(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 741 933 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(51) Int Cl.:
F04D 29/02 *(2006.01)* ***F04D 29/28*** *(2006.01)*
F04D 29/30 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **06013819.5**

(22) Anmeldetag: **04.07.2006**

(54) **Laufrad und Verfahren zur Herstellung eines Laufrads**

Rotor and fabricating method thereof

Roue à aubes et procédé pour sa fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **04.07.2005 DE 102005031472**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.01.2007 Patentblatt 2007/02

(73) Patentinhaber: **MAHLE Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Kilian, Jörg, Dipl.-Ing.**
  71272 Renningen (DE)
- **Lucyga, Peter**
  70499 Stuttgart (DE)
- **Rapp, Roland**
  71364 Winnenden (DE)
- **Schneider, Ulrich**
  74080 Heilbronn (DE)
- **Zipf, Nikolaus, Dipl.-Ing.**
  70563 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Grauel, Andreas et al**
Grauel IP
Patentanwaltskanzlei
Wartbergstrasse 14
70191 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 032 601
EP-A2- 1 035 330
DE-A1- 19 525 829
US-A- 3 536 416
US-A- 5 476 365
US-A1- 2002 023 728
US-B1- 6 468 038

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 741 933 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laufrad, insbesondere ein Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Auch betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Laufrads.

[0002] Trommelläufer-Radialgebläse, die für die Förderung der Luft bei Kraftfahrzeug-Heizungen oder Kraftfahrzeug-Klimaanlagen verwendet werden, sollen häufig auf einem möglichst niedrigen Drehzahlniveau betrieben werden. Dabei sollen die Zuströmverhältnisse zu einem nachfolgenden Wärmeübertrager möglichst günstig sein, wobei der vorhandene Bauraum, der in der Regel sehr beengt ist, möglichst flexibel genutzt werden soll. Auf Grund der Rahmenbedingungen werden hierbei in der Regel axial erweiterte Spiralgehäuse und Laufräder mit statischer Druckerzeugung im Schaufelkanal verwendet. Dabei sind die Beschaufelungen rückwärtsgekrümmt, radial endend oder leicht vorwärtsgekrümmt und ohne oder mit leichter Profilierung ausgeführt. Die Strömung im Schaufelkanal löst hierbei ab und bleibt bis zum Schaufelkanalende abgelöst. Bedingt durch diese Art der Beschaufelung sind je nach Betriebspunkt und Art der Beschaufelung sehr hohe bis hohe Drehzahlen notwendig. Aus akustischen Gründen werden bei Kraftfahrzeug-Heizungen oder Kraftfahrzeug-Klimaanlagen in der Regel keine rückwärtsgekrümmten Beschaufelungen verwendet.

[0003] Radialgebläse, die ein niedriges Drehzahlniveau ermöglichen, haben eine vorwärtsgekrümmte Beschaufelung und erreichen vergleichbare Betriebspunkte bei deutlich niedrigeren Drehzahlen. In der vorwärtsgekrümmten Beschaufelung wird die Strömung stark umgelenkt und beschleunigt. Diese kinetische Energie wird in ideal ausgestalteten, parallelwandigen Spiralgehäusen verzögert und in statischen Druck umgewandelt. Am Schaufelkanaleintritt kommt es zu Strömungsablösungen, am Schaufelkanalende liegt die Strömung wieder an. Axial erweiterte Spiralgehäuse, die für die Wärmeübertragerbeaufschlagung günstig sind und radial enger bauen, sind bei diesen Gebläsen mit vorwärtsgekrümmten Beschaufelungen in der Regel nicht sinnvoll, da es zu Wirkungsgradverlusten kommt.

[0004] Um ein Trommelläufer-Radialgebläse, das für die Förderung der Luft beispielsweise bei Kraftfahrzeug-Heizungen oder Kraftfahrzeug-Klimaanlagen verwendet wird, auch bei möglichst niedrigen Drehzahlen betreiben zu können, sind Trommelläufer-Radialgebläse bekannt, die eine vorwärtsgekrümmte Beschaufelung aufweisen. Dabei ist die Beschaufelung nicht oder nur leicht profiliert. Die Schaufeln sind üblicherweise massiv gespritzt (vgl. linker Teil von Fig. 5, in dem der Strömungsverlauf in einem Schaufelkanal bei einem herkömmlichen, unprofilierten Laufrad dargestellt ist, wobei auf der Saugseite der Schaufeln eine Wirbelbildung zu erkennen ist).

[0005] Auf Grund der Strömungsablösungen im Schaufelkanal ist jedoch eine Profilierung der Schaufeln sinnvoll. Bei der Herstellung von Laufrädern aus Kunststoff kommt es beim Spritzgießen relativ stark profilierter Laufräder mit relativ dicken Wandungen zu Verzug und Schwund.

[0006] Die EP 1 035 330 A2 offenbart ein Laufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer Mehrzahl von Schaufeln, die eine tragende Struktur aus einem ersten Kunststoff aufweisen und aus mehreren Lagen gebildet sind.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Laufrad zur Verfügung zu stellen, das mittels Spritzgießen ohne die oben genannten Probleme herstellbar ist.

[0008] Auch ist es die Aufgabe ein Verfahren zur Herstellung eines Laufrads zu schaffen.

Diese Aufgabe zum Laufrad wird gelöst durch ein Laufrad mit den Merkmalen von Anspruch 1. Die Aufgabe zum Verfahren wird mit dem Gegenstand von Anspruch 16 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Erfindungsgemäß ist ein Kunststofflaufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen, das eine Mehrzahl von Schaufeln aufweist, wobei die Schaufeln durch eine tragende, vorzugsweise massive, Struktur gebildet werden, auf die zumindest bereichsweise eine Weichkomponente aufgespritzt oder in die zumindest bereichsweise eine Weichkomponente eingespritzt ist. Hierbei handelt es sich bei der tragenden Struktur um einen ersten Kunststoff, der eine ausreichende Festigkeit aufweist, und bei der Weichkomponente um einen zweiten Kunststoff, der weicher ist. Beim zweiten Kunststoff handelt es sich bevorzugt um einen aufgeschäumten Kunststoff.

[0010] Die maximale Wandstärke der tragenden Struktur im Bereich der Schaufeln beträgt vorzugsweise 3 mm. Bei einer derartigen Beschränkung der Wandstärke können sicher Verzug und Schwund vermieden werden, durch eine entsprechende Materialwahl des die Struktur bildenden Materials kann jedoch eine ausreichende Festigkeit des Laufrads sichergestellt werden. Zudem kann durch eine entsprechende Materialwahl der Weichkomponente das Gewicht des Laufrads verringert werden, so dass das Gebläse insgesamt leichter ist. Ferner wirkt die Weichkomponente akustisch absorbierend, so dass das Gebläse etwas leiser als entsprechende Gebläse ohne Weichkomponente ist.

[0011] Die Weichkomponente bildet vorzugsweise zumindest bereichsweise das Profil der Schaufel, insbesondere im stark profilierten Teil. Besonders bevorzugt ist sowohl auf der Saug- als auch Druckseite eine Weichkomponentenschicht vorgesehen, die Enden der Schaufeln sind bevorzugt weichkomponentenfrei, wodurch die Weichkomponente zusätzlich vor Beschädigungen bei der Montage geschützt wird.

[0012] Gemäß einer gewichtseinsparenden Ausführungsform sind die Schaufeln bevorzugt zumindest be-

reichsweise als Hohlprofil ausgebildet. Dabei können zur Erhöhung der Steifigkeit Stege in den Hohlprofilen ausgebildet sein. Diese sind bevorzugt einseitig geschlossen. Im Falle eines zargenseitigen Verschlusses der Hohlprofile werden die Schaufeln bevorzugt zargenseitig konisch verjüngt.

[0013] Die Schaufeln sind bevorzugt auf der Laufrad-Nabenseite motorseitig zylindrisch und zargenseitig konisch ausgebildet, wobei sie sich in Zargenrichtung verjüngen. Dies stellt sicher, dass trotz der starken Profilierung in Verbindung mit der Überdeckung durch die Zarge ein ausreichender Ansaugquerschnitt zur Verfügung steht und es nicht zu einer Versperrung des Ansaugquerschnitts kommt.

[0014] Der Strömungskanal zwischen zwei Schaufeln ist bevorzugt einströmseitig konvergent und ausströmseitig divergent ausgebildet, jedoch sind auch andere Ausgestaltungen möglich. Die konvergent-divergente Ausgestaltung des Laufrads ermöglicht im Schaufelkanal einen im Wesentlichen ablösungsfreien Betrieb. Dabei wird durch die starke Wölbung und ausreichende Dicke des Schaufelprofils im konvergenten Bereich die Strömung im entsprechenden Kanalteil beschleunigt und in Drehrichtung des Laufrads umgelenkt. Im anschließenden, nahezu geraden, divergenten Kanalteil wird die Strömung verzögert, wobei der statische Druck erhöht wird.

[0015] Das Schaufelkanallängenverhältnis bei einer einströmseitig konvergenten und ausströmseitig divergenten Ausgestaltung des Strömungskanals beträgt bevorzugt zwischen 0,1 und 0,9, insbesondere zwischen 0,15 und 0,7, besonders bevorzugt zwischen 0,2 und 0,6. Hierbei beträgt die Kanalverjüngung im konvergenten Teil des Schaufelkanals bevorzugt zwischen 0,030 und 0,2, insbesondere zwischen 0,04 und 0,07, besonders bevorzugt zwischen 0,05 und 0,06. Die Kanalerweiterung im divergenten Teil des Schaufelkanals beträgt bevorzugt zwischen 0,05 und 0,17, insbesondere zwischen 0,09 und 0,15, besonders bevorzugt zwischen 0,1 und 0,14.

[0016] Die Schaufeln des Laufrads sind bevorzugt stark profiliert ausgebildet. Als stark profiliert werden insbesondere Schaufeln angesehen, bei denen das Verhältnis von Profildicke zu Profilgesamtlänge größer als 0,15, insbesondere größer als 0,2 ist. Dabei betragen vorzugsweise der druckseitige Eintrittswinkel zwischen 30° und 90°, besonders bevorzugt zwischen 35° und 80°, und der saugseitige Eintrittswinkel zwischen 25° und 70°, besonders bevorzugt zwischen 30° und 60°, der druckseitige Austrittswinkel zwischen 90° und 175°, besonders bevorzugt zwischen 100° und 165°, und der saugseitige Austrittswinkel zwischen 90° und 170°, besonders bevorzugt zwischen 100° und 165°, insbesondere bevorzugt jeweils im mittleren Bereich, d.h. insbesondere +/- 10° um den Mittelwert der jeweiligen zuvor angegebenen Bereiche, um einen optimalen Strömungsverlauf ohne Ablösungen sowie einen optimalen Wirkungsgrad und einen geräuscharmen Betrieb zu erreichen.

[0017] Die Herstellung eines derartigen Laufrads erfolgt bevorzugt mittels Kunststoff-Spritzgießen, wobei zuerst die tragende Struktur aus einem ersten Kunststoff spritzgegossen und anschließend oder nahezu gleichzeitig zumindest ein Teil der profiliert ausgebildeten Schaufeln des Laufrads und/oder eines Hohlprofils durch einen zweiten, weicheren Kunststoff spritzgegossen wird, der auf die tragende Struktur auf- oder in ein durch die tragende Struktur gebildetes Hohlprofil eingespritzt wird.

[0018] Als Materialien für die tragende Struktur kommen insbesondere PA oder PP, aber auch Metalle in Frage. Die die tragende Struktur zumindest bereichsweise umgebende Weichkomponente wird bevorzugt durch einen geschäumten Kunststoff, wie insbesondere S-EPS, in Frage. Ebenfalls sehr gut geeignet ist PP-EPDM. Allgemein können PUR-Schaum, Melamin-Schaum, PE-Schaum (Verwendung von Treibmittel bei der Applikation), Silikon-Schaum oder mit Einschränkungen auch geschäumte Elastomere verwendet werden.

[0019] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit mehreren Varianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1	eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Laufrads gemäß dem Ausführungsbeispiel,
Fig. 2	einen Schnitt durch eine Schaufel des Laufrads von Fig. 1,
Fig. 3a,	3bSchnitte durch Schaufelvarianten,
Fig. 4	eine Detailansicht eines Schnitts durch eine Schaufel zur Verdeutlichung einzelner Abmessungen,
Fig. 5	einen Schnitt durch ein herkömmliches, massiv ausgebildetes Laufrad mit durch Pfeilen dargestellten Strömungsgeschwindigkeiten im linken Teil der Fig. 5 und einen Schnitt durch ein vorwärtsgekrümmt profiliertes Laufrad gemäß der vorliegenden Erfindung im rechten Teil der Fig. 5,
Fig. 6	eine Draufsicht auf ein Laufrad,
Fig. 7	eine schematische Darstellung einer weiteren Schaufelvariante mit Darstellung der Querschnitte dreier Schnittebenen,
Fig. 8	einen schematisch dargestellten Schnitt in Längsrichtung durch eine Schaufel zur Verdeutlichung der Schaufelverjüngung,

Fig. 9 einen ausschnittsweisen Schnitt quer durch ein Laufrad mit verjüngten Schaufeln,

Fig. 10 einen Fig. 9 entsprechenden Schnitt zur Verdeutlichung der Verringerung der Schaufelquerschnittsfläche,

Fig. 11a-11d schematische Darstellungen möglicher Verläufe von Schaufelverjüngungen,

Fig. 12 eine schematische Darstellung einer symmetrischen Verjüngung relativ zur Basisprofilskelettlinie der Schaufel,

Fig. 13 eine schematische Darstellung einer asymmetrischen Verjüngung relativ zur Basisprofilskelettlinie der Schaufel, und

Fig. 14 eine schematische Darstellung einer symmetrischasymmetrischen Verjüngung relativ zur Basisprofilskelettlinie der Schaufel.

[0020] Ein Trommelläufer-Radialgebläse, das für die Förderung von Luft in einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendet wird, weist ein Laufrad 1 mit einem Ring von Schaufeln 2 auf, wobei zwischen je zwei Schaufeln 2 ein Schaufelkanal 3 ausgebildet ist. Das Laufrad 1 ist auf bekannte Weise an einer Gebläsemotorwelle (nicht dargestellt) angebracht. Saugseitig wird das Laufrad 1 teilweise durch die Zarge, die Teil des Spiralgehäuses ist, überdeckt. Die Zargenöffnung für die Luftansaugung ist in Fig. 6 angedeutet

[0021] Die Schaufeln 2 sind stark profiliert ausgebildet, wobei der Strömungskanal 3 im Eintrittsbereich 4 konvergent und im Austrittsbereich 5 divergent ausgebildet ist (vgl. Fig. 4). Die Druckseite DS der Schaufeln 2 ist im Eintrittsbereich 4, gegebenenfalls bis zum Austrittsbereich 5, konkav ausgebildet, und die Saugseite SS der Schaufeln 2 ist im Eintrittsbereich 4 konvex und im Austrittsbereich 5 gerade ausgebildet, wobei die Schaufeldicke d ihr Maximum im konvergenten Bereich hat.

[0022] Um die bekannten Probleme bei der Herstellung stark profilierter Schaufeln zu vermeiden, bestehen die Schaufeln 2 aus einer Struktur 6, die vorliegend massiv aus einem Kunststoff ausgebildet ist, und eine ausreichende Festigkeit für die zu erwartenden Belastungen aufweist, sowie einer an der Struktur 6 angespritzten Schicht 7 aus einer Weichkomponente, welche das Profil im stark profilierten Bereich der Schaufel 2 bildet. Hierbei beträgt die Dicke der Struktur 6 maximal 3 mm, so dass bei der Herstellung der Struktur 6 keine Probleme in Hinblick auf Verzug oder Schwund auftreten. Zudem reicht diese Dicke in aller Regel für eine ausreichende Steifigkeit der Schaufel 2 aus. Die angespritzte Schicht 7 dient lediglich der Profilierung und hat - abgesehen von dem Erfordernis, sich nicht durch die zu fördernde Luft zusammendrücken zu lassen - keine tragende Funktion. Dabei kann die angespritzte Schicht 7 auf ihrer Außenseite 8 auch eine Haut oder eine Beschichtung aufweisen, wobei die Beschichtung, insbesondere zur Vereinfachung der Herstellung, gegebenenfalls auch die gesamten Schaufeln 2 oder das gesamte Laufrad 1 überdecken kann.

[0023] Die tragende Struktur 6 ist im von der Weichkomponente überdeckten Bereich der Schaufel 2 etwas verjüngt ausgebildet, wobei die Verjüngung allmählich erfolgt. Die Außenkontur ist durch den Übergang von tragender Struktur 6 zu Weichkomponente nicht beeinträchtigt.

[0024] Die tragende Struktur 6 besteht gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus PA, die Weichkomponente aus PP-EPDM.

[0025] In den Figuren 3a und 3b sind Varianten der Schaufel 2 dargestellt, wobei vorliegend bei diesen Schaufeln die Struktur 6 selbst das Profil bildet, wofür sie als Hohlprofil, im Falle der zweiten Variante mit einem versteifenden Steg, ausgebildet ist. Im Inneren des Hohlprofils kann - insbesondere aus Steifigkeitsgründen - eine Weichkomponente entsprechend der angespritzten Schicht 7 vorgesehen sein. Ebenfalls kann in einzelnen Bereichen eine außen angespritzte Schicht entsprechend dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel vorgesehen sein. Auch in diesem Fall beträgt die Dicke der Struktur maximal 3 mm, so dass bei der Herstellung kein Verzug oder Schwund auftritt.

[0026] Über die Lage der tragenden Struktur 6 innerhalb des Profils kann die Dicke der Weichkomponente auf der Schaufelsaug- und -druckseite so eingestellt werden, dass es im Gebläsebetrieb nur zu einer minimalen, nicht die Durchströmung beeinflussenden Verformung der Weichkomponente, insbesondere auf der Schaufeldruckseite, kommt.

[0027] Ferner erfolgt bei einer derartig profilierten Schaufelausgestaltung, wie in Fig. 5, rechter Teil deutlich zu erkennen ist, keine Wirbelbildung an der Saugseite der Schaufel 2, so dass die Strömung gut anliegt. Dies führt zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades eta (vgl. Aufstellung in Fig. 5, wobei jeweils der Strömungsverlauf und der entsprechende Wirkungsgrad im optimalen Betriebspunkt des entsprechenden Gebläses dargestellt ist).

[0028] Folgende Geometrien sind bei einem konvergent-divergenten Schaufelkanal insbesondere bei stark profilierten Schaufeln besonders geeignet, d.h. bei d/lges größer 0,15, insbesondere größer als 0,2, wobei d die Profildicke und lges die Profilgesamtlänge (gerade gemessen) bezeichnen:

Das Schaufelkanallängenverhältnis Lkv liegt bevorzugt zwischen 0,1 und 0,9. Dabei bezeichnet Lgekrges die Länge des gesamten, gekrümmten Schaufelkanals, Lgekrdiv die Länge des divergenten Teils des gekrümmten Schaufelkanals und Lgekrkonv die Länge des konvergenten Teils des gekrümmten Schaufelkanals, wobei

$$Lgekrges = Lgekrdiv + Lgekrkonv$$

und

$$Lkv = Lgekrdiv / Lgekrges$$

[0029] Die Kanalverjüngung Kverkonv im konvergenten Teil des Schaufelkanals, die sich ergibt aus

$$Kverkonv = (A1-A2) / Lgekrkonv$$

liegt vorzugsweise zwischen 0,030 und 0,200. Dabei ist A1 die Strömungskanalbreite am Eintritt und A2 die Strömungskanalbreite am engsten Querschnitt.

[0030] Die Kanalerweiterung Kerwdiv im divergenten Teil des Schaufelkanals, die sich ergibt aus

$$Kerwdiv = (A3-A2) / Lgekrdiv$$

liegt vorzugsweise zwischen 0,05 und 0,17. Dabei ist A3 die Strömungskanalbreite am Austritt.

[0031] Hierbei liegt der druckseitige Eintrittswinkel beta1DS zwischen 30° und 90° und der saugseitige Eintrittswinkel beta1SS zwischen 25° und 70°. Der druckseitige Austrittswinkel beta2DS zwischen 90° und 175° und der saugseitige Austrittswinkel beta2SS zwischen 90° und 170°.

[0032] Die zuvor genannten Winkelbereiche für beta1DS, beta1SS, beta2DS und beta2SS sind auch im Falle einer divergent-konvergenten Schaufelkanalform sowie einer konvergenten Schaufelkanalform besonders geeignet.

[0033] In Folge einer stark profilierten Ausgestaltung der Schaufeln 2 in Verbindung mit der Eintrittsöffnung (nur ca. 1/3 der Beschaufelung ist nicht von der Zarge überdeckt) kann es bei hohen Massenströmen zu Versperrungen im Eintrittsbereich kommen, wie in Fig. 6 angedeutet. Diese können zu einer Verminderung des Wirkungsgrades führen. Aus diesem Grund sind die Schaufeln 2 gemäß einer weiteren Variante über ihre Länge oder zumindest einen oder mehrere Teile hiervon parallel zur Drehachse mit einem unterschiedlichen Querschnitt ausgebildet. Dabei ist der Querschnitt eintrittsseitig, wie in Fig. 7 dargestellt, laufrad-nabenseitig zylindrisch (die Laufrad-Nabenseite ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 9 versehen) mit einer Ausformschräge und zargenseitig konisch in Längsrichtung zur Zarge hin verjüngend ausgebildet.

[0034] Die Figuren 8 bis 10 zeigen eine weitere Variante mit sich in Richtung der Zuströmseite verjüngenden Schaufeln 2. Hierbei haben die Schaufeln über einen großen Teil der Schaufellänge in Richtung der Drehachse gesehen einen konstanten Querschnitt. Erst im letzten Viertel verringert sich der Querschnitt der Schaufeln und zwar sowohl in Längsprofilrichtung, wobei sich der Innendurchmesser dinenn bis zu einem verjüngten Innendurchmesser diverj vergrößert, der Außendurchmesser da jedoch konstant bleibt, als auch in Dickenrichtung. Zur besseren Verdeutlichung der Profilveränderung ist in Fig. 9 die Skelettlinie des Basisprofils durch eine Stern-Strich-Linie gekennzeichnet. Der Verlauf der Verjüngung über die gesamte Schaufellänge ist in Fig. 8 dargestellt. Die Gesamtschaufellänge ist hierbei mit Slgesamt bezeichnet, der Teil der Schaufellänge, in welchem der Innendurchmesser vergrößert ist, ist mit Slverj bezeichnet. Der Innendurchmesser diverj nimmt hierbei, wie aus Fig. 8 ersichtlich, im letzten Viertel der Schaufellänge zu. Die Darstellung von Fig. 8 in Bezug auf die Profillänge ist nicht maßstäblich.

[0035] Im Allgemeinen sind Verhältnisse von Schaufellänge verjüngt zur gesamten Schaufellänge (Slver/Slgesamt) von 0,1 bis 0,7, vorzugsweise von 0,15 bis 0,5 und besonders bevorzugt von 0,20 bis 0,25, besonders geeignet.

[0036] Das Durchmesserverhältnis DV, das sich aus der folgenden Gleichung ergibt,

$$DV = (Dnenn-Dverjüngt)/Dnenn$$

beträgt in der Regel 0,01 bis 0,2, vorzugsweise 0,02 bis 0,1 und insbesondere bevorzugt 0,04 bis 0,07, wobei sich Dnenn und Dverjüngt ergeben aus

$$Dnenn = dinenn/da$$

und

$$Dverjüngt = diverj/da$$

[0037] Hierbei ist da der Schaufelaußendurchmesser, dinenn der Nenninnendurchmesser der Schaufeln und diverj der verjüngte Innendurchmesser der Schaufeln.

[0038] Neben der Schaufelprofillänge verringert sich auch die Dicke des Schaufelprofils, so dass sich auch die Querschnittsfläche des Schaufelprofils im verjüngten Bereich verringert. Die relative Querschnittsflächenabnahme ergibt sich aus

$$AV = (Anenn-Averj)/Anenn$$

wobei Anenn die Querschnittsfläche im nicht verjüngten Bereich ist, und im Folgenden auch als Basisprofil bezeichnet wird, und Averj die Querschnittsfläche im (am meisten) verjüngten Bereich ist. Die Veränderung des Schaufelprofils ist besonders gut aus Fig. 10 ersichtlich. Im Allgemeinen, d.h. nicht explizit auf die vorliegende

Variante bezogen, liegt die relative Querschnittsflächenabnahme AV im Bereich von 0,1 bis 0,90, insbesondere von 0,2 bis 0,8 und besonders bevorzugt von 0,3 bis 0,7.

[0039] Weitere Varianten in Bezug auf den Verlauf der Verjüngung sind beispielhaft in den Figuren 11a bis 11d dargestellt, wobei Fig. 11a einen konvexen Verjüngungsverlauf, Fig. 11b einen konkaven Verjüngungsverlauf, Fig. 11c einen linearen Verjüngungsverlauf und Fig. 11d einen einfach abgestuften Verjüngungsverlauf zeigen. Beliebige Kombinationen wie auch ein ggf. mehrfach abgestufter Verjüngungsverlauf sind möglich.

[0040] Die Figuren 12 bis 14 zeigen Varianten in Bezug auf die Form der Verjüngung des Schaufelprofils in Richtung der Zuströmseite. Der Verlauf der Verjüngung kann beispielsweise entsprechend der Darstellung der Figuren 11a bis 11d erfolgen. Zur besseren Verdeutlichung der Profilveränderung ist in den Figuren 12 bis 14 die Skelettlinie des jeweiligen Basisprofils durch eine Stern-Strich-Linie gekennzeichnet.

[0041] Die Verjüngung relativ zum Basisprofil kann symmetrisch zur Skelettlinie erfolgen, wie in Fig. 12 durch die gestrichelte Linie in einer Schaufel 2 auf der Saugseite dargestellt. Die Verjüngung relativ zum Basisprofil kann auch asymmetrisch zur Skelettlinie erfolgen, wie in Fig. 13 in einer Schaufel 2 durch die gepunktete Linie auf der Saugseite dargestellt. Die Verjüngung kann ebenso bereichsweise symmetrisch und bereichsweise asymmetrisch zur Skelettlinie erfolgen, wie in den Figuren 12 bis 14 mit durchgezogenen Linien dargestellt ist und bei Vergleich der durchgezogenen Linien in Bezug auf die gestrichelte bzw. gepunktete Linie ersichtlich wird.

[0042] Allgemein sei angemerkt, dass die Kanalform im verjüngten Teil der Beschaufelung sowohl konvergent, als auch konvergent-divergent oder divergent ausgebildet sein kann.

[0043] Besonders bevorzugt weichen die Ein- und Austrittswinkel im sich verjüngenden Schaufelteil von denen im Bereich des Basisprofils, d.h. im Teil mit konstantem Querschnitt, ab, wodurch sich eine aerodynamische Verwindung des Schaufelprofils ergibt. Die Winkel können jedoch auch konstant oder zumindest im Wesentlichen konstant bleiben.

[0044] Sind die Schaufeln als (Teil-)Hohlprofile ausgebildet, so können dieselben auf der Zargenseite offen oder auch geschlossen ausgebildet sein.

[0045] Gemäß einer nicht in der Zeichnung dargestellten Variante kann auf der Zargenseite auch eine zumindest partielle Deckscheibe vorhanden sein.

Patentansprüche

1. Laufrad für ein Trommelläufer-Radialgebläse für die Heizung und Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer Mehrzahl von Schaufeln (2), aufweisend eine tragende Struktur (6) aus einem ersten Kunststoff, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der tragenden Struktur (6) der Schaufel (2) zumindest bereichsweise eine Weichkomponente aus einem zweiten Kunststoff aufgespritzt ist oder in die tragende Struktur (6) der Schaufel (2) zumindest bereichsweise eine Weichkomponente aus einem zweiten Kunststoff eingespritzt ist.

2. Laufrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale massive Wandstärke der tragenden Struktur (6) im Bereich der Schaufeln 3 mm beträgt.

3. Laufrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Weichkomponente zumindest bereichsweise das Profil der Schaufel (2) bildet.

4. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln zumindest bereichsweise als Hohlprofil ausgebildet sind.

5. Laufrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stege in den hohl ausgebildeten Schaufeln vorgesehen sind.

6. Laufrad nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Hohlprofil ausgebildeten Schaufeln einseitig verschlossen sind.

7. Laufrad nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Inneren des Hohlprofils eine Weichkomponente eingespritzt ist.

8. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (1) mittels Zwei-Komponenten Kunststoff-Spritzgießens hergestellt ist.

9. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Schaufelprofil in Richtung Zarge zumindest teilweise verjüngt.

10. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) auf der Laufrad-Nabenseite zylindrisch und zargenseitig konisch ausgebildet sind.

11. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungskanal (3) zwischen zwei Schaufeln (2) einströmseitig konvergent und ausströmseitig divergent ausgebildet ist.

12. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelkanallängenverhältnis (Lkv) zwischen 0,2 und 0,6 beträgt.

13. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanalverjüngung (Kverkonv) im konvergenten Teil des Schaufelkanals (3) zwischen 0,030 und 0,20 beträgt.

14. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanalerweiterung (Kerwdiv) im divergenten Teil des Schaufelkanals zwischen 0,05 und 0,17 beträgt.

15. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (2) des Laufrads (1) stark profiliert ausgebildet sind, wobei der druckseitige Eintrittswinkel (beta1DS) zwischen 30° und 90° und der saugseitige Eintrittswinkel (beta1SS) zwischen 25° und 70°, der druckseitige Austrittswinkel (beta2DS) zwischen 90° und 175° und der saugseitige Austrittswinkel (beta2SS) zwischen 90° und 170° betragen.

16. Verfahren zur Herstellung eines Laufrads (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zuerst die tragende Struktur (6) aus einem ersten Kunststoff spritzgegossen und anschließend oder nahezu gleichzeitig zumindest ein Teil der profiliert ausgebildeten Schaufeln (2) des Laufrads (1) durch einen zweiten, weicheren Kunststoff spritzgegossen wird, der auf die tragende Struktur (6) auf- oder in ein durch die tragende Struktur gebildetes Hohlprofil eingespritzt wird.

Claims

1. An impeller for a drum rotor radial fan for the heating and air-conditioning of a motor vehicle, with a plurality of vanes (2), having a supporting structure (6) of a first plastic, **characterised in that** a soft component of a second plastic is injected onto the supporting structure (6) of the vane (2), at least in areas, or a soft component of a second plastic is injected into the supporting structure (6) of the vane (2), at least in areas.

2. The impeller according to claim 1, **characterised in that** the maximum massive wall thickness of the supporting structure (6) in the area of the vanes is 3 mm.

3. The impeller according to claim 1 or 2, **characterised in that** the soft component forms the profile of the vane (2) at least in areas.

4. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the vanes are formed as a hollow profile at least in areas.

5. The impeller according to claim 4, **characterised in that** webs are provided in the vanes formed in a hollow manner.

6. The impeller according to claim 4 or 5, **characterised in that** the vanes formed as a hollow profile are closed at one side.

7. The impeller according to one of claims 4 to 6, **characterised in that** a soft component is injected into the interior of the hollow profile.

8. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the impeller (1) is produced by means of two-component plastic injection moulding.

9. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the vane profile tapers at least partially in the direction to the frame.

10. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the vanes (2) are formed in a cylindrical manner on the side of the impeller hub and are formed in a conical manner on the side of the frame.

11. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the flow channel (3) between two vanes (2) is formed in a convergent manner on the inflow side and in a divergent manner on the outflow side.

12. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the vane channel length ratio (Lkv) is between 0.2 and 0.6.

13. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the channel tapering (Kverkonv) in the convergent part of the vane channel (3) is between 0.030 and 0.20.

14. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the channel expansion (Kerwdiv) in the divergent part of the vane channel is between 0.05 and 0.17.

15. The impeller according to one of the preceding claims, **characterised in that** the vanes (2) of the impeller (1) are formed such that they are highly profiled, wherein the pressure-side entrance angle (beta1DS) is between 30° and 90° and the suction-side entrance angle (beta1SS) is between 25° and 70°, the pressure-side exit angle (beta2DS) is between 90° and 175° and the suction-side exit angle (beta2SS) is between 90° and 170°.

16. A method for producing an impeller (1) according to one of claims 1 to 15, **characterised in that** the supporting structure (6) is injection-moulded out of a first

plastic first and then or nearly at the same time at least one part of the vanes (2) of the impeller (1) formed in a profiled manner are injection-moulded through a second, softer plastic which is injected onto the supporting structure (6) or injected into a hollow profile formed by the supporting structure.

Revendications

1. Roue mobile pour un ventilateur centrifuge à rotor cylindrique conçu pour le chauffage et la climatisation d'un véhicule automobile, ladite roue mobile comprenant une pluralité d'aubes (2), présentant une structure porteuse (6) se composant d'une première matière plastique, **caractérisée en ce qu'**un composant souple constitué d'une deuxième matière plastique est appliqué par injection, au moins partiellement, sur la structure porteuse (6) de l'aube (2), ou bien un composant souple constitué d'une deuxième matière plastique est injecté au moins partiellement dans la structure porteuse (6) de l'aube (2).

2. Roue mobile selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'épaisseur de paroi massive maximale de la structure porteuse (6) est égale à 3 mm dans la zone des aubes.

3. Roue mobile selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le composant souple forme au moins partiellement le profil de l'aube (2).

4. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les aubes sont configurées au moins partiellement comme un profil creux.

5. Roue mobile selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'**il est prévu des nervures dans les aubes configurées de manière creuse.

6. Roue mobile selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce que** les aubes configurées comme un profil creux sont fermées sur un côté.

7. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce qu'**un composant souple est injecté à l'intérieur du profil creux.

8. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue mobile (1) est fabriquée au moyen d'un moulage par injection de matière plastique à deux composants.

9. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le profil de l'aube se réduit au moins partiellement en direction du châssis de ventilateur.

10. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les aubes (2) sont configurées de manière cylindrique sur le côté moyeu de la roue mobile et de manière conique sur le côté châssis de ventilateur.

11. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le canal d'écoulement (3) situé entre deux aubes (2) est configuré de façon convergente sur le côté d'entrée de flux et de façon divergente sur le côté de sortie de flux.

12. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le rapport de longueur (Lkv) du canal de l'aube est compris entre 0,2 et 0,6.

13. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le rétrécissement du canal (Kverkonv) est compris entre 0,030 et 0,20 dans la partie convergente du canal (3) de l'aube.

14. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élargissement du canal (Kerwdiv) est compris entre 0,05 et 0,17 dans la partie divergente du canal de l'aube.

15. Roue mobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les aubes (2) de la roue mobile (1) sont configurées en étant fortement profilées, où l'angle d'entrée côté pression (beta1DS) est compris entre 30° et 90° et l'angle d'entrée côté aspiration (beta1SS) compris entre 25° et 70°, l'angle de sortie côté pression (beta2DS) étant compris entre 90° et 175° et l'angle de sortie côté aspiration (beta2SS) compris entre 90° et 170°.

16. Procédé de fabrication d'une roue mobile (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** la structure porteuse (6) constituée d'une première matière plastique est en premier lieu moulée par injection et, ensuite, ou bien presque en même temps, au moins une partie des aubes (2) de la roue mobile (1), configurées de manière profilée, est moulée par injection par une deuxième matière plastique plus souple qui est injectée sur la structure porteuse (6) ou bien injectée dans un profil creux formé par la structure porteuse.

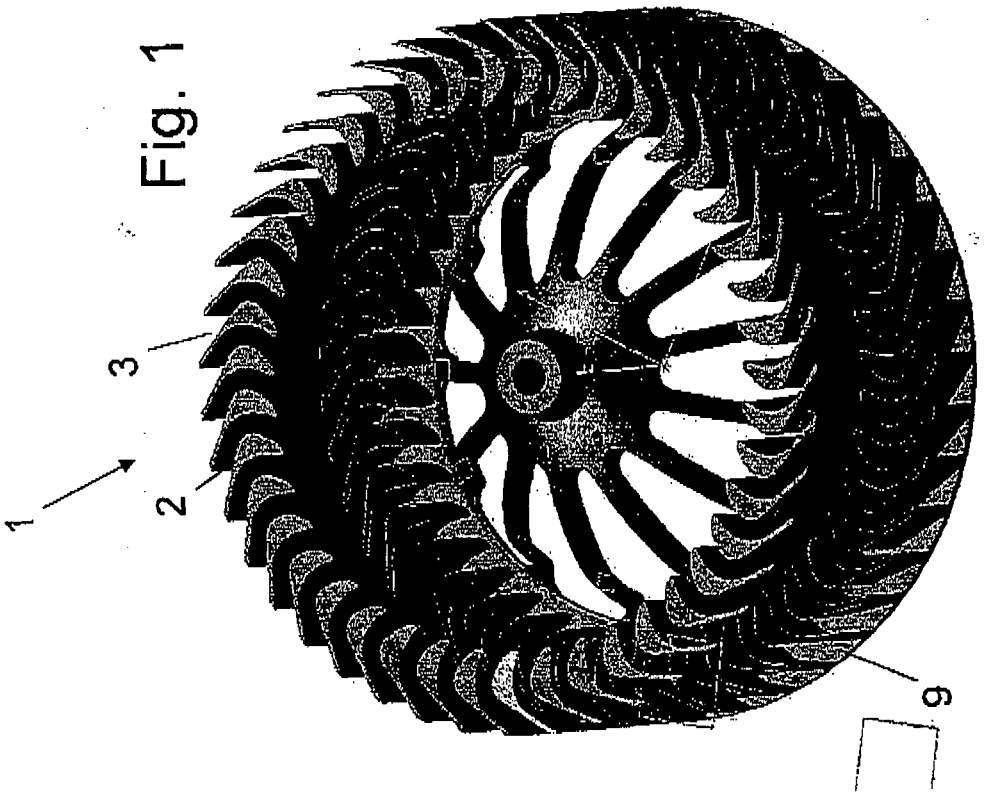


Fig. 1

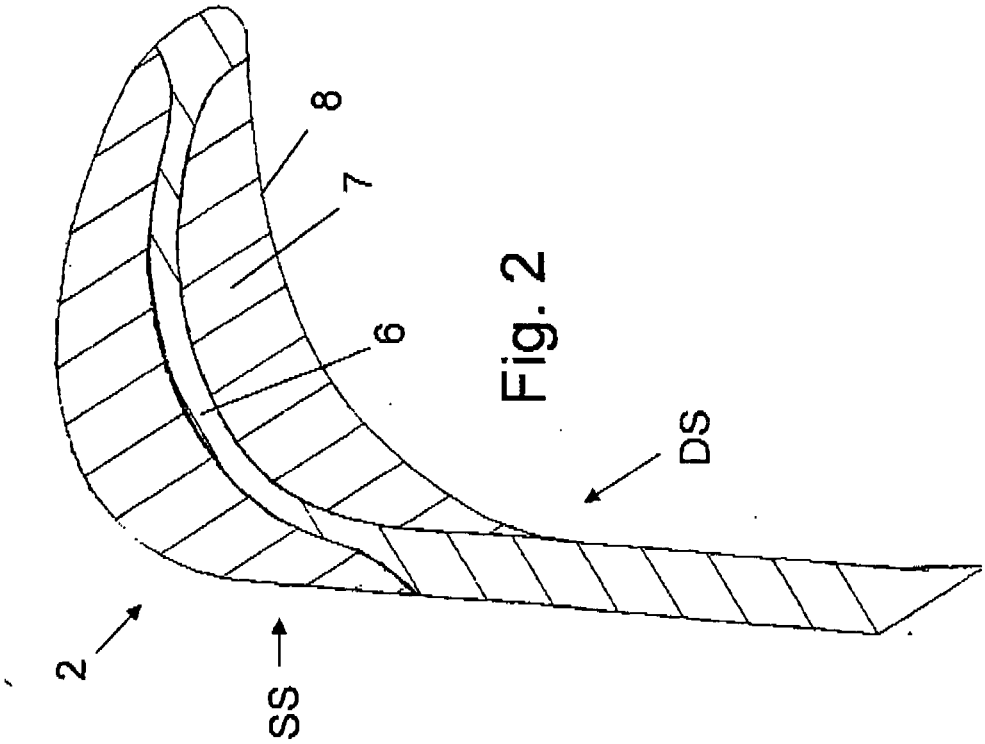


Fig. 2

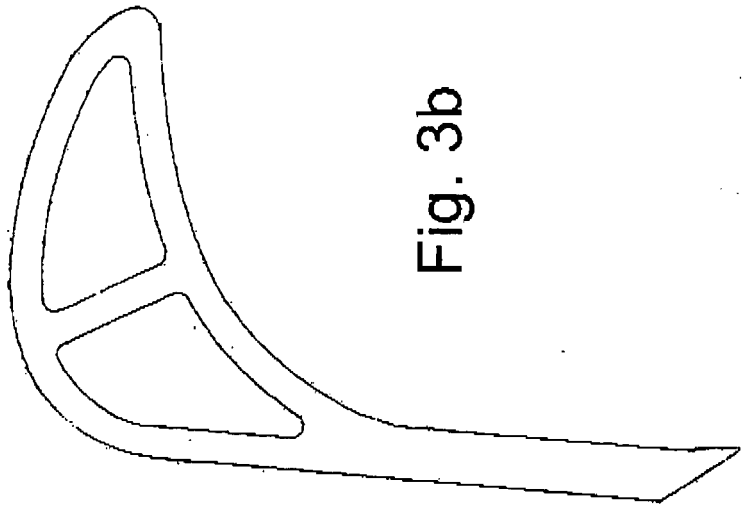


Fig. 3b

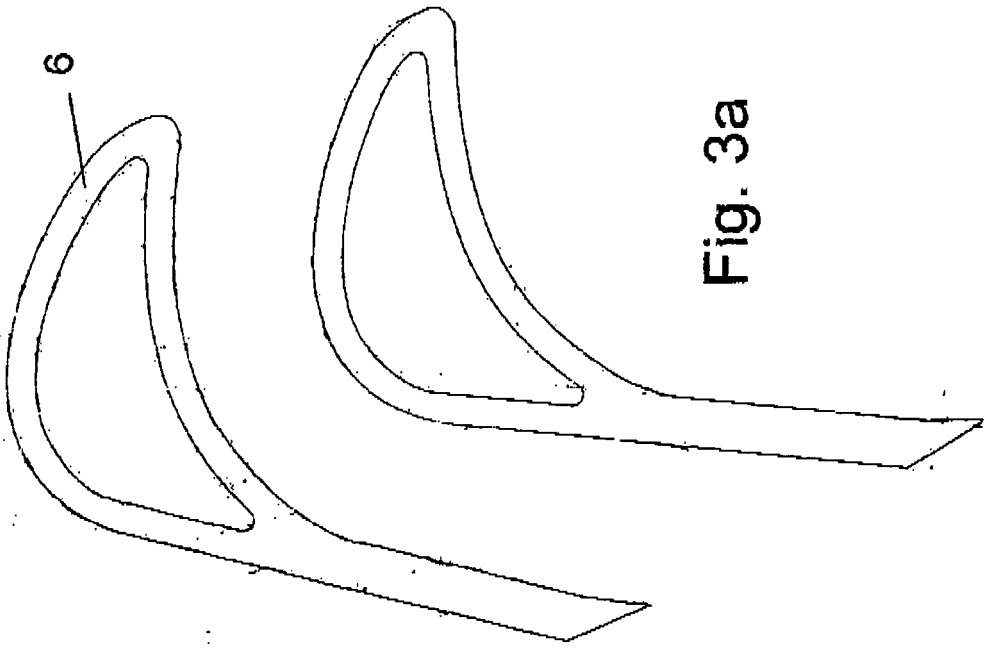


Fig. 3a

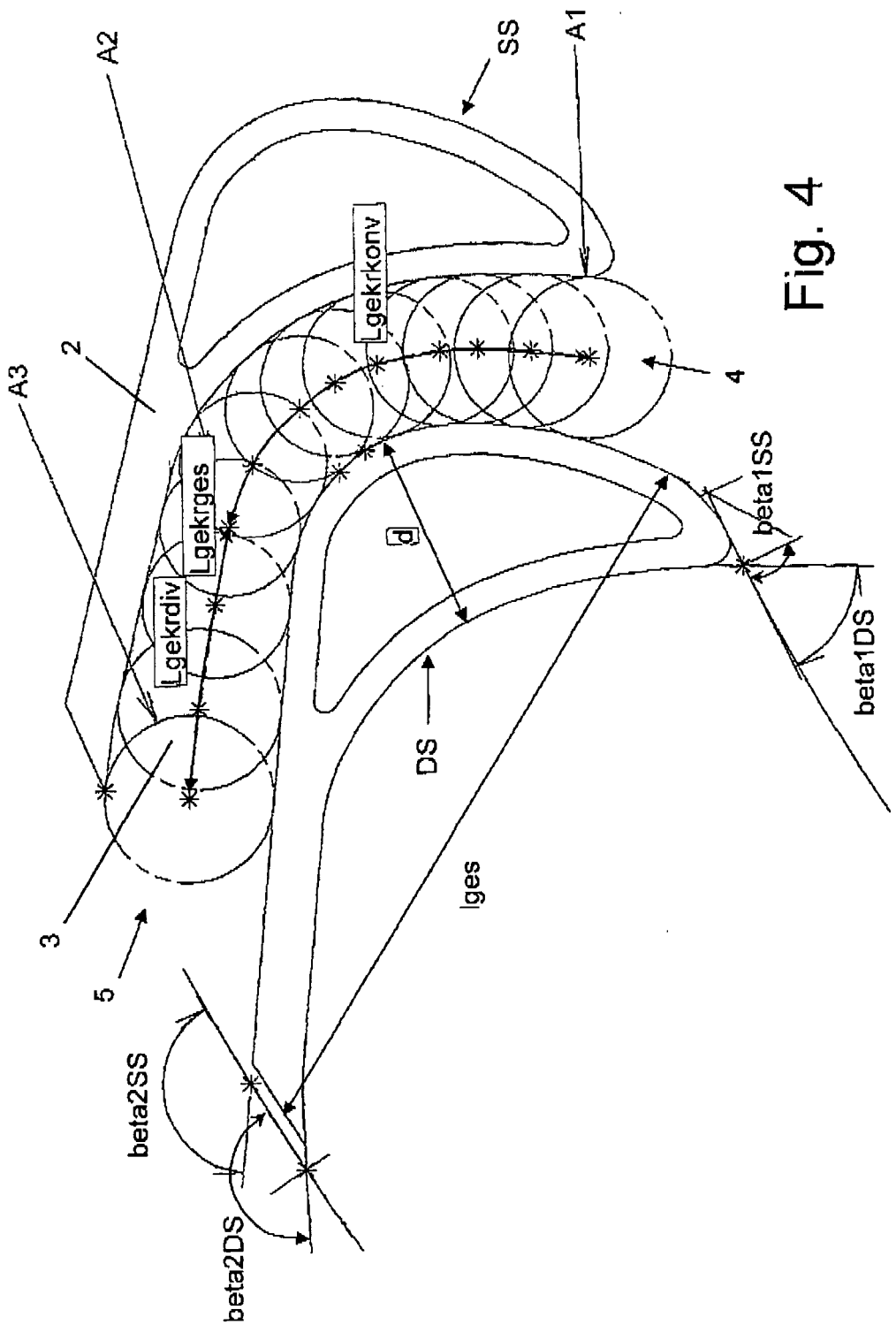
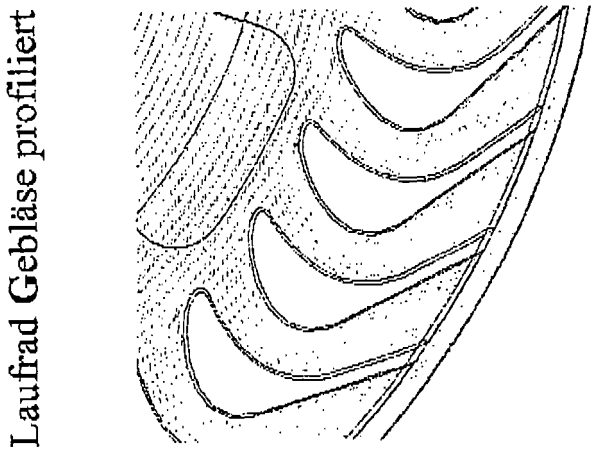

A2
SS
A1
A3
2
Lgekrkonv
4
Lgekrges
Lgekrdiv
d
beta1SS
beta1DS
DS
lges
3
5
beta2SS
beta2DS

Fig. 4


Laufrad Gebläse profiliert
eta$_{Laufrad}$ = 0.88
eta$_{Gebläse}$ = 0.49
eta$_{Gebläsetot}$ = 0.73

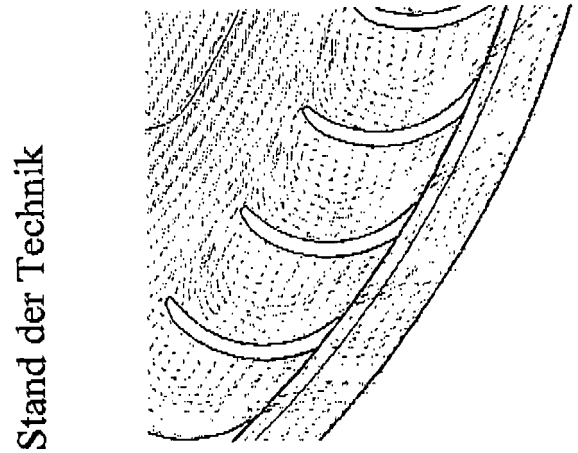

Stand der Technik
eta$_{Laufrad}$ = 0.85
eta$_{Gebläse}$ = 0.48
eta$_{Gebläsetot}$ = 0.70

Fig. 5

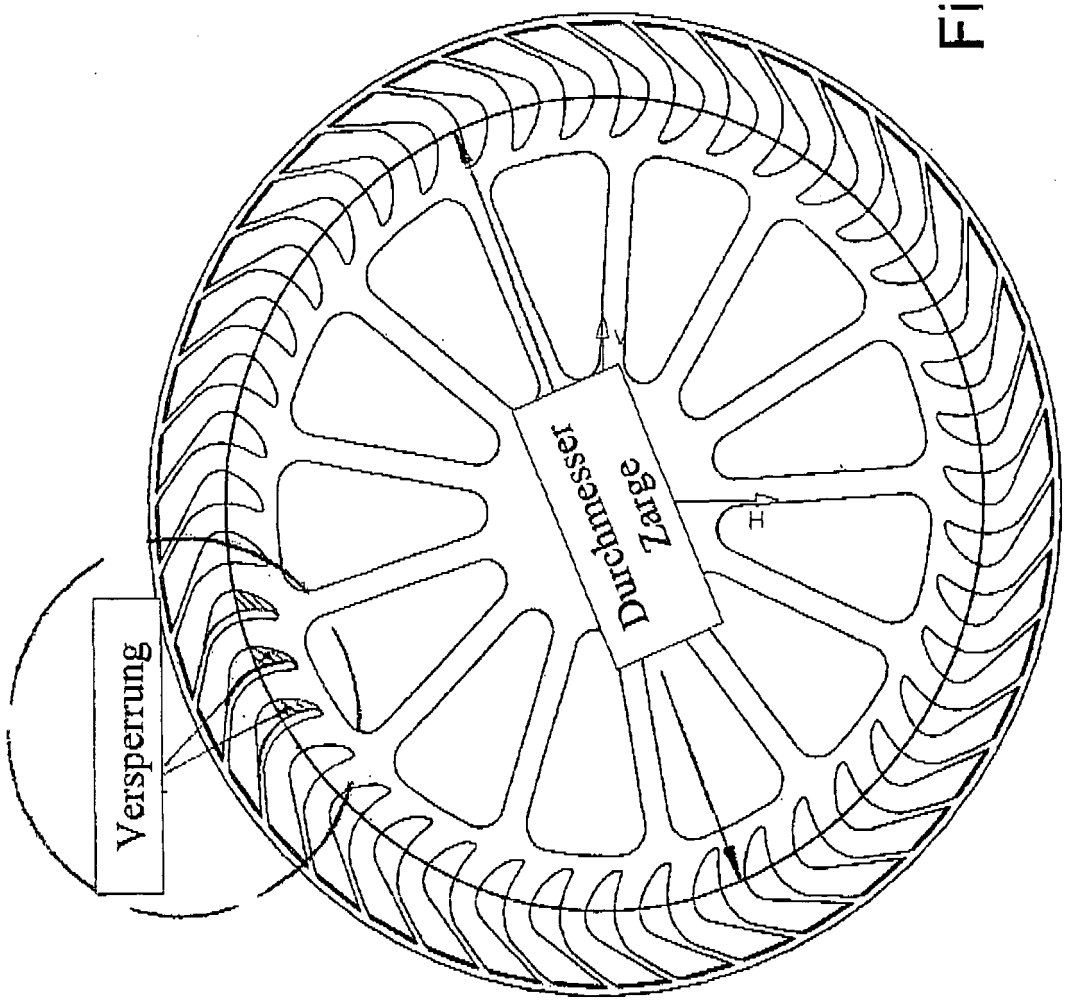


Fig. 6

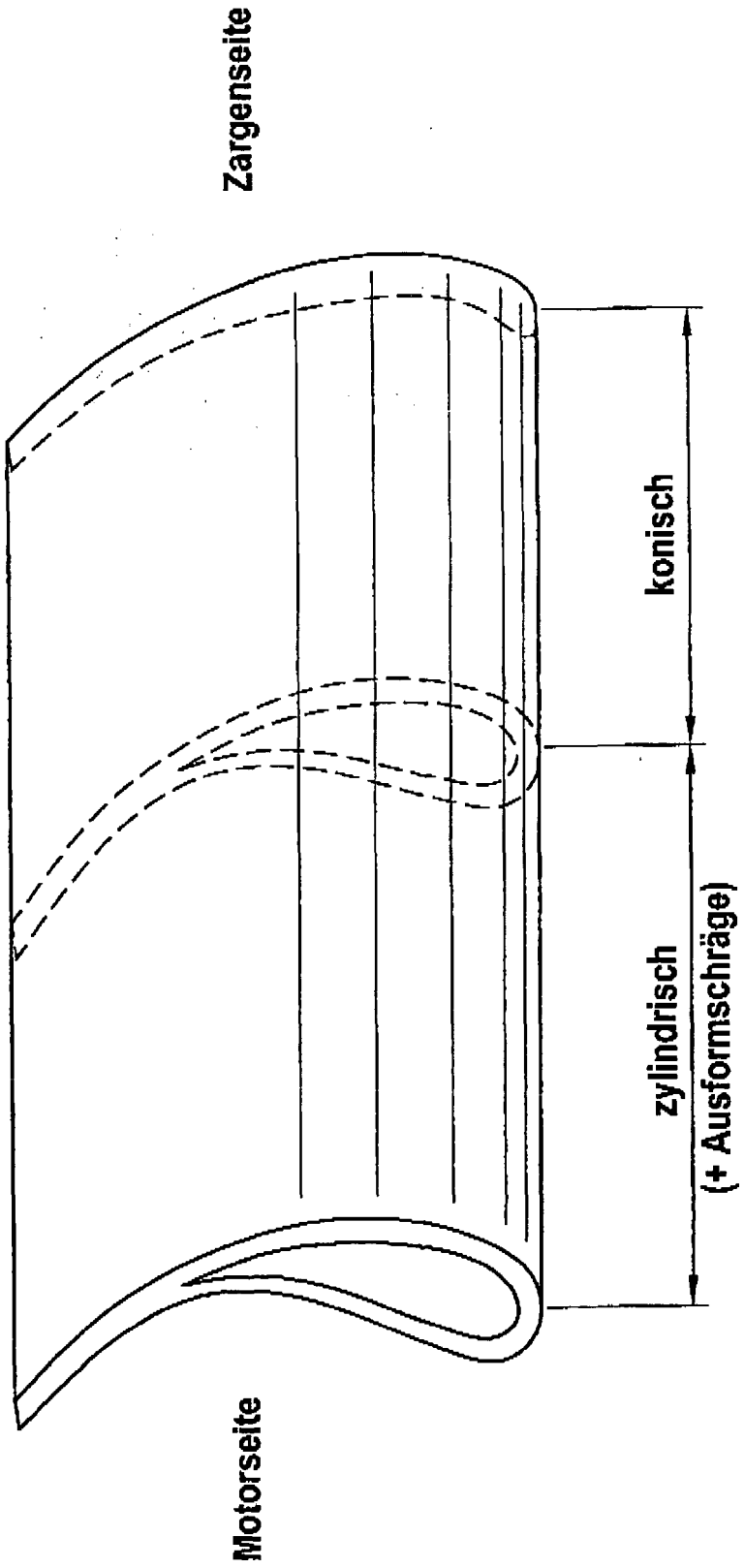

Zargenseite
konisch
zylindrisch
(+ Ausformschräge)
Motorseite

Fig. 7

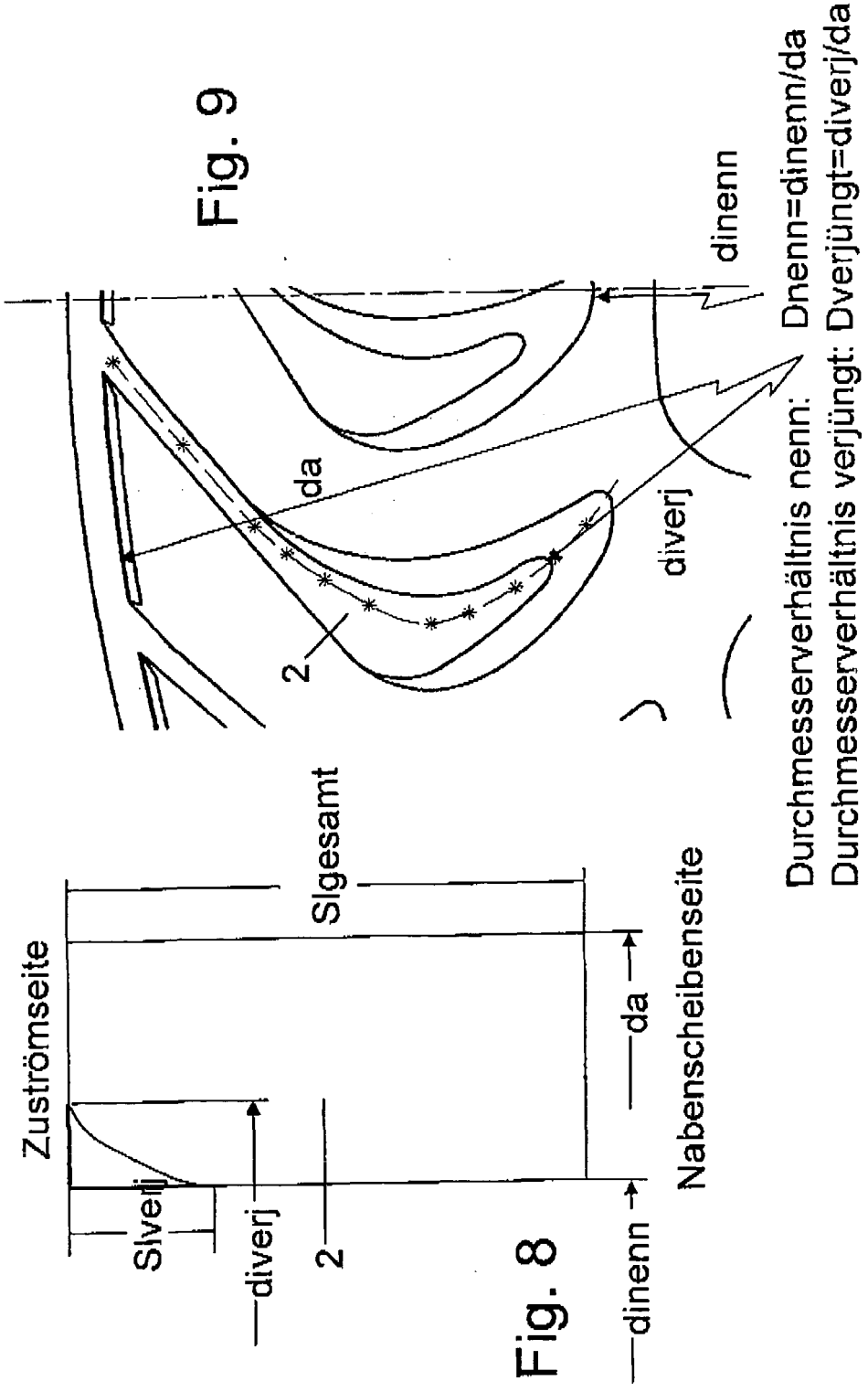

Zuströmseite
Slgesamt
Slverj
diverj
2
da
dinenn
Nabenscheibenseite

Fig. 8

dinenn
da
diverj
2
Durchmesserverhältnis nenn: Dnenn=dinenn/da
Durchmesserverhältnis verjüngt: Dverjüngt=diverj/da

Fig. 9

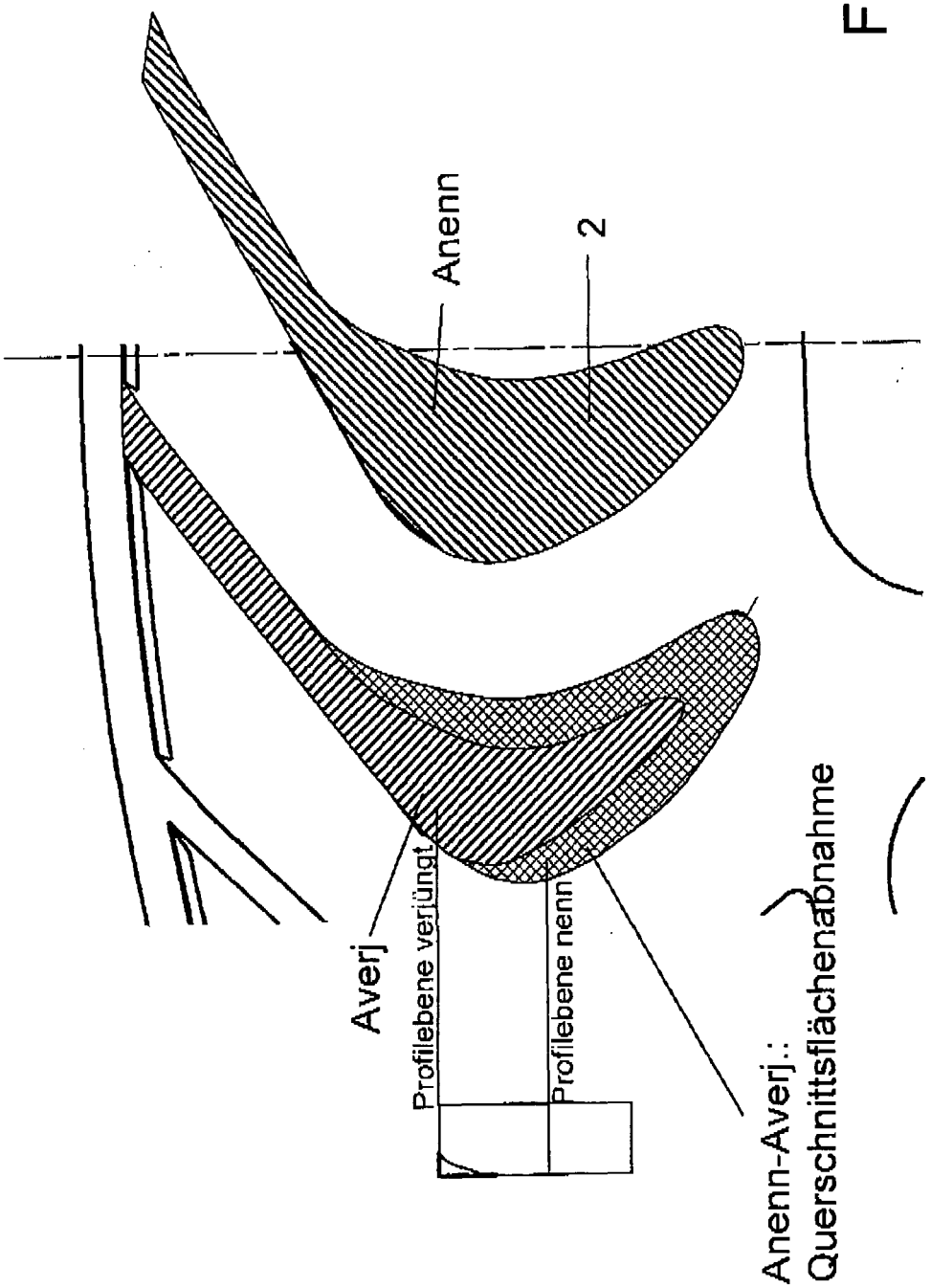

Anenn
2
Averj
Profilebene verjüngt
Profilebene nenn
Anenn-Averj.:
Querschnittsflächenabnahme

Fig. 10

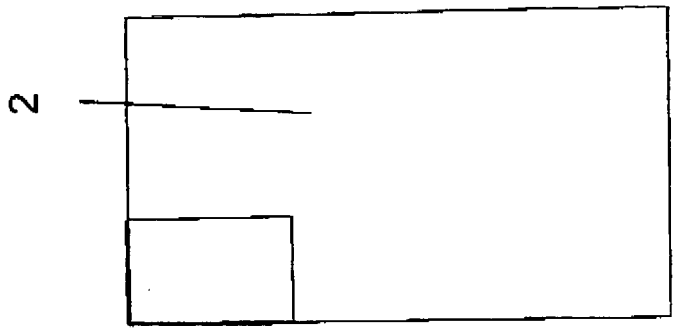


Fig. 11d

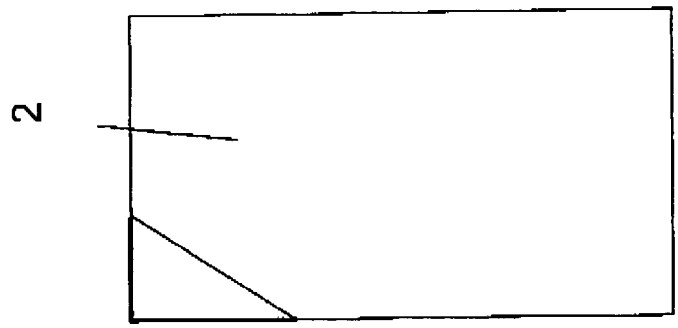


Fig. 11c

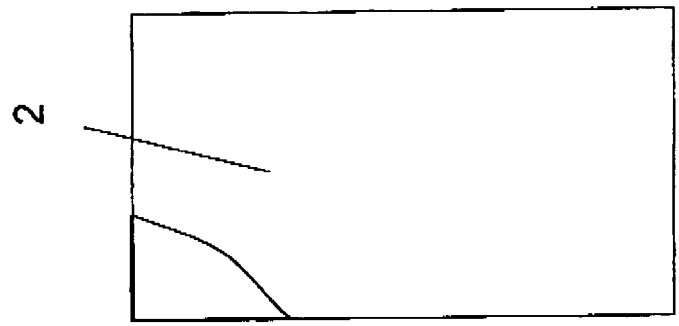


Fig. 11b

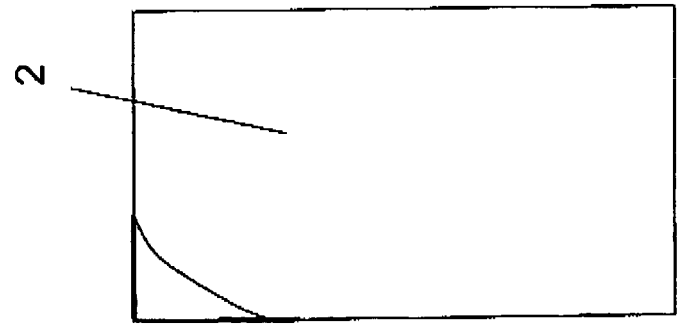


Fig. 11a

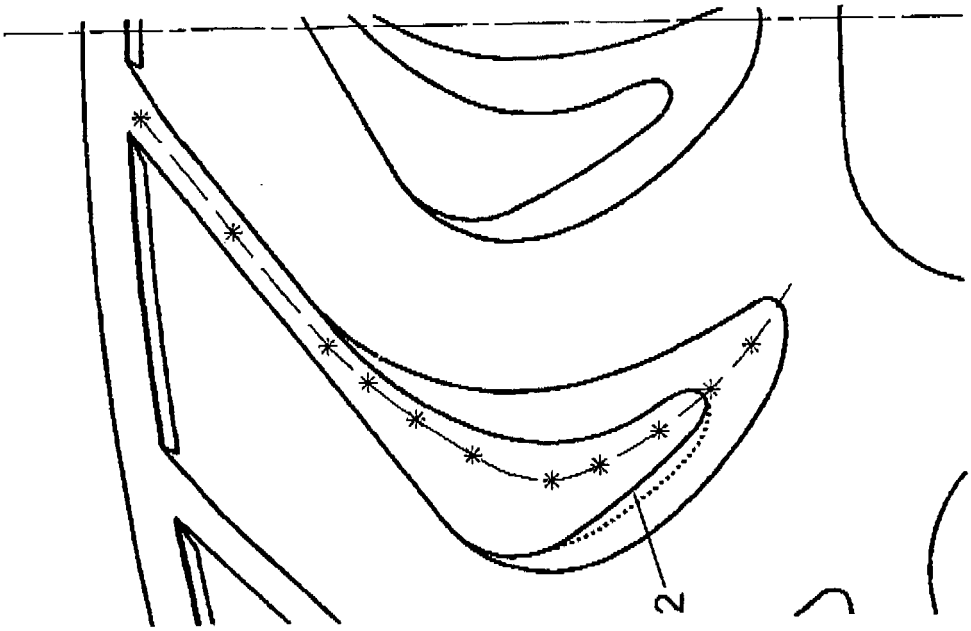


Fig. 13

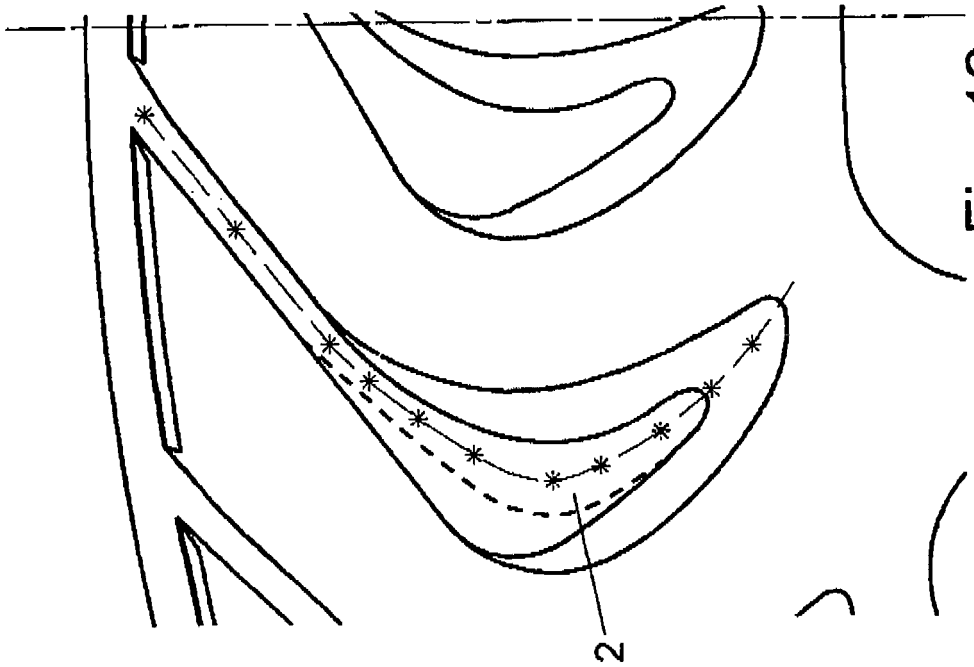
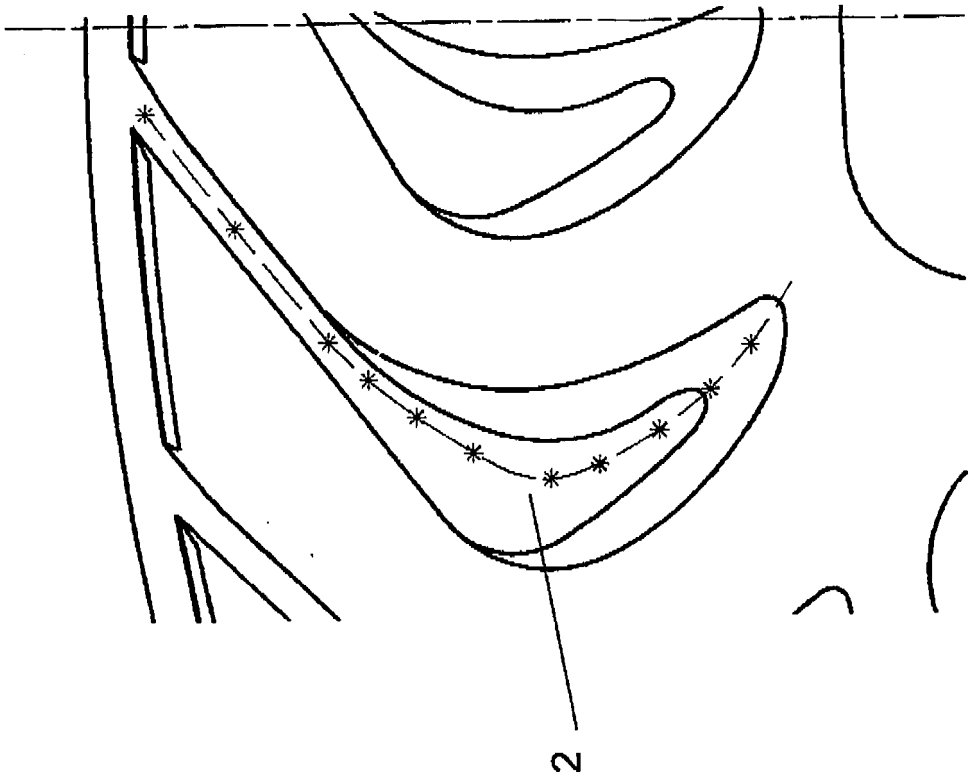


Fig. 12

Fig. 14



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1035330 A2 **[0006]**