

(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  
21. Januar 2010 (21.01.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/006770 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/005121
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Juli 2009 (14.07.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
61/080,356 14. Juli 2008 (14.07.2008) US  
10 2008 033 005.1 14. Juli 2008 (14.07.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE/DE]; Kreetstag 10, 21129 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOSS, Timo [DE/DE]; Vereinsstrasse 68, 20357 Hamburg (DE). BENDER, Klaus [DE/DE]; Ottenser Hauptstrasse 14, 22765 Hamburg (DE).
- (74) Anwalt: SCHATT, Markus, F.; Schatt IP, Rindermarkt 7, 80331 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AERODYNAMIC FLAP AND WING

(54) Bezeichnung: AERODYNAMISCHE Klappe UND FLÜGEL

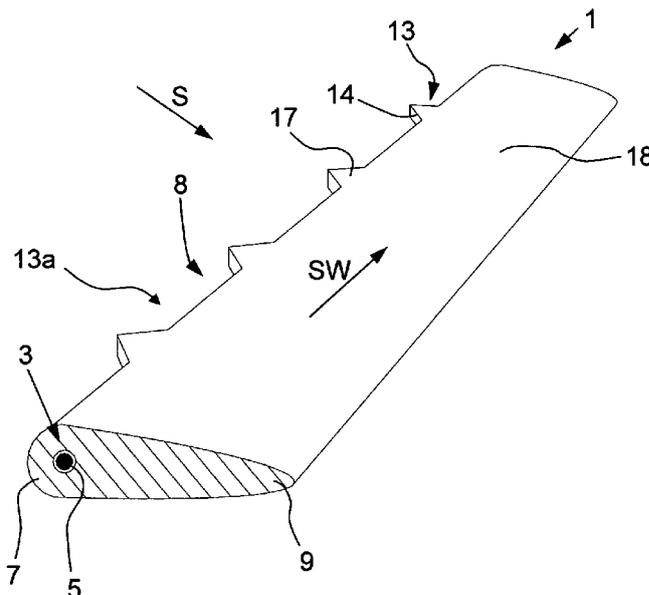


Fig. 1

(57) Abstract: An aerodynamic flap (1) having a joint apparatus in order to form an axis of rotation for rotatable mounting of the aerodynamic flap (1) on a wing part (10) or structure part having a front flap part (7), which is located in front of the axis of rotation, seen in the flow direction (S), when the flap (1) is correctly coupled to the wing part (10), which flap part (7) has a front edge line, and having a rear flap part (9), which is located behind the axis of rotation, wherein a plurality of lengthening parts (13), which are distributed over the span of the flap (1), are arranged on the front flap part (7), the ends of which lengthening parts (13) project as exposed parts beyond the front edge line of the flap (1) seen from the axis of rotation, wherein the lengthening parts (13) are rigid and arranged on the flap (1) such that a surface of the lengthening parts (13), together with the upper face or the lower face of the flap (1), forms an aerodynamically uniform surface, and such that the exposed ends of the lengthening parts (13) are directed at an angle to the flow in order to produce vortices when the flap (1) is deflected, and are located below the boundary layer of the wing when the flap (1) is in a neutral position; as well as a wing having an aerodynamic flap (1) such as this.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/006770 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Aerodynamische Klappe (1) mit einer Gelenkvorrichtung zur Ausbildung einer Drehachse zur drehbaren Lagerung der aerodynamischen Klappe (1) an einem Flügelteil (10) oder Strukturteil mit einer bei der bestimmungsgemäßen Ankopplung der Klappe (1) an das Flügelteil (10) in Strömungsrichtung (S) gesehen vor der Drehachse gelegenen vorderen Klappenteil (7) mit einer vorderen Randlinie und einem hinter der Drehachse gelegenen hinteren Klappenteil (9), wobei am vorderen Klappenteil (7) eine Mehrzahl von über die Spannweite der Klappe (1) verteilten Verlängerungsteilen (13) angeordnet sind, deren Enden als freiliegende Teile von der Drehachse aus gesehen über die vordere Randlinie der Klappe (1) hinausragen, wobei die Verlängerungsteile (13) starr und derart an der Klappe (1) angeordnet sind, dass eine Oberfläche der Verlängerungsteile (13) mit der Oberseite oder der Unterseite der Klappe (1) eine aerodynamisch einheitliche Oberfläche bildet und dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile (13) bei einer Auslenkung der Klappe (1) zur Erzeugung von Verwirbelungen winklig zur Strömung und dieser entgegen gerichtet sind und in einer Neutralstellung der Klappe (1) unterhalb der Grenzschicht des Flügels gelegen sind; sowie Flügel mit einer solchen aerodynamischen Klappe (1).

## **Aerodynamische Klappe und Flügel**

Die Erfindung betrifft eine aerodynamische Klappe und Flügel.

Bewegliche Klappen oder Ruder an der Hinter- und Vorderkante von Flügeln bzw. Leitwerken werden zur Steigerung des Auftriebs, des Abtriebs oder der Seitenkraft wie z.B. beim Leitwerk benutzt. Dabei wird durch den Ausschlag der beweglichen Klappe oder des Ruders die Wölbung des Flügels bzw. des Leitwerks an der bei diesem Ausschlag konkaven Seite der Klappe oder des Ruders vergrößert und damit die Zirkulationsströmung verstärkt. Die verstärkte Zirkulation bewirkt in Abhängigkeit ihrer Richtung eine Steigerung des Auftriebs, des Abtriebs oder der Seitenkraft. In der Regel liegt ein linearer Zusammenhang zwischen Klappenausschlag und zusätzlichem Auftrieb, des Abtriebs oder der Seitenkraft vor. Diese Wirkungsweise kann insbesondere hinsichtlich der Verwendung von Steuerflächen von Vorteil sein, da die linear von der Auslenkung derselben auftretende Wirkung vom Piloten oder auch Regelsystem besser verarbeitet werden kann.

Stellklappen können auf unterschiedliche Weise und mit unterschiedlichen Funktionen am Hauptflügel angeordnet sein: Landeklappen können derart am Hauptflügel angeordnet sein, dass die Oberflächen des Hauptflügels und der Landeklappe zusammen eine weitgehend kontinuierliche Wölbung bilden, oder dass zwischen dem Hauptflügel und der jeweiligen Stellung der Landeklappe ein Spalt auftritt, durch den der Strömung Energie zugeführt werden kann. Weiterhin können zusätzliche Stellklappen wie insbesondere Spoiler stromauf einer Landeklappe am Hauptflügel vorgesehen sein, die insbesondere aus einer Neutralstellung absenkbar sind. Durch das Absenken einer solchen Stellklappe oder eines Spoilers stromauf einer nach unten ausgeschlagenen Landeklappe wird der Wölbungszuwachs für den Flügel insgesamt größer sowie auf eine größere Länge und dadurch kontinuierlicher in der Flügeltiefenrichtung gesehen verteilt. Solche Stellklappen oder Spoiler üben meist ebenfalls einen in etwa linearen aerodynamischen Effekt aus.

Bei zu großem Ausschlag solcher Stellklappen wird die Strömung am Wölbungssprung so stark beschleunigt, dass die Grenzschicht instabil und abgelöst werden kann. Dabei kommt es zu einer graduellen Reduktion der Wirksamkeit der jeweiligen Stellklappe und damit zu einer Reduktion des Auftriebs, des Abtriebs bzw. der Seitenkraft. Diese Wirkung führt zu einer nichtlinearen Wirksamkeit der jeweiligen Stellklappe. Diese Wirkung ist insbesondere bei der Verwendung von Stellklappen nachteilig, die als Steuerklappen vorgesehen sind. Bei der Verwendung von Stellklappen als Landeklappen führt die Ablösung der Strömung zu einer Saturation des Auftriebs und bei zunehmendem Klappenausschlag zu steigendem Widerstand des Gesamtflügels. Um diese ungünstigen Nichtlinearitäten zu vermeiden, ist der Ausschlagwinkel von Stellklappen begrenzt und liegt in den meisten Anwendungsfällen bei etwa 30 Grad.

Der maximale Ausschlagwinkel von Landeklappen und somit der Auftriebsgewinn kann vergrößert werden durch das beschriebene Vorsehen einer kontinuierlichen Flügelwölbung oder eines Spalten zwischen Hauptflügel und Stellklappe oder zwischen zwei in Strömungsrichtung hintereinander gelegenen Spalten zum Zwecke der Zuführung von Strömungsenergie und der Verzögerung der Ablösung der Strömung vom Flügel. Allerdings ist für solche Klappen eine verhältnismäßig komplexe und somit auch schwere Kinematik mit einer Vielzahl von relativ zueinander bewegbaren Komponenten vorzusehen.

Bei Stellklappen, die wie insbesondere Spoiler als absenkbare Steuerflächen stromauf einer Landeklappe vorgesehen sind, ergibt sich ein maximaler Absenkungswinkel, ab welchem der Wölbungssprung zu stark wird, wodurch Grenzschichtablösungen auftreten können.

Die US 4 039 161 A1 beschreibt die Verwendung von an einer Stellklappe verstellbaren Wirbelgeneratoren, die vor der Drehachse der Stellklappe und somit vor dem Wölbungssprung zur Zufuhr von Strömungsenergie in die Grenzschicht und zur Verzögerung der Strömungsablösung angeordnet sind.

Aus der US 2007/0018056 A1 ist bekannt, Wirbelgeneratoren in Form jeweils einer kleinen Klappe ausklappbar auf der oberen Strömungsfläche einer Stellklappe anzubringen.

Bei diesen Lösungen erzeugen die Wirbelgeneratoren allerdings auch dann Widerstand, wenn eine Energieanreicherung der Grenzschicht nicht notwendig ist, also insbesondere wenn sich die Stellklappe in ihrer Neutralstellung befindet. Weiterhin erfordern diese Lösungen in ihrer technischen Umsetzung zusätzliche bewegliche Teile und eine entsprechende Aktuatorik, wodurch zusätzliches Gewicht in Kauf genommen werden muss. Aufgrund einer solchen Kinematik und Aktuatorik sind derartige Lösungen auch komplex, was insbesondere zusätzlichen Kontrollaufwand erforderlich macht.

Weiterhin ist aus der US 5088665 A1 bekannt, den hinteren Rand eines Hauptflügels und/oder einer daran angekoppelten Klappe mit einem sägezahnartigen Profil auszubilden.

Aufgabe der Erfindung ist, eine Stellklappe zur Ankopplung an einen aerodynamischen Flügel und einen Flügel mit einer solchen Stellklappe bereitzustellen, deren maximaler Auslenkungswinkel verhältnismäßig groß sein kann, so dass das Auftreten eines durch die Auslenkung der Stellklappe entstehenden verhältnismäßig großen Wölbungssprungs am Flügel bei Vermeidung nachteiliger Grenzschichtablösungen am Flügel zugelassen ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere Ausführungsformen sind in den auf diese rückbezogenen Unteransprüchen angegeben.

Eine Klappe oder ein Flügel mit den erfindungsgemäßen Merkmalen bewirkt durch eine geeignete Wirbelerzeugung die Stabilisierung der aerodynamische Grenzschicht des Flügels in ausgelenkten Zuständen der Klappe, auch wenn diese einen großen Ausschlagwinkel einnehmen, ohne dass die Klappe in ihrem neutralen Verstellzustand einen Zusatzwiderstand erzeugt. Letzteres wird dadurch erreicht, dass die erfindungsgemäße Klappe keine zusätzlichen Anbauten aufweist, die in neutraler Verstellposition der Klappe unterhalb der Grenzschicht gelegen und somit nicht der bestimmungsgemäß am Flügel anliegenden Strömung ausgesetzt sind. Nach der Erfindung sind an der Vorderkante der Klappen zusätzliche starr an der Klappe angebrachte und in ausgelenkten Verstellzuständen der Klappe aerodynamisch

wirksame Klappenteile oder Verlängerungsteile zur Wirbelerzeugung vorgesehen. Die zusätzlichen Klappenteile oder Verlängerungsteile werden daher im Folgenden auch Wirbelgeneratoren genannt.

Die starr an der Klappe angebrachten Klappenteile oder Verlängerungsteile können grundsätzlich unterschiedliche und auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasste Formgebungen und Abmaße haben. Im ausgelenkten Zustand der Klappe findet ein energetischer Austausch zwischen der freien Umströmung des Flügels und dessen Grenzschichtströmung statt, wodurch letztere stabilisiert und Strömungsablösungen verzögert werden. Werden die Klappenteile oder Verlängerungsteile durch das beschriebene Ausschwenken der Klappe der Strömung ausgesetzt, so bildet sich aufgrund der Anstellung der Klappenteile oder Verlängerungsteile winklig zur Strömungsrichtung eine Auftriebskraft auf den Klappenteilen oder Verlängerungsteilen, was weiterhin die Ausbildung tütenförmiger Randwirbel entlang der Dreiecksvorderkanten sowie im weiteren Verlauf stromab impliziert. Diese konterrotierenden Wirbel bewirken die beschriebene erwünschte Durchmischung der Grenzschicht mit der freien Umströmung. Dadurch findet ein energetischer Austausch zwischen freier Umströmung und Grenzschichtströmung statt, wodurch letztere stabilisiert und Strömungsablösungen verzögert werden.

Durch die erfindungsgemäße Klappe 1 oder den erfindungsgemäßen Flügel F kann der nutzbare Klappenwinkelbereich z.B. von Steuerflächen und Landeklappen vergrößert werden, ohne dass dabei komplexe Kinematiken realisiert werden müssen. Die Erzeugung von Zusatzwiderstand bei kleinen Klappenwinkeln und der neutralen Klappenposition wird vermieden. Dadurch kann eine Verkleinerung der Steuerflächen oder des Flügels vorgenommen werden, was durch die damit verbundene Verringerung des Widerstandes zur Steigerung der Effizienz des Flugzeuges führt. Das System beinhaltet gegenüber einer konventionellen Anordnung von Flügel und Landeklappe bzw. Fläche und Steuerfläche lediglich eine vernachlässigbare Zusatzkomplexität. Dabei ist von einem neutralen Einfluss auf das Gewicht auszugehen.

Erfindungsgemäß ist eine aerodynamische Klappe mit einer Gelenkvorrichtung zur Ausbildung einer Drehachse zur drehbaren Lagerung der aerodynamischen Klappe an einem Flügelteil oder Strukturteil vorgesehen. Die Klappe weist einen bei der bestimmungsgemäßen Ankopplung der Klappe an den Hauptflügel in Strömungsrichtung gesehen vor der Drehachse gelegenen vorderen Klappenteil mit einer vorderen Randlinie und einem hinter der Drehachse gelegenen hinteren Klappenteil sowie am vorderen Klappenteil eine Mehrzahl von über die Spannweite der Klappe verteilte Verlängerungsteilen auf, deren Enden als freiliegende Teile von der Drehachse aus gesehen über die vordere Randlinie der Klappe hinausragen. Nach der Erfindung sind die Verlängerungsteile starr und derart an der Klappe angeordnet, dass eine Oberfläche der Verlängerungsteile mit der Oberseite oder der Unterseite der Klappe eine aerodynamisch einheitliche Oberfläche bildet und dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile bei einer Auslenkung der Klappe zur Erzeugung von Verwirbelungen auf einer Oberfläche der Klappe winklig zur Strömung und dieser entgegen gerichtet sind und in einer Neutralstellung der Klappe unterhalb der Grenzschicht des Flügels gelegen sind.

Die Verlängerungsteile können insbesondere in regelmäßigen Abständen über die Spannweite der Klappe verteilt sein. Die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile können verschiedenartig und insbesondere dreieckförmig, rechteckförmig oder als runde Teile ausgebildet sein.

Erfindungsgemäß ist weiterhin ein Flügel mit einem Hauptflügel und einer solchen aerodynamischen Klappe vorgesehen, die an ihrem vorderen Klappenteil eine Mehrzahl von über die Spannweite der Klappe verteilte Verlängerungsteilen aufweist, die Verlängerungsteile starr an der Klappe angeordnet sind und deren Enden als freiliegende Teile von der Drehachse aus gesehen über die vordere Randlinie der Klappe hinausragen. Die Verlängerungsteile sind insbesondere derart an der Klappe angeordnet, dass eine Oberfläche der Verlängerungsteile mit der Oberseite oder der Unterseite der Klappe eine aerodynamisch einheitliche Oberfläche bildet und dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile bei einer Auslenkung der Klappe die zur Erzeugung von Verwirbelungen auf einer Oberfläche der Klappe winklig zur Strömung

und dieser entgegen gerichtet sind und in einer Neutralstellung der Klappe unterhalb der Grenzschicht des Flügels gelegen sind.

Die Verlängerungsteile können derart an der Klappe angeordnet sein, dass diese in der Neutralstellung der Klappe keine Verwirbelung der Strömung erzeugen.

Bei den erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die an seiner hinteren, in Spannweitenrichtung entlang der Klappe verlaufende hintere Randlinie des Hauptflügels derart verläuft, dass der durch die Randlinie bestimmte Randbereich des Hauptflügels abwechselnd Verlängerungsteile und Ausnehmungen aufweist.

Weiterhin kann bei den erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen vorgesehen sein, dass die Klappe den durch die hintere Randlinie des Hauptflügels bestimmten Randbereich des Hauptflügels entgegen der Strömungsrichtung gesehen überlappt. Alternativ kann bei den erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen vorgesehen sein, dass der durch die Außenkontur der hinteren Randlinie des Hauptflügels bestimmte Randbereich des Hauptflügels formschlüssig zusammenwirkt mit der dem Hauptflügel zugewandten Außenkontur der Klappe, zumindest wenn sich die Klappe in ihrer Neutralstellung befindet.

Erfindungsgemäß wird unter Klappe oder aerodynamischer Klappe jede Art von an einem Flügel oder Hauptflügel oder einem angeströmten Strukturbauteil angeordnete verstellbare und aerodynamisch wirksame Klappe verstanden. Eine solche Klappe kann insbesondere ein Spoiler, eine Landeklappe, eine Steuerklappe oder ein Ruder wie z.B. ein Seitenruder sein.

Als Flügel im Sinne dieser Beschreibung ist jede Art von aerodynamischem Körper zu verstehen. Der Flügel in diesem Sinne kann insbesondere der Tragflügel oder das Seitenleitwerk eines Flugzeugs sein.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der beigefügten Figuren beschrieben, die zeigen:

- Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgesehenen aerodynamische Klappe mit einer Gelenkvorrichtung zur Ausbildung einer Drehachse zur drehbaren Lagerung der aerodynamischen Klappe an einem Flügelteil oder Strukturteil,
- Figur 2 ein Seitenschnitt der Ausführungsform der aerodynamischen Klappe nach der Figur 1,
- Figur 3 ein Seitenschnitt der Ausführungsform der aerodynamischen Klappe nach der Figur 1 in einer gegenüber einer Bezugslinie ausgelenkten Stellung,
- Figur 4 eine perspektivische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgesehenen aerodynamische Klappe mit einer Gelenkvorrichtung zur Ausbildung einer Drehachse zur drehbaren Lagerung der aerodynamischen Klappe an einem Flügelteil oder Strukturteil,
- Figur 5 ein Seitenschnitt der Ausführungsform der aerodynamischen Klappe gemäß der Schnittlinie V-V der Figur 4,
- Figur 6 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgesehenen Flügels mit einem Hauptflügel und einer aerodynamischen Klappe, die an den Hauptflügel mittels einer Gelenkvorrichtung angelenkt ist, wobei zumindest in der Neutralstellung der Klappe die einander zugewandten Ränder oder Konturen von Hauptflügel und Klappe formschlüssig ineinander greifen,
- Figur 7 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform des Hauptflügels, dessen der Klappe zugewandte Randkontur gemäß der Darstellung der Figur 6 derart gestaltet ist, dass diese mit der dieser zugewandten Randkontur der Klappe formschlüssig ineinander greift.

Die in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäß vorgesehenen aerodynamische Klappe 1 weist eine Gelenkvorrichtung 3 zur Ausbildung einer Drehachse 5 zur drehbaren Lagerung der aerodynamischen Klappe 1 an einem Flügelteil 10 oder Strukturteil auf. Der Flügelteil 10 kann insbesondere der

Hauptflügel 10 eines Tragflügels eines Flugzeugs und generell eines Flügels F sein. Bei einer bei der bestimmungsgemäßen Ankopplung der Klappe 1 in Strömungsrichtung S gesehen vor der Drehachse 5 gelegenen vorderen Klappenteil 7 mit einer vorderen Randlinie 8 und einem hinter der Drehachse gelegenen hinteren Klappenteil 9. Am vorderen Klappenteil 7 ist eine Mehrzahl von über die Spannweite der Klappe verteilte Verlängerungsteilen oder Verlängerungsabschnitten 13 angeordnet, deren Enden 14 als freiliegende Teile von der Drehachse aus gesehen über die vordere Randlinie 7a der Klappe hinausragen. Die Verlängerungsteile 13 sind starr und derart an der Klappe 1 angeordnet sind, dass eine Oberfläche 16 der Verlängerungsteile 13 mit der Oberseite 18 oder der Unterseite der Klappe eine aerodynamisch einheitliche Oberfläche bildet und dass die Verlängerungsteile 13 bei einer Auslenkung der Klappe 1 die freiliegenden Enden 14 der Verlängerungsteile 13 zur Erzeugung von Verwirbelungen auf oder entlang einer Oberfläche 17 des Flügels F oder der Klappe 1 winklig zur Strömungsrichtung S und dieser entgegen gerichtet sind und in einer Neutralstellung der Klappe 13 unterhalb der Grenzschicht des Flügels F gelegen sind.

Wie in der Figur 1 dargestellt, können die Verlängerungsteile 13 in regelmäßigen Abständen über die Spannweite der Klappe 1 verteilt oder in regelmäßigen Abständen in Spannweitenrichtung SW der Klappe 1 angeordnet sein. Das in der Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der Klappe 1 weist vier Verlängerungsteile 13 auf. Erfindungsgemäß sind zumindest zwei Verlängerungsteile 13 am vorderen Klappenteil 7 angeordnet. Die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile 13 können, wie in der Figur 1 dargestellt, dreieckförmig oder auch eine andere Form aufweisen. Z.B. können die Verlängerungsteile 13 rechteckförmig oder als runde Teile ausgebildet sein. Wird z.B. eine dreieckförmige Fläche der Strömung der Strömung durch das beschriebene Ausschwenken ausgesetzt, so bildet sich aufgrund der Anstellung zur Strömungsrichtung eine Auftriebskraft auf dem Wirbelgenerator, was weiterhin die Ausbildung tütenförmiger Randwirbel entlang der Dreiecksvorderkanten sowie im weiteren Verlauf stromab impliziert. Diese konterrotierenden oder gegenläufig rotierenden Wirbel bewirken die beschriebene erwünschte Durchmischung der Grenzschicht mit der freien Umströmung.

Die Verlängerungsteile 13 können als eigene Teile an der Klappe 1 angebracht oder einstückig mit der Klappe 1 oder einem Schalenteil derselben ausgebildet sein. Insbesondere können die Verlängerungsteile 13 einstückig mit der Klappe 1 oder einem Schalenteil derselben hergestellt sein.

Bei einer Ankopplung der Klappe nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung an einen Hauptflügel 10 eines Flügels verläuft der vordere Rand oder Randbereich 8, an dem die Verlängerungsteile 13 ausgebildet sind, entlang eines hinteren Rands oder Randbereichs 18 des Hauptflügels 10.

Bei dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel der Klappe 1, die an einem Tragflügel angekoppelt ist, sind die Verlängerungsteile 13 als Verlängerung der in Bezug auf eine Hochachse des Flugzeugs oberen Oberfläche 18 ausgebildet, wobei die obere Oberfläche 18 der Klappe 1 und die daran anschließende Oberfläche 17 des Verlängerungsteile 13 eine aerodynamische einheitliche Oberfläche bilden, d.h. eine Oberflächenverlauf bilden, an der die Strömung S ungestört entlangläuft. Bei dieser Ausführungsform der Verlängerungsteile 13 an der Klappe 1 einer Tragflügels erzeugt die Absenkung der Klappe 1 in Bezug auf die Flugzeugs-Hochachse ein Aufrichten der Verlängerungsteile 13 oder der Wirbelgeneratoren winklig zur Strömung S. Generell und insbesondere im Falle einer vertikalen Anordnung des Flügels und der Klappe 1 oder bei einer Anordnung des Klappe 1 an einem Seitenleitwerk bewirkt ein Schwenken der Klappe 1 zu einer ersten Seite (in der Figur 3 die Seite S2) ein Schwenken der Verlängerungsteile 13 oder der Wirbelgeneratoren entgegen gesetzt zu dieser erste Seite gelegenen zweiten Seite (in der Figur 3 die Seite S1).

Die Anordnung und Gestaltung der Verlängerungsteile 13 oder der Wirbelgeneratoren an der Klappe 1 ist derart vorgesehen, dass die Verlängerungsteile 13 bei neutraler Klappenstellung am Flügel F oder an einem Strukturteil nicht in die Strömung und insbesondere in die Grenzschicht des Flügels F oder des Strukturteils hineinragen und erst bei einer Bewegung der Klappe aus ihrer Neutralposition heraus auf der aufgrund der Klappenauslenkung konvex gewölbten Seite S1 des Flügels oder Strukturteils der Umströmung ausgesetzt werden. In diesem Zustand erzeugen die Wirbelgeneratoren eine aerodynamische Wirbelströmung nach dem Prinzip eines Vortex- oder

Wirbelgenerators, bei der eine energiereiche freie Umströmung der belasteten Grenzschichtströmung nahe der Oberfläche beigemischt wird. Das Verlängerungsteil 13 beeinflusst die Strömung auf der bei einer Auslenkung der Klappe 1 konkav geformten Seite S2 des Flügels oder Strukturteils nicht.

Bei der Ausbildung der Klappe 1 als Seitenruder eines Seitenleitwerks sind die Verlängerungsteile 13 derart vorgesehen, dass diese beim Schwenken des Seitenruders in beide gegenüber der Neutralstellung einander gegenüberliegenden Seiten S1, S2 und dabei jeweils bei einer Auslenkung der Klappe 1 konvex geformten Seite S1 des Seitenleitwerks in die Strömung hineinragen und auf der bei der Auslenkung der Klappe 1 konkav geformten Seite S2 des Seitenleitwerks innerhalb der durch die Flosse des Seitenleitwerks und die auf dieser Seite gelegene Außenkontur des Ruders gelegen sind.

Generell und insbesondere bei dem Ausführungsbeispiel einer Klappe 1 als Teil des Seitenleitwerks eines ausgebildeten Seitenruders kann jede der zueinander entgegengesetzt gelegenen Oberflächen der Klappe 1 die Verlängerungsteile 13 aufweisen, so dass die Verlängerungsteile 13 auf beiden Seiten des Hauptflügels, des Strukturteils oder der Flosse und dabei jeweils auf der konkaven Außenseite in die Strömung hineinragt, um die erfindungsgemäß vorgesehenen Verwirbelungen zu bilden.

Bei einem Schwenken der Klappe 1 in die entgegengesetzte Richtung werden die Verlängerungsteile 13 im Querschnitt des Flügels F oder Strukturteils gesehen auf der jeweils konkaven Seite, wenn an dieser Verlängerungsteile 13 angebracht sind, in dessen Außenkontur hinein bewegt. Zur Aufnahme der Verlängerungsteile 13 von dem Flügel F oder Strukturteil ist im Inneren des Flügels F oder Strukturteils eine entsprechende Ausnehmung vorgesehen. In der Figur 7 ist ein Ausführungsbeispiel des Flügels oder Strukturteils gezeigt, bei der für jedes Verlängerungsteile 13 jeweils eine Aussparung 23 ausgebildet ist, deren Außenkontur mit der Außenkontur des jeweils zugeordneten Verlängerungsteils 13 hinsichtlich eines formschlüssigen Zusammenwirkens im Sinne einer Freigabe der Bewegbarkeit der Verlängerungsteile 13 innerhalb des Flügels F oder Strukturteils angepasst ist. Bei der dreieckförmigen

Gestaltung der Verlängerungsteile 13 sind die Aussparungen 23 gemäß Figur 7 ebenfalls dreieckförmig gestaltet.

Insbesondere kann der Randbereich 18 des Hauptflügels 10 oder des Strukturteils derart gestaltet sein, dass diese bei der Neutralstellung der Klappe 1 oberflächenbündig und formschlüssig ineinander greifen.

Die Wirbelgeneratoren 13 können insbesondere als über die Drehachse der Steuerfläche hinausragenden und z.B. plattenförmigen Abschnitt realisiert sein, welche Teil der stromauf der Drehachse 5 liegenden Kontur ist, der Aussparungen 13a aufweist, die zwischen den Verlängerungsabschnitten oder Verlängerungsteilen 13 gelegen sind. Diese Aussparungen 13a sind in der Darstellung der Figur 4 als dreieckförmige Einschnitte gebildet. Diese Einschnitte können auch als rechteckförmige oder runde oder bogenförmige oder anders geformte Einschnitte oder Ausnehmungen gebildet sein. Vorzugsweise weist der Flügel oder das Strukturteil Aussparungen auf, die die Verlängerungsteile 13 insbesondere formschlüssig aufnehmen können, so dass die Verlängerungsteile oder die Wirbelgeneratoren an dem Flügel oder dem Strukturteil vorbeigeführt werden können. Somit sind die Verlängerungsteile 13 nach den Figuren 4 und 5 in Spannweitenrichtung länger als die Einschnitte oder Ausnehmungen, da die Verlängerungsteile 13 als in Spannweitenrichtung kontinuierlich überstehende Verlängerungen des Profils gebildet sind, die von den Ausnehmungen 13a unterbrochen sind. In der Darstellung der Figur 4 ist das Überstehen der Verlängerungsabschnitte oder Verlängerungsteile 13 über die Drehachse 5 nicht erkennbar, da der in der Figur 4 vordere geschnittene dargestellte Bereich ein Randbereich ist und bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Verlängerungsabschnitte oder Verlängerungsteile 13 nicht über die gesamte Spannweite überstehen.

Die erfindungsgemäßen Ausführungsformen der Verlängerungsteile oder die Wirbelgeneratoren können auch nur abschnittsweise über die Spannweite der Klappe 1 ausgebildet sein.

Generell kann die Klappe 1 den durch die hintere Randlinie bestimmten Randbereich des Hauptflügels oder des Strukturteils entgegen der Strömungsrichtung S gesehen

überlappen. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass der durch die Außenkontur der hinteren Randlinie des Hauptflügels bestimmte Randbereich des Hauptflügels formschlüssig zusammenwirkt mit der dem Hauptflügel zugewandten Außenkontur der Klappe, zumindest wenn sich die Klappe in ihrer Neutralstellung befindet.

### **Patentansprüche**

1. Aerodynamische Klappe (1) mit einer Gelenkvorrichtung zur Ausbildung einer Drehachse zur drehbaren Lagerung der aerodynamischen Klappe (1) an einem Flügelteil (10) oder Strukturteil, mit einer bei der bestimmungsgemäßen Ankopplung der Klappe (1) an das Flügelteil (10) in Strömungsrichtung (S) gesehen vor der Drehachse gelegenen vorderen Klappenteil (7) mit einer vorderen Randlinie und einem hinter der Drehachse gelegenen hinteren Klappenteil (9), wobei am vorderen Klappenteil (7) eine Mehrzahl von über die Spannweite der Klappe (1) verteilte Verlängerungsteile (13) angeordnet sind, deren Enden als freiliegende Teile von der Drehachse aus gesehen über die vordere Randlinie (8) der Klappe (1) hinausragen,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verlängerungsteile (13) starr und derart an der Klappe (1) angeordnet sind, dass eine Oberfläche der Verlängerungsteile (13) mit der Oberseite oder der Unterseite der Klappe (1) eine aerodynamisch einheitliche Oberfläche bildet und dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile (13) bei einer Auslenkung der Klappe (1) zur Erzeugung von Verwirbelungen winklig zur Strömung und dieser entgegen gerichtet sind und in einer Neutralstellung der Klappe (1) unterhalb der Grenzschicht des Flügels gelegen sind.

2. Aerodynamische Klappe (1) nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungsteile (13) in regelmäßigen Abständen über die Spannweite der Klappe (1) verteilt sind.

3. Aerodynamische Klappe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile (13) dreieckförmig, rechteckförmig oder als runde Teile ausgebildet sind.

4. Flügel (F) mit einem Hauptflügel (10) und einer aerodynamischen Klappe (1), die an den Hauptflügel (10) mittels einer Gelenkvorrichtung zur Ausbildung einer Drehachse zur drehbaren Lagerung derselben derart angelenkt ist, dass die Klappe (1) einen in Strömungsrichtung (S) gesehen vor der Drehachse gelegenen vorderen Klappenteil (7) mit einer vorderen Randlinie und einen hinter der Drehachse gelegenen hinteren Klappenteil (9) aufweist, wobei am vorderen Klappenteil (7) eine Mehrzahl von über die Spannweite der Klappe (1) verteilte Verlängerungsteilen (13) angeordnet sind, deren Enden als freiliegende Teile von der Drehachse aus gesehen über die vordere Randlinie der Klappe (1) hinausragen,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verlängerungsteile (13) starr und derart an der Klappe (1) angeordnet sind, dass eine Oberfläche der Verlängerungsteile (13) mit der Oberseite oder der Unterseite der Klappe (1) eine aerodynamisch einheitliche Oberfläche bildet und dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile (13) bei einer Auslenkung der Klappe (1) zur Erzeugung von Verwirbelungen auf einer Oberfläche der Klappe (1) winklig zur Strömung und dieser entgegen gerichtet sind und in einer Neutralstellung der Klappe (1) unterhalb der Grenzschicht des Flügels gelegen sind.

5. Flügel (F) nach dem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlängerungsteile (13) in regelmäßigen Abständen über die Spannweite der Klappe (1) verteilt sind.

6. Flügel (F) nach einem der vorangehenden Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die freiliegenden Enden der Verlängerungsteile (13) dreieckförmig, rechteckförmig oder als runde Teile ausgebildet sind.

7. Flügel (F) nach einem der vorangehenden Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die an seiner hinteren, in Spannweitenrichtung entlang der Klappe (1) verlaufende hintere Randlinie des Hauptflügels derart verläuft, dass der durch die Randlinie bestimmte Randbereich des Hauptflügels abwechselnd Verlängerungsteile (13) und Ausnehmungen aufweist.
  
8. Flügel (F) nach dem Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Klappe (1) den durch die hintere Randlinie des Hauptflügels bestimmten Randbereich des Hauptflügels (10) entgegen der Strömungsrichtung (S) gesehen überlappt.
  
9. Flügel (F) nach dem Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die Außenkontur der hinteren Randlinie des Hauptflügels bestimmte Randbereich des Hauptflügels (10) formschlüssig zusammenwirkt mit der dem Hauptflügel (10) zugewandten Außenkontur der Klappe (1), zumindest wenn sich die Klappe (1) in ihrer Neutralstellung befindet.

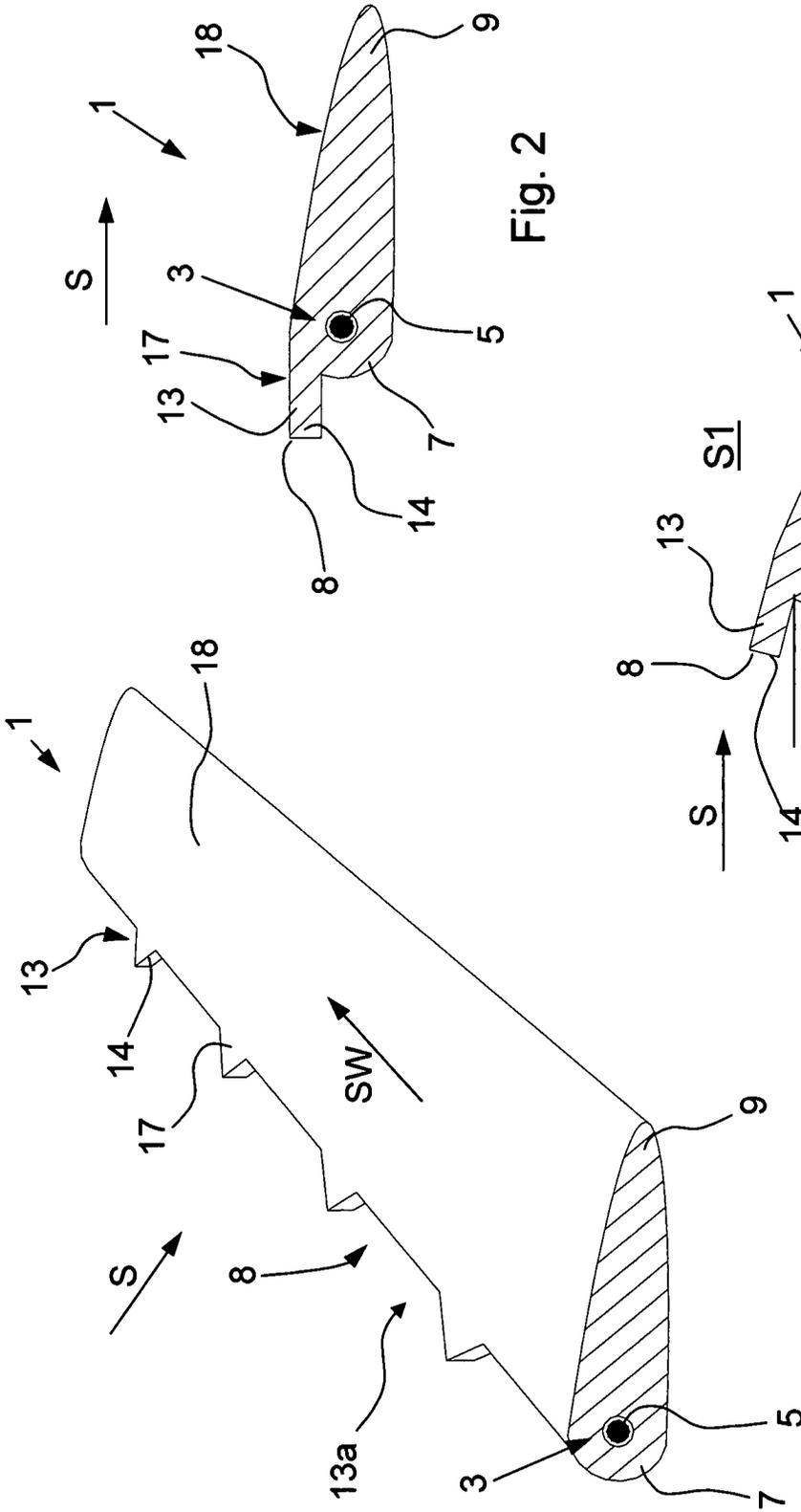


Fig. 1

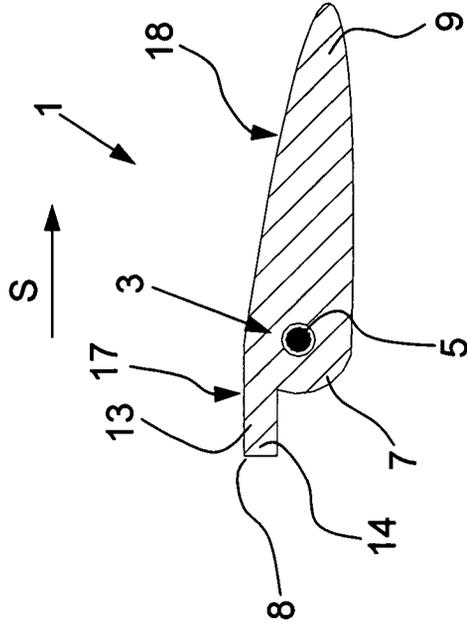


Fig. 2

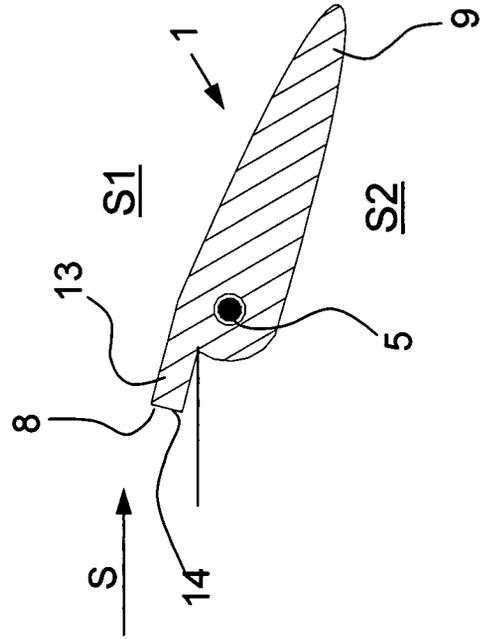


Fig. 3

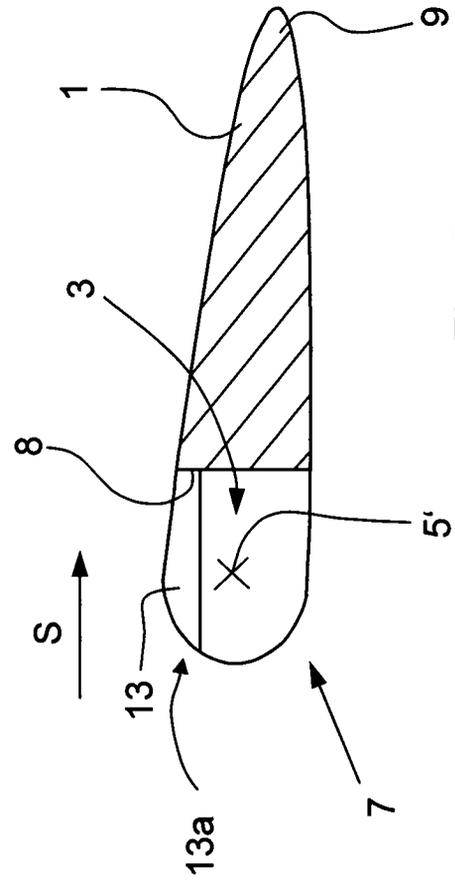
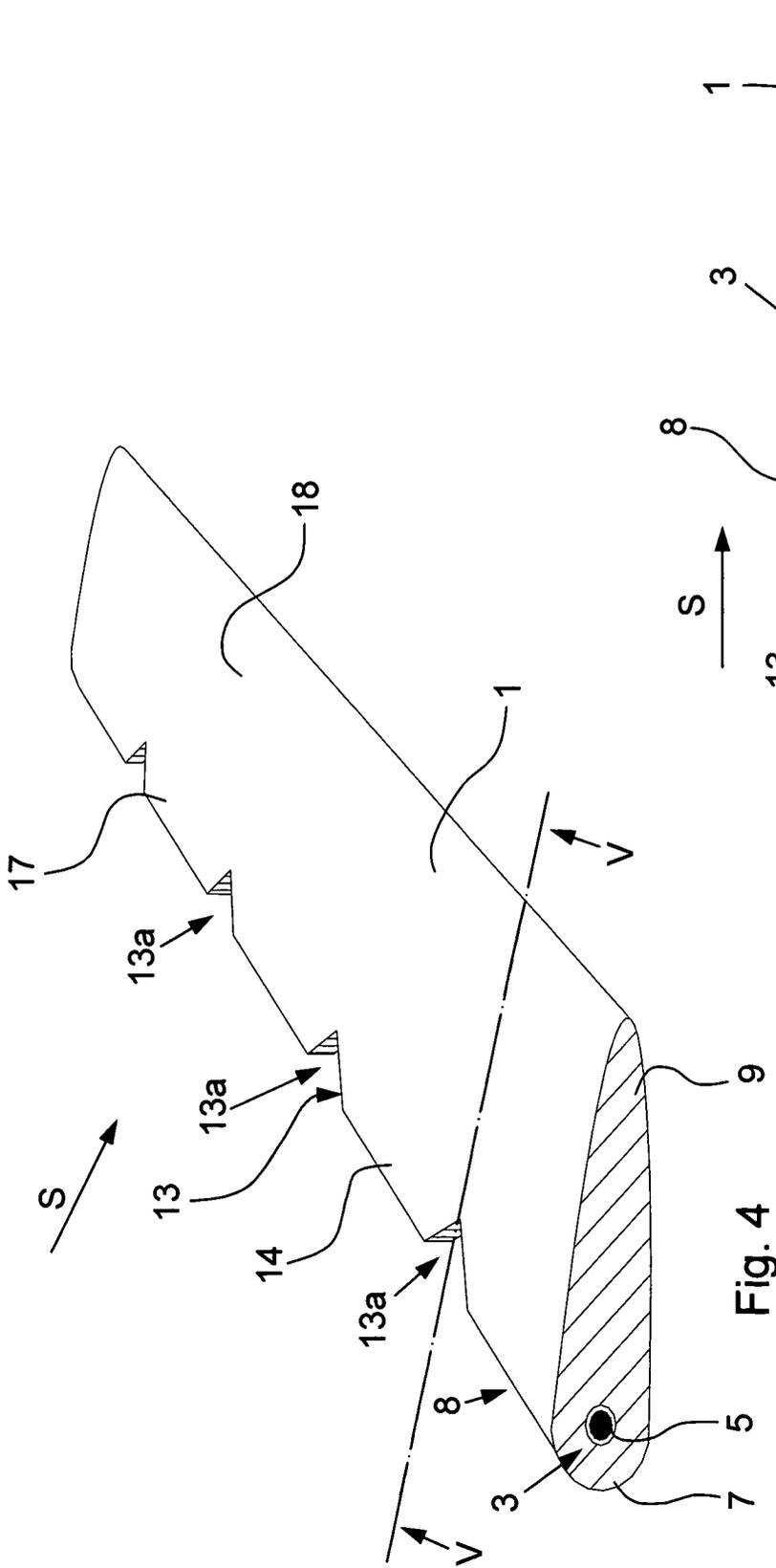
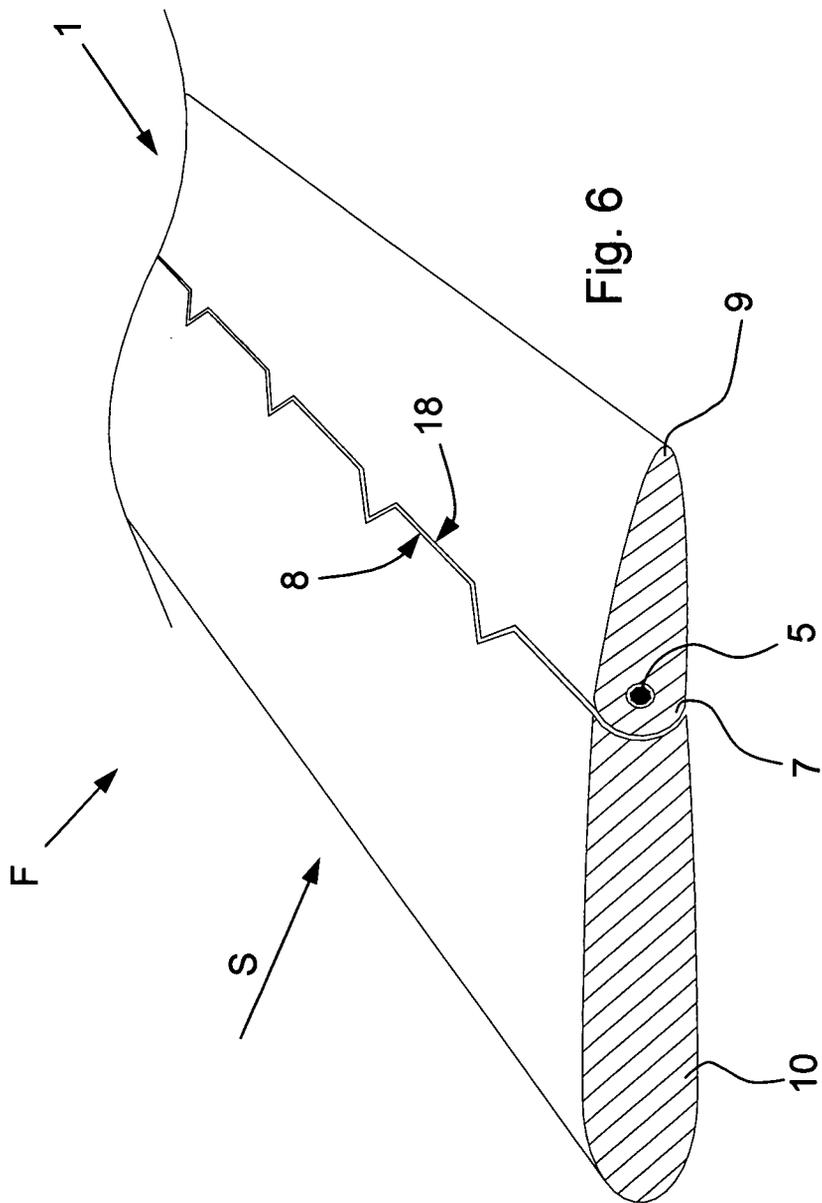


Fig. 4

Fig. 5



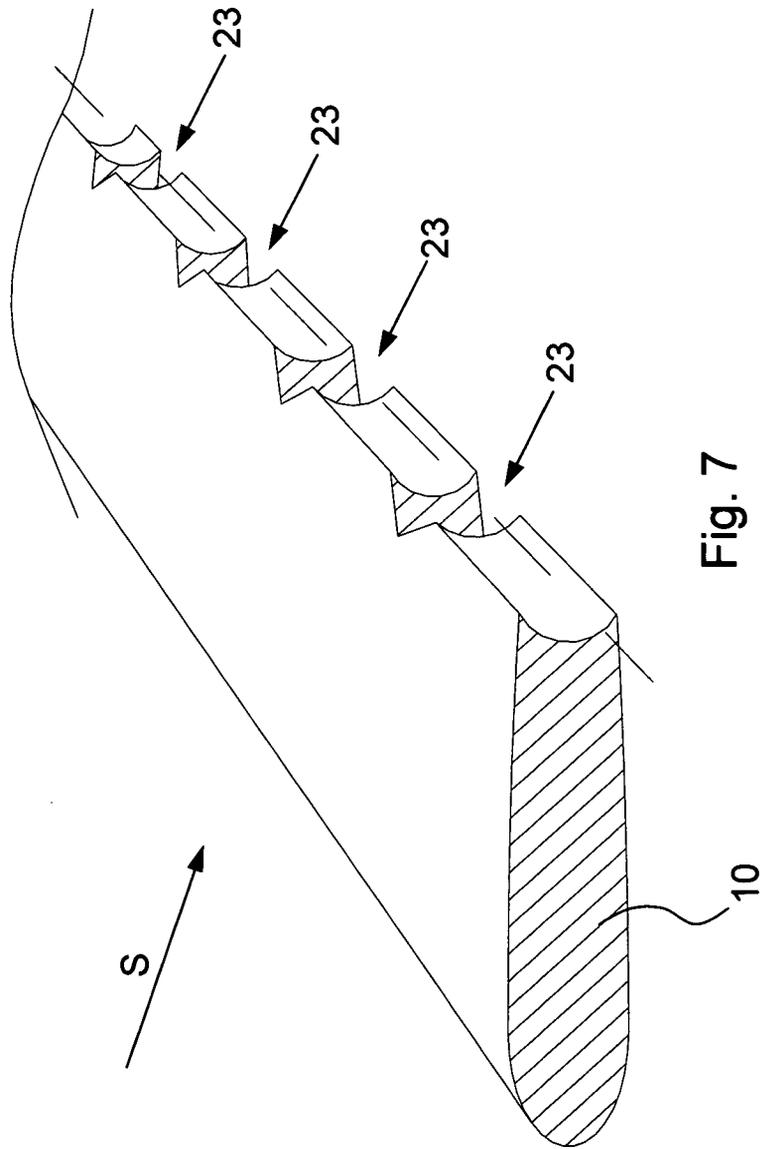


Fig. 7