

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 463 385 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91108569.4**

(51) Int. Cl.⁵: **F04D 29/32**

(22) Anmeldetag: **27.05.91**

(30) Priorität: **29.06.90 DE 4020742**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.01.92 Patentblatt 92/01

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co.**
Mauserstrasse 3
W-7000 Stuttgart 30(DE)

(72) Erfinder: **Hauser, Kurt, Dipl.-Ing.**
Zavelsteinstrasse 46
W-7000 Stuttgart 30(DE)

(74) Vertreter: **Wilhelm, Hans-Herbert, Dr.-Ing. et al**
Wilhelm & Dauster Patentanwälte
Hospitalstrasse 8
W-7000 Stuttgart 1(DE)

(54) **Lauftrad für einen Ventilator.**

(57) 2.1 Um eine möglichst große Lüfterleistung zu erreichen ist es wünschenswert, möglichst viele Laufschaufeln an einem Lauftrad, zum Beispiel eines Kühllüfters anzuordnen. Um bei einer solchen Anordnung eine Überdeckung benachbarter Schaufelfüße zu vermeiden, werden das der Abströmseite zugeordnete Ende der Schaufelfläche jeder Laufschaufel im Nabenbereich zur Schaufelmitte hin abgeknickt und benachbarte Lüfterschaufeln so angeordnet, daß sich das abgeknickte Ende einer Schaufel und die Anströmkante der benachbarten Schaufel in Axialrichtung gesehen nicht überdecken. Dies führt bei halbaxial wirkenden Lüftern von Kraftfahrzeugmotoren wegen des Totwassergebietes hinter den Laufschaufeln zu Leistungseinbußen.

2.2 Es wird vorgeschlagen, das abgeknickte Ende der Schaufelflächen radial nur so lang auszubilden, daß es dem Totwasserbereich entspricht. Dieser gesamte Totwasserbereich kann auch durch die Anordnung einer an der Grenzfläche zwischen Totwasser und Schaufelströmung verlaufenden Wand abgetrennt werden, so daß keine Störungen der Abströmung zu erwarten sind.

2.3 Verwendung für einteilig aus Kunststoff hergestellte Laufträder für Kühllüfter von Kraftfahrzeugen.

EP 0 463 385 A2

Die Erfindung betrifft ein Laufrad für einen Ventilator, insbesondere für einen halbaxial durchströmten Kühllüfter eines Kraftfahrzeugmotors mit einer mit Schaufeln versehenen Nabe nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Laufräder für Kühllüfter von Kraftfahrzeugmotoren sind bekannt (DE-PS 33 04 297). Sie bestehen aus mehreren, etwa radial zur Nabenachse auf deren Umfang angeordneten, in der Regel gekrümmten Schaufeln. Die Schaufeln sind dabei in Umfangsrichtung gegeneinander so auf Abstand gesetzt, daß sich ihre aus Gründen der Festigkeit in Umfangsrichtung relativ breit ausgebildeten Schaufelfüße nicht gegenseitig überlappen. Die Anzahl der Lüfterschaukeln ist dadurch beschränkt. Eine im Hinblick auf eine höhere Lüfterleistung gewählte Bauart mit mehr Schaufeln bringt bei der Herstellung den Nachteil mit sich, daß solche Laufäder, wenn sie aus Kunststoff einstückig hergestellt werden sollen, nur relativ aufwendig und unter Zuhilfenahme von Werkzeugen mit radialen Schiebern entformt werden können, weil die Anströmkannte einer Schaufel in Axialrichtung gesehen die Abströmkannte der benachbarten Schaufel überdeckt.

Bekannt sind auch Laufäder der eingangs erwähnten Art (US-PS 4 142 844 bzw. japanische Offenlegungsschrift 125 535/78), die sich gegenseitig am Fuß nicht überlappen, so daß möglichst viele Schaufeln angeordnet werden können. Bei diesen Laufädern kann der Wirkungsgrad des Lüfters durch die Schaufelgestaltung nachteilig beeinflusst sein. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Laufrad der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß der Wirkungsgrad und die Lüfterleistung trotz der Anordnung von möglichst vielen Schaufeln möglichst hoch bleiben.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden die Merkmale des Patentanspruches 1 vorgeschlagen. Insbesondere die Kühllüfter für Kraftfahrzeugmotoren wirken halbaxial, und es entsteht an der zylindrischen Nabe ein Totwasserbereich, der sich zur Hinterkannte der Schaufeln hin erweitert und in dem ohnehin die Schaufelwirkung nur minimal ist. Da erfindungsgemäß das Schaufelende nur in diesen Bereich verjüngt wird und zur Schaufelmitte hin verläuft, werden durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung im Hinblick auf die Lüfterleistung und den Wirkungsgrad keine nennenswerten Nachteile eingehandelt.

Nach dem Anspruch 2 kann das mit der Abströmkannte versehene Ende der Schaufeln im Nabenbereich aus der Schaufelfläche heraus in Axialrichtung abgebogen werden, so daß die gestreckte Länge der an der Nabe befestigten Schaufel zumindest gleich groß bleibt und die Stabilität am Schaufelfuß beibehalten oder sogar erhöht werden kann, ohne daß der Vorteil des axialen Entformens

entfällt.

Nach Anspruch 3 ist es vorteilhaft, in diesem Totwasserbereich zusätzlich mindestens eine Verstärkungsrippe am Schaufelfuß angreifen zu lassen, die ebenfalls die Strömung nicht beeinflusst und dann, wenn sie nach Anspruch 4 axial angeordnet wird, auch weiterhin ein axiales Entformen des Schaufelrades ermöglicht. Nach Anspruch 5 kann eine etwa an der Grenze des Totwasserbereiches verlaufende, von der Nabenvorderkannte nach hinten schräg ansteigende Wand vorgesehen sein. Diese Ausgestaltung ergibt ebenfalls eine Verstärkung des Schaufelfußes, ohne daß der Vorteil einer axialen Ausformung beeinflusst wird. Sie ermöglicht aber auch eine Strömungsberuhigung auf der Abströmseite, die zu einer Leistungsverbesserung und zu einer Geräuschminderung beiträgt. Auch diese Wand sollte zu diesem Zweck axial verlaufen. Nach Anspruch 6 kann die Wand die Verstärkungsrippe und das Schaufelende überdecken und ggf. auch noch mit weiteren axialen Verstärkungsrippen verbunden sein.

Nach den Ansprüchen 8 bis 12 ist es bei einer Variante einer Ausführungsform auch möglich, die Wand nur über einen Teil der Schaufellänge in Umfangsrichtung verlaufen zu lassen und ihrer Vorderkannte eine Spoilerrippe vorzulagern, die an der Nabe angebracht ist. Es hat sich gezeigt, daß damit die Abströmverhältnisse trotz einfacher Ausgestaltung verbessert werden können. Das gesamte Totwassergebiet kann so in seiner schädlichen Auswirkung vermieden werden. Dabei sind auch - s. Anspruch 10 bis 12 - Varianten möglich, die auch eine Schaufelfußverstärkung über die gesamte Schaufellänge ergeben.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen dargestellt und wird im folgenden erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Teilansicht eines erfindungsgemäßen Laufrades in der Axialrichtung,
- Fig. 2 die Teilansicht des Laufrades der Fig. 1 in Richtung des Pfeiles II,
- Fig. 3 den Schnitt längs der Zylinderfläche III-III der Fig. 1,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Strömungsverlaufes im Bereich der Nabe des Laufrades,
- Fig. 5 eine Radialansicht einer Schaufel eines Laufrades in einer abgewandelten Ausführungsform,
- Fig. 6 die Ansicht des Schaufelfußes der Schaufel der Fig. 5 in Axialrichtung gemäß dem Pfeil VI gesehen,
- Fig. 7 die Ansicht des Schaufelfußes einer Schaufel ähnlich Fig. 6, jedoch in einer Ausführungsvariante,
- Fig. 8 die Draufsicht auf die Schaufel der

- Fig. 7 in Radialrichtung des Laufrades,
 eine Ansicht des Schaufelfußes ähnlich Fig. 7, jedoch einer weiteren Ausführungsform,
 die Radialansicht der Schaufel nach Fig. 9,
 den Schnitt durch den Schaufelfuß längs der Linie XI-XI der Fig. 10,
 eine Radialansicht ähnlich Fig. 10, jedoch bei einer anderen Ausführungsform einer Schaufel und
 die Ansicht des Schaufelfußes der Schaufel der Fig. 12 in Axialrichtung gesehen.

In den Fig. 1 bis 3 ist ein Laufrad für den Kühllüfter eines Kraftfahrzeugmotors schematisch und teilweise gezeigt, das aus einer zylindrischen Nabe (1) und aus mehreren am Umfang dieser Nabe angeordneten Lüfterschaukeln besteht, von denen nur zwei, die Lüfterschaukel (2) und die Lüfterschaukel (3), gezeigt sind. Diese Lüfterschaukeln besitzen, wie Fig. 1 zeigt, im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Vorder- und Hinterkanten (4, 4' bzw. 5, 5'), damit ihre wirksame Schaufelfläche und der an der Nabe befestigte Schaufelfuß möglichst groß sind. Wie Fig. 1 und 2 erkennen lassen, würde sich daher die Anströmkannte (4') der Lüfterschaukel (3) und die Abströmkannte (5) der Lüfterschaukel (2) im Bereich des Nabenumfanges im schraffiert angedeuteten Bereich (a) in der Axialrichtung gesehen überlappen. Sollen daher solche Laufräder aus Kunststoff einstückig hergestellt werden, ist das nur mit Werkzeugen möglich, die radiale Schieber besitzen, damit das Laufrad in diesem Überlappungsbereich (a) entformt werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Laufrad gemäß den Fig. 1 bis 3 ist vorgesehen, daß das der Abströmseite zugeordnete Ende (5a) der Schaufelfläche (6) im Bereich des Umfanges der Nabe (1) zu der strichpunktiert angedeuteten Schaufelmitte (7) hin abgeknickt ist. Die Abströmkannte endet daher an der auf dem Nabenumfang mit (15) bezeichneten Stelle. Der Überlappungsbereich (a) entfällt, und es wird in einfacher Weise möglich, ein solches Laufrad ausschließlich axial zu entformen. Die Herstellungswerkzeuge werden dadurch wesentlich einfacher und der Entformungsvorgang auch.

Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Abknicken des der Abströmseite zugeordneten Endes der Schaufelfläche (6 bzw. 6') dadurch erreicht worden, daß das mit der Abströmkannte (5) versehene Ende der Schaufeln (2 bzw. 3) aus der Schaufelfläche (6, 6') heraus im Nabenumfang in Axialrichtung abgebogen ist, so daß es, wie Fig. 3 zeigt, nicht zu einer axialen Überdeckung der Anströmkannte (4') der Laufschaufel (3) und der Abström-

kannte (5) der Laufschaufel (2) im Bereich des Nabenumfanges kommt. Natürlich wäre es möglich, aus der Schaufelfläche (6) im Nabenumfang einen Abschnitt herauszutrennen, der etwa dem Überlappungsbereich (a) entspricht, so daß auch dann die axiale Überdeckung vermieden ist. Ein solches Abtrennen aber führt, wie Fig. 1 ohne weiteres deutlich macht, zu einer Schwächung des Schaufelfußes, was durch das axiale Abknicken der Abströmkannte (5) gemäß Fig. 3 weitgehend vermieden werden kann. Die (gestreckte) Gesamtlänge des Schaufelfußes bleibt gegenüber herkömmlichen Bauarten zumindest gleich.

Die Fig. 4 zeigt schematisch, daß Laufräder der geschilderten Gattung, die in der Regel hinter dem Motorkühler und vor dem Motorblock angeordnet sind, eine Halbaxialströmung erzeugen, deren Grenzfläche (9) etwa kegelartig verläuft. An der zylindrischen Nabe (1) ergibt sich aufgrund der Nabenablösung ein sich von der Anströmseite her nach hinten verbreitender Totwasserbereich (8). Der in Axialrichtung gesehen zur Schaufelmitte hin gerichtete Verlauf des Endes (5a) der Abströmkannte (5) der Laufschaufeln (2 bzw. 3) wird nun so bemessen, daß er die Grenzfläche (9) des Totwasserbereiches (8) nicht überschreitet. Ist dies der Fall, dann bewirkt das Abknicken der Abströmkannte (5) auch keine nennenswerte Verschlechterung des Lüfterwirkungsgrades oder der Lüfterleistung. Es wird auch möglich, wie dies in der Fig. 4 schematisch angedeutet ist, in diesem Totwasserbereich (8) und am Schaufelfuß noch zusätzliche Verstärkungsrippen (10) anzuordnen, ohne daß die Strömungsverhältnisse nennenswert beeinflusst werden.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Ausführungsform, bei der die Abströmkannte (5) der Laufschaufel (2') in ähnlicher Weise im Bereich der Nabe (1) in Axialrichtung gesehen zur Schaufelmitte hin verläuft, wie das schon anhand der Fig. 1 bis 3 erläutert worden ist. Die Ausgestaltung nach den Fig. 5 und 6 sieht allerdings kein axiales Abbiegen der Abströmkannte (5) der Schaufel (2') vor, sondern trennt aus der Schaufelfläche (6'), wie vorher erwähnt, lediglich den Bereich des Schaufelfußes ab, der sonst zu einer axialen Überlappung mit der benachbarten Laufschaufel (3') geführt hätte. Um in diesem Fall die Schwächung des Schaufelfußes auszugleichen, sind mehrere axial verlaufende Verstärkungsrippen (11, 12 und 13) vorgesehen, die untereinander durch eine Wand (14) verbunden sind, die etwa von der Schaufelmitte (7) aus in den Abströmbereich herein und ebenfalls axial gerichtet verläuft und dabei die Grenzfläche (9) des Totwassers (8) nicht überschreitet. Diese Ausgestaltung ergibt einen äußerst stabilen Schaufelfuß. Sie erlaubt dennoch in einfacher Weise das axiale Entformen, was auch aus Fig. 6 sehr deutlich wird, und sie beeinflusst nicht die Lüfterleistung. Die Verstär-

kungsrippe (13) könnte natürlich auch mit einem abgelenkten Ende der Schaufel zusammenfallen, wie es in der Fig. 3 gezeigt ist.

Die Abströmkannte (5) endet - wie bei der anderen Ausführung nach Fig. 1 bis 3 - bei dieser Ausführungsform an der Stelle (15) am Umfang der Nabe (1'). Das Ende (5a) der Abströmkannte (5) beginnt dabei etwa an der Stelle (16), wo die zunächst noch etwa zur Anströmkannte (4) parallele Abströmkannte (5) zur Laufradmitte (7) hin in den zur Schaufelmitte hin verlaufenden Teil (5a) übergeht. Dies entspricht der Ausführungsform nach den Fig. 1 bis 3.

Wie in der Fig. 5 angedeutet ist, könnte auch vorgesehen werden, auf der von der Wand (14) und den Rippen (11 bis 13) abgewandten und der Anströmrichtung (19) zugewandten Saugseite Verstärkungsrippen (17, 18) vorzusehen, die ähnlich wie die Rippen (11 bis 13) auf der Druckseite, durch eine gemeinsame Wand (20) abgedeckt sein können. Diese Schaufelfußverstärkung kann zusätzlich oder anstelle der Verstärkung durch die Rippen (11 bis 13) vorgesehen sein.

Die Ausführungsform der Fig. 7 weicht dadurch von jener der Fig. 6 ab, daß die Wand (14'), die wiederum etwa an der Grenzfläche (9) des Totwassers (8) (s. Fig. 1 und 4) verläuft, nur durch zwei Verstärkungsrippen (12', 13') und durch ihr vorderes Ende (14a') mit dem Umfang der Nabe (1) verbunden ist. Sie weicht vor allen Dingen aber darin ab, daß der Vorderkannte (14a') der Wand (14') in der Drehrichtung der Schaufel (2'') eine Spoilerrippe (21) vorgelagert ist, welche dafür sorgt, daß die von der Schaufelvorderkannte (4) kommende Anströmung nicht erst auf die Vorderkannte (14a') der Wand (14') auftrifft, sondern bereits vorher von der Nabenoberfläche abgehoben wird. Diese Ausführungsform wirkt damit nahezu ebenso wie eine durchgehende keilförmige Sockelausbildung am Schaufelfuß, wie sie in den Fig. 9 bis 11 gezeigt ist. Bei der Ausführungsform der Fig. 7 und 8, die eine einteilige Herstellung aus Kunststoff ebenso erlaubt wie die vorher beschriebenen Ausführungsbeispiele, wird aber weniger Material gebraucht. Ein so ausgebildetes Laufrad kann daher verhältnismäßig leicht ausgebildet sein. Es ist auch möglich, der Vorderkannte (14a') der Wand (14') nicht nur eine Spoilerrippe (21) vorzuschalten, sondern beispielsweise auch noch weitere Spoilerrippen, wie sie gestrichelt angedeutet und mit (21') bezeichnet sind. Auch solche Spoilerrippen lassen sich einteilig an die Nabe (1) anformen.

In den Fig. 9 bis 11 ist, wie bereits angedeutet, eine Variante gezeigt, bei der die Wand (14'') die Oberfläche eines jeweils von der Schaufelrückwand (2a) ausgehenden und bis zur hinteren Stirnseite (1b) und zum Teil noch darüber hinausragenden Keiles (22) ist, dessen - abgerundete - Spitze (22a)

axial und damit senkrecht zu den Stirnseiten der Nabe (1) verläuft und mit der Anströmkannte (4) der Schaufel (2'') fluchtet. Der Keil (22) endet an der Nabenoberfläche an der Stelle (15'), an der die Hinterkannte (5) der Schaufel (2'') in die Nabenoberfläche einmündet und er beginnt - da wo die Wand (14'') endet - an der Stelle (16'), an der der Knick zwischen der Hinterkannte (5) der Schaufel (2'') und der Verbindungslinie zur Stelle (15') liegt. Diese Stelle (16') stellt auch die hintere Grenze des Totwasserbereiches dar, wie anhand der Fig. 1 bereits erläutert worden ist. Im Schnitt nach Fig. 11 geht daher die Nabe (1) in den Keil (22) über.

Die Fig. 12 und 13 zeigen eine Variante ähnlich jener der Fig. 7 und 8. Unterschiedlich ist hier, daß die Spoilerrippe (21') durch einen Steg (23) mit der Wand (14'') verbunden ist, der im Bereich der Schaufelrückwand (2a) verläuft und mit seiner freien Außenkannte (23a) parallel zur Schaufelrückwand (2a) verläuft. Dieser Steg (23) stellt im Bereich der Schaufelrückwand (2a) eine die äußerste Kontur der Spoilerrippe (21') mit der Kontur der Wand (14'') verbindende Teilwand dar, die zum einen für eine Verstärkung des Schaufelfußes sorgt und zum anderen in der Schaufelnähe auch für eine Strömungsführung sorgt. Damit kann eine Strömung erreicht werden, die weitgehend jener der Ausführungsform der Fig. 9 bis 11 gleicht, ohne daß jedoch eine Materialanhäufung im Schaufelfuß notwendig wird. Die Ausführungsform der Fig. 12 und 13 stellt daher auch eine Variante dar, die eine besonders leichte Herstellung erlaubt. Zu diesem Zweck müssen alle von der Schaufelrückseite (2a) abstehenden Wandteile, also die Spoilerrippe (21'), der Steg (23), die Wand (14'') sowie die Verbindungsstege (12', 13') und ein auch im Bereich des Steges (23) vorgesehener Verbindungssteg (24) axial verlaufen, so daß eine Entformung eines einstückig hergestellten Laufrades bestehend aus Nabe und Schaufeln ohne weiteres möglich ist.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung bringt natürlich nicht nur Vorteile bei Lüfterschaukeln der in den Ausführungsbeispielen gezeigten Art. Sie kann auch bei sichelartig von einer Nabe aus nach außen verlaufenden Schaufeln vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Laufrad für einen Ventilator, insbesondere für einen halbaxial durchströmten Kühllüfter eines Kraftfahrzeugmotors mit einer mit Schaufeln (2, 3, 2', 3') versehenen Nabe (1) und mit der Abströmseite zugeordneten Enden (5a) der Schaufelflächen (6, 6'), die im Nabenbereich in Axialrichtung gesehen zur Schaufelmitte (7) hin verlaufen, wobei benachbarte Lüfterschaukeln (2, 3, 2', 3') so angeordnet sind, daß sich das Ende (5a) einer Schaufel (2) und die Anström-

kante (4') der benachbarten Schaufel (3) in Axialrichtung gesehen nicht überdecken, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Länge des zur Schaufelmitte hin verlaufenden Endes (5a) der Abströmkante (5) dem Totwasserbereich (8) der Nabenabströmung etwa entspricht.

2. Laufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mit der Abströmkante (5) versehene Ende (5a) der Schaufeln (2, 3) im Nabenbereich aus der Schaufelfläche (6) heraus in Axialrichtung umgebogen ist. 10
3. Laufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Totwasserbereich (8) zusätzlich mindestens eine Verstärkungsrippe (10, 11, 12, 13, 17, 18) am Schaufelfuß angreift. 15
4. Laufrad nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsrippen (11, 12, 13, 17, 18) axial verlaufen. 20
5. Laufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine in Umfangsrichtung etwa an der Grenzfläche (9) des Totwasserbereiches (8) verlaufende Wand (14, 20) vorgesehen ist, die mit ihrem in Drehrichtung des Laufrades vorne liegenden Ende an der Nabe angrenzt. 25
30
6. Laufrad nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wand (14, 20) die Verstärkungsrippen (11, 12, 13, 17, 18) untereinander verbindet. 35
7. Laufrad nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ober- und Unterseite der Wand (14, 20) in Axialrichtung verlaufen.
8. Laufrad nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wand (14, 20) nur über einen Teil der Schaufellänge in Umfangsrichtung verläuft und daß ihrer Vorderkante eine Spoilerrippe (21) vorgelagert ist. 40
45
9. Laufrad nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spoilerrippe (21) am Nabenumfang sitzt und sich von der Schaufelrückwand (2a) etwa axial verlaufend bis zur Nabenhinterkante (1b) erstreckt. 50
10. Laufrad nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spoilerrippe (21) im Bereich der Schaufelvorderkante (4) angeordnet ist. 55
11. Laufrad nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Spoilerrippe (21') im Bereich

der Schaufelrückwand (2a) in einen an dieser angebrachten Steg (23) übergeht, der sich bis zu der Wand (14, 20) erstreckt.

- 5 12. Laufrad nach den Ansprüchen 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Steg (23) mit seiner freien Außenkante (23a) parallel zur Schaufelrückwand (2a) verläuft.

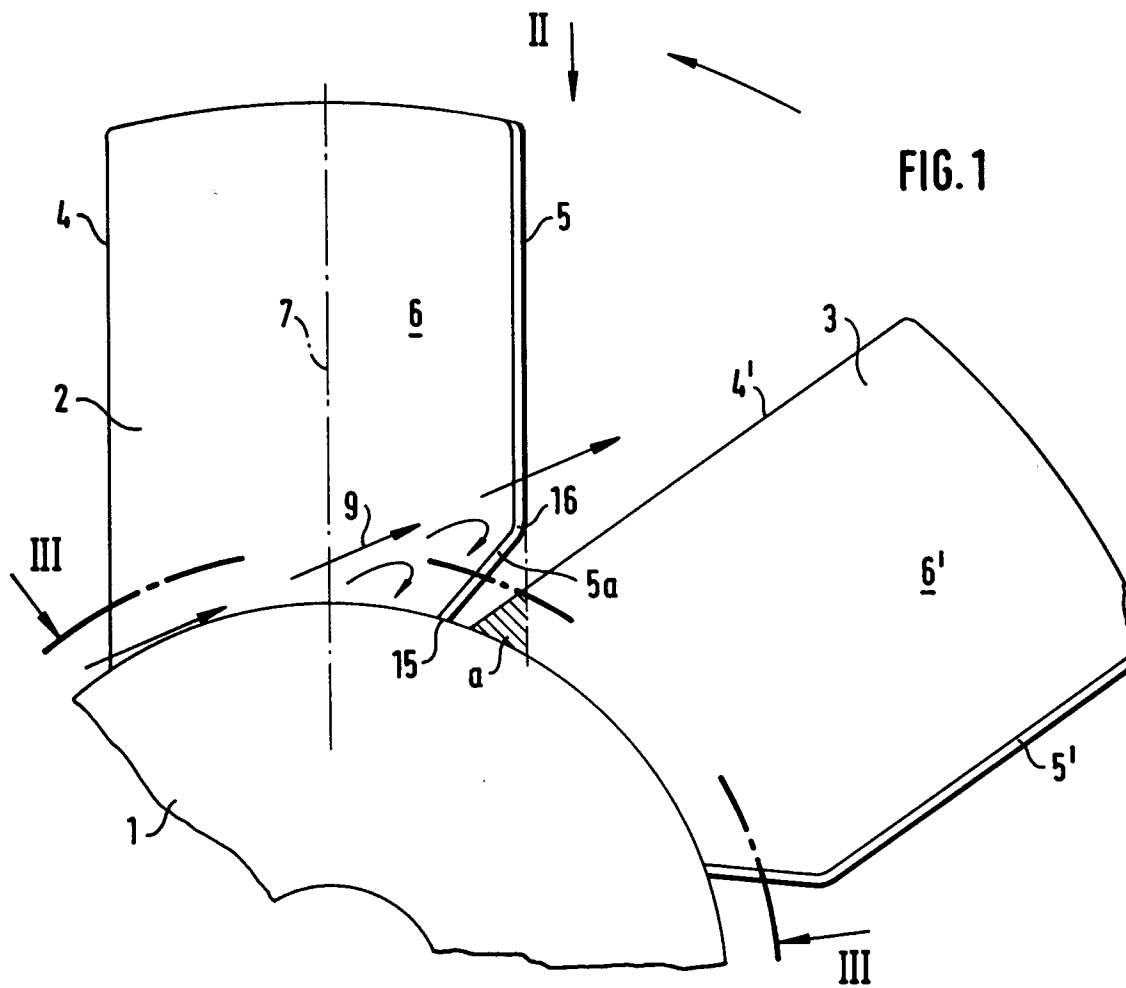
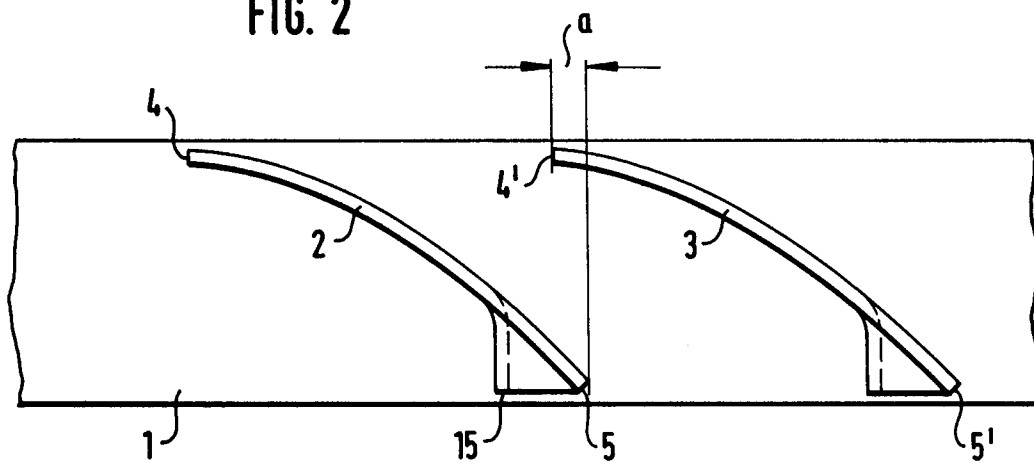


FIG. 2



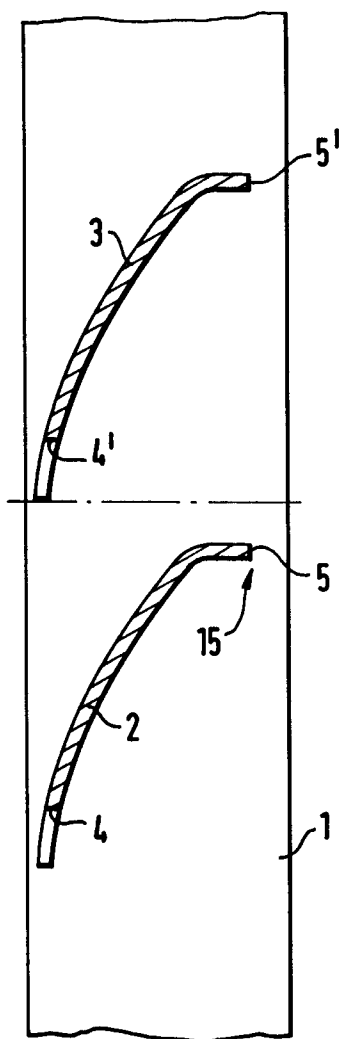


FIG. 3

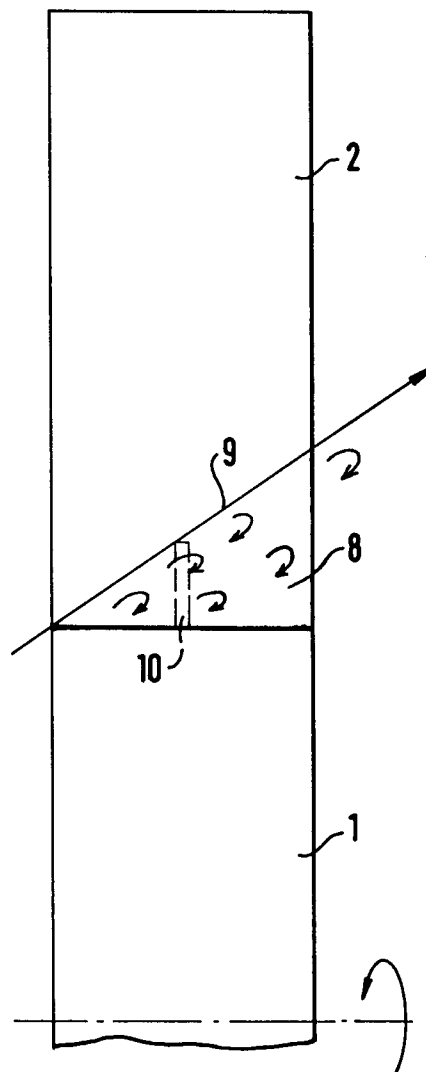
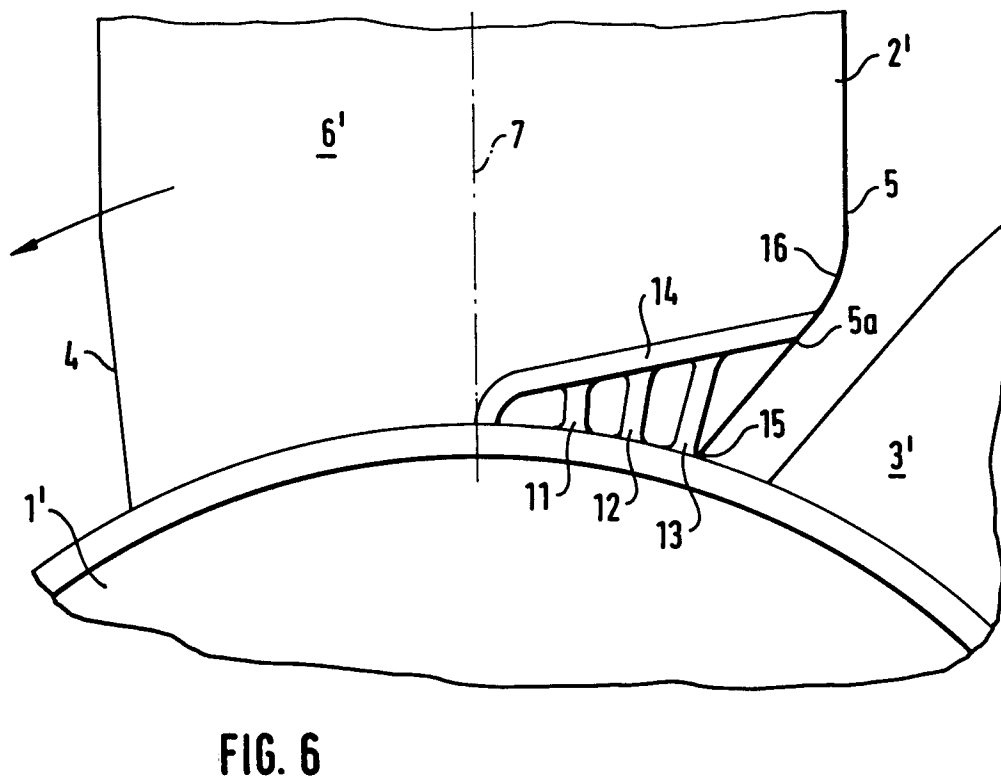
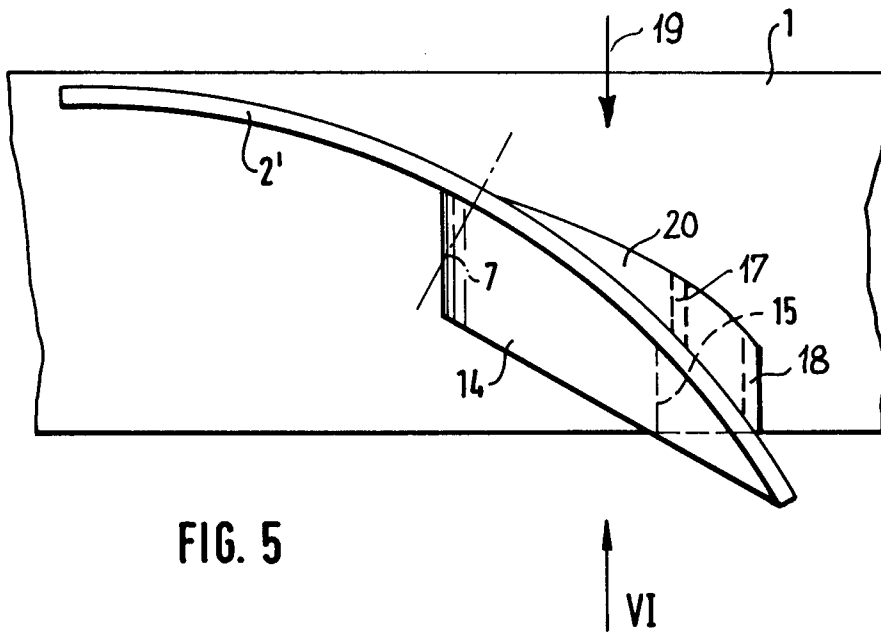
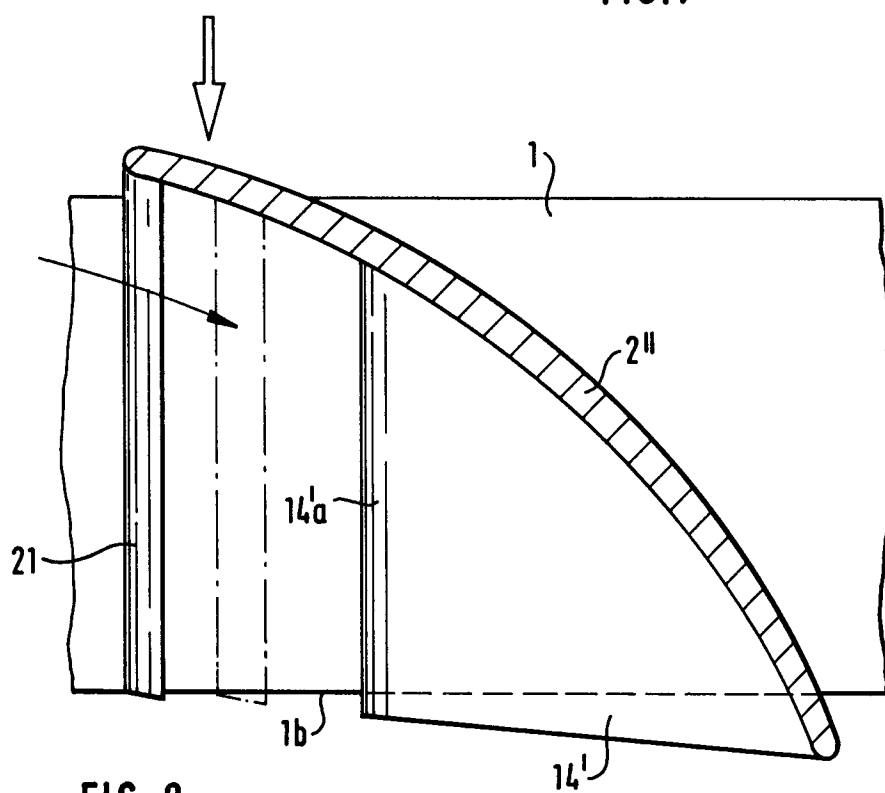
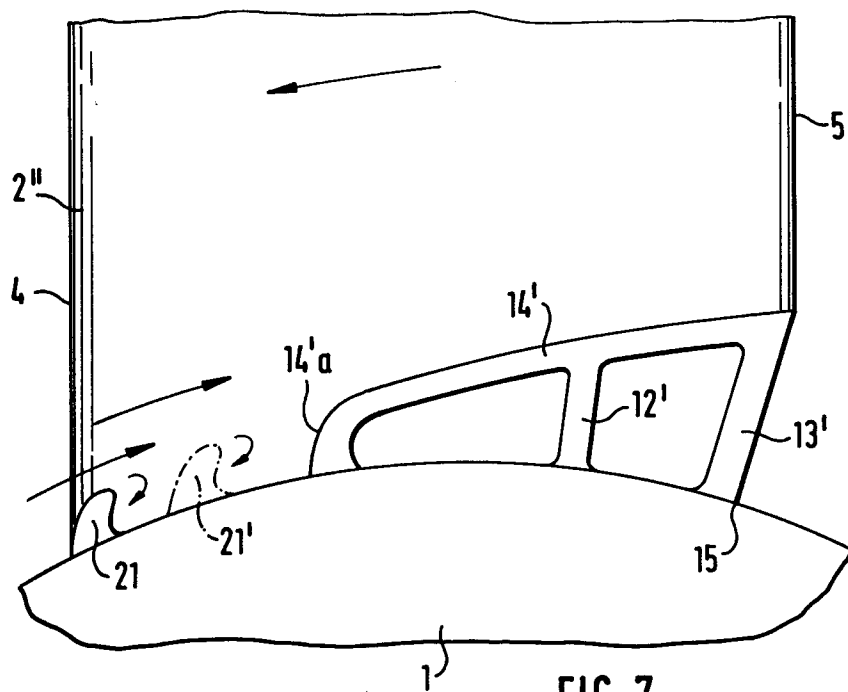


FIG. 4





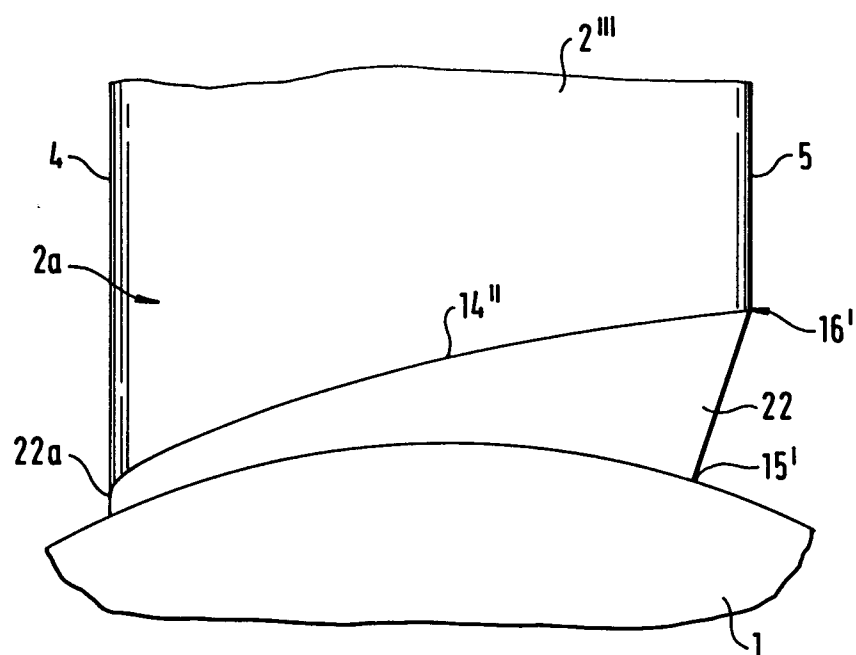


FIG. 9

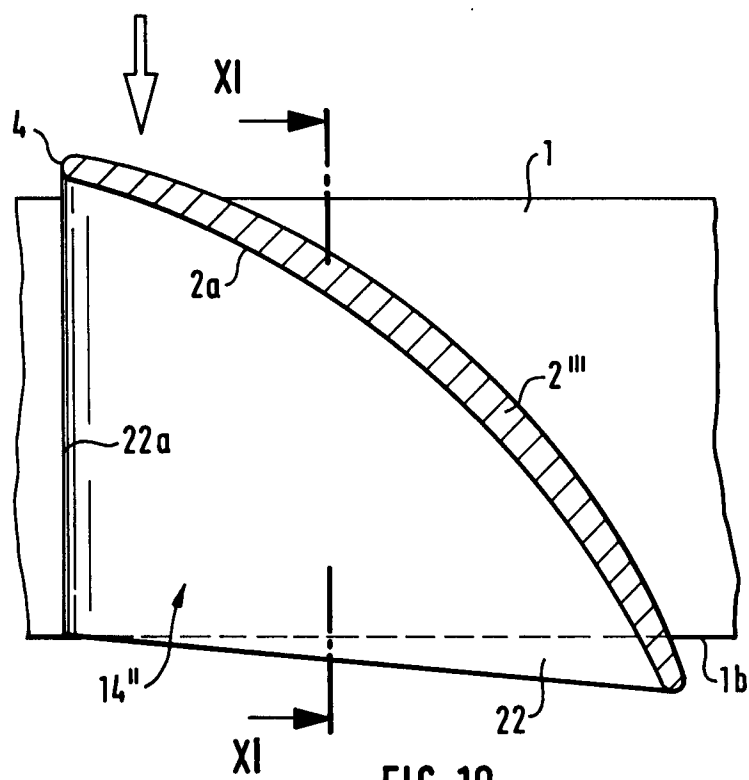


FIG. 10

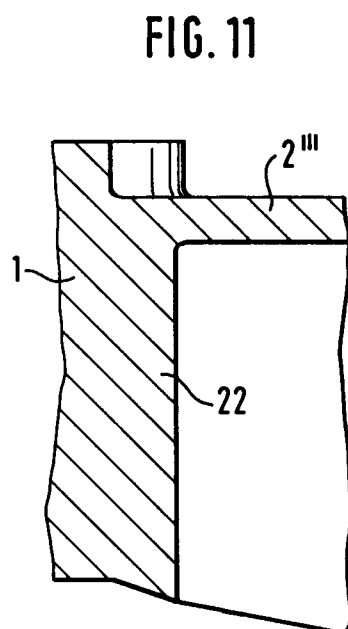


FIG. 11

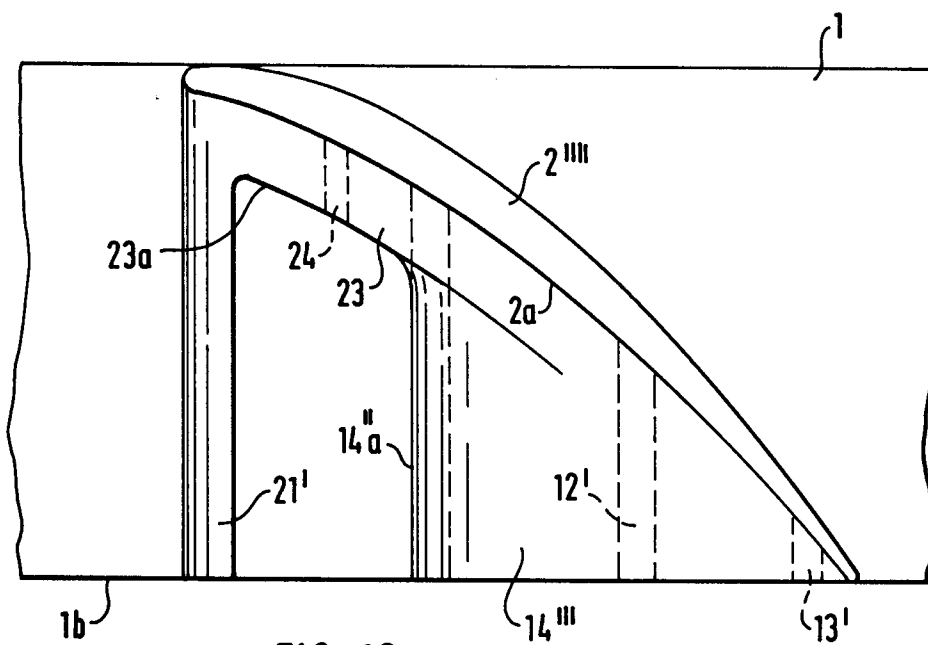


FIG. 12

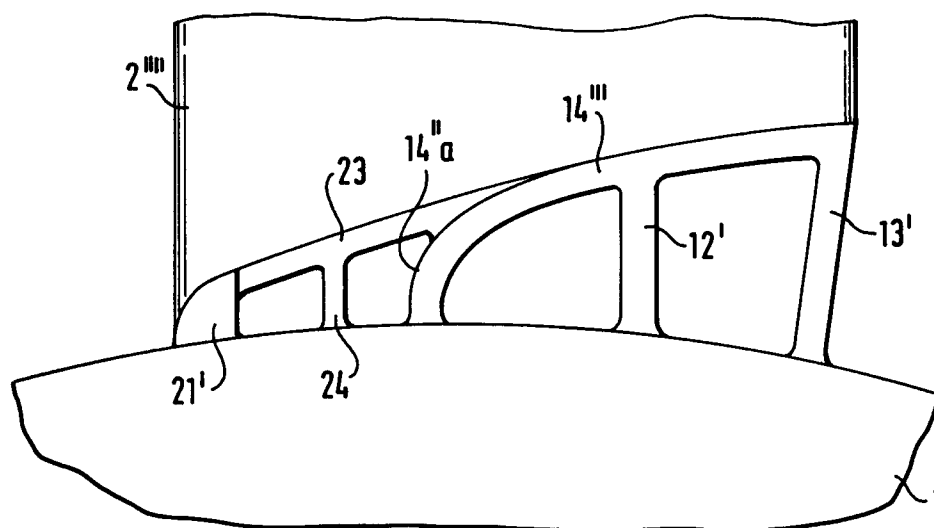


FIG. 13