

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 034 376 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

23.04.2003 Bulletin 2003/17

(21) Numéro de dépôt: **99934796.6**

(22) Date de dépôt: **28.07.1999**

(51) Int Cl.7: **F04D 29/32**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR99/01861

(87) Numéro de publication internationale:
WO 00/006913 (10.02.2000 Gazette 2000/06)

(54) **HELICE DE VENTILATEUR**

LÜFTERRAD

FAN BLADE

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

(30) Priorité: **28.07.1998 FR 9809648**

(43) Date de publication de la demande:
13.09.2000 Bulletin 2000/37

(73) Titulaire: **VALEO THERMIQUE MOTEUR**
78321 La Verrière (FR)

(72) Inventeurs:
• **MOREAU, Stéphane**
F-75004 Paris (FR)
• **DESSALE, Bruno**
F-06210 Cannes (FR)

• **COGGIOLA, Eric**
F-75012 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 096 255 EP-A- 0 553 598
EP-A- 0 569 863 EP-A- 0 704 625
WO-A-91/02165 WO-A-91/05169
US-A- 5 577 888

• **ERIC COGGIOLA: "ON THE USE OF CFD IN THE
AUTOMOTIVE ENGINE COOLING FAN SYSTEM
DESIGN" AMERICAN INSTITUTE OF
AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS, no. 0772,
12 janvier 1998 (1998-01-12), pages 1-10,
XP002099362 cité dans la demande**

EP 1 034 376 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne une hélice de ventilateur comprenant un moyeu et des pales s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu, le moyeu étant propre à être fixé sur l'arbre d'un moteur de manière à permettre au

[0002] De telles hélices sont utilisées notamment pour le refroidissement du moteur d'entraînement de véhicules automobiles, l'hélice produisant un flux d'air à travers un radiateur de refroidissement et sont connues par exemple de la demande de brevet EP 0 096 255 A1.

[0003] Il était admis jusqu'ici que les performances aérauliques et acoustiques de telles hélices sont d'autant meilleures que leur diamètre et leur longueur axiale sont plus importants.

[0004] La place disponible dans le compartiment moteur des véhicules étant généralement très limitée, il est souhaitable de disposer d'hélices de refroidissement d'encombrement réduit, notamment dans la direction axiale.

[0005] De manière surprenante, on a découvert que, pour un diamètre donné, les performances aérauliques et acoustiques ne se détériorent pratiquement qu'en-deçà d'une certaine longueur axiale optimale.

[0006] L'invention vise notamment une hélice du genre défini en introduction, et prévoit que sa longueur axiale L , mesurée en mètre, n'est pas notablement supérieure à la valeur L_0 donnée par la formule (I) suivante:

$$L_0 = 0,426262 - 5,14288.D + 23,1798.D^2 - 44,2505.D^3 + 30,8841.D^4,$$

D étant le diamètre de l'hélice mesuré en mètre.

[0007] Au moins pour certaines configurations géométriques des pales, il est préférable que L ne soit pas notablement inférieure à L_0 , car en-deçà les performances diminuent.

[0008] De préférence, le domaine de variation de L par rapport à L_0 , vers le haut et le cas échéant vers le bas, est de 20 %.

[0009] Les relations ci-dessus valent tout particulièrement lorsque la configuration géométrique de l'hélice présente certaines au moins des particularités suivantes:

- Les extrémités axiales des pales et du moyeu tournées vers l'aval du flux d'air produit par l'hélice sont sensiblement contenues dans un même plan radial.
- Le bord de fuite des pales est entièrement contenu dans ledit plan radial.
- Les extrémités axiales des pales et du moyeu tournées vers l'amont du flux d'air produit par l'hélice sont sensiblement contenues dans un même plan radial.
- Les extrémités radialement extérieures des pales sont reliées entre elles par une virole.
- Les pales sont sensiblement identiques entre elles et uniformément espacées dans la direction circonférentielle selon un pas angulaire β , le point situé à mi-distance des bords d'attaque et de fuite à l'extrémité radialement extérieure étant décalé par rapport au point correspondant au pied de la pale, dans le sens opposé au sens de rotation de l'hélice, d'un angle α compris entre la moitié et les trois quarts environ dudit pas angulaire. Ceci concerne le cas des hélices dites symétriques.
- Les bords d'attaque et de fuite de chaque pale sont bombés dans le sens de rotation de l'hélice, le point situé à mi-distance de ceux-ci s'écartant progressivement vers l'arrière du plan axial contenant sa position au pied de la pale, puis revenant progressivement jusque dans ce plan, sur une fraction de l'étendue radiale de la pale comprise entre 20 % et 70 %, et s'écartant progressivement de ce même plan vers l'avant sur la fraction restante.
- L'angle aigu Ω entre la corde de la section transversale aplatie d'une pale et un plan radial décroît progressivement au moins sur les derniers 30 % de l'étendue radiale de la pale.
- Le moyeu comprend une paroi sensiblement cylindrique à partir de laquelle s'étendent les pales, et une paroi de fond disposée sensiblement selon un plan radial, tournée vers l'amont du flux d'air produit par l'hélice, la paroi cylindrique et la paroi de fond étant raccordées entre elles par un arrondi convexe d'un rayon de courbure compris entre 4 et 8 mm.
- L'arrondi a sensiblement un profil en quart de cercle de rayon 5 mm.

- Les pales s'étendent sur toute la longueur axiale de la paroi cylindrique du moyeu.
- Le moyeu est creux et présente intérieurement des nervures.

5 **[0010]** Les caractéristiques et avantages de l'invention seront exposés plus en détail dans la description ci-après, en se référant aux dessins annexés, sur lesquels:

- la figure 1 est une vue axiale d'arrière d'une hélice de ventilateur selon l'invention;
- 10 - la figure 2 est une vue de côté en demi-coupe axiale de l'hélice;
- la figure 3 est une partie agrandie de la figure 1;
- la figure 4 est une vue de dessus du moyeu de l'hélice, montrant en outre la forme de la section transversale aplatie d'une pale;
- 15 - les figures 5 et 6 sont des graphiques illustrant la longueur axiale en fonction du diamètre pour des hélices de ventilateur connues et pour des hélices de ventilateur selon l'invention; et
- 20 - la figure 7 montre à plus grande échelle que la figure 4 la section transversale aplatie de la pale au voisinage du bord d'attaque de celle-ci.

[0011] L'hélice illustrée sur les figures 1 à 4 comprend, de façon classique, une multiplicité de pales 1 s'étendant généralement radialement à partir d'un moyeu central 2 et reliées entre elles, à la périphérie de l'hélice, par une virole 3. Le moyeu, les pales et la virole sont formés d'une seule pièce par moulage. Le moyeu 2 présente une paroi annulaire cylindrique de révolution 4, à laquelle se raccordent les pieds des pales 1, et une paroi frontale plane 5, tournée vers l'amont, les termes amont et aval se référant ici au sens du flux d'air produit par la rotation de l'hélice. Les parois 4 et 5 sont reliées entre elles par un arrondi 6 à profil en arc de cercle de rayon 5 mm. En direction de l'axe A de l'hélice, la paroi 5 se raccorde à un manchon central 7 surmoulé sur un insert annulaire métallique 8 destiné à la liaison de l'hélice à l'arbre d'un moteur d'entraînement non représenté. Des nervures de renforcement 9 sont prévues à l'intérieur du moyeu 2. La virole 3 présente également une paroi annulaire cylindrique de révolution 10, à laquelle se raccordent les extrémités des pales, et qui se continue, du côté amont, par un évasement arrondi 11.

[0012] Les extrémités axiales du moyeu et de la virole tournée vers l'aval du flux d'air et le bord de fuite des pales sont contenues dans un même plan radial 19. En revanche, la paroi 5 du moyeu, qui, sur la figure 1, représente l'extrémité axiale de celui-ci du côté amont, est disposée en saillie par rapport à l'extrémité correspondante de la virole 3. Quant à la position du bord d'attaque des pales, il se déplace progressivement vers l'aval depuis le pied des pales, où il est situé à l'extrémité amont de la paroi cylindrique 4, c'est-à-dire à 5 mm en aval de la face amont de la paroi 5, jusqu'au voisinage de l'extrémité amont de la paroi cylindrique 10.

[0013] Selon l'invention, comme on le voit sur la figure 1, le point M_s situé à mi-distance du bord d'attaque 21 et du bord de fuite 20 d'une pale 1, à l'extrémité radialement extérieure de celle-ci, est décalé d'un angle α , dans le sens de rotation de l'hélice, indiqué par la flèche F1, par rapport au point M_p situé à mi-distance des bords d'attaque et de fuite au pied de la pale. L'angle α est avantageusement compris entre la moitié et les trois-quarts environ du pas angulaire β des pales.

[0014] On voit également sur les figures 1 et 3 que le bord d'attaque 21 et le bord de fuite 20 de chaque pale sont bombés dans le sens de rotation F1, ainsi que la ligne médiane 23 le long de laquelle se déplace, du pied à l'extrémité de la pale, le point M situé à mi-distance des bords d'attaque et de fuite, la ligne 23 ayant pour extrémités les points M_p et M_s précités. A partir de M_p , la ligne 23 s'écarte progressivement vers l'arrière du plan axial P contenant celui-ci, puis revient progressivement pour couper le plan P en un point M_i . Elle s'écarte ensuite progressivement de ce même plan vers l'avant, jusqu'au point M_s . La distance entre les points M_p et M_i représente entre 20 et 70 % de l'étendue radiale des pales, c'est-à-dire de la distance entre les parois cylindriques 4 et 10.

[0015] La figure 4 montre la section transversale aplatie d'une pale, c'est-à-dire la courbe fermée plane obtenue en coupant la pale par une surface cylindrique de révolution autour de l'axe A de l'hélice, et en déroulant à plat cette surface cylindrique. Cette section transversale aplatie présente un profil en aile d'avion, dont la corde 25 est inclinée d'un angle aigu Ω par rapport à un plan radial tel que le plan 19 contenant l'extrémité aval de l'hélice. L'invention prévoit que l'angle Ω , ou angle de calage, décroît progressivement sur les derniers 30 % de l'étendue radiale de la pale, c'est-à-dire depuis la surface cylindrique 27 indiquée sur la figure 3 jusqu'à la paroi 10, la distance entre la surface 27 et la paroi 10 représentant 30 % de la distance entre les parois 4 et 10.

[0016] Avantageusement, le point 28 de la section transversale aplatie le plus éloigné de la corde 25 se trouve

EP 1 034 376 B1

sensiblement à égale distance des extrémités de celle-ci, tandis que la distance h entre le point 28 et la corde 25 est au moins égale à 3 % de la longueur 1 de celle-ci, et en particulier égale à 10 % de cette longueur.

[0017] La figure 7 montre à plus grande échelle la région de la section transversale aplatie de la pale voisine du bord d'attaque. Selon l'invention, le profil de la pale comporte dans cette région un arc d'ellipse 29, le rapport des axes de l'ellipse étant supérieur à 1,5.

[0018] Sur le graphique de la figure 5, chacun des points marqués par une croix, un triangle, un carré ou un cercle a pour coordonnées le diamètre et la longueur axiale, en millimètres, de l'hélice d'un ventilateur de refroidissement existant sur le marché.

[0019] Le tableau ci-après donne la longueur axiale et le rendement maximal pour des hélices de ventilateur ayant des diamètres usuels pour le refroidissement des moteurs de véhicules automobiles, à savoir 280, 320, 350, 380 et 450 mm. Le rendement maximal est la valeur maximale du rendement obtenue en faisant varier la vitesse de rotation du ventilateur. Le tableau concerne, pour chaque diamètre, cinq hélices désignées par les références 1 à 5, les quatre premières étant des hélices disponibles dans le commerce et la cinquième étant une hélice selon l'invention. Certaines des hélices référencées 1 à 4 correspondent à des points marqués sur la figure 5.

Diamètre 280 mm					
Référence	1	2	3	4	5
Longueur axiale (mm)	45	32	42	50	22
Rendement maximal (%)	54	45	49	52	59
Diamètre 320 mm					
Référence	1	2	3	4	5
Longueur axiale (mm)	53	32	44	44	28
Rendement maximal (%)	50	47	55	55	55
Diamètre 350 mm					
Référence	1	2	3	4	5
Longueur axiale (mm)	38	47	47	55	32
Rendement maximal (%)	50	47	51	51	54
Diamètre 380 mm					
Référence	1	2	3	4	5
Longueur axiale (mm)	42	40	40	45	35
Rendement maximal (%)	55	55	54	56	59
Diamètre 450 mm					
Référence	1	2	3	4	5
Longueur axiale (mm)	54	89	52	60	40
Rendement maximal (%)	56	47	52	56	56

[0020] Les hélices référencées 5 ont été définies par la méthode de calcul connue sous la dénomination "Computational Fluid Dynamics" (CFD), décrite par Éric Coggiola et al. dans l'article AIAA 98-0772 "On the use of CFD in the automotive engine cooling fan system design" présenté à Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, à Reno, États-Unis d'Amérique, du 12 au 15 janvier 1998.

[0021] Sur la figure 5, les points correspondant aux hélices référencées 5 sont indiqués par des étoiles à huit branches. La formule (I) n'est autre que l'équation de la courbe C1 qui passe sensiblement par ces points. Dans le domaine considéré, c'est-à-dire pour des diamètres compris entre 0,2 et 0,5 m environ, cette équation peut-être en pratique remplacée par l'équation linéaire approchée (II):

$$L_0 = -0,00584 + 0,105.D$$

[0022] L_0 et D étant mesurés en mètre. La droite représentative de cette équation est représentée en C2 sur la figure

5. Les courbes C1 et C2 sont reproduites sur la figure 6, avec une plus grande échelle pour les ordonnées.

[0023] On voit sur la figure 5 que, pour un diamètre donné, la longueur axiale des hélices existantes est plus élevée, parfois très sensiblement, que la valeur L_0 donnée par la formule I. On voit par ailleurs sur le tableau que le rendement maximal de l'hélice selon l'invention, pour un diamètre donné, est supérieur, ou à peu près égal, au rendement maximal des hélices connues, une légère supériorité de ces dernières n'étant obtenue, dans des cas limités, qu'au prix d'un encombrement axial sensiblement supérieur.

Revendications

1. Hélice de ventilateur, notamment pour le refroidissement du moteur d'entraînement d'un véhicule automobile, comprenant un moyeu (2) et des pales (1) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu, le moyeu étant propre à être fixé sur l'arbre d'un moteur de manière à permettre au moteur de transmettre à l'hélice une puissance d'au moins 150 watts, **caractérisé en ce que** sa longueur axiale L, mesurée en mètre est inférieure ou égale à la valeur L_0 donnée par la formule (I) suivante :

$$L_0 = 0,426262 - 5,14288.D + 23,1798.D^2 - 44,2505.D^3 + 30,8841.D^4,$$

D étant le diamètre de l'hélice mesuré en mètre, D étant compris entre 0,2 et 0,5 mètre.

2. Hélice de ventilateur, notamment pour le refroidissement du moteur d'entraînement d'un véhicule automobile, comprenant un moyeu (2) et des pales (1) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu, le moyeu étant propre à être fixé sur l'arbre d'un moteur de manière à permettre au moteur de transmettre à l'hélice une puissance d'au moins 150 watts, **caractérisé en ce que** sa longueur axiale L, mesurée en mètre est inférieure ou égale à la valeur L_0 donnée par la formule (II) suivante :

$$L_0 = - 0,00584 + 0,105.D$$

D étant le diamètre de l'hélice mesuré en mètre, D étant compris entre 0,2 et 0,5 mètre.

3. Hélice selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** L est sensiblement égale à L_0 .
4. Hélice selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** L ne s'écarte pas de L_0 de plus de 20%.
5. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les extrémités axiales des pales et du moyeu tournées vers l'aval du flux d'air produit par l'hélice sont sensiblement contenues dans un même plan radial (19).
6. Hélice selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le bord de fuite des pales est entièrement contenu dans ledit plan radial.
7. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les extrémités axiales des pales et du moyeu tournées vers l'amont du flux d'air produit par l'hélice sont sensiblement contenues dans un même plan radial.
8. Hélice selon l'une des revendications précédentes **caractérisée en ce que** les extrémités radialement extérieures des pales sont reliées entre elles par une virole (3).
9. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les pales sont sensiblement identiques entre elles et uniformément espacées dans la direction circonférentielle selon un pas angulaire β , le point (M_s) situé à mi-distance des bords d'attaque et de fuite à l'extrémité radialement extérieure étant décalé par rapport au point correspondant (M_p) au pied de la pale, dans le sens opposé au sens de rotation (F1) de l'hélice, d'un angle α compris entre la moitié et les trois quarts environ dudit pas angulaire.
10. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les bords d'attaque et de fuite de chaque pale sont bombés dans le sens de rotation de l'hélice, le point (M) situé à mi-distance de ceux-ci s'écartant

progressivement vers l'arrière du plan axial (P) contenant sa position (M_p) au pied de la pale, puis revenant progressivement jusqu'à ce plan, sur une fraction de l'étendue radiale de la pale comprise entre 20% et 70%, et s'écartant progressivement de ce même plan vers l'avant sur la fraction restante.

11. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'angle aigu Ω entre la corde (25) de la section transversale aplatie d'une pale et un plan radial (19) décroît progressivement au moins sur les derniers 30% de l'étendue radiale de la pale.
12. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le moyeu comprend une paroi sensiblement cylindrique (4) à partir de laquelle s'étendent les pales, et une paroi de fond (5) disposée sensiblement selon un plan radial tournée vers l'amont du flux d'air produit par l'hélice, la paroi cylindrique et la paroi de fond étant raccordées entre elles par un arrondi convexe (6) d'un rayon de courbure compris entre 4 et 8 mm.
13. Hélice selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** l'arrondi a sensiblement un profil en quart de cercle de rayon 5 mm.
14. Hélice selon l'une des revendications 12 et 13, **caractérisée en ce que** les pales s'étendent sur toute la longueur axiale de la paroi cylindrique (6) du moyeu.
15. Hélice selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le moyeu est creux et présente intérieurement des nervures (9).

Patentansprüche

1. Lüfterrad, insbesondere zur Kühlung des Antriebsmotors eines Kraftfahrzeugs, mit einer Nabe (2) und sich von der Nabe radial nach außen erstreckenden Schaufeln (1), wobei die Nabe an die Welle eines Motors befestigt werden kann, so dass der Motor eine Leistung von mindestens 150 Watt auf das Laufrad übertragen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine axiale Länge L, gemessen in Meter, kleiner gleich dem durch die folgende Formel (I) gegebenen Wert L_0 ist:

$$L_0 = 0,426262 - 5,14288.D + 23,1798.D^2 - 44,2505.D^3 + 30,8841.D^4,$$

wobei D der Durchmesser des Laufrads gemessen in Meter ist und zwischen 0,2 und 0,5 Meter liegt.

2. Lüfterrad, insbesondere zur Kühlung des Antriebsmotors eines Kraftfahrzeugs, mit einer Nabe (2) und sich von der Nabe radial nach außen erstreckenden Schaufeln (1), wobei die Nabe an die Welle eines Motors befestigt werden kann, so dass der Motor eine Leistung von mindestens 150 Watt auf das Laufrad übertragen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine axiale Länge L, gemessen in Meter, kleiner gleich dem durch die folgende Formel (II) gegebenen Wert L_0 ist:

$$L_0 = -0,00584 + 0,105.D,$$

wobei D der Durchmesser des Laufrads gemessen in Meter ist und zwischen 0,2 und 0,5 Meter liegt.

3. Laufrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** L im Wesentlichen gleich L_0 ist.
4. Laufrad nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** L von L_0 um nicht mehr als 20% abweicht.
5. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stromabwärts des durch das Laufrad erzeugten Luftstroms weisenden axialen Enden der Schaufeln und der Nabe im Wesentlichen in einer gleichen Radialebene (19) enthalten sind.
6. Laufrad nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hinterkante der Schaufeln vollständig in der Ra-

Radialebene enthalten ist.

7. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stromaufwärts des durch das Laufrad erzeugten Luftstroms weisenden axialen Enden der Schaufeln und der Nabe im Wesentlichen in einer gleichen Radialebene enthalten sind.
8. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial außen liegenden Enden der Schaufeln durch einen Ring (3) miteinander verbunden sind.
9. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln im Wesentlichen identisch und in Umfangsrichtung in einem Teilungswinkel β gleichmäßig beabstandet sind, wobei der sich in der Mitte der Vorder- und der Hinterkanten am radial außen liegenden Ende befindende Punkt (M_s) vom entsprechenden Punkt (M_p) am Fuß der Schaufel in der der Drehrichtung (F1) des Laufrads entgegengesetzten Richtung um einen Winkel α , der zwischen der Hälfte und ungefähr drei Viertel des Teilungswinkels liegt, versetzt ist.
10. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorder- und die Hinterkante jeder Schaufel in Drehrichtung des Laufrads gewölbt sind, wobei sich der in ihrer Mitte befindende Punkt (M) allmählich zum hinteren Teil der seine Position (M_p) am Fuß der Schaufel enthaltenden Axialebene (P) hin entfernt, dann über einen Bruchteil der radialen Erstreckung der Schaufel, der zwischen 20% und 70% liegt, allmählich bis in diese Ebene zurückkehrt und sich über den restlichen Bruchteil allmählich von dieser gleichen Ebene nach vorne entfernt.
11. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der spitze Winkel Ω zwischen der Sehne (25) des abgeflachten Querschnitts einer Schaufel und einer Radialebene (19) zumindest über die letzten 30% der radialen Erstreckung der Schaufel allmählich abnimmt.
12. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nabe eine im Wesentlichen zylindrische Wand (4), von der aus sich die Schaufeln erstrecken, und eine im Wesentlichen gemäß einer Radialebene angeordnete, stromaufwärts des durch das Laufrad erzeugten Luftstroms weisende Bodenwand (5) enthält, wobei die zylindrische Wand und die Bodenwand durch eine konvexe Abrundung (6) mit einem Krümmungsradius zwischen 4 und 8 mm miteinander verbunden sind.
13. Laufrad nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrundung im Wesentlichen ein Viertelkreisprofil mit einem Radius von 5 mm aufweist.
14. Laufrad nach einem der Ansprüche 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Schaufeln über die ganze axiale Länge der zylindrischen Wand (6) der Nabe erstrecken.
15. Laufrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nabe hohl ist und innen Rippen (9) aufweist.

Claims

1. Fan impeller, particularly for cooling the engine that drives a motor vehicle, comprising a hub (2) and blades (1) extending radially outwards from the hub, the hub being able to be fixed to the shaft of a motor in such a way as to allow the motor to transmit to the impeller a power of at least 150 watts, **characterized in that** its axial length L, measured in metres, is less than or equal to the value L_0 given by the following formula (I):

$$L_0 = 0.426262 - 5.14288 \times D + 23.1798 \times D^2 - 44.2505 \times D^3 + 30.8841 \times D^4,$$

D being the diameter of the impeller measured in metres, D being between 0.2 and 0.5 metre.

2. Fan impeller, particularly for cooling the engine that drives a motor vehicle, comprising a hub (2) and blades (1) extending radially outwards from the hub, the hub being able to be fixed to the shaft of a motor in such a way as

to allow the motor to transmit to the impeller a power of at least 150 watts, **characterized in that** its axial length L, measured in metres, is less than or equal to the value L_0 given by the following formula (II):

$$L_0 = 0.00584 + 0.105 \times D$$

D being the diameter of the impeller measured in metres, D being between 0.2 and 0.5 metre.

3. Impeller according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** L is more or less equal to L_0 .
4. Impeller according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** L differs from L_0 by no more than 20%.
5. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the axial ends of the blades and of the hub facing in the downstream direction of the airstream produced by the impeller are more or less contained in one and the same radial plane (19).
6. Impeller according to Claim 5, **characterized in that** the trailing edge of the blades is entirely contained in the said radial plane.
7. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the axial ends of the blades and of the hub facing in the upstream direction of the airstream produced by the impeller are more or less contained in one and the same radial plane.
8. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the radially outer ends of the blades are joined together by a shroud (3).
9. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the blades are more or less mutually identical and uniformly spaced in the circumferential direction with an angular pitch β , the point (M_s) situated midway between the leading and trailing edges at the radially outer end being offset with respect to the corresponding point (M_p) at the blade root, in the opposite direction to the direction (F1) in which the impeller rotates, by an angle α of between half and about three-quarters of the said angular pitch.
10. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the leading and trailing edges of each blade are domed in the direction in which the impeller rotates, the point (M) situated midway between these diverging backwards progressively from the axial plane (P) containing its blade-root position (M_p) then gradually returning to this plane, over a fraction of between 20% and 70% of the radial extent of the blade and diverging forwards progressively from this same plane over the remaining fraction.
11. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the acute angle Ω between the chord (25) of the flattened cross section of a blade and a radial plane (19) decreases progressively at least over the last 30% of the radial extent of the blade.
12. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the hub comprises a more or less cylindrical wall (4) from which the blades extend, and an end wall (5) arranged more or less in a radial plane facing in the upstream direction of the airstream produced by the impeller, the cylindrical wall and the end wall being joined together by a convex rounded portion (6) with a radius of curvature of between 4 and 8 mm.
13. Impeller according to Claim 12, **characterized in that** the rounded portion has more or less a profile of a quarter of a circle of radius 5 mm.
14. Impeller according to either of Claims 12 and 13, **characterized in that** the blades extend over the entire axial length of the cylindrical wall (6) of the hub.
15. Impeller according to one of the preceding claims, **characterized in that** the hub is hollow and has ribs (9) on the inside.

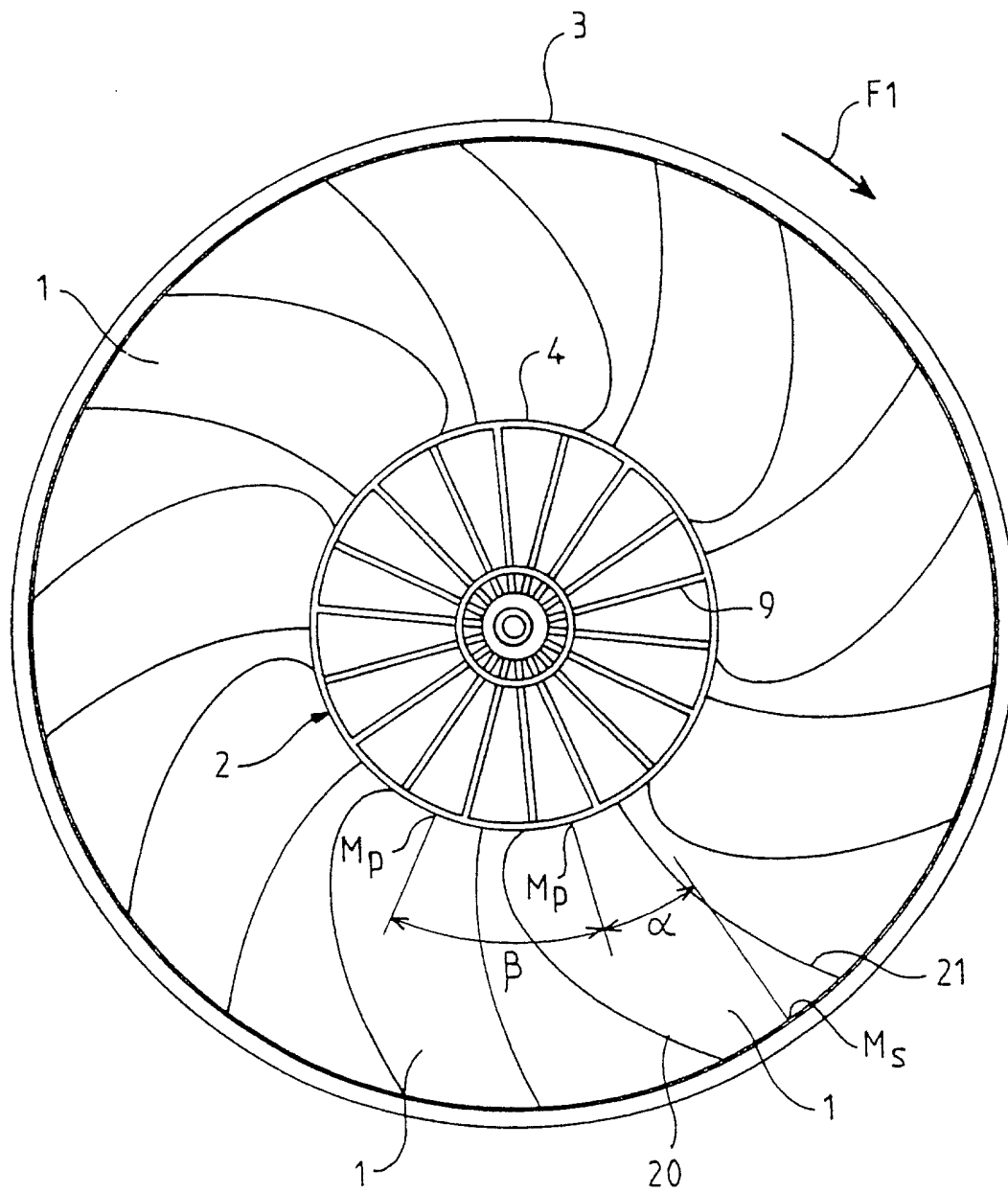


FIG.1

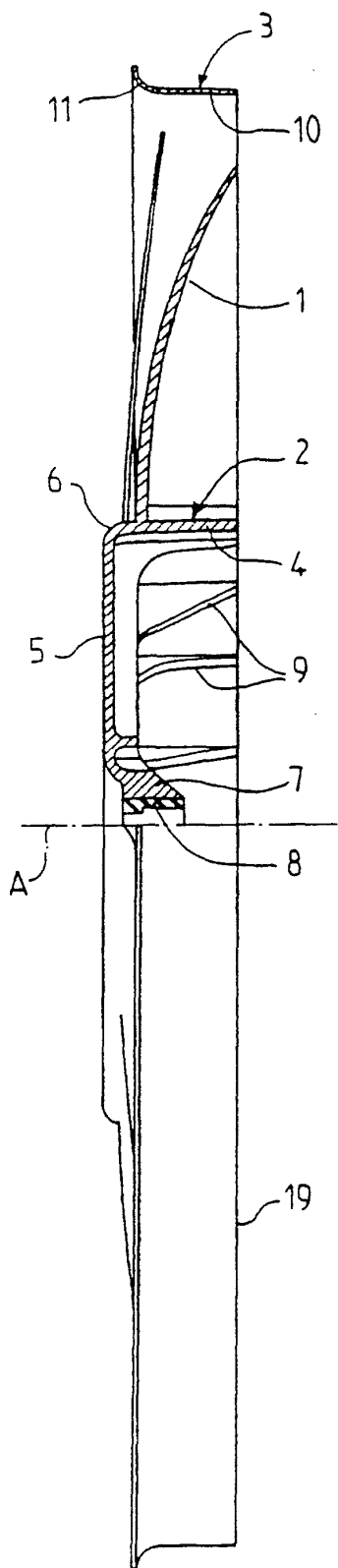


FIG. 2

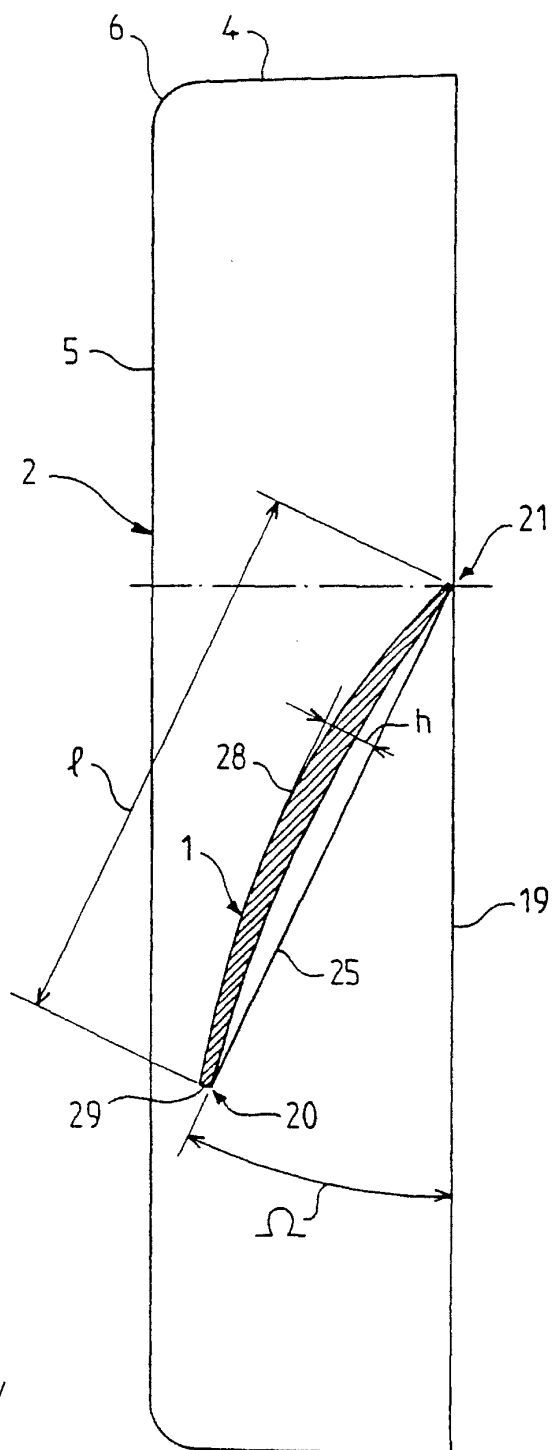


FIG. 4

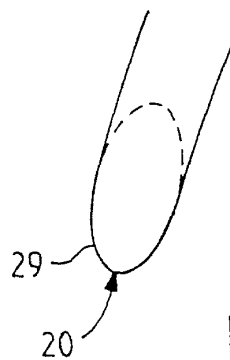


FIG. 7

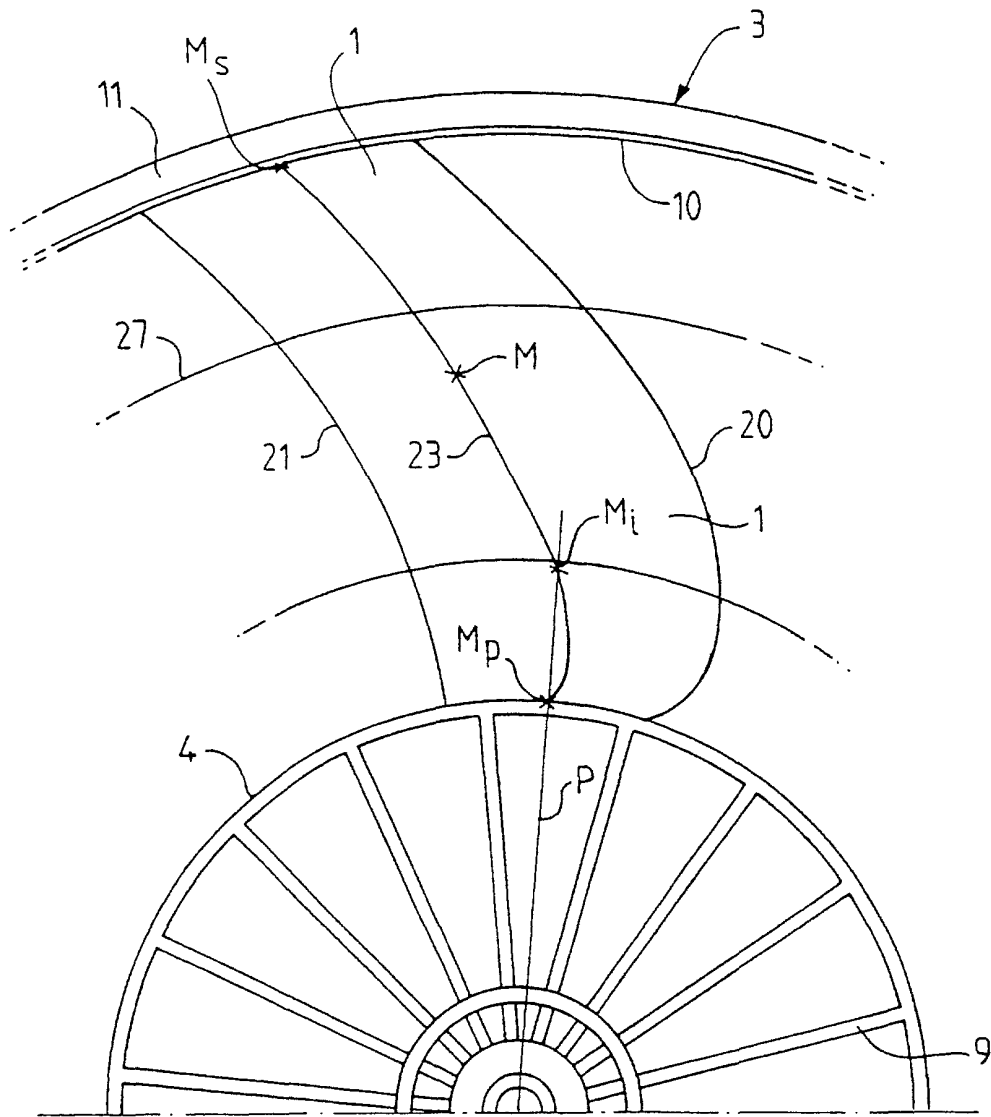


FIG. 3

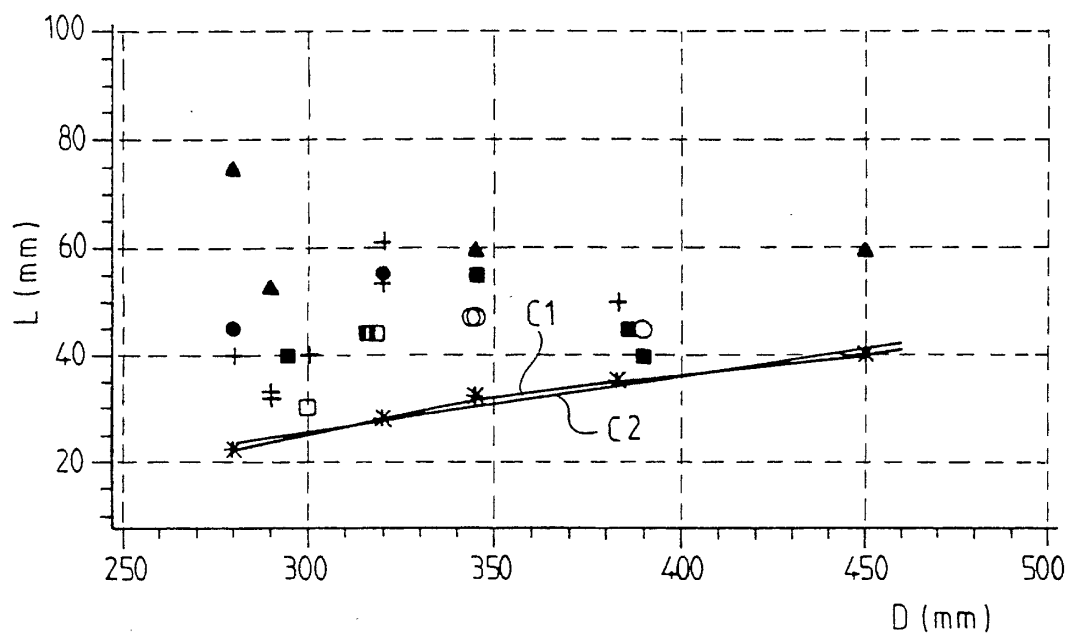


FIG. 5

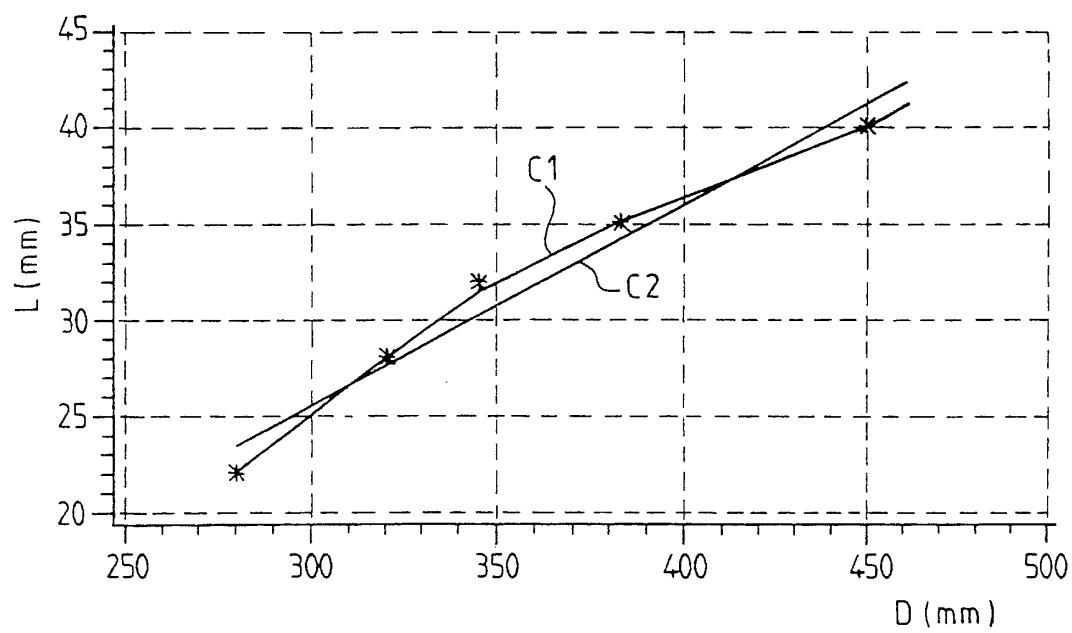


FIG. 6