



(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 629/2011
(22) Anmeldetag: 05.05.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2013

(51) Int. Cl. : F03D 3/04

(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 6137258 A FR 2344728 A1
FR 508815 A GB 2033019 A
DE 1020080222076 A1
JP 2007085182 A

(73) Patentinhaber:
BAUER EMIL
1150 WIEN (AT)

(54) WINDKRAFTMASCHINE MIT SENKRECHTER DREHACHSE

(57) Windkraftmaschine mit senkrechter Drehachse zum Antrieb von Windmotoren zur Energiegewinnung, wobei die Windkraftmaschine einen Spannschaufelring (1) mit Düsen (21, 22), einer Arbeitskammer (3) und einem Deckel (30) mit fixierten Leitschaufeln (31), die in der Arbeitskammer (3) angeordnet sind, aufweist, wobei in der Arbeitskammer (3) eine drehbare Scheibe (24) mit einer Rotorwelle (25) angeordnet ist, und auf der Scheibe (24) schwenkbare Turbinenblätter (26) mit jeweils einer magnetischen Schwenkeinheit (17) und je einen zugehörigen Begrenzungsbereich (19) angeordnet sind, wobei sich jede Schwenkeinheit (17) im zugehörigen Begrenzungsbereich (19) bewegt.

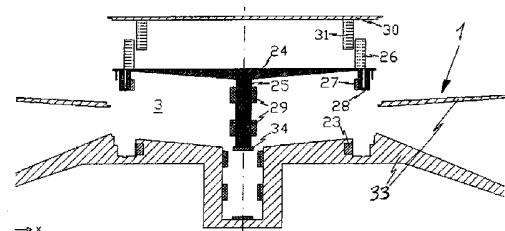


Fig. 9

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Windturbine zum Antrieb von Windmotoren zur Energiegewinnung, entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Windturbinen sind aufgrund der umweltschonenden Art der Energiegewinnung immer stärker verbreitet, jedoch sind die Arbeitsflächen der Rotorblätter zumeist zu klein um eine hohe Effektivität zu erzielen, auch sind die Windräder vor etwaigen Wettereinflüssen wie Regen, Schnee oder Vereisung nicht geschützt und auf eine Alternative zurückgegriffen werden muss. Des Weiteren benötigen solche Windräder viel Platz, weshalb diese sich in der Regel weitab von Wohn- und Siedlungsgebieten befinden, wodurch auch die Stromkosten steigen, da durch die längeren Kabel häufige Wartungsarbeiten, als auch mehr Transformatoren aufgrund der Spannungsverluste notwendig sind. Zusätzlich wird die Windenergie nicht effektiv genug genutzt, da der einströmende Wind nur ein einziges Mal auf das Blatt trifft. Diese Nachteile verringern wesentlich die Anwendbarkeit, als auch die Entwicklung von Windmotoren.

[0003] Um diesen Nachteil zu umgehen, sind bereits Windturbinen mit senkrechter Rotationsachse bekannt geworden, z.B. aus der JP 06 137 258 A oder GB 2 033 019 A, bei denen ein Laufrad in einem das Laufrad konzentrisch umgebenden Leitapparat angeordnet ist. Der Wind strömt an einer Seite zu, wird durch den Leitapparat gebündelt und zum Laufrad geleitet und strömt an der gegenüberliegenden Seite wieder ab, womit der Wind jedes Turbinenblatt sowohl beim Eintritt, als auch beim Austritt trifft.

[0004] Aus dem Gesagten geht hervor, dass ein wesentliches Kriterium für eine gute Windturbine eine Erhöhung des Wirkungsgrades bei verschiedenen Wind- und Wetterverhältnissen ist, auch sollte eine Anwendung der Windturbinen direkt in einem Wohn- als auch Industriegebiet möglich sein.

[0005] Die vorliegende Erfindung setzt sich zum Ziel eine Windkraftmaschine zu schaffen, welche die genannten Eigenschaften ohne etwaiger Nachteile aufweist.

[0006] Erfindungsgemäß geschieht dies in Übereinstimmung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Mit anderen Worten dadurch, dass die Windkraftmaschine über eine Beschleunigungsdüse und einer zweiten separaten Düse zum Kanalisieren, Verteilen und Weiterleiten des Windes verfügt.

[0007] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachstehenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform, welche auf die begleitenden Figuren Bezug nimmt, wobei gleiche oder ähnliche Bauteile durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0008] Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

[0009] die Fig. 1a eine Seitenansicht eines Spannschaufelrings, die Fig. 1b eine Laval-Düse im Seitenansicht,

[0010] die Fig. 2 eine prinzipielle Darstellung der Verteilung des Luftstroms,

[0011] die Fig. 3 mögliche Ausführungsformen des Spannschaufelrings,

[0012] die Fig. 4a die prinzipielle Funktionsweise und die Stellung des Jachtsegels bei einer 180° Lagedrehung,

[0013] die Fig. 4b die prinzipielle Funktionsweise und die Blattstellungen auf der Läuferscheibe,

[0014] die Fig. 5 fünf prinzipielle Ausführungsformen der strömungsdynamischen Form eines Blattes,

[0015] die Fig. 6a eine beispielhafte Ausführungsform eines nicht verwendbaren Blattes,

[0016] die Fig. 6b eine beispielhafte Ausführungsform eines einzelnen, erfindungsgemäßen Blattes,

[0017] die Fig. 7 eine prinzipielle Ausführungsformen des Blattes mit Schwenkeinheit im Horizontalschnitt,

[0018] die Fig. 8a der Spannschaufelring im Draufsicht,

[0019] die Fig. 8b einen Querschnitt des Spannschaufelrings aus Fig. 8a,

[0020] die Fig. 9 eine Explosionsdarstellung des prinzipiellen Aufbaus und der Funktionsweise des Windkraftmaschine,

[0021] die Fig. 10 eine Detailansicht einer Turbinenschaufelwelle mit einer Rotorscheibe,

[0022] die Fig. 11 eine erfindungsgemäße Windturbine am Dach eines Gebäudes.

[0023] Die Fig. 1a zeigt eine Seitenansicht eines Spannschaufelrings 1 mit einer Kammer 3, in welcher sich ein Rotor befindet. Der Spannschaufelring 1 umfasst eine Gruppe zusammenhängender stumpfer Vierecks- oder Dreieckspyramiden, die mit abgeschnittenen Pyramidenspitzen um die Rotorrotationsachse des Rotors platziert sind. Im einfachsten Fall ist der Spannschaufelring 1 wie eine einfache Laval-Düse aufgebaut, welche einen Eintrittsbereich 2, einen Halsbereich 3 a und einen Austrittsbereich 4 aufweist, wobei der Eintritts- 2 und der Austrittsbereich 4 gleich ausgeführt sind.

[0024] Die Fig. 1b zeigt eine Laval-Düse, die nur zur Vergleichermöglichung mit dem verwendbaren Stator der Windkraftmaschine dargestellt ist.

[0025] Üblicherweise erfolgt bei einer Laval-Düse nach Fig. 1b die Strombeschleunigung im Austrittsbereich 4. In diesem Fall erfolgt die Strombeschleunigung in der Kammer 3 im Halsbereich. Im Halsbereich sind die Geschwindigkeit und der Druck des Luftstroms am größten und in genau diesem Bereich drehen sich die Rotorblätter, während im Austrittsbereich 4 die Geschwindigkeit und der Druck des Luftstroms abnehmen, am Ende des Austrittsbereichs 4 erfolgt dabei eine nahezu vollständige Anpassung des Luftstroms an die Umgebungsbedingungen.

[0026] Die Fig. 2 zeigt eine prinzipielle Darstellung der Verteilung des Luftstroms im Spannschaufelring 1 von oben. Es ist deutlich zu sehen, wie sich der Luftstrom teilt und dann wieder zusammenläuft. Dabei ist eine bestimmte Ähnlichkeit mit der klassischen Laval-Düse zu erkennen, obwohl der Austrittsbereich 4 größer ist als der Eintrittsbereich 2. Dabei liegt im Steigerungsbereich 5, in dem die Luft eintritt, ein deutlich erhöhter Druck und eine höhere Geschwindigkeit vor, dabei ist der Druck und die Geschwindigkeit des Luftstroms umso größer, je näher man sich zum Halsbereich 3, z.B. eines Stumpfkegels, der sich vor den Turbinenschaufeln befindet, annähert. Ein nachfolgender neutraler Bereich 7 trägt nichts zu einem höheren Wirkungsgrad der Windturbine bei, während der nachkommende Abfallbereich 6, in welchem der Druck und die Geschwindigkeit abfallen, größer als der Steigerungsbereich 5 ist. Es tragen die Rotationsblätter im Abfallbereich 6 genauso zu einem höheren Wirkungsgrad bei, wie die Rotationsblätter im Steigerungsbereich 5, dieser dient zur Beschleunigung des Luftstroms im Halsbereich 3.

[0027] Dieser Aufbau ist eine notwendige und unverzichtbare Bedingung, um einen maximalen Wirkungsgrad der Windkraftmaschine zu erzielen.

[0028] Der Spannschaufelring 1 kann aus verschiedenen Materialien, wie Eisen, Verbundstoffe, Kohlenfaserstoffe, Glas oder Metal bestehen. Die Wahl der Materialien oder deren Kombination hängt von den Projektbedingungen, wie Budget, Ausführungsform, tragende Gebäude- und Bodenfläche, max. Windstärke und der überwiegenden Windrichtung ab.

[0029] Die Fig. 3 zeigt im Aufriss 1a bis 1e und 1f bis 1h und in der Draufsicht mögliche Ausführungsformen des Spannschaufelrings 1 bzw. die dazugehörigen Verläufe des Luftstroms. Die Form des Spannschaufelrings 1 hängt davon ab, wo am Gebäude dieser montiert wird bzw. von der Gebäudeform selbst, dabei kann der Spannschaufelring 1 unter anderem tropfenförmig, rund, quadratisch, rautenförmig oder vieleckig ausgeführt sein. Die Ausführungsformen im

Aufriss la bis le und 1f bis 1h veranschaulichen dabei die Konstruktionsvielfalt des Aufbaus des Spannschaufelrings 1.

[0030] Die Fig. 4a veranschaulicht die prinzipielle Funktionsweise und die jeweiligen Stellungen des Jachtsegels bei einer 180° Lagedrehung und die Fig. 4b die prinzipielle Funktionsweise und die dazugehörigen Stellungen der Turbinenblätter 8 bei den jeweiligen Einströmwinkeln des Windes, während einer Drehung der Scheibe 9.

[0031] Das Turbinenblatt 8 hat in Abhängigkeit vom jeweiligen Winddruck und der Windrichtung einen variablen Einströmwinkel und arbeitet dann durch den auftretenden Eintritts- und Austrittswind, welche teilweise ihre Energie abgeben. Dadurch arbeitet das Turbinenblatt 8 unabhängig von der Windrichtung mit der selben Effizienz. Auf diese Weise wird nicht nur der Eintrittswind, sondern auch der Austrittswind effektiv ausgenutzt.

[0032] Die Fig. 5 zeigt, dass das Turbinenblatt 8 im Querschnitt eine neutrale strömungsdynamische Form aufweist, wobei das Turbinenblatt 8 aus einer Fläche 10, einigen Flächen 11, einer abgerundeten Fläche 12 oder aus mehreren abgerundeten Flächen 13 und 14 bestehen kann. Dabei ist die Turbinenblattfläche maximal asymmetrisch bezüglich der Hochachse, was diese Ausführungsform von den sonst üblichen Turbinenblattflächen unterscheidet.

[0033] Die Fig. 6a zeigt beispielhaft wie ein sonst übliches Turbinenblatt 15, welches für diese Form der Verwendung nicht anwendbar ist, ausgeführt ist (z.B. Patent DE 10 2008 022 076 A1 2009.11.05). Um einen max. Wirkungsgrad zu erzielen sollen asymmetrisch gehaltene Blätter 16, wie in Fig. 6b dargestellt, eingesetzt werden.

[0034] Die Fig. 7 zeigt das Turbinenblatt 8 mit einer Schwenkeinheit 17, welche sich in und unter einer Scheibe 18 befindet. Um einen max. Wirkungsgrad zu erzielen befindet sich der Schwenkmechanismus nicht in der Turbinenkammer 3 und leistet somit keinen Widerstand. Das Turbinenblatt 8 richtet sich automatisch nach dem Einströmwinkel, der im Augenblick am effektivsten ist. Dieser Effekt wird mit einer Schwenkeinheit 17 erreicht. Die Schwenkeinheit 17 bewegt sich in einem U-förmigen Begrenzungsbereich 19, der mit Magnetelementen ausgestattet ist, dabei ist die Schwenkeinheit 17 fix mit einer Turbinenblattachse 20 verbunden. Die Magnetelemente des Begrenzungsbereichs 19, in dem sich die Schwenkeinheit 17 bewegt, dienen zur automatischen Positionswahl des Turbinenblatts 8 bezüglich dem Wind auf den Spannschaufelring 1. Die Magnetelemente minimieren dynamische Belastungen, die bei einem Wechsel des Einströmwinkels entstehen und beseitigen Schläge gegen den Randbereich des Begrenzungsbereichs 19, wodurch diese Magnetelemente des Begrenzungsbereichs 19 als Dämpfer fungieren. Je stärker der einströmende Wind ist, desto stärker weicht das Turbinenblatt 8 von seiner neutralen Position ab und je stärker das Turbinenblatt 8 abweicht, umso stärker weicht auch die damit verbundene Schwenkeinheit 17 ab.

[0035] Mit anderen Worten, je näher die Schwenkeinheit 17 sich zu einer Endlage des Begrenzungsbereichs 19 bewegt, desto stärker ist der Widerstand, der durch die Annäherung der festen Magnetelemente verursacht wird, die sich in den Wangen des Begrenzungsbereichs 19 und in der Schwenkeinheit 17 befinden. Somit ist die Windkraft, die auf das Turbinenblatt 8 wirkt, gleich der Repulsionskraft von den festen Magneten.

[0036] Für eine Rotordrehung wechselt das Turbinenblatt 8 bezüglich der Turbinenblattachse 20 seine Position zweimal.

[0037] Wechselnde Geschwindigkeiten und Richtungen des Windes reduzieren den Wirkungsgrad nicht, die Windturbine arbeitet durch ihre Bauweise in allen Windgeschwindigkeitsbereichen. Auch muss sich die Windturbine in einem ersten Schritt nicht nach dem Wind ausrichten, wodurch zusätzliche Kosten für Sensoren für Drehungsmechanismus, Orientierungsmechanismus, etc. entfallen.

[0038] Die Fig. 8a zeigt die prinzipielle Funktionsweise des Spannschaufelrings 1, welcher den Wind einsammelt und weiterleitet mit einer unteren und oberen Fläche, wie in der Schnittdarstellung A-A von Fig. 8a in Fig. 8b dargestellt. Der Spannschaufelring 1 wirkt als Düse 21 zum Beschleunigen des Windes beim Einströmen und auch als Düse 22 beim Ausströmen. Beide

Bestandteile, sowohl die Düse 21 als auch die Düse 22, liefern einen maßgebenden Beitrag zum korrekten Betrieb der Windkraftmaschine. Dies ist eine der Hauptbedingungen zum Erreichen einer effektiven Leistung der Windkraftmaschine, wodurch die Windbeschleunigung und dabei auch der Kraftanstieg in der Arbeitskammer, im Halsbereich 3, zum max. Wirkungsgrad der Windkraftmaschine führen.

[0039] Die Fig. 9 zeigt eine Explosionsdarstellung des prinzipiellen Aufbaus des Spannschaufelrings 1, welcher Komponenten 23 des Generators und Kabel für den erzeugten Strom umfasst. Falls notwendig kann der Spannschaufelring 1 auch windblockierenden Klappen, Scheiben- oder Bandbremsen, welche die Rotordrehung stoppen, umfassen.

[0040] In Abhängigkeit von der Form und der Größe des Spannschaufelrings 1 können unterschiedliche Lösungen zum Stoppen der Windturbine eingesetzt werden. Dabei können im Spannschaufelring 1 z.B. auch Heizelemente zur Vermeidung einer Vereisung im Winter und / oder andere Vorrichtungen zum Entfernen des Schnees und/oder des Eises implementiert werden.

[0041] Der Rotor ist als Scheibe 24 mit unterhalb angeordneter, senkrechter Rotorwelle 25 ausgeführt, wobei sich auf der Scheibe 24 gegenüberliegend Turbinenblätter 26 und Magnetelemente 27 vom Rotor des Generators befinden. In der Scheibe 24 ist eine Schwenkeinheit 17 eingebaut und ein Umdrehungsbegrenzer mit magnetischen Lagern 29 für eine Turbinenblattwelle 28. Die senkrechte Rotorwelle 25 der Scheibe 24 dreht sich in Magnetlagern 29, wobei in einer anderen Ausführungsform anstatt der Magnetlager 29 auch mechanische Lager eingesetzt werden können.

[0042] Die Arbeitsweise eines Turbinenblattes 26, welches vom Wind in dem jeweiligen Einströmwinkel angetrieben wird, ist der Funktion eines Segels sehr ähnlich (siehe Fig 4a). Bei 180° Lagedrehung wechselt das Turbinenblatt 26 seine Lage und dreht sich von einer Seite auf die andere Seite (siehe Fig. 4b).

[0043] Je stärker das Turbinenblatt 26 durch den Wind belastet wird, desto stärker weicht es von der neutralen Position ab. Bei Windstille dreht sich das Turbinenblatt 26 und nimmt eine neutrale Position ein (siehe Fig. 2, neutraler Bereich 7), dabei erfolgt keine Turbinendrehung. Bei auftretendem Wind (siehe Fig. 2, Steigerungsbereich 5), wechselt das Turbinenblatt 26 automatisch seine Position und vollbringt weiter eine Leistung. Bei einem zweiten vollführten Durchlauf dieses Schritts erreicht man eine volle Umdrehung der Windturbine.

[0044] Der Spannschaufelring 1 umfasst auch ein Spannschaufelringgehäuse 33 und einen Deckel 30 mit fix montierten Turbinenblättern 31, welche sich in der Arbeitskammer 3 befinden und unerwünschte turbulente Luftströme in der Arbeitskammer 3, die beim Auftreffen des Luftstromes auf die drehenden Turbinenblätter 26 entstehen, zurückhalten. Diese feststehenden Turbinenblätter 31 in der Arbeitskammer 3 lenken den Luftstrom zur Wiederbenutzung an den Ausgang weiter.

[0045] Die Rotorwelle 25 wird in der Form eines Rohres oder des Dornes ausgeführt und wird auf der Scheibe 24 unten montiert.

[0046] Die Rotorwelle 25 und die Turbinenblattwelle 28 umfassen üblicherweise drei Lager, darunter zwei radiale Magnetlager 29 und ein tragendes Magnetlager 34. Durch die mechanische Reibung entstehen Verluste, welche jedoch durch die Magnetlager 29 und 34 minimiert werden. Des Weiteren weisen Magnetlager eine höhere Lebensdauer, weniger Wartungsarbeiten (keine Reinigung und Schmierung) und eine höhere Zuverlässigkeit als mechanische Lager auf, wodurch die Kosten im Betrieb minimiert und die Lebensdauer der Anlage erhöht wird. Magnetlager sind lärmlos, und übergeben keine Vibration an die Tragekonstruktion, was sehr relevant ist.

[0047] Die Fig. 10 zeigt die prinzipielle Funktionsweise der Turbinenblattwelle 28 mit den Magnetlagern 29 und 34 und der Scheibe 24 und der Schwenkeinheit 17. Die Turbinenblattwelle 28 liegt auf dem tragenden Magnetlager 34 auf, welches mittels einer Einstellschraube 35 gehalten wird.

[0048] Die Fig. 11 zeigt die prinzipielle Montage einer erfindungsgemäßen Windturbine 36 am Dach 37 eines Gebäudes 38.

[0049] Somit weist die vorliegende Erfindung einen Spannschaufelring 1 mit einer Rotorwelle 25 und einer Scheibe 24 mit Düsen 21, 22 auf, welche sich aus mehreren zusammenhängenden stumpfen Vierecks- und/oder Dreieckspyramiden zusammensetzen. Dabei sind auf der Scheibe 24 schwenkbare und Turbinenblätter 26 montiert, welche sich nach dem Einströmwinkel des Windes ausrichten, wobei die Turbinenblätter 26 den Luftstrom zweimal für eine Scheibennummerdrehung nutzen. In einer Arbeitskammer 3 befinden sich stehende Turbinenblätter 31, die gegebenenfalls den Einfluss eines turbulenten Luftstroms unterbinden.

[0050] Dabei befinden sich in der Windturbine keine sich mechanisch berührenden beweglichen Teile, wodurch keine zusätzlichen Schwingungen und Lärmentstehung auftreten, die auf die Windturbine oder beispielsweise auf das Gebäude 38 einwirken. Die Magnete der Schwenkeinheit 17 wirken als Dämpfer, wobei Dauermagnete einzusetzen sind, die zur Entstehung der Abstoßungskraft dienen. Auf dem Rotor der Windturbine sind Rotorelemente 27 des Generators montiert und auf dem Spannschaufelringgehäuse 33 befinden sich Komponenten 23 des Generators. Der Generator muss sich nicht unbedingt innerhalb in der Windkraftmaschine befinden, sondern kann auch als separater Mechanismus ausserhalb der Windkraftmaschine vorgesehen sein.

[0051] Diese Form der Windkraftmaschine kann bei Autobahnen, Tankstellen, entlang von Eisenbahnschienen, auf ein- oder mehrstöckigen Gebäuden 38 oder Türmen oder innerhalb der Stadt auf Wohnblöcken oder in Industriegebieten eingesetzt werden, also überall dort wo traditionelle Windkraftmaschine nicht eingesetzt werden können bzw. es die Platzverhältnisse normalerweise nicht zulassen.

[0052] Auch kann die Windkraftmaschine als Dach dienen, somit ist die Windturbine sehr nahe beim Verbraucher, wodurch zusätzliche Kosten z.B. durch Kabel oder Transformatoren minimiert werden.

Patentansprüche

1. Windkraftmaschine zum Antrieb von Windmotoren zur Energiegewinnung, welche einen Spannschaufelring (1) mit Düsen (21, 22), einer Arbeitskammer (3) und einem Deckel (30) mit fixierten Leitschaufeln (31), die in der Arbeitskammer (3) angeordnet sind, aufweist, wobei in der Arbeitskammer (3) eine drehbare Scheibe (24) mit einer Rotorwelle (25) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Scheibe (24) schwenkbare Turbinenblätter (26) mit jeweils einer magnetischen Schwenkeinheit (17) und je einem zugehörigen Begrenzungsbereich (19) angeordnet sind, wobei sich jede Schwenkeinheit (17) im zugehörigen Begrenzungsbereich (19) bewegt.
2. Windkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Düsen (21, 22) sich aus mehreren zusammenhängenden stumpfen Vierecks- und/oder Dreieckspyramiden zusammensetzen.
3. Windkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Scheibe (24) Rotorelemente (27) und im Spannschaufelring (1) der Stator (23) eines Generators angeordnet sind.
4. Windkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Begrenzungsbereich (19) eine U-Form aufweist.
5. Windkraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Wangen des Begrenzungsbereichs (19) und der Schwenkeinheit (17) Magnetelemente angeordnet sind.

6. Windkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spannschaufelring (1) windblockierende Klappen, eine Scheiben- und/oder Bandbremse und/oder zumindest ein Heizelement umfasst.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

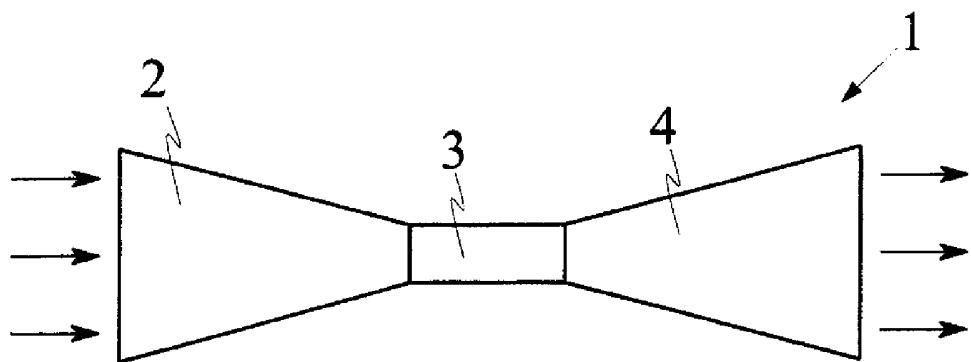


Fig. 1a

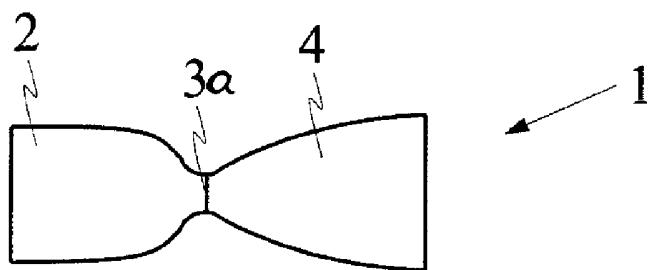


Fig. 1b

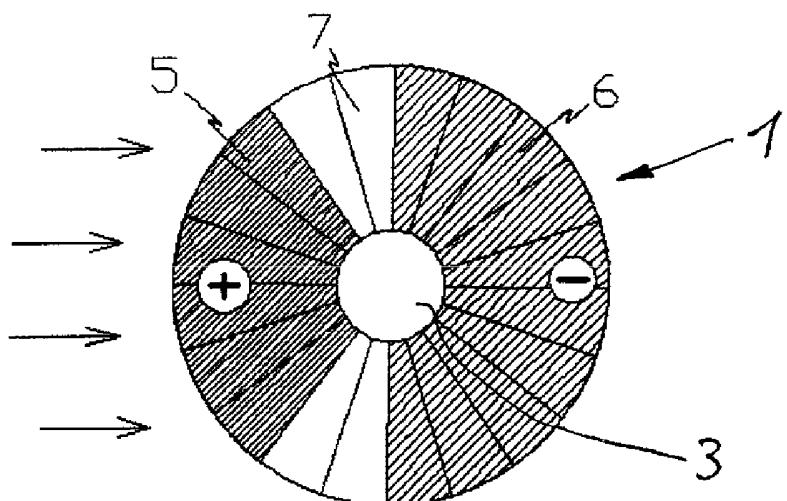


Fig. 2

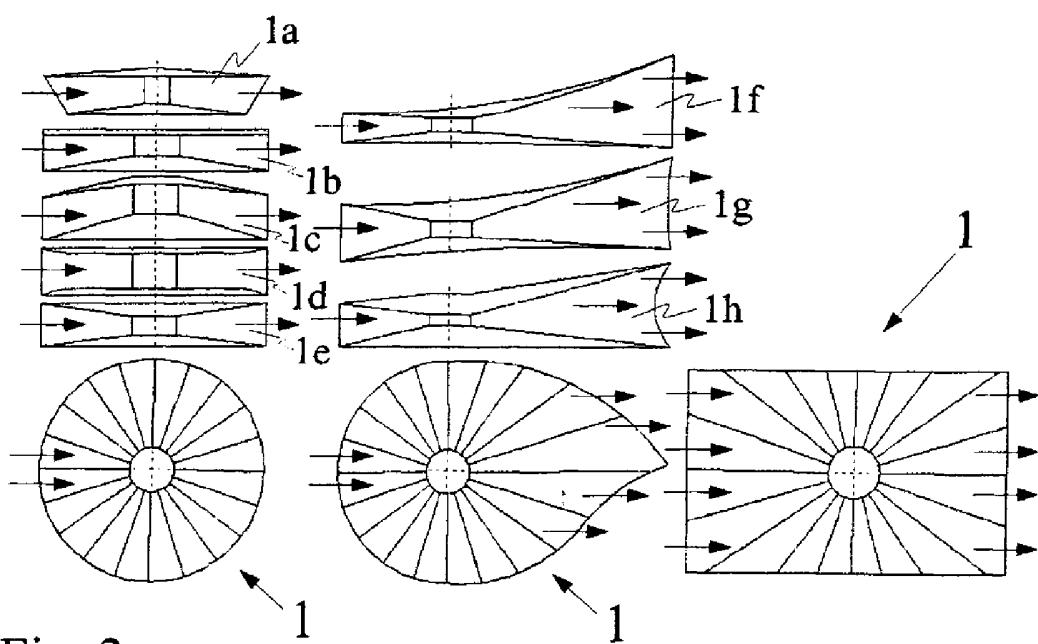


Fig. 3

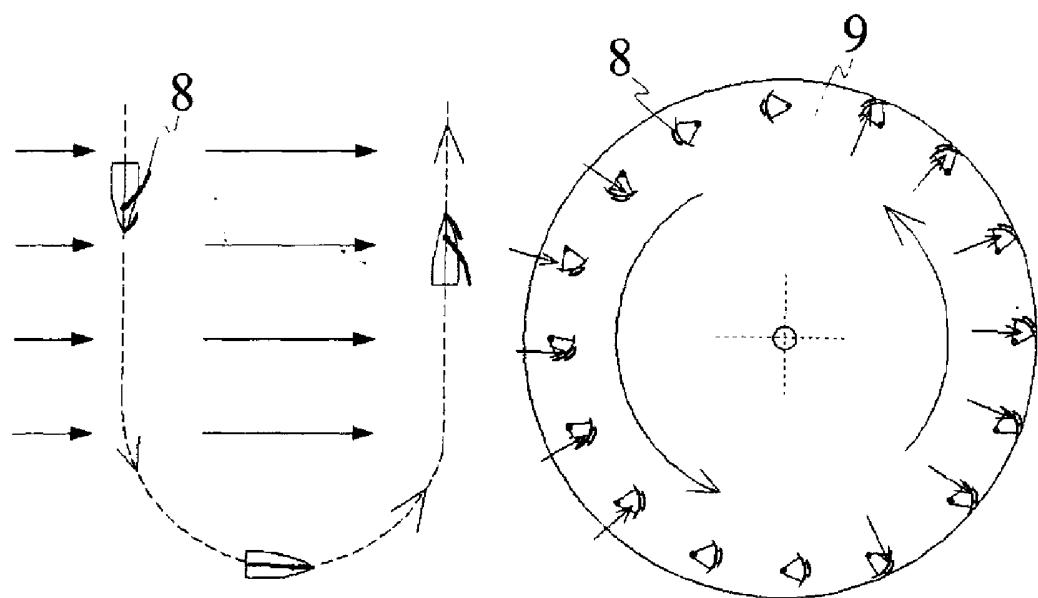


Fig. 4a

Fig. 4b

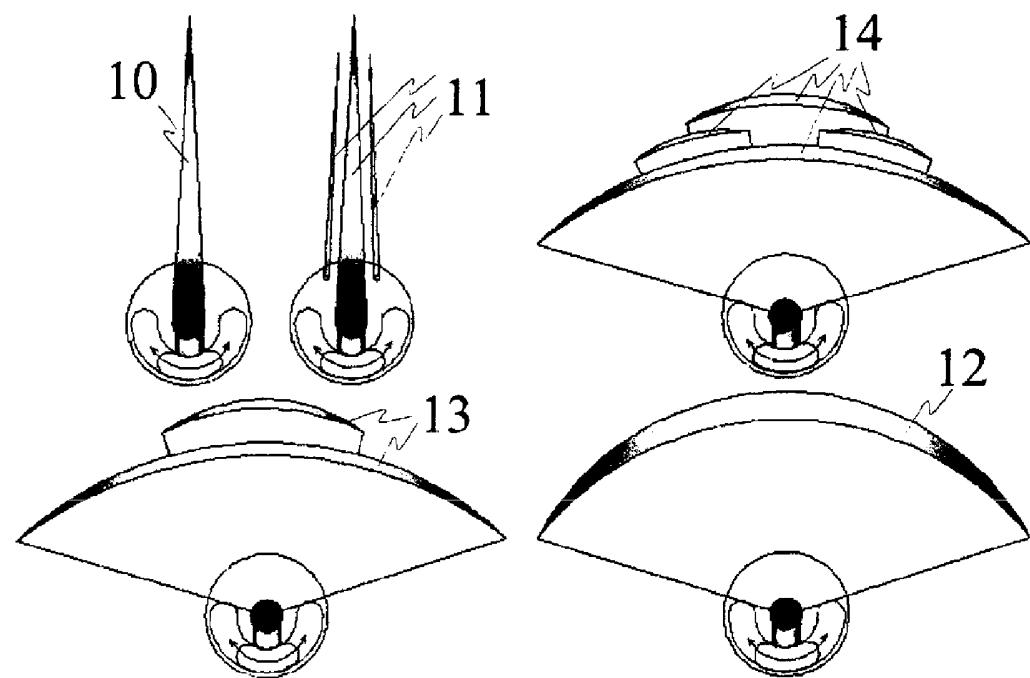


Fig. 5

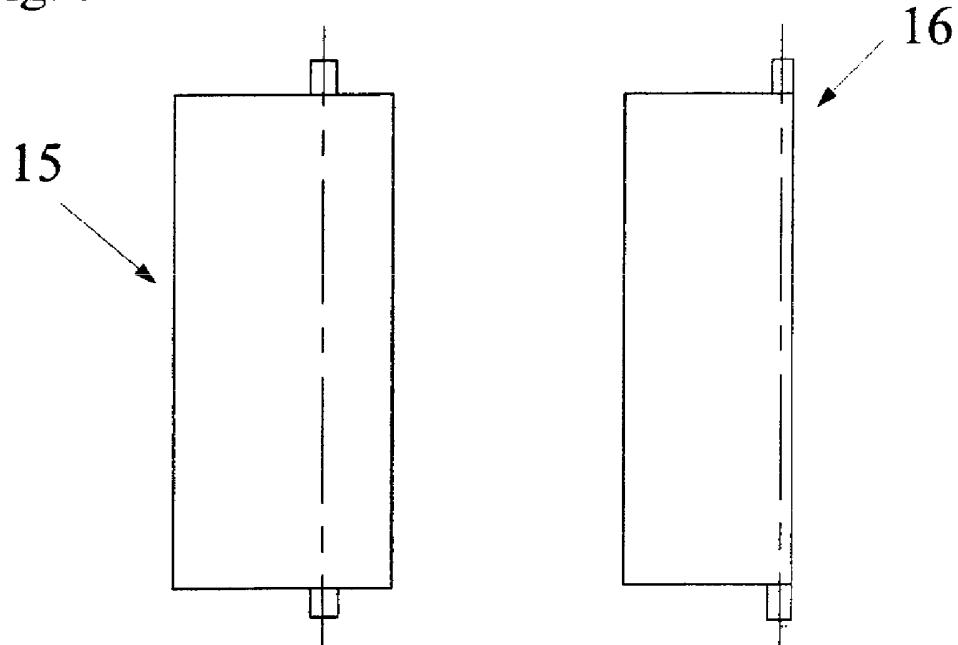


Fig. 6a

Fig. 6b

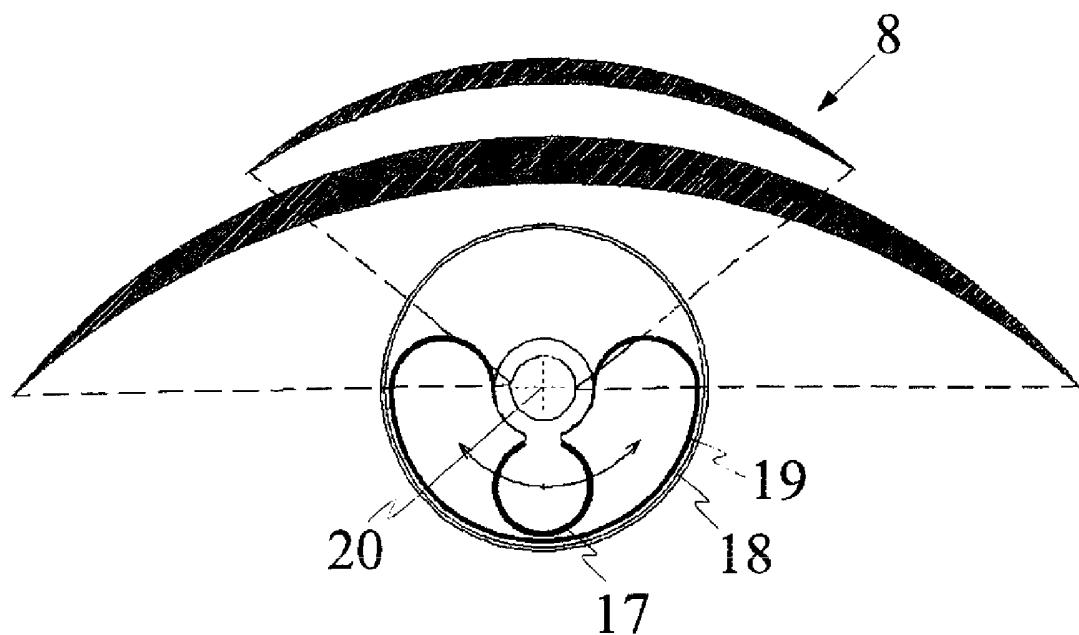


Fig. 7

Schnitt A-A:

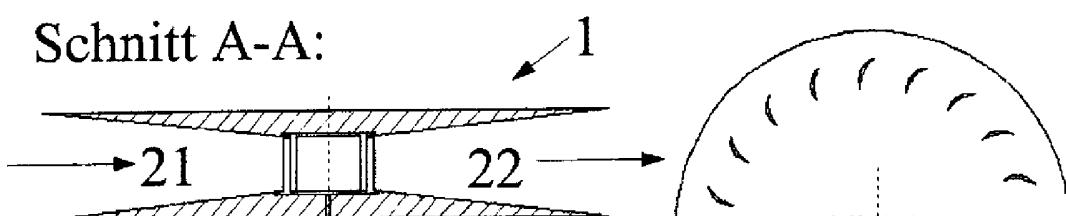


Fig. 8b

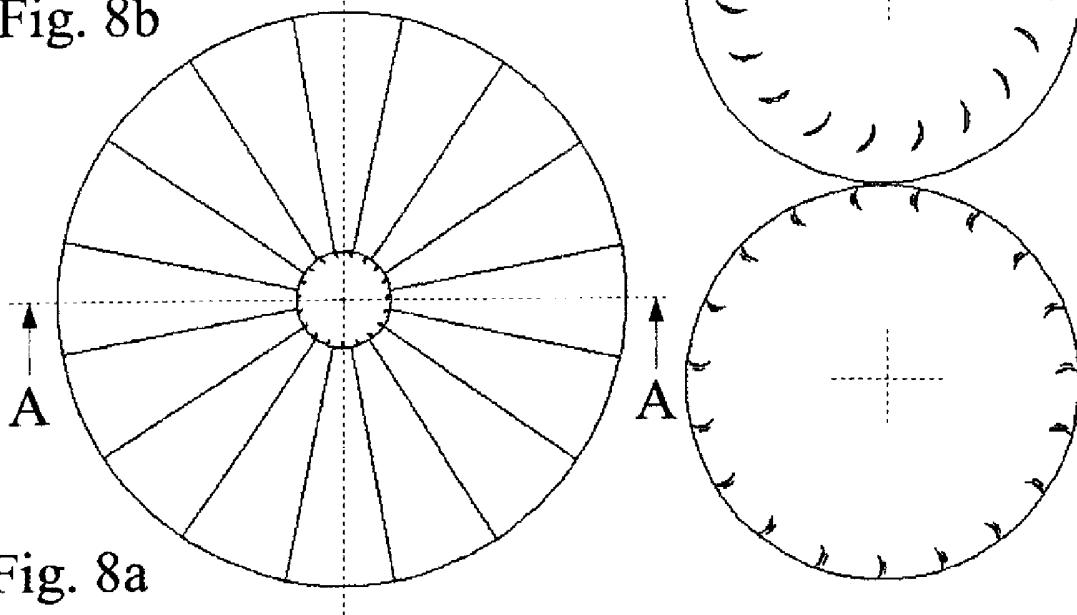


Fig. 8a

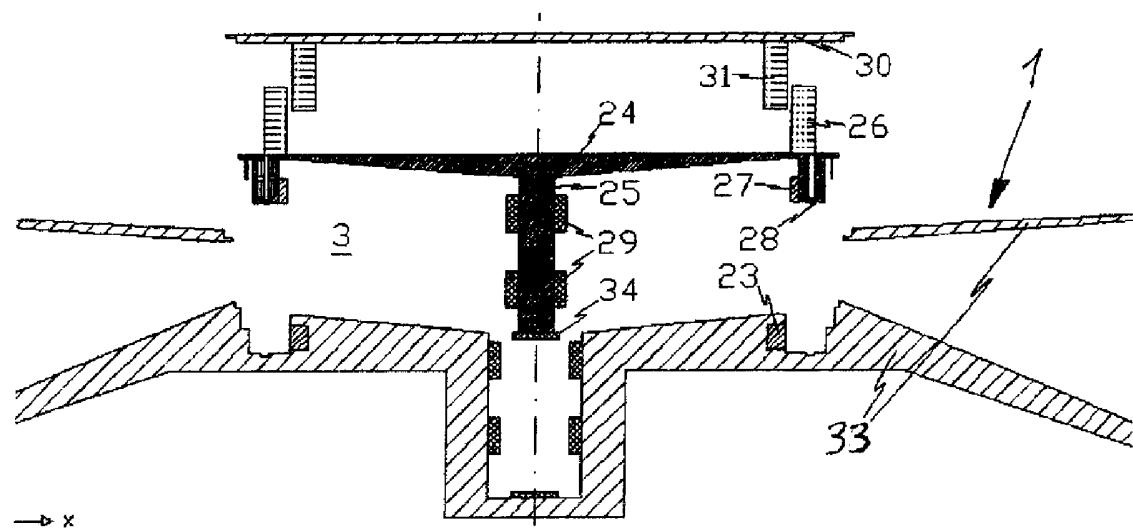


Fig. 9

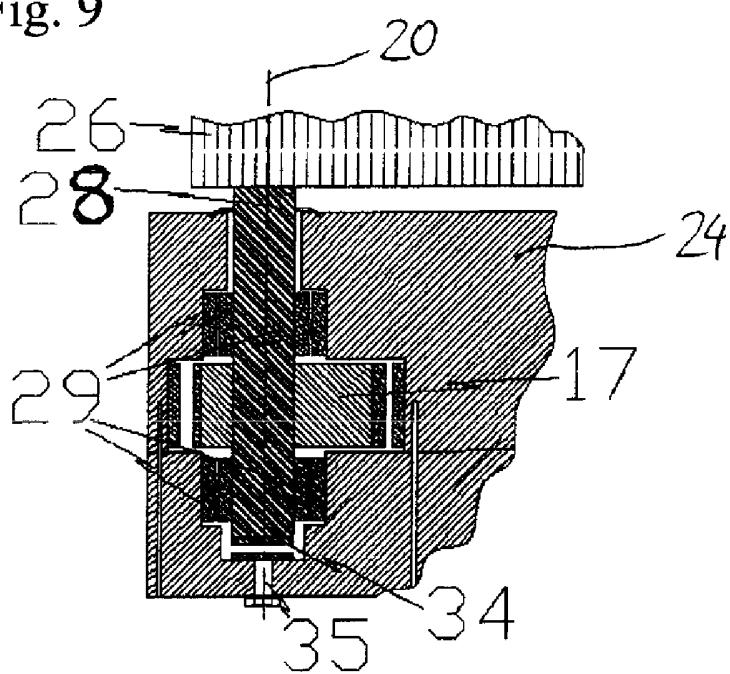


Fig. 10

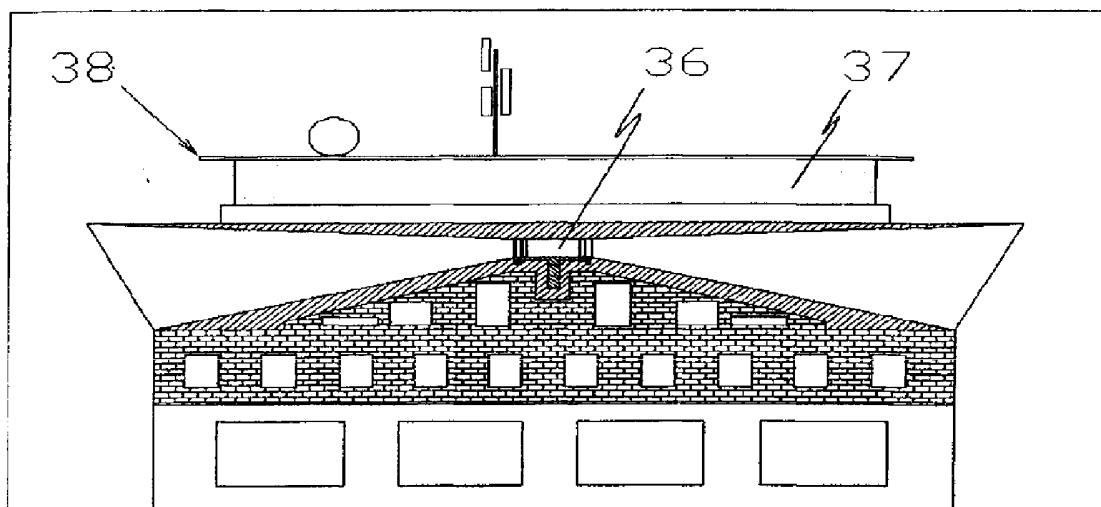


Fig. 11