

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 507 091 A4 2010-02-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1477/2008**

(22) Anmeldetag: **22.09.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.02.2010**

(51) Int. Cl.⁸: **B64C 23/06** (2006.01),
B64C 27/46 (2006.01),
B64C 21/10 (2006.01),
B64C 27/467 (2006.01),
B64C 27/473 (2006.01),
F03D 1/06 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

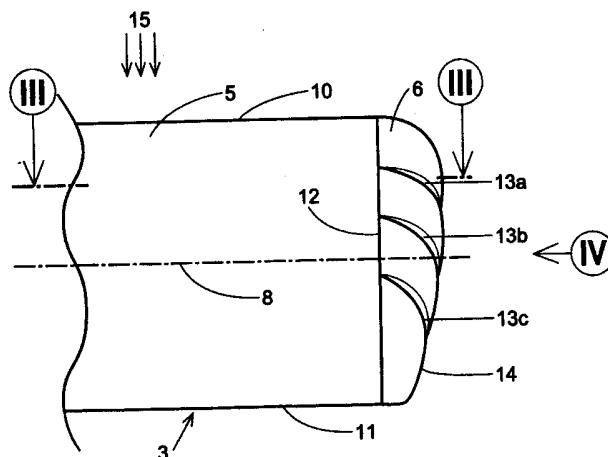
ENTHAMMER WALTER
A-5102 ANTHERING (AT)

(72) Erfinder:

ENTHAMMER WALTER
ANTHERING (AT)

(54) STRÖMUNGSMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft einen Flügel (3) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für einen Rotor (2) eines Hubschraubers, mit einem Hauptabschnitt (5), der zur Erzeugung einer Strömung im umgebenden Medium ausgebildet ist und der sich von einem Nabenabschnitt (4) bis zu einem Flügelspitzenbereich (7) erstreckt, wobei im Flügelspitzenbereich ein Endstück (6) zur Beeinflussung der Wirbelbildung im Flügelspitzenbereich (7) vorgesehen ist. Eine wesentliche Geräuschreduktion kann dadurch erreicht werden, dass das Endstück (6) als gerundeter Strömungskörper ausgebildet ist, der mindestens eine Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) aufweist, die in einem Übergangsbereich (12) zum Hauptabschnitt (5) im Wesentlichen in Richtung der Flügelachse (8) beginnt und sich zur stromabwärtigen Seite (11) des Flügels (3) hin krümmt.



AT 507 091 A4 2010-02-15

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft einen Flügel (3) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für einen Rotor (2) eines Hubschraubers, mit einem Hauptabschnitt (5), der zur Erzeugung einer Strömung im umgebenden Medium ausgebildet ist und der sich von einem Nabenabschnitt (4) bis zu einem Flügelspitzenbereich (7) erstreckt, wobei im Flügelspitzenbereich ein Endstück (6) zur Beeinflussung der Wirbelbildung im Flügelspitzenbereich (7) vorgesehen ist. Eine wesentliche Geräuschreduktion kann dadurch erreicht werden, dass das Endstück (6) als gerundeter Strömungskörper ausgebildet ist, der mindestens eine Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) aufweist, die in einem Übergangsbereich (12) zum Hauptabschnitt (5) im Wesentlichen in Richtung der Flügelachse (8) beginnt und sich zur stromabwärtigen Seite (11) des Flügels (3) hin krümmt.

Fig. 2

13897

Die Erfindung betrifft einen Flügel für eine Strömungsmaschine, insbesondere für einen Rotor eines Hubschraubers, mit einem Hauptabschnitt, der zur Erzeugung einer Strömung im umgebenden Medium ausgebildet ist und der sich von einem Nabenabschnitt bis zu einem Flügelspitzenbereich erstreckt, wobei im Flügelspitzenbereich ein Endstück zur Beeinflussung der Wirbelbildung an der Flügelspitze vorgesehen ist.

Als Flügel im Sinne der Erfindung werden Bauteile verstanden, die grundsätzlich dazu ausgebildet sind, Strömungen eines Mediums zu beeinflussen. Insbesondere ist dabei an Flügel von Rotoren gedacht, wie etwa Propeller von Flugzeugen oder Rotoren von Hubschraubern. Die vorliegende Erfindung betrifft aber auch Strömungsmaschinen, die durch die Strömung angetrieben werden, wie beispielsweise Flügel von Windkraftanlagen oder allgemein von Turbinen.

Neben diesen rotierenden Bauteilen betrifft die Erfindung aber auch Flügel von Flugzeugen oder dergleichen.

Es ist bekannt, dass sich im Bereich der Flügelspitze eines solchen Flügels bei der Umströmung Wirbel im betreffenden Medium ausbilden, die nicht nur den Wirkungsgrad der Vorrichtung beeinflussen, sondern auch zu einer Geräuschproblematik führen können. Insbesondere im Bereich von Hubschraubern ist die Frage des Betriebsgeräusches besonders wichtig.

Um die Lärmemission zu verringern, sind bereits verschiedene Maßnahmen im Bereich der Flügelspitze vorgeschlagen worden.

In der US 5,785,282 A wird eine spezielle gepfeilte Form der Flügelspitze mit zusätzlichen Strömungsleitflächen vorgeschlagen. Eine ähnliche Lösung ist in der EP 0 493 303 B beschrieben. Die US 6,260,809 B zeigt eine weitere spezielle Form der Flügelspitze zur Beeinflussung der Wirbelbildung. Ferner ist noch auf die WO 2004/067956 A zu verweisen, die eine Fülle von Maßnahmen zur Steigerung des Wirkungsgrades von Windkraftanlagen zeigt.

Den obigen Lösungen ist gemeinsam, dass sie relativ aufwändig sind und dennoch nur eine ungenügende Wirkung im Hinblick auf die Verminderung der Geräuschemission aufweisen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Flügel der oben genannten Art so weiterzubilden, dass bei möglichst einfachem Aufbau eine spürbare Reduktion

der Wirbelbildung und damit der Geräuschemission erzielt wird. Dabei soll der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine selbst nicht beeinträchtigt, möglichst aber noch gesteigert werden.

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben dadurch gelöst, dass das Endstück als gerundeter Strömungskörper ausgebildet ist, der mindestens eine Nut aufweist, die im Übergangsbereich zum Hauptabschnitt im Wesentlichen in Richtung der Flügelachse beginnt und sich zur stromabwärtigen Seite hin krümmt.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird als Hauptabschnitt der Teil des Flügels bezeichnet, der durch seine besondere Profilierung den allergrößten Teil der Strömungsbeeinflussung leistet. An den Hauptabschnitt erstreckt sich an einem Ende ein Endbereich, der das freie Ende des Flügels definiert. Am gegenüberliegenden Ende ist der Nabenabschnitt angeordnet, der sich bei Rotoren im Bereich der Drehachse befindet. Im Fall eines Flügels eines Flächenflugzeuges wird als Nabenabschnitt der Abschnitt angesehen, der den Übergang zum Rumpf des Flugzeuges bildet.

Das Endstück ist in erfindungsgemäße Weise als gerundeter Strömungskörper ausgebildet, d.h., dass in einem Längsschnitt des Flügels ein sanfter Übergang von der Oberseite des Flügels gegeben ist, wobei sich das Endstück bis zu einer Umrisslinie stetig krümmt und von der Umrisslinie in stetiger Krümmung tangential in die Unterseite des Hauptabschnittes einmündet. Auch in der Ebene des Flügels selbst findet eine stetige Krümmung von der Flügelvorderseite bis zur Flügelhinterseite statt.

Wesentlich an der Erfindung ist, dass mindestens eine Nut im Endstück vorgesehen ist, die im Wesentlichen in Axialrichtung des Flügels beginnt und die im weiteren Verlauf zur Umfangsline hin zur stromabwärtigen Seite hin gekrümmt ist. Durch diese Nut wird eine Beeinflussung der Strömung im Bereich der Flügelspitze bewirkt, die sich vorteilhaft auf Wirkungsgrad und Geräuschemission auswirkt.

Besonders günstig ist es, wenn die Nut an der Umrisslinie des Endstückes im Wesentlichen in Strömungsrichtung endet. Auf diese Weise wird ein besonders hoher Wirkungsgrad erzielt. Als Umrisslinie wird die Linie bezeichnet, die die maximale Erstreckung des Endstückes in der Ebene des Flügels in diesem Bereich definiert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich die Nut an der Umrisslinie des Endstückes mit einer entsprechenden Nut der gegenüberliegenden Profilseite vereinigt. Auf diese Weise wird eine durchlaufende Nut gebildet, die in der Draufsicht im We-

sentlichen V-förmig ausgebildet ist und sich von einem Übergangsbereich zum Hauptabschnitt an der Flügeloberseite bis zu einem Übergangsbereich zum Hauptabschnitt an der Flügelunterseite hin durchgängig erstreckt. Diese Maßnahme hat sich als besonders wirksam herausgestellt.

Besonders günstig im Hinblick auf die Wirkung ist es weiters, wenn die Nut in Strömungsrichtung konvex ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass die Krümmung zur stromabwärtigen Seite hin gerichtet ist.

Weiters ist es von besonderem Vorteil, wenn die Nut – beginnend vom Übergangsbereich – zunehmend tiefer und breiter wird. Auf diese Weise kann eine besonders hohe Verringerung der Geräuschbelastung erreicht werden.

Eine besonders begünstigte Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass mindestens drei Nuten hintereinander vorgesehen sind.

In der Folge wird die vorliegende Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 schematisch einen Rotor eines nicht dargestellten Hubschraubers in einer Draufsicht, Fig. 2 ein Detail II des Rotors von Fig. 1, Fig. 3 einen Schnitt nach Linie III-III in Fig. 2, Fig. 4 eine Ansicht in Richtung des Pfeils IV in Fig. 2 und Fig. 5 eine alternative Ausführungsvariante der Erfindung.

Der Rotor 2 von Fig. 1 besitzt vier Flügel 3. Jeder der Flügel 3 besitzt einen Nebenabschnitt 4, einen Hauptabschnitt 5 und ein Endstück 6 im Flügelspitzenbereich 7. Der Hauptabschnitt 5 ist länglich ausgebildet und erstreckt sich im Wesentlichen entlang der Flügelachse 8.

Die Drehrichtung des Rotors wird durch den Pfeil 9 angegeben, so dass der Flügel 3 eine stromaufwärtige Seite 10 und eine stromabwärtige Seite 11 aufweist.

In Fig. 2 ist der Flügelspitzenbereich 7 in vergrößertem Maßstab dargestellt. Zwischen dem Hauptabschnitt 5 und dem Endstück 6 besteht ein Übergangsbereich 12, der durch eine entsprechende Konturlinie eingezeichnet ist.

An der in Fig. 2 sichtbaren Oberseite 17 des Flügels 3 besitzt das Endstück 6 drei Nuten 13a, 13b, 13c, die im Übergangsbereich 12 im Wesentlichen parallel zur Flügelachse 8 beginnen und sich in stetiger Krümmung zur Umrisslinie 14 hin erstrecken. Die Nuten 13a, 13b, 13c sind somit konvex zur stromaufwärtigen Seite 10 hin. Die Strömungsrichtung des umgebenden Mediums wird durch die Pfeile 15 in Fig. 2 gekennzeichnet.

Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die Breite des Endstückes 6 etwa 80% der Dicke beträgt, wobei die Dicke die größte Erstreckung des Flügels 3 im Übergangsbereich 12 quer zur Ebene 16 des Rotorblattes 3 ist.

Fig. 4 ist zur Erleichterung des Verständnisses der Dickenabmessung übertrieben dargestellt. Es ist ersichtlich, dass das Endstück 6 in Bezug auf die Ebene 16 des Rotorblattes 3 symmetrisch ausgebildet ist. Die Nuten 13a, 13b, 13c an der Oberseite 17 gehen dabei im Bereich der Umrisslinie 14 in analoge Nuten 13d, 13e und 13f an der Unterseite 18 des Endstückes 6 über. Mit 19 ist exemplarisch die Mittellinie der Nut 13a gezeichnet, die zur stromaufwärtigen Seite 10 hin konvex ausgebildet ist und im Wesentlichen tangential in die Umrisslinie 14 übergeht. Weiters ist ersichtlich, dass die Breite b_1 der Nut 13a zur Umrisslinie 14 hin größer wird. Ebenso nimmt die hier nicht dargestellte Tiefe der Nut 13a zu.

Die Ausführungsvariante von Fig. 5 zeigt einen Anwendungsfall, bei dem der Flügel 3 im Flügelspitzenbereich 7 nicht symmetrisch ausgebildet ist, sondern ein Flügelprofil aufweist.

Diese Übergangsbereiche zwischen den einander zugeordneten Nuten 13a, 13d; 13b, 13e; 13c, 13f sind strömungstechnisch optimiert und gerundet.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, die Geräuschemissionen von Strömungsmaschinen wesentlich zu verringern.

PATENTANSPRÜCHE

1. Flügel (3) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für einen Rotor (2) eines Hubschraubers, mit einem Hauptabschnitt (5), der zur Erzeugung einer Strömung im umgebenden Medium ausgebildet ist und der sich von einem Nabenabschnitt (4) bis zu einem Flügelspitzenbereich (7) erstreckt, wobei im Flügelspitzenbereich ein Endstück (6) zur Beeinflussung der Wirbelbildung im Flügelspitzenbereich (7) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Endstück (6) als gerundeter Strömungskörper ausgebildet ist, der mindestens eine Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) aufweist, die in einem Übergangsbereich (12) zum Hauptabschnitt (5) im Wesentlichen in Richtung der Flügelachse (8) beginnt und sich zur stromabwärtigen Seite (11) des Flügels (3) hin krümmt.
2. Flügel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) an der Umrisslinie (14) des Endstücks (6) im Wesentlichen in Strömungsrichtung (15) endet.
3. Flügel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Nut (13a, 13b, 13c) an der Umrisslinie (14) des Endstücks (6) mit einer entsprechenden Nut (13d, 13e, 13f) der gegenüberliegenden Profilseite vereinigt.
4. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) in Strömungsrichtung (15) konvex ausgebildet ist.
5. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) beginnend vom Übergangsbereich (12) zunehmend tiefer wird.
6. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) beginnend vom Übergangsbereich (12) zunehmend breiter wird.
7. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens drei Nuten (13a, 13b, 13c; 13d, 13e, 13f) hintereinander vorgesehen sind.

8. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Endstück (6) in Bezug auf die Ebene (16) des Rotorblatts (3) asymmetrisch ausgebildet ist.

2008 09 22

Ba/Sc

Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk

A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 25/17

Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 / Fax: (+43 1) 892 89 333

e-mail: ~~patent@babeluk.at~~

Fig. 1

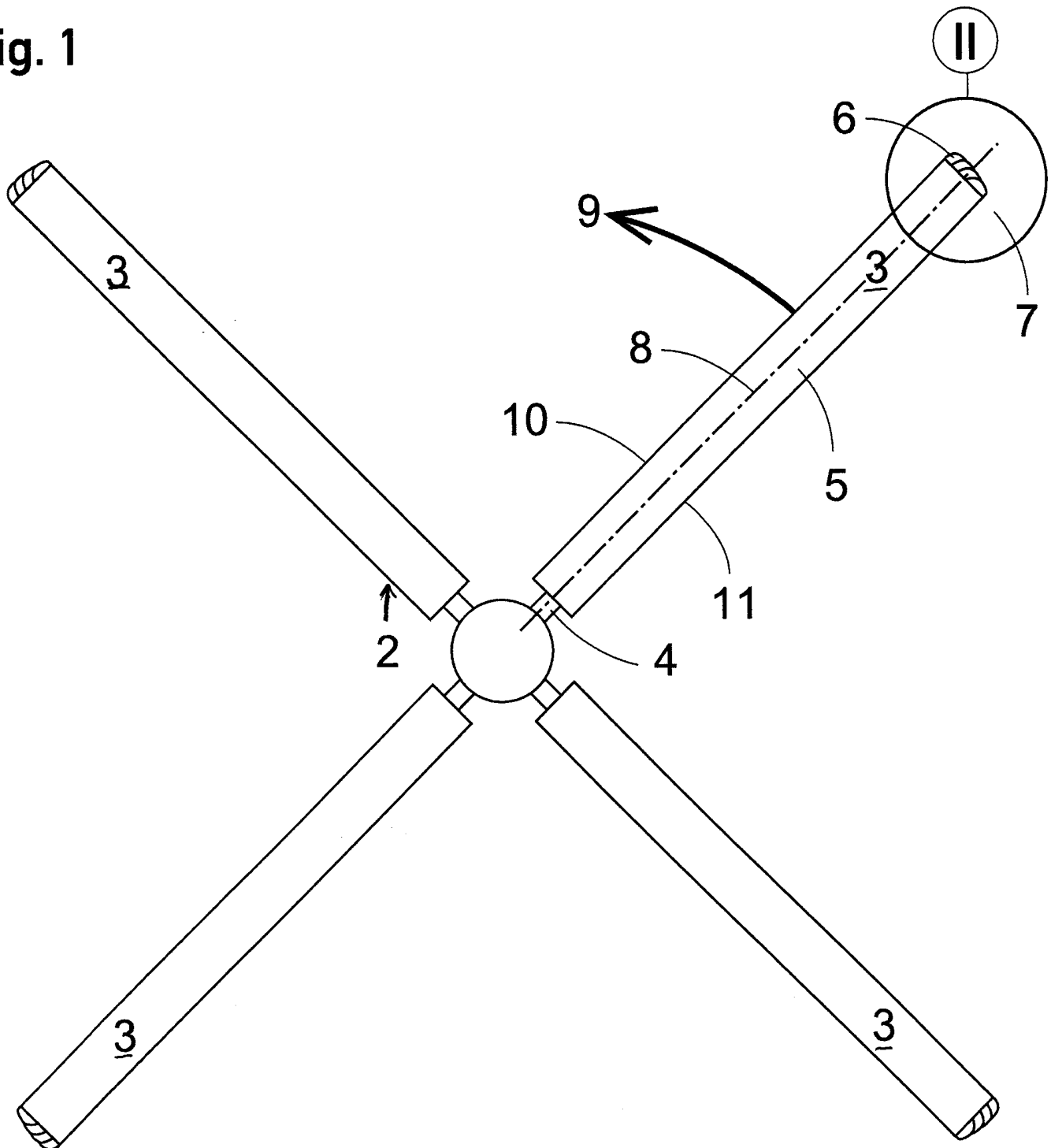


Fig. 2

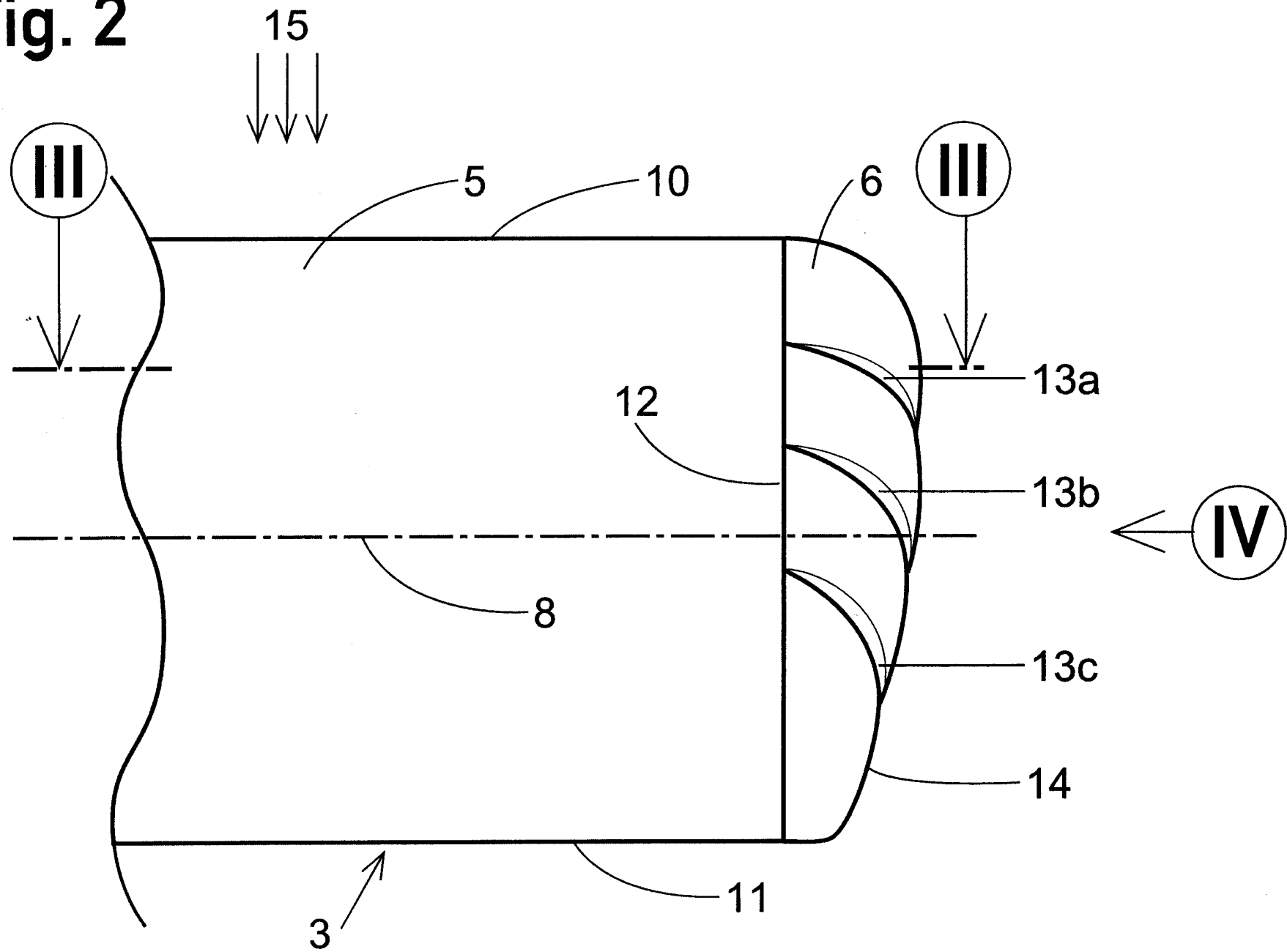
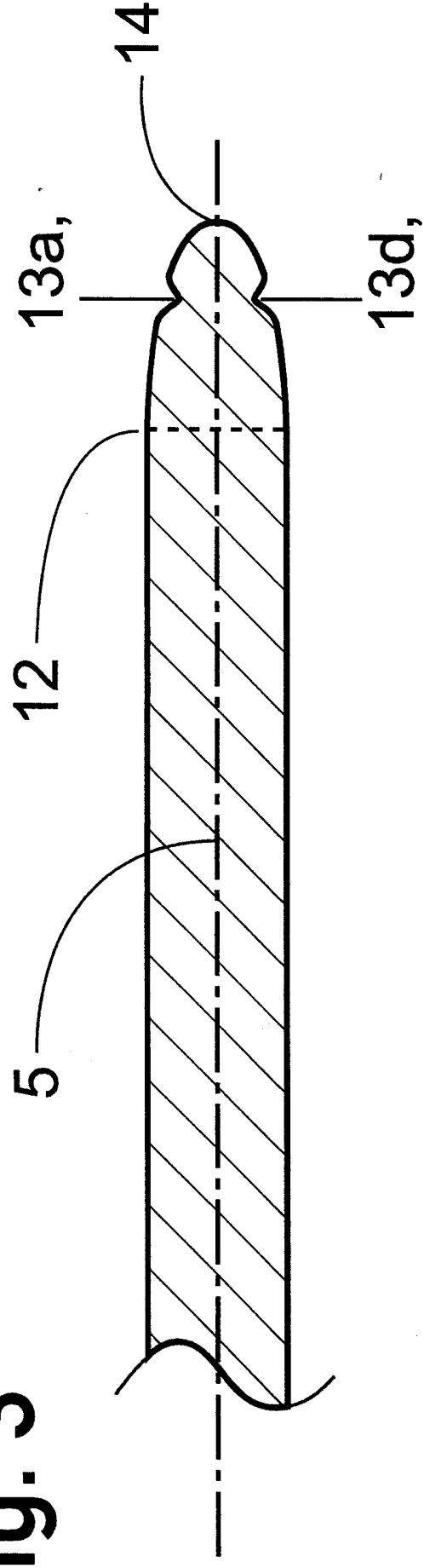


Fig. 3



010308

Fig. 4

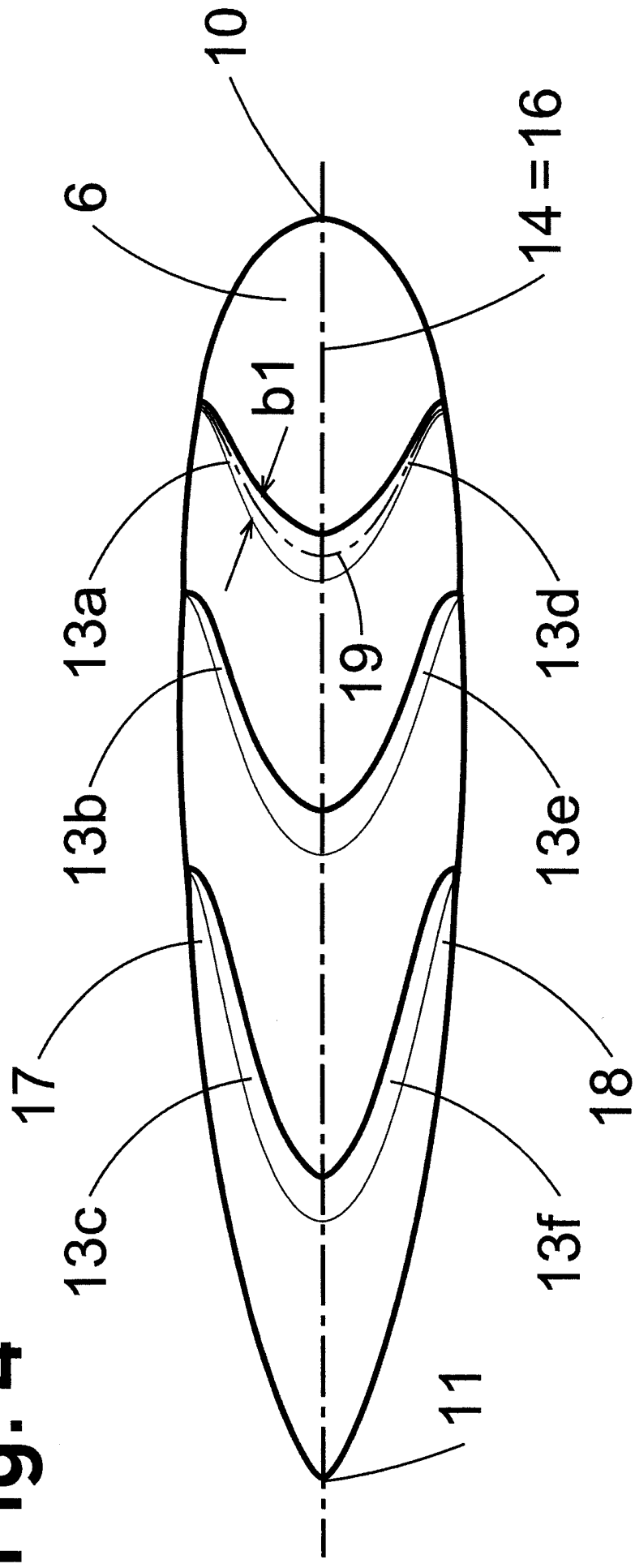
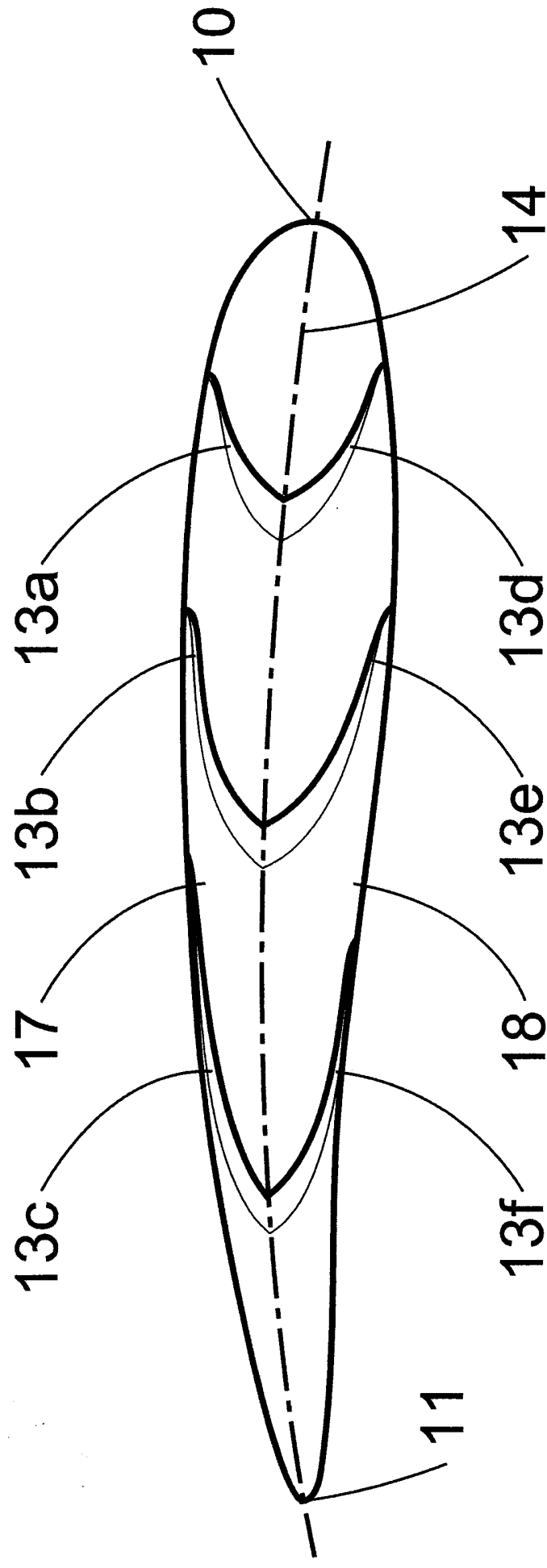


Fig. 5



010308