



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer : **0 145 857**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
02.03.88

⑤① Int. Cl.⁴ : **F 04 D 29/38**, **F 04 D 29/32**,
F 04 D 29/52

②① Anmeldenummer : **84111073.7**

②② Anmeldetag : **17.09.84**

⑤④ **Leitradloser Axialventilator, insbesondere zur Belüftung von Wärmetauschern.**

③⑩ Priorität : **30.09.83 DE 3335648**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
26.06.85 Patentblatt 85/26

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **02.03.88 Patentblatt 88/09**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
BE DE FR NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 1 628 363
DE-A- 2 327 125
DE-B- 1 070 333
FR-A- 1 528 779

⑦③ Patentinhaber : **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2 (DE)

⑦② Erfinder : **Sellmann, Manfred, Dr.**
Eschenweg 10
D-6983 Kreuzwertheim (DE)
Erfinder : **Koch, Walter, Dipl.-Ing.**
Lindenstrasse 63
D-2806 Oyten (DE)

EP 0 145 857 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung bezieht sich auf einen leitradslosen Axialventilator, insbesondere zur Belüftung von Wärmetauschern gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1; ein derartiger Axialventilator ist durch eine offenkundige Vorbenutzung bekannt.

Das Nabenverhältnis D_i/D_a der bekannten Ventilatoren lag bei Werten $D_i/D_a > 0,4$ sofern Ansprüche an Abreißsicherheit und hohe Druckerzeugung gestellt waren. Die Differenz der Schaufeleinstellwinkel am Außenschnitt bzw. am Innenschnitt entsprach dem üblichen Auslegungswinkel von ca. 28°. Das Verhältnis der Sehnenlängen im Innenschnitt zu dem im Außenschnitt war größer als 1.

Eine typische Anforderung an derartige Ventilatoren, insbesondere wenn sie zum Betrieb in Verbindung mit Kühlern eingesetzt werden sollen, ist die Forderung nach einer bestimmten Freiblesemenge, d. h. einer bestimmten geförderten Luftmenge ohne wesentlichen statischen Druckunterschied, bei gleichzeitiger Forderung nach einem Mindestluftdruck bei einem bestimmten Prozentsatz dieser Luftmenge, z. B. bei einer wegen Kühlervereisung oder Kühler- bzw. Filterverschmutzung um 30-40% verminderten Freiblesemenge. Weiterhin soll die geforderte Luftmenge den Ventilator mit möglichst gleichmäßigem Geschwindigkeitsprofil und möglichst geringer Drallkomponente verlassen, wodurch Strömungsgeräusche an den beströmten und zu kühlenden Bauteilen klein bleiben. Ferner sind aus Einbaugründen die Maximalabmessungen derartiger Ventilatoren vorgeschrieben. Da weiterhin Saug- und Druckseite der Ventilatoren zugänglich sind, müssen aus Sicherheitsgründen dort Schutzgitter angebracht sein, die an sich den zuvor genannten Forderungen, nachteilig entgegenstehen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ausgehend von einem leitradslosen Ventilator der eingangs genannten Art ohne Notwendigkeit einer Vergrößerung bzw. Veränderung der Einbauverhältnisse, wie z. B. der Entfernung von ausströmseitigen Schutzgittern und ohne Verschlechterung des Laufradwirkungsgrades den spezifischen Schalleistungspegel wesentlich senken zu können.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch die Lehre des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

Ausgehend vom lehrbuchmäßigen Stand der Technik sind zur Lösung der gestellten Aufgabe folgende Maßnahmen erfolgversprechend:

a) Verringerung des Nabenverhältnisses D_i/D_a zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung und damit geringen Geräuschentwicklung,

b) Erhöhung der Druckziffer,

c) Erhöhung der Volumenziffer.

Diese drei dem Durchschnittsfachmann bekannten Auslegungsgrößen für Ventilatoren sind miteinander derart verkettet, daß die Größen a) und c) im gleichen Sinne jedoch entgegengesetzt zur Dimensionsgröße b) wirken. Durch die Vorgabe maximaler Einbauverhältnisse sowie von erforderlichem Druck und erforderlichem Volumenstrom sind die Dimensionsgrößen: Druckziffer und Volumenziffer dadurch festgelegt, daß man versuchen wird, die Umfangsgeschwindigkeit bzw. Drehzahl des Laufrades aus Geräuschgründen möglichst klein zu halten. Der minimale zugehörige Wert der Umfangsgeschwindigkeit ist jedoch durch einen von der Bauart, insbesondere vom Nabenverhältnis D_i/D_a des Laufrades abhängigen maximal möglichen Wert für die Druckziffer bestimmt. Als Auslegungsregel kann bekannterweise hierfür gelten, daß zum Erzielen eines guten Wirkungsgrades der Wert für die Druckziffer umso kleiner wird, je größer der Wert der Volumenziffer ist. Dieser Zusammenhang ist aus der einschlägigen Literatur als Cordier-Kurve bekannt. Aus dem Lehrbuch « Ventilatoren » von Bruno Eck, 1972, S.271, Abb.265, sind darüber hinaus modifizierte Zusammenhänge zwischen der Druckziffer und der Volumenziffer bzw. den davon linear abhängigen dimensionslosen Größen der Durchmesserzahl und Schnelllaufzahl bekannt. In Abhängigkeit von diesen Größen wird in dem genannten Lehrbuch jeweils ein bestimmtes Nabenverhältnis empfohlen, mit dem ein optimaler Wert in Verbindung mit einem guten Wirkungsgrad gewährleistet werden kann. Ein wesentliches Abweichen von den empfohlenen Werten soll zur Folge haben, daß kein guter Wirkungsgrad erreichbar ist und insbesondere daß bei Unterschreitung der lehrbuchmäßig empfohlenen Werte des Nabenverhältnisses ein Abreißen der Strömung im Nabenbereich und eine entsprechende höhere Geräuschbildung eintreten.

Die gemäß Patentanspruch 1 vorgesehenen erfindungsgemäßen Konstruktionsparameter liegen außerhalb der von der Fachliteratur empfohlenen Auslegung; trotzdem hat sich in überraschender Weise gezeigt, daß der erfindungsgemäße Ventilator unter Einhaltung der geforderten Werte für Volumenstrom und Maximaldruck bei einem bestimmten Prozentsatz dieses Volumenstroms sowie bei gegebenen Maximalbauverhältnissen und möglichst geringer Umfangsgeschwindigkeit sowie einem geringen Nabenverhältnis Abreißerscheinungen im Laufrad nicht auftreten und die Strömung dem Zustand einer gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung bei gegebenem Volumenstrom näher liegt als bei größerem Nabenverhältnis und daß der absolute Betrag dieser Geschwindigkeit geringer ist.

Außerdem hat sich gezeigt, daß der Druckverlust am austrittsseitigen Schutzgitter geringer ist, was zu einer weiteren Geräuschreduzierung in Folge geringerer zu erbringender Luftleistung und in Folge reduzierter Strömungsgeräusche führt.

Eine weitere Geräuschminderung bei Gewährleistung der übrigen geforderten Daten läßt sich in vorteilhafter Weise dadurch erreichen, daß sich an einen unmittelbar die Ventilatoreinheit umgebenden ersten Gehäuseteil austrittsseitig ein zweiter Diffusor-Gehäuseteil von sprunghaft vergrößerter lichter Weite im Abstandsbereich von $\pm 0,3 l_a$ zu den abströmseitigen Enden der Schaufeln anschließt, wobei die Größe l_a die Sehnenlänge des Schaufelprofils im Außenschnitt bezeichnet, sowie dadurch, daß die abströmseitigen Ecken der Schaufeln entsprechend einem Krümmungsradius von $0,1 l_a$ bis $0,3 l_a$ abgerundet sind.

Durch die DE-A- 25 21 416 ist zwar ein schallgedämpfter Axialventilator mit einer von einem Gehäuse umschlossenen Ventilatoreinheit bekannt, bei welcher der lichte Durchmesser des Gehäusestückes, welches sich an das den strömungsaktiven Teil des Ventilators ummantelnden Gehäuseteil anschließt, um etwa 25 % sprunghaft vergrößert ist ; spezielle Konstruktionsparameter für eine Laufradauslegung, eine spezifische Abrundung der Schaufelecken sowie das Vorhandensein eines zumindest abströmseitigen Schutzgitters fehlen jedoch.

Die für den erfindungsgemäßen Ventilator gewählte Laufradauslegung mit hoher Arbeitsverteilung im Laufradaußenbereich ergibt in Kombination mit der zuvor beschriebenen Gehäuseausführung und Flügelkantenabrundung eine weitere Verbesserung im Hinblick auf eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung mit reduzierten Spitzenwerten hinter dem Ventilator und somit eine weitere Geräuschminderung, die insgesamt eine Absenkung von 3 bis 4 dB(A) ermöglicht. Auch diese Maßnahmen liegen zumindest teilweise im Widerspruch zur Lehrbuchmeinung, nach der die Vergrößerung des mittleren Spaltes zwischen Laufrad und umgebenden Gehäuse an sich eine Geräuschpegelerhebung erwarten lassen. Außerdem wird allgemein angenommen, daß sich die maximal mögliche Druckerzeugung (Abreißpunkt) bei größeren Spalten zwischen Laufrad und Gehäuse verschlechtert.

Als besonders zweckmäßige Konstruktionsauslegung für das gesamte, mit einem sprunghaft erweiterten Diffusor-Gehäuseteil versehene Ventilatorgehäuse hat sich eine Konstruktion erwiesen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß für das Diffusor-Gehäuseteil ein Gesamtöffnungs- bzw. Durchmesser Verhältnis von $1,03 \leq D_2/D_A \leq 1,25$ und eine gesamte axiale Länge von $0,10 D_A \leq l_D \leq 0,5 D_A$ vorgesehen ist, wobei D_A etwa die lichte Weite des Ventilatorgehäuses im Bereich des Laufrades und D_2 den größten Durchmesser des Diffusor-Gehäuseteils bezeichnet.

Eine herstellungstechnisch besonders günstige Ausführung des Diffusor-Gehäuseteils ist dadurch gekennzeichnet, daß für diesen Gehäuseteil zunächst eine hinter dem Laufrad beginnende plötzliche Erweiterung mit einem Steigungswinkel : $15^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$ bis auf ein Durchmessermaß : $1,02 D_A \leq D_{21} \leq D_2$ und eine anschließende allmähliche Erweiterung mit dem Steigungswinkel : $0^\circ \leq \alpha_2 \leq 10^\circ$ auf das Durchmessermaß D_2 vorgesehen ist. In vorteilhafter Weise besteht der Diffusor-Gehäuseteil dabei aus einem im Bereich seiner Erweiterung mittels eines entsprechenden Prägestempels aufgeweiteten Rohrstück.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden im folgenden anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert ; darin zeigen :

Fig. 1 die Seitenansicht einer in einem Ventilatorgehäuse angeordneten Ventilatoreinheit eines leitradlosen Axialventilators,

Fig. 2 eine stirnseitige Draufsicht auf die Anordnung gemäß Fig. 1,

Fig. 3 einen vergrößerten Teilausschnitt der Darstellung in Fig. 1,

Fig. 4 eine radiale Draufsicht auf einen Teil der als Abwicklung dargestellten Nabenoberfläche mit der Darstellung eines Schaufelprofils im Innen- und im Außenschnitt.

Gemäß Fig. 1, 2 ist eine im wesentlichen aus einem Antriebsmotor M mit auf dessen Abtriebswelle befestigtem Lüfterrad LR mit Schaufeln S1-S8 bestehende Lüftereinheit in einem umgebenden Gehäuse angeordnet, das sich aus einem unmittelbar die Ventilatoreinheit M, LR umgebenden ersten Gehäuseteil G1 und einem zweiten Diffusor-Gehäuseteil G2 zusammensetzt. Sowohl an der Eintritt- als auch an der Austrittsseite des Gehäuses ist jeweils ein Schutzgitter SG befestigt.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß sich an den unmittelbar die Ventilatoreinheit M, LR umgebenden ersten Gehäuseteil G1 austrittsseitig ein zweiter Diffusor-Gehäuse teil G2 von sprunghaft vergrößerter lichter Weite im Abstandsbereich von $\pm 0,3 l_a$ zu den abströmseitigen Ecken der Schaufeln S1-S8 anschließt, wobei die Größe l_a die Sehnenlänge des Schaufelprofils im Außenschnitt bezeichnet und als Ausgangspunkt des Abstandsbereichs laufradseitig von nicht abgerundeten Ecken ausgegangen wird.

Um einerseits in lufttechnisch günstiger Weise eine sprunghafte Erweiterung des Gehäuses zu erreichen und andererseits diese Erweiterung mit möglichst geringem Fertigungsaufwand herstellen zu können, ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung für den Diffusor-Gehäuse teil G2 eine hinter dem Laufrad LR im vorgenannten Sinne zunächst mit einem Steigungswinkel : $15^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$ bis auf ein Durchmessermaß : $1,02 D_A \leq D_{21} \leq D_2$ vorgesehen, dem sich eine anschließende allmähliche Erweiterung mit einem Steigungswinkel : $0^\circ \leq \alpha_2 \leq 10^\circ$ auf das Durchmessermaß D_2 anschließt ; zweckmäßigerweise wird ein derart ausgebildeter Diffusor-Gehäuse teil aus einem dem Durchmessermaß D_A zunächst entsprechenden Rohrstück hergestellt, das durch einen die Außenmaße der Erweiterung aufweisenden Prägestempel aufgeweitet ist.

Nach weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist für das Diffusor-Gehäuse teil G2 ein Gesamtöffnungs-

Durchmesser Verhältnis : $1,03 \leq D_2/D_A \leq 1,25$ und eine gesamte axiale Länge : $0,10 D_A \leq 1_D \leq 0,5 D_A$ vorgesehen, wobei D_A etwa die lichte Weite des Ventilatorgehäuses (erster Gehäuseteil G1) im Bereich des Laufrades LR und D_2 den größten Durchmesser des Diffusor-Gehäuseteils G2 an seiner Austrittsseite bezeichnet.

5 Wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich, ist im Sinne eines guten Luftradwirkungsgrades bei gleichzeitiger hoher Geräuscharmheit in Kombination mit der erfindungsgemäßen Aufweitung des Gehäuses im Bereich des Diffusor-Gehäuseteils G2 vorgesehen, daß zumindest die abströmseitigen Ecken der Schaufeln S1-S8 entsprechend einem Krümmungsradius von $0,1 l_a \leq r \leq 0,3 l_a$ abgerundet sind.

10 Weiterhin ist in Kombination mit den vorgenannten Konstruktionsparametern des Ventilatorgehäuses und der abströmseitigen Ecken der Schaufeln unter Bezugnahme auf die Teilabwicklung der Nabe N gemäß Fig. 4 mit den dort eingetragenen Bezugsgrößen für die Drehrichtung D, die Luftströmungsrichtung L und einen im Außen- und Innenschnitt dargestellte Schaufel eine erfindungsgemäße Laufradkonstruktion für einen leitradlosen Axialventilator mit über den Umfang der Laufradnabe einer Ventilatoreinheit
15 gleichmäßig bzw. ungleichmäßig verteilt angeordneten verwundenen profilierten Schaufeln mit derart gewölbter Skelettlinie, daß der Relativbetrag (f/l) von Wölbungshöhe (f) der Skelettlinie über Schaufelsehne zu Abstandslänge (l) zwischen Vorder- und Hinterkante einer Schaufel im Bereich : $0,02 \leq f/l \leq 0,1$ liegt, durch folgende Konstruktionsparameter gekennzeichnet :

20
$$0,25 \leq D_i/D_a \leq 0,35$$

$$70^\circ \leq \gamma_i \leq 80^\circ$$

$$35^\circ \leq \gamma_a - \gamma_i \leq 50^\circ$$

$$0,7^\circ \leq l_i/l_a \leq 1$$

25 mit folgenden Definitionen :

D_a = Außendurchmesser des Laufrades ;

D_i = Nabendurchmesser des Laufrades ;

l_a = Sehnenlänge zwischen Vorderkante und Hinterkante des Schaufelprofils im Außenschnitt ;

l_i = Sehnenlänge zwischen Vorderkante und Hinterkante des Schaufelprofils im Innenschnitt ;

30 γ_a = Schaufeleinstellwinkel am Außenschnitt einer Schaufel gegen Umfangsrichtung D (Drehrichtung) gemessen ;

γ_i = Schaufeleinstellwinkel am Innenschnitt einer Schaufel gegen Umfangsrichtung D (Drehrichtung) gemessen.

35 Mit den vorgenannten Konstruktionsparametern ist das gesamte Schaufelprofil unter Zugrundelegung der üblichen Berechnungsverfahren für profilierte Schaufeln von Verdichtern und Ventilatoren bestimmbar ; dabei sind die bei Konstruktionen von Axiallaufrädern üblichen und empfohlenen Überdeckungsverhältnisse zugrunde zu legen.

40 Patentansprüche

1. Leitradloser Axialventilator, insbesondere zur Belüftung von Wärmetauschern, mit über den Umfang der Laufradnabe einer Ventilatoreinheit gleichmäßig bzw. ungleichmäßig verteilt angeordneten
45 verwundenen profilierten Schaufeln mit derart gewölbter Skelettlinie, daß der Relativbetrag (f/l) von Wölbungshöhe (f) der Skelettlinie über Schaufelsehne zu Abstandslänge (l) zwischen Vorder- und Hinterkante einer Schaufel im Bereich : $0,02 \leq f/l \leq 0,1$ liegt, gekennzeichnet durch folgende weitere Konstruktionsparameter für das Laufrad der Ventilatoreinheit :

50
$$0,25 \leq D_i/D_a \leq 0,35$$

$$70^\circ \leq \gamma_i \leq 80^\circ$$

$$35^\circ \leq \gamma_a - \gamma_i \leq 50^\circ$$

$$0,7 \leq l_i/l_a \leq 1$$

mit folgenden Definitionen :

55 D_a = Außendurchmesser des Laufrades ;

D_i = Nabendurchmesser des Laufrades ;

l_a = Sehnenlänge zwischen Vorderkante und Hinterkante des Schaufelprofils im Außenschnitt ;

l_i = Sehnenlänge zwischen Vorderkante und Hinterkante des Schaufelprofils im Innenschnitt ;

60 γ_a = Schaufeleinstellwinkel am Außenschnitt einer Schaufel gegen Umfangsrichtung D (Drehrichtung) gemessen ;

γ_i = Schaufeleinstellwinkel am Innenschnitt einer Schaufel gegen Umfangsrichtung D (Drehrichtung) gemessen.

2. Leitradloser Axialventilator nach Anspruch 1, mit einem zusätzlichen, zumindest die Ventilatoreinheit umgebenden Gehäuse, dadurch gekennzeichnet, daß sich an einen unmittelbar die Ventilatoreinheit
65 (M,LR) umgebenden ersten Gehäuseteil (G1) austrittsseitig ein zweiter Diffusor-Gehäuseteil (G2) von

sprunghaft vergrößerter lichter Weite im Abstandsbereich von $\pm 0,3 l_a$ zum Schnittpunkt der Verlängerung der Schaufelhinterkante einerseits und der Flügelsehne andererseits im Bereich der abströmseitigen Ecken der Schaufeln (S1-S8) anschließt, wobei die Größe l_a die Sehnenlänge des Schaufelprofils im Außenschnitt bezeichnet.

5 3. Leitradloser Axialventilator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die abströmseitigen Ecken der Schaufeln (S1-S8) entsprechend einem Krümmungsradius von $0,1 l_a \leq r \leq 0,3 l_a$ abgerundet sind.

4. Leitradloser Axialventilator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für das Diffusor-Gehäuseteil (G2) ein Gesamtöffnungs- bzw. Durchmesser Verhältnis : $1,03 \leq D_2/D_A \leq 1,25$ vorgesehen ist, wobei D_A die lichte Weite des Ventilatorgehäuses (erster Gehäuseteil G1) im Bereich des Laufrades (LR) und D_2 den größten Durchmesser des Diffusor-Gehäuseteils (G2) bezeichnet.

10 5. Leitradloser Axialventilator nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für den Diffusor-Gehäuseteil (G2) eine gesamte axiale Länge : $0,10 D_A \leq l_D \leq 0,5 D_A$ vorgesehen ist, wobei D_A der lichten Weite des Ventilatorgehäuses (erster Gehäuseteil G1) im Bereich des Laufrades (LR) entspricht.

15 6. Leitradloser Axialventilator nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für den Diffusor-Gehäuseteil (G2) eine hinter dem Laufrad (LR) beginnende plötzliche Erweiterung mit einem Steigungswinkel : $15^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$ bis auf ein Durchmessermaß : $1,02 D_A \leq D_{21} \leq D_2$ und eine anschließende allmähliche Erweiterung mit dem Steigungswinkel : $0^\circ \leq \alpha_2 \leq 10^\circ$ auf das Durchmessermaß D_2 vorgesehen ist.

20 7. Leitradloser Axialventilator nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor-Gehäuseteil (G2) aus einem im Bereich seiner Erweiterung mittels eines entsprechenden Prägestempels aufgeweiteten Rohrstück besteht.

25 8. Leitradloser Axialventilator nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Gehäuseteil (G1) und der Diffusor-Gehäuseteil (G2) zusammen ein einstückiges Rohrstück bilden.

9. Leitradloser Axialventilator nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor-Gehäuseteil (G2) ausströmseitig mit einem Schutzgitter (SG) versehen ist.

30 **Claims**

1. An axial ventilator without guide ring, particularly but not exclusively for ventilating heat exchangers, comprising twisted, profiled vanes which are arranged so as to be uniformly or non-uniformly distributed around the periphery of the impeller hub of a ventilator unit, the mean camber of a vane being curved in such manner that the ratio (f/l) of the height of curvature (f) of the mean camber line relative to the vane chord to the spacing length (l) between the front and rear edges of a vane is in the region of : $0.02 \leq f/l \leq 0.1$, characterised by the following further constructional parameters for the impeller of the ventilator unit :

40
$$0.25 \leq D_i/D_a \leq 0.35$$

$$70^\circ \leq \gamma_i \leq 80^\circ$$

$$35^\circ \leq \gamma_a - \gamma_i \leq 50^\circ$$

$$0.7 \leq l/l_a \leq 1$$

45 with the following definitions :

D_a = outer diameter of the impeller ;

D_i = hub diameter of the impeller ;

l_a = chord length between front and rear edges of the vane profile at the outer section ;

l_i = chord length between front and rear edges of the vane profile at the inner section ;

50 γ_a = vane adjusting angle at the outer section of a vane, measured in the peripheral direction D (direction of rotation) ;

γ_i = vane adjusting angle at the inner section of a vane, measured in the peripheral direction D (direction of rotation).

2. An axial ventilator without guide ring as claimed in Claim 1, comprising an additional housing which surrounds at least the ventilator unit, characterised in that a first housing part (G1) which directly surrounds the ventilator unit (M, LR) is connected at its outlet end to a second diffuser housing part (G2) which shows an abrupt increase in its internal width located at a distance in the region of $\pm 0.3 l_a$ from the point of intersection of the prolongation of the rear edge of the vane, on the one hand, and the vane chord, on the other hand, in the region of the downstream corners of the vanes (S1-S8), where l_a is the chord length of the vane profile in the outer section.

3. An axial ventilator without guide ring as claimed in Claim 2, characterised in that the downstream corners of the vanes (S1-S8) are rounded to correspond with a radius of curvature of $0.1 l_a \leq r \leq 0.3 l_a$.

4. An axial ventilator without guide ring as claimed in Claim 2 or 3, characterised in that an overall opening ratio, or diameter ratio, of $1.03 \leq D_2/D_A \leq 1.25$ is provided for the diffuser housing part (G2), where D_A is the internal width of the ventilator housing (first housing part G1) in the region of the impeller

(LR) and D_2 is the maximum diameter of the diffuser housing part (G2).

5. An axial ventilator without guide ring as claimed in one of Claims 2 to 4, characterised in that an overall axial length of $0.10 D_A \leq l_D \leq 0.5 D_A$ is provided for the diffuser housing part (G2), where D_A corresponds to the internal width of the ventilator housing (first housing part (G1)) in the region of the impeller (LR).

6. An axial ventilator without guide ring as claimed in one of Claims 2 to 5, characterised in that for the diffuser housing part (G2) an abrupt increase in widening is provided starting after the impeller (LR) with an angle of divergence : $15^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$, to a diameter of $1.02 D_A \leq D_{21} \leq D_2$, and a subsequent gradual increase in width with an angle of divergence of $0^\circ \leq \alpha_2 \leq 10^\circ$ to a diameter of D_2 .

7. An axial ventilator without guide ring as claimed in one of Claims 2 to 6, characterised in that the diffuser housing part (G2) consists of a tubular member which is caused to bulge in the region of its widened portion by means of a corresponding press die.

8. An axial ventilator without guide ring as claimed in one of Claims 2 to 7, characterised in that the first housing part (G1) and the diffuser housing part (G2) together form an integral tubular member.

9. An axial ventilator without guide ring as claimed in one of Claims 2 to 8, characterised in that at the outflow end, the diffuser housing part (G2) is provided with a protective screen (SG).

Revendications

1. Ventilateur axial sans roue directrice, notamment pour l'aération d'échangeurs de chaleur, comportant des pales profilées tordues, disposées en étant réparties de façon uniforme ou non uniforme sur le pourtour du moyeu du rotor d'une unité à ventilateur, et possédant une ligne moyenne de profil cintrée de telle sorte que la valeur relative (f/l) de la hauteur de la flèche (f) de la ligne moyenne du profil sur la corde d'une pale par rapport à la longueur (l) de la distance entre le bord avant et le bord arrière d'une pale est comprise dans la plage de valeurs : $0,02 \leq f/l \leq 0,1$, caractérisé par les autres paramètres suivants de construction pour le rotor de l'unité à ventilateur :

$$0,25 \leq D_i/D_a \leq 0,35$$

$$70^\circ \leq \gamma_i \leq 80^\circ$$

$$35^\circ \leq \gamma_a - \gamma_i \leq 50^\circ$$

$$0,7 \leq l_i/l_a \leq 1$$

avec les définitions suivantes :

D_a = diamètre extérieur du rotor ;

D_i = diamètre du moyeu du rotor ;

l_a = longueur de la corde entre le bord avant et le bord arrière du profil de l'aube dans la section extérieure ;

l_i = longueur de la corde entre le bord avant et le bord arrière du profil de l'aube dans la section intérieure ;

γ_a = angle de réglage de l'aube dans la section extérieure d'une pale, mesuré par rapport à la direction circonférentielle D (sens de rotation) ;

γ_i = angle de réglage de l'aube dans la section intérieure d'une pale, mesuré par rapport à la direction circonférentielle D (sens de rotation).

2. Ventilateur axial sans roue directrice suivant la revendication 1, comportant un carter supplémentaire entourant au moins l'unité à ventilateur, caractérisé par le fait qu'à la première partie (G1) du carter, qui entoure directement l'unité à ventilateur (M, LR), se raccorde, côté sortie, une seconde partie (G2) du carter, formant diffuseur, qui possède un diamètre intérieur, qui augmente de façon brusque, à une distance située dans la plage de valeurs de $\pm 0,3 l_a$ par rapport au point d'intersection du prolongement du bord arrière de l'aube d'une part et de la corde de la pale d'autre part dans la zone des angles, située du côté aval, des pales (S1-S8), la grandeur l_a désignant la longueur de la corde du profil de la pale dans la section extérieure.

3. Ventilateur axial sans roue directrice suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que les angles, situés du côté aval, des pales (S1-S8) sont arrondis conformément à un rayon de courbure r tel que $0,1 l_a \leq r \leq 0,3 l_a$.

4. Ventilateur axial sans roue directrice suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que pour la partie (G2) du carter formant diffuseur, il est prévu un rapport d'ouvertures totales ou de diamètres : $1,03 \leq D_2/D_A \leq 1,25 D_A$ représentant le diamètre intérieur du carter du ventilateur (première partie G1 du carter) dans la zone du rotor (LR) et D_2 désignant le diamètre maximum de la partie (G2) du carter formant diffuseur.

5. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que pour la partie (G2) du carter formant diffuseur il est prévu une longueur axiale globale : $0,10 D_A \leq l_D \leq 0,5 D_A$, D_A correspondant au diamètre intérieur du carter du ventilateur (première partie G1 du carter) dans la zone du rotor (LR).

6. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait

que pour la partie (G2) du carter formant diffuseur il est prévu un élargissement brusque, qui commence en arrière du rotor (LR), avec un angle de pente : $15^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$ jusqu'à un diamètre de valeur : $1,02 D_A \leq D_{21} \leq D_2$, et un élargissement progressif supérieur avec l'angle de pente : $0^\circ \leq \alpha_2 \leq 10^\circ$ jusqu'au diamètre de valeur D_2 .

5 7. Ventilateur axial sans roue directrice selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé par le fait que la partie (G2) du carter formant diffuseur est constituée par un élément tubulaire qui, dans la zone de son élargissement, est élargie à l'aide d'un poinçon d'emboutissage correspondant.

8. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 7, caractérisé par le fait que la première partie (G1) du carter et la partie (G2) du carter formant diffuseur forment ensemble un
10 élément tubulaire d'un seul tenant.

9. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 8, caractérisé par le fait que la partie (G2) formant diffuseur comporte, du côté de l'écoulement sortant, une grille de protection (SG).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

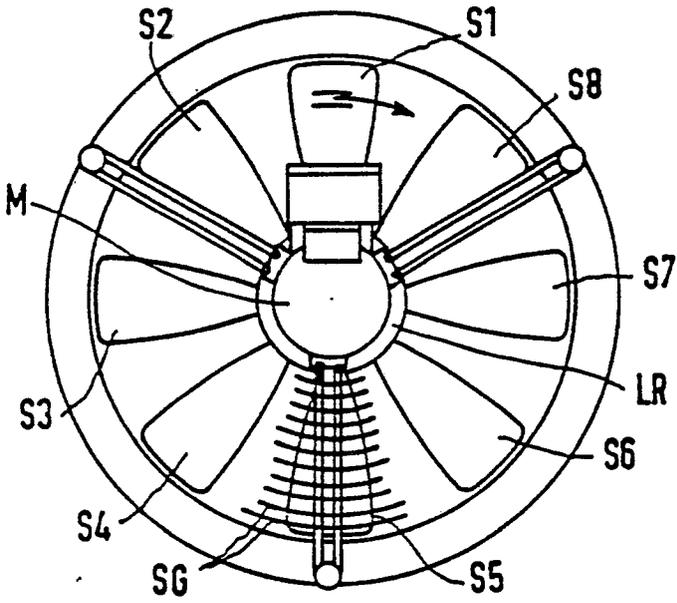


FIG 2

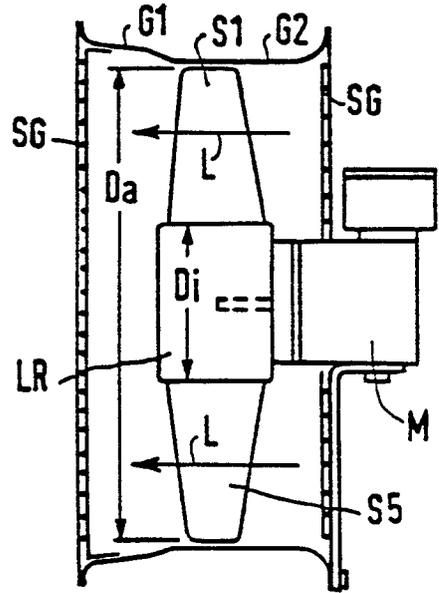


FIG 1

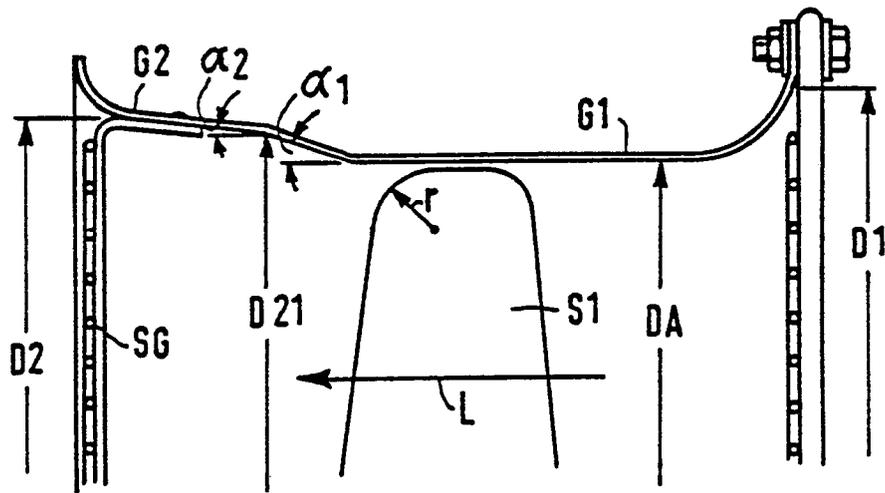


FIG 3

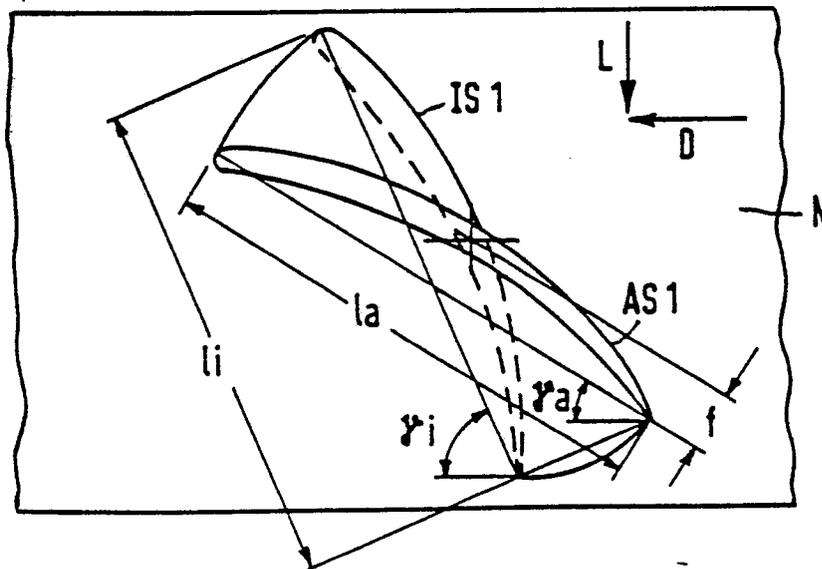


FIG 4