

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
6. September 2013 (06.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/127922 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F03D 1/06 (2006.01) *F15D 1/06* (2006.01)
B64C 21/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/054031

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2013 (28.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 202 996.6
28. Februar 2012 (28.02.2012)

DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : FEUSI, Marco [CH/CH]; Casella 227, CH-
6934 Bioggio (CH).

(74) Anwälte: TILLMANN, Volker et al.; Hoffmann · Eitle,
Arabellastrasse 4, 81925 München (DE).

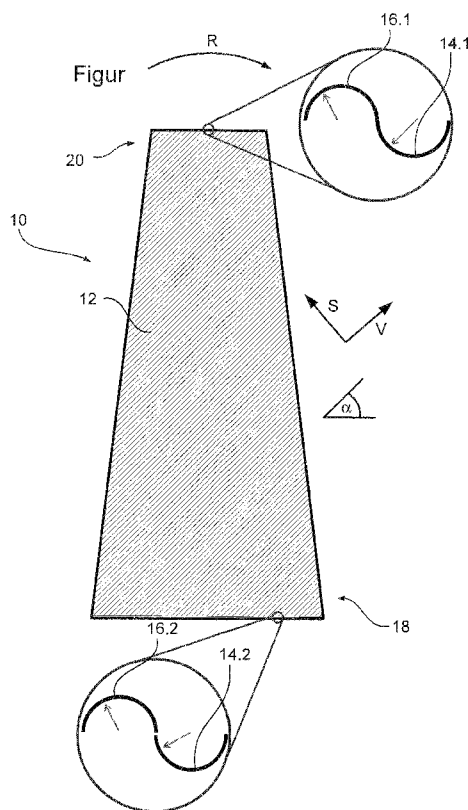
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBULENCE STRUCTURE FOR WIND TURBINE BLADES

(54) Bezeichnung : WIRBELSTRUKTUR FÜR WINDRADFLÜGEL



(57) Abstract: The present invention relates to a surface (12) over which a fluid flows and which has a groove structure with a plurality of grooves extending alongside another in the surface (12). The groove structure has concave sections (14.1, 14.2) and convex sections (16.1, 16.2) arranged alternately one after another transversely to a respective running direction (V) of the grooves in the surface (12). The running directions (V) are oriented substantially perpendicularly to a flow direction (S) of the fluid across the surface (12).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Anmeldung betrifft eine Oberfläche (12), die von einem Fluid überströmt wird und einen Rillenstruktur mit mehreren nebeneinander in der Oberfläche (12) verlaufenden Rillen aufweist. Dabei weist die Rillenstruktur konkave (14.1, 14.2) und konvexe Abschnitte (16.1, 16.2) auf, die quer zu einer jeweiligen Verlaufsrichtung (V) der Rillen in der Oberfläche (12) jeweils abwechselnd aufeinander folgend angeordnet sind. Dabei sind die Verlaufsrichtungen (V) im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung (S) des Fluids über die Oberfläche (12) ausgerichtet.

WO 2013/127922 A1



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Wirbelstruktur für Windradflügel

TECHNISCHES GEBIET

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Oberfläche, die von einem Fluid überströmt wird und die eine Rillenstruktur mit mehreren nebeneinander in der Oberfläche verlaufenden Rillen aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Windrad und ein Fahrzeug mit einer solchen Oberfläche.

10

STAND DER TECHNIK

Windräder oder Windmühlen sind im Stand der Technik gut bekannt. Hierbei handelt es sich am häufigsten um solche mit
15 horizontaler Rotationsachse, bei denen der Wind das Windrad antreibt, indem durch die Umströmung von Windradflügeln oder Rotorblättern, die Teile eines Rotors sind, eine Rotation des Rotors bewirkt wird. Die Rotationsgeschwindigkeit eines solchen Windrades hängt unter anderem von der
20 Windgeschwindigkeit, dem Anstellwinkel der einzelnen Rotorblätter gegen den Wind, der Ausrichtung des Rotors gegenüber der Windrichtung und verschiedenen Reibungsgrößen ab. Schließlich kann die Rotationsgeschwindigkeit des Rotors insbesondere durch die auf einen Generator zu übertragene
25 Kraft beeinflusst werden, indem die Last des Generators und damit der Rotationswiderstand des Windrads erhöht wird. Bei höherer zu leistender elektrischer Energie steigt die Last und damit auch der Widerstand des Generators.

30 Zusätzlich zu den oben genannten Größen hängt die Rotationsgeschwindigkeit eines solchen Windrades auch von dem Strömungswiderstand ab, den die Rotorblätter oder Flügel des Rotors dem Wind entgegensetzen.

35

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Allgemein besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine von einem Fluid überströmte Oberfläche mit einer

Rillenstruktur aus dem obigen technischen Gebiet bereitzustellen, die einen reduzierten Oberflächenwiderstand beim Überströmen durch das Fluid bildet. Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung gegenüber dem bekannten Stand der Technik liegt insbesondere darin, die Effizienz eines Windrades zu erhöhen, indem die Reibung des Windes gegenüber der Oberfläche eines Rotorblatts reduziert wird.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 sowie die Gegenstände der Ansprüche 8 bis 10 gelöst. Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß weist die Rillenstruktur konkave und konvexe Abschnitte auf, die quer zu den Verlaufsrichtungen auf der Oberfläche jeweils abwechselnd aufeinanderfolgend angeordnet sind. Ferner sind die Verlaufsrichtungen der Rillenstruktur im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Fluids über die Oberfläche ausgerichtet.

Die Rillen der Rillenstruktur können dabei fächerförmig ausgebildet sein, d.h. sie können einen spitzen, von 0° verschiedenen Winkel zueinander bilden, um jeweils senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Fluids über die Oberfläche ausgerichtet zu sein. Dies ist insbesondere bei Rotorblättern eines Windrades oder Helikopters oder bei Propellern von Bedeutung, wo aufgrund der Rotationsbewegung des Rotors und des entlang des Rotorblatts zunehmenden Abstands vom Rotationszentrum eine immer höhere lokale Bahngeschwindigkeit des Flügels gegenüber der Luft auftritt. Dadurch verändert sich mit zunehmendem Abstand vom Rotationszentrum lokal die relative Bewegungsrichtung der Luft gegenüber dem Flügel, und die Rillen können zum Ausgleich dieses Effekts entsprechend geneigt oder gekrümmt sein.

Dabei können sich die Rillen auch bezüglich ihrer Tiefe und/oder Breite entlang ihrer Verlaufsrichtung und damit im

Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung des Fluids verändern, insbesondere in linearem Verhältnis zum größer werdenden lokalen Abstand vom Rotationszentrum breiter und/oder tiefer werden.

5

Die nebeneinander im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung verlaufenden Rillen werden vorliegend als lokal parallel angesehen. Zusätzlich ist es auch möglich, insbesondere falls die Oberfläche nicht auf einem

10 Windradflügel, Rotor oder Propeller, sondern beispielsweise auf einem Fahrzeug, Flugzeug, Wasserfahrzeug oder in einer Rohrleitung angebracht ist, dass die Rillen nicht nur lokal, sondern auch global parallel zueinander angeordnet sind.

15 Die Rillenstruktur mit ihren konkaven und konvexen aufeinanderfolgenden Abschnitten kann beispielsweise durch aufeinanderfolgende abwechselnde Ausnehmungen und Vorsprünge einer Oberfläche realisiert werden. Konkave Abschnitte sind dabei solche Abschnitte der Oberfläche, die insbesondere
20 durch eine Ausnehmung realisiert werden können, weil sie einen von der Oberfläche zumindest teilweise umschlossenen und begrenzten Hohlraum definieren, während konvexe Abschnitte eher durch Vorsprünge ausgebildet sein können, die von einer ebenen Oberfläche aus nach außen gewölbt sind.

25

Die Verlaufsrichtung der in der Oberfläche verlaufenden Rillen ist die Richtung, entlang der jeweils eine Rille verläuft. Senkrecht zu dieser Verlaufsrichtung sind aufeinanderfolgend und abwechselnd mit konkaven und konvexen
30 Abschnitten versehene Rillen angeordnet. Die Rillen verlaufen dabei bevorzugt geradlinig, können jedoch auch gebogen oder gekrümmt verlaufen.

Die Verlaufsrichtung ist dabei im Wesentlichen senkrecht zu
35 einer Strömungsrichtung des Fluids über die Oberfläche ausgerichtet. Dies bedeutet, dass das über die Oberfläche strömende Fluid neben einer möglichen zur Oberfläche

senkrechten Komponente hauptsächlich eine senkrecht zur Verlaufsrichtung verlaufende Geschwindigkeitskomponente parallel zur Oberfläche aufweist. Die Verlaufsrichtung ist dann im Wesentlichen senkrecht zu der Strömungsrichtung des Fluids über die Oberfläche ausgerichtet, wenn die Strömungsrichtung des Fluids über die Oberfläche derart in zwei linear unabhängige Komponenten zerlegt werden kann, dass die senkrecht zur Verlaufsrichtung der Rillen ausgerichtete Komponente einen größeren Betrag aufweist als die parallel zur Verlaufsrichtung ausgerichtete Komponente.

Dabei weisen die konkaven Abschnitte einen halbkreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius auf. Ein halbkreisförmiger konkaver Abschnitt hat sich als besonders vorteilhaft bei der Reibungsreduktion erwiesen. Dabei ist unter einem halbkreisförmigen Querschnitt ein solcher Querschnitt zu verstehen, der im Wesentlichen halbkreisförmig ist. Dies ist erfindungsgemäß dann der Fall, wenn das Gradmaß des konkaven Abschnitts einen Wert von zwischen 170° und 190° , bevorzugt von etwa 180° , hat. Mit anderen Worten hat die Ausnehmung einen Öffnungswinkel von zwischen 190° und 170° , bevorzugt 180° .

Mit Vorteil weisen alternativ oder zusätzlich die konvexen Abschnitte einen halbkreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius auf. Ein halbkreisförmiger konvexer Abschnitt hat sich als besonders vorteilhaft bei der Reibungsreduktion erwiesen.

Besonders bevorzugt sind dabei der erste Radius und der zweite Radius zweier benachbarter konkaver und konvexer Abschnitte an einer in Verlaufsrichtung definierten Stelle gleich. In dieser Ausführungsform sind also die Querschnitte der konkaven und konvexen Abschnitte, abgesehen von ihrer konvexen bzw. konkaven Form, im Wesentlichen gleich. Mit anderen Worten entspricht die Ausnehmung des konkaven Abschnitts im Wesentlichen genau dem Vorsprung des konvexen

Abschnitts. Eine solche Oberflächenform hat sich in Modellversuchen als besonders vorteilhaft für die Reibungsreduktion der Oberflächenströmung und die Effizienzerhöhung des Windrades herausgestellt.

5

In diesem Zusammenhang ist eine in Verlaufsrichtung definierte Stelle ein Ort, der durch seine Position entlang der Verlaufsrichtung eines konkaven oder konvexen Abschnitts definiert sein kann. Anders ausgedrückt liegen ein Ort an
10 einem konkaven Abschnitt an einer in Verlaufsrichtung definierten ersten Stelle und ein Ort an einem konvexen Abschnitt an derselben in Verlaufsrichtung definierten ersten Stelle im Fall benachbarter konkaver und konvexer Abschnitte unmittelbar nebeneinander. Das bedeutet, die kürzeste
15 Verbindung zwischen diesen beiden Punkten verläuft genau senkrecht zur Verlaufsrichtung.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind der erste Radius und/oder der zweite Radius in Verlaufsrichtung der Rillen
20 veränderlich ausgestaltet. Dies bedeutet, dass sich der Radius des konkaven Abschnitts und/oder der Radius des konvexen Abschnitts bei einer lokalen Betrachtung der Rillenstruktur entlang der Verlaufsrichtung verändert, also größer oder kleiner werden.

25

Insbesondere wird bevorzugt, dass der erste Radius und der zweite Radius in Abhängigkeit von einer erwarteten Überströmgeschwindigkeit des Fluids über die Oberfläche an einer bestimmten Stelle in Verlaufsrichtung zu höheren
30 Geschwindigkeiten hin größer werden.

Alternativ und zusätzlich ist es möglich, dass sich der erste Radius und der zweite Radius senkrecht zur Verlaufsrichtung, d.h. im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des
35 Fluids über die Oberfläche, voneinander unterscheiden. Das bedeutet, dass benachbarte konkave und konvexe Abschnitte an derselben Stelle entlang der Verlaufsrichtung

unterschiedliche Radien aufweisen können. Es ist alternativ jedoch auch möglich, dass der erste Radius und der zweite Radius senkrecht zur Verlaufsrichtung gleich groß sind.

5 Mit Vorteil ist die Oberfläche als Beschichtung ausgebildet. Dies ermöglicht es besonders gut, dass eine bereits vorhandene Oberfläche nachträglich mit der Rillenstruktur zu einer erfindungsgemäßen Oberfläche gemacht werden kann. Dies kann beispielsweise auch durch eine selbstklebende Folie
10 realisiert werden.

Eine besonders bevorzugte Anwendung der Erfindung ist ein Windrad mit einer erfindungsgemäßen Oberfläche auf zumindest einem Flügel eines Rotors oder Rotorblatts des Windrads. Ein
15 solches Windrad konnte in Modellversuchen untersucht werden.

Es wurde in Modellversuchen herausgefunden, dass die Reibung zwischen der Oberfläche und dem Fluid um bis zu 30% reduziert werden kann. Dies führt dazu, dass das Fluid wesentlich
20 schneller über die Flügeloberfläche strömen kann. Dies wiederum ermöglicht eine Erhöhung des über der Flügeloberfläche aufgrund des Bernoullieffektes erzeugten Sogs/Unterdrucks und damit letztlich eine gesteigerte Effizienz des Windrades bei der Stromerzeugung gegenüber
25 Windrädern mit konventioneller Oberfläche.

Mit anderen Worten wird durch die erfindungsgemäße Oberfläche, die auch als „Wirbelteppich“ bezeichnet werden kann, der Wind auf dem Flügelprofil weniger abgebremst und
30 erhöht damit die Druckdifferenz zwischen der dem Wind zugewandten Seite des Flügelprofils und der dem Wind abgewandten Seite erhöht. Dies erhöht die Effizienz und deshalb, bei gleicher Windgeschwindigkeit, die Rotationsgeschwindigkeit oder den Energieeintrag in den
35 Generator. Andererseits ermöglicht die erfindungsgemäße Oberflächenstruktur, dass sich Windräder bereits bei

niedrigeren Windgeschwindigkeiten drehen und damit auch bei schwachwindigen Wetterlagen Strom erzeugen können.

Eine weitere bevorzugte Anwendung der erfindungsgemäßen

- 5 Oberfläche liegt in einem Fahrzeug mit einer außen liegenden erfindungsgemäßen Oberfläche. In diesem Zusammenhang sind unter einem Fahrzeug insbesondere ein Kraftfahrzeug, zum Beispiel ein Automobil, ein Lastkraftwagen oder Bus, ein Zug, ein Flugzeug, ein Schiff oder eine Rakete zu verstehen.
- 10 Ferner lässt sich die Erfindung auch auf Oberflächen von Gebäuden, Helikopterrotoren und Masten realisieren, insbesondere auch auf dem Mast eines Windrotors oder einem Strommast. Auch bei Innenflächen von Rohrleitungen, die
- 15 fluide führen, wurde die Erfindung erfolgreich getestet und derartige Rohrleitungen stellen deshalb ebenfalls eine bevorzugte Anwendung der erfindungsgemäßen Oberfläche dar.

Die Reduktion des Strömungswiderstandes resultiert bei den Fahrzeugen insbesondere in einer Energie- und damit

- 20 Treibstoffersparnis oder einer Geschwindigkeitserhöhung bei gleichbleibendem Energiebedarf. Im Falle der feststehenden Objekte, beispielsweise den Gebäuden oder Masten, führt die erfindungsgemäße Oberfläche zu einer geringeren Windlast auf das Gebäude, bei den Rohrleitungen zu einer verbesserten
- 25 Durchflussleistung.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche.

30

KURZE FIGURENBESCHREIBUNG

Die Figur zeigt eine schematische Ansicht eines Flügels eines Windrades mit einer bevorzugten Oberfläche.

35

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die in der Figur gezeigte schematische Darstellung eines Windradflügels 10 soll eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung illustrieren. Der Windradflügel 10 umfasst eine Oberfläche 12, die beim Betrieb des Windrades von einem Fluid, nämlich von Luft, überströmt wird. Die Oberfläche 12 weist eine Rillenstruktur auf, die entlang einer Verlaufsrichtung V ausgerichtete, linear ausgebildete Rillen umfasst.

Senkrecht zur Verlaufsrichtung V ist eine Strömungsrichtung S des Fluids über die Oberfläche 12 angedeutet. Die Strömungsrichtung S ergibt sich unter anderem daraus, dass sich das Windrad, zu dem der Windradflügel 10 gehört, in einer Drehrichtung R dreht, die in der Figur ebenfalls eingezeichnet ist.

Der in der Figur unten dargestellte Teil des Windradflügels 10 zeigt eine Flügelwurzel 18, während der in der Figur obere Teil des Windradflügels 10 einen Randbogen 20 des Flügels zeigt.

Die im Wesentlichen linear ausgedehnten Rillen der Oberfläche 12 verlaufen in einem Winkel α von ca. 45° zur Haupterstreckungsrichtung des Windradflügels 10. Diese Ausrichtung entspricht der idealen Ausrichtung beim Rotationsbetrieb des Windrades, sodass die Luft entlang der Strömungsrichtung S über die Oberfläche 12 strömen kann.

Je nach Konfiguration des Windrades sind jedoch auch andere Winkel als der Winkel $\alpha = 45^\circ$ denkbar und es ist sogar möglich, dass sich dieser Winkel im Verlauf des Windradflügels 10 von der Flügelwurzel 18 zum Randbogen 20 analog zu einem Einstellwinkel des Flügelrades ändert. Daneben ist es auch möglich, dass sich die Größe der Rillen, deren Tiefe und/oder Breite, im Verlauf des Windradflügels 10

von der Flügelwurzel 18 zum Randbogen 20 hin ändert, beispielsweise linear zunimmt. Es hat sich als für den Einsatz auf einem Rotor, z.B. auf einem Windradflügel, als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn sich die Tiefe und
5 Breite der Rillen von 1 mm an der Flügelwurzel zu 6 mm am Randbogen vergrößern.

Die in der Figur illustrierte Oberfläche 12 weist sowohl an ihrer Flügelwurzel 18 als auch am Randbogen 20 konkave
10 Abschnitte 14.1, 14.2 und konvexe Abschnitte 16.1, 16.2 auf. Sowohl die konkaven Abschnitte 14.1, 14.2 als auch die konvexen Abschnitte 16.1, 16.2 sind halbkreisförmig ausgestaltet und haben jeweils an der Flügelwurzel 18 und am
15 Randbogen 20 die gleichen Radien.

Der Radius der konkaven und konvexen Abschnitte der Oberfläche 12 verändert sich jedoch von der Flügelwurzel 18 zum Randbogen 20 hin. An der Flügelwurzel 18 betragen der Radius des konkaven Abschnitts 14.2 und der Radius des
20 konvexen Abschnitts 16.2 jeweils 2 mm, während sie am Randbogen 20 sowohl beim konkaven Abschnitt 14.1 als auch beim konvexen Abschnitt 16.1 jeweils 5 mm betragen. Diese Variation der Radien der Oberflächenstruktur berücksichtigt insbesondere die veränderten Fluidgeschwindigkeiten gegenüber
25 der Oberfläche 12. Hieraus kann eine Fächerform der Rillenstruktur resultieren, weil durch die vergrößerten Radien und damit vergrößerten Tiefen und Breiten der Rillen auch die Abstände der Rillennitten zunehmen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Oberfläche (12), die von einem Fluid überströmt wird und die eine Rillenstruktur mit mehreren nebeneinander verlaufenden Rillen aufweist,

wobei die Rillenstruktur konkave (14.1, 14.2) und konvexe Abschnitte (16.1, 16.2) aufweist, die quer zu einer jeweiligen Verlaufsrichtung (V) der einzelnen Rillen in der Oberfläche (12) jeweils abwechselnd aufeinander folgend angeordnet sind,

wobei die konkaven Abschnitte (14.1, 14.2) einen halbkreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius aufweisen und

wobei die Verlaufsrichtungen (V) im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung (S) des Fluids über die Oberfläche (12) ausgerichtet ist.

2. Oberfläche (12) nach Anspruch 1, wobei die Rillen der Rillenstruktur parallel zueinander und zu einer gemeinsamen Verlaufsrichtung (V) in der Oberfläche (12) verlaufen.

3. Oberfläche (12) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die konvexen Abschnitte (16.1, 16.2) einen halbkreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius aufweisen.

4. Oberfläche (12) nach Anspruch 3, wobei der erste Radius und der zweite Radius zweier benachbarter konkaver (14.1, 14.2) und konvexer Abschnitte (16.1, 16.2) an einer in Verlaufsrichtung (V) definierten Stelle gleich sind.

5. Oberfläche (12) nach einem der Ansprüche 3 bis 4, wobei der erste Radius und/oder der zweite Radius in Verlaufsrichtung (V) der Rillen veränderlich ausgestaltet ist.

6. Oberfläche (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche (12) als Beschichtung ausgebildet ist.

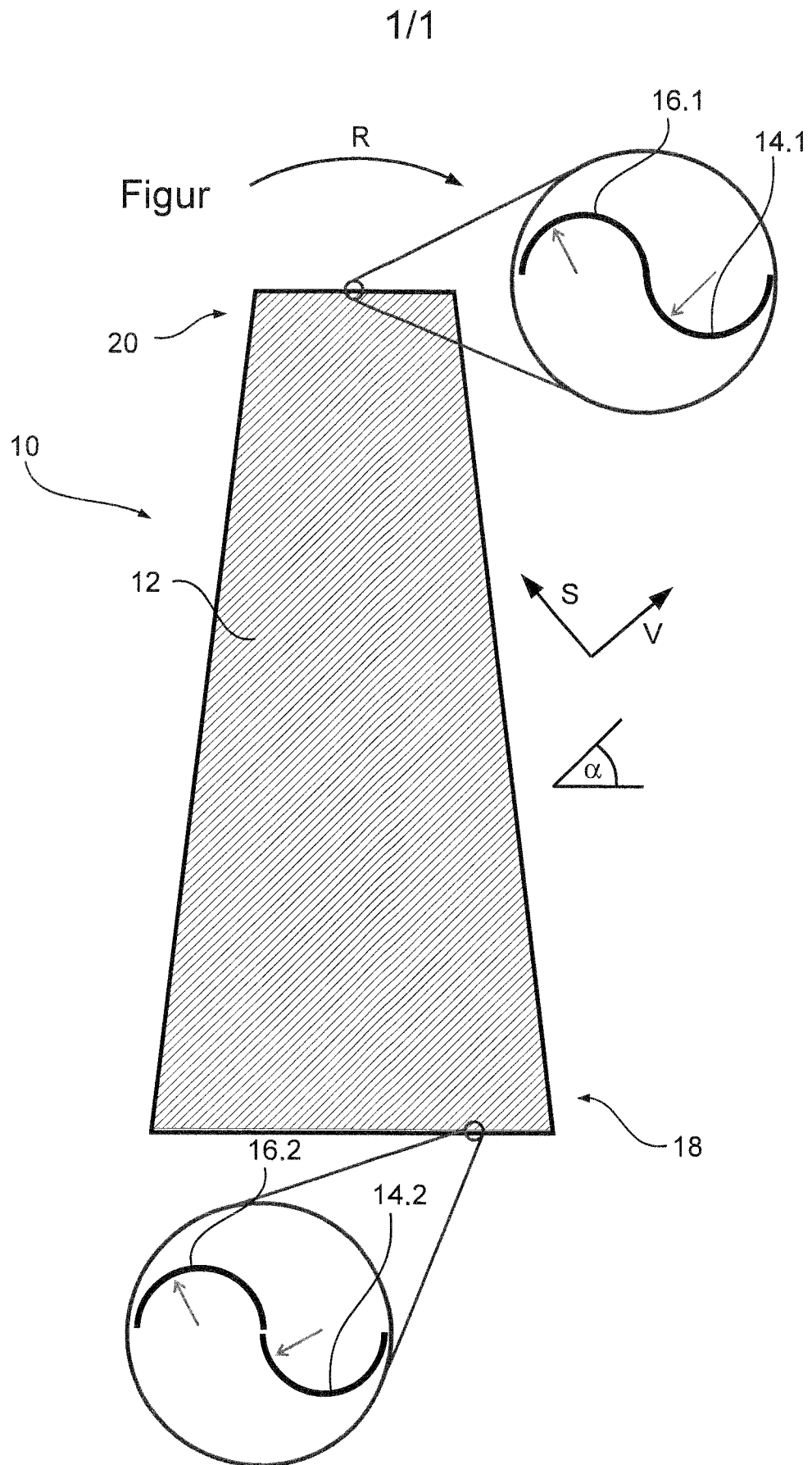
7. Oberfläche (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rillen jeweils eine lokale Tiefe und eine lokale Breite aufweisen,

wobei die lokale Tiefe und/oder die lokale Breite der Rillen entlang der Verlaufsrichtung (V) veränderlich ist, bevorzugt entlang der Verlaufsrichtung (V) linear zu- oder abnimmt.

8. Rotorblatt mit einer Oberfläche (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auf zumindest einem Flügel (10) eines Windrads oder Helikopters.

9. Fahrzeug mit einer außen liegenden Oberfläche (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

10. Rohrleitung mit einer Innenoberfläche nach einem der Ansprüche 1 bis 7.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/054031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F03D1/06 B64C21/10 F15D1/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64C F15D F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001 050215 A (KUROKAWA HIRONOBU; KUROKAWA YOSHINORI) 23 February 2001 (2001-02-23) paragraphs [0006], [0009], [0012] - [0015]; figures 1,15	1-3,6,9
A	-----	8
X	GB 812 318 A (CALUMET & HECLA) 22 April 1959 (1959-04-22) page 1, line 30 - line 49 page 2, line 32 - line 45 page 2, line 72 - line 103; figure 3	1,10
X	-----	8
	US 2007/110585 A1 (BONNET LAURENT [DE]) 17 May 2007 (2007-05-17) paragraph [0032] - paragraph [0038]; figures 24-31	

	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 May 2013

Date of mailing of the international search report

13/06/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Areal Calama, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/054031

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/62654 A1 (AFATEC S R L [IT]; NARDIS MARCO DE [IT]) 9 December 1999 (1999-12-09) page 3, line 17 - line 19; figures -----	1-4,10
X	FR 2 900 675 A1 (IND COTTO POSSAGNO [IT]) 9 November 2007 (2007-11-09) claim 1; figure 3b -----	1-5,7
X	BE 1 003 326 A6 (MATHEWS JORDAN WILLIAM) 25 February 1992 (1992-02-25) page 3, paragraph 3 - page 4, paragraph 2; figure 1 -----	1-4,6,9
A	DE 41 40 528 A1 (NAGAHISA KOUICHI [JP]) 17 June 1993 (1993-06-17) figure 6 -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/054031

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2001050215	A	23-02-2001	NONE	
GB 812318	A	22-04-1959	NONE	
US 2007110585	A1	17-05-2007	CN 101029629 A DE 102006054683 A1 US 2007110585 A1	05-09-2007 24-05-2007 17-05-2007
WO 9962654	A1	09-12-1999	AT 233140 T AU 3847699 A DE 69905568 D1 DE 69905568 T2 EP 1087850 A1 IT RM980350 A1 WO 9962654 A1	15-03-2003 20-12-1999 03-04-2003 19-02-2004 04-04-2001 01-12-1999 09-12-1999
FR 2900675	A1	09-11-2007	FR 2900675 A1 HR P20060382 A2	09-11-2007 30-06-2008
BE 1003326	A6	25-02-1992	NONE	
DE 4140528	A1	17-06-1993	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F03D1/06 B64C21/10 F15D1/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B64C F15D F03D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2001 050215 A (KUROKAWA HIRONOBU; KUROKAWA YOSHINORI) 23. Februar 2001 (2001-02-23)	1-3,6,9
A	Absätze [0006], [0009], [0012] - [0015]; Abbildungen 1,15	8
X	GB 812 318 A (CALUMET & HECLA) 22. April 1959 (1959-04-22) Seite 1, Zeile 30 - Zeile 49 Seite 2, Zeile 32 - Zeile 45 Seite 2, Zeile 72 - Zeile 103; Abbildung 3	1,10
X	US 2007/110585 A1 (BONNET LAURENT [DE]) 17. Mai 2007 (2007-05-17) Absatz [0032] - Absatz [0038]; Abbildungen 24-31	8
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Mai 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/06/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Areal Calama, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/62654 A1 (AFATEC S R L [IT]; NARDIS MARCO DE [IT]) 9. Dezember 1999 (1999-12-09) Seite 3, Zeile 17 - Zeile 19; Abbildungen -----	1-4,10
X	FR 2 900 675 A1 (IND COTTO POSSAGNO [IT]) 9. November 2007 (2007-11-09) Anspruch 1; Abbildung 3b -----	1-5,7
X	BE 1 003 326 A6 (MATHEWS JORDAN WILLIAM) 25. Februar 1992 (1992-02-25) Seite 3, Absatz 3 - Seite 4, Absatz 2; Abbildung 1 -----	1-4,6,9
A	DE 41 40 528 A1 (NAGAHISA KOUICHI [JP]) 17. Juni 1993 (1993-06-17) Abbildung 6 -----	10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054031

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2001050215 A	23-02-2001	KEINE	
GB 812318 A	22-04-1959	KEINE	
US 2007110585 A1	17-05-2007	CN 101029629 A DE 102006054683 A1 US 2007110585 A1	05-09-2007 24-05-2007 17-05-2007
WO 9962654 A1	09-12-1999	AT 233140 T AU 3847699 A DE 69905568 D1 DE 69905568 T2 EP 1087850 A1 IT RM980350 A1 WO 9962654 A1	15-03-2003 20-12-1999 03-04-2003 19-02-2004 04-04-2001 01-12-1999 09-12-1999
FR 2900675 A1	09-11-2007	FR 2900675 A1 HR P20060382 A2	09-11-2007 30-06-2008
BE 1003326 A6	25-02-1992	KEINE	
DE 4140528 A1	17-06-1993	KEINE	