



12 **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

45 Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift :  
**11.11.92 Patentblatt 92/46**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : **B01F 3/04, B01F 7/16**

21 Anmeldenummer : **86890128.1**

22 Anmeldetag : **07.05.86**

54 **Belüftungsvorrichtung für Flüssigkeiten.**

30 Priorität : **05.06.85 AT 1696/85**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**10.12.86 Patentblatt 86/50**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**03.01.90 Patentblatt 90/01**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Entscheidung über den Einspruch :  
**11.11.92 Patentblatt 92/46**

84 Benannte Vertragsstaaten :  
**CH FR GB IT LI SE**

56 Entgegenhaltungen :  
**AT-B- 269 083**

56 Entgegenhaltungen :  
**FR-A- 2 444 494**  
**GB-A- 2 043 475**  
**JP-Y- 5 823 036**  
**US-A- 3 690 621**  
**US-A- 4 283 357**

73 Patentinhaber : **Heinrich Frings GmbH & Co.**  
**KG**  
**Jonas-Cahn-Strasse 9**  
**W-5300 Bonn 1 (DE)**

72 Erfinder : **Ebner, Heinrich, Dr. techn. Dipl.-Ing.**  
**Piringerhofstrasse 13**  
**A-4020 Linz (AT)**

74 Vertreter : **Hübscher, Gerhard, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Dipl.-Ing. Gerhard Hübscher**  
**Dipl.-Ing. Helmut Hübscher Dipl.-Ing. Heiner**  
**Hübscher Spittelwiese 7**  
**A-4020 Linz (AT)**

**EP 0 204 688 B2**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Belüftungsvorrichtung für Flüssigkeiten, bestehend aus einem im Bodenbereich eines Behälters angeordneten, Luft und Flüssigkeit ansaugenden Rotor mit vertikaler Drehachse und aus einem den Rotor umgebenden Stator, der einen geschlossenen Kranz von im Querschnitt rechtwinkligen Strömungskanälen mit je einer Eintrittsöffnung für das Flüssigkeit-Luftgemisch aufweist, wobei die Strömungskanäle gegenüber der Radialrichtung in Drehrichtung des Rotors geneigt sind.

Bei bekannten Belüftungsvorrichtungen dieser Art (AT-B 269 038) wird die über eine zentrale Luftleitung axial angesaugte Belüftungsluft mit der ebenfalls vom Rotor axial angesaugten Flüssigkeit unter inniger Vermischung radial auswärts in den Stator gefördert, der aus zwei mit axialem Abstand voneinander angeordneten Ringscheiben und aus zwischen diesen Ringscheiben eingesetzten vertikalen Leitwänden besteht. Das Flüssigkeit-Luftgemisch wird durch die zwischen den vertikalen Leitwänden gebildeten, im Querschnitt rechtwinkligen Strömungskanäle in die zu belüftende Flüssigkeit ausgestoßen, so daß in einem bestimmten Bereich um den Stator eine gleichmäßige Belüftung der Flüssigkeit erzielt werden kann. Mit wachsender Entfernung vom Stator wird jedoch die Belüftung schwächer, weil die Strömungsgeschwindigkeit des ausgestoßenen Flüssigkeit-Luftgemisches radial nach außen rasch abnimmt, und zwar bereits im Bereich der Strömungskanäle. Dies bedeutet daß der Durchmesser des die zu belüftende Flüssigkeit aufnehmenden Behälters ein bestimmtes Maß nicht übersteigen darf, um bei einer vorgegebenen Rotorleistung eine gleichmäßige Belüftung der Flüssigkeit über den gesamten Behälterquerschnitt sicherzustellen.

Bei einer anderen bekannten Belüftungsvorrichtung (FR-B 2 444 494) ist im Bodenbereich des Behälters ein innerhalb eines coaxialen Gehäuses angeordneter Rotor mit vertikaler Drehachse angeordnet der mit Hilfe von Pumpenflügeln Flüssigkeit aus dem Behälter ansaugt und axial durch das Gehäuse pumpt, durch dessen Innenwand Luft in die Flüssigkeitsströmung radial nach innen geblasen wird. Dieses abwärts strömende Flüssigkeit-Luftgemisch wird in eine im Anschluß an das zylindrische Gehäuse vorgesehene, im Grundriß etwa quadratische Verteilerklammer gepumpt, von der je zwei mit Abstand voneinander angeordnete Verteilerkanäle auf jeder Umfangsseite ausgehen, die gegenüber der Radialrichtung in Drehrichtung des Rotors geneigt vertaufen und auf halbem Weg nach außen in der Neigungsrichtung nochmals abgewinkelt sind. Da sich das abwärts gepumpte Flüssigkeit-Luftgemisch im Bereich der Verteilerkammer staut und der Strömungswiderstand zusätzlich durch die Abwinkelung der Strömungskanäle vergrößert wird, ist bei dieser bekannten Vorrichtung mit grossen Druckverlusten zu rechnen. Außerdem muß die in die Flüssigkeit einzutragende Luft unter einem statischen Flüssigkeitsdruck übersteigenden Druck in den durch den Rotor angesaugten Flüssigkeitsstrom geblasen werden, was nicht nur das Bereitstellen von Druckluft notwendig macht, sondern auch ein gleichmäßiges Eintragen der Luft in den angesaugten Flüssigkeitsstrom erschwert, so daß trotz eines vergleichsweise hohen Energieeinsatzes keine gleichmäßige Belüftung größere Behälterquerschnitte erreicht werden kann.

Schließlich ist es bekannt (JP-GM 23 036/1983), vier zum Rotor tangentielle Strömungskanäle mit rechteckigem Querschnitt vorzusehen. Über das aus den Strömungskanälen ausströmende Flüssigkeit-Luftgemisch soll eine Rührwirkung erzielt werden, was in Anbetracht der gegenseitigen Winkelversetzung der Strömungskanäle von 90° eine gleichmäßige Belüftung des Behälters ausschließt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Belüftungsvorrichtung der eingangs geschilderten Art mit einfachen Mitteln so zu verbessern, daß bei einer gegebenen Rotorleistung eine gleichmäßige Belüftung auch über einen größeren Behälterquerschnitt gewährleistet werden kann.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß zumindest zwölf Strömungskanäle vorgesehen sind, die durch keilförmige Zwischenräume voneinander getrennt sind, deren Scheitel zwischen den unmittelbar benachbarten Eintrittsöffnungen liegen, und daß die vertikalen Begrenzungsflächen eines jeden Strömungskanales parallel verlaufen oder unter einem Winkel von höchstens 7° konvergieren oder divergieren.

Da zufolge dieser Maßnahmen die vertikalen Begrenzungsflächen der einzelnen Strömungskanäle zumindest im wesentlichen parallel zueinander verlaufen, kann die Austrittsgeschwindigkeit des Flüssigkeit-Luftgemisches aus den Strömungskanälen gegenüber herkömmlichen Statoren mit einfachen Leitwänden erheblich gesteigert werden, ohne die Rotorleistung vergrößern zu müssen. Die höhere Austrittsgeschwindigkeit des Flüssigkeit-Luftgemisches bedingt eine entsprechend größere Austrittsweite des Gemische, so daß eine gleichmäßige Belüftung auch größerer Behälterquerschnitte sichergestellt werden kann. Dabei ergeben sich besonders vorteilhafte Konstruktionsverhältnisse, weil die Größe und Formgebung des Rotors das Auswurfvolumen von Luft und Flüssigkeit und damit die erwünschte Belüftungsrate bestimmte, während die Ausbildung der Strömungskanäle des Stators für die Reichweite des ausgestoßenen Flüssigkeit-Luftgemisches verantwortlich ist. Die Austrittsgeschwindigkeit des aus dem Stator ausgestoßenen Flüssigkeit-Luftgemisches kann über die Formgebung der Strömungskanäle beeinflusst werden. Divergiert die vertikalen Begrenzungsflächen

die einzelnen Strömungskanäle gegen den Außenumfang des Stators hin, so wird die Austrittsgeschwindigkeit des Flüssigkeit-Luftgemisches gegenüber der Eintrittsgeschwindigkeit in den Stator entsprechend verringert. Soll die Austrittsgeschwindigkeit gesteigert werden, so ist der Strömungsquerschnitt der Strömungskanäle gegen das Austrittsende hin zu vermindern, indem die vertikalen Begrenzungsflächen gegen den Statoraußenumfang konvergiert. Der Winkel zwischen den vertikalen Begrenzungsflächen der einzelnen Strömungskanäle darf allerdings  $7^\circ$  nicht übersteigen, wenn nicht eine vermehrte Wirbelbildung in Kauf genommen werden soll. In diesem Zusammenhang muß nämlich bedacht werden, daß turbulente Strömungen die mögliche Reichweite des ausgestoßenen Flüssigkeit-Luftgemisches erheblich einschränken.

Mit zunehmenden Behälterdurchmesser ist darauf zu achten, daß der Abstand zwischen den Strömungen zweier benachbarter Strömungskanäle im Bereich der Behälterumfangswand nicht zu groß wird, damit eine gleichmäßige Belüftung der Behälterflüssigkeit auch im Bereich der Umfangswand des Behälters gewährleistet werden kann. Um auch bei größeren Behälterdurchmesser einen zulässigen Maximalabstand zwischen den Strömungen benachbarter Kanäle nicht zu überschreiten, ist folglich für eine entsprechende Anzahl von Strömungskanälen zu sorgen. Mit einer Mindestanzahl von zwölf Strömungskanälen kann in vielen Fällen für eine gleichmäßige Belüftung auch über größere Behälterquerschnitte gesorgt werden.

Die Strömungskanäle können unterschiedlich ausgebildet sein. So ist es beispielweise möglich, die Strömungskanäle durch Stegbleche zu bilden, die zwischen zwei mit axialem Abstand voneinander angeordneten Ringscheiben vorgesehen sind. Eine besonders vorteilhafte Konstruktion ergibt sich allerdings, wenn die Strömungskanäle aus auf einer Ringscheibe aufgesetzten U-Profilen bestehen. Diese Ausbildung bietet nicht nur vorteilhafte Herstellungsbedingungen mit einem vergleichsweise geringen Materialaufwand sondern erlaubt sich eine einfache Statorreinigung, weil die Zwickelbereiche zwischen den einzelnen die Strömungskanäle bildenden U-Profilen frei zugänglich sind.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielweise dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Belüftungsvorrichtung für Flüssigkeiten in einer zum Teil aufgerissenen, schematischen Seitenansicht,

Fig. 2 den Stator dieser Belüftungsvorrichtung in einer zum Teil aufgerissenen Draufsicht

Fig. 3 einen Schnitt durch einen Strömungskanal nach der Linie III-III der Fig. 2 in einem größeren Maßstab,

Fig. 4 eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung einer Konstruktionsvariante eines Strömungskanals,

Fig. 5 einen Horizontalschnitt durch einen Stator mit nach außen divergierenden Strömungskanälen und

Fig. 6 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung eines Stators mit nach außen konvergierenden Strömungskanälen.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 besteht die dargestellte, unmittelbar über einem Behälterboden 1 angeordnete Belüftungsvorrichtung im wesentlichen aus einem Rotor 2, der von einem Motor 3 her angetrieben wird, und einem den Rotor 2 umgebenden Stator 4. Die vertikale Rotorwelle 5 durchsetzt dabei den Behälterboden 1, an dem der Motor 3 angeflanscht ist. Die in die Flüssigkeit des Behälters einzutragende Luft wird über eine Luftleitung 6 angesaugt und axial dem Rotor 2 zugeführt, der über eine Ringöffnung 7 des Stators 4 zugleich Flüssigkeit aus dem Behälter ansaugt und mit der Luft in den Stator fördert, wie dies durch die Strömungspfeile angedeutet ist.

Im Stator 4 wird das Flüssigkeit-Luftgemisch in Strömungskanäle 8 aufgenommen, die gemäß den Fig. 1 bis 3 durch vertikale Stege 9 gebildet werden, die zwischen zwei Ringscheiben 10 und 11 eingesetzt sind. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß benachbarte Stege 9 unmittelbar nebeneinander angeordnete Strömungskanäle 8 gegen den Außenumfang des Stators 4 hin divergieren, so daß die vertikalen Begrenzungsflächen der Strömungskanäle 8 zueinander parallel verlaufen. Diese Ausbildung bewirkt eine annähernd der Eintrittsgeschwindigkeit des vom Rotor 2 in den Stator 4 geförderten Flüssigkeit-Luftgemisches entsprechende Austrittsgeschwindigkeit der Strömung aus den Strömungskanälen 8, so daß sich aufgrund der vergleichsweise hohen Austrittsgeschwindigkeit die Strömung über einen großen Radius in den Behälter fortsetzt. Damit wird eine gleichmäßige Belüftung auch von Behältern größerer Durchmesser sichergestellt wenn durch eine entsprechende Anzahl an Strömungskanälen dafür gesorgt wird, daß die Strömungen benachbarter Strömungskanäle vor allem gegen den Bereich der Umfangswand des Behälters hin nicht zu stark divergieren. In der Fig. 2 sind 15 Strömungskanäle vorgesehen.

Wie Fig. 4 zeigt, kann eine besonders einfache Statorkonstruktion dadurch erhalten werden, daß die Strömungskanäle 8 durch U-profile 12 gebildet werden, die auf einer Ringscheibe 13 aufgesetzt sind. Diese Ausbildung gewährleistet nicht nur eine einfache Herstellung, sondern bietet auch Vorteile hinsichtlich der Statorreinigung, weil die Zwickelbereiche zwischen benachbarten Strömungskanälen frei zugänglich sind.

Um die für die Belüftung eines Flüssigkeitsbehälters mit einem bestimmten Durchmesser erforderliche Austrittsgeschwindigkeit des Flüssigkeit-Luftge-

misches aus dem Stator bei einer gegebenen Rotorleistung festlegen zu können, können die vertikalen Begrenzungsflächen der einzelnen Strömungskanäle 8 von ihrem parallel verlauf abweichen. Werden beispielsweise die Stege 9 der einzelnen Strömungskanäle 8 gegen den Außenumfang des Stators 4 hin divergierend angeordnet, so ergibt sich eine Verlangsamung der Strömung innerhalb der Strömungskanäle 8. Der Winkel  $\alpha$ , zwischen den vertikalen Stegen 9 darf dabei  $7^\circ$  nicht übersteigen, da sonst mit einer vermehrten Wirbelbildung zu rechnen ist, was sie

Soll die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Außenumfanges des Stators 4 gegenüber der Eintrittsgeschwindigkeit werden, so können die Stege 9 nach außen hin konvergieren, wie dies in Fig. 6 angedeutet ist. Auch in diesem Fall ist der Winkel  $\alpha$  zwischen den vertikalen Stegen 9 der einzelnen Strömungskanäle auf höchstens  $7^\circ$  zu begrenzen. Das Ausführungsbeispiel nach der Fig. 6 zeigt die Mindestanzahl von zwölf Strömungskanälen.

Mit Hilfe der dargestellten Belüftungsvorrichtung gelingt es durch die besondere Ausbildung des Stators Flüssigkeit über größere Grundflächen gleichmäßig zu belüften, wobei sich diese Belüftungsvorrichtungen vor allem für den Einsatz bei der submersen Essiggärung, bei der Hefeherstellung oder bei der Abwasserreinigung anbieten.

Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel einer Belüftungsvorrichtung beschränkt. So können beispielsweise sehr unterschiedlich aufgebaute Rotoren eingesetzt werden, wobei es z.B. möglich ist, Flüssigkeit nicht nur entsprechend Fig. 1 einseitig, sondern beidseitig des Rotors anzusaugen. Die Rotorkonstruktion kann auch so ausgeführt werden, daß die Luft von unterhalb des Rotors angesaugt werden kann, und daß der Motor in Form eines Tauchmotors bekannter Ausführung im Behälter über dem Rotor montiert wird. Natürlich kann auch jedes andere Gas als Luft angesaugt und in irgend einer gegebenen Flüssigkeit verteilt werden. In Abhängigkeit von der Rotorausbildung ist dann die Neigung der Strömungskanäle 8 gegenüber der radialen Richtung festzulegen, wobei die Anzahl der Strömungskanäle in Abhängigkeit von der Neigung der Strömungskanäle und dem Behälterdurchmesser zu wählen ist. Dementsprechend können zwölf oder mehr Strömungskanäle vorgesehen sein. Darüber hinaus können benachbarte Stege 9 unmittelbar nebeneinander angeordneter Strömungskanäle 8 durch einen gemeinsamen Zwischenkörper gebildet werden, der in seinem Grundriß keilförmige Gestalt aufweist. damit wiederum die vertikalen Begrenzungsflächen jedes Strömungskanales zumindest im wesentlichen parallel verlaufen.

## Patentansprüche

1. Belüftungsvorrichtung für Flüssigkeiten, bestehend aus einem im Bodenbereich eines Behälters angeordneten, Luft und Flüssigkeit ansaugenden Rotor (2) mit vertikaler Drehachse und aus einem den Rotor (2) umgebenden Stator (4), der einen geschlossenen Kranz von im Querschnitt rechtwinkligen Strömungskanälen (8) mit je einer Eintrittsöffnung für das Flüssigkeit-Luftgemisch aufweist, wobei die Strömungskanäle (8) gegenüber der Radialrichtung in Drehrichtung des Rotors (2) geneigt sind, dadurch gekennzeichnet daß zumindest zwölf vorgesehen sind, die Strömungskanäle (8) zumindest zwölf vorgesehen sind, die durch keilförmige Zwischenräume voneinander getrennt sind, deren Scheitel zwischen den unmittelbar benachbarten Eintrittsöffnungen liegen, und daß die vertikalen Begrenzungsflächen eines jeden Strömungskanales (8) parallel verlaufen oder unter einem Winkel von höchstens  $7^\circ$  konvergieren oder divergieren.
2. Belüftungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle (8) durch auf einer Ringscheibe (13) ausgesetzte U-Profile (12) gebildet sind.

## Claims

1. A device for aerating liquids comprising: a rotor (2) whose rotational axis is vertical and which is disposed near the bottom of a tank and which intakes air and liquid; and a stator (4) which extends around the rotor (2) and has a closed ring of right-angled cross-section flow ducts (8) each having an entry for the liquid-air mixture, the flow ducts (8) being inclined relatively to the radial direction in the direction of rotation of the rotor (2), characterised in that at least twelve flow ducts (8) are provided which are separated from one another by wedge-shaped gaps whose vertices are disposed between the immediately adjacent inlets, and the vertical boundary surfaces of each flow duct (8) either extend parallel to one another or converge or diverge at an angle of at most  $7^\circ$ .
2. A device according to claim 1, characterised in that the flow ducts are embodied by channel-section members (12) placed on an annular disc (13).

## Revendications

1. Dispositif d'aération pour des liquides, comprenant un rotor (2) à axe de rotation vertical disposé dans la zone du fond d'un récipient et aspirant de

l'air et du liquide, et un stator (4) qui entoure le rotor (2) et qui présente une couronne fermée de canaux d'écoulement (8) de section rectangulaire présentant chacun une ouverture d'entrée pour le mélange liquide-air, les canaux d'écoulement (8) étant inclinés dans le sens de rotation du rotor (2) par rapport à la direction radiale, **caractérisé** par le fait qu'il est prévu au moins douze canaux d'écoulement (8) qui sont séparés les uns des autres par des espaces intermédiaires en forme de coin dont les sommets sont situés entre les ouvertures d'entrée immédiatement voisines les unes des autres, et que les surfaces de délimitation verticales, de chacun des canaux d'écoulement (8) sont parallèles ou convergent ou divergent sous un angle de 7° au maximum.

2. Dispositif d'aération suivant la revendication 1, **caractérisé** par le fait que les canaux d'écoulement (8) sont formés par des profilés (12) en U rapportés sur un plateau annulaire (13).

5

10

15

20

25

30

35

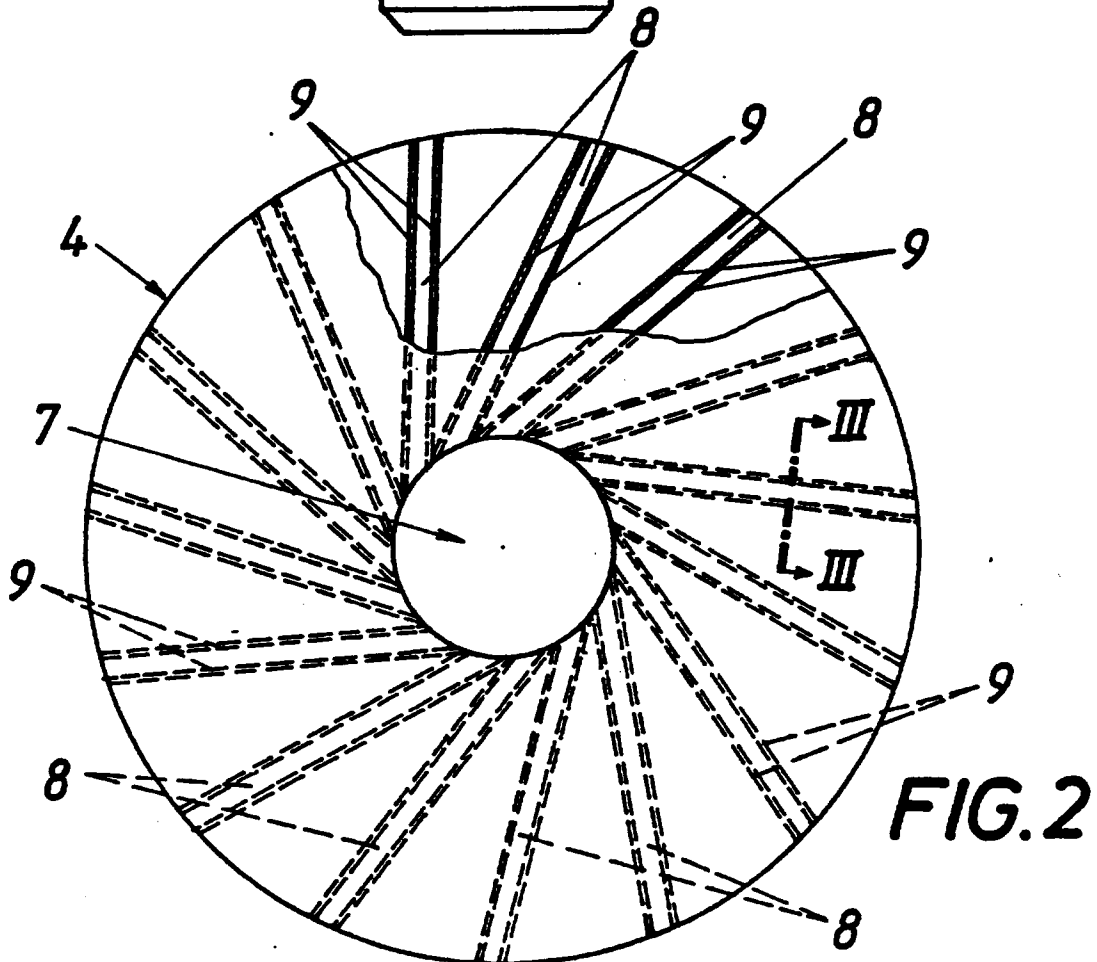
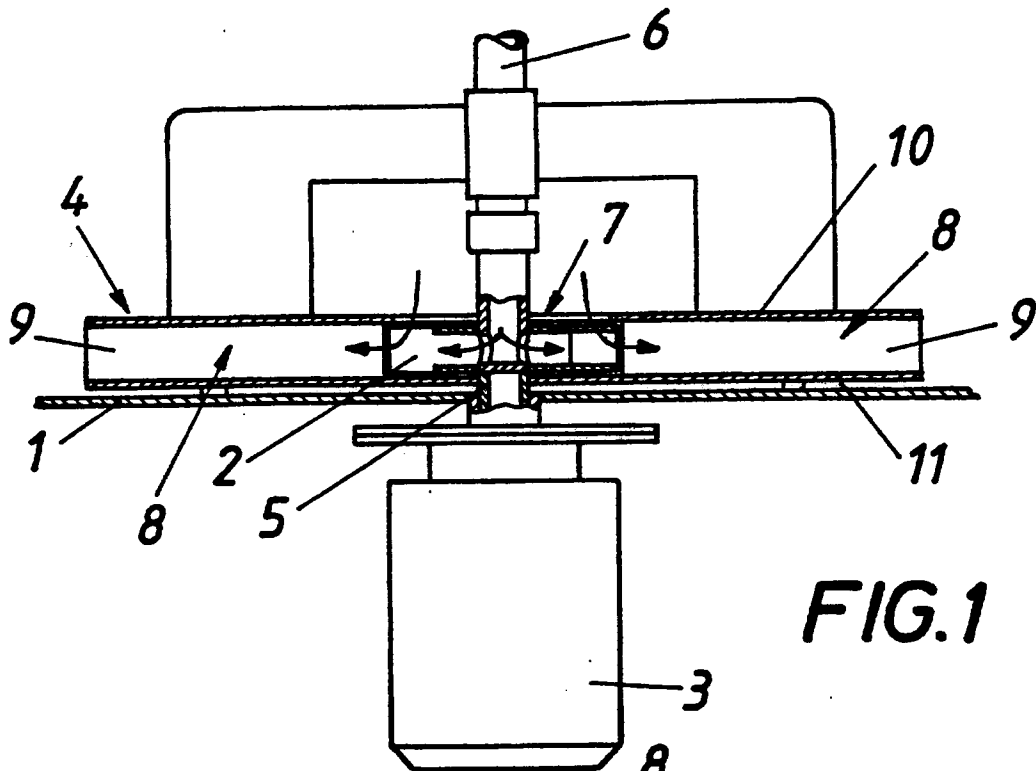
40

45

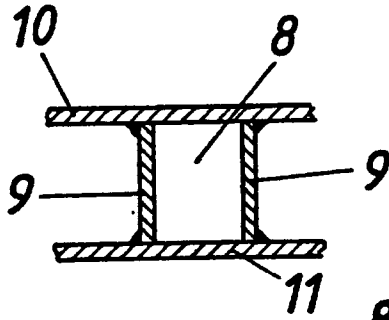
50

55

5



**FIG. 3**



**FIG. 4**

