



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 447 568 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.08.2004 Patentblatt 2004/34**

(51) Int Cl.7: **F04D 29/02**

(21) Anmeldenummer: **04000093.7**

(22) Anmeldetag: **07.01.2004**

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

(72) Erfinder:  
• **Döge, Klaus, Dr.-Ing. habil.**  
**01279 Dresden (DE)**  
• **Franzke, Uwe, Prof. Dr.-Ing.**  
**01768 Reinhardtsgrima (DE)**  
• **Krause, Ralph, Dr.-Ing.**  
**01328 Dresden (DE)**

(30) Priorität: **17.01.2003 DE 10302773**

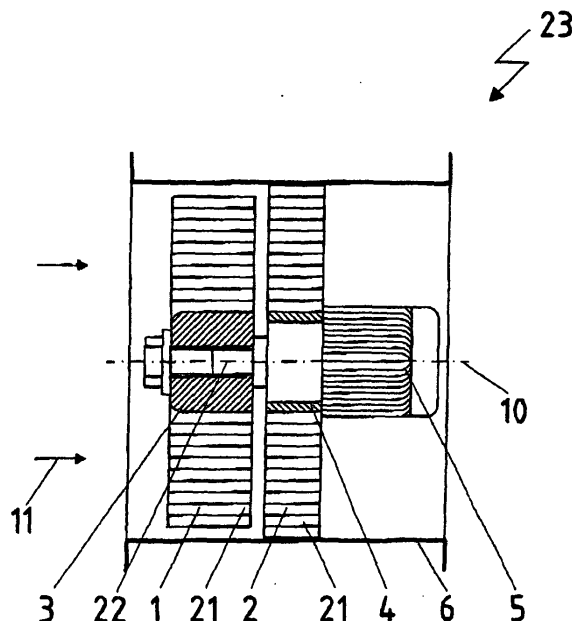
(71) Anmelder: **INSTITUT FÜR LUFT- UND  
KÄLTETECHNIK GEMEINNÜTZIGE  
GESELLSCHAFT mbH**  
**01309 Dresden (DE)**

(74) Vertreter: **Heyner, Klaus, Dr.**  
**Patentanwälte Dr. Heyner & Dr. Sperling,**  
**Niederwaldstrasse 27**  
**01277 Dresden (DE)**

(54) **Lauf- und Leiträder für Verdichter und Ventilatoren**

(57) Die Erfindung betrifft Lauf- und Leiträder (1,2) für Strömungsmaschinen, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren, wobei diese zur Verringerung von Strömungsgeräuschen und zur Verbesserung der

Kennlinienstabilität zwischen dem Ein- und dem Austrittsquerschnitt für die Strömung aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen (21) gebildet werden, in welchen eine Umlenkung der Strömung und die damit verbundene Druckerhöhung erfolgt.



**Fig. 1**

**EP 1 447 568 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Lauf- und Leiträder für Strömungsmaschinen, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren.

**[0002]** Die Verdichtung von gasförmigen Fluiden erfolgt in Ventilatoren mit kleiner Druckerhöhung und in Verdichtern mit einer großen Druckerhöhung.

**[0003]** Nach dem Wirkprinzip von Turboverdichtern wird die Arbeit durch Dralländerung zugeführt. Dabei durchströmt das Gas ein sich drehendes und mit einzelnen Laufschaufeln bestücktes Laufrad, durch welches die Arbeit zugeführt wird. Die Durchströmung des Laufrades erfolgt axial, diagonal und radial. Dementsprechend spricht man von Axial-, Diagonal- und Radialventilatoren bzw. Verdichtern.

**[0004]** Neben den Laufrädern werden stehende, mit einzelnen Leitschaufeln bestückte Strömungsleitrichtungen, sogenannte Leiträder, zur Verbesserung der Arbeitsübertragung und des Wirkungsgrades in Ventilatoren und Verdichtern eingesetzt. Die Schaufeln der Lauf- und Leiträder haben eine Eintritts- oder Vorderkante und eine Austritts- oder Hinterkante. Die Oberflächen der Schaufeln zwischen Vorder- und Hinterkante bezeichnet man als Druckseite und Saugseite.

**[0005]** Mit Bezug auf die Schaufeln der Lauf- und Leiträder ist der mittlere Druck auf der Druckseite der Schaufeln größer als auf der Saugseite, wodurch Kräfte auf die Schaufeln wirken.

Diese Kräfte sind den Kräften gleich, welche die Lauf- und Leitschaufeln auf die Strömung ausüben und die zur Dralländerung und Arbeitsübertragung in den Ventilatoren und Verdichtern führen. Die Laufschaufeln sind nach Ausführungen gemäß dem Stand der Technik an einer Nabe mit axialer, diagonaler oder radialer Kontur befestigt.

**[0006]** Auf der äußeren, der Laufradnabe gegenüberliegenden Seite können die Laufschaufeln über einen Ring, das Deckband, verbunden und befestigt sein. Bei Diagonal- und Radialventilatoren und -verdichtern wird dieser Ring Deckscheibe genannt.

Die Leiträder und die Laufräder werden nach außen hin von einem Gehäuse umschlossen. Die Leitradnabe kann stromauf und stromab durch ein feststehendes Gehäuse fortgesetzt werden. Die Spalte zwischen dem Laufrad bzw. Leiträd und Gehäuse werden, im Interesse kleiner Strömungsverluste, möglichst klein ausgeführt. Der Antrieb der Laufräder erfolgt in der Regel durch einen Elektromotor über die Laufradnabe.

**[0007]** Bei der Rotation der Laufräder und der an die Schaufeln gebundenen Druckfelder zwischen Druck- und Saugseite entsteht bekanntermaßen ein intensiver Schall, der auch als Drehklang bezeichnet wird.

Eine weitere wichtige Quelle des Schalls sind die Druckschwankungen, die bei der Durchströmung der Lauf- und Leiträder und der damit verbundenen Bildung großer und kleiner Wirbel entstehen.

**[0008]** Zur Minimierung des entstehenden Schalls sind im Stand der Technik viele Maßnahmen bekannt.

**[0009]** Man unterscheidet zwischen aktiven Maßnahmen, wie z.B. der Auslegung von Ventilatoren und Verdichtern mit kleinem Strömungsverlusten, die Wahl ungleichmäßiger Abstände der Schaufeln voneinander (Teilung) sowie, beispielsweise nach der DE 196 04 638 A1, die Sichelung der Schaufeln oder durch mitrotierenden Düsen und Diffusoren.

**[0010]** Ebenfalls bekannt nach der DE 42 05 925 A1 ist ein Gebläse, bei dem der mittlere Teil der Schaufeln aus porösem Material gebildet wird. Das poröse Material ermöglicht eine Durchströmung der Schaufeln von der Druck- zur Saugseite. Dadurch entstehen ein Abbau der Druckunterschiede und eine Verringerung der Geräusche, die durch Wirbel und die Druckunterschiede auftreten. Allerdings verringern sich dadurch auch die Effizienz der Arbeitsübertragung und die Druckerhöhung.

Nach der Lehre der US 005244349 werden zur Verringerung der Masse anstelle des porösen Materials Laufschaufeln mit Perforation eingesetzt.

**[0011]** Ähnlich sind die Verhältnisse bei einem Axialrad mit gesichelten Schaufeln, die in Strömungsrichtung unterbrochen sind gemäß der Lehre der DE 196 04 638 A1. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Druckverteilung und eine verbesserte Arbeitsübertragung sowie eine verringerte Geräuscentwicklung.

**[0012]** Gleichfalls wird im genannten Stand der Technik referiert, dass durch Vorsprünge an den Hinterkanten von Laufrädern eine verringerte Geräuschemission erreichbar ist. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Vorsprünge sowohl auf die Druckfelder als auch auf die Wirbel in der Strömung einwirken.

**[0013]** Die zweite Gruppe von Maßnahmen zielt im Wesentlichen auf die Dämpfung der entstandenen Geräusche ab. Man bezeichnet diese Gruppe auch als passive Maßnahmen.

**[0014]** So wird beispielsweise nach der DE 100 19 237 A1 vorgeschlagen, die Nabe und das Gehäuse aus schalldämpfendem Material auszuführen.

Nach der DE 42 44 906 C2 wird ein Gebläse beschrieben, bei dem ein Teil des innen liegenden Gehäuses durch schallabsorbierendes Material gebildet wird.

**[0015]** In der DE 196 04 638 A1 wird bei Ventilatoren eine Sichelung der Schaufeln zur Verringerung der Geräuscentwicklung vorgeschlagen.

**[0016]** Weitere Ansätze zur Lösung des Geräuschproblems bei Lauf- und Leiträdern finden sich in der CH-PS 409 225, wo als Strömungsgitter ein Faserkörper mit länglich geformten faserförmigen Einzelkörpern vorgesehen ist.

**[0017]** Nach der Lehre der DE-PS 174 180 werden zick-zack-förmige Ringe und Bänder verwendet, die quer zu den Wellen durchströmt werden.

**[0018]** In der GB 2 065 773 A werden für die Arbeitsübertragung starre poröse Materialien als Scheiben benutzt, um stabile Laufräder zur Verfügung zu stellen.

Einem ähnlichen Aspekt, dem der kostengünstigen Herstellung von Laufrädern, widmet sich die DE 195 45 977 A1, wobei übliche Schaufelräder durch kostengünstige einfache gebogene Blechstreifen ersetzt werden.

**[0019]** Zur Beurteilung des Schalleistungspegels von Ventilatoren verwendet man den spezifischen, A-bewerteten Schalleistungspegel, der auf vereinbarte Werte von Gesamtdruckerhöhung, Volumenstrom und Drehzahl bezogen ist. Ordnet man diese spezifischen Schalleistungspegel zum Beispiel der Durchmesserzahl als Kennzahl für die Bauart der Ventilatoren zu, dann ergibt sich ein Band, in dem die hinsichtlich Wirkungsgrad und spezifischem Schalleistungspegel guten Ventilatoren liegen. Sehr gute Radialventilatoren erreichen spezifische Gesamtschalleistungspegel von etwa 20 dB (A), Axialventilatoren 32 dB (A).

**[0020]** Allerdings hat die Entwicklung der vergangenen Jahre gezeigt, dass es trotz intensiver Bemühungen nicht möglich war, die minimalen spezifischen Schalleistungspegel weiter abzusenken. Dem Stand der Technik haftet somit trotz intensiver Bemühungen weiterhin der Nachteil an, dass die Geräuschbelastung von Ventilatoren und Verdichtern immer noch inakzeptabel hoch ist.

**[0021]** Strömungstechnisch günstige Ventilatoren und Verdichter mit großer Druckerhöhung und großem Volumenstrom bei gegebener Drehzahl und gegebenem Durchmesser haben häufig keine stabile Kennlinie. Die Kennlinie, ermittelt durch Auftragung der Druckerhöhung in Abhängigkeit des Volumenstroms fällt nicht monoton mit steigendem Volumenstrom.

Diese Eigenschaft wird durch ungleichmäßige Abreißerscheinungen an den Lauf- oder Leitschaufeln - rotierendes Abreißen - hervorgerufen und führt zu Wirkungsgradabfall, vergrößerter Schallabstrahlung und zusätzlicher mechanischer Belastung der Schaufeln. Deshalb dürfen Ventilatoren nicht im instabilen Betriebsbereich betrieben werden. Zur Verhinderung des instabilen Betriebes sind diverse Stabilisierungseinrichtungen bekannt.

**[0022]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde Lauf- und Leiträder für axiale, diagonale und radiale Ventilatoren bzw. Verdichter zu entwickeln, die einen wesentlich kleineren spezifischen Schalleistungspegel als herkömmliche Ventilatoren bzw. Verdichter aufweisen.

**[0023]** Weiterhin wird eine Verbesserung der Kennlinienstabilität angestrebt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch Lauf- und Leiträder für Strömungsmaschinen, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren gelöst, welche zur Verringerung von Strömungsgeräuschen und zur Verbesserung der Kennlinienstabilität zwischen dem Ein- und dem Austrittsquerschnitt für die Strömung aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen gebildet werden, in welchen eine Umlenkung der Strömung und die damit verbundene Druckerhöhung erfolgt.

**[0024]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Er-

findung ist die Feststoffmatrix nicht isotrop aus zueinander beabstandeten Segmenten aufgebaut, durch welche die Strömungskanäle für das Fluid gebildet werden.

**[0025]** Die Segmente weisen in Strömungsrichtung beispielsweise polygonale Querschnitte auf und werden aus Bändern gebildet.

**[0026]** Gleichfalls vorteilhaft sind die Segmente mit wabenartigem, quadratischem oder trapezförmigem Querschnitt ausgebildet.

Die Segmente werden vorzugsweise durch Bänder aus Kunststoff oder Metall ausgebildet oder in einem Gießverfahren hergestellt.

**[0027]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht die Feststoffmatrix aus isotropen porösen Materialien, welche Strömungskanäle für das Fluid aufweisen.

Vorteilhaft werden als poröse Materialien Schäume eingesetzt, insbesondere geeignet sind Metall- oder Kunststoffschäume.

**[0028]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird die Feststoffmatrix aus faserartigen Strukturen oder auch aus quer zur Strömungsrichtung angeordneten Sieben gebildet.

**[0029]** Der erfindungsgemäße Erfolg wird auch erreicht, wenn die Feststoffmatrix in Strömungsrichtung aus mindestens zwei Schichten aufgebaut ist, wobei die erste Schicht aus faserartigen Strukturen oder aus isotropem porösen Material ausgeführt ist und die zweite Schicht aus Segmenten gebildet wird.

**[0030]** Generell vorteilhaft ist es, zur mechanischen Stabilisierung der Feststoffmatrix Deckbänder vorzusehen oder auch bei Radialbauart der Laufräder eine Tragscheibe und eine Deckscheibe auszubilden.

**[0031]** Eine in Bezug auf die Minimierung der Strömungsgeräusche besonders vorteilhafte Ausbildung der Erfindung besteht darin, dass die Strömungskanäle zur Ermöglichung eines partiellen Druckausgleiches in radialer oder Umfangsrichtung und damit verbundener Verringerung der Geräuschbelastung teilweise miteinander verbunden sind.

**[0032]** Nach der Konzeption der Erfindung werden die Lauf- und Leiträder gerade nicht wie herkömmlich üblich mit einzelnen Schaufeln ausgestattet. Nach der Lehre der Erfindung werden die Lauf- und Leiträder durch eine Festkörpermatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen gebildet.

Unter einer Festkörpermatrix sind strukturierte Materialien mit Strömungskanälen für das Fluid zu verstehen, in denen die Umlenkung der Strömung erfolgt.

In der Ausbildung als Axialventilator ist die Festkörpermatrix des Lauf- oder Leitrades beispielsweise scheibenartig ausgebildet.

Die erfindungsgemäßen Lösungen haben die nachfolgend beschriebenen Vorteile:

- Die Arbeitsübertragung erfolgt wie bei Turbomaschinen über eine Dralländerung. Anstelle der Polaren der Tragflügel, der Gittereinflüsse und der

Randverluste treten neue Parameter. Das sind in erster Linie die Kräfte (3 Komponenten) pro Volumeneinheit, die von der Festkörpermatrix bzw. den strukturierten Materialien auf die Strömung ausgeübt werden.

- Der bei bekannten Lösungen an die einzelnen Lauf- und Leitschaufeln sowie Stege und Ähnliches gebundene Wirbellärm sowie der Drehklang und der Sirenenklang entfallen. Deshalb weist das Schallspektrum im mittleren, den Ventilatorlärm bestimmenden Frequenzbereich extrem niedrige Pegel auf. Das Strömungsrauschen bei sehr großen Frequenzen vergrößert sich. Das wirkt sich jedoch nicht wesentlich auf den A-bewerteten Pegel aus.
- Im Teillastbereich entsteht bei hochbelasteten Ventilatoren üblicherweise "rotierendes Abreißen" und damit zusammenhängend intensiver Schall. Rotierendes Abreißen basiert auf der laminaren Ablösung und der Bildung von großen, über einzelne Schaufeln eines Rades hinausgehende Strukturen. Solche Effekte treten bei einer Feststoffmatrix aus strukturiertem Material kaum auf, d.h. alle Kennlinien sind stabil, extra Stabilisatoren entfallen.
- Die Wirkungsgrade der neuartigen Ventilatoren sind nicht wesentlich schlechter als die herkömmlicher Ventilatoren, deren Verluste sich aus ebenen, Rand-, Spalt- und Mischungsverlusten zusammensetzen. Bei Schaufeln aus strukturiertem Material sind die Verluste zur Erzeugung der Umlenkung (analog zu den ebenen Verlusten) wesentlich größer als üblicherweise. Randverluste, Spaltverluste und Mischungsverluste verkleinern sich.
- Alle Streben, z.B. zur Halterung des Motors, werden vorteilhaft entweder aus strukturiertem Material ausgeführt oder sie werden in dieses integriert, damit auch hier die Größe der Ablösewirbel minimiert wird.
- Zum Erreichen eines guten Teillastverhaltens können zwei oder mehrere verschiedene Grundstrukturen in den Lauf- und Leitradern angewendet werden. So ist eine isotrope faserartige Struktur am Radeintritt zur Minimierung der Stoßverluste und eine wabenartige Struktur am Radaustritt zur Senkung der Reibungsverluste besonders vorteilhaft.
- Für eine Vielzahl von Anwendungen mit axialer Förderichtung werden Stufendruckzahlen von etwa 1 benötigt (z.B. Staubsaugergebläse). Das ist bisher nur mit Radialstufen, häufig mit nachgeschalteten Leit- und Rückführgittern, möglich. Axiale Ventilatoren mit entsprechend großen Druckzahlen haben instabile Kennlinien mit allen sich daraus ergebenden Nachteilen. Bei Axialstufen aus strukturierten Materialien ergibt sich dieser Nachteil nicht.

**[0033]** Die erfindungsgemäßen Lauf- und Leiträder werden wegen ihrer Kennlinienstabilität insbesondere in Entrauchungsventilatoren eingesetzt.

**[0034]** Das erfindungsgemäße Konzept wird ebenso

wegen der geringeren Schallbelastung für Computer-ventilatoren eingesetzt. Als weiteren beispielhaften Anwendungsfall ist Nutzung des Konzeptes für Wasserdampfturboverdichter zu nennen.

**[0035]** Die genannte Auswahl der Einsatzmöglichkeiten zeigt, dass das erfindungsgemäße Lösungsprinzip auf eine Vielzahl unterschiedlichst dimensionierter Ventilatoren und Verdichter einsetzbar ist.

**[0036]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

- Fig. 1: Axialschnitt eines Axialventilators für den Rohreinbau,
- Fig. 2a, b: axiale Ansicht des Axialventilators für den Rohreinbau (Ausschnitt),
- Fig. 3: abgewickelter Koaxialschnitt durch Lauf- und Leitrad des Axialventilators für den Rohreinbau,
- Fig. 4: Axialschnitt durch einen Axialventilator mit freiem Ansaugen,
- Fig. 5: abgewickelter Koaxialschnitt durch Lauf- und Leitrad eines Axialventilators aus faserartigem und zellulärem Material,
- Fig. 6: Axialschnitt durch einen Radialventilator mit einem Laufrand aus fein strukturiertem Material,
- Fig. 7: unterschiedliche zelluläre Strukturen für ein Radialventilatorlaufrad (Radialschnitt),
- Fig. 8: abgewickelter Koaxialschnitt durch Lauf- und Leitrad eines Radialventilators, bei dem die zelluläre Struktur durch viele gewellte und profilierte Scheiben gebildet wird,
- Fig. 9: abgewickelter Koaxialschnitt durch Lauf- und Leitrad eines Radialventilators, bei dem die zelluläre Struktur durch viele berippte Scheiben gebildet wird,
- Fig. 10: abgewickelter Koaxialschnitt durch Lauf- und Leitrad eines Radialventilators, bei dem die zelluläre Struktur durch viele berippte Scheiben gebildet wird,
- Fig. 11: axiale Ansicht der berippten Scheiben nach Fig. 10,
- Fig. 11 a, b: abgewickelter Koaxialschnitt durch ein Lauf- oder Leitrad des Axialventilators mit Laschen,
- Fig. 12: Radialschnitt Struktur für ein Radialventilatorlaufrad mit Laschen.

**[0037]** Fig. 1 zeigt einen Axialventilator 23 mit Laufrad 1, Leitrad 2 und Laufradnabe 3 zur Befestigung des Laufrades 1 auf der Welle des Antriebsmotors 5, der meist als Elektromotor ausgeführt ist. Die Leitschaufeln haben außer ihrer Funktion, die Strömung in geeigneter Weise umzulenken, die Aufgabe, den Antriebsmotor 5

im Gehäuse 6 zu halten. Aus Festigkeits- und Montagegründen wird das Leitrad 2 innen durch eine Leitradnabe 4 begrenzt. Die Welle des Antriebsmotors ist mit 22 bezeichnet.

Erfindungsgemäß werden anstelle der üblichen Lauf- und Leiträder mit profilierten verwundenen Einzelschaufeln Lauf- und Leiträder aus einer Feststoffmatrix aus bevorzugt fein strukturiertem Material verwendet. Dabei können die Wandstärken, der die Segmente bildenden Materialien sehr klein gewählt werden. Damit wird die Kraftwirkung der Schaufeln auf die Strömung in herkömmlichen Ventilatoren auf viele kleine Segmente oder "Strukturelemente" der Matrix aufgeteilt. Die Struktur ergibt eine sehr hohe Festigkeit des Lauf- und Leitrades 1, 2. Bei besonderen Anforderungen werden in die Lauf- und Leiträder 1, 2 nicht dargestellte Stützelemente integriert.

Die Segmente weisen in Strömungsrichtung 11 polygonale Querschnitte, wabenartige Querschnitte 15 oder quadratische oder trapezförmige Querschnitte auf.

[0038] Die Segmente werden durch Bänder 19 aus Kunststoff oder Metall ausgebildet. Alle Streben, Stege, Haltevorrichtungen usw. sollten ebenfalls aus strukturiertem Material bestehen oder in dieses integriert werden. Weiterhin dargestellt ist die Richtung der Zuströmung 11 des Fluids und die Drehachse 10 der Motorwelle des Antriebsmotors 5 und des Laufrades 1.

[0039] Nach einer bevorzugten alternativen Ausgestaltung der Erfindung werden die Lauf- und Leiträder 1, 2 zur Verringerung von Lauf- bzw. Strömungsgeräuschen aus isotropen Schäumen ausgebildet.

Die isotropen Schäume werden vorteilhaft als Metall- oder Kunststoffschäum ausgeführt.

[0040] Ebenso vorteilhaft ist die Ausbildung der Lauf- und Leiträder 1, 2 aus faserartigen Strukturen 14.

[0041] In Fig. 2 ist ein Ausschnitt der Ansicht des Axialventilators in Strömungsrichtung 11 vergrößert dargestellt. Die Struktur aus den Segmenten entsteht beispielsweise durch Aufwickeln und Verbinden eines Bandes 19 mit vorgefertigten Stegen 20. Die Teilung der Struktur ist bei starker Dralländerung aus Gründen der Verlustminderung in radialer Richtung meist größer als in Umfangsrichtung, weil die Verluste der Sekundärströmung mit der Umlenkung und mit dem Seitenverhältnis der Zellen in radialer Richtung und in Umfangsrichtung wachsen. Sie kann dabei in radialer und in Umfangsrichtung Durchtrittsöffnungen aufweisen, was zu einem Geschwindigkeits- und Druckausgleich in radialer und Umfangsrichtung genutzt wird.

[0042] Fig. 3 entsteht aus einem Coaxialschnitt und dessen Abwicklung in einer Ebene. Man erkennt die Strömungskanäle 21, die sich für Lauf- und Leitrad 1, 2 unterscheiden. Zur Veranschaulichung der Schnittgeometrie ist die Zuströmrichtung 11 und die Drehrichtung 12 des Laufrades 1 angegeben. Die Strömungskanäle 21 können, wie dargestellt, durchgängig sein oder sich aus mehreren Abschnitten zusammensetzen. Die Abmessungen der Strömungskanäle 21 sind so zu wählen,

dass sich laminare Grenzschichten bei Reynolds-Zahlen kurz unterhalb des Umschlags zu turbulenten Grenzschichten einstellen.

[0043] Fig. 4 zeigt einen Axialventilator mit Ansaugdüse. Zum Erreichen eines guten Teillastverhaltens werden nach dieser vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung zwei verschiedene Schichten von Strukturen im Laufrad 1 angewendet. Das Gleiche ist bei Leitrad 2 möglich. Die in Zuströmungsrichtung 11 erste Schicht weist eine faserartige isotrope Struktur 14 zur Minimierung der Stoßverluste am Radeintritt auf. Die sich anschließende zweite Schicht am Radaustritt wird aus einer wabenartigen Struktur 15 gebildet und ist zur Senkung der Reibungsverluste vorteilhaft.

Außerdem ermöglicht die faserartige isotrope Struktur 14 einen radialen Strömungsausgleich. Die zentrifugale und zentripetale Kanalführung in den Strukturen von Lauf- und Leitrad 1, 2 kann vorteilhaft zum Erreichen einer gewünschten radialen Druck- und Geschwindigkeitsverteilung genutzt werden. Die Ansaugdüse 13 hat im Hinblick auf das fein strukturierte Laufrad 1 einen sehr kleinen Abrundungsradius. Zur Sicherung der Festigkeit des Laufrades 1 wird ein Deckband 7 verwendet, welches auch die verschiedenen Schichten aneinander hält.

[0044] Fig. 5 zeigt in einem abgewinkelten Coaxialschnitt analog zu Fig. 3 die faserartige isotrope Struktur 14 am Lauf- und Leitradeintritt und die wabenartige Struktur 15 am Austritt von Lauf- und Leitrad 1, 2.

[0045] In Fig. 6 ist ein Axialschnitt durch einen Radialventilator 24 mit einem erfindungsgemäßen Laufrad 1 aus fein strukturiertem Material dargestellt. Das Laufrad 1 aus fein strukturiertem wabenförmigem Material ist über die Tragscheibe 16 und die Laufradnabe 3 mit dem Antriebsmotor 5 verbunden.

[0046] Die Deckscheibe 8 begrenzt das Laufrad auf der der Tragscheibe 16 gegenüberliegenden Seite. Das Laufrad wird vom Spiralgehäuse 9 umschlossen. In verschiedenen Anwendungen ist es vorteilhaft, hinter dem radialen Laufrad 1 ein nicht dargestelltes Leitrad 2, welches ebenfalls aus fein strukturiertem Material ausgebildet ist, einzusetzen.

[0047] Das Laufrad 1 wird je nach Aufgabenstellung mit verschiedenen faserartigen 14 oder unterschiedlichen wabenartigen, zellulären Strukturen 15 aufgebaut. Fig. 7 zeigt in den 4 Quadranten eines Radialschnitts durch das Laufrad 1 eines Radialventilators verschiedene Kombinationen und Strukturen, die aus ein oder mehreren geraden oder gekrümmten wabenartigen und aus kombinierten faser- und wabenartigen Strukturen gebildet werden. Generell entsteht durch die Unterteilung des Laufrades in axialer Richtung und Umfangsrichtung die angestrebte feine Struktur.

Im ersten Quadranten gemäß Fig. 7 a) wird ein zweischichtiges Laufrad gezeigt. Es besteht aus einer ersten Schicht mit faserartiger Struktur 14 und einer zweiten Schicht mit wabenartiger Struktur 15.

Im zweiten Quadranten gemäß Fig. 7 b) sind zwei

Schichten dargestellt, wobei die erste Schicht in radialer Strömungsrichtung aus einer wabenartigen Struktur 15 mit schräg angeordneten Segmenten und anschließend einer zweiten Schicht aus einer wabenartigen Struktur mit radial angeordneten Segmenten besteht.

Im vierten Quadranten gemäß Fig. 7 c) ist eine Schicht dargestellt, die aus einer wabenartigen Struktur 15 mit schräg angeordneten Segmenten bestehen.

Im dritten Quadranten gemäß Fig. 7 d) ist wiederum eine Schicht dargestellt, die aus einer wabenartigen Struktur 15 mit gekrümmt angeordneten Segmenten bestehen.

**[0048]** In Fig. 8 und Fig. 9 ist die Ausbildung eines fein strukturierten Radiallaufrades aus vielen dünnen, profilierten und vorgefertigten Scheiben 17 mit Rippen nach Fig. 7 dargestellt. Diese Scheiben werden axial nebeneinander gesetzt und miteinander verbunden. Dadurch entsteht ein radiales Laufrad 1 mit hoher Festigkeit, welche durch zusätzliche Zuganker in axialer Richtung noch verbessert werden kann.

**[0049]** Fig. 10 zeigt einen abgewinkelten Koaxialschnitt durch Lauf- oder Leitrad 1, 2 eines Radialventilators 24, bei dem die zelluläre Struktur durch viele berippte Scheiben 17 gebildet wird. Begrenzt wird die zelluläre Struktur durch die Tragscheibe 16. Gemäß dieser vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung führt die gezeigte Anordnung der Segmente zu einer mechanischen Stabilisierung, da die Kräfte in Umfangsrichtung von den derart angeordneten Segmenten besser aufgenommen werden können.

**[0050]** Fig. 11 a und 11 b zeigen den Koaxialschnitt und den Axialschnitt eines axialen Lauf- oder Leitrades, bei dem die Strömungskanäle 21 durch Laschen 26 gebildet werden, die durch Ausstanzen und Umbiegen aus Bändern entstehen. Zur Verminderung des radialen Strömungsausgleiches werden Abdichtungen 25 verwendet.

**[0051]** Fig. 12 zeigt eine Scheibe, deren Rippen aus zwei Reihen von Laschen 26 mit unterschiedlicher Neigung zur Umfangsrichtung gebildet werden. Die Verwendung von mehr als zwei Reihen von Laschen 26 ist eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung.

## LISTE DER BEZUGSZEICHEN

**[0052]**

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| 1  | Laufrad                    |
| 2  | Leitrad                    |
| 3  | Laufradnabe                |
| 4  | Leitradnabe                |
| 5  | Antriebsmotor              |
| 6  | Gehäuse                    |
| 7  | Deckband                   |
| 8  | Deckscheibe                |
| 9  | Spiralgehäuse              |
| 10 | Drehachse                  |
| 11 | Zuströmung                 |
| 12 | Drehrichtung des Laufrades |

- |       |                          |
|-------|--------------------------|
| 13    | Ansaugdüse               |
| 14    | faserartige Struktur     |
| 15    | wabenartige Struktur     |
| 16    | Tragscheibe              |
| 5 17  | profilierte Scheibe      |
| 18    | Koaxialschnitt           |
| 19    | Band                     |
| 20    | Stege                    |
| 21    | Strömungskanal           |
| 10 22 | Welle des Antriebsmotors |
| 23    | Axialventilator          |
| 24    | Radialventilator         |
| 25    | Abdichtung               |
| 26    | Lasche                   |

## Patentansprüche

- |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Lauf- und Leitrad für eine Strömungsmaschine, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren, wobei das Lauf- und Leitrad (1, 2) aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen (21) besteht und dass die Feststoffmatrix nicht isotrop aus zueinander beabstandeten Segmenten aufgebaut ist, durch welche die Strömungskanäle (21) für das Fluid gebildet werden und dass das Lauf- und Leitrad (1, 2) zusätzlich als Gleichrichter oder Sieb wirkt. |
| 2. | Lauf- und Leitrad nach Anspruch 1, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Segmente in Strömungsrichtung (11) polygonale Querschnitte aufweisen und aus Bändern (19) gebildet werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. | Lauf- und Leitrad nach Anspruch 2, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Segmente in Strömungsrichtung (11) wabenartige Querschnitte (15) aufweisen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4. | Lauf- und Leitrad nach Anspruch 2, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Segmente quadratische oder trapezförmige Querschnitte aufweisen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. | Lauf- und Leitrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Segmente durch Bänder (19) aus Kunststoff oder Metall ausgebildet werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6. | Lauf- und Leitrad für eine Strömungsmaschine, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren, wobei das Lauf- und Leitrad (1, 2) aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen (21) besteht und dass die Feststoffmatrix aus isotropen porösen Materialien besteht, welche Strömungskanäle (21) für das Fluid aufweisen und dass das Lauf- und Leitrad (1, 2) zusätzlich als Gleichrichter oder Sieb wirkt.                                          |

7. Lauf- und Leitrad nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als poröse Materialien Schäume eingesetzt werden.
  
8. Lauf- und Leitrad nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die isotropen Schäume als Metall- oder Kunststoffschäume ausgeführt sind. 5
  
9. Lauf- und Leitrad für eine Strömungsmaschine, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren, wobei das Lauf- und Leitrad (1, 2) aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen (21) besteht und dass die Feststoffmatrix aus faserartigen Strukturen (14) gebildet wird, welche Strömungskanäle (21) für das Fluid aufweisen und dass das Lauf- und Leitrad (1, 2) zusätzlich als Gleichrichter oder Sieb wirkt. 10  
15
  
10. Lauf- und Leitrad für eine Strömungsmaschine, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren, wobei das Lauf- und Leitrad (1, 2) aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen (21) besteht und dass die Feststoffmatrix aus quer zur Strömungsrichtung (11) angeordneten Sieben gebildet wird und dass das Lauf- und Leitrad (1, 2) zusätzlich als Gleichrichter oder Sieb wirkt. 20  
25
  
11. Lauf- und Leitrad für eine Strömungsmaschine, insbesondere für Verdichter und Ventilatoren, wobei das Lauf- und Leitrad (1, 2) aus einer Feststoffmatrix mit einer Vielzahl von Strömungskanälen (21) besteht und dass die Feststoffmatrix in Strömungsrichtung (11) aus mindestens zwei Schichten aufgebaut ist, wobei die erste Schicht aus faserartigen Strukturen (14) oder aus isotropem porösen Material ausgeführt ist und die zweite Schicht aus Segmenten gebildet wird. 30  
35
  
12. Lauf- und Leitrad nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur mechanischen Stabilisierung der Feststoffmatrix Deckbänder (7) vorgesehen sind. 40
  
13. Laufrad für eine Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur mechanischen Stabilisierung der Feststoffmatrix bei Radialbauart des Laufrades eine Tragscheibe (16) und eine Deckscheibe (8) vorgesehen sind. 45  
50
  
14. Lauf- und Leitrad nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (21) in radialer Richtung teilweise miteinander verbunden sind. 55

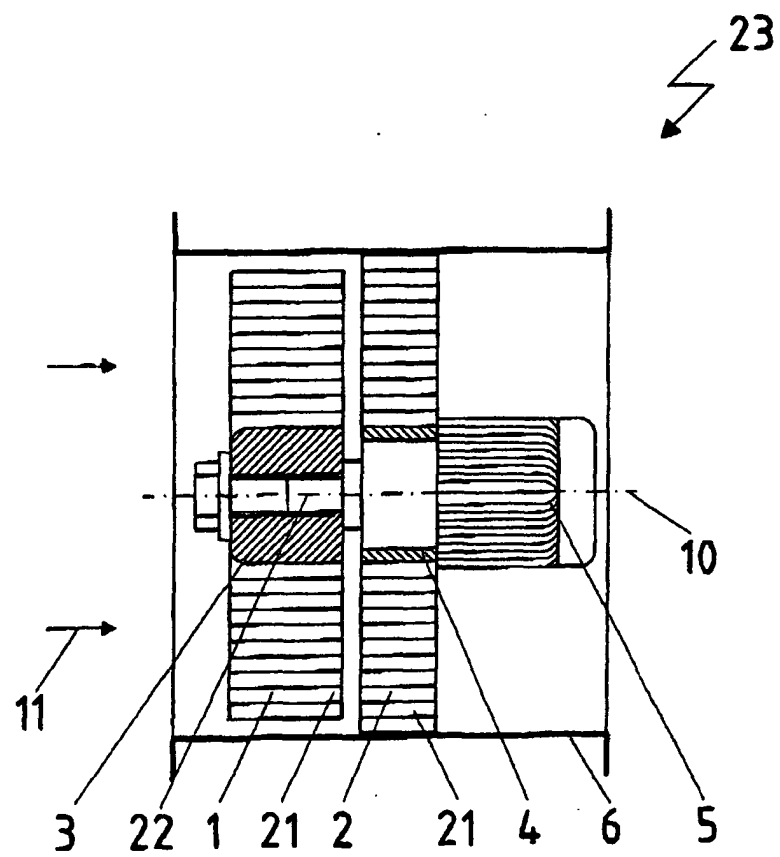


Fig. 1

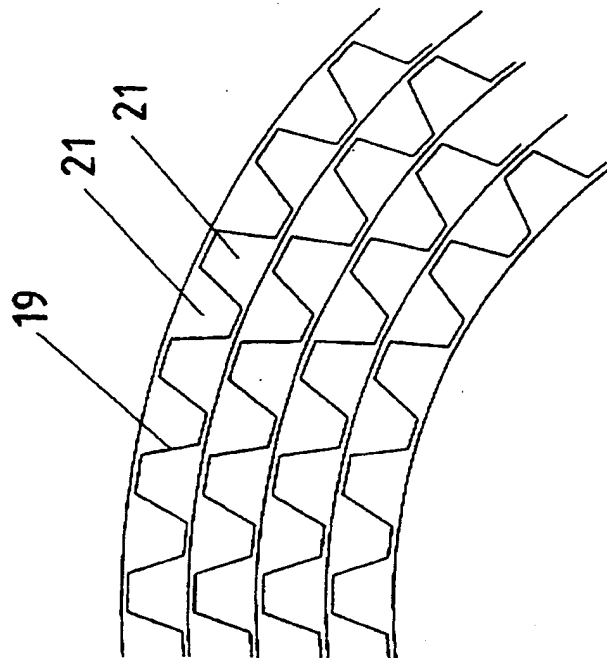


Fig. 2b

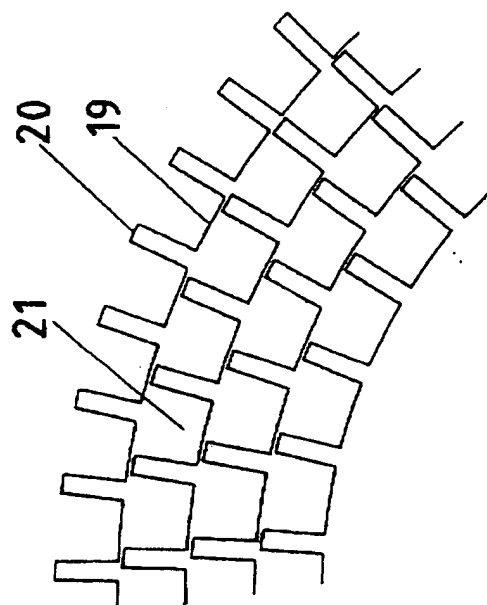


Fig. 2a

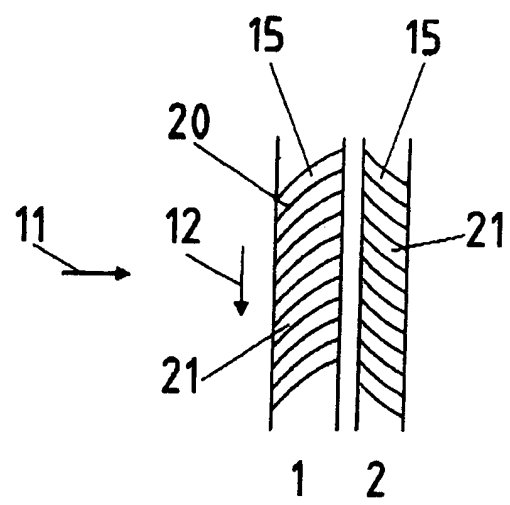


Fig. 3

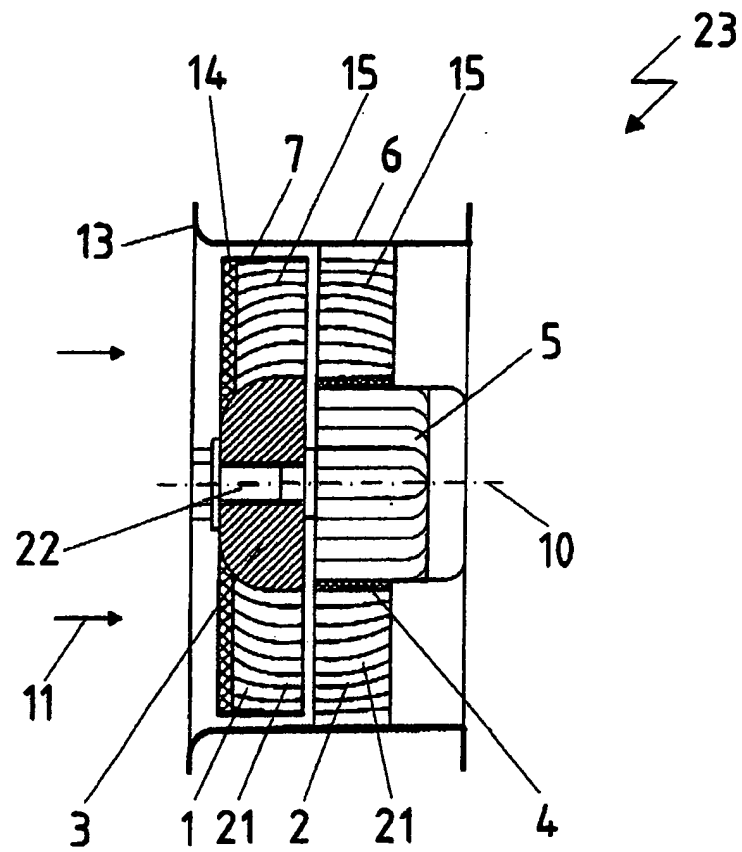


Fig. 4

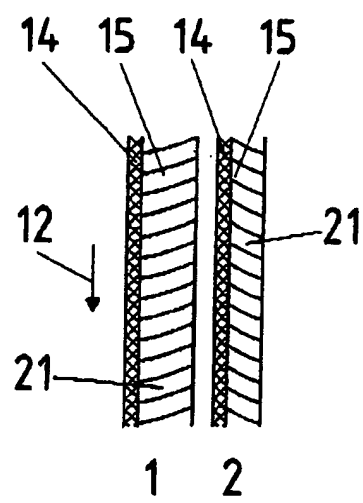


Fig. 5.

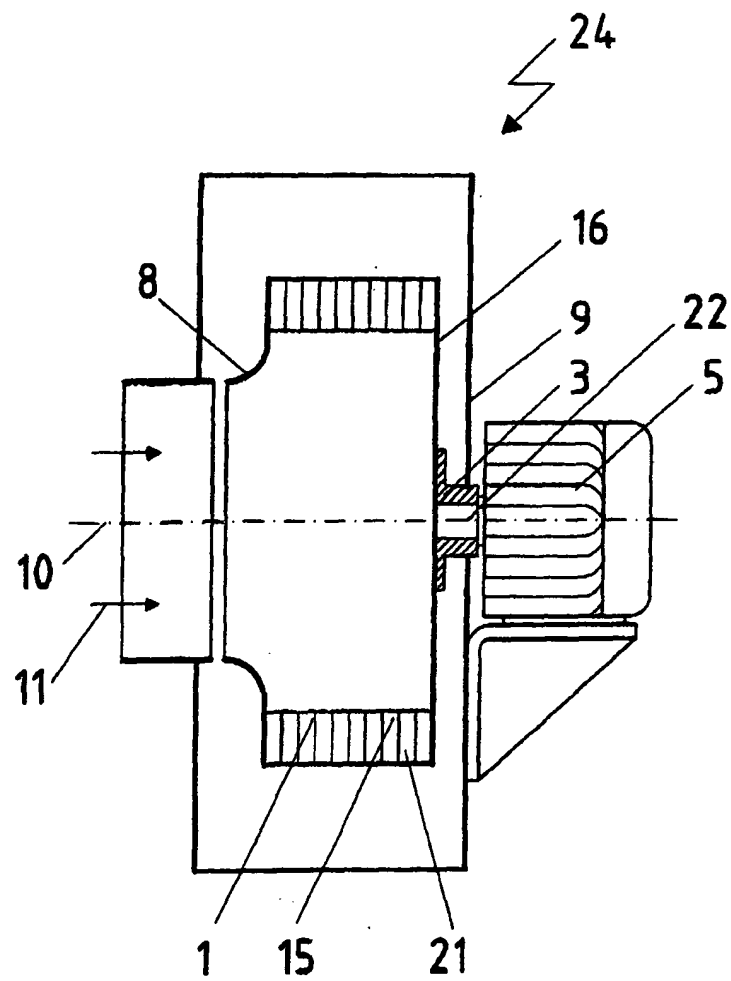


Fig. 6

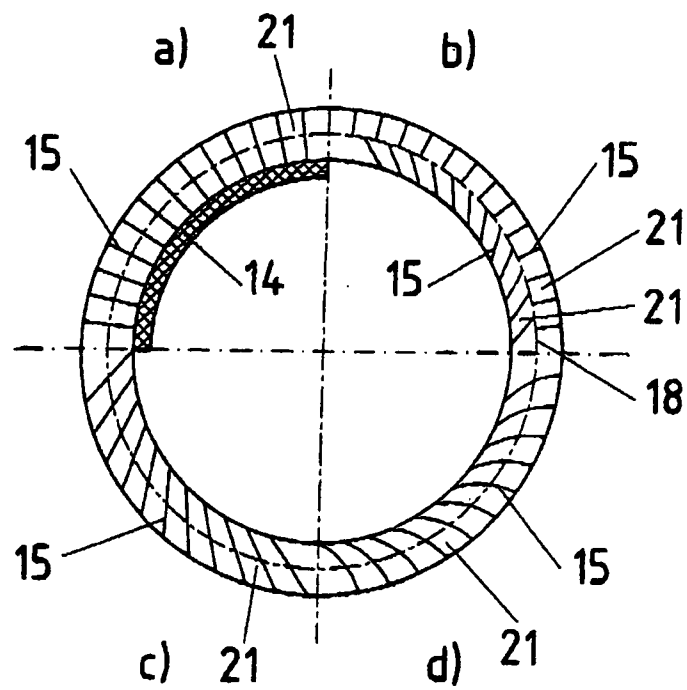


Fig. 7

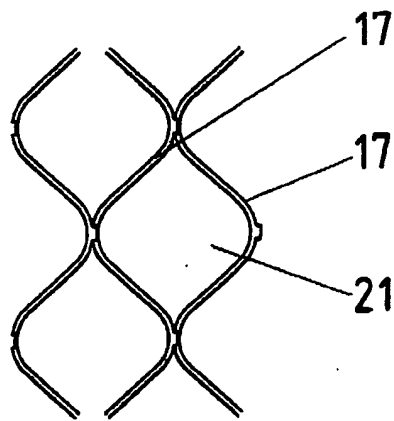


Fig. 8

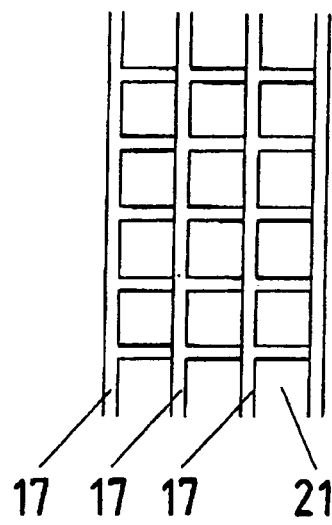


Fig. 9

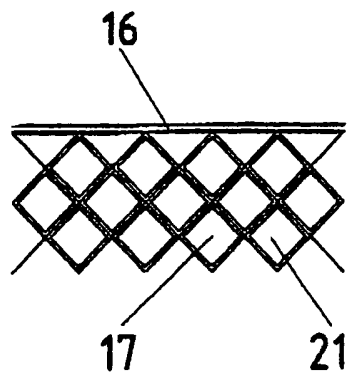


Fig. 10

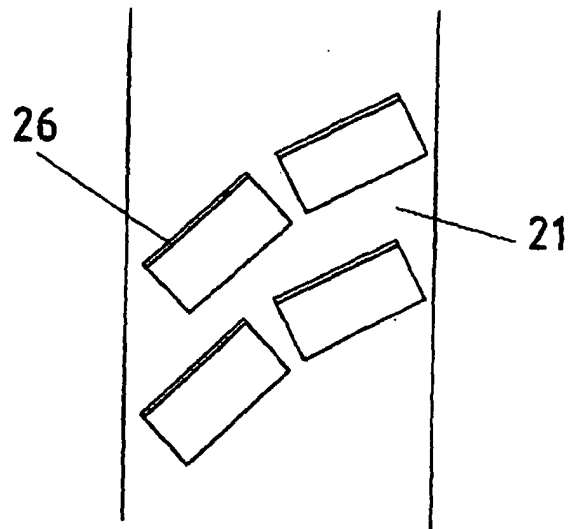


Fig. 11a

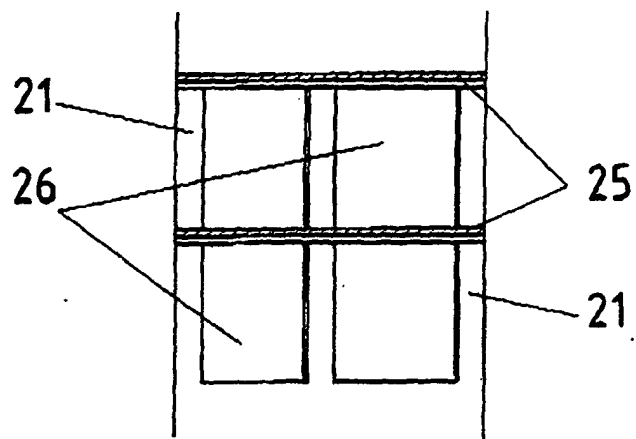


Fig. 11b

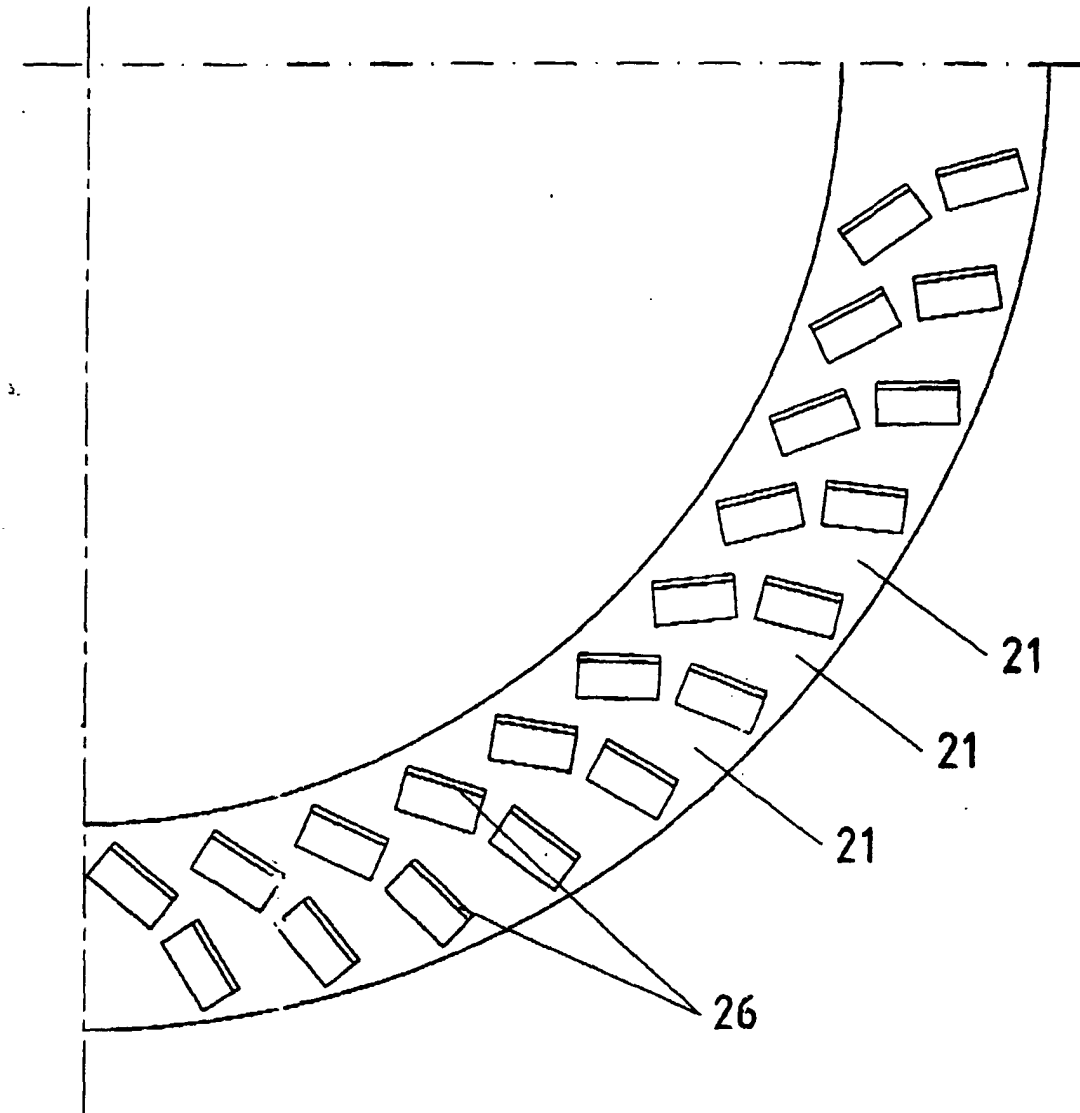


Fig. 12