

(19)



(11)

EP 2 388 436 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

23.11.2011 Patentblatt 2011/47

(51) Int Cl.:

F01D 5/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11165895.1**

(22) Anmeldetag: **12.05.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Bayer, Erwin**
85221, Dachau (DE)
- **Hiller, Sven**
85244, Röhrmoos (DE)

(30) Priorität: **21.05.2010 DE 102010021145**

(54) **Leitschaufel-Verstellereinrichtung für eine Strömungsmaschine**

(57) Die vorliegende Erfindung schafft eine Verstell-leitschaufel (6) für eine Turbomaschine (1), mit: einer Vorderkante (7) und einer relativ zu der Vorderkante (7)

um eine Schwenkachse (9) schwenkbaren Hinterkante (8), wobei die Schwenkachse (9) bezüglich der Vorderkante (7) schräg angeordnet ist.

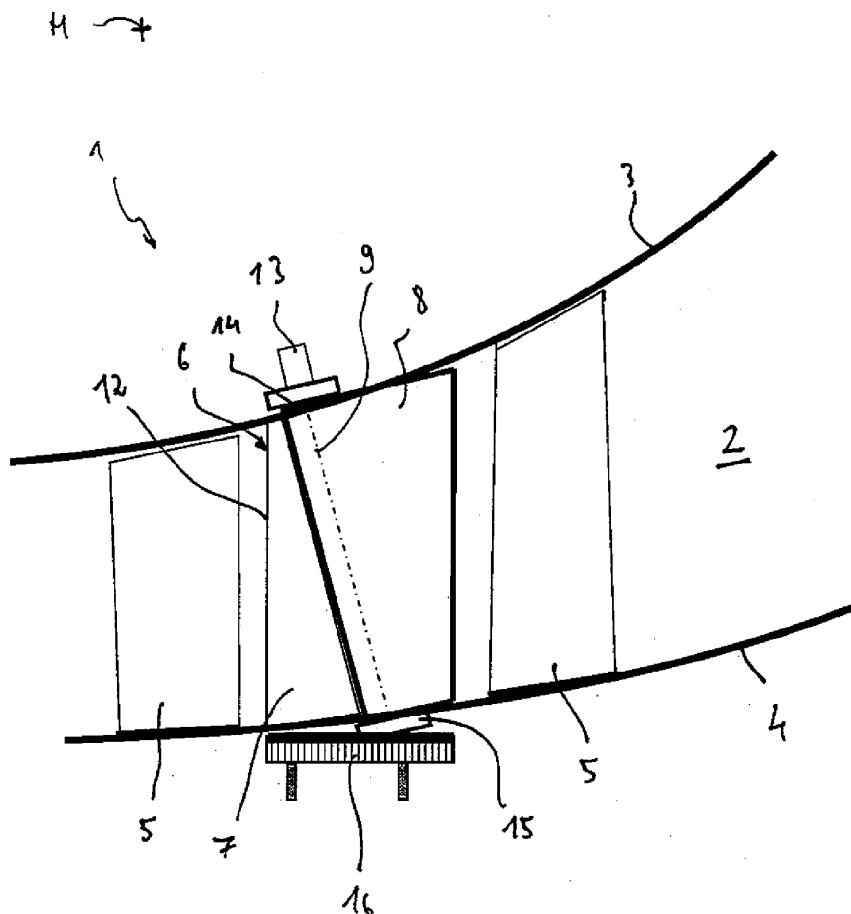


Fig. 1

EP 2 388 436 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegenden Erfindung bezieht sich auf eine Verstellleitschaufel sowie auf eine Turbomaschine.

[0002] Aus der DBP 1 041 739 ist eine Verstellleitschaufel gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt.

[0003] Die aus der DBP 1 041 739 bekannte Verstellleitschaufel ist dort in einen Ringraum eingebaut. Der Ringraum ist ohne jede wesentliche Konturierung ausgebildet, d.h. die den Ringraum begrenzenden Flächen liegen im Wesentlichen alle auf einer Kreislinie, deren Durchmesser die Mittelachse der Turbomaschine schneidet.

[0004] Unter gewissen Voraussetzungen ist es jedoch wünschenswert, eine Turbomaschine mit einem stark konturierten Ringraum vorzusehen. Für einen derartigen Einsatz ist die aus der DBP 1 041 739 bekannte Verstellleitschaufel nachteilig nicht geeignet.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Verstellleitschaufel und eine Turbomaschine bereitzustellen, welche die vorstehenden Nachteile vermeiden.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Verstellleitschaufel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Turbomaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst.

[0007] Demgemäß wird eine Verstellleitschaufel für eine Turbomaschine bereitgestellt, welche eine Vorderkante und eine relativ zu der Vorderkante um eine Schwenkachse schwenkbare Hinterkante aufweist, wobei die Schwenkachse bezüglich der Vorderkante schräg angeordnet ist.

[0008] Ferner wird eine Turbomaschine bereitgestellt, welche die erfindungsgemäße Verstellleitschaufel aufweist.

[0009] Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, dass mittels der schräg angeordneten Schwenkachse die Verstellleitschaufel für eine Anwendung auch in stark konturierten Ringräumen geeignet ist, da sich eine entsprechende Hüllfläche bei einer Bewegung der Hinterkante ergibt.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Vorzugsweise weisen die Vorderkante und/oder die Hinterkante einen sich verjüngenden Querschnitt auf. Die Querschnitte der Vorder- und Hinterkante können sich so derart ergänzen, dass diese senkrecht zur Druckseite gesehen in etwa ein Rechteck oder ein Parallelogramm ausbilden. Die Schwenkachse liegt vorzugsweise in der Ebene, in welcher sich die Vorderkante im Wesentlichen erstreckt.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel ist wenigstens ein Dichtmittel in einem Spalt zwischen der Vorderkante und der Hinterkante angeordnet. Dies ist in aerodynamischer Hinsicht vorteilhaft.

[0013] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung

ist das wenigstens eine Dichtmittel als ein Gewebe ausgebildet. Derartige Gewebe sind vorteilhaft einerseits flexibel und andererseits vergleichsweise widerstandsfähig.

[0014] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel ist das Gewebe metallisiert. Dadurch kann die Widerstandsfähigkeit des Gewebes noch weiter erhöht werden, d.h. ein Verschleiß des Gewebes kann somit reduziert werden.

[0015] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel umschlingt das wenigstens eine Dichtmittel die Vorderkante. Dadurch ergibt sich ein einfacher Aufbau.

[0016] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel ist das wenigstens eine Dichtmittel mit der Hinterkante insbesondere mittels Klemmens fest verbunden. Dadurch kann eine sichere Abdichtung des Spalts zwischen der Vorderkante und der Hinterkante erzielt werden.

[0017] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel ist das wenigstens eine Dichtmittel an der Vorderkante angebracht und liegt dichtend gegen die Hinterkante an. Somit wird eine Gleitdichtung zwischen Vorderkante und Hinterkante bereitgestellt.

[0018] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel weist die Hinterkante einen insbesondere metallischen Zapfen auf, welcher die Schwenkachse ausbildet. Dadurch kann die Hinterkante einfach zum Ausführen ihrer Schwenkbewegung betätigt werden.

[0019] Gemäß einer weiter bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Verstellleitschaufel weist die Hinterkante ein keramisches Hemd auf, welches den Zapfen umschließt. Damit erübrigt sich vorteilhaft eine Kühlung der Hinterkante.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

[0021] Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Turbomaschine gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2A eine Verstellleitschaufel gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2B die Verstellleitschaufel aus Fig. 2a in einer veränderten Stellung; und

Fig. 3 schematisch einen Schnitt durch eine Verstellleitschaufel gemäß einem noch weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0022] In den Figuren bezeichnen die gleichen Be-

zugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

[0023] Fig. 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt aus einer Turbomaschine 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0024] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Turbomaschine 1 um eine Niederdruckturbine.

[0025] Die Turbomaschine 1 weist einen Ringraum 2 auf, welcher von Begrenzungsflächen 3 und 4 begrenzt wird. Die dreidimensionale Konturierung des Ringraums 2 ist der besseren Übersichtlichkeit halber in Fig. 1 nicht dargestellt.

[0026] In dem Ringraum 2 sind mehrere Laufschaufeln 5 sowie mehrere Verstellleitschaufeln 6 angeordnet, wobei der besseren Übersichtlichkeit halber lediglich eine Verstellleitschaufel 6 dargestellt ist.

[0027] Die Verstellleitschaufel 6 weist eine bezüglich des Ringraums 2 fest stehende Vorderkante 7 auf. Die Verstellleitschaufel 6 umfasst ferner eine Hinterkante 8, welche relativ zu der Vorderkante 7 um eine Schwenkachse 9 schwenkbar vorgesehen ist. Die Schwenkachse 9 ist bezüglich der Vorderkante 7 schräg angeordnet. "Schräg" bezieht sich hierbei auf das vordere Ende 12 der Vorderkante 7. Die Schwenkachse 9 liegt dabei in der Ebene, in welcher sich die Vorderkante im Wesentlichen erstreckt.

[0028] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Vorderkante 7 einen sich bezogen auf die Mittelachse M der Turbomaschine 1 radial verjüngenden Querschnitt auf. Ferner weist die Hinterkante 8 einen sich korrespondierend zu dem Querschnitt der Vorderkante 7 bezogen auf die Mittelachse M radial erweiternden Querschnitt auf, sodass sich die Vorder- und Hinterkante 7, 8 - bei nicht-verschwenkter Hinterkante 8 - in etwa zu einem Parallelogramm, siehe Fig. 1, ergänzen.

[0029] Für das Verschwenken der Hinterkante 8 ist diese mit einem Verstellzapfen 13 bezogen auf die Mittelachse M radial innenseitig verbunden. Ferner sind Lager 14 und 15 zum Führen der Schwenkbewegung radial innenseitig bzw. radial außenseitig vorgesehen. Weiterhin ist ein Dichtsystem 16, beispielsweise in Form eines Segments eines Dichtbandes, in Fig. 1 dargestellt. Das Dichtsystem 16 dichtet radial außenseitig gegen die Vorderkante 7 und die Hinterkante 8 der Verstellleitschaufel 6 ab. Die Vorderkante 7 kann auch einstückig mit einem entsprechenden Deckband, welches einen Teil des Dichtsystem 16 bildet, vorgesehen sein.

[0030] Fig. 2A zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Verstellleitschaufel gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und Fig. 2B zeigt die Verstellleitschaufel 6 aus Fig. 2A in einer veränderten Stellung.

[0031] Die in Fig. 1 gezeigte Verstellleitschaufel 6 kann sich beispielsweise im Querschnitt darstellen, wie in den Fig. 2A und 2B gezeigt, und auch die nachfolgend erklärte Funktionsweise aufweisen.

[0032] Zwischen der Vorderkante 7 und der Hinterkan-

te 8 der Verstellleitschaufel 6 ist ein Dichtmittel 21 angeordnet, welches einen Spalt 20 zwischen der Vorderkante 7 und der Hinterkante 8 abdichtet. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Dichtmittel 21 als ein Dichtmittelstreifen 25 ausgebildet, welcher Abschnitte 22 und 23 aufweist, die sich jeweils von der Vorderkante 7 zu der Hinterkante 8 erstrecken. Die Abschnitte 22 und 23 sind mittels Klemmens fest mit der Hinterkante 8 verbunden. Ferner weist der Dichtmittelstreifen 25 einen die Abschnitte 22 und 23 verbindenden Abschnitt 24 auf, welcher die Vorderkante 7 umschlingt. Bevorzugt ist das Dichtmittel 21 aus einem metallisierten Gewebe ausgebildet.

[0033] Ferner ist den Fig. 2A und 2B die im Zusammenhang mit Fig. 1 erläuterte Schwenkbewegung der Hinterkante 8 bezüglich der Vorderkante 7 um die Schwenkachse 9 zu entnehmen.

[0034] Fig. 3 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Verstellleitschaufel 6 gemäß einem noch weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0035] Beispielsweise könnte die in Fig. 1 gezeigte Verstellleitschaufel 6 die in Fig. 3 dargestellte und nachfolgend beschriebene Konstruktion aufweisen.

[0036] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 wird der Spalt 20 zwischen der Vorderkante 7 und der Hinterkante 8 der Verstellleitschaufel 6 mit Dichtmitteln 21 in Form von zwei Dichtschnüren 31 abgedichtet. Die Dichtschnüre 31 sind an der Vorderkante 7 fest angebracht und gleiten gegen die Hinterkante 8, wenn diese um die Schwenkachse 9 verschwenkt. Die Dichtschnüre 31 können aus einem Gewebe, insbesondere einem metallisierten Gewebe, ausgebildet sein.

[0037] Die Vorderkante 7 kann ferner einen Kühlkanal 32 aufweisen, welcher sich im Wesentlichen in Längsrichtung der Vorderkante 7, also in Fig. 3 senkrecht zur Papierebene, erstreckt. Der Kühlkanal 32 wird durch eine U-förmige Ausnehmung 33 in der Vorderkante 7 einerseits und durch die Hinterkante 8 andererseits begrenzt. In dem Kühlkanal 32 wird ein geeignetes Kühlmittel, beispielsweise Kühlluft, zum Kühlen der Verstellleitschaufel 6, insbesondere zum Kühlen der Vorderkante 7, zugeführt. Von dem Kühlkanal 32 erstrecken sich beispielsweise mehrere Kühlkanäle 34 in der Querschnittsebene zu einer Außenseite 35 der Vorderkante 7. Die Vorderkante 7 kann ferner mit einer Wärmedämmschicht 36 beschichtet sein.

[0038] Die Hinterkante 8 weist einen metallischen Zapfen 37 auf, welcher beispielsweise mit dem Drehzapfen 13, siehe Fig. 1, gekoppelt oder einstückig mit diesem verbunden ist. Der Zapfen 37 bildet die Schwenkachse 9 aus.

[0039] Die Hinterkante 8 weist ferner ein Keramikhemd 38 auf, welches die Außenkontur der Hinterkante 8 bildet und den Zapfen 37 in sich aufnimmt. Die Hinterkante 8 kann ferner einen Hohlraum 39 aufweisen, welcher von dem Keramikhemd 38 umschlossen ist.

[0040] "Eine" oder "ein" schließt vorliegend keine Mehrzahl aus. Ferner sei darauf hingewiesen, dass

Merkmale oder Schritte, welche im Zusammenhang mit einem der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, auch in Kombination mit Merkmalen oder Schritten anderer oberhalb beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können.

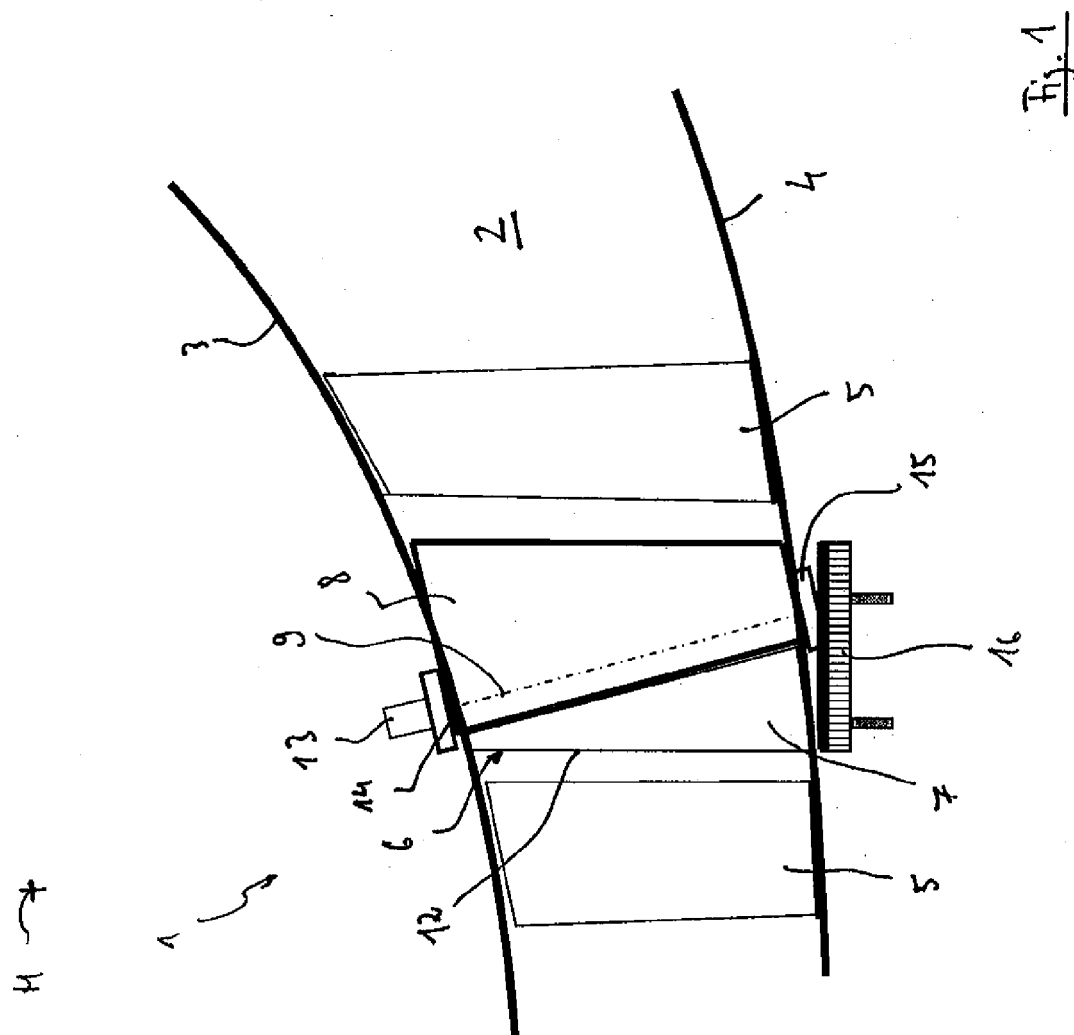
die Hinterkante (8) anliegt.

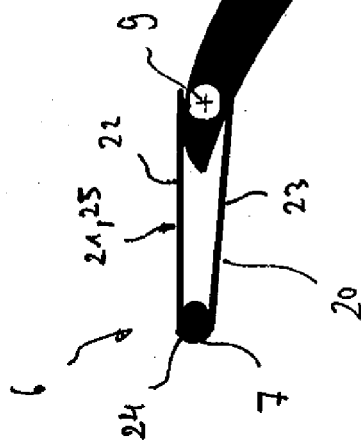
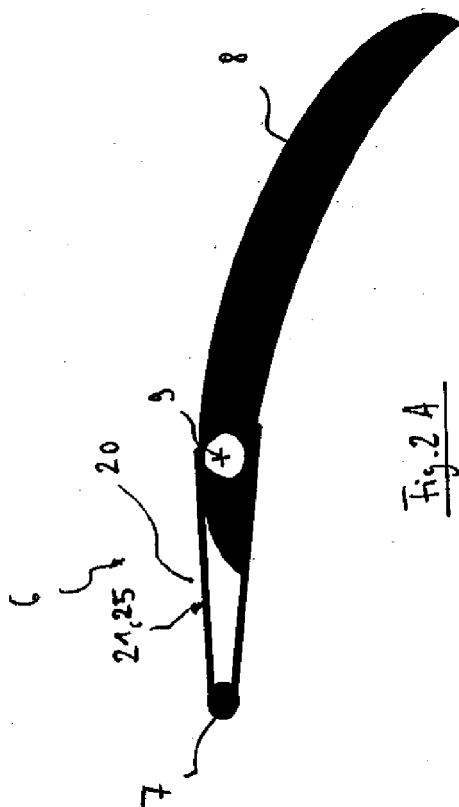
8. Turbomaschine (1) mit einer Verstellleitschaufel (6) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche.

Patentansprüche

1. Verstellleitschaufel (6) für eine Turbomaschine (1), mit:

einer Vorderkante (7); und
 einer relativ zu der Vorderkante (7) um eine Schwenkachse (9) schwenkbaren Hinterkante (8); wobei
 die Schwenkachse (9) bezüglich der Vorderkante (7) schräg angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hinterkante (8) einen insbesondere metallischen Zapfen (37) aufweist, welcher die Schwenkachse (9) ausbildet, und
 die Hinterkante (8) ein keramisches Hemd (38) aufweist, welches den Zapfen (37) umschließt.
2. Verstellleitschaufel nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Dichtmittel (25; 31) in einem Spalt (20) zwischen der Vorderkante (7) und der Hinterkante (8) angeordnet ist.
3. Verstellleitschaufel nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das wenigstens eine Dichtmittel (25; 31) als ein Gewebe ausgebildet ist.
4. Verstellleitschaufel nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gewebe (25; 31) metallisiert ist.
5. Verstellleitschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das wenigstens eine Dichtmittel (25) die Vorderkante (7) umschlingt.
6. Verstellleitschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das wenigstens eine Dichtmittel (25) mit der Hinterkante (8) insbesondere mittels Klemmens fest verbunden sind.
7. Verstellleitschaufel nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das wenigstens eine Dichtmittel (31) an der Vorderkante (7) angebracht ist und dichtend gegen





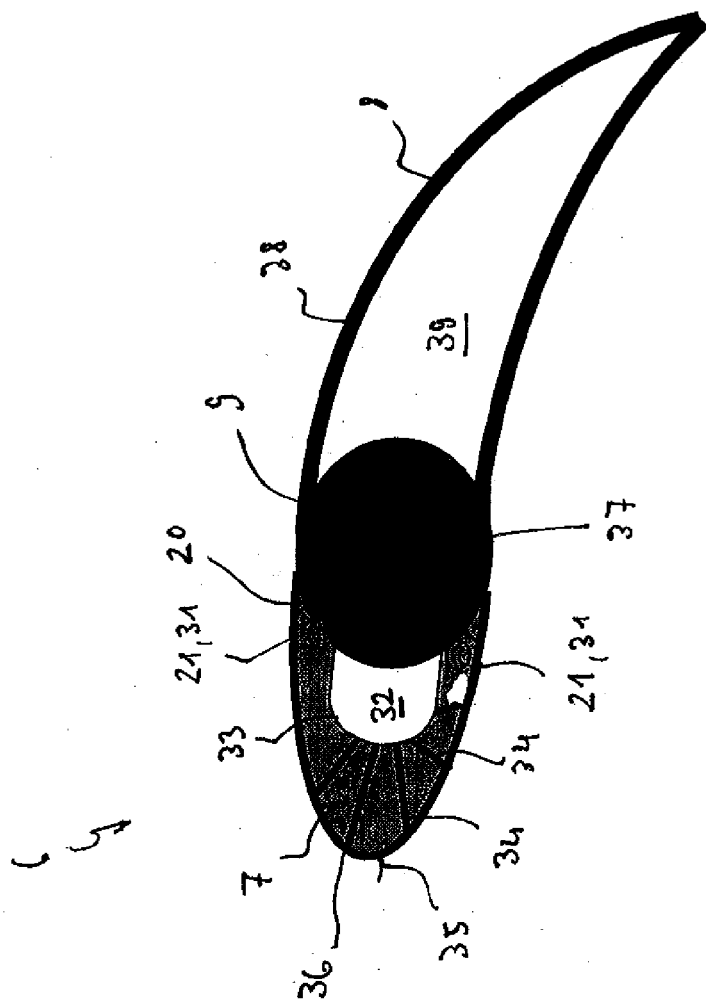


Fig. 3