



(11) **EP 1 519 052 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.01.2007 Patentblatt 2007/03

(51) Int Cl.:
F04D 29/58^(2006.01) F04D 29/32^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04021424.9**

(22) Anmeldetag: **09.09.2004**

(54) **Lüfter eines Kühlgebläses**

Cooling fan

Ventilateur de refroidissement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **19.09.2003 DE 10343894**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.2005 Patentblatt 2005/13

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

(72) Erfinder: **Aschermann, Uwe, Dipl.-Ing.**
76199 Karlsruhe (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 951 775 FR-A- 2 815 676
GB-A- 2 265 420 US-A- 3 385 516

EP 1 519 052 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Lüfter eines Kühlgebläses für mindestens einen staudruckbeaufschlagten Wärmeübertrager eines Kraftfahrzeuges nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Lüfter von Kühlgebläsen sind meistens als Axiallüfter ausgebildet, bei welchen Axialschaufeln umfangseitig auf einer angetriebenen Lüfternabe angeordnet sind. Der Lüfter ist hinter einem Wärmeübertrager, z. B. einem Kühlmittelkühler, einem Ladeluftkühler oder Kondensator oder einem so genannten Kühlmodul angeordnet und saugt Umgebungsluft durch den oder die Wärmeübertrager. An der Leeseite des Wärmeübertragers oder Kühlmodules ist eine Lüfterhaube mit einer Zarge angeordnet, in welcher der Lüfter umläuft. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades sind die Axiallüfter auch als so genannte Mantellüfter ausgebildet, wie durch die DE 33 04 297 C2 der Anmelderin bekannt. Ähnliche Lüfter sind auch aus FR 2 815 676 A, US 3 385 516 A oder DE 29 51 775 A bekannt.

[0003] Durch die DE 198 49 561 A1 wurde ein Frontmodul für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei welchem mehrere Wärmeübertrager mit einem oder zwei Lüftern zu einem Kühlmodul bzw. zu einem Frontend zusammengefasst sind. Bei Schnellfahrt des Kraftfahrzeuges ergibt sich hier das Problem eines Rückstaus der Fahrtluft, weil das Frontend nicht die gesamte Luftmenge "schlucken" kann. Die Folge ist eine verminderte Kühlleistung. Der Antrieb des Lüfters erfolgt bei derartigen Anordnungen temperaturabhängig und intermittierend, d. h. bei hoher Geschwindigkeit des Fahrzeuges schaltet sich der Lüfter ab. Dabei tritt ferner das Problem auf, dass die Lüfternabe einen Teil der Stirnfläche des Wärmeübertragers "abdeckt", d. h. eine gleichmäßige Durchströmung des Wärmeübertragers in dem der Nabe vorgelagerten Bereich verhindert. Dadurch ergibt sich eine Verminderung der Kühlleistung, d. h. z. B. ein Anstieg der Kühlmitteltemperatur, sodass der Lüfter wieder eingeschaltet wird, was entsprechenden Energieverbrauch zur Folge hat.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Lüfter der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass er die Durchströmung des Wärmeübertragers weniger stört und dadurch eine verbesserte Kühlleistung, verbunden mit geringeren Einschaltzeiten des Lüfters, erreicht wird.

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Patentanspruches 1. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in der Lüfternabe Luftdurchtrittsöffnungen angeordnet sind, die bei Stillstand des Lüfters eine Durchströmung der Nabe ermöglichen. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass auch der Wärmeübertrager besser durchströmt, die Kühlleistung angehoben wird und der Lüfter weniger zuschaltet. Die Luftdurchtrittsöffnungen werden durch bewegliche Verschlusselemente beim Stillsetzen des Lüfters freigegeben, wobei die Durchtrittsöffnungen grundsätzlich im An- und Umström-

mungsbereich der Nabe, also auch auf deren Umfang angeordnet sein können. Die in das Kühlmodul durch den Kühlergrill eintretende Stauluft kann somit durch die Nabe hindurch strömen und hinter ihr wieder austreten. Dies setzt allerdings voraus, dass hinter der Nabe entsprechende Abströmmöglichkeiten für die Luft gegeben sind. Dies ist insbesondere bei Lüftern der Fall, die nicht durch einen in der Nabe angeordneten Elektromotor oder eine Flüssigkeitsreibungskupplung, sondern über einen Riementrieb angetrieben werden. Im Falle eines Mantellüfters wäre auch ein Antrieb über den Mantel möglich.

[0006] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform läuft der Lüfter in einer Zarge einer Lüfterhaube um. Ebenfalls von Vorteil ist eine Anordnung des Lüfters in Luftströmungsrichtung hinter dem Wärmeübertrager.

[0007] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Luftdurchtrittsöffnungen in der Nabensirnstirnfläche angeordnet und dort vorzugsweise in Form von Kreissektoren ausgebildet. Die Verschlusselemente sind entsprechend den Öffnungen ebenfalls kreissektorförmig ausgebildet, sodass sie diese völlig freigeben, völlig verschließen oder teilweise frei geben können. Die Lüfternabe besteht somit aus zwei gegeneinander verdrehbaren Teilen, zwischen denen vorteilhafterweise Federn und Mitnehmer angeordnet sind. Durch diese Anordnung wird der Vorteil erreicht, dass die Luftdurchtrittsöffnung bei angetriebenen Lüfter automatisch geschlossen und bei stehendem Lüfter automatisch in Folge des Federdrucks geöffnet werden.

[0008] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Verschlusselemente als kreissegmentförmige Klappen angeordnet, die in Luftströmungsrichtung nach hinten ausschwenken und somit einen Durchtrittsquerschnitt für die Stauluft freigeben. Die Schwenklappen werden bei stehendem Lüfter durch eine Feder geöffnet und schließen sich automatisch bei angetriebenem Lüfter infolge Fliehkraftwirkung auf die Schwenklappen, welche sich aus einer in Axialrichtung liegenden Position in eine radiale Position bewegen. Auch diese Anordnung hat den Vorteil einer automatischen Verstellung der Klappen.

[0009] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 eine Lüfternabe mit kreissektorförmigen Durchlassöffnungen,
- Fig. 2 die Lüfternabe in einer Ansicht von hinten mit geschlossenen Öffnungen,
- Fig. 2a die Lüfternabe gemäß Fig. 2 in einer Ansicht von vorn,
- Fig. 3 die Lüfternabe mit halb geschlossenen Öffnungen in einer Ansicht von hinten,
- Fig. 3a die Lüfternabe gemäß Fig. 3 in einer Ansicht von vorn,
- Fig. 4 die Lüfternabe mit freigegebenen Öffnungen in einer Ansicht von hinten,
- Fig. 4a die Lüfternabe gemäß Fig. 4 in einer Ansicht

- von vorn,
 Fig. 5 eine Lüfternabe mit kreissegmentförmigen Durchtrittsöffnungen in einer Ansicht von hinten und
 Fig. 6 die Lüfternabe gemäß Fig. 5 in einer Ansicht von vorn.

[0010] Fig. 1 zeigt - in einer Ansicht von hinten - einen Axiallüfter 1 teilweise mit einer Nabe 2, auf deren Umfang sichelförmig ausgebildete Lüfterschaukeln 3 angeordnet sind. Die Nabe 2 weist eine Nabenstirnfläche 4 auf, in welcher drei kreissektorförmige Ausschnitte 5 als Luftdurchlassöffnungen angeordnet sind. In der Mitte der Nabenstirnfläche 4 ist eine Antriebswelle 6 angeordnet, über welche der Lüfter 1 von einem hier nicht dargestellten Antrieb, z. B. über einen Riementrieb angetrieben wird. In Fahrtrichtung gesehen vor der Lüfterstirnfläche 4, d. h. hinter der Zeichenebene ist eine Blendscheibe 8 mit drei kreissektorförmigen Blendenabschnitten 7 drehbar angeordnet. Die Darstellung zeigt die Lüfternabe 2 mit halbgeöffneten bzw. halbgeschlossenen Luftdurchtrittsöffnungen 5; eine Hälfte ist also jeweils durch den Abschnitt 7 der Blendscheibe 8 abgedeckt.

[0011] Der Lüfter 1, ein so genannter Sichellüfter ist - wie oben zum Stand der Technik ausgeführt - hinter einem nicht dargestellten Wärmeübertrager, insbesondere hinter einem Kühlmittelkühler angeordnet, der im vorderen Motorraum eines Kraftfahrzeuges angeordnet ist. Der Lüfter 1 saugt Kühlluft durch die stromaufwärts von ihm angeordneten, nicht dargestellten Wärmeübertrager an und erzeugt somit einen Kühlluftstrom. Der Lüfter 1 ist - wie bekannt - temperaturabhängig gesteuert, d. h. er schaltet je nach Temperatur des zu kühlenden Mediums ein oder aus. Bei Schnellfahrt des Kraftfahrzeuges wird der Lüfter 1 in der Regel abgeschaltet, d. h. das vor ihm liegende Kühlmodul bzw. der Kühlmittelkühler werden dann von Stauluft beaufschlagt und durchströmt. In dieser Betriebsphase werden die Luftdurchtrittsöffnungen 5 in der Nabenstirnfläche 4 geöffnet, sodass die Stauluft durch die Öffnungen 5 hindurchströmen kann. Von der Rückseite der Nabenstirnfläche 4 gelangt die Luft in den Motorraum und von dort ins Freie. Die Freigabe der Luftdurchtrittsöffnungen 5 erfolgt durch Drehen der Blendscheibe 8 im Uhrzeigersinn, d. h. entgegen der Richtung des Pfeils P, und zwar automatisch, wie im Folgenden beschrieben wird:

[0012] Die Antriebswelle 6 ist auf nicht dargestellte Weise mit der Blendscheibe 8 verbunden, und zwischen der Blendscheibe 8 und der Nabenstirnfläche 4 bzw. der Nabe 2 ist eine nicht dargestellte Feder, z. B. eine Torsionsfeder zwischengeschaltet. Diese Torsionsfeder bewirkt, dass das Antriebsmoment von der Antriebswelle 6 über die Torsionsfeder auf die Lüfternabe 2 übertragen wird. Hierzu sind am Rand der Blendenabschnitte 7 Mitnehmer 9 angeordnet. Dies bedeutet, dass beim Antrieb der Blendscheibe 8 in Richtung des Pfeils P zunächst die Öffnungen 5 geschlossen werden, bis die Mitnehmer 9 an der Nabenstirnfläche 4 anschlagen und

diese mitnehmen. Somit erfolgt eine automatische Schließung der Luftdurchtrittsöffnungen 5 bei angetriebenem Lüfter 1.

[0013] Bei abgeschaltetem Lüfter 1 entfällt das treibende Drehmoment, und die Torsionsfeder zwischen Blendscheibe 8 und Nabenstirnfläche 4 wird in der Weise wirksam, dass die Öffnungen 5 voll geöffnet werden, bis die Mitnehmer 9 wiederum an der Nabenstirnfläche 4 - in ihrer anderen Extremstellung - anschlagen. Auf diese Art und Weise erfolgt ein automatisches Öffnen und Schließen der Lüfternabe 2. Bei abgeschaltetem Lüfter 1 kann die Stauluft somit die Lüfternabenstirnfläche 4 durchströmen, womit gleichzeitig eine bessere Durchströmung der stromaufwärts gelegenen Wärmeübertrager erreicht wird, verbunden mit kürzeren Einschaltzeiten für den Lüfter 1.

[0014] Fig. 2 zeigt den Lüfter gemäß Fig. 1 (es werden gleiche Bezugszahlen verwendet) in einer Ansicht von hinten, mit voll geschlossener Nabenstirnfläche 4, d. h. die Öffnungen 5 sind voll durch die Abschnitte 7 abgedeckt.

[0015] Fig. 2a zeigt den Lüfter gemäß Fig. 2 in einer Ansicht von vorn mit der vollständig sichtbaren Blendscheibe 8, die in Luftströmungsrichtung vor der Nabenstirnfläche 4 drehbar angeordnet ist.

[0016] Fig. 3 zeigt den Lüfter gemäß Fig. 1 in einer Ansicht von hinten, und zwar mit halb geöffneten Nabenstirnfläche 4, d. h. Fig. 3 entspricht Fig. 1.

[0017] Fig. 3a zeigt den Lüfter gemäß Fig. 3 in einer Ansicht von vorn mit kompletter Blendscheibe 8, die aus den drei Blendenabschnitten 7 und einem zentralen Nabenteil 8a besteht.

[0018] Fig. 4 zeigt den Lüfter gemäß Fig. 1 in einer Ansicht von hinten, und zwar mit voll geöffneten Nabe, d. h. die Luftdurchtrittsöffnungen 5 sind vollständig freigegeben.

[0019] Fig. 4a zeigt den Lüfter gemäß Fig. 4 in einer Ansicht von vorn mit den freigegebenen Luftdurchtrittsöffnungen 5, die somit voll vom Stauluftstrom durchströmbar sind.

[0020] Fig. 5 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung, und zwar einen Lüfter 10 mit einer zylindrischen Nabe 11, die eine Nabenstirnfläche 12 aufweist. Innerhalb der Nabe 11 ist ein durch den Mittelpunkt der Nabe verlaufender mittlerer Steg 13 angeordnet, der mit seinen Schmalseiten 13a an der Lüfternabe 11 befestigt ist und in seiner Mitte eine Antriebswelle 14 trägt. Der Steg 13 weist ferner Längsseiten 13b auf, an welchen über je eine Schwenk- oder Knickachse (z. B. Filmscharnier) zwei Klappen 15, 16 angeordnet sind, die eine Kreissegmentform aufweisen. In der dargestellten Position sind die Klappen 15, 16 in Fahrtrichtung nach hinten geklappt, d. h. sie geben einen Teil der Nabenstirnfläche 12 frei. Diese Position nehmen die Klappen 15, 16 bei stehendem Lüfter, also beispielsweise bei Schnellfahrt des Kraftfahrzeuges ein. Die Klappen 15, 16 sind vorzugsweise über eine nicht dargestellte, an beiden Klappen angreifende Zugfeder zusammengehalten.

[0021] Fig. 6 zeigt den Lüfter 10 gemäß Fig. 5 in einer Ansicht von vorn, d. h. entgegen der Fahrtrichtung und in Luftströmungsrichtung. Die Nabenstirnfläche 12 weist also zwei kreissegmentförmige, fast halbkreisförmige Luftdurchtrittsöffnungen 17, 18 auf, durch welche die Stauluft strömen kann. Wenn der Lüfter 10 wieder angetrieben wird, greifen an den Klappen 15, 16 Zentrifugalkräfte an, welche die Klappen 15, 16 in eine radial ausgerichtete Stellung, d. h. in eine Radialebene, und damit in Schließstellung bewegen. Somit erfolgt bei angetriebenem Lüfter ein automatisches Schließen der Nabenstirnfläche 12, während bei stehendem Lüfter die oben erwähnte Zugfeder die Klappen 15, 16 wieder öffnet.

Patentansprüche

1. Lüfter eines Kühlgebläses für mindestens einen stauluftbeaufschlagbaren Wärmeübertrager eines Kraftfahrzeuges, wobei der Lüfter insbesondere in Luftströmungsrichtung hinter dem Wärmeübertrager angeordnet ist, insbesondere in einer Zarge einer Lüfterhaube umläuft und eine Lüftermabe mit einer Nabenstirnfläche sowie umfangsseitig angeordneten Lüfterschaukeln aufweist, wobei die Lüftermabe (2; 11) Luftdurchtrittsöffnungen (5; 17, 18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftdurchtrittsöffnungen durch bewegliche Verschlusselemente (7; 15, 16) in ihrem Öffnungsquerschnitt veränderbar sind.
2. Lüfter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftdurchtrittsöffnungen (5; 17, 18) in der Nabenstirnfläche (4; 12) angeordnet sind.
3. Lüfter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftdurchtrittsöffnungen (5) kreissektorförmig ausgebildet und über den Umfang gleichmäßig verteilt angeordnet sind.
4. Lüfter nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschlusselemente (7) ebenfalls kreissektorförmig ausgebildet und Abschnitte einer um die Nabenachse drehbaren Blendenscheibe (8) sind.
5. Lüfter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftdurchtrittsöffnungen (17, 18) als Kreissegmente, insbesondere als angenäherte Halbkreise ausgebildet sind.
6. Lüfter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschlusselemente als kreissegmentförmige Schwenklappen (15, 16) ausgebildet sind, deren Schwenkachsen (13b) an einem mittleren Steg (13) in der Nabenstirnfläche (12) angeordnet sind.
7. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**

gekennzeichnet, dass zwischen der Lüftermabe (2) und den Verschlusselementen (7, 8) Federn angeordnet sind, die bei nicht angetriebenem Lüfter (1) ein Öffnen der Luftdurchtrittsöffnungen (5) bewirken.

8. Lüfter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Verschlusselementen (7) Mitnehmer (9) angeordnet sind, welche die Nabe (2) bei angetriebenem Lüfter (1) mitnehmen und die Luftdurchtrittsöffnungen (5) verschließen.
9. Lüfter nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenklappen (15, 16) fliehkraftabhängig öffnen.
10. Lüfter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenklappen (15, 16) durch Federn in Öffnungsrichtung belastet sind.
11. Lüfter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschlusselemente staudruckabhängig öffnen und schließen.

Claims

1. A fan of a cooling fan for at least one motor vehicle heat exchanger to which to ram air is applied, the fan being positioned in particular downstream of the heat exchanger in the direction of air flow, rotating in particular in a channel in a fan cowl and having a fan hub with a hub front face and fan blades positioned around the periphery, the fan hub (2; 11) having air openings (5; 17, 18), **characterised in that** the opening cross-section of the air openings can be adjusted by means of mobile closing elements (7; 15, 16)
2. A fan in accordance with claim 1, **characterised in that** the air openings (5; 17, 18) are positioned in the fan hub face (4; 12).
3. A fan in accordance with claim 2, **characterised in that** the air openings (5) are designed as sectors of a circle and are positioned evenly distributed around the periphery.
4. A fan in accordance with claims 2 or 3, **characterised in that** the closing elements (7) are also designed as sectors of a circle and are sections of a shutter disc (8) which can be rotated about the hub axis.
5. A fan in accordance with claims 1 or 2, **characterised in that**

the air openings (17, 18) are designed as segments of a circle, in particular as approximately semi-circles.

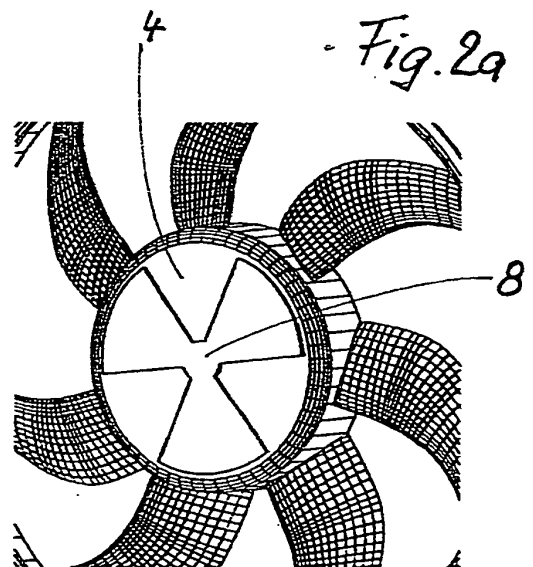
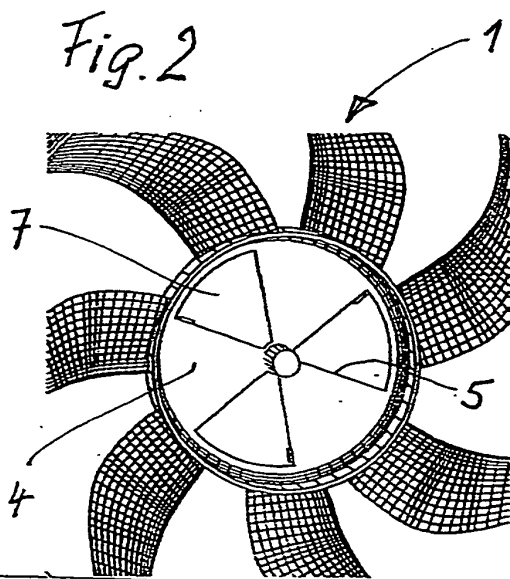
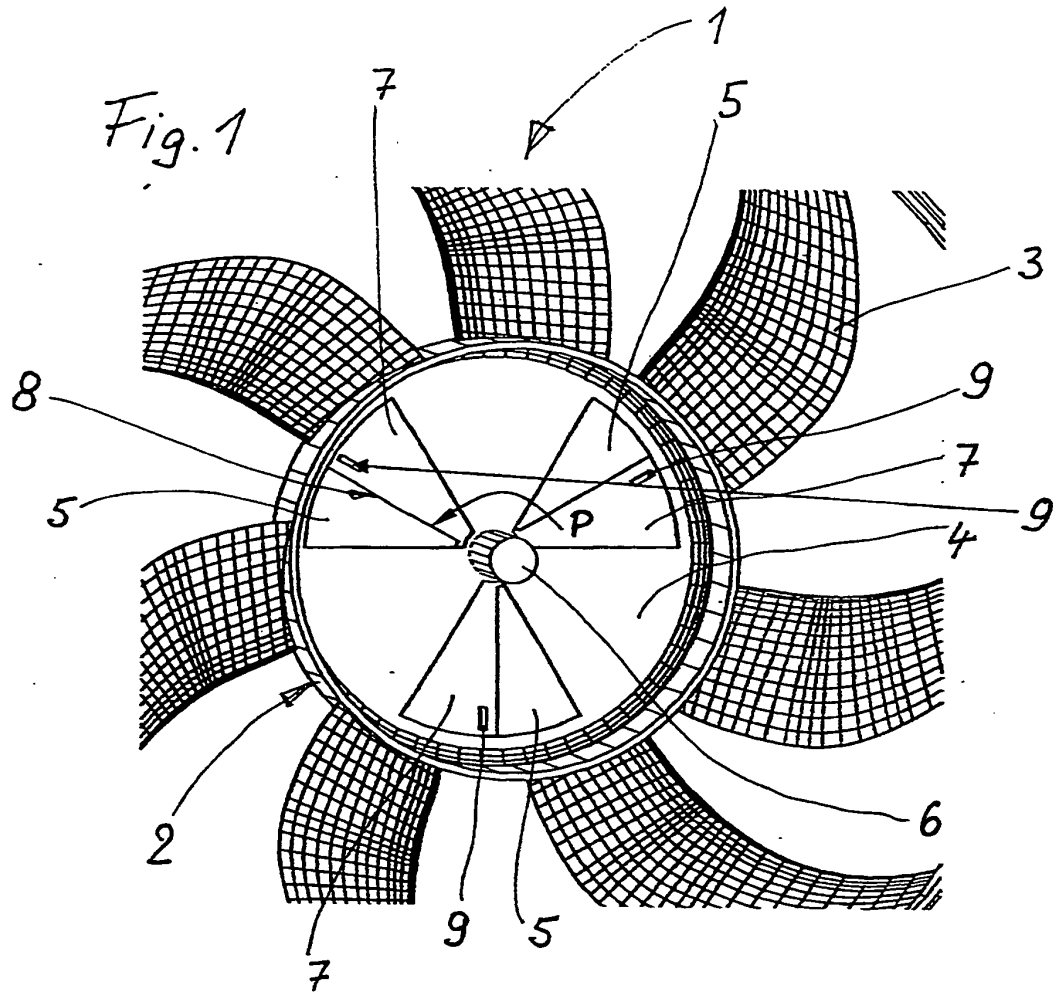
6. A fan in accordance with claim 5,
characterised in that
the closing elements are designed as pivoting flaps (15, 16) the shape of segments of a circle with axes of pivoting (13b) which are positioned on a central web (13) in the hub front face (12).
7. A fan in accordance with one of claims 1 to 4,
characterised in that
positioned between the fan hub (7) and the closing elements (7, 8) are springs which causes the air openings (5) to open when the fan (1) is not being driven.
8. A fan in accordance with claim 7,
characterised in that
positioned on the closing elements (7) are carriers (9) which entrain the hub (2) when the fan (1) is being driven and close the air openings (5).
9. A fan in accordance with claim 5 or 6,
characterised in that
the pivoting flaps (15, 16) open dependent on centrifugal force.
10. A fan in accordance with claim 9,
characterised in that
the pivoting flaps (15, 16) are loaded in the direction of opening by means of springs.
11. A fan in accordance with claim 1,
characterised in that
the closing elements open and close dependent on ram pressure.

Revendications

1. Ventilateur d'une soufflante de refroidissement, pour au moins un échangeur de chaleur susceptible d'être sollicité par de l'air de retenue dynamique d'un véhicule automobile, le ventilateur étant disposé en particulier en aval de l'échangeur de chaleur en observant dans la direction d'écoulement de l'air, en particulier tournant dans une paroi latérale d'un capot ventilateur et présentant un moyeu de ventilateur avec une face frontale de moyeu, ainsi que des aubes de ventilateur disposées du côté périphérie, le moyeu de ventilateur (2 ; 11) présentant des ouvertures de passage d'air (5 ; 17, 18), **caractérisé en ce que** les ouvertures de passage d'air sont susceptibles de subir une modification de la section transversale d'ouverture, à l'aide d'éléments de fermeture (7 ; 15, 16) mobiles.

2. Ventilateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les ouvertures de passage d'air (5 ; 17, 18) sont disposées dans la face frontale de moyeu (4 ; 12).
3. Ventilateur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les ouvertures de passage d'air (5) sont réalisées en forme de secteurs de cercles et sont réparties régulièrement sur la périphérie.
4. Ventilateur selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les éléments de fermeture (7) sont également réalisés en forme de secteurs de cercle et sont des tronçons d'un disque d'écran (8), susceptible de tourner autour de l'axe de moyeu.
5. Ventilateur selon la revendication 1 à 2, **caractérisé en ce que** les ouvertures de passage d'air (17, 18) sont réalisées sous la forme de segments de cercle, en particulier sous la forme d'à peu près des demi-cercles.
6. Ventilateur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les éléments de fermeture sont réalisés sous la forme de volets pivotants (15, 16) en forme de segments de cercle, dont les axes de pivotement (13b) sont disposés sur une nervure (13) centrale, dans la face frontale de moyeu (12).
7. Ventilateur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, entre le moyeu de ventilateur (2) et les éléments de fermeture (7, 8), sont disposés des ressorts provoquant une béance des ouvertures de passage d'air (5) lorsque le ventilateur (1) n'est pas entraîné.
8. Ventilateur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que**, sur les éléments de fermeture (7), sont disposés des organes d'entraînement (9) qui entraînent le moyeu (2) lorsque le ventilateur (1) est entraîné et qui ferment les ouvertures de passage d'air (5).

9. Ventilateur selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les volets pivotants (15, 16) s'ouvrent selon la force centrifuge.
10. Ventilateur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les volets pivotants (15, 16) sont sollicités dans la direction de l'ouverture, par des ressorts.
11. Ventilateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments de fermeture s'ouvrent et se ferment, en fonction de la pression aérodynamique.



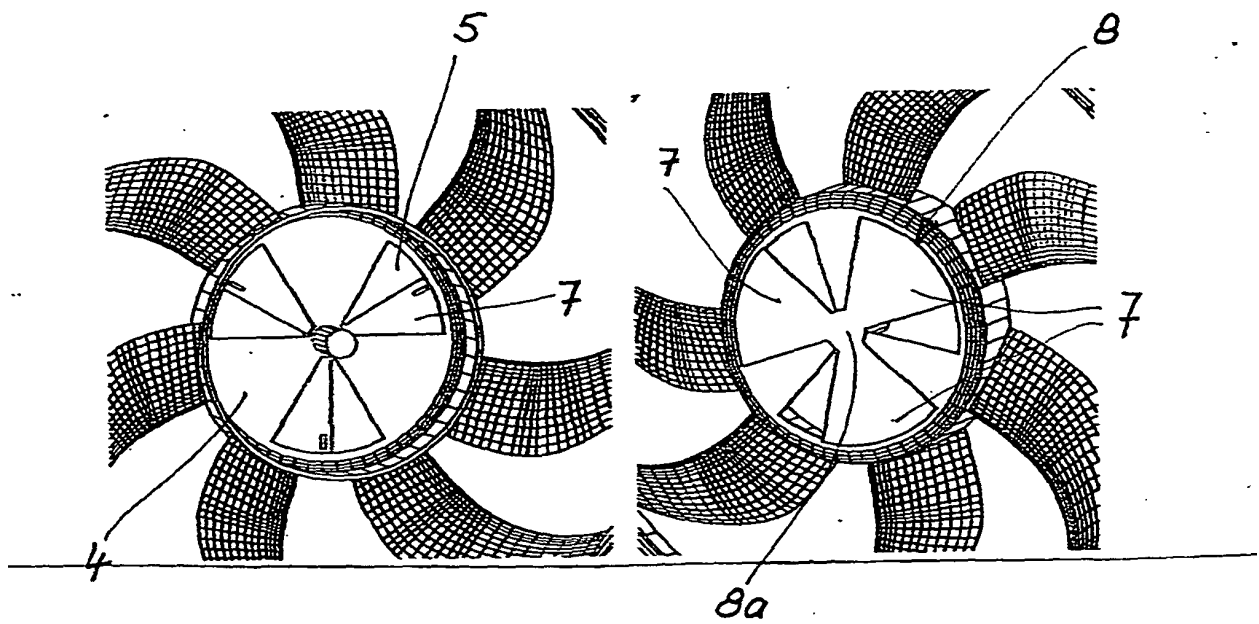


Fig. 3

Fig. 3a

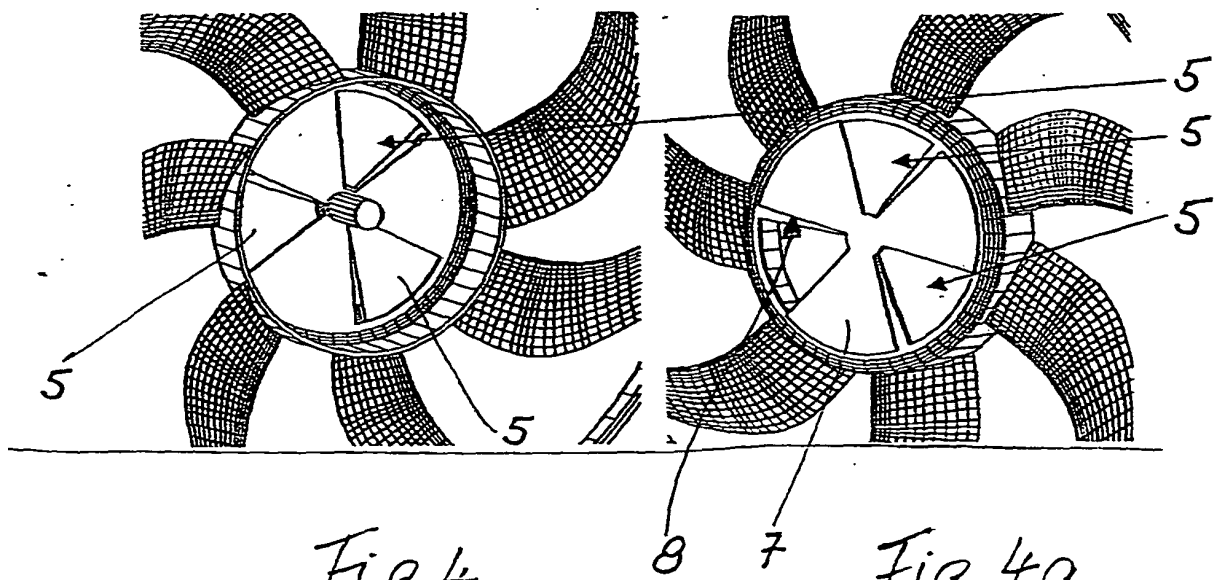


Fig. 4

Fig. 4a

