

(19)



(11)

EP 3 198 152 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.07.2021 Patentblatt 2021/29

(51) Int Cl.:
F04D 29/32 ^(2006.01) **F04D 29/38** ^(2006.01)
F04D 29/66 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15759822.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/070701

(22) Anmeldetag: **10.09.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/045978 (31.03.2016 Gazette 2016/13)

(54) AXIALLÜFTER ZUR FÖRDERUNG VON KÜHLLUFT, INSBESONDERE FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR EINES KRAFTFAHRZEUGES

AXIAL FAN FOR CONVEYING COOLING AIR, IN PARTICULAR FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF A MOTOR VEHICLE

VENTILATEUR AXIAL POUR VÉHICULER DE L'AIR DE REFROIDISSEMENT, EN PARTICULIER POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE DE VÉHICULE À MOTEUR

(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

(30) Priorität: **22.09.2014 DE 102014219023**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.08.2017 Patentblatt 2017/31

(73) Patentinhaber: **MAHLE International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **BLAß, Uwe**
71696 Möglingen (DE)

(74) Vertreter: **Grael, Andreas**
Grael IP
Patentanwaltskanzlei
Wartbergstrasse 14
70191 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 026 997 EP-A1- 0 536 662
EP-A2- 0 583 091 DE-A1- 3 705 689
DE-U1- 8 525 674 JP-A- S5 489 304
JP-A- S51 134 906 US-A- 3 937 189
US-A- 4 505 641

EP 3 198 152 B1

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).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Axiallüfter zur Förderung von Kühlluft, insbesondere für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges, umfassend eine Nabe, an welcher eine Mehrzahl von radial nach außen verlaufende Lüfterblätter angeordnet sind, die jeweils eine Blatthinterkante aufweisen.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 690 14 630 T2 ist ein axialer Leitringlüfter bekannt, welcher eine zentrale Nabe, einen ringförmigen Mantel und eine Anzahl von Schaufeln aufweist, wobei die Schaufeln zwischen der Nabe und dem Mantel radial verlaufen. Die Schaufeln, die im Weiteren auch als Lüfterblätter bezeichnet werden sollen, sind in Richtung der Lüfterumdrehung vorwärts angestellt und besitzen eine Vorderkante und eine Hinterkante.

[0003] In der DE 10 2010 062 301 A1 ist ein Axiallüfter offenbart, welcher eine Nabe umfasst, an der eine Druck- und eine Saugseite, eine Hinterkante und eine Blattiefe aufweisende Lüfterblätter angeordnet sind. Darüber hinaus weist dieser Axiallüfter auf der Druckseite der Lüfterblätter eine, entgegen der Drehrichtung des Axiallüfters ansteigende Nabenrampe auf, wodurch die Hinterkante der Lüfterblätter in einen radial außerhalb der Nabenrampe liegenden äußeren Bereich und einen radial, innerhalb der Nabenrampe liegenden inneren Bereich aufgeteilt wird. Innerhalb der Nabenrampe sind jeweils Aussparungen oder Auskehlungen vorhanden, um das Gewicht des Axiallüfters zu verringern.

[0004] Die DE 37 05 689 A1 offenbart einen Axiallüfter nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ebenso die JP 5489304 A.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0005] Es ist die Aufgabe der Erfindung, den Wirkungsgrad eines solchen Axiallüfters unter Beibehaltung der Strömungsleistung zu erhöhen.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einem Axiallüfter mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

[0007] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft einen Axiallüfter zur Förderung von Kühlluft, insbesondere für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges, mit einer Nabe, an welcher eine Mehrzahl von radial nach außen verlaufende Lüfterblätter angeordnet sind, die jeweils eine Blatthinterkante aufweisen, wobei die Blatthinterkante der Lüfterblätter in Umfangsrichtung gekrümmt verlaufen und bei einem Schnitt des Rotationsprofils des Axiallüfters mit einer Ebene E, die durch die Rotationsachse des Axiallüfters und der radialen Erstreckung H des Lüfterblattes aufgespannt ist, sich auf der Ebene E eine Kontur der Blatthinterkante abzeichnet, die in ihrer radialen Erstreckung in drei Abschnitte unterteilt

ausgebildet ist, wobei der mittlere Abschnitt im Wesentlichen gerade verläuft, während die sich an den mittleren Abschnitt jeweils anschließenden ersten und dritten Abschnitte gekrümmt verlaufen. Dies hat den Vorteil, dass der Wirkungsgrad des Axiallüfters erhöht wird, wobei die Strömungsleistung des Axiallüfters beibehalten wird.

[0008] Erfindungsgemäß verläuft die Kontur der Blatthinterkante in ihrer radialen Erstreckung in drei Abschnitten, wobei der mittlere Abschnitt im Wesentlichen gerade bzw. annähernd gerade ausgebildet ist, während die sich an den mittleren Abschnitt jeweils anschließenden ersten und dritten Abschnitte gekrümmt verlaufen. Aufgrund der halbradialen Durchströmung des Lüfterblattes unter den gegebenen Bedingungen ergibt sich ein sehr guter Kompromiss zwischen Strömungsleistungen und statischem Wirkungsgrad.

[0009] In einer Ausgestaltung ist der erste äußere, der Nabe abgewandte Abschnitt der Blatthinterkante mit einem ersten Radius und der dritte, sich an die Nabe anschließende Abschnitt der Blatthinterkante mit einem zweiten Radius gekrümmt. Dies ist besonders deutlich ersichtlich, wenn die Kontur in eine Ebene, die durch die Rotationsachse des radialen Lüfters und die radiale Erstreckung des Lüfterblattes aufgespannt wird, projiziert wird, wenn diese mit dem Rotationsprofil des Axiallüfters geschnitten wird.

[0010] In einer Variante gehen der zweite Radius des dritten Abschnittes und/oder der erste Radius des ersten Abschnittes der Blatthinterkante tangential in den gerade ausgebildeten mittleren Abschnitt der Kontur der Blatthinterkante über. Dadurch wird die Leitung der Strömung im Bereich der Blatthinterkante positiv beeinflusst. Die Blatthinterkante wird im Bereich überwiegender Strömungsverluste so angepasst, dass sowohl ein guter Druckaufbau als auch ein guter Wirkungsgrad erzielt werden kann.

[0011] In einer Weiterbildung liegt ein erstes Verhältnis des ersten Radius des dritten Abschnittes der Kontur der Blatthinterkante zur gesamten radialen Erstreckung des Lüfterblattes zwischen 0,8 und 1,2. Dadurch wird der Wirkungsgrad des Axiallüfters weiter optimiert.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform liegt ein zweites Verhältnis zwischen dem ersten Radius des ersten Abschnittes und dem zweiten Radius des dritten Abschnittes der Kontur der Blatthinterkante zwischen 3 und 4.

[0013] In einer Ausgestaltung dehnen sich der zweite und der dritte Abschnitt der Kontur der Blatthinterkante annähernd über ein Viertel der radialen Erstreckung des Lüfterblattes aus, wodurch der Wirkungsgrad des Axiallüfters weiter erhöht wird.

[0014] Darüber hinaus lässt eine weitere Ausführungsform zu, dass sich der erste, der Nabe abgewandte Abschnitt der Kontur der Blatthinterkante annähernd über die Hälfte der radialen Erstreckung des Lüfterblattes ausdehnt. Auch diese Ausgestaltung unterstützt die Einstellung eines optimalen Verhältnisses zwischen Wirkungsgrad und Strömungsleistung des Axiallüfters.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind durch die nachfolgende Figurenbeschreibung und durch die Unteransprüche beschrieben.

Kurze Beschreibung der Figuren der Zeichnung

[0016] Nachstehend wird die Erfindung auf der Grundlage zumindest eines Ausführungsbeispiels anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Axiallüfters in einer perspektivischen Vorderansicht,
- Fig. 2 das erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Axiallüfters in einer perspektivischen Rückenansicht,
- Fig. 3 das erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Axiallüfters in einer Seitenansicht,
- Fig. 4 einen Ausschnitt aus einer Vorderansicht des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Axiallüfters, und
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Lüfterblattes des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0017] Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Axiallüfters 1. Der Axiallüfter 1 besteht aus einer zentralen Nabe 2 und einem ringförmigen Mantel 3, zwischen welchen mehrere Lüfterblätter 4 angeordnet sind. Auf der Druckseite der Lüfterblätter 4 ist jeweils eine entgegen der Drehrichtung des Axiallüfters 1 ansteigende Nabenrampe 5 angeordnet, welche über Stege 6 am Lüfterblatt befestigt ist.

[0018] Jedes Lüfterblatt 4 weist dabei eine, in Drehrichtung unten angeordnete Blattvorderkante 7 und eine obere Blatthinterkante 8 auf. Die Kontur 9 der Blatthinterkante 8 des Lüfterblattes 4 ist in Fig. 4 verdeutlicht, wo eine Ebene E durch die Rotationsachse des Axiallüfters 1 und die radiale Erstreckung H des Lüfterblattes 4 aufgespannt ist. Schneidet man diese Ebene E mit dem Rotationsprofil des Axiallüfters 1, ergibt sich eine Kontur 9 der Blatthinterkante 8 des Lüfterblattes 4, die in drei Abschnitte eingeteilt ist.

[0019] Wie aus Fig. 5 ersichtlich, ist ein erster äußerer Abschnitt 91 der Kontur 9 der Blatthinterkante 8 gekrümmt ausgebildet und durch einen ersten Radius R1 beschrieben. An diesem Radius R1 schließt sich ein mittlerer Abschnitt 92 der Kontur 9 der Blatthinterkante 8 an, der gerade verläuft. Der gerade verlaufende Abschnitt 92 schließt sich an einen dritten inneren Abschnitt 93 der Kontur 9 der Blatthinterkante 8 an, welcher direkt an die

Nabe 2 angrenzt. Die Kontur 9 im dritten Abschnitt 93 der Blatthinterkante 8 ist gekrümmt ausgebildet und kann durch einen zweiten Radius R2 beschrieben werden. Der mittlere und der dritte Abschnitt 92, 93 der Kontur 9 der Blatthinterkante 8 erstrecken sich dabei etwa über ein Viertel der radialen Erstreckung H des Lüfterblattes 4. Der erste äußere, der Nabe 2 abgewandte Abschnitt 91 der Kontur 9 der Blatthinterkante 8 verläuft etwa in der äußeren Hälfte der radialen Erstreckung H des Lüfterblattes. An den geraden mittleren Abschnitt 92 der Blatthinterkante 8 schließen sich der gekrümmte erste bzw. der gekrümmte dritte Abschnitt 91, 93 tangential an die Gerade an.

[0020] Um ein optimales Verhältnis zwischen Strömungsleistung und statischem Wirkungsgrad des Axiallüfters 1 einzustellen, ist ein erstes Verhältnis aus dem Radius R1 des ersten äußeren Abschnittes 91 der Kontur 9 der Blatthinterkante 8 und der radialen Erstreckung H des Lüfterblattes 4 zwischen 0,8 und 1,2 zu wählen. Diese Optimierung wird unterstützt, wenn das Verhältnis zwischen dem ersten Radius R1 des ersten Abschnittes 91 und dem zweiten Radius R2 des dritten Abschnittes 93 sich im Bereich zwischen 3 und 4 bewegt.

Patentansprüche

1. Axiallüfter zur Förderung von Kühlluft, insbesondere für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges, mit einer Nabe (2), an welcher eine Mehrzahl von radial nach außen verlaufende Lüfterblätter (4) angeordnet sind, die jeweils eine Blatthinterkante (8) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blatthinterkante (8) der Lüfterblätter (4) in Umfangsrichtung gekrümmt verlaufen und bei einem Schnitt des Rotationsprofils des Axiallüfters mit einer Ebene (E), die durch die Rotationsachse des Axiallüfters und der radialen Erstreckung H des Lüfterblattes aufgespannt ist, sich auf der Ebene (E) eine Kontur (9) der Blatthinterkante (8) abzeichnet, die in ihrer radialen Erstreckung in drei Abschnitte (91, 92, 93) unterteilt ausgebildet ist, wobei der mittlere Abschnitt (92) im Wesentlichen gerade verläuft, während die sich an den mittleren Abschnitt (92) jeweils anschließenden ersten und dritten Abschnitte (91, 93) gekrümmt verlaufen.
2. Axiallüfter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste äußere, der Nabe (2) abgewandte Abschnitt (91) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) mit einem ersten Radius (R1) und der dritte, sich an die Nabe (2) anschließende Abschnitt (93) der Blatthinterkante (8) mit einem zweiten Radius (R2) gekrümmt ist.
3. Axiallüfter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Radius (R2) des dritten Abschnittes (93) und/oder der erste Radius (R1) des

ersten Abschnittes (91) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) tangential in den gerade ausgebildeten, mittleren Abschnitt (92) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) übergehen.

4. Axiallüfter nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Verhältnis des ersten Radius (R1) des ersten Abschnittes (91) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) zur gesamten radialen Erstreckung (H) des Lüfterblattes (4) zwischen 0,8 und 1,2 liegt.
5. Axiallüfter nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweites Verhältnis zwischen dem ersten Radius (R1) des ersten Abschnittes (91) und dem zweiten Radius (R2) des dritten Abschnittes (93) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) zwischen 3 und 4 liegt.
6. Axiallüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der zweite und der dritte Abschnitt (92, 93) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) jeweils annähernd über ein Viertel der radialen Erstreckung (H) des Lüfterblattes (4) ausdehnen.
7. Axiallüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der erste, der Nabe (2) abgewandte Abschnitt (91) der Kontur (9) der Blatthinterkante (8) annähernd über die Hälfte der radialen Erstreckung (H) des Lüfterblattes (4) ausdehnt.

Claims

1. An axial fan for conveying cooling air, in particular for an internal combustion engine of a motor vehicle, with a hub (2) on which a plurality of fan blades (4), extending radially outward, are arranged, each of which has a trailing blade edge (8), **characterised in that** the trailing blade edge (8) of the fan blades (4) extends curved in the circumferential direction and, in case of a section of the rotation profile of the axial fan with a plane (E) which is spanned by the axis of rotation of the axial fan and the radial extent H of the fan blade, a contour (9) of the trailing blade edge (8) emerges on the plane (E) which in its radial extent is formed divided into three sections (91, 92, 93), wherein the middle section (92) is substantially straight, whereas the first and third sections (91, 93), each joining the middle section (92), extend in a curved manner.
2. The axial fan according to claim 1, **characterised in that** the first outer section (91) of the contour (9) of the trailing blade edge (8), facing away from the hub (2), is curved with a first radius (R1) and the third

section (93) of the trailing blade edge (8), joining the hub (2), is curved with a second radius (R2).

3. The axial fan according to claim 2, **characterised in that** the second radius (R2) of the third section (93) and/or the first radius (R1) of the first section (91) of the contour (9) of the trailing blade edge (8) transition tangentially into the straight middle section (92) of the contour (9) of the trailing blade edge (8).
4. The axial fan according to claim 2 or 3, **characterised in that** a first ratio of the first radius (R1) of the first section (91) of the contour (9) of the trailing blade edge (8) to the entire radial extent (H) of the fan blade (4) is between 0.8 and 1.2.
5. The axial fan according to claim 2, 3 or 4, **characterised in that** a second ratio between the first radius (R1) of the first section (91) and the second radius (R2) of the third section (93) of the contour (9) of the trailing blade edge (8) is between 3 and 4.
6. The axial fan according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the second and third sections (92, 93) of the contour (9) of the trailing blade edge (8) respectively extend over approximately a fourth of the radial extent (H) of the fan blade (4).
7. The axial fan according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the first section (91) of the contour (9) of the trailing blade edge (8), facing away from the hub (2), extends over approximately half of the radial extent (H) of the fan blade (4).

Revendications

1. Ventilateur axial pour le transport d'air de refroidissement, en particulier pour un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile, ledit ventilateur axial comprenant un moyeu (2) sur lequel est disposée une pluralité de pales de ventilateur (4) s'étendant vers l'extérieur dans le sens radial, pales qui présentent respectivement un bord arrière de pale (8), **caractérisé en ce que** les bords arrière (8) des pales (4) du ventilateur s'étendent de façon courbée dans la direction circonférentielle et, dans le cas d'une coupe du profil de rotation du ventilateur axial, avec un plan (E) qui est défini par l'axe de rotation du ventilateur axial et par l'étendue radiale H de la pale de ventilateur, se profile, sur le plan (E), un contour (9) du bord arrière (8) de la pale, bord qui est configuré en étant subdivisé en trois parties (91, 92, 93) dans son étendue radiale, où la partie centrale (92) s'étend pratiquement de façon rectiligne, tandis que les première et troisième parties (91, 93), qui se rattachent respectivement à la partie centrale (92), s'étendent de façon courbée.

2. Ventilateur axial selon la revendication 1, **caracté-
risé en ce que** la première partie extérieure (91) du
contour (9) du bord arrière (8) de la pale est courbée,
ladite première partie ayant un premier rayon (R1)
et étant placée à l'opposé du moyeu (2), et la troi- 5
sième partie (93) du bord arrière (8) de la pale est
courbée, ladite troisième partie ayant un deuxième
rayon (R2) et se rattachant au moyeu (2).

3. Ventilateur axial selon la revendication 2, **caracté- 10
risé en ce que** le deuxième rayon (R2) de la troisiè-
me partie (93) et/ou le premier rayon (R1) de la pre-
mière partie (91) du contour (9) du bord arrière (8)
de la pale passent tangentiellement dans la partie
centrale (92) du contour (9) du bord arrière (8) de la 15
pale, ladite partie centrale étant configurée de façon
rectiligne.

4. Ventilateur axial selon la revendication 2 ou 3, **ca-
ractérisé en ce qu'un** premier rapport du premier 20
rayon (R1) de la première partie (91) du contour (9)
du bord arrière (8) de la pale, relativement à l'éten-
due radiale totale (H) de la pale (4) du ventilateur,
est compris entre 0,8 et 1,2. 25

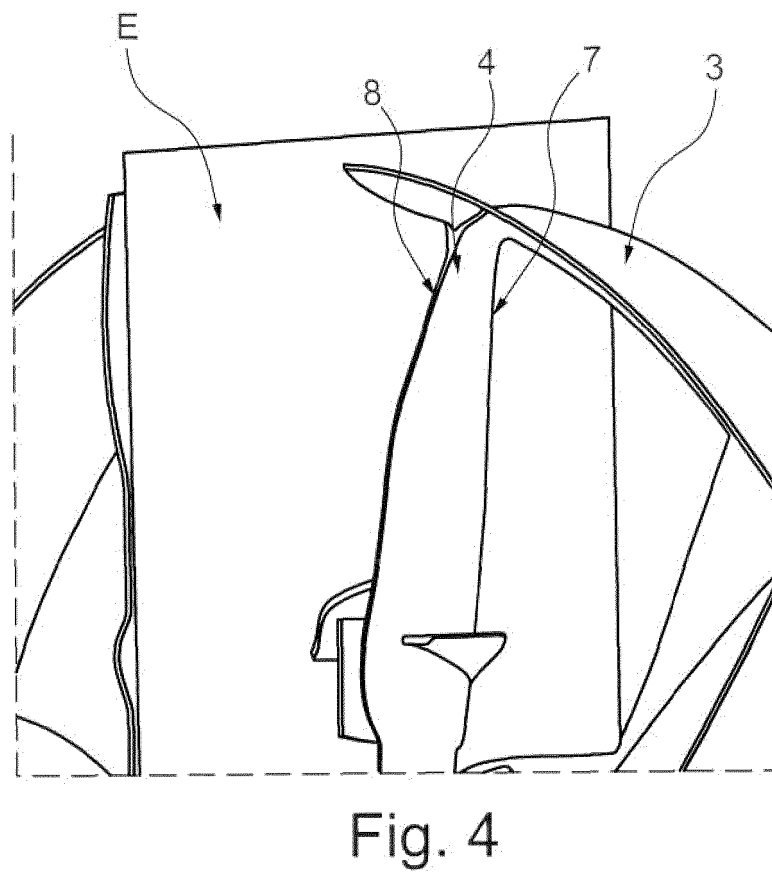
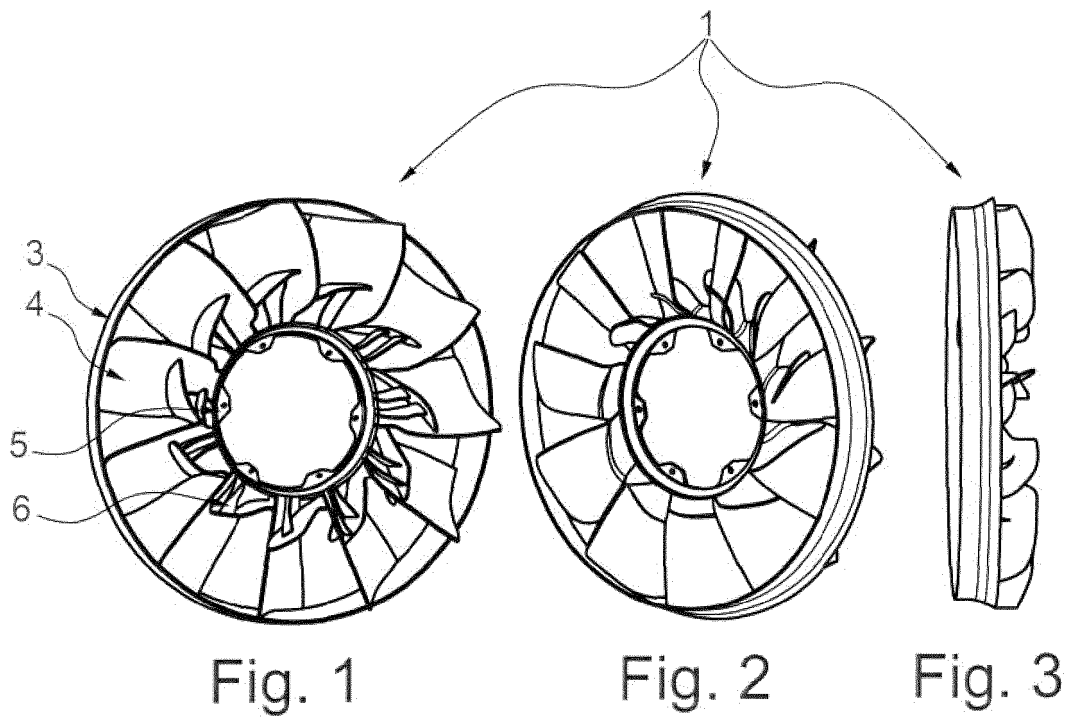
5. Ventilateur axial selon la revendication 2, 3 ou 4,
caractérisé en ce qu'un deuxième rapport entre le
premier rayon (R1) de la première partie (91) et le
deuxième rayon (R2) de la troisième partie (93) du
contour (9) du bord arrière (8) de la pale est compris 30
entre 3 et 4.

6. Ventilateur axial selon l'une quelconque des reven-
dications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la deuxième
et la troisième partie (92, 93) du contour (9) du bord 35
arrière (8) de la pale s'étendent respectivement à
peu près sur un quart de l'étendue radiale (H) de la
pale (4) du ventilateur.

7. Ventilateur axial selon l'une quelconque des reven- 40
dications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la première
partie (91) du contour (9) du bord arrière (8) de la
pale s'étend à peu près sur la moitié de l'étendue
radiale (H) de la pale (4) du ventilateur, ladite pre-
mière partie étant placée à l'opposé du moyeu (2). 45

50

55



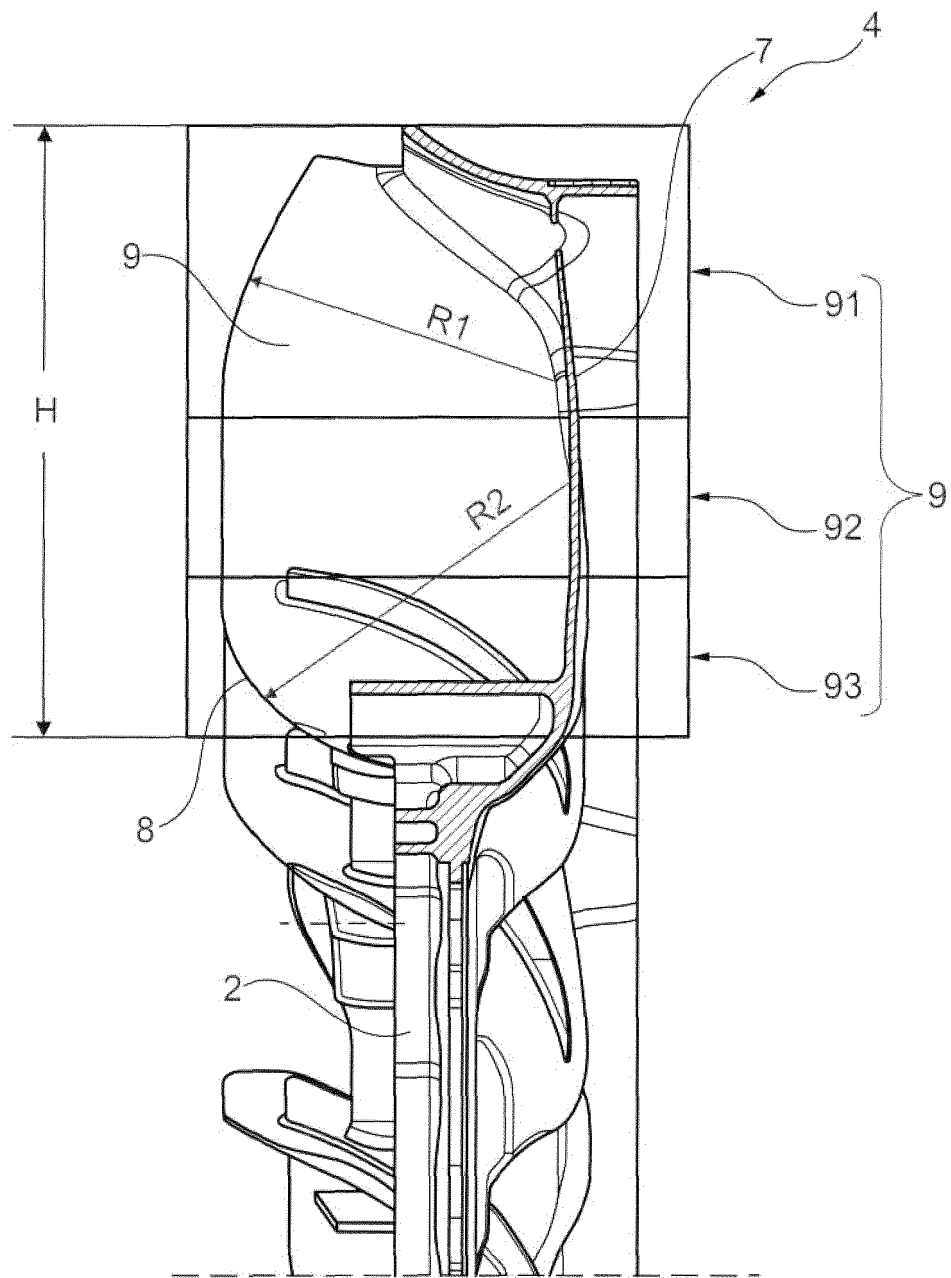


Fig. 5

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

- DE 69014630 T2 [0002]
- DE 102010062301 A1 [0003]
- DE 3705689 A1 [0004]
- JP 5489304 A [0004]