



(10) **DE 10 2010 011 275 B4** 2012.04.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 011 275.5**
(22) Anmeldetag: **13.03.2010**
(43) Offenlegungstag: **15.09.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.04.2012**

(51) Int Cl.: **F03D 1/06 (2006.01)**
F03D 11/00 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
Kenersys GmbH, 48155, Münster, DE

(74) Vertreter:
**Michalski Hüttermann & Partner Patentanwälte,
40221, Düsseldorf, DE**

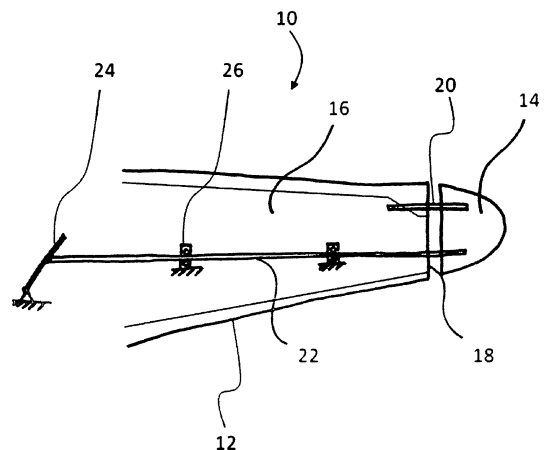
(72) Erfinder:
Miller, Alexander, 48149, Münster, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	196 21 485	A1
DE	10 2004 028 916	A1
DE	10 2004 028 917	A1
DE	10 2005 019 905	A1
DE	10 2008 048 617	A1
DE	10 2008 054 323	A1

(54) Bezeichnung: **Rotorblattentwässerung**

(57) Zusammenfassung: Ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage welches einen Rotorblattkörper (12), wobei der Rotorblattkörper (12) einen Hohlraum (16) umschließt, wobei der Rotorblattkörper (12) einen Durchbruch (18) zur Entwässerung des Hohlraumes (16) aufweist, und ein Funktionselement (14) umfasst, wobei das Funktionselement (14) mit dem Rotorblattkörper (12) beweglich verbunden und an dem Durchbruch (18) angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist das Funktionselement (14) von einer geschlossenen Position in eine geöffnete Position überführbar, wobei das Funktionselement (14) rein translatorisch bewegbar ist. Dadurch wird bei verminderter Lärmentwicklung eine verbesserte Entwässerung erreicht und ein Verstopfen der Entwässerung besser verhindert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage.

[0002] Üblicherweise weisen moderne Windenergieanlagen Rotorblätter auf, welche Längen von beispielsweise 40 Metern oder mehr aufweisen können. Die Rotorblätter werden dabei üblicherweise aus Halbschalen hergestellt, wobei zwischen den Halbschalen zumindest teilweise Hohlräume ausgebildet werden. In den Hohlräumen kann es in Folge von Kondensation oder direktem Eindringen von Feuchtigkeit zur Ansammlung von flüssigem Wasser kommen. Das Wasser kann insbesondere im Winter durch Gefrieren oder durch schlagartiges Verdampfen bei einem Blitzschlag zu Schäden an den Rotorblättern führen. Zum Ableiten des Wassers werden daher Öffnungen beispielsweise in der Rotorblattspitze angeordnet, wie dies in DE 10 2004 028 917 A1 gezeigt wird.

[0003] Nachteilig bei den bekannten Maßnahmen zur Entwässerung von Rotorblättern ist die mit zunehmender Größe der Entwässerungsöffnungen steigende Lärmentwicklung, aufgrund der hohen Anströmungsgeschwindigkeit des Rotorblattes. Zudem führen Schmutz und gelöste Kleinteile oftmals zu einem Verstopfen der Entwässerungsöffnungen.

[0004] DE 10 2008 054 323 A1 beschreibt ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage, bestehend aus einem ursprünglichen Rotorblatt und einer damit verbundenen Blattspitzenverlängerung. Die Blattspitzenverlängerung ist mit einer Entwässerungsbohrung versehen.

[0005] DE 10 2008 048 617 A1 beschreibt ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage, mit wenigstens einer Entwässerungsöffnung, vorzugsweise etwa im Bereich der Rotorblattspitze.

[0006] DE 196 21 485 A1 beschreibt eine Einrichtung zur Warmluftbeheizung von Rotorblättern, insbesondere bei Windenergieanlagen und zwar insbesondere zur Verhinderung und Beseitigung von Eisansatz, wobei an Rotorblattspitzen Öffnungen vorgesehen sind.

[0007] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung ein Rotorblatt bereitzustellen, welches bei verminderter Lärmentwicklung eine verbesserte Entwässerung aufweist und ein Verstopfen der Entwässerungsöffnungen besser verhindert.

[0008] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] Das erfindungsgemäße Rotorblatt für eine Windenergieanlage umfasst einen Rotorblattkörper, wobei der Rotorblattkörper einen Hohlraum umschließt, wobei der Rotorblattkörper einen Durchbruch zur Entwässerung des Hohlraumes aufweist, und ein Funktionselement, wobei das Funktionselement mit dem Rotorblattkörper beweglich verbunden und an dem Durchbruch angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist das Funktionselement von einer geschlossenen Position in eine geöffnete Position überführbar, wobei das Funktionselement rein translatorisch bewegbar ist.

[0010] Das Funktionselement ist bei dem erfindungsgemäßen Rotorblatt derart angeordnet, dass in der geschlossenen Position der Durchbruch zur Entwässerung des Hohlraumes durch das Funktionselement wasserdicht verschlossen oder zumindest abgedeckt ist. In der geöffneten Position ist das Funktionselement derart angeordnet, dass der Durchbruch nicht oder nur teilweise abgedeckt oder verschlossen ist. Das Funktionselement kann dabei massiv, das heißt ohne Hohlraum, ausgebildet sein, eine Ausnehmung aufweisen, oder einen Funktionselementhohlraum umschließend ausgebildet sein. Der Funktionselementhohlraum kann dabei im geschlossenen Zustand durchgängig an den Hohlraum des Rotorblattkörpers angrenzen. Das Überführen des Funktionselementes von der geschlossenen Position in die geöffnete Position kann dabei vorteilhafterweise stufenlos erfolgen. Das Bewegen des Funktionselementes erfolgt dabei in einer rein translatorischen Bewegung entlang einer Längsachse des Rotorblattes oder des Rotorblattkörpers ohne ein Verdrehen oder Rotieren des Funktionselementes um die Längsachse des Rotorblattes oder des Rotorblattkörpers. In der geöffneten Position öffnet das Funktionselement den Durchbruch zumindest teilweise, so dass beispielsweise Wasser oder Kleinteile aus dem Hohlraum durch den Durchbruch hindurch aus dem Rotorblatt heraus gelangen können.

[0011] Vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Rotorblattes ist, dass ein Durchbruch mit einer großen Öffnung zur besseren Entwässerung des Hohlraumes des Rotorblattes vorgesehen werden kann. Eine Lärmentwicklung aufgrund des großen Durchbruches wird dadurch vermieden, dass der Durchbruch im normalen Betrieb der Windenergieanlage durch das Funktionselement wasserdicht verschlossen oder zumindest abgedeckt ist, wodurch der Durchbruch nicht direkt von der Luft angeströmt werden kann, außer wenn bei Bedarf das Funktionselement für einen kurzen Zeitraum in die geöffnete Position überführt wird. Zudem kann durch einen großen Durchbruch gewährleistet werden, dass auch Schmutz oder Kleinteile, welche beispielsweise bei der Wartung der Windenergieanlage in den Hohlraum eines Rotorblattes fallen können, sicher aus dem Hohlraum entfernt werden können, wobei

ein Verstopfen des Durchbruchs vermieden werden kann. Dadurch wird eine Beschädigung der Rotorblätter durch in dem Hohlraum gesammeltes Wasser beispielsweise im Winter durch Gefrieren oder durch Verdampfen bei einem Blitzschlag vermieden. Darüber hinaus bietet das rein translatorische, rotationsfreie Überführen des Funktionselementes von der geschlossenen Position in die geöffnete Position den Vorteil, dass es zu keiner wesentlichen Veränderung des Anströmungswinkels des Funktionselementes und somit nur zu einer sehr geringen aerodynamischen Beeinflussung des Rotorblattes kommt. Dadurch wird eine wesentliche Leistungsänderung der Windenergieanlage, beispielsweise durch ein Abbremsen der Rotorblätter, vermieden.

[0012] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Durchbruch radial außen an dem Rotorblatt angeordnet ist. Dadurch dass Wasser oder auch Schmutz oder Kleinteile in dem Hohlraum beim Betrieb der Windenergieanlage durch die Fliehkraft radial nach außen bewegt werden, kann durch die Anordnung des Durchbruchs radial außen an dem Rotorblattkörper eine zuverlässige Entwässerung sichergestellt werden.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Durchbruch an einem radial äußeren Ende des Rotorblattkörpers quer zur Längsrichtung des Rotorblattkörpers ausgebildet. Der Durchbruch kann dabei in einer Fläche, welche quer oder im Wesentlichen rechtwinklig zu der Längsrichtung des Rotorblattkörpers angeordnet ist, beispielsweise einer Querschnittsfläche des Rotorblattkörpers, ausgebildet sein. Durch die Anordnung des Durchbruchs in der Querschnittsfläche des Rotorblattkörpers an einem in Längsrichtung des Rotorblattkörpers radial äußeren Ende des Rotorblattkörpers kann eine vollständige Entwässerung des Hohlraumes des Rotorblattkörpers erreicht werden.

[0014] Weiterhin ist nach einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, dass das Funktionselement als Spitze des Rotorblattes ausgeformt ist und in der geschlossenen Position eine Oberfläche des Funktionselementes oberflächenbündig mit einer Außenfläche des Rotorblattkörpers ausgebildet ist. Durch die Ausformung des Funktionselementes als Spitze des Rotorblattes kann zum einen der Durchbruch zur Entwässerung an dem äußeren Ende des Rotorblattkörpers angeordnet werden und so eine vollständige Entwässerung des Hohlraumes ermöglichen ohne aerodynamische Aspekte bei der Ausgestaltung des radial äußeren Endes des Rotorblattkörpers zu berücksichtigen, da der Durchbruch durch das Funktionselement im normalen Betrieb abgedeckt ist. Das Funktionselement kann dabei unter aerodynamischen Gesichtspunkten beispielsweise als bewegliche Rotorblattspitze ausgestaltet sein, um Leistungsverluste der Windenergieanlage beispielsweise durch Wirbelbildung zu vermeiden. Dies wird in

der geschlossenen Position insbesondere durch ein oberflächenbündiges Anliegen der Oberfläche des Funktionselementes an der Außenfläche des Rotorblattkörpers gewährleistet, wodurch der Rotorblattkörper mit dem an den Rotorblattkörper anliegenden Funktionselement wie ein Gesamtkörper strömungsgünstig ohne wesentliche aerodynamische Störungen und Leistungsverluste anströmbar ist. Die Flächen des Rotorblattkörpers und/oder des Funktionselementes welche in der geöffneten Position anströmbar sind können ebenfalls aerodynamisch strömungsgünstig ausgebildet sein, um beispielsweise Strömungsgeräusche aufgrund von Verwirbelungen zu vermindern. Das als Rotorblattspitze ausgeformte Funktionselement kann dabei hohl ausgebildet sein, wobei der so gebildete und vom Funktionselement umschlossene Funktionselementhohlraum im geschlossenen Zustand durchgängig mit dem Hohlraum des Rotorblattkörpers angeordnet sein kann.

[0015] Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass das Funktionselement über eine Steuervorrichtung ansteuerbar ist. Dadurch kann das Funktionselement gezielt bewegt werden, um beispielsweise eine bedarfsgerechte Öffnung des Durchbruchs zur Entwässerung zu erreichen. Das Funktionselement kann dabei beispielsweise für ein bestimmtes Zeitintervall in der geöffneten Position verbleiben, bevor der Durchbruch wieder verschlossen wird. Die Steuervorrichtung kann dabei mit dem Funktionselement und einer Stelleinheit verbunden sein. Die Stelleinheit erzeugt die, beispielsweise im Betrieb der Windenergieanlage, zum Halten des Funktionselementes beispielsweise in der geschlossenen Position benötigten Kräfte. Die Stelleinheit erzeugt ebenso die zum Bewegen des Funktionselementes aus einer geschlossenen Position in eine geöffnete Position oder umgekehrt benötigten Kräfte. Die Stelleinheit kann sowohl im Betrieb der Windenergieanlage, das heißt bei rotierenden Rotorblättern, als auch bei nicht rotierenden Rotorblättern die benötigten Kräfte erzeugen. Ferner kann die Steuerung in Bezug auf den Anlagenbetrieb geregelt werden, so dass beispielsweise bei schwachem Wind und/oder im Trudelbetrieb automatisch das jeweils nach unten in Richtung Erdboden weisende Funktionselement von der Steuerung angesteuert und geöffnet wird. Die Kräfte werden über die Steuervorrichtung auf das Funktionselement übertragen und das Funktionselement ist dadurch rein translatorisch bewegbar. Die Steuervorrichtung kann beispielsweise hydraulisch und/oder pneumatisch ausgestaltet sein. Weiterhin kann die Steuervorrichtung elektrisch und/oder mechanisch, beispielsweise in Form eines Seilzuges ausgebildet sein. Auf den Seilzug beispielsweise radial nach innen gerichtete wirkende Zugkräfte können mittels einer Umlenkung des Seils um beispielsweise 180° innerhalb des Hohlraums des Rotorblattkörpers radial nach außen gerichtete Kräfte auf den mit dem Funktionselement verbundenen Seilzug aufbringen. Dadurch kann das

Funktionselement radial nach außen gerichtet in die geöffnete Position verbracht werden. Im Betrieb der Windenergieanlage kann das Funktionselement beispielsweise durch auftretende und auf das Funktionselement wirkende Fliehkräfte von der geschlossenen Position in die geöffnete Position bewegt werden. Die Steuervorrichtung kann mit Federn verbunden sein, wobei die Federn eine radial nach innen gerichtete Kraft bereitstellen, wodurch ein Verbringen und/oder Halten des Funktionselementes in der geschlossenen Position gewährleistet werden kann. Ferner kann die Steuervorrichtung aus einem elektrisch leitenden Material, beispielsweise Metall, hergestellt und geerdet sein und als Blitzleiter dienen.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuervorrichtung in Form einer Steuerstange ausgebildet. Die Steuerstange kann dabei aus einem einteiligen oder mehrteiligen Gestänge ausgebildet sein. Die Steuerstange ist mit dem Funktionselement und einer Stelleinheit verbunden, wobei die Stelleinheit die Stellkräfte zum Bewegen des Funktionselementes erzeugt. Besonders vorteilhaft ist dabei, dass durch einen einfachen mechanischen Aufbau sowohl die Kräfte zum Überführen des Funktionselementes sowohl in die geöffnete Position als auch die Rückstellkräfte zum Überführen des Funktionselementes in die geschlossene Position von der Stelleinheit auf das Funktionselement übertragbar sind. Die Steuerstange ermöglicht dabei die Anordnung der krafterzeugenden Stelleinheit radial innen von dem Rotorblatt weg von der Rotorblattspitze, beispielsweise im Bereich einer Rotorblattaufhängung. Dadurch kann das Einwirken dynamischer Kräfte durch das Gewicht der Stelleinheit auf das Rotorblatt im Betrieb verringert werden. Die Steuerstange kann aus einem elektrisch leitenden Material, beispielsweise Metall, hergestellt und geerdet sein und als Blitzleiter dienen.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Funktionselement elektrisch leitend ausgestaltet und geerdet. Dadurch kann das Funktionselement, beispielsweise in Form eines metallischen Gussbauteils oder Fräsbauteils, als Blitzfänger verwendet werden. Durch Erdung des Funktionselementes, beispielsweise durch eine Verbindung des Funktionselementes mit einem Blitzleiter, kann ein sicheres Ableiten von elektrischer Energie ermöglicht werden und eine Beschädigung des Rotorblattes oder der Windenergieanlage, beispielsweise durch Blitzschlag, vermieden werden.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Funktionselement aus Verbundkunststoffen gefertigt. Dadurch wird die Herstellung besonders leichter und belastbarer Funktionselemente ermöglicht. Durch das reduzierte Gewicht gegenüber beispielsweise metallischen Funktionselementen können zudem die dynamischen Kräfte,

welche auf den Rotorblattkörper wirken, reduziert werden. In die Verbundwerkstoffe können elektrisch leitende Materialien eingebettet werden, welche geeignet sind, als Blitzfänger und/oder Blitzleiter zu wirken.

[0019] Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass das Funktionselement mit einem Befestigungseinsatz beweglich verbunden ist, wobei die Form des Befestigungseinsatzes an den Hohlraum des Rotorblattkörpers angepasst ist und der Befestigungseinsatz in den Hohlraum einfügbar ist. Der Befestigungseinsatz kann in den Hohlraum des Rotorblattkörpers eingesetzt und mit dem Rotorblattkörper verbunden werden. Dadurch kann beispielsweise ein herkömmliches Rotorblatt mit einem erfindungsgemäßen beweglichen Funktionselement nachgerüstet werden. Dies kann beispielsweise durch Abtrennen der ursprünglichen Rotorblattspitze und Einsetzen des Befestigungseinsatzes mit dem damit verbundenen Funktionselement, beispielsweise in Form eines Einsatzes oder Inserts, welches dann eine rein translatorisch bewegbare Rotorblattspitze bildet, erfolgen.

[0020] Die Erfindung betrifft ferner eine Windenergieanlage mit einem Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 9. Das Rotorblatt kann dabei wie zuvor beschrieben aus- und weitergebildet sein. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Rotorblattes kann bei verminderter Lärmentwicklung eine verbesserte Entwässerung erreicht werden und ein Verstopfen der Entwässerung besser verhindert werden.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung näher erläutert.

[0022] Es zeigt:

[0023] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotorblattes.

[0024] In [Fig. 1](#) ist ein erfindungsgemäßes Rotorblatt **10** für eine Windenergieanlage in einer geöffneten Position dargestellt. Das Rotorblatt **10** umfasst einen Rotorblattkörper **12** und ein Funktionselement **14**. Der Rotorblattkörper **12** umschließt einen Hohlraum **16** und weist einen Durchbruch **18** auf, welcher den Hohlraum **16** in der geöffneten Position mit der Umgebung durchlässig verbindet. Das Funktionselement **14** ist in der geöffneten Position beabstandet zu dem Rotorblattkörper **12** dargestellt und gibt in dieser geöffneten Position den Durchbruch **18** frei, wodurch der Hohlraum **16** des Rotorblattkörpers **12** durchlässig mit der Umgebung verbunden ist. Das Funktionselement **14** ist über eine Führung **20** und eine Steuervorrichtung in Form einer Steuerstange **22**, welche in dem Hohlraum **16** über Lager **26** gelagert ist, mit dem Rotorblattkörper **12** verbunden und in dem Rotorblattkörper **12** geführt. Das Funktionselement **14** ist dabei derart geführt, dass das Funkti-

onselement **14** bei der Überführung von der geöffneten Position in eine geschlossene Position und umgekehrt nur eine rein translatorische, rotationsfreie Bewegung in Längsrichtung des Rotorblattkörpers **12** durchführen kann. Die Steuerstange **22**, über welche die rein translatorische Bewegung des Funktionselementes **14** gesteuert wird, ist mit einer, hier nur schematisch dargestellten, Stelleinheit **24** verbunden. Die Stelleinheit **24** erzeugt die insbesondere im Betrieb der Windenergieanlage benötigten Kräfte zum rein translatorischen Bewegen des Funktionselementes **14**. Die Stelleinheit **24** erzeugt auch die im Betrieb der Windenergieanlage benötigten Kräfte zum Halten des Funktionselementes **14** in der geschlossenen Position.

Patentansprüche

1. Rotorblatt für eine Windenergieanlage, umfassend einen Rotorblattkörper (**12**), wobei der Rotorblattkörper (**12**) einen Hohlraum (**16**) umschließt, wobei der Rotorblattkörper (**12**) einen Durchbruch (**18**) zur Entwässerung des Hohlraumes (**16**) aufweist, und ein Funktionselement (**14**), wobei das Funktionselement (**14**) mit dem Rotorblattkörper (**12**) beweglich verbunden und an dem Durchbruch (**18**) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Funktionselement (**14**) von einer geschlossenen Position in eine geöffnete Position überführbar ist, wobei das Funktionselement (**14**) rein translatorisch bewegbar ist.

2. Rotorblatt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchbruch (**18**) radial außen an dem Rotorblattkörper (**12**) angeordnet ist.

3. Rotorblatt nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchbruch (**18**) an einem radial äußeren Ende des Rotorblattkörpers (**12**) quer zur Längsrichtung des Rotorblattkörpers (**12**) ausgebildet ist.

4. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (**14**) als Spitze des Rotorblattes (**10**) ausgeformt ist und in der geschlossenen Position eine Oberfläche des Funktionselementes (**14**) oberflächenbündig mit einer Außenfläche des Rotorblattkörpers (**12**) ausgebildet ist.

5. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (**14**) über eine Steuervorrichtung ansteuerbar ist.

6. Rotorblatt nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung in Form einer Steuerstange (**22**) ausgebildet ist.

7. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (**14**) elektrisch leitend ausgestaltet und geerdet ist.

8. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (**14**) aus Verbundkunststoffen gefertigt ist.

9. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (**14**) mit einem Befestigungseinsatz beweglich verbunden ist, wobei die Form des Befestigungseinsatzes an den Hohlraum (**16**) des Rotorblattkörpers (**12**) angepasst ist und der Befestigungseinsatz in den Hohlraum (**16**) einfügbar ist.

10. Windenergieanlage, umfassend mindestens ein Rotorblatt (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

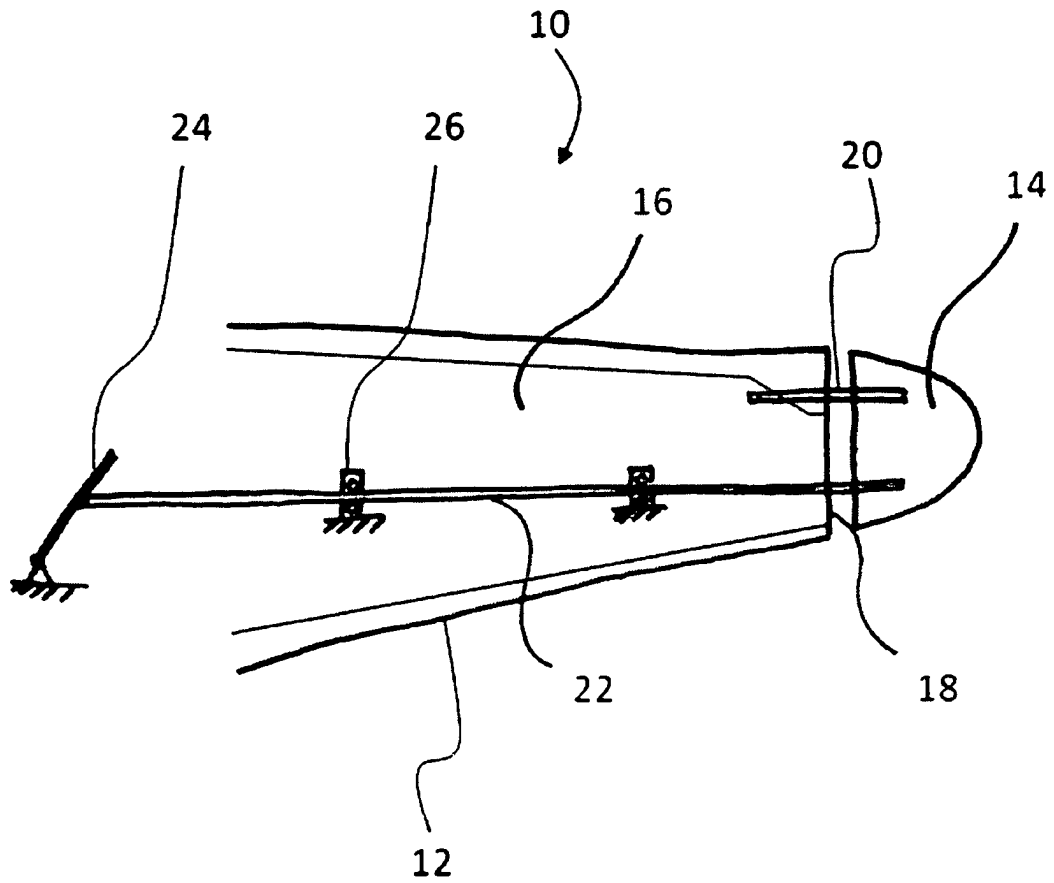


Fig. 1