

(19)



(11)

EP 1 616 101 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.03.2011 Patentblatt 2011/11

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

(21) Anmeldenummer: **04727247.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/003916

(22) Anmeldetag: **14.04.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/094835 (04.11.2004 Gazette 2004/45)

(54) **LÜFTER**

FAN

VENTILATEUR

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

(30) Priorität: **19.04.2003 DE 20306455 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2006 Patentblatt 2006/03

(73) Patentinhaber: **ebm-papst St. Georgen GmbH &
Co. KG
78112 St. Georgen (DE)**

(72) Erfinder: **EIMER, Georg
78112 St. Georgen (DE)**

(74) Vertreter: **Raible, Tobias
Raible & Raible
Schoderstrasse 10
70192 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 3 017 226 DE-A- 4 127 134
US-A- 5 297 931 US-A- 5 769 607**

EP 1 616 101 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

[0001] Die Erfindung betrifft einen Gerätelüfter mit einem Luftförderkanal und einem darin drehbar angeordneten Lüfterrad, dessen Flügel im Bereich ihrer äußeren Kanten mit Strömungselementen versehen sind, die für die Förderströmung widerstandsarm sind und die für die um die Außenkanten der Flügel von der Druck- zur Saugseite verlaufenden Ausgleichsströmungen ein Hindernis darstellen.

[0002] Ein Gerätelüfter mit solchen Strömungselementen ist bekannt aus der DE-A-3017226. Diese zeigt verschiedene Bauweisen solcher Strömungselemente in Verbindung mit gestanzten Lüfterflügeln aus Blech. Diese Strömungselemente reduzieren die Verlustströmung in einem damit ausgestatteten Lüfter.

[0003] Aus der JP 05-141 394 A ist es bekannt, bei einem Lüfter mit der radialen Flügellänge D_3 an den Flügelenden Strömungselemente vorzusehen. Diese haben entweder die Querschnittsform eines Halbkreises oder eines Vollkreises, und die radiale Erstreckung dieser Strömungselemente hat eine konstante Größe von 0,02 bis 0,06 D_3 , die am ganzen Außenumfang eines Flügels konstant ist. Als Aufgabe dieser Verdickungen wird angegeben, die Umströmung der Flügelenden zu reduzieren.

[0004] Ferner kennt man aus der US-A-5 297 931 einen Gerätelüfter mit einem Außengehäuse, dessen Innenseite von einem Luftförderkanal durchdrungen ist, in welchem ein Lüfterrad angeordnet ist, das um eine zentrale Achse drehbar ist und eine zentrale Nabe mit einem Außenumfang aufweist, auf welchem Lüfterflügel befestigt sind, deren radiale äußere Ränder jeweils einen Abstand von der benachbarten Innenseite des Lüftergehäuses haben. Diese Flügel haben ein Profil, das ähnlich dem Tragflächenprofil eines Flugzeugs ausgebildet ist, wobei die Flügel an der Vorderkante konkav und sichelförmig ausgebildet sind, eine konvexe Hinterkante aufweisen, und gewunden ausgebildet sind.

[0005] Um die Flügel herum ist hier ein Laufschaufeldeckband angeordnet, und dieses bildet mit dem Lüftergehäuse einen Kanal für Luft, die von der Druckseite des Lüfters zu dessen Saugseite zurückströmt. Diese zurückströmende Luft folgt dabei einem komplizierten Strömungspfad und wird auf ihrem Weg durch Beruhigungsbleche in eine laminare Strömung umgewandelt, so dass an der Ansaugöffnung des Lüfters keine Wirbel entstehen. Zweck der Anordnung ist eine Geräuschreduzierung an den vorderen Kanten der Lüfterflügel dort, wo diese sonst auf Wirbel der zurück strömenden Luft treffen würden.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen neuen Gerätelüfter bereit zu stellen, welcher zumindest in einem vorgegebenen Betriebsbereich ein reduziertes Geräuschniveau aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Gerätelüfter gemäß Patentanspruch 1. Bei einem solchen ist jeweils entlang der radialen Außenkante der Lüfterflügel,

und benachbart zur Innenseite des Außengehäuses, ein Strömungselement vorgesehen, das einen analogen Verlauf hat wie der zugehörige Lüfterflügel, und das für eine um diese gewundene radiale Außenkante von der Druckseite zur Saugseite verlaufende Ausgleichsströmung als Umströmungshindernis ausgebildet ist, um die im Betrieb vom Gerätelüfter erzeugten Geräusche zu reduzieren.

[0008] Es hat sich gezeigt, dass bei einem solchen Gerätelüfter in überraschender Weise die Lüftergeräusche abnehmen, besonders im sogenannten laminaren Bereich, also bei hohen Fördervolumina und einer relativ kleinen Druckerhöhung Δp . Auch im nicht laminaren Bereich, also bei höheren Gegendrücken und kleineren Luftmengen, tritt bei einem solchen Gerätelüfter eine Geräuschabsenkung auf.

[0009] Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigt:

Es zeigt:

- 25 Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Gerätelüfter, hier einen Axiallüfter, nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 2 eine Darstellung des Lüfterrades beim Lüfter der Fig. 1, in vergrößerter Darstellung,
- 30 Fig. 3 eine raumbildliche Darstellung des Lüfterrades gemäß Fig. 1 und 2,
- 35 Fig. 4 eine Seitenansicht des Lüfterrades der Fig. 1 bis 3,
- Fig. 5 einen Schnitt, gesehen längs der Linie V-V der Fig. 2,
- 40 Fig. 6 einen sagittalen Schnitt durch einen Flügel des Lüfters der Fig. 1 bis 5, gesehen längs der Linie VI-VI der Fig. 2,
- 45 Fig. 7 einen Schnitt, gesehen längs der Linie VII-VII der Fig. 2, in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 8 einen Schnitt analog Fig. 7, gesehen längs der Linie VIII-VIII der Fig. 2,
- 50 Fig. 9 einen Schnitt analog Fig. 7, gesehen längs der Linie IX-IX der Fig. 2,
- 55 Fig. 10 eine Darstellung von Schalldruckpegel L_p und Druckanstieg Δp über der Schieberstellung eines Prüfstandes, bei einem Axiallüfter, dessen Lüfterflügel an der Außenkante keine Strömungselemente haben,

- Fig. 11 eine Darstellung analog Fig. 10 für einen Lüfter gleicher Bauart, bei dem jedoch die Lüfterflügel an ihrer Außenkante mit speziellen Strömungselementen versehen sind,
- Fig. 12 eine Darstellung, welche die Kurven gemäß Fig. 10 und 11 im Vergleich zeigt; man erkennt, dass man bei diesem Ausführungsbeispiel eine Reduzierung des Schalldruckpegels L_p erhält, besonders ausgeprägt im laminaren, aber auch im turbulenten Bereich,
- Fig. 13 eine Draufsicht analog Fig. 2 auf ein Lüfterrad 122 nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 14 eine raumbildliche Darstellung des Lüfterrades 122 der Fig. 13 in einer Darstellung analog Fig. 3, und
- Fig. 15 eine Vergleichsdarstellung, welche Lüfterkennlinien für das Lüfterrad 122 nach den Fig. 13 und 14 mit und ohne die speziellen Strömungselemente (Winglets) zeigt.

[0010] In den nachfolgenden Figuren werden für gleiche oder gleich wirkende Bauteile jeweils dieselben Bezugszeichen verwendet, ggf. um die Zahl 100 erhöht (z.B. 122 statt 22), und diese Bauteile werden gewöhnlich nur einmal beschrieben.

[0011] Fig. 1 zeigt einen Gerätelüfter 10 üblicher Bauart. Die vorliegende Erfindung kann bei einem Axiallüfter und einem Diagonallüfter realisiert werden. Der in Fig. 1 dargestellte Lüfter 10 hat ein Außengehäuse 12, an dessen vier Ecken jeweils Befestigungsöffnungen 14 vorgesehen sind und der in seinem Inneren einen Luftförderkanal 16 definiert, welcher nach außen hin durch eine Rotationsfläche 17 begrenzt ist und in welchem über Stege 18 die zentrale Nabe 20 eines Lüfterrades 22 drehbar gelagert ist, die im Betrieb von einem innerhalb dieser Nabe 20 angeordneten Elektromotor um eine zentrale Achse 25 (Fig. 4 und 5) gedreht wird. In Fig. 1 dreht sich die Nabe 20 in Richtung eines Pfeiles 24 entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Luftströmung ist so, dass die Luft über die Stege 18 ausgeblasen wird, also durch die Rückseite des Lüfters 10, bezogen auf Fig. 1.

[0012] Wie die Fig. 1 bis 5 zeigen, sind auf dem Außenumfang 27 der Nabe 20 fünf Lüfterflügel 26 befestigt, die mit 26A bis 26E bezeichnet sind. Der Winkelabstand β von der Vorderkante 28A des Lüfterflügels 26A zur Vorderkante 28B des Flügels 26B beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel 74° . Die Flügel 26 sind ungleichmäßig am Umfang der Nabe verteilt, um ein angenehmeres Frequenzspektrum zu erhalten. Naturgemäß stellt die dargestellte Art der Verteilung nur eine bevorzugte Ausführungsform dar.

[0013] Wie die Fig. 1 bis 3 zeigen, sind die Vorderkanten 28A bis 28E der Flügel 26 konkav und sichelförmig

ausgebildet. Die Hinterkanten der Flügel 26 sind mit 36A bis 36E bezeichnet und konvex. Sie sind so ausgebildet, dass ihr Schnitt mit den Stegen 18 "schleifend" erfolgt, also "mit schleifendem Schnitt". Dies bedeutet, dass in den meisten oder allen Drehstellungen und in der Draufsicht gesehen der gedachte Schnitt zwischen einem Steg 18 und einer Hinterkante 36 (die sich selbstverständlich nicht berühren), unter einem Winkel erfolgt, wie das z.B. Fig. 1 klar zeigt. Diese Maßnahme trägt zur Geräuschdämpfung bei.

[0014] Die radial äußeren Kanten der Flügel 26 sind mit 40A bis 40E bezeichnet. Wie in Fig. 5 dargestellt, haben diese Kanten 40 einen radialen Abstand d von der Innenseite 17 des Außengehäuses 12. Dieser "Luftspalt" d sollte möglichst klein sein. Wenn er groß ist, fließt durch ihn eine beträchtliche Verlustströmung von der Druckseite zur Saugseite des Lüfters 10.

[0015] Zur Reduzierung dieser Luftströmung sind die einzelnen Flügel 26 im Bereich ihrer radial äußeren Kanten 40 mit Strömungselementen 42A bis 42E versehen, nämlich mit Verbreiterungen der äußeren Flügelkanten 40, die sich bevorzugt in axialer Richtung zur Saugseite und zur Druckseite erstrecken. (Bei Diagonallüftern verwendet man bevorzugt Flügel, bei denen sich solche Strömungselemente nur auf der Saugseite befinden.)

[0016] Wie sich aus den sagittalen Schnitten der Fig. 6 bis 9 ergibt, haben die Flügel 26 etwa die Querschnittsform einer Flugzeug-Tragfläche, d.h. die Vorderkante 28C ist rund und relativ stumpf. Von ihr aus nimmt die Dicke D eines Flügels 26 zunächst zu und dann in Richtung zur Hinterkante 36 wieder ab, und der Flügel 26 läuft an der Hinterkante 36 spitz zu, um dort die Ausbildung von Wirbeln und daraus folgenden Geräuschen zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

[0017] Die Strömungselemente 42 haben einen analogen Verlauf wie der zugehörige Flügel, vgl. Fig. 6, d.h. sie laufen ebenfalls an der Hinterkante 36 spitz zu und sind an der Vorderkante 28 abgerundet, und im Zwischenbereich 48 zwischen dem Bereich der Vorderkante 28 und dem Bereich der Hinterkante 36 ragen sie um einen im Wesentlichen konstanten Betrag in axialer Richtung über den Flügel 26 hinaus, wie das die Fig. 5 und 6 klar zeigen. An beiden Enden ist ein gleitender Übergang vorgesehen, d.h. der konstante Betrag nimmt dort gleitend auf 0 ab.

[0018] Die Strömungselemente 42, in Verbindung mit dem schmalen Luftspalt d (Fig. 5), bilden einen erhöhten Widerstand für die Verlustströmung, die im Betrieb um den äußeren Rand 40 der Flügel 26 herum von der Druckseite zur Saugseite verläuft.

[0019] Wie besonders aus Fig. 3 und 4 hervorgeht, sind die einzelnen Flügel 26 gewunden, d.h. die Stelle, wo ein Flügel 26 aus der Nabe 20 sozusagen heraus wächst, hat er etwa die Form eines Gewindeabschnitts, und ebenso sind auch die äußeren Kanten 40 der Flügel 26 nach Art eines Gewindeabschnitts geformt, wobei aber, wie dargestellt, die Steigung der Gewindeabschnitte im Bereich der Nabe 20 größer ist als im Bereich der

radial äußeren Kanten 40.

[0020] Fig. 10 zeigt für einen Lüfter, dessen Flügel 26 nicht mit Strömungselementen 42 versehen sind, die Druckerhöhung Δp_1 und den Schalldruckpegel L_{p1} . Die Kurven wurden auf einem üblichen Lüfter-Prüfstand gemessen, bei dem an der Druckseite des Lüfters 10 eine verstellbare Drossel (nicht dargestellt) angeordnet ist. Die Öffnung ODR dieser Drossel ist auf der horizontalen Achse mit Werten zwischen 0 und 2500 angegeben, wobei "0" bedeutet, dass diese Drossel geschlossen ist.

[0021] Man erkennt, dass bei einer Drosselöffnung unter 1000 der Lüfter 10 im Bereich der turbulenten Strömung arbeitet, wobei nach links der Druck Δp_1 und der Schalldruckpegel L_{p1} ansteigen.

[0022] Bei Werten rechts vom Wert 1000 für die Drosselöffnung, also bei weiter geöffneter Drossel, nimmt der Druck Δp_1 ab, und entsprechend steigt das geförderte Luftvolumen an, was mit einem höheren L_{p1} verbunden ist.

[0023] Fig. 11 zeigt die Kurven für das beschriebene Ausführungsbeispiel, d.h. der Lüfter ist zwar der gleiche wie in Fig. 10, aber das Lüfterrad 22 ist mit den beschriebenen Strömungselementen 42 versehen.

[0024] Der Verlauf der Druckkurve (Δp_2) ist gleich wie in Fig. 10, aber der Schalldruckpegel L_{p2} ist besonders im Bereich größerer Drosselöffnungen (etwa von 1.100 aufwärts) um etwa 1,5 ... 2 dB(A) reduziert.

[0025] Im Bereich um die Drosselöffnung 1000 herum stimmen die Kurven L_{p1} und L_{p2} weitgehend überein, aber im Bereich unterhalb der Drosselöffnung 600 ist ebenfalls eine Senkung des Schalldruckpegels festzustellen.

[0026] Durch die beschriebenen Strömungselemente 42 erhält man also ohne jeden Mehraufwand eine Reduzierung des Schalldruckpegels L_p , die akustisch wahrnehmbar ist und deren Höhe vom Arbeitspunkt abhängt, an dem der betreffende Lüfter 10 betrieben wird. Die Sichelung der Vorderkanten 28 trägt ebenfalls zu einer Geräuschminderung bei.

[0027] Die Fig. 13 und 14 zeigen ein Lüfterrad 122 nach einem zweiten, besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zentralen Nabe 120. Das Außengehäuse dieses Lüfterrads hat die gleiche Form wie das Außengehäuse 12 der Fig. 1 und ist deshalb nicht nochmals dargestellt. Die Drehrichtung ist mit 124 bezeichnet, d.h. das Lüfterrad 122 dreht sich im Uhrzeigersinn. Fig. 14 zeigt einen Blick auf die Saugseite des Lüfterrades 122.

[0028] Wie die Fig. 13 und 14 zeigen, sind auf dem Außenumfang 127 der Nabe 120 fünf Lüfterflügel 126 befestigt, die mit 126A bis 126E bezeichnet sind. Diese sind, ebenso wie beim ersten Ausführungsbeispiel, ungleich am Umfang 127 der Nabe 120 verteilt, um ein angenehmes Frequenzspektrum der Lüftergeräusche zu erhalten.

[0029] Wie die Fig. 13 und 14 zeigen, sind die Vorderkanten 128A bis 128E der Flügel 126 konkav und stark sichelförmig ausgebildet. Bei diesem Ausführungsbei-

spiel liegt in bevorzugter Weise das äußere Ende 130A bis 130E der Sichel 128, in Drehrichtung 124 gesehen, vor der Übergangsstelle 132A bis 132E der Sichel 128 in die Nabe 120, wobei in besonders bevorzugter Weise diese Übergangsstellen 132A bis 132E, bezogen auf die Drehrichtung 124, ganz hinten liegen, d.h. die ganze Sichel 128 erstreckt sich, wie dargestellt, von dieser Übergangsstelle 132 aus in Drehrichtung nach vorne. Dadurch ergibt sich z.B. an der Übergangsstelle 132A ein Winkel α von etwa 78° , unter dem die Sichelkante 128A aus der Nabe 120 austritt. Dieser Winkel α ist z.B. bei den Fig. 1 bis 12 größer als 90° . Er sollte bevorzugt $<90^\circ$ sein und hat bevorzugte Werte zwischen 70° und 90° , insbesondere zwischen 75° und 85° .

[0030] Wie nachfolgend an Messkurven erläutert, bringt diese Ausgestaltung eine zusätzliche erhebliche Geräuschreduzierung, erfordert aber meist eine größere axiale Erstreckung des Lüfters als bei der Version nach den Fig. 1 bis 12.

[0031] Zum Vergleich ist darauf hinzuweisen, dass bei dem Lüfterrad 22 nach den Fig. 1 bis 12 das äußere Ende 30A bis 30E der Sichel 28 jeweils auf dem gleichen Radiusvektor liegt wie das innere Ende 32A bis 32E, was eine axial kürzere Bauweise ergibt, aber für die Geräuschreduzierung weniger günstig ist als die Version nach den Fig. 13 bis 15, wie sich aus einem Vergleich der Messkurven gemäß Fig. 12 und Fig. 15 ergibt.

[0032] Die Hinterkanten der Flügel 126A bis 126E sind mit 136A bis 136E bezeichnet und ebenfalls stärker sichelartig gekrümmt als bei der Version nach den Fig. 1 bis 12. Ihr Schnitt mit den Stegen 18 des Gehäuses 12 erfolgt ebenfalls "mit schleifendem Schnitt", wie bei Fig. 1 bis 12 ausführlich beschrieben.

[0033] Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass für die Version nach den Fig. 13 bis 15 eine Form des Außengehäuses verwendet wird, bei der die Stege 18 spiegelbildlich zu Fig. 1 verlaufen. Z.B. verläuft bei Fig. 1 der Steg 18 von einer äußeren Stelle, die bei einer Uhr etwa 6 Uhr entsprechen würde, zu einer inneren Stelle, die etwa 8 Uhr entspricht. Bei der Version nach Fig. 13 bis 15 würde dieser Steg 18 von einer äußeren Stelle, die etwa 6 Uhr entspricht, zu einer inneren Stelle verlaufen, die etwa 4 Uhr entspricht. Dadurch ergibt sich für die Lüfterräder der Fig. 13 und 14 der erwähnte "schleifende Schnitt".

[0034] Die äußeren radialen Kanten der Flügel 126 sind mit 140A bis 140E bezeichnet. Analog Fig. 5 haben diese Kanten 140 einen kleinen radialen Abstand d von der Innenseite des Lüftergehäuses 12. Durch den hierbei gebildeten Spalt fließt eine Verlustströmung von der Druckseite zur Saugseite des Lüfters.

[0035] Zur Reduzierung dieser Luftströmung sind die einzelnen Flügel 126 im Bereich ihrer radial äußeren Kanten 140 mit Strömungselementen 142A bis 142E versehen, die sich in axialer Richtung zwischen Saugseite und Druckseite erstrecken.

[0036] Die Form der Strömungselemente 142 ergibt sich sehr gut aus der Darstellung gemäß Fig. 14, welche besonders das Strömungselement 142D und einen Teil

des Strömungselements 142C sehr gut zeigt. Der Verlauf der Strömungselemente 142 ist der gleiche wie bei Fig. 6 für das Strömungselement 42C ausführlich beschrieben, und dasselbe gilt für das Profil der Flügel 126, so dass für diesen Teil auf die Beschreibung zu den Fig. 1 bis 12 verwiesen werden kann. In Verbindung mit dem schmalen Luftspalt d (Fig. 5) bilden die Strömungselemente 142 einen erhöhten Widerstand für die Verlustströmung, die im Betrieb um den äußeren Rand 140 der Flügel 126 herum von der Druckseite zur Saugseite verläuft.

[0037] Wie aus Fig. 14 klar hervorgeht, sind die einzelnen Flügel 126 gewunden, d.h. die Stelle, wo ein Flügel 126 aus der Nabe 120 sozusagen heraus wächst, hat etwa die Form eines Gewindeabschnitts, und ebenso haben auch die äußeren Kanten 140 der Flügel 126 etwa die Form eines Gewindeabschnitts, wobei aber, wie dargestellt, die Gewindesteigung im Bereich der Nabe 120 größer ist als im Bereich der radial äußeren Kanten 140.

[0038] Fig. 15 zeigt im Vergleich Lüfterkennlinien für das Lüfterrad 122 ohne Strömungselemente und das Lüfterrad 122 mit den Strömungselementen 142, bei gleichem Luftspalt d (ebenso wie bei den Darstellungen zu den Fig. 1 bis 12). Die Druckerhöhung für ein Lüfterrad ohne Strömungselemente 142 ist mit Δp_3 bezeichnet, und die Druckerhöhung für das gleiche Lüfterrad 122 mit den Strömungselementen 142 ist mit Δp_4 bezeichnet. Man erkennt, dass sich ohne die Strömungselemente 142 eine geringfügig größere Druckerhöhung Δp ergibt.

[0039] Der Schalldruckpegel für ein Lüfterrad ohne Strömungselemente ist mit L_{p3} bezeichnet, und der Schalldruckpegel für das gleiche Lüfterrad 122 mit den Elementen 142 mit L_{p4} . Für diese Messung befand sich, ebenso wie bei den Fig. 1 bis 12, das Messmikrofon vor der Ansaugseite des Lüfters in Achshöhe des Lüfters.

[0040] Vergleicht man Fig. 15 mit Fig. 12, so erkennt man, dass sich durch die stärkere Sichelung der Vorderkanten 128, in Verbindung mit den Strömungselementen 142, hier über den ganzen Messbereich eine Reduzierung des Schalldruckpegels L_p ergibt, die besonders im laminaren Bereich sehr ausgeprägt ist. Für die Praxis hängt die Geräuschreduzierung davon ab, in welchem Bereich seiner Kennlinie der betreffende Lüfter betrieben wird, wie das dem Fachmann für Lüfter geläufig ist. Ein physikalischer Grund für die Geräuschminderung könnte sein, dass sich im Bereich der gesichelten Vorderkanten 128 eine Luftströmung ausbilden kann, die entlang einer gesamten Vorderkante 128 von außen nach innen und damit zu einem Bereich mit niedriger Umfangsgeschwindigkeit strömt, wobei die Strömungselemente 142 einen positiven Einfluss auf den Beginn dieser Luftströmung haben.

[0041] Eine Messung der Schallleistung LWA bei der Version nach den Fig. 13 bis 15 hat ergeben, dass besonders im Bereich der Terz-Mittenfrequenzen von 5 bis 20 kHz durch die Strömungselemente eine Reduzierung der Schallleistung erreicht werden konnte. Dagegen differieren im Bereich von 160 bis 4000 Hz die Schalllei-

stungen nur wenig, d.h. durch die Strömungselemente 42 bzw. 142 wird besonders das Rauschen reduziert.

5 Patentansprüche

1. Gerätelüfter mit einem Außengehäuse (12), dessen Innenseite von einem Luftförderkanal (16) durchdrungen ist, in welchem ein Lüfterrad (22; 122) angeordnet ist, das um eine zentrale Achse (25) drehbar ist und eine zentrale Nabe (20; 120) mit einem Außenumfang (27; 127) aufweist, auf welchem Lüfterflügel (26; 126) befestigt sind, deren radial äußere Ränder (40; 140) jeweils einen Abstand von der benachbarten Innenseite (17) des Lüftergehäuses (12) aufweisen und die dazu dienen, im Betrieb Luft von einer Saugseite des Lüfters zu dessen Druckseite zu fördern und die an ihrer Vorderkante (128) konkav und sichelförmig ausgebildet sind und eine konvexe Hinterkante (136) aufweisen,

dadurch gekennzeichnet, dass die Flügel (26; 126) jeweils ein Profil aufweisen, das ähnlich dem Tragflächenprofil eines Flugzeugs ausgebildet ist, dass sie gewunden ausgebildet sind, und dass entlang der gewundenen radialen Außenkante (40; 140) jedes Lüfterflügels (26; 126), und benachbart zur Innenseite (17) des Außengehäuses (12), ein Strömungselement (42; 142) vorgesehen ist, das einen analogen Verlauf hat wie der zugehörige Lüfterflügel (26; 126) und das für eine um diese gewundene radiale Außenkante (40; 140) von der Druckseite zur Saugseite verlaufende Ausgleichsströmung als Umströmungshindernis ausgebildet ist, wobei in einem Übergangsbereich zwischen Vorderkante (28; 128) und mittlerem Bereich (48) des Lüfterflügels das Verhältnis von axialer Erstreckung des Strömungselements (42; 142) zur axialen Erstreckung (D) des benachbarten Flügels (26) in Richtung weg von der Vorderkante (28; 128) zunimmt, um die im Betrieb vom Gerätelüfter (10) erzeugten Geräusche zu reduzieren.

2. Lüfter nach Anspruch 1, bei welchem sich vom Außengehäuse (12) mindestens ein quer zum Luftförderkanal (16) verlaufender Steg (18) weg erstreckt, und die Hinterkante (36; 136) der Flügel (26; 126) konvex in der Weise ausgebildet ist, dass bei der Drehung des Lüfterrades (22; 122) diese Hinterkante (36; 136), in der Draufsicht gesehen, diesen Steg (18) an aufeinander folgenden Zeitpunkten an verschiedenen Stellen schneidet.

3. Lüfter nach Anspruch 2, bei welchem die konvexe Hinterkante (36; 136) mit schleifenden Schnitten ausgebildet ist.

4. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die konkav sichelförmige Vorderkante

(128) einen Bereich (132) aufweist, der, bezogen auf die Drehbewegung (124), am stärksten nacheilt, welcher Bereich im Wesentlichen am Übergang von der Nabe (120) zur Vorderkante (128) des betreffenden Flügels (126) liegt.

5. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die konkav sichelförmige Vorderkante (128) mit dem vor dem betreffenden Flügel (126) liegenden Bereich der Nabe (120) einen Winkel (α) einschließt, der etwa 90° oder weniger beträgt.

6. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Flügel (126) in der Weise gewunden sind, dass ihre Gewindesteigung an der Nabe (120) größer ist als im Bereich der radial äußeren Kanten (140).

7. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Lüfterflügel (126), in einem sagittalen Schnitt gesehen, ein Profil aufweisen, das etwa einem Tragflächenprofil entspricht.

8. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Strömungselemente (142) sich zumindest bereichsweise beidseitig, also druck- und saugseitig, längs des radial äußeren Randes (140) der Lüfterflügel (126) erstrecken.

9. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Strömungselemente (142) jeweils ein Profil aufweisen, das im Bereich der Vorderkante (128) eines Lüfterflügels (126) von dieser Vorderkante (128) aus nach Art der Vorderkante einer Tragfläche zunimmt, und im Bereich der Hinterkante (136) nach Art der Hinterkante einer Tragfläche ausläuft.

10. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Lüfterflügel (26; 126), in einem radialen Schnitt gesehen, in Richtung zur Saugseite konvex ausgebildet sind, und zumindest auf einem Teil ihrer Erstreckung in ihrem radial äußeren Bereich unter einem Krümmungsradius in einen zur Saugseite ragenden Teil des zugeordneten Strömungselements (42; 142) übergehen.

11. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Lüfterflügel (26; 126), in einem radialen Schnitt gesehen, in Richtung zur Druckseite konkav ausgebildet sind und zumindest auf einem Teil ihrer Erstreckung mit ihrem radial äußeren Rand unter einem Krümmungsradius in einen zur Druckseite ragenden Teil des zugeordneten Strömungselements (42; 142) übergehen.

12. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche

bei welchem in einem Übergangsbereich zwischen Hinterkante (36; 136) und mittlerem Bereich (48) das Verhältnis von axialer Erstreckung des Strömungselements (42; 142) zur axialen Erstreckung (D) des benachbarten Flügels (26; 126) in Richtung weg von der Hinterkante (36; 136) zunimmt.

13. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei welchem die Strömungselemente (42; 142), zumindest bereichsweise, auf der Druckseite, in Achsrichtung gesehen, höher ausgebildet sind als auf der Saugseite.

14. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher als Diagonallüfter ausgebildet ist, und bei welchem die Strömungselemente (42; 142) nur auf der Saugseite der Flügel (26; 126) vorgesehen sind.

15. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Flügel (26; 126) an ihrer Vorderkante (128) konkav und sichelförmig in der Weise ausgebildet sind, dass das radial äußere Ende (130) einer Sichel (128), bezogen auf die Drehrichtung (124), in Umfangsrichtung weiter vorne liegt als das nabenseitige Ende (132) der Sichel (128).

Claims

1. An appliance fan having an outer housing (12), whereof the inside is penetrated by an air conveying channel (16) in which a fan wheel (22; 122) is arranged, which fan wheel is rotatable about a central axis (25) and has a central hub (20; 120) with an outer periphery (27; 127) on which fan blades (26; 126) are mounted, the radially outer edges (40; 140) of said fan blades each being at a spacing from the adjacent inside (17) of the fan housing (12) and, in operation, serving to convey air from an intake side of the fan to its delivery side, which blades (26; 126) each have a profile which is of a similar construction to the aerofoil profile of an aeroplane, wherein the blades are of a concave and sickle-shaped construction at their front edge (128) and have a convex rear edge (136), **characterised in that** the blades (26; 126) are of a twisted construction and **in that**, along the twisted radial outer edge (40; 140) of each fan blade (26; 126) and adjacent to the inside (17) of the outer housing (12), a flow element (42; 142) is provided, which has a course which is analogous to the associated fan blades (26; 126) and which is constructed as a circulation obstacle for an equalising flow proceeding about this twisted radial outer edge (40; 140) from the delivery side to the intake side, wherein, in a transition region between the front edge (28; 128) and the central region (48) of the fan blade,

the ratio of the axial extent of the flow element (42, 142) to the axial extent (D) of the adjacent blade (26) increases in the direction away from the front edge (28; 128) in order to reduce the noises generated by the appliance fan (10) during operation.

2. A fan according to Claim 1, in which at least one web (18) proceeding transversely to the air conveying channel (16) extends away from the outer housing (12), and the rear edge (36; 136) of the blades (26; 126) is constructed convexly such that, upon the rotation of the fan wheel (22; 122), this rear edge (36; 136), as seen in plan view, intersects this web (18) in different places at successive points in time.
3. A fan according to Claim 2, in which the convex rear edge (36; 136) is constructed with glancing intersections.
4. A fan according to one of the preceding claims, in which the concavely sickle-shaped front edge (128) has a region (132) which lags the most in relation to the rotary movement (124), which region is located substantially at the transition from the hub (120) to the front edge (128) of the respective blade (126).
5. A fan according to one of the preceding claims, in which the concavely sickle-shaped front edge (128) forms an angle (α) with that region of the hub (120) which is located in front of the respective blade (126), said angle being approximately 90° or less.
6. A fan according to one of the preceding claims, in which the blades (126) are twisted such that their thread pitch at the hub (120) is greater than in the region of the radially outer edges (140).
7. A fan according to one of the preceding claims, in which the fan blades (126), as seen in a sagittal section, have a profile which corresponds approximately to an aerofoil profile.
8. A fan according to one of the preceding claims, in which the flow elements (142) extend, at least in certain areas, on both sides, i.e. on the delivery and intake side, along the radially outer edge (140) of the fan blades (126).
9. A fan according to one of the preceding claims, in which the flow elements (142) each have a profile which, in the region of the front edge (128) of a fan blade (126), increases from this front edge (128) in the manner of the front edge of an aerofoil, and, in the region of the rear edge (136), tapers off in the manner of the rear edge of an aerofoil.
10. A fan according to one of the preceding claims, in

which the fan blades (26; 126), as seen in a radial section, are constructed convexly in the direction of the intake side,

and, at least over part of their extent, merge in their radially outer region with a radius of curvature into a part of the associated flow element (42; 142) which projects towards the intake side.

11. A fan according to one of the preceding claims, in which the fan blades (26; 126), as seen in a radial section, are constructed concavely in the direction of the delivery side and, at least over part of their extent, merge by means of their radially outer edge with a radius of curvature into a part of the associated flow element (42; 142) which projects towards the delivery side.
12. A fan according to one of the preceding claims, in which, in a transition region between the rear edge (36; 136) and the central region (48), the ratio of the axial extent of the flow element (42; 142) to the axial extent (D) of the adjacent blade (26; 126) increases in the direction away from the rear edge (36; 136).
13. A fan according to one of the preceding claims, in which the flow elements (42; 142), at least in certain areas, are constructed higher on the delivery side, as seen in the axial direction, than on the intake side.
14. A fan according to one of the preceding claims, which is constructed as a diagonal fan and in which the flow elements (42; 142) are only provided on the intake side of the blades (26; 126).
15. A fan according to one of the preceding claims, in which the blades (26; 126) are of a concave and sickle-shaped construction at their front edge (128) such that the radially outer end (130) of a sickle (128), in relation to the direction of rotation (124), is located further forward in the peripheral direction than the hub-side end (132) of the sickle (128).

Revendications

1. Ventilateur pour appareil, avec un boîtier extérieur (12) dont le côté intérieur est traversé par un conduit d'amenée d'air (16) dans lequel est disposée une roue de ventilateur (22 ; 122), laquelle peut tourner autour d'un axe central (25) et présente un moyeu central (20 ; 120) ayant une périphérie extérieure (27 ; 127) sur laquelle sont fixées des ailettes de ventilateur (26 ; 126), ailettes dont les bords radialement extérieurs (40 ; 140) présentent respectivement une distance par rapport au côté intérieur voisin (17) du boîtier extérieur (12), et ailettes qui servent, en fonctionnement, à véhiculer l'air depuis un côté d'aspiration du ventilateur vers son côté de refoule-

- ment,
ces ailettes (26 ; 126) présentant respectivement un
profil semblable à un profil de voilure d'avion,
sachant que les ailettes sont réalisées concaves et
en forme de croissant sur leur bord d'attaque (128)
et présentent un bord de fuite convexe (136),
caractérisé en ce que les ailettes (26 ; 126) sont
réalisées torsadées,
et **en ce qu'**un élément d'écoulement (42 ; 142) est
prévu le long du bord extérieur radial torsadé (40 ;
140) de chaque ailette de ventilateur (26 ; 126) et au
voisinage du côté intérieur (17) du boîtier extérieur
(12), élément qui possède une allure analogue à cel-
le de l'ailette de ventilateur associée (26 ; 126) et qui
est conçu comme barrière de contournement pour
un écoulement de compensation passant autour de
ce bord extérieur radial torsadé (40 ; 140) pour aller
du côté de refoulement vers le côté d'aspiration, sa-
chant que, dans une zone de transition entre le bord
d'attaque (28 ; 128) et la zone médiane (48) de l'ailet-
te de ventilateur, le rapport de l'étendue axiale de
l'élément d'écoulement (42 ; 142) à l'étendue axiale
(D) de l'ailette voisine (26) augmente en s'éloignant
du bord d'attaque (28 ; 128), afin de réduire les bruits
produits pendant le fonctionnement du ventilateur
(10) pour appareil.
2. Ventilateur selon la revendication 1, **caractérisé en
ce qu'**au moins une nervure (18) se développant
transversalement au conduit d'amenée d'air (16)
s'étend depuis le boîtier extérieur (12) en s'en éloi-
gnant,
et le bord de fuite (36 ; 136) des ailettes (26 ; 126)
est réalisé convexe de telle sorte que, lors de la ro-
tation de la roue de ventilateur (22 ; 122), ce bord
de fuite (36 ; 136), considéré en vue de dessus, cou-
pe cette nervure (18) en différents endroits à des
instants successifs.
 3. Ventilateur selon la revendication 2, **caractérisé en
ce que** le bord de fuite convexe (36 ; 136) est réalisé
avec des intersections rasantes.
 4. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** le bord d'attaque en for-
me de croissant concave (128) présente une région
(132), la plus postérieure relativement au mouve-
ment de rotation (124), qui se trouve pour l'essentiel
à la transition entre le moyeu (120) et le bord d'atta-
que (128) de l'ailette concernée (126).
 5. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** le bord d'attaque en for-
me de croissant concave (128) forme, avec la région
du moyeu (120) située avant l'ailette concernée
(126), un angle (alpha) qui est approximativement
égal à 90° ou moins.
 6. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** les ailettes (126) sont
torsadées de telle sorte que leur pas de filetage est
plus grand au niveau du moyeu (120) que dans la
région des bords radialement extérieurs (140).
 7. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** les ailettes de ventilateur
(126) présentent, considéré dans une coupe sagit-
tale, un profil qui correspond environ à un profil de
voilure.
 8. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** les éléments d'écoule-
ment (142) s'étendent au moins sectoriellement des
deux côtés, donc du côté de refoulement et du côté
d'aspiration, le long du bord radialement extérieur
(140) des ailettes de ventilateur (126).
 9. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** les éléments d'écoule-
ment (142) présentent respectivement un profil qui,
dans la région du bord d'attaque (128) d'une ailette
de ventilateur (126), augmente à partir de ce bord
d'attaque (128) à la manière du bord d'attaque d'une
voilure,
et qui, dans la région du bord de fuite (136), se ter-
mine à la manière du bord de fuite d'une voilure.
 10. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** les ailettes de ventilateur
(26 ; 126) sont réalisées, considéré dans une coupe
radiale, convexes en direction du côté d'aspiration,
et, au moins sur une partie de leur étendue, dans
leur région radialement extérieure, elles se raccor-
dent sous un rayon de courbure à une partie de l'élé-
ment d'écoulement associé (42 ; 142) qui fait saillie
vers le côté d'aspiration.
 11. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** les ailettes de ventilateur
(26 ; 126) sont réalisées, considéré dans une coupe
radiale, concaves en direction du côté de refoule-
ment et, au moins sur une partie de leur étendue,
par leur bord radialement extérieur, elles se raccor-
dent sous un rayon de courbure à une partie de l'élé-
ment d'écoulement associé (42 ; 142) qui fait saillie
vers le côté de refoulement.
 12. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que**, dans une zone de tran-
sition entre le bord de fuite (36 ; 136) et la zone mé-
diane (48), le rapport de l'étendue axiale de l'élément
d'écoulement (42 ; 142) à l'étendue axiale (D) de
l'ailette voisine (26 ; 126) augmente en s'éloignant
du bord de fuite (36 ; 136).
 13. Ventilateur selon l'une des revendications précéden-

tes, **caractérisé en ce que** les éléments d'écoulement (42 ; 142) sont réalisés sectoriellement, considéré en direction axiale, plus hauts sur le côté de refoulement que sur le côté d'aspiration.

5

14. Ventilateur selon l'une des revendications précédentes, qui est réalisé sous forme de ventilateur diagonal, **caractérisé en ce que** les éléments d'écoulement (42; 142) sont prévus uniquement sur le côté d'aspiration des ailettes (26 ; 126).

10

15. Ventilateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ailettes (26 ; 126) sont réalisées, sur leur bord d'attaque (128), concaves et en forme de croissant de telle sorte que l'extrémité radialement extérieure (130) d'un croissant (128) se trouve, relativement à la direction de rotation (124), plus en avant en direction périphérique que l'extrémité côté moyeu (132) du croissant (128).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

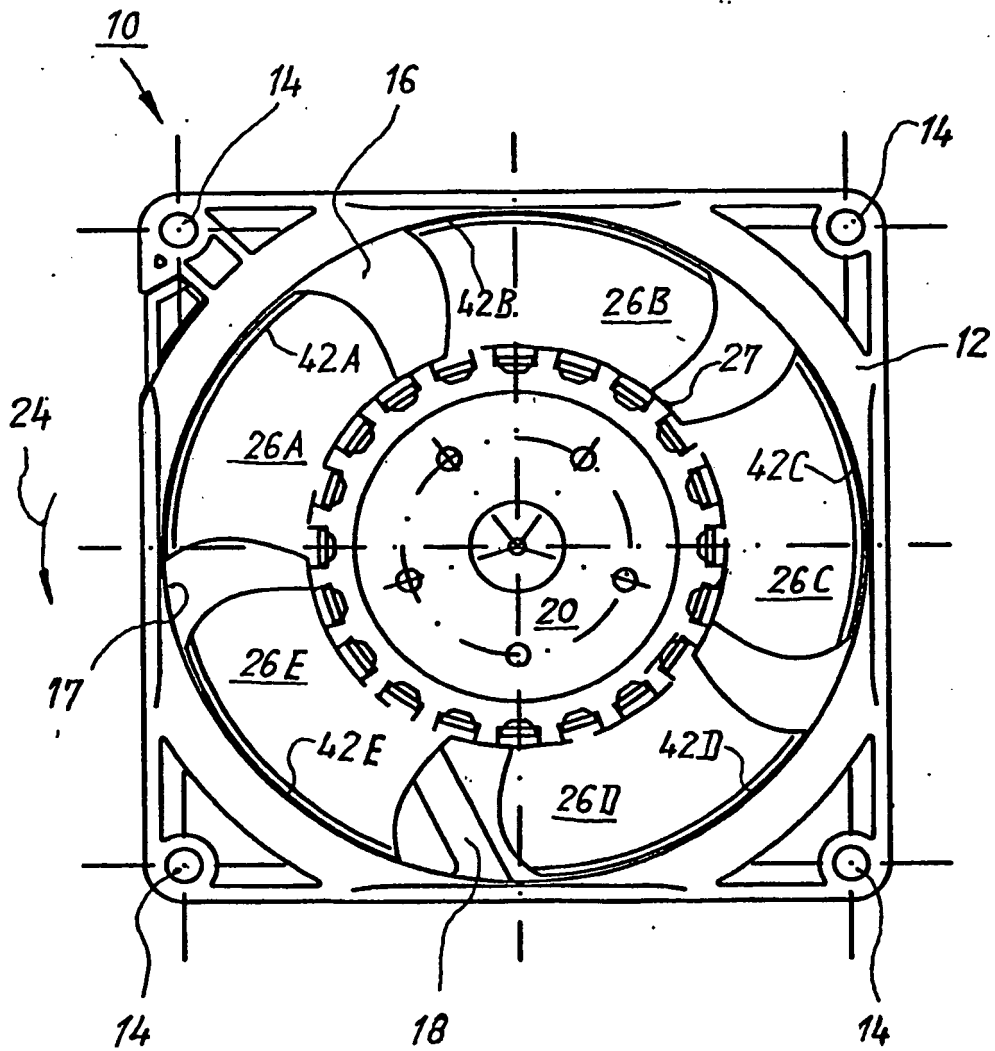


Fig. 1

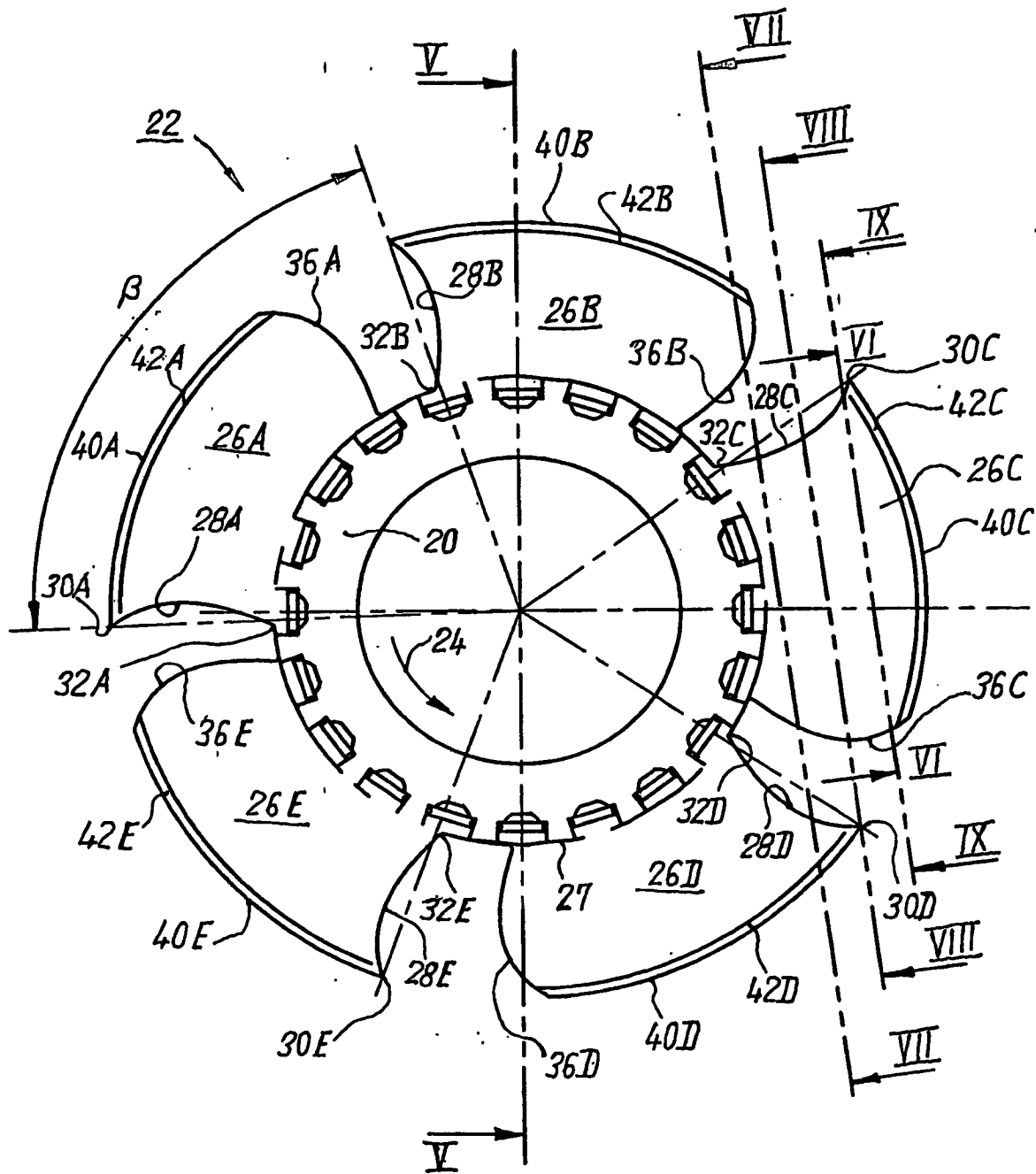


Fig. 2

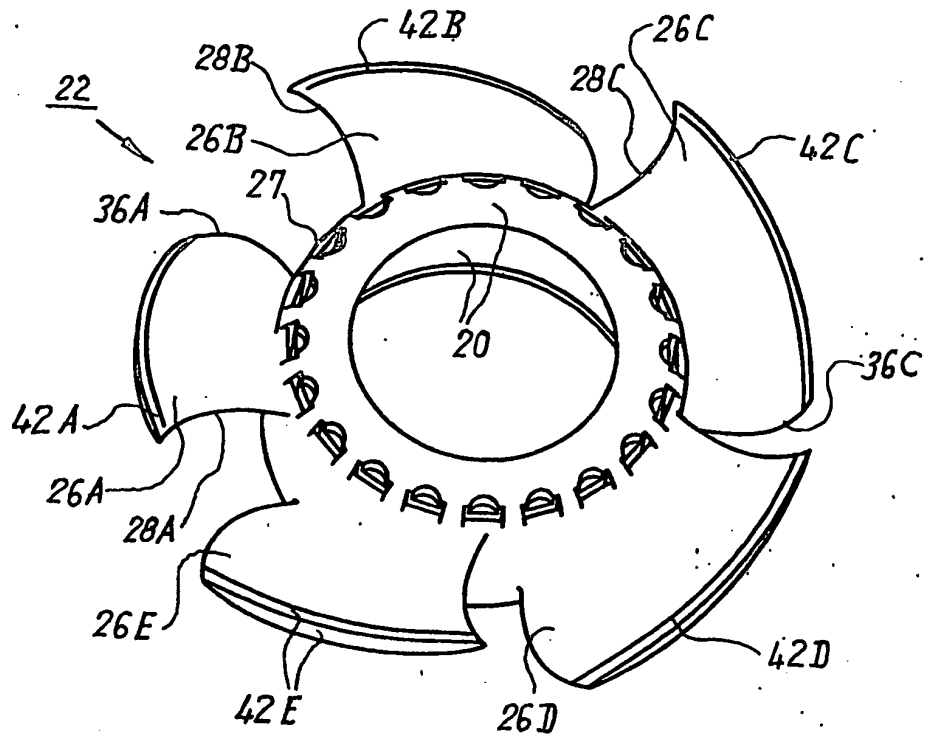


Fig. 3

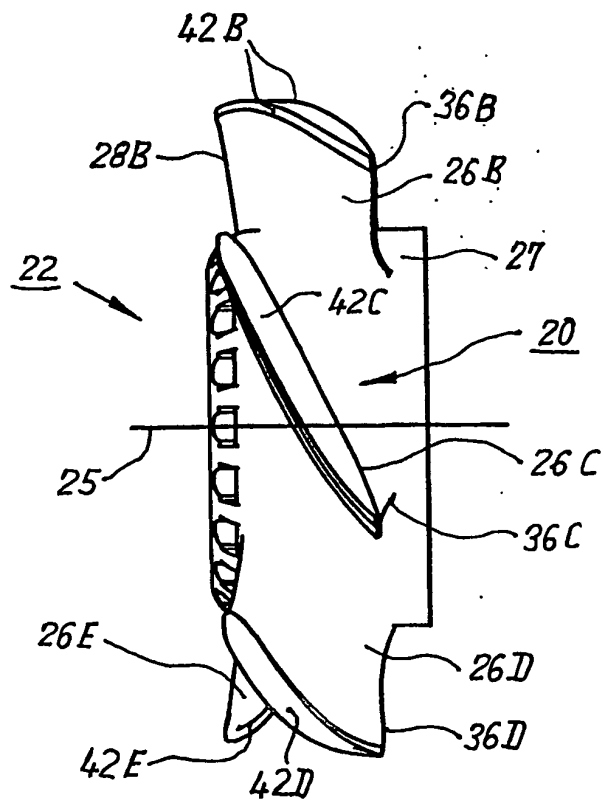


Fig. 4

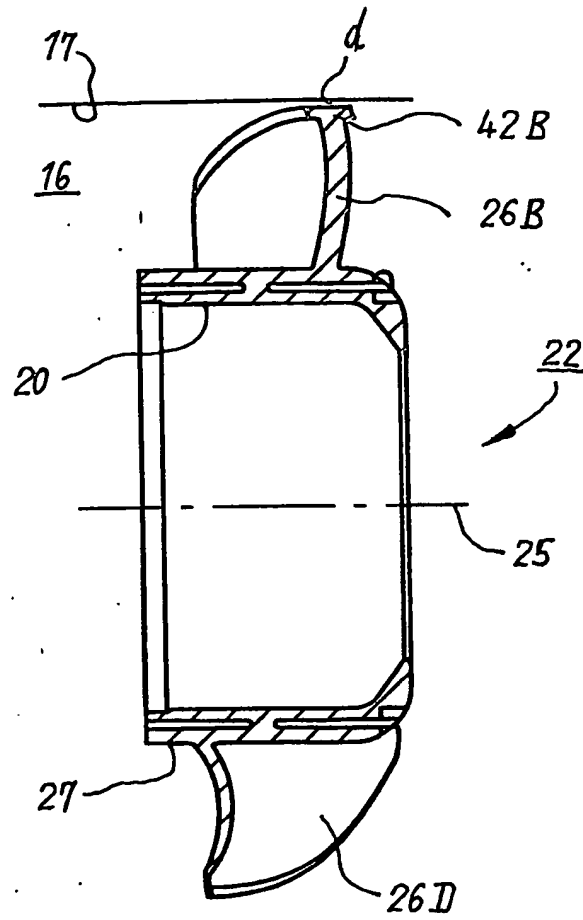


Fig. 5

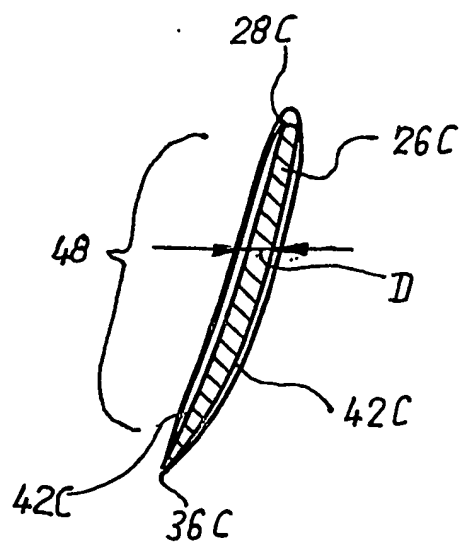


Fig. 6

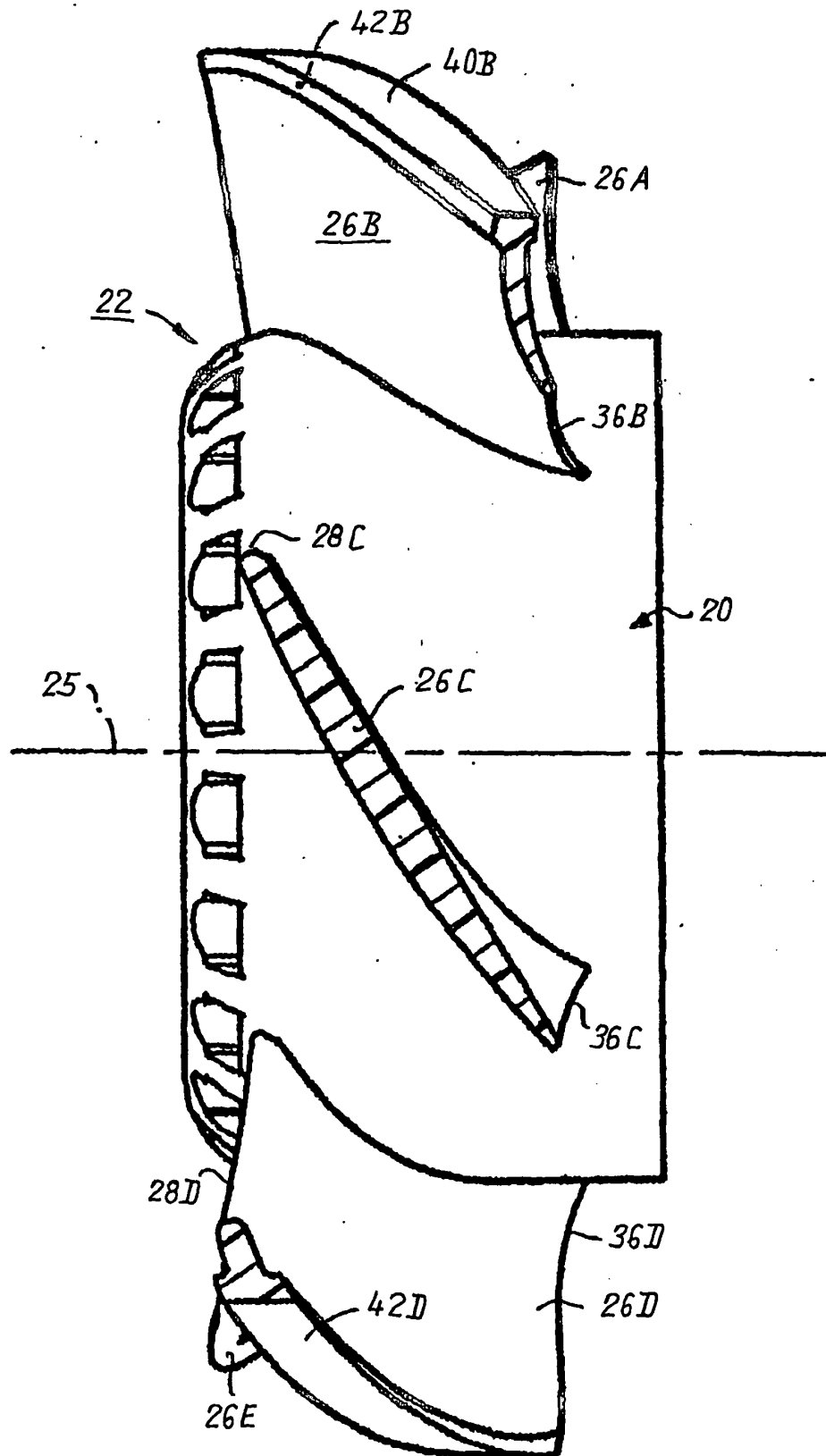


Fig. 7

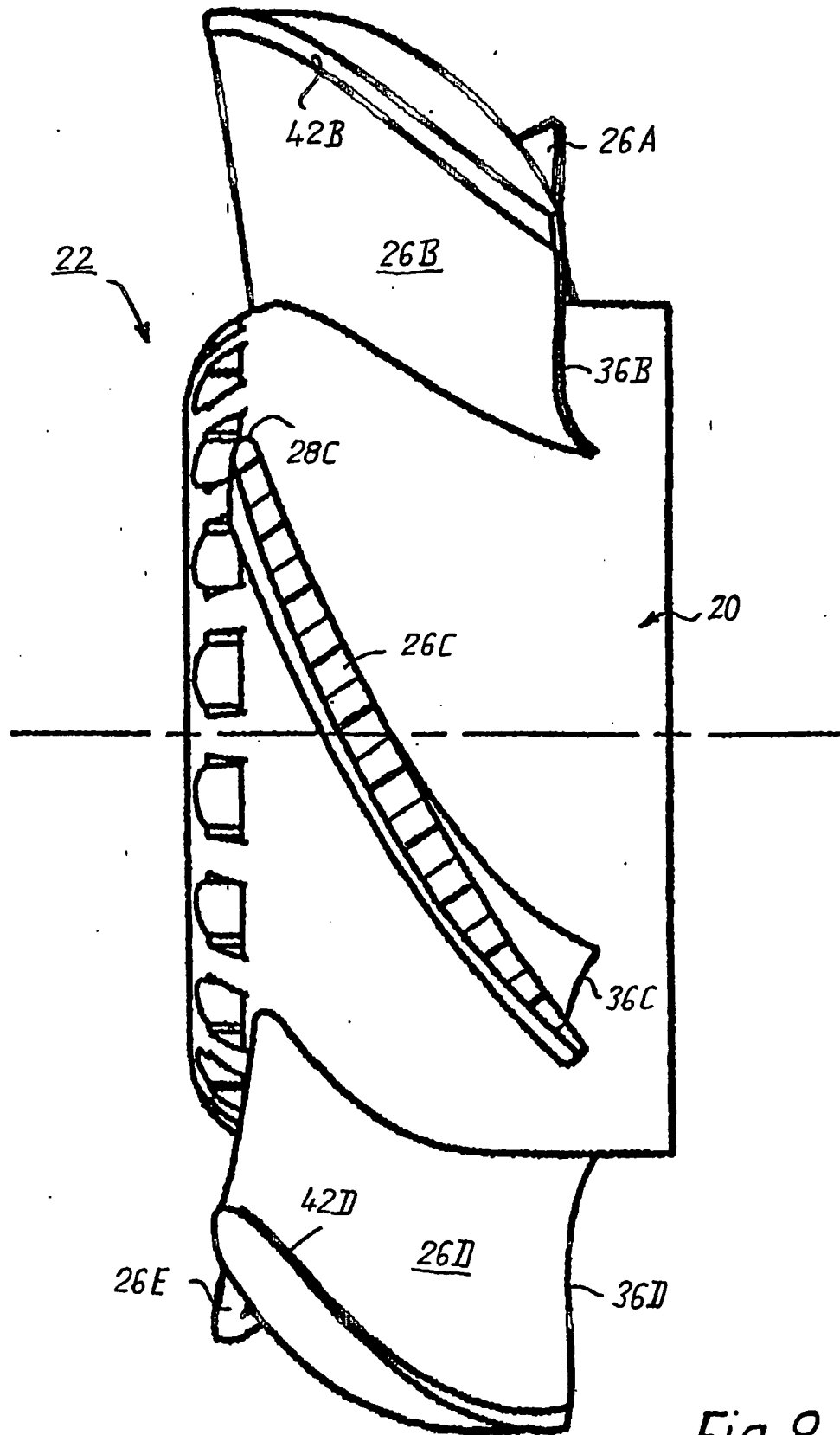


Fig. 8

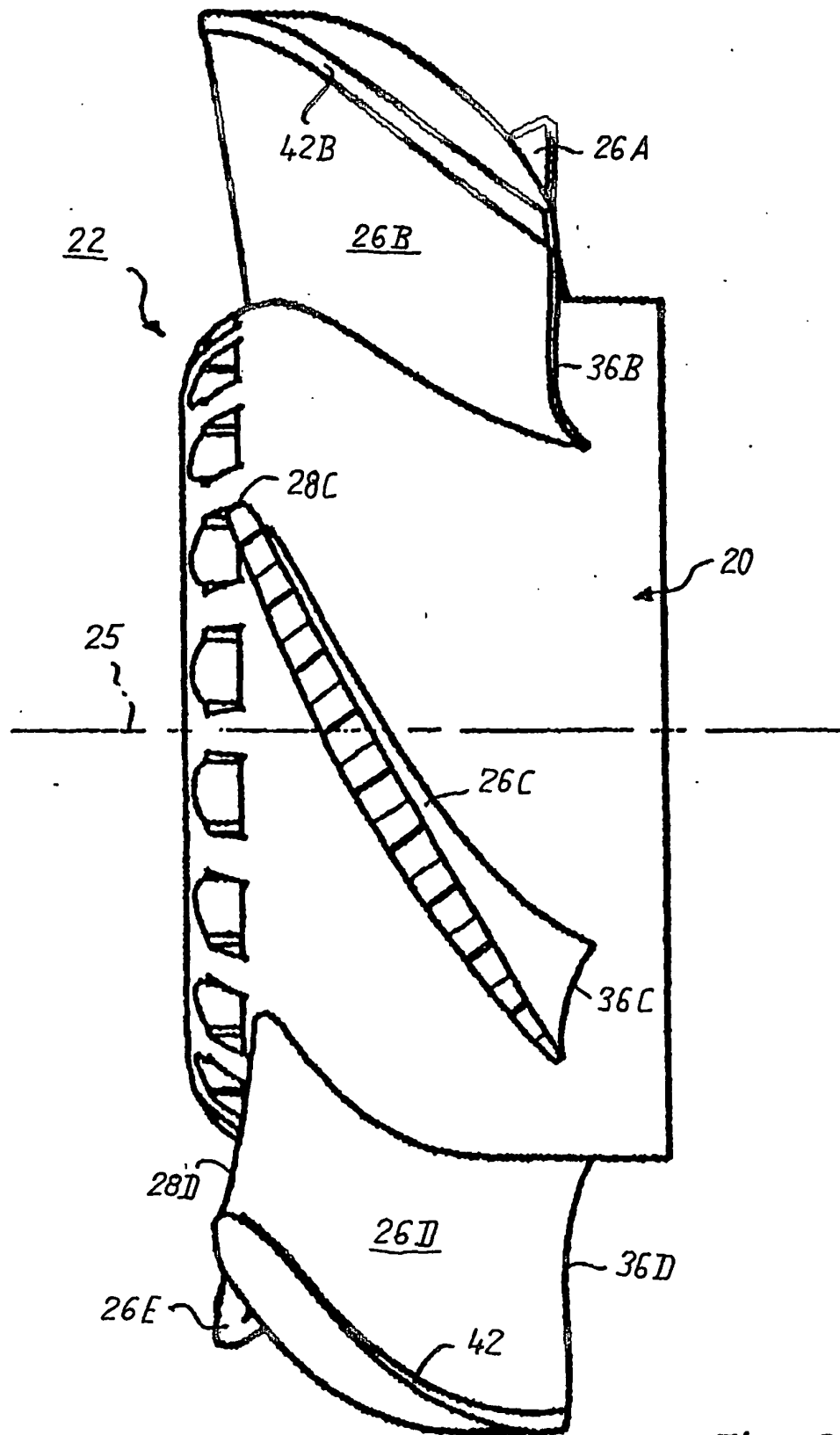


Fig. 9

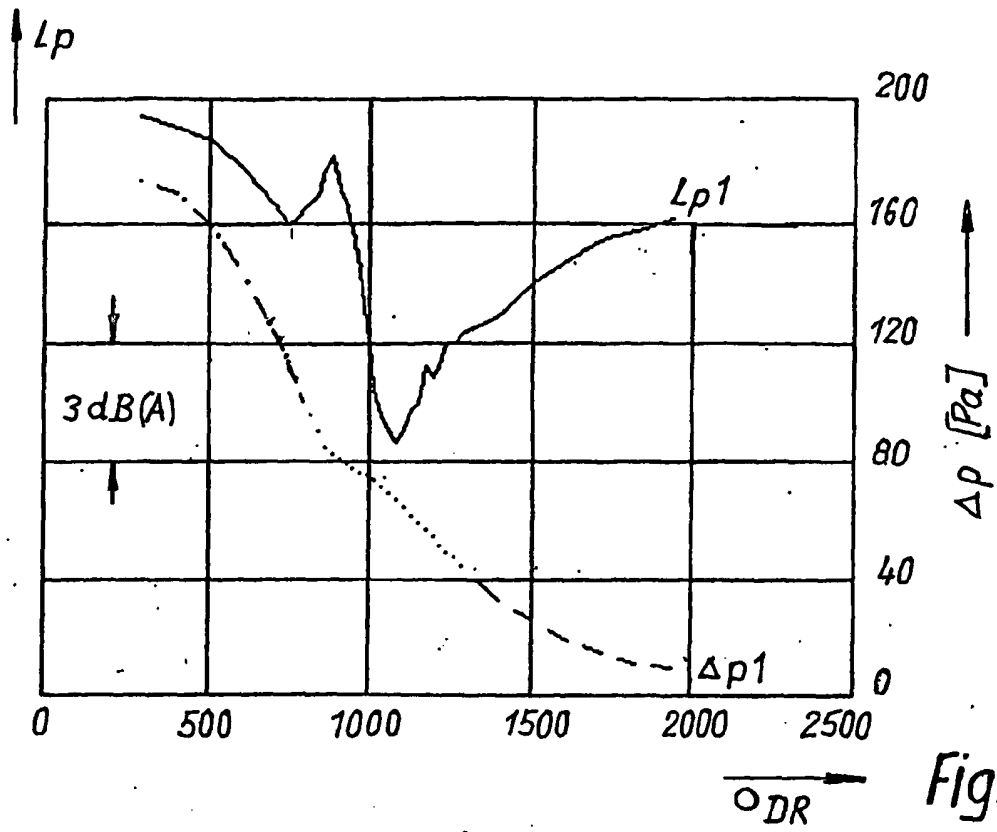


Fig. 10

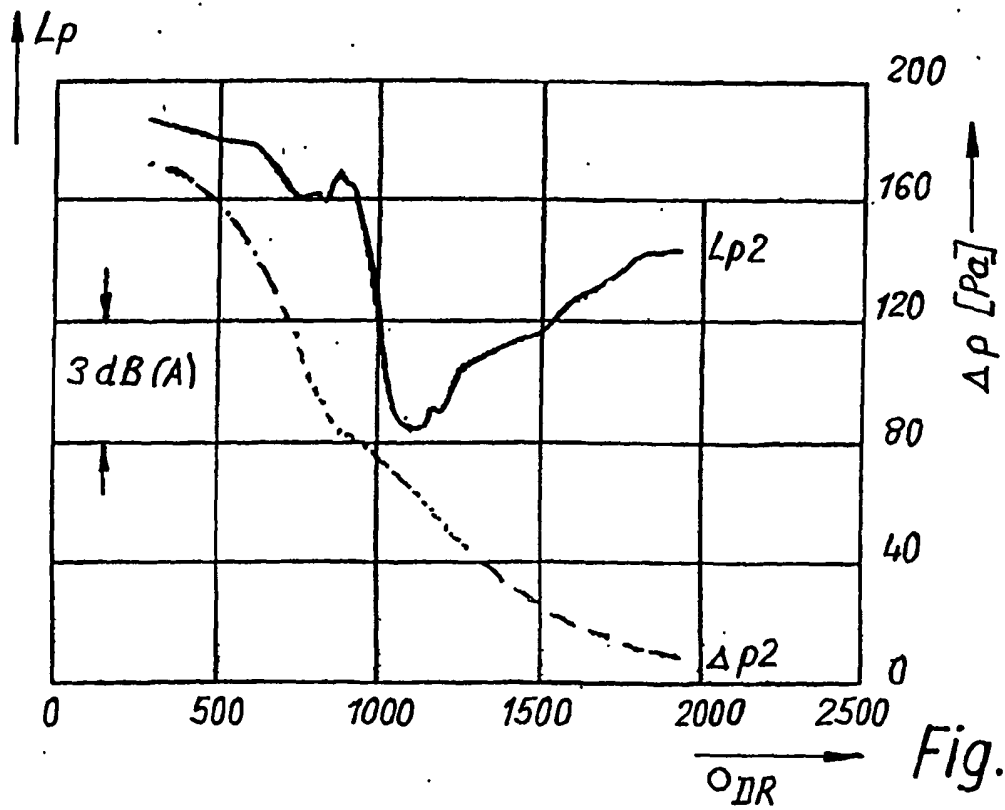


Fig. 11

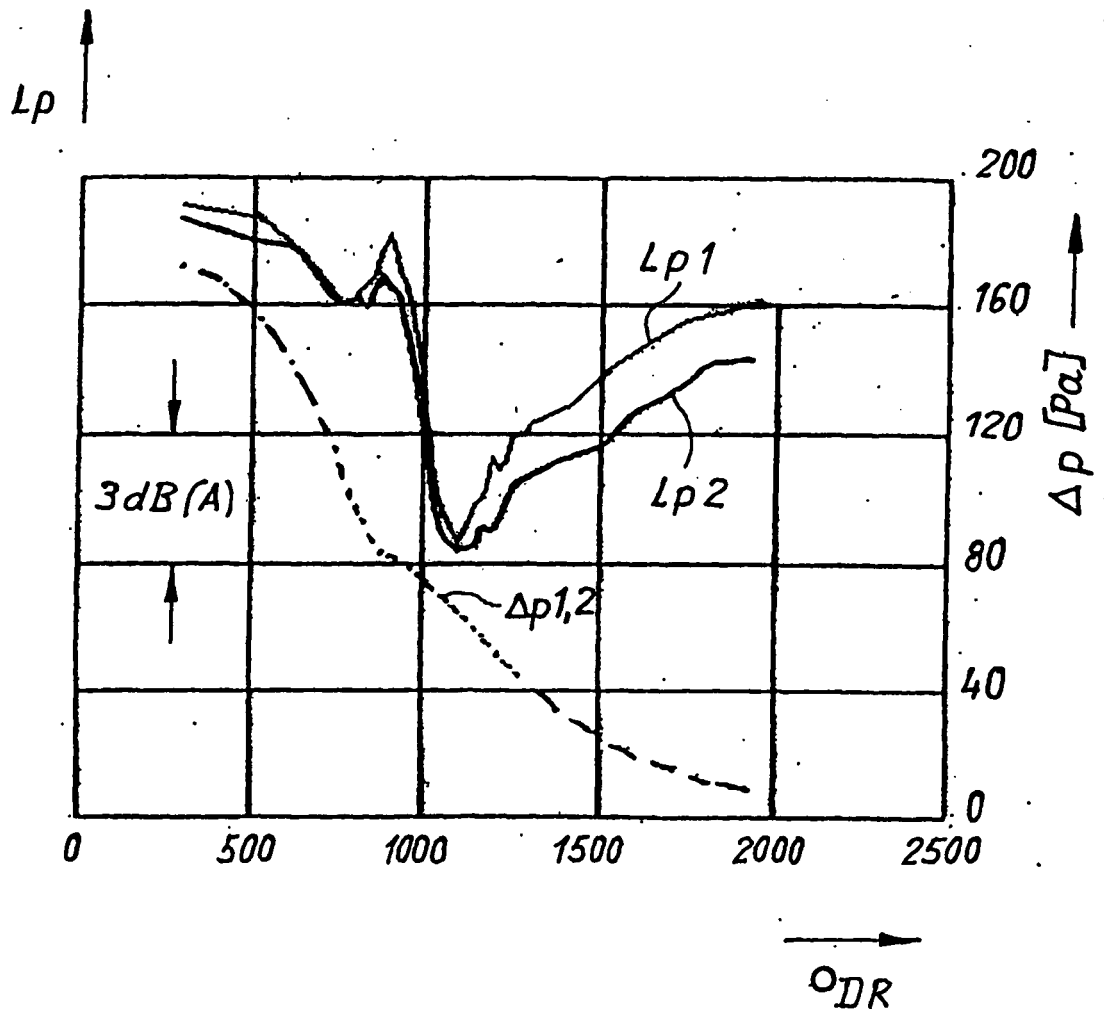


Fig. 12

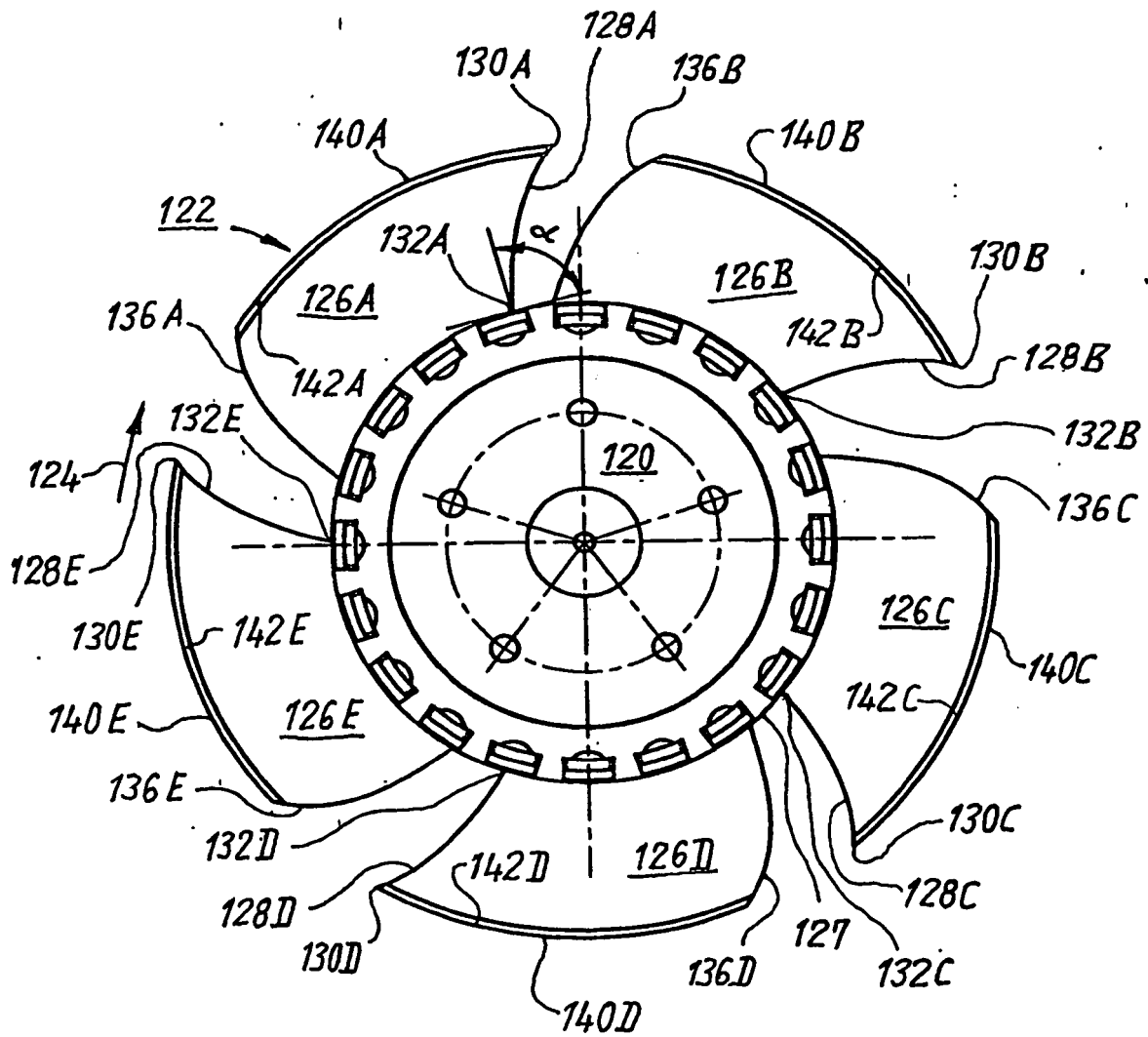


Fig. 13

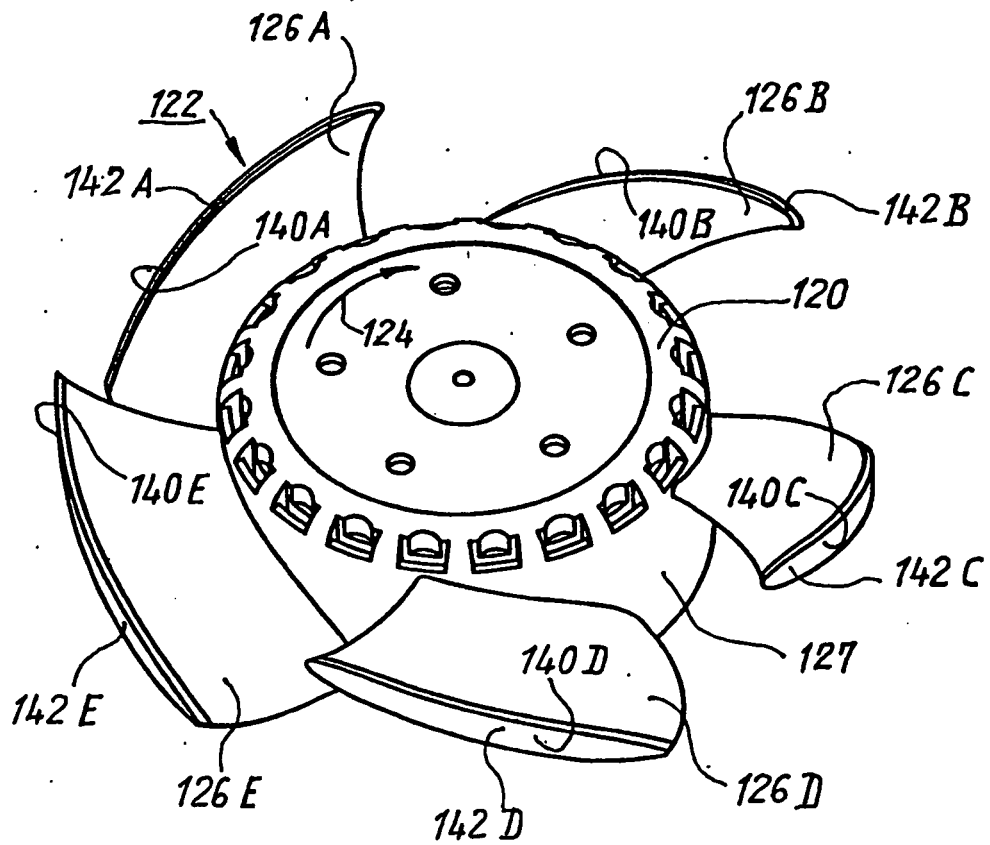


Fig. 14

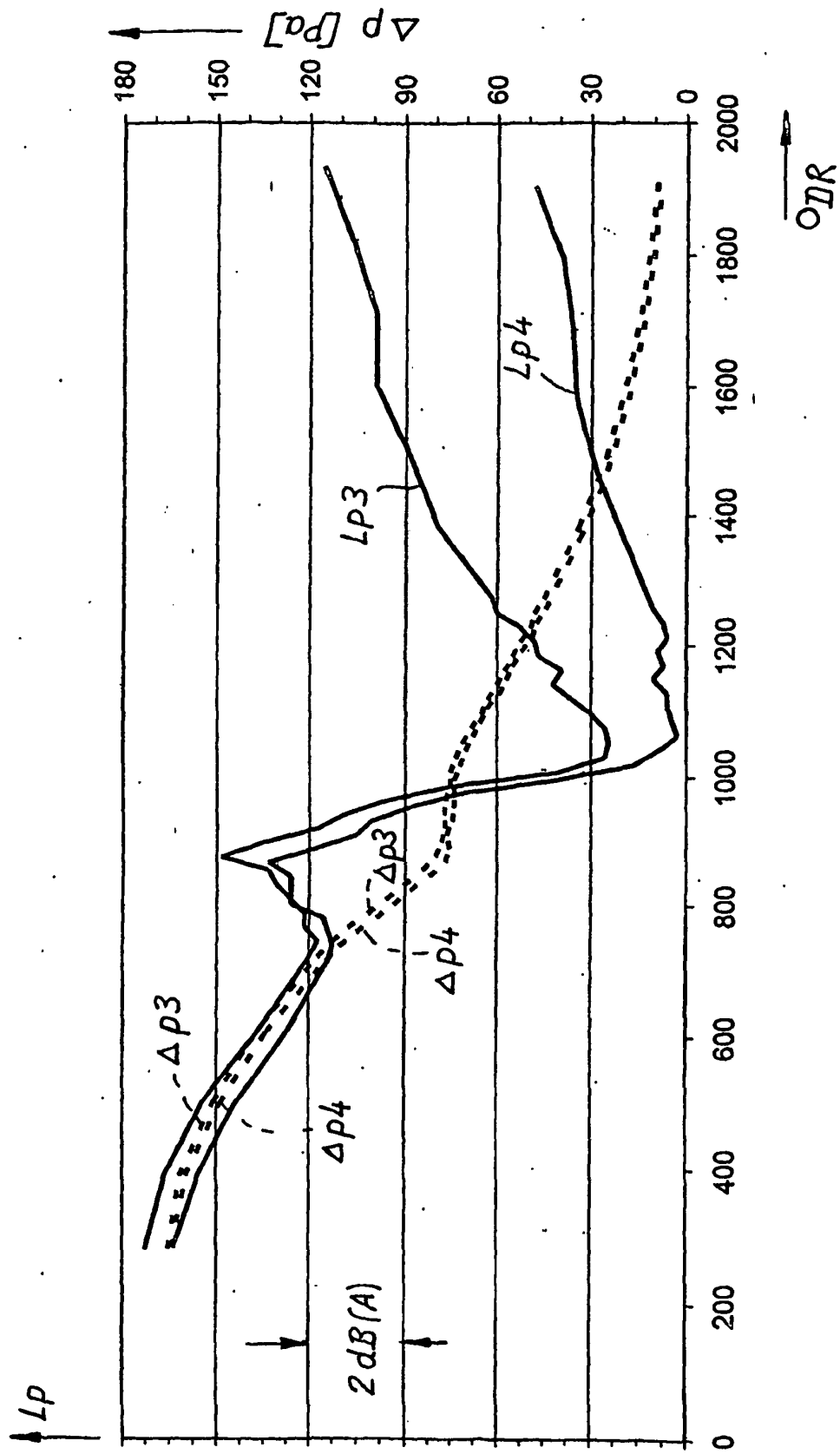


Fig.15

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 3017226 A [0002]
- JP 5141394 A [0003]
- US 5297931 A [0004]