



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 038 076.0**

(22) Anmeldetag: **19.08.2009**

(43) Offenlegungstag: **24.02.2011**

(51) Int Cl.⁸: **F03D 1/06 (2006.01)**
F03D 1/04 (2006.01)

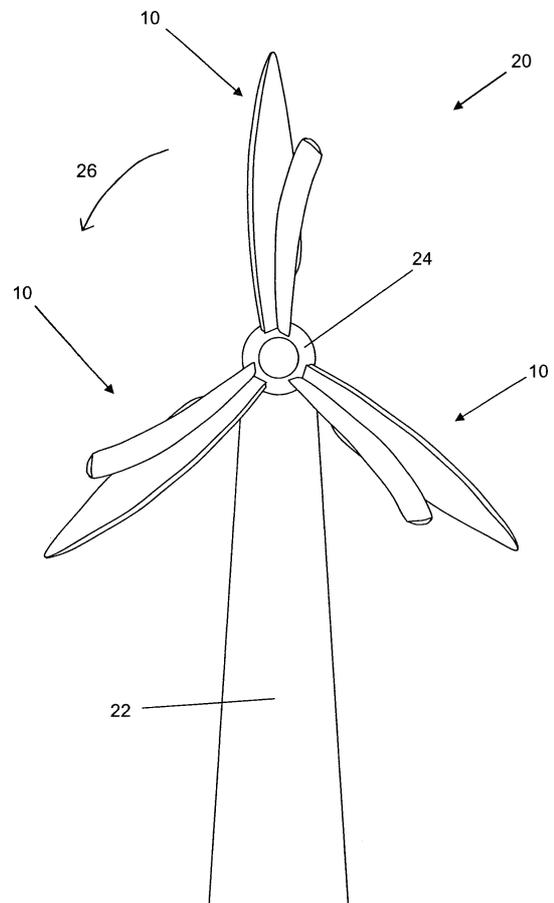
(71) Anmelder:
Buckel, Konrad, 91785 Pleinfeld, DE

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(74) Vertreter:
**Reble & Klose Rechts- und Patentanwälte, 68163
Mannheim**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Rotorelement zur Umströmung durch ein Fluid und Rotor**



(57) Zusammenfassung: Es wird ein Rotorelement (10) zur Umströmung durch ein Fluid und für einen Rotor (20) offenbart. Es umfasst ein Rotorblatt (12), das zwei Seitenflächen aufweist, und eine dem Rotorblatt (12) zugeordnete Strömungleitfläche (14), deren Nachlauf wenigstens teilweise die Anströmung an einer der Seitenflächen des Rotorblattes (12) beeinflusst.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Rotorelement zur Umströmung durch ein Fluid mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Rotor mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 9.

[0002] Windkraftanlagen und Windräder weisen Rotoren aus, die mit aerodynamisch optimierten Rotorblättern ausgestattet sind, so dass die kinetische Energie des Windes mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad genutzt werden kann. Meist sind Rotoren für derartige Kraftanlagen mit einer im Wesentlichen horizontalen Rotationsachse ausgelegt, verfügen über mindestens zwei einstellbare Rotorblätter und erzeugen ein Drehmoment auf einer Welle, die über ein Getriebe zum Antrieb eines elektrischen Generators genutzt wird. Abhängig von der Größe, insbesondere Bauhöhe, und der Länge der Rotorblätter gibt es verschiedene Leistungsklassen. Dabei basiert die Auslegung aller Windräder auf der Betz Formel; nur etwa 59% der Energie kann dem vorbeiströmenden Wind entnommen werden, sonst wird der Wind zu stark abgebremst oder der Wind strömt ausweichend um das Windrad herum.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine hohe Nutzung der Strömungsenergie, insbesondere Windenergie, zu erreichen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Rotorelement mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen charakterisiert.

[0005] Erfindungsgemäß umfasst ein Rotorelement zur Umströmung durch ein Fluid, insbesondere durch Luft, und für einen Rotor ein Rotorblatt, das zwei Seitenflächen aufweist, und ein dem Rotorblatt zugeordnetes Strömungselement. Dabei ist das Strömungselement eine Strömungsleitfläche, deren Nachlauf oder Nachlaufströmung wenigstens teilweise die Anströmung, insbesondere die Druckverteilung und/oder das Geschwindigkeitsfeld, an einer der Seitenflächen des Rotorblattes beeinflusst.

[0006] Der Nachlauf wirkt direkt oder indirekt auf das Rotorblatt. Der Nachlauf ist insbesondere laminar oder turbulenzfrei oder wirbelfrei. Die Anströmung an der Seitenfläche oder die Umströmung des Rotorblattes ist insbesondere laminar oder turbulenzfrei oder wirbelfrei. In anderen Worten, wenigstens teilweise werden die Strömungsverhältnisse um das Rotorblatt im Vergleich zur Situation ohne Strömungsleitfläche geändert. Die Beeinflussung kann ortsabhängig sein oder eine räumliche Verteilung aufweisen. Die Beeinflussung kann in einer Geschwindigkeitserhöhung, in einer Geschwindigkeits-

richtungsänderung, oder in einer Erzeugung von Druckunterschieden oder Druckgradienten bestehen, die auf das Rotorblatt wirkt. Insbesondere kann wenigstens ein Teil des Rotorblatts stromabwärts von der Strömungsleitfläche liegen. Anders gesagt, der Nachlauf kann wenigstens teilweise auf das Rotorblatt treffen.

[0007] Mittels der Strömungsleitfläche wird in überraschender und vorteilhafter Weise die Anströmung des Rotorblattes derart verändert, dass im Vergleich zur Situation ohne Strömungsleitfläche eine stärkere Kraftwirkung der Strömung auf das Rotorblatt resultiert. Insbesondere kann zusätzliche Strömung auf das Rotorblatt gelenkt werden. Quantitativ wird die Kraftwirkung durch Variation verschiedener Parameter, wie der Größe, der Form und des Abstands des Rotorblattes und der Strömungsleitfläche zueinander optimiert. Die Strömungsleitfläche kann auch als Fluidstrom-Leitsystem, insbesondere Luftstrom-Leitsystem, bezeichnet werden.

[0008] Im erfindungsgemäßen Rotorelement kann sich eine lange Maßstrecke der Strömungsleitfläche entlang einer Längsachse des Rotorblattes erstrecken und/oder die Strömungsleitfläche kann innerhalb einer Schattenprojektion entlang einer Richtung eines Flächenvektors, insbesondere des gemittelten Flächenvektors oder Gesamtflächenvektors, (senkrechten Schattenprojektion) des Rotorblattes liegen. Die Strömungsleitfläche kann zwei konvexe Seitenflächen und/oder einen ellipsenförmigen Querschnitt (senkrecht zur langen Maßstrecke) aufweisen. Die eine Seitenfläche des Rotorblattes kann konkav und/oder die andere Seitenfläche des Rotorblattes konvex geformt sein. Die Strömungsleitfläche kann der konkaven Seitenfläche des Rotorblattes gegenüberliegen. In verschiedenen Ausführungen kann die Strömungsleitfläche insbesondere im Wesentlichen senkrecht oder parallel zur konkaven Seitenfläche des Rotorblattes angeordnet sein. In einer Weiterentwicklung ist der Winkel zwischen dem Rotorblatt und der Strömungsleitfläche einstellbar.

[0009] In bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Rotorelements sind das Rotorblatt und die Strömungsleitfläche fest voneinander beabstandet und/oder gemeinsam in fester relativer Lage zueinander bewegbar.

[0010] Konkret können das Rotorblatt und die Strömungsleitfläche miteinander durch Streben verbunden oder gemeinsam an einer Rotorbasis aufgenommen sein. Das Rotorblatt kann insbesondere ein Antriebsrotorblatt oder ein Generatorrotorblatt sein.

[0011] Des Weiteren oder alternativ dazu kann im erfindungsgemäßen Rotorelement in Längsrichtung des Rotorblattes der Abstand einer Kante der Strömungsleitfläche von der Seitenfläche des Rotorblattes

monoton zunehmen.

[0012] Im Zusammenhang des erfinderischen Gedankens steht auch ein Rotor mit einer Mehrzahl von Rotorelementen zur Umströmung durch ein Fluid, in welchem ein erfindungsgemäßes Rotorelement zum Einsatz gelangt. Mit anderen Worten, ein erfindungsgemäßer Rotor mit einer Mehrzahl von Rotorelementen zur Umströmung durch ein Fluid weist wenigstens ein Rotorelement mit Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung auf.

[0013] Mittels des im Rotorelement realisierten erfindungsgemäßen Fluidstrom-Leitsystems ist in vorteilhafter Weise eine Drehzahlerhöhung des Rotors möglich. Quantitativ kann dabei das Verhältnis der Drehzahl des Rotors zu der Anströmgeschwindigkeit des Fluids eine Rolle spielen. Durch die Anordnung im erfindungsgemäßen Rotorelement können störende Verwirbelungen des Fluids reduziert werden.

[0014] In insbesondere für Windkraftanlagen oder Windräder bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Rotors liegt aus der Drehrichtung des Rotors beziehungsweise in der Drehebene des Rotors gesehen die Strömungsleitfläche im (auf die Drehrichtung oder die Drehbewegung bezogenen) Windschatten des Rotorblatts.

[0015] In einer vorteilhaften Weiterentwicklung sind die Winkelstellungen der Antriebsrotorblätter des Rotors und/oder der Strömungsleitflächen um ihre jeweiligen Längsachrichtungen einstellbar, insbesondere steuerbar oder regelbar. Bevorzugt sind Antriebsrotorblätter und Strömungsleitflächen korreliert zueinander einstellbar, insbesondere steuerbar oder regelbar. Dazu wird eine entsprechende mechanische und/oder elektrische Einrichtung verwendet. Die Antriebsrotorblätter werden in der Praxis zur optimalen Nutzung der Strömungsverhältnisse, insbesondere der Windverhältnisse, eingestellt.

[0016] Verschiedene Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Rotors können in diversen konkreten Anwendungen eingesetzt werden.

[0017] Eine erste besondere Verwendung besteht bei Kraftmaschinen, insbesondere Windkraftmaschinen oder Windkraftanlagen. Eine erfindungsgemäße Kraftmaschine zur Umwandlung der Strömungsenergie eines Fluids, bevorzugt Windenergie, in eine andere Energieform, insbesondere in elektrische Energie, weist einen Rotor auf, dessen Drehachse im Wesentlichen in Strömungsrichtung anstellbar ist und der Merkmale oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung umfasst. Dabei kann das Fluid ein Gas, insbesondere und bevorzugt Luft, oder eine Flüssigkeit, insbesondere und bevorzugt Wasser, sein.

[0018] Eine zweite besondere Verwendung besteht bei Propellerantrieben, insbesondere Flugzeugpropellerantrieben, beispielsweise ein Flugzeugturbo-propellerantrieb. Ein erfindungsgemäßer Propellerantrieb zur Erzeugung eines Vortriebs in einem Fluid umfasst wenigstens einen Rotor mit Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform des Propellerantriebs liegt in der Drehebene des Rotors gesehen die Strömungsleitfläche vor dem Rotorblatt. In vorteilhafter Weise ist mehr Schub generierbar. Die Strömungsleitfläche verbessert die Aerodynamik in Drehrichtung des Rotors, zusätzlich können mehr Luft auf den Rotor gelenkt sowie Luftverwirbelungen reduziert werden.

[0020] Darüber hinaus kann der erfindungsgemäße Rotor in Bezug auf Wasserkraft in einer Gezeitenkraftmaschine oder einer Turbine genutzt werden. Die Anordnung des erfindungsgemäßen Rotorelements kann mit Bezug auf Windkraft auch bei Segelschiffen realisiert werden: Dabei entspricht das Segel dem Rotorblatt.

[0021] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren dargestellt. Es zeigt im Einzelnen:

[0022] [Fig. 1](#) eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotorelements, und

[0023] [Fig. 2](#) eine Ausführungsform eines Windrades mit drei erfindungsgemäßen Rotorelementen.

[0024] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotorelements **10**. Das Rotorelement **10** weist ein Rotorblatt **12** und eine diesem zugeordnete Strömungsleitfläche **14** auf. Die Strömungsleitfläche **14** liegt einer Seitenfläche **16** gegenüber. In der gezeigten Ausführungsform ist die Seitenfläche **16** konkav – sie weist einen Innenbogen auf, während die andere, verdeckt liegende Seitenfläche des Rotorblatts **12** konvex ist. Des Weiteren hat die Strömungsleitfläche **14** zwei konvexe Seiten – sie weist zwei Außenbogen auf – und hat einen ellipsoförmigen Querschnitt.

[0025] Wird das erfindungsgemäße Rotorelement **10** einer Fluidströmung mit einer Fluidströmungsrichtung **18** ausgesetzt, indem es wie ein Segel zur Fluidströmung ausgerichtet wird, entsteht in Zusammenarbeit der Strömungsleitfläche **14** und dem Rotorblatt **12** ein insbesondere laminares Strömungsfeld zwischen diesen beiden Teilen des Rotorelements **10**. Im Vergleich zur Umströmung des Rotorblattes **12** ohne Strömungsleitfläche **14** resultiert mit Strömungsleitfläche **14** eine stärkere Kraft auf das Rotor-

blatt **12**. Die Kraft auf das Rotorblatt wirkt im Wesentlichen senkrecht von der verdeckt liegende konvexe Seitenfläche des Rotorblattes **12** weg (Auftriebskraft).

[0026] Die [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Windrades mit einem Rotor **20**, der drei erfindungsgemäße Rotorelemente **10** aufweist und auf einem Mast **22** schwenkbar um die Figurenachse des Mastes **22** befestigt ist. Die Rotorelemente **10** sind gleichbeabstandet auf dem Rotor **20** an einer um eine Achse senkrecht zur Ebene der Rotorelemente **10** drehbaren Rotorbasis **24** angeordnet. Nicht näher zeichnerisch dargestellt umfasst eine derartige Ausführungsform eines Windrades auch eine Welle, auf der durch die Drehung des Rotors **20** in Drehrichtung **26** ein Drehmoment wirkt, einen elektrischen Generator zur Erzeugung von Strom sowie ein Getriebe zur Drehmomentübertragung von der Welle auf den elektrischen Generator. Bezüglich der Drehrichtung **26** liegt die Strömungsleitfläche **14** in kurzem Abstand hinter, insbesondere im Windschatten des Rotorblattes **12**. Frontal auf das Windrad gesehen, ist die konkave Seitenfläche des Rotorblattes **12** sichtbar.

[0027] Zum experimentellen Nachweis des beschriebenen Prinzips an einem mehrere Antriebsrotorblätter aufweisenden Windrad wurden bei einer Mehrzahl verschiedener Luftströmungsgeschwindigkeiten (Windstärken) und parametrisiert mit dem Anstellwinkel des Windrads zur Strömungsrichtung Drehzahlmessungen am Windrad mit und ohne zugeordneten Strömungsleitflächen durchgeführt. Dabei haben sich die folgenden quantitativen Abhängigkeiten gezeigt: Windräder mit und ohne Strömungsleitflächen erreichen unter Variation des Anstellwinkels bei einem bestimmten Anstellwinkel unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit eine maximale Drehzahl. Bei einem festen Anstellwinkel und einer festen Strömungsgeschwindigkeit kann grundsätzlich mittels der Strömungsleitflächen die Drehzahl gesteigert werden. Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit werden die relativen Steigerungsraten größer. Mit abnehmendem Winkel zwischen dem Rotorblatt und der Strömungsleitfläche erhöht sich die Drehzahl.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|------------------------|
| 10 | Rotorelement |
| 12 | Rotorblatt |
| 14 | Strömungsleitfläche |
| 16 | Seitenfläche |
| 18 | Fluidströmungsrichtung |
| 20 | Rotor |
| 22 | Mast |
| 24 | Rotorbasis |
| 26 | Drehrichtung |

Patentansprüche

1. Rotorelement (**10**) zur Umströmung durch ein Fluid und für einen Rotor (**20**), mit einem Rotorblatt (**12**), das zwei Seitenflächen aufweist, und einem dem Rotorblatt (**12**) zugeordneten Strömungsleitenelement, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Strömungsleitenelement eine Strömungsleitfläche (**14**) ist, deren Nachlauf wenigstens teilweise die Anströmung an einer der Seitenflächen des Rotorblattes (**12**) beeinflusst.

2. Rotorelement (**10**) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich eine lange Maßstrecke der Strömungsleitfläche (**14**) entlang einer Längsachse des Rotorblattes (**12**) erstreckt und/oder dass die Strömungsleitfläche (**14**) innerhalb einer Schattenprojektion entlang einer Richtung eines Flächenvektors des Rotorblattes (**12**) liegt.

3. Rotorelement (**10**) gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsleitfläche (**14**) zwei konvexe Seitenflächen und/oder einen ellipsenförmigen Querschnitt aufweist.

4. Rotorelement (**10**) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt (**12**) und die Strömungsleitfläche (**14**) fest voneinander beabstandet sind und/oder gemeinsam in fester relativer Lage zueinander bewegbar sind.

5. Rotorelement (**10**) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Seitenfläche des Rotorblattes (**12**) konkav und/oder die andere Seitenfläche des Rotorblattes (**12**) konvex geformt ist.

6. Rotorelement (**10**) gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsleitfläche (**14**) der konkaven Seitenfläche des Rotorblattes (**12**) gegenüberliegt.

7. Rotorelement (**10**) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt (**12**) und die Strömungsleitfläche (**14**) miteinander durch Streben verbunden oder gemeinsam an einer Rotorbasis (**24**) aufgenommen sind.

8. Rotorelement (**10**) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Längsrichtung des Rotorblattes (**12**) der Abstand einer Kante der Strömungsleitfläche (**14**) von der Seitenfläche des Rotorblattes (**12**) monoton zunimmt.

9. Rotor (**20**) mit einer Mehrzahl von Rotorelementen (**10**) zur Umströmung durch ein Fluid, gekennzeichnet durch wenigstens ein Rotorelement (**10**) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche.

10. Rotor (**20**) gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Drehrichtung des Rotors (**20**) gesehen die Strömungsleitfläche (**14**) im Windschatten des Rotorblatts (**12**) liegt.

11. Rotor (**20**) gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkelstellungen der Rotorblätter (**12**) und/oder der Strömungsleitflächen (**14**) um ihre jeweiligen Längsachrichtungen einstellbar, insbesondere steuerbar oder regelbar, sind.

12. Kraftmaschine zur Umwandlung der Strömungsenergie eines Fluids in eine andere Energieform, insbesondere in elektrische Energie, mit einem Rotor (**20**), dessen Drehachse im Wesentlichen in Strömungsrichtung anstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (**20**) ein Rotor gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11 ist.

13. Kraftmaschine gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid ein Gas, insbesondere Luft, oder eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser, ist.

14. Propellerantrieb zur Erzeugung eines Vortriebs in einem Fluid, gekennzeichnet durch wenigstens einen Rotor (**20**) gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11.

15. Propellerantrieb gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der Drehebene des Rotors (**20**) gesehen die Strömungsleitfläche (**14**) vor dem Rotorblatt (**12**) liegt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

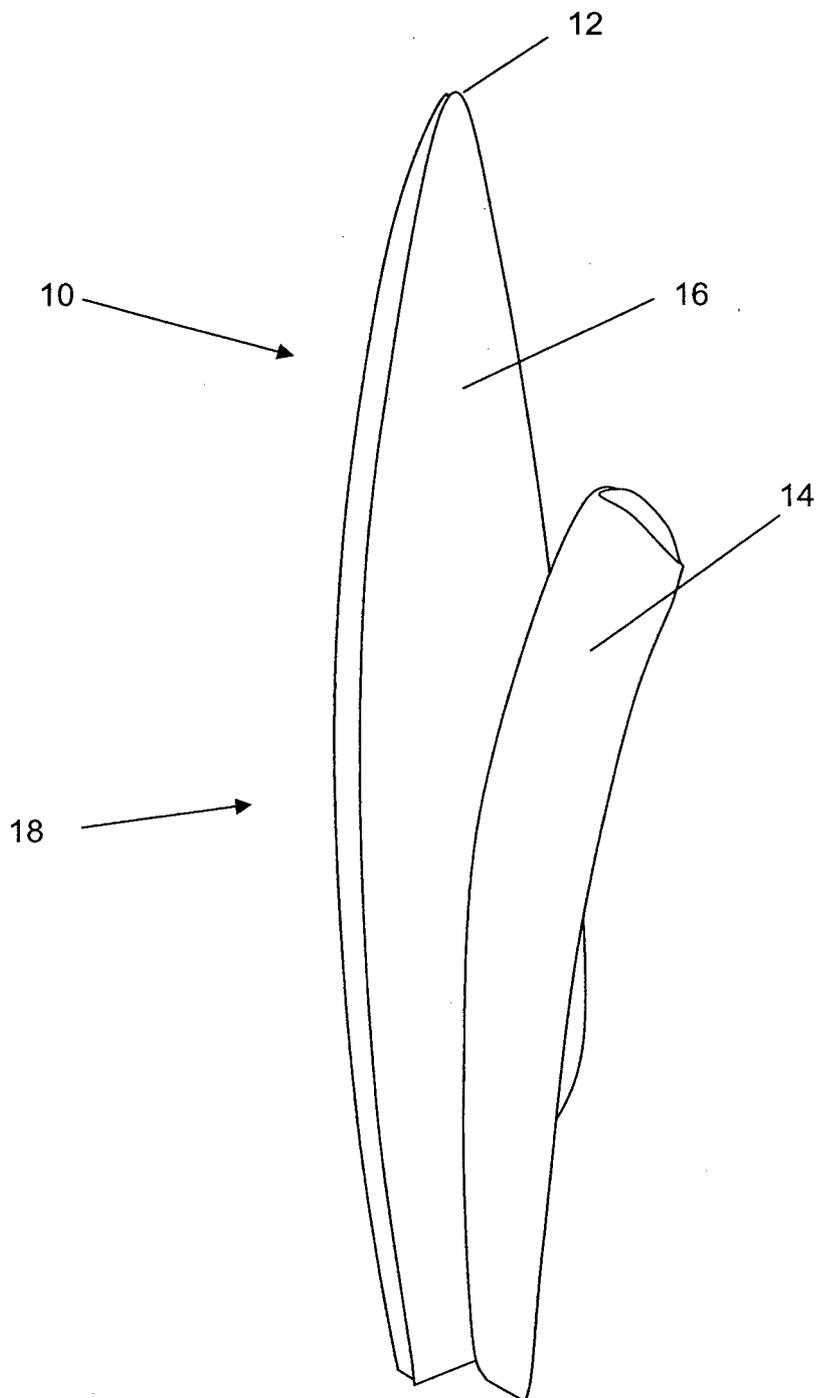


Fig. 2

