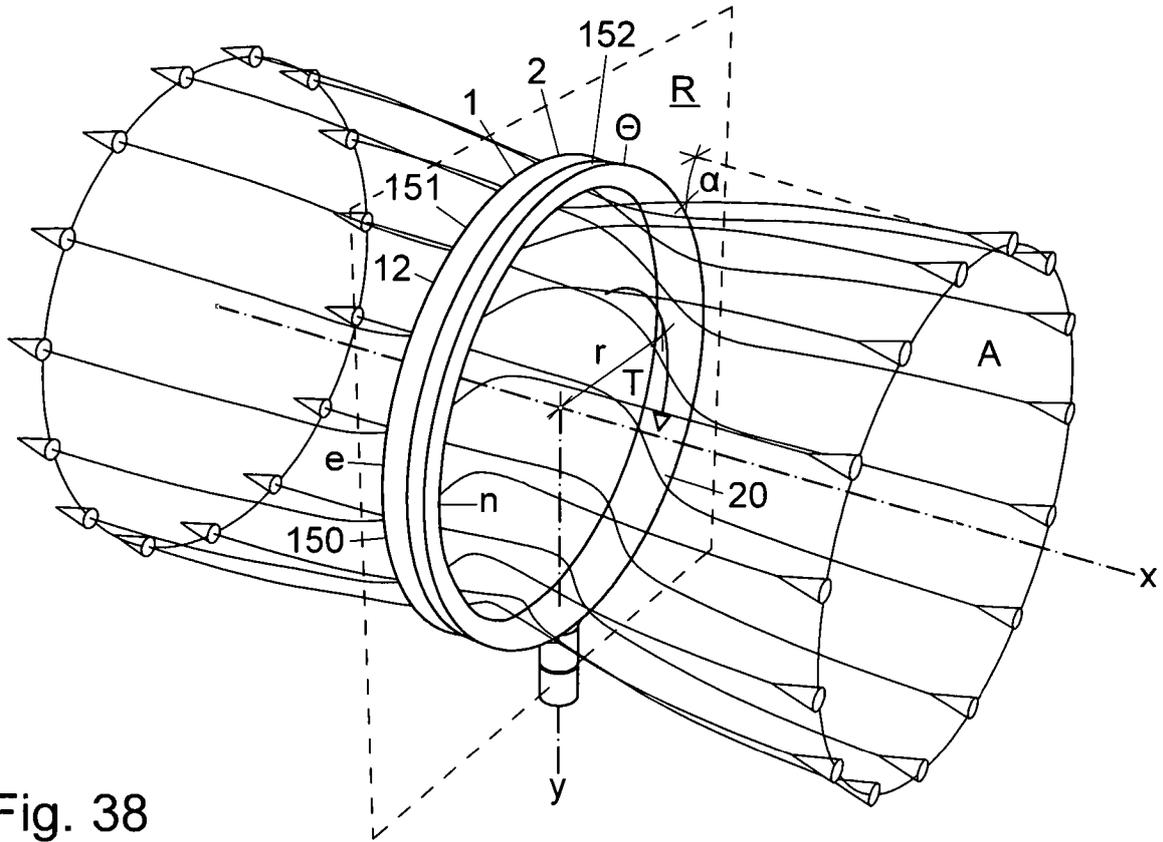


Fig. 38

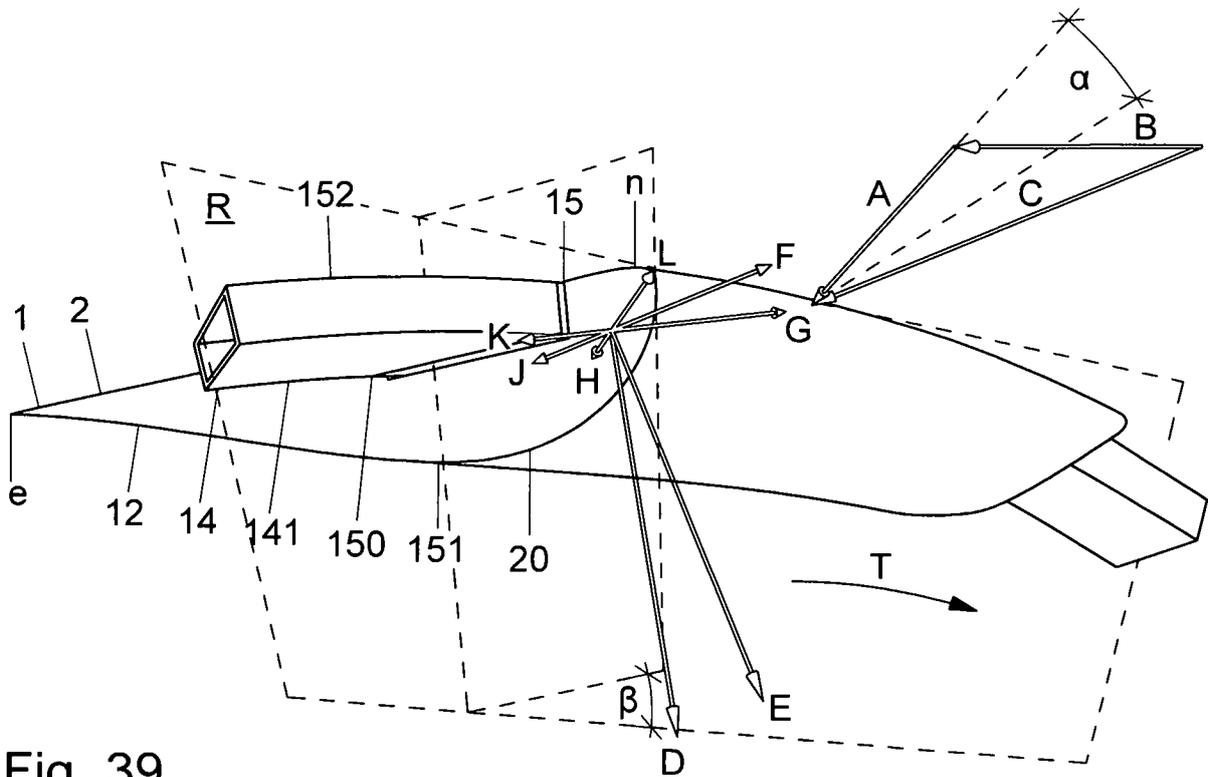


Fig. 39

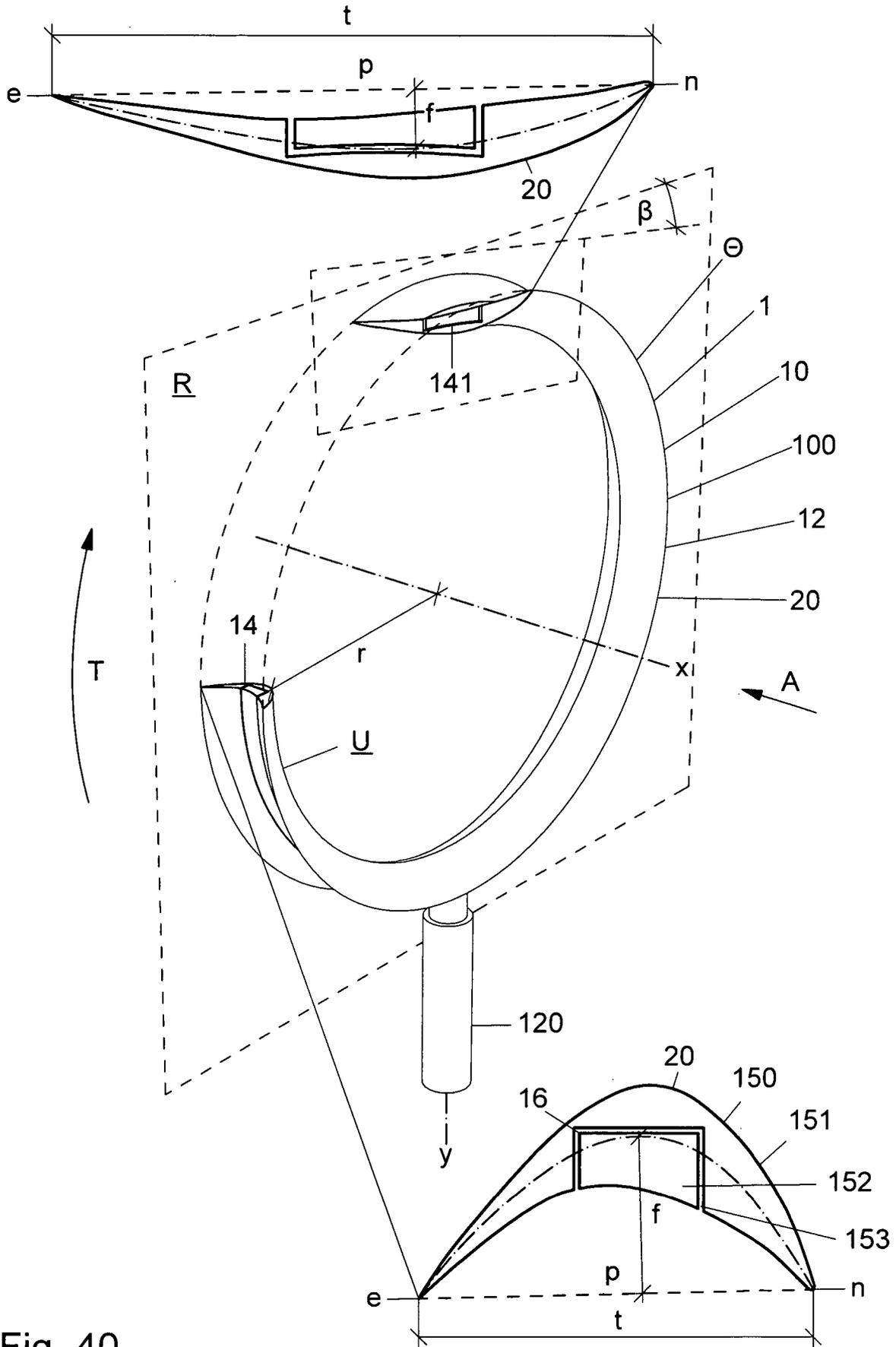


Fig. 40