

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F24F 12/00, F28D 19/04	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/15784 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. April 1998 (16.04.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/05502 (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Oktober 1997 (07.10.97) (30) Prioritätsdaten: 196 41 318.4 8. Oktober 1996 (08.10.96) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: STOLZ, Oleg [DE/DE]; Thürmchenswall 25, D-50668 Köln (DE). (74) Anwälte: RAU, Manfred usw.; Königstrasse 2, D-90402 Nürnberg (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

(54) Title: REGENERATIVE HEAT EXCHANGER

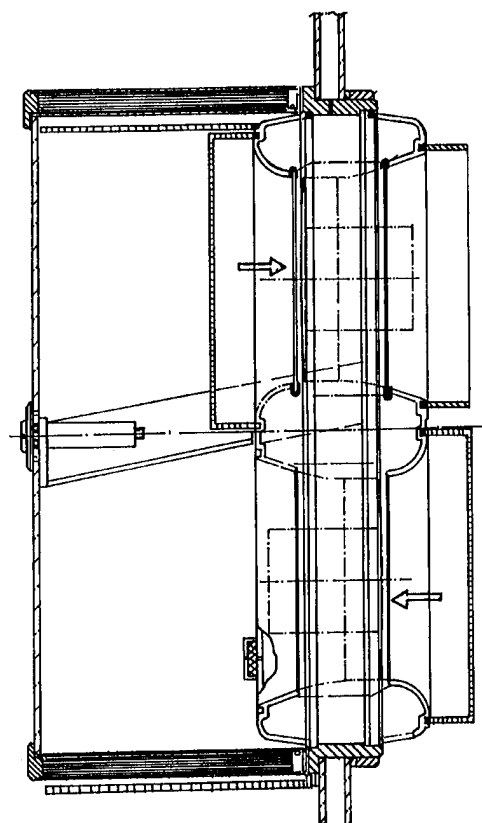
(54) Bezeichnung: REGENERATIVER WÄRMETAUSCHER

(57) Abstract

A counterflow heat exchanger for gaseous media, especially an air heat exchanger, for the ventilation of air in buildings comprising a heat exchanger drum through which heat emitting and heat absorbing gaseous media flow alternately. Active surfaces of said drum are composed of a multilayered network in which at least one ventilator provides an incoming air flow and another provides an outgoing air flow. Heat exchanger drum substantially forms the fixed outer limit of the device and has the advantage of being driven by a turbulent regime air flow.

(57) Zusammenfassung

Bei einem regenerativen Gegenstrom-Wärmetauscher für gasförmige Medien, insbesondere Luftwärmetauscher für die Raumbelüftung von Gebäuden, mit einer in wechselnder Folge von dem wärmeabgebenden und dem wärmeaufnehmenden gasförmigen Medium durchströmten Wärmetauscher-Trommel, deren aktive Oberfläche aus einem mehrschichtigen Netz besteht, wobei wenigstens je ein Ventilator einen Zuluft- und einen Abluftstrom erzeugt, ist vorgesehen, daß die Wärmetauscher-Trommel im wesentlichen die äußere feste Gerätebegrenzung bildet, wobei vorteilhafterweise der Antrieb der Wärmetauscher-Trommel durch einen drallbehafteten Luftstrom erzeugt wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

- 1 -

Regenerativer Wärmetauscher

- 5 Der Lüftungsenergieanteil in Gebäuden beträgt nach der neuen Wärmeschutzverordnung 1995 bis zu 70 % der Heizenergie. Könnte man die Lüftungswärme wirksam rückgewinnen, ließen sich in der BRD jährlich ca. 15 Mio. Tonnen Heizöl einsparen.
- 10 Zielsetzung dieser Erfindung war es, ein Lüftungssystem mit sehr hoher Wärmerückgewinnung zu entwickeln, welches weitgehend von jedermann genutzt werden kann, um obige Einsparungen zu ermöglichen.

- Nach Möglichkeit sollte dieses System alle oder die meisten lüftungsbedingten Nutzerwünsche erfüllen können, d.h. für den Winterbetrieb soll die
- 15 Frischluft warm, im Sommerbetrieb soll die Frischluft gekühlt in den Raum eingebracht werden können. Weiter soll die Frischluft in ausreichenden Masse gefiltert werden. Im Winter sollte auch die Möglichkeit bestehen, die Frischluft angefeuchtet in den Raum einzubringen, nicht jedoch im
- 20 Sommer.

- Des weiteren mußte gefordert werden, daß ein derartiges Lüftungssystem Leistungen erbringen kann, die ein übliches Öffnen der Fenster nicht mehr nötig machen, so daß die hohe mögliche Wärmerückgewinnung auch wir-
- 25 kungsvoll greifen kann.

Aus energetischen Überlegungen und auch praktischen Erwägungen heraus ergibt sich in jedem Fall ein dezentrales kanalloses Lüftungssystem, wel-

ches auch nachträglich in vorhandene Fensterscheiben eingebaut werden können muß, zumindest als Regellösung. Nur dann kann gewährleistet werden, daß das Lüftungssystem in seiner Gesamtheit so preiswert gestaltet werden kann, daß es der üblichen Fensterlüftung sogar ökonomisch überlegen ist, und erst dadurch das gesetzte Ziel überhaupt erreichbar erscheint.

Bei der Problemlösung zeigte es sich, daß das vordergründig schwierig erscheinende Teilproblem, nämlich eine Wärmerückgewinnung von beispielsweise 90 %, klein war im Vergleich zu den anderen hierbei auftretenden Problemen.

Die eigentlichen Probleme liegen in der Nutzerakzeptanz. Von dieser Seite aus gesehen, unter Voraussetzung des oben erwähnten Fenstereinbaues, wären die idealen Geräteeigenschaften vom Nutzer aus gesehen in etwa folgende:

Das Gerät soll wenig kosten, unsichtbar, so klein wie möglich und wartungsfrei sein, eine lange Lebensdauer besitzen, unhörbar sein, keinen Zug machen und wenig Strom verbrauchen.

Erfindungsgemäß wird versucht, zumindest ansatzweise, diese acht extremen Nutzerwünsche zu erfüllen.

Infolge der geringen Abmessungen, des Fenstereinbaues, der hohen Wärmerückgewinnung, des geringen Eigenenergiebedarfes, der relativ hohen Wartungsfreiheit, der hohen Lebensdauer konnte dieser Punkt für den Nutzer zumindest mittelfristig gelöst werden.

- 3 -

Die meisten Elemente können glasklar durchsichtig gestaltet werden, so daß eine hohe Transparenz erzielt wird. Wesentlichen Anteil hat hierbei die Wärmetauscherkonstruktion gemäß der deutschen Patentanmeldung P 42 41 984, welche eine geringe Bautiefe in Durchströmrichtung gestattet
5 und im Innenbereich der Wärmetauschertrommel durchsichtig sein kann.

Eine aus dem Stand der Technik bekannte Konstruktion nach P 42 41 984 gestattet in einer Beziehung an die Grenze des theoretisch Möglichen heranzukommen. Für die tatsächliche Baugröße ergeben sich dann natürliche
10 Grenzen, welche durch den Antrieb der Wärmetauschertrommel, die lärm-mäßige Güte, den Wirkungsgrad und die Baugröße der verwendeten Ventilatoren bestimmt wird. Durch teilweises Ausnutzen des inneren Trommel-raumes für die Ventilatoren in Verbindung mit entsprechenden strömungsformenden Elementen kann auch die axiale Baugröße kurz gehalten wer-
15 den, so daß ein Fenstereinbau ohne wesentlich vorstehende Teile möglich wird.

Erfindungsgemäß werden in der Konstruktion keinerlei verschleißende Elemente eingesetzt. Sämtliche Bewegungsabdichtungen sind als Spalt-
20 dichtungen hoher Präzision ausgeführt. Die Lagerung der Wärmetauschertrommel erfolgt im Gegensatz zu der P 42 41 984 statt mit Laufrädern magnetisch. Durch die besondere Lagerungsart, sowohl der magnetischen als auch der Zentrallagerung, wird einerseits eine extrem hohe Lebenserwartung als auch ein sehr einfaches Handling bei Reinigungsarbeiten und die
25 Möglichkeit des Verzichtes eines separaten Trommelantriebes und der dazugehörigen Trommeldrehzahlregelung erreicht.

Das Trommelantriebsdrehmoment wird dadurch so gering, daß bereits der im Abstrom des Frischluftaxialventilators enthaltene Drall dieses Drehmoment leicht liefert.

- 5 Dieser Drall kann in dreierlei Hinsicht genutzt werden, und zwar zunächst zur Überwindung des Reibmomentes. Weiterhin zur Überwindung des Abluftstromdrehmomentes: Tritt die Abluft durch den Wärmetauscher hindurch, wird ihr ein Drall aufgeprägt entsprechend der Rotationsgeschwindigkeit des Wärmetauschers. Diese Drallaufprägung bremst die Rotation
- 10 ab. Letztlich noch zur automatischen Anpassung der Rotordrehzahl an den Luftdurchsatz: Ausgehend von einem bestimmten Betriebszustand, der durch die augenblicklichen Luftmengen und einer bestimmten Rotationsgeschwindigkeit gekennzeichnet sei, also Gleichgewichtszustand zwischen antreibendem und bremsenden Moment, wird bei Erhöhung beider Luft-
- 15 mengen ein höheres Antriebsmoment für den Frischluftventilator benötigt.

- Dieses höhere Antriebsmoment steht nun dem Trommelantrieb zur Verfügung. Die Trommel wird dadurch drehbeschleunigt, und zwar solange, bis das ebenfalls jetzt zunehmende Abluftmoment wieder so groß ist wie das
- 20 Antriebsmoment. Der Zusammenhang ist bei Vernachlässigung der Reibung Volumenstromproportional, und genau dies wird für den Drehantrieb benötigt. Die natürliche Drehzahl liegt bei Wahl eines bestimmten Betriebszustandes und eines bestimmten Ventilators für eine gegebene Trommelabmessung fest, zumindest dann, wenn man nicht durch ein zusätzli-
- 25 ches Leitelement einen extra Drall erzeugt, was jedoch möglich wäre, aber nicht nötig ist. Die benötigte Wärmekapazität (Speichervermögen) des Wärmetauschers liegt damit auch unter Berücksichtigung weiterer Randbe-

dingungen fest. Damit ergibt sich dann die benötigte Dicke des Wärmetauschers und damit auch die Netzstrukturgröße.

Die Lebensdauer wird in erster Linie nur durch das Lageröl der Gleitlager
5 der Ventilatoren vorläufig begrenzt. Diese Lager werden deshalb so kalt
wie möglich gehalten und Erwärmung durch den Motor wird durch hohen
Wirkungsgrad niedrig gehalten. Weil trotzdem nach ca. 10 - 15 Jahren hier
Wartungsarbeiten nötig sind, und ein teurer Kundendienst vermieden wer-
den soll, werden Laufrad samt Lagerung zu einer steckbaren Einheit ge-
10 macht, welche nur durch die in dieser Einheit sowieso vorhandenen Perma-
nentmagnete axial durch den Stator des Außenläufermotors fixiert werden.
Diese Einheit kann dann bei Bedarf werkzeuglos innerhalb von Sekunden
vom Nutzer gewechselt werden. Ebenso ist es dadurch leicht möglich, den
Laufring und auch das Laufrad selbst bequem zu Reinigen. Das Zentralla-
15 ger, vorzugsweise ein kleines Kugellager, kann bei Bedarf ebenfalls vom
Nutzer selbst leicht gewechselt werden. Die Standzeit dieses Lagers liegt
wegen der sehr geringen Belastung und den niedrigen Temperaturen in der
Größenordnung von 30 Jahren. Das Zentrallager verbleibt beim notwendi-
gen Reinigen des Wärmetauschers in in der Quertraverse, so daß dieses
20 Lager nie mit Feuchtigkeit belastet wird.

Durch Einführung eines aerodynamischen Rotorantriebs kann auf eine zu-
sätzliche Lärmquelle verzichtet werden, welche vor allem bei niedrigen
Geräuschpegeln dominierend sein kann. Des weiteren kann durch drall-
25 nehmende Elemente vor den Ansaugöffnungen der Ventilatoren und durch
sorgfältige Ausbildung der Einströmdüsen, dünne, vom Laufrad weiter ent-
fernte Stege und aufnahmeleistungsmindernde Diffusoren sowie durch kör-
perschallmindernde Massnahmen die Geräuschquellen weiter reduziert

- werden. Der Wärmetauscher selbst wirkt letztendlich durch die beiden Lochbleche und das wärmeübertragende Netz als wirksamer Schalldämfer. Zudem ist im Innenraum der Trommel noch Platz, welcher noch teilweise mit Schallabsorbern gefüllt werden kann, natürlich unter teilweiser Aufga-
- 5 be der Durchsichtigkeit. Durch die Einführung der drallnehmenden Strömungsgleichrichter kann die Strömung trotz beengter Verhältnisse wieder geordnet werden. Nicht zuletzt sind die Ventilatoren und der Wärmetauscher im geräuschoptimalen Betriebsbereich aufeinander abgestimmt.
- 10 Durch das Weglassen eines Gehäuses entsteht der größtmögliche Ausströmquerschnitt. Infolge der radialen Ausströmung baut sich die restliche Geschwindigkeit sehr rasch ab. Um ein Hochströmen in den Absaugbereich und damit einen teilweisen Strömungskurzschluß zu verhindern, wird ein Strömungsgleichrichter am Auslaß, ebenfalls magnetisch fixiert (am
- 15 Fenstereinbauring), vorgesehen. Dieser nimmt auch gleichzeitig den Drall weg. Die sich ergebende Strömung sinkt dann praktisch langsam nach unten, so daß dieses Lüftungssystem praktisch wie ein vorteilhaftes Quellsystem wirken kann. (Die einströmende Frischluft ist immer etwas kälter als die Raumluft, auch im Sommer, da ja auch mit diesem Gerät gekühlt
- 20 werden kann.)

Alle Maßnahmen, welche der Lärminderung dienen, wirken gleichzeitig aufnahmeleistungsmindernd. Verwendung von kollektorlosen Gleichstrommotoren.

25

Nach Abnahme des Wärmetauschers kann dieser in einer Badewanne mit kaltem Wasser und Reinigungsmittel leicht durch hin und herrollen gereinigt werden. Halbjährlich kann eine Intensivreinigung mit Salzwasser in

- gleicher Weise durchgeführt werden. Das Gerät ist auf Grund der Einbaumöglichkeit in die Fensterscheibe von allen Seiten zugänglich und damit voll reinigbar, selbst die Laufräder und der Laufring. Der zwischen den Ventilatoren liegende Bereich (Acrylglas), welcher normalerweise nicht
- 5 zugänglich sein kann, aber dennoch Verbindung zur Luft haben muß (Volumenänderung der Luft bei Umgebungstemperaturen von -30 °C bis +40 °C, Drücke), und deshalb staubgefährdet ist, wird über eine einzige kontrollierbare Öffnung mit entstaubter und entfeuchteter Luft versorgt.
- 10 Durch Ausführung der durchsichtigen Ventilatorenhalterungen aus Acrylglas wird neben den optischen Vorzügen auch gleichzeitig die bakterien- und pilzvernichtende Wirkung des UV-Anteils des Sonnenlichts dem Wärmetauscher zur Verfügung gestellt. Des weiteren kann dem Wärmetauscher über zwei axiale hochspannungsführende Drähte im raumseitigen Abluftbe-
- 15 reich Ozon zugeführt werden. Dieses befreit das Wärmetauschergewebe wirkungsvoll von Geruchstoffen und gelangt direkt in die Außenluft. Da der Wärmetauscher sich unter den Drähten bewegt, wird er auf seiner gesamten Fläche gereinigt. Die lokale Ozonkonzentration kann dabei sehr hoch liegen, während die Konzentration in der Abluft selbst niedrig sein
- 20 kann. In die Raumluft selbst gelangt kein Ozon.

Die Reinigungs- und Wartungsarbeiten können durch magnetische Fixierung aller Elemente praktisch werkzeuglos durchgeführt werden.

- 25 Für den Winterfall ist es wünschenswert, auch einen größeren Teil der Abluftfeuchte rückzugewinnen. Im Sommerfall dagegen ist dies nicht wünschenswert. Eine Möglichkeit wäre, zwei Trommeln mit unterschiedlichen Netzmaterialien zu verwenden, das eine Material mit absorbierenden Ei-

genschaften, z. B. Perlon, das andere mit neutralen Eigenschaften, z. B. Polyethylen.

Zur Kühlung wird die Verdunstungskühlung in Verbindung mit der Kapi-
5 larwirkung von Geweben für den Wassertransport ausgenutzt. Die Abluft
wird, bevor sie in den Wärmetauscher gelangt, durch ein feuchtes Baum-
wollgewebe mit einer Struktur ähnlich wie das Wärmetauscher-Netz ge-
saugt. Als brauchbar hat sich hierbei ein Verbandsgewebe erwiesen. Etwa
vier Lagen reichen für eine ca. 98 % Luftbefeuchtung aus. Beim Durchtritt
10 durch dieses Gewebe kühlt sich die Abluft praktisch auf Kühlgrenztempe-
ratur ab. Die kalte Abluft gelangt dann in den Wärmetauscher und kühlt
diesen ebenfalls ab. Die Frischluft wird beim Durchtritt dann ebenfalls fast
bis auf diese Temperatur heruntergekühlt, ohne dabei zusätzlich Feuchte
aufzunehmen. Durchschnittlich gelangt die Frischluft etwa 6 °C kälter als
15 die Abluft in den Raum.

Die Wasserversorgung des Gewebes erfolgt folgendermaßen:

Über ein schwimmergesteuertes Wasserventil, welches über einen dünnen
20 Schlauch direkt mit dem Wasserleitungsdruckwasser versorgt wird, wird
der Wasserstand in mehreren U-förmigen Kanälen, welche zueinander
parallel und in einer Höhe verlaufen und miteinander kommunizieren, un-
gefähr konstant gehalten.

25 Die U-förmigen Kanäle sind an ihren stirnseitigen Enden verschlossen. Die
U-Kanäle sind in einem flachen waagrechten Rahmen derartig gefaßt, daß
die obere Rahmenfläche bündig mit den oben offenen U-Kanäle abschließt,
wobei die Enden der U-Kanäle noch etwa 10 mm in den Rahmen einmün-

den. Auf diesen Rahmen kann jetzt ein passend geschnittenes mehrlagiges Baumwollgewebe flach aufgelegt werden.

- An den Stellen, wo die Kanäle sich befinden, wird eine passende Stange
5 eingelegt, welche das Gewebe in die wassergefüllten Kanäle taucht. Der
lichte Abstand der U-Kanäle wird so gewählt, daß die kapillare Wasser-
transportleistung der Verdunstungsmöglichkeit entspricht (ca. 4 - 6 cm).
Mit diesem Verdunstungsrahmen, welcher in Verbindung mit einer sam-
melnden und in etwa dichtenden Luftkanalkonstruktion auf den Fensterring
10 aufgesetzt werden kann, ist ein leichtes Reinigen des verdunstenden
Baumwollgewebes gewährleistet. Ebenfalls aus diesem Grund kann mit
normalem nichtentkalkten Leitungswasser gekühlt werden. Zu starker stö-
render Kalkbesatz kann aus dem Gewebe mit Essig entfernt werden.
- 15 Das Auflegen des Gewebes ist sehr einfach und die Dichtigkeit des Gewe-
beanschlusses an den Rahmen ist voll gewährleistet. Die Größe des Rah-
mens wird so gewählt, das der Strömungsdruckverlust nur ca. 1 - 3 Pa be-
trägt. Deshalb ist es auch nicht notwendig, den Luftkanal um die rotierende
Trommel absolut dicht ausführen zu müssen. Spaltdichtungen sind voll aus-
20 reichend.

- Der Vorteil der beschriebenen Anordnung ist der, daß die Kühlung bis auf
den kleinen zusätzlichen Druckverlust ohne Fremdenergie betrieben wer-
den kann und mit minimalen gerade nötigen Wassermengen auskommt und
25 eine weitere Regelung nicht nötig ist. Weiter ist vorteilhaft, daß für die
Wasserversorgung wegen der geringen Mengen ein Schlauch von weniger
als 1 mm lichter Weite verwendet werden kann, welcher nahezu unsichtbar
und schnell verlegt werden kann.

Die Ausführung der Konstruktion erfolgt vorzugsweise aus durchsichtigem Kunststoff.

- 5 Der beschriebene Verdunstungsrahmen wird vorzugsweise gefaltet ausgeführt, so daß mit geringer Baubreite der erforderliche Strömungsquerschnitt erhalten wird.

- 10 Das Gerät muß in einem Temperaturbereich von -30 °C bis +40 °C einwandfrei arbeiten, wobei Teile des Gerätes unabhängig von der Außentemperatur jeweils auf Raumtemperaturniveau sich befinden, während gleichzeitig andere Teile Außentemperatur annehmen.

- 15 Aufgrund der Nutzerakzeptanz und des Fensterscheibeneinbaues muß das Gerät durchsichtig, klein und leise und trotzdem hohen Wirkungsgrad und hohe Lüftungsleistung besitzen (Baugröße ca. 380 mm bei 200 mm raumseitiger Bautiefe und 80 - 200 m³/h Frischluft bei $\geq 90\%$).

- 20 Dies bedeutet, daß innerhalb des Gerätes mit sehr großen Temperaturunterschieden und Ausdehnungen zu rechnen ist.

- 25 Bei dem angestrebten hohen Wirkungsgrad von ca. 90 % und der kleinen Baugröße bereitet es Schwierigkeiten, unter den gegebenen Randbedingungen eine betriebssichere Abdichtung über diesen Temperaturbereich zu erhalten.

Eine Abdichtung, nämlich die zwischen Rotor und Einbauring ist besonders kritisch, da die Luftmenge, welche hier durchströmt, nicht am Wärmeaus-

tausch teilnimmt. Wenn 1 % der Luftmenge hier durchströmt, sinkt der Wirkungsgrad ebenfalls bereits um ca. 1 %, d. h. die eigentliche Wärmeübertragungsgüte muß 91 % statt 90 % betragen. Dies wiederum bedeutet ca. 10 % größeren Wärmeaustauscher. Da auch noch andere wirkungs-

5 gradmindernde Faktoren hereinspielen, liegt letzter Wert sogar noch höher. Dies würde bei einem weniger effizienten Gerät kaum eine Rolle spielen, wird aber bei einem hocheffizienten Gerät wesentlich. Bei einem hocheffizienten Gerät spielt es dafür für den Lüftungsenergieverbrauch keine Rolle, ob viel oder wenig oder keine Lüftung erfolgt, d. h. es ist bei einem derarti-

10 gen Gerät keine Luftmengenregelung oder Luftqualitätsüberwachung mehr nötig. Bei einem niedereffizienten Gerät dagegen sind solche Regelungen noch sinnvoll und notwendig. Bestimmte Teile des Gerätes, nämlich alle raumseitigen Oberflächen, sind der Raumtemperatur und Raumluftfeuchtigkeit ausgesetzt. Die inneren Oberflächen des Gerätes sind alle den Außenluftbedingungen ausgesetzt.

15

Werden keine besonderen Maßnahmen ergriffen, können an der raumseitigen Oberfläche Kondensationserscheinungen und Eisbildung auftreten, welche dem schwachen aerodynamischen Antrieb Schwierigkeiten bereiten

20 können.

Da der angesprochene kritische Dichtspalt ca. 0,3 mm oder kleiner sein sollte, werden hohe Anforderungen an die gesamte Konstruktion gestellt, hinsichtlich Fertigungsqualität, Montagequalität, Lagerungsqualität etc. Die

25 getroffenen Maßnahmen lassen sich in zwei Gruppen unterteilen.

Die eine Gruppe beinhaltet Maßnahmen, welche für die eigentliche Funk-

- 12 -

tion nötig sind, die andere dient der Lärminderung und der Wartungsfreundlichkeit.

1. Aerodynamischer Antrieb der Wärmetauschartrommel

5 Ausgenutzt wird der Drall, welchen der Frischluftventilator axialer Bauart naturgemäß der Luft aufprägt. Diese Lufttrehung wird durch das Wärmetauschernetz abgebremst, da es selbst wie ein Turbinengitter wirkt. Der Drehimpuls bewegt damit den Wärmetauscher. Dieses Prinzip läßt sich natürlich auch auf andere regenerative Wärmetauscher mit Drehantrieb
10 übertragen, wenn eine entsprechend leichtgängige Lagerung vorgesehen ist. Ebenfalls kann dieses Prinzip bei vollkommen passiven Wärmetauscherelementen durchgeführt werden, wenn durch eine statische drallerzeugende Maßnahme der Luft eine Umfangskomponente erteilt wird. Weiter vorteilhaft ist bei diesem Drehantrieb, daß sich die Drehgeschwindigkeit automa-
15 tisch an die Luftmenge anpaßt. Da das Antriebsdrehmoment sehr klein ist, besteht die Gefahr, daß z. B. Insekten, welche in die seitlichen Dichtspalte gezogen werden, den Antrieb zum Erliegen bringen könnten. Diesem kann aber leicht dadurch begegnet werden, daß die Schwungmasse des Rotors ausreichend groß gemacht wird und die Ansaugwabe klein genug (3 mm
20 reichen aus). In zwei Jahren wurde jedenfalls noch kein Stillstand des Rotors beobachtet, so daß sich dieser Antrieb als außerordentlich zuverlässig erwiesen hat.

2. Verzicht auf vollkommene Abdichtung zwischen Frischluft und Abluft-

25 kammer an den Längstraversen

Es kann ohnehin nicht verhindert werden, daß aus dem Frischluftbereich Luft in den Abluftbereich hinübergedrückt wird, gleichgültig wie die wärmeübertragende Konstruktion ist. Bei einer geschlossenzelligen Bauart

wird Luft mindestens durch die Drehbewegung übertragen, bei einer offenzelligen Bauart, wie sie bei dem verwendeten Netz letztendlich vorliegt, strömt Luft in Umfangsrichtung von der Kammer hohen Druckes in die Kammer niederen Druckes. Mit einer ausreichend langen Strömungsweglänge kann dieser Verlust minimiert werden, wobei es hier tatsächlich ein echtes Optimum gibt, wenn man bedenkt, daß die Dichtungsweglänge von der wirksamen Wärmetauscherlänge (Umfang) abgezogen werden muß. Deshalb wird nur eine einfache Spaltdichtung vorgesehen, deren Spaltmaß nur durch die Fertigungsqualität und mögliche Rotorbewegungen limitiert wird. Bei der angegebenen Gerätegröße liegt das Spaltmaß bei 0,5 mm und die Dichtspalllänge bei 35 mm. Der Verlust durch den Spalt bedingt im Prinzip nur eine entsprechende Mehrförderung der Ventilatoren, aber keine Wirkungsgradminderung. Vorteilhaft ist bei dieser Maßnahme, daß dadurch der aerodynamische Drehantrieb erst ermöglicht wird und außerdem die Dichtung verschleißfrei arbeitet.

3. Ausbildung der Längstraversen als Steuerorgan für die Luftbeaufschlagung des Wärmetauschers

Der Wärmetauscher wird oben und unten mit unterschiedlichen lokalen Luftmengen beaufschlagt. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß beispielsweise der Frischluftstrom in Frontscheibennähe einen höheren dynamischen Druckanteil hat als in Einbauringnähe. Deshalb wird der Wärmetauscher abhängig von der axialen Position mit unterschiedlichen Luftmengen beaufschlagt. Auf der Abluftseite geschieht ähnliches. Durch entsprechende Ausbildung der Längstraversen kann erreicht werden, daß die Luftmengen auf einer axialen Position für Frischluft und Abluft gleich groß sind, ohne daß hierfür Wärmetauscherfläche verloren geht. Die genaue

Auslegung der Quertraversen ist jedoch erst nach entsprechender Vermessung der lokalen axialen Wirkungsgrade möglich.

4. Verwendung von Glas für den raumseitigen Trommelabschluß

- 5 Die Scheibe verwölbt sich infolge der Temperaturunterschiede (Bimetalleffekt). Glas, im Gegensatz zu einem denkbaren Kunststoff, hat eine 5-fach höhere Wärmeleitfähigkeit und etwa eine 7-fach kleinere Wärmeausdehnung, woraus insgesamt eine 35-fach geringere Verwölbung folgt. Eine Verwölbung würde den kritischen Dichtspalt verringern und die Trommel
- 10 anstreifen lassen, da die axiale Fixierung der Trommel von der Scheiben-
seite aus erfolgt.

5. Axiale Fixierung der Trommel in der Ebene der Glasscheibe

- Gemäß dem Stand der Technik wird es als vorteilhaft angesehen, die axiale
- 15 Fixierung der Trommel in der Nähe des kritischen Dichtspaltes vorzunehmen und die Zentrallagerung axial frei verschiebbar zu halten. Die Gründe hierfür waren die erwähnte Scheibenverwölbung und die Ausdehnung der Längstraversen. Abweichend hiervon ist es im Falle einer Magnetlagerung vorteilhaft, die axiale Fixierung gegenteilig vorzunehmen, also diese Positionierung ins Zentrallager zu verlegen. Damit wird bewirkt, daß die Ma-
- 20 gnetlagerung ungeregelt einfach mit Permanentmagneten erfolgen kann und in sich stabil ist. Zum Ausgleich der thermischen Längenänderungen der Längstraversen und der restlichen Scheibenverwölbung wird eine außen-
temperaturabhängige Kompensationsvorrichtung vorgesehen, (Kunst-
- 25 stoffrohr mit hohem Ausdehnungskoeffizienten), welche das Zentrallager axial relativ zur Quertraversenposition verschiebt.

6. Magnetlagerung

Die Magnetlagerung ist an der Stirnseite des offenen Endes der Trommel praktisch axial wirkend angeordnet und kann trotzdem radiale Kräfte aufnehmen. Erreicht wird dies dadurch, daß das im Einbauring angeordnete magnetische Gegensystem im Durchmesser etwa 1 mm kleiner gemacht wird. Die Trommel kann um die Zentrallagerung nur Kippbewegungen innerhalb eines Kegels ausführen, wobei die Kegelspitze in der Zentrallagerung liegt. Bei richtiger Dimensionierung von Dichtspalt und erwähntem Durchmesserunterschied wird eine stabile Lagerung dadurch erreicht, daß bei einer Kippbewegung der Trommel nach unten die Magnete oben sich annähern und damit die Bremsungskräfte zunehmen und damit der Kippbewegung entgegenwirken. Gleiches im umgekehrten Sinn erfolgt auf der gegenüberliegenden Seite (unten). Bei gleicher Kippbewegung entfernen sich die Magnete und das gegenwirkende Gesamtdrehmoment um den zentralen Drehpunkt wird weiter vergrößert. Eigentlich wirkt die magnetische Gegenlagerung im unteren Bereich tragkraftmindernd, aber die gesamte Magnetlagerung wird dadurch erheblich steifer und unempfindlicher gegenüber temperaturabhängigen Änderungen der magnetischen Eigenschaften (ca. 10 %). Berücksichtigt werden muß auch die Betriebslast, welche sich aus dem Rotorgewicht (hier 27 N) und den variablen Drücken in den Zuluft und Abluftkammern zusammensetzt (hier 0 - 9 N). Unter all diesen Umständen muß die Lagerung ausreichend sicher sein und der kritische Dichtspalt darf sich nur um ca. 0,1 mm ändern.

25 7. Lochblech

Es ist die Verwendung eines zweiten äußeren Lochbleches, welches in thermischen Kontakt mit den stirnseitigen Ringen steht und eines ersten Lochbleches, auf den der Wärmetauscher aufgewickelt ist, und der ther-

misch und mechanisch von den stirnseitigen Ringen entkoppelt ist, vorgesehen. Die primäre Aufgabe des zweiten Lochbleches besteht darin, die stirnseitigen Ringe auf Raumtemperatur zu halten, um Kondensationerscheinungen und Eisbildung an der Magnetlagerung zu verhindern. Das

5 Lochblech wirkt als relativ guter Wärmeaustauscher und befindet sich praktisch auf Raumtemperatur. Die damit verbundenen Ringe und die stirnseitige Magnetlagerung werden so auch auf Raumtemperatur gehalten. Wenn der stationäre Teil der Magnetlagerung ebenfalls vom Einbauring thermisch isoliert wird, bestehen keinerlei Probleme mehr, welche durch

10 Kondensation und Eisbildung auftreten könnten. Da das äußere Lochblech in thermischen Kontakt mit den stirnseitigen Ringen steht, hat es auch tragende Funktion, im Gegensatz zum ersten inneren Lochblech. Dieses muß von den stirnseitigen Ringen isoliert gehalten werden, weil sich sonst an den Ringen eine Mitteltemperatur zwischen Raumtemperatur und Außen-

15 temperatur einstellen würde. Diese thermische Isolierung geschieht über nachgebende Silikoneinlagen, welche auch die unterschiedlichen Längenänderungen zwischen innerem und äußerem Lochblech ausgleichen können. Ähnlich isoliert wird auch die Glasscheibe aus den gleichen Gründen gehalten. Die Glasscheibe selbst könnte im Idealfall eine vakuumiso-

20 lierte Einheit sein, falls verfügbar.

8. Mittelpunktpositionierung des Zentrallagers in der Quertraverse

Für die Funktion ist es wesentlich, daß das Zentrallager genau mittig zur Magnetlagerung sitzt, da Außermittigkeit den kritischen Dichtspalt beeinflusst. Denkbar wäre eine Justiermöglichkeit hierfür. Eine einfachere Lösung, welche direkt hohe Präzision trotz Zusammenbaues verschiedener

25 Teile gewährleistet, besteht darin, alle beteiligten Teile auf Drehmaschinen herzustellen und die natürliche Rotationssymmetrie auszunutzen. Der Ein-

bauring, an welchem die Längstraversen befestigt werden müssen, wird deshalb am inneren Umfang mit Rillen ähnlich Gewinderillen versehen. Die Längstraversen werden aus einem Zylindermantel herausgeschnitten, welcher ebenfalls an entsprechender axialer Position am Umfang und an einer Stirnseite mit solchen Rillen versehen wird. Die Quertraverse wird wiederum stirnseitig mit solchen Rillen versehen und direkt zentral aufgebohrt. Werden die Teile nun zusammengebaut, wobei für jede Verbindung nur eine einzige Schraube nötig ist, stimmt bereits alles: Die Längstraversen stehen im rechten Winkel zum Einbauring und die zentrale Bohrung sitzt immer mittig, unabhängig davon, wo genau die Schraubenlöcher positioniert sind, und alles ist ausreichend fest miteinander verbunden.

9. Trommelfixierung und axiale Justierung des kritischen Dichtspaltes, Zentrallagerkonstruktion

Das zentrale Rillenkugellager ist fest mit einer Stahllachse verbunden, welche durch die Quertraversenbohrung lose gesteckt ist und am anderen Ende ein Gewinde trägt, welches in einem ebenfalls gewindetragenden Kunststoffstück axial fixiert ist. Das Kunststoffstück wiederum ist an der Quertraverse fixiert. Wenn das Kunststoffstück kälter wird und sich zusammenzieht, entfernt sich das Kugellager von der anderen Seite der Quertraverse. Dies ist notwendig, weil gleichzeitig die Längstraversen kürzer werden, das äußere Lochblech in seiner Länge unverändert bleibt (Raumtemperatur) und deshalb der Dichtspalt kleiner werden würde. Durch die axiale Verschiebung des Kugellagers wird dies ausgeglichen. Das Kugellager sitzt mit seinem Außenring fest in einem Teil, welches außen ebenfalls ein Gewinde trägt und mit einem axialen Anschlag versehen ist. Auf dieses Gewinde kann die Trommel bis zum Anschlag eingeschraubt werden. Zentral ist eine Bohrung angebracht, durch welche mit einem Schraubendreher die zentrale

- Achse axial und damit der Dichtspalt justiert werden kann. (Alle beteiligten Teile sind aus Aluminium, Kunststoff hat einen 3 - 8-fach höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als Aluminium). Bei einer Demontage des Wärmetauschers verbleibt das Kugellager an der Quertraverse, so daß der
- 5 Wärmetauscher problemlos mit Wasser gereinigt werden kann, und der Nutzer kann keine Schraube verlegen, da diese auf dem Kugellager verbleibt. Der Innengewinde tragende Flansch ist mit der Glasscheibe mittig zur offenen Stirnseite elastisch verklebt.
- 10 10. Trennwand, Innenraumnutzung
- Auf der Trennwand werden alle Fremdkörper, welche in das Gerät gelangen, abgelagert. Aus diesem Grund wird die Trennwand magnetisch fixiert und nach unten herausnehmbar gestaltet. Die umlaufende magnetische Fixierung ermöglicht es auch leicht, die Trennwand dauerhaft dicht einzubauen. Die Magnetstreifen sind hierbei so angeordnet, daß sie dichtend
- 15 aufeinandergleiten können. Bei extremen Lärmanforderungen läßt sich der Innenraum noch weiter für Schallabsorbierende Maßnahmen nutzen, da auf die Anströmung der Ventilatoren nicht sehr viel Rücksicht genommen werden muß. Die vor den Ansaugöffnungen angeordneten Wabengleichrichter
- 20 ermöglichen dies.
11. Befestigung der Plexiglasschalen am Einbauring
- Diese Verbindung erfolgt wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnungen über elastische Zwischenglieder luftdicht. Da der Bereich zwischen
- 25 den Plexigalasschalen, welche auch die Ventilatoren halten, nach der Montage nicht mehr zugänglich sein wird und deshalb auch nicht gereinigt werden kann, muß Staubeintrag ebenso wie Feuchteeintrag verhindert werden (Durchsichtigkeit!). Würde dieser Bereich vollkommen luftdicht ge-

halten werden, entstünden Probleme infolge Druckänderungen bei Temperaturwechsel. Aus diesem Grund wird eine kontrollierte Öffnung vorgesehen, welche über ein Filter Luftaustausch gestattet. Da Luft nur einströmt, wenn die Temperatur sinkt, und Luft nur ausströmt, wenn die Temperatur steigt, kann sich das Feuchtigkeitsfilter selbst regenerieren. Die Anordnung im Frischluftbereich gewährleistet hierbei von Natur aus die niedrigste Luftfeuchtigkeit; unterstützt werden kann die Regeneration durch Sonneneinstrahlung. Bedarfsweise kann auch der Isolierglaszwischenraum mit dieser entstaubten und entfeuchteten Luft über eine sehr kleine Bohrung am Einbauring versorgt werden, so daß bei Sturmböen auch die innenliegende Isolierglasscheibe noch tragen kann.

12. Raumseitiger Frischluftauslaßbereich

Da der Frischluftstrom neben der radialen Strömungskomponente auch eine tangential besitzt, muß durch eine strömungsformende Maßnahme ein Hochsaugen in den Abluftbereich verhindert werden. Dies kann im einfachsten Fall eine kurze Schürze in dem Bereich sein, wo der Wärmetauscher aus dem Frischluftbereich in den Abluftbereich hinüberwechselt. Die Frischluft wird hierdurch nach unten abgelenkt. Auch ein Wabengitter ist denkbar. Ebenfalls könnte die Frischluft strahlartig in den Raum gelenkt werden. Die Strömungsformer werden magnetisch vom Einbauring gehalten.

13. Lärm mindernde Maßnahmen

Der Grundgedanke hierbei ist, Lärm erst gar nicht entstehen zu lassen, da vorhandener Lärm nur mit voluminösen Aufwand wieder entfernt werden kann. In der vorliegenden Konstruktion ist die hauptsächliche Lärmquelle

der Ventilator. Hierin sind drei weitere Einzellärmquellen auszumachen, nämlich Luftwirbel, Motorgeräusche und Vibrationen.

Ausgehend von den Luftwirbeln ist deshalb die erste Maßnahme, die übliche kurze und kleine Ventilatorenbauart zu verlassen. Die Strömung braucht Platz, um sich sanft ordnen zu können. Deshalb wird eine ausreichend groß bemessene Einlaufdüse vorgesehen, welche ohne Radiensprünge die Strömung auf die Laufradanströmungsgeschwindigkeit beschleunigt. Gute Ergebnisse werden hierbei bereits bei einer elliptisch geformten Düse erzielt, die etwa bei 1,37-fachen Laufraddurchmesser beginnt und eine Bautiefe von etwa 0,24-fachem Laufraddurchmesser hat. Die Werte und die Form sind nur als Beispiel gedacht, um ungefähr eine Vorstellung vom Platzbedarf zu geben. Der Düse vorgeschaltet ist ein wabenformiger Strömungsgleichrichter von etwa 3 mm Wabentiefe und Durchmesser. Dieser ist halbkugelförmig oder als Korb ausgebildet, um seine Aufgabe bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten und Druckverlusten ausführen zu können. Trotz seiner geringen Durchströmlänge formt er die Strömung außerordentlich effektiv. Der Korb wird um die Düse herum versenkt in einer Nut eingelassen, magnetisch fixiert, damit die Luft ohne Schwelle der Düse zuströmen kann. Hinter dem Laufrad beginnt der Einlauf in einen Diffusor. Der Einlauf besteht in einem Übergangsradius von etwa Laufraddurchmesser und mündet stetig in einen geraden Diffusor. Der große Übergangsradius verhindert ein frühzeitiges Ablösen der Strömung dadurch, daß die Strömungsrichtung nicht abrupt geändert wird.

25

Nach dem stetigen Diffusor ist noch ein kurzes Rohr als Stoßdiffusor nachgeschaltet, welches im Abluftauslaß auch ein Wiederansaugen der Abluft verhindert. Auch dieses Rohr wird magnetisch fixiert. Die gesamte Baulän-

ge eines derartigen Ventilators beträgt etwa 1,5-fachen Laufraddurchmesser. Durch Ausnutzen des Platzes innerhalb der Wärmetauscher Trommel steht hiervon nur etwa die Hälfte über.

- 5 Die Streben, welche den Ventilatormotor im Laufring halten, sind weit weg vom Laufrad am Ende des Diffusoreinlaufes angeordnet. Um die Strömungsverluste und tonale Geräusche niedrig zu halten, ist der Ventilatorantrieb mit einem Gegengewicht versehen, welches gestattet, die Einheit in ihrem Schwerpunkt aufzuhängen, wodurch es ermöglicht wird, die Hal-
- 10 testreben sehr dünn gestalten zu können. Die Haltestreben werden gleichzeitig als Stromzuführung für die Niederspannung genutzt.

- Die Antriebseinheit selbst besteht aus Laufrad, Lagerung, Motorstator mit Elektronik, Lagerrohr, Gegengewicht, Lagerrohrgehäuse, Schwingungskopplung und Justiervorrichtung.
- 15

- Das Lager (einteiliges Gleitlager) bildet mit dem Laufrad eine Einheit, welche mit einem Sicherungsring zusammengehalten wird. Diese Einheit kann in das Lagerrohr axial eingesteckt werden und bildet im Prinzip ein gleit-
- 20 gelagertes Gleitlager. Es versteht sich von selbst, daß die Lagerrohrbohrung und Gleitlageraußendurchmesser nur sehr kleines Spiel aufweisen dürfen, deshalb wird diese Passung auch mit einem sehr zähen Fett geschmiert. Der Motorstator wird ebenfalls auf das Lagerrohr aufgesteckt und an bestimmten punktuellen Stellen mit Silikon fixiert. Hiermit soll erreicht werden, daß
- 25 im Bedarfsfall notfalls ein neuer Motorstator leicht montiert werden kann. Der Stator bekommt seinen Strom von den Streben über Steckverbindungen.

Das Lagerrohr, am Ende mit einem Gegengewicht versehen, wird von zwei axial, radial und drehelastischen Silikonscheiben gehalten, die symmetrisch zum Schwerpunkt angeordnet sind.

- 5 Die Silikonscheiben selbst sind radial verschiebbar im Antriebsgehäuse gelagert. Über ein Gewinde und ein kraftübertragendes Distanzstück kann ihre Position durch axiales Klemmen fixiert werden.

- Der Zweck dieser Konstruktion ist es, den Ventilator sehr weich aufzuhängen zu können und eventuelle Setzerscheinungen der Dämpfungselemente auch nachträglich korrigieren zu können (Schwingungsisoliation).
- 10

Diese Konstruktion gestattet es, alle in Frage kommenden Korrekturen (radiale und Winkelkorrekturen) mit einer einzigen Schraube zu fixieren.

15

Notwendig sind diese Maßnahmen deshalb, weil aus Lärm- und Leistungsgründen das Laufrad mit sehr engem Spiel im Laufring laufen muß. Der Laufring selbst wird ebenfalls weich mit der Einlaufdüse und dem Diffusor verbunden, und zwar so, daß die Randströmung nur wenig gestört wird.

20

Erreicht wird dies dadurch, daß ein U-formiger Silikonring, der mit seiner offenen Seite auf die Drehachse zeigt, die Teile verbindet. Diese weiche Verbindung ist auch wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnung (Acrylglas-Alu) notwendig. Diese doppelte Isolierung ist notwendig, wenn man bedenkt, daß die Plexiglasschale wie eine Lautsprechermembran wirkt. Da das Gewicht der Ventilatorenkonstruktion relativ hoch ist und die U-Ringe sehr weich sein müssen, kann es notwendig sein, über ein elastisches

25

Glied, welches am Einbauring befestigt wird, einen Teil des Gewichtes zu kompensieren.

14. Antidrallwabe im Abluftbereich direkt hinter dem Wärmetauscher

- 5 Da der Abluft nach Passage des Wärmetauschers ein Drall aufgeprägt ist, wird dieser in einem ersten Wabengitter weitgehend vernichtet. Das zweite Wabengitter direkt vor dem Abluftventilator übernimmt dann den restlichen Drall. Nur beide Maßnahmen zusammen bewirken die gewünschte lärm-mindernde Entdrallung.

10

Zur Erzielung einer Befeuchtung der durch den Wärmetauscher geleiteten Luft ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Wärmetauscher in eine Kalziumchloridlösung gebracht wird, so daß er nach der Entnahme hieraus mit Kalziumchlorid getränkt ist, welches in der Lage ist, Wasserdampf aufzu-

15 nehmen.

Die Feuchterückgewinnung kann durch die Wahl der Konzentration der Kalziumchloridlösung eingestellt werden.

- 20 Zur näheren Erläuterung der Erfindung dient die Zeichnung. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch die gesamte Wärmetauscheranordnung,

- 25 Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Bereiches der Ventilatoraufhängung,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Magnetlagerung,

Fig. 4 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Dichtspaltbereiches,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung des Zentrallagers einschließlich der vorgese-
5 henen Temperaturkompensation und

Fig. 6 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Frontringbereiches.

Ansprüche

1. Regenerativer Gegenstrom-Wärmetauscher für gasförmige Medien, insbesondere Luftwärmetauscher für die Raumbelüftung von Gebäuden, mit
5 einer in wechselnder Folge von dem wärmeabgebenden und dem wärmeaufnehmenden gasförmigen Medium durchströmten Wärmetauscher-Trommel, deren aktive Oberfläche aus einem mehrschichtigen Netz besteht, wobei wenigstens je ein Ventilator einen Zuluft- und einen Abluftstrom erzeugt, **dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscher-Trommel im**
10 **wesentlichen die äußere feste Gerätebegrenzung bildet.**
2. Regenerativer Wärmetauscher einer drehenden Bauart, **dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb der Wärmetauscher-Trommel durch einen drallbehafteten Luftstrom erzeugt wird.**
15
3. Luftstromantrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß als drallbehafteter Luftstrom direkt der Abstrom eines axialen Zuluftventilators benutzt wird.**
- 20 4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens teilweise magnetisch gelagert ist.**
5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß als Dichtelemente ausschließlich berührungslose Spaltdichtungen verwandt**
25 **werden.**
6. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetlagerung gleichzeitig eine Dichtfunktion erfüllt.**

7. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein äußeres Lochblech thermischen Kontakt mit den stirnseitigen Ringen hat, um diese ungefähr auf Raumtemperatur zu halten.

5

8. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein relativ "kaltes" innere Lochblech thermisch isoliert gehalten wird.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die
10 Trommel hindernisfrei axial abziehbar ist.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das eine stirnseitige Zentrallager nach Abzug der Trommel in der Quertraverse verbleibt.

15

11. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die axiale Trommelpositionierung mit einer Außentemperaturabhängigen Kompensationsvorrichtung versehen ist.

20 12. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die axiale Position der Wärmetauscher-Trommel und dadurch der verlustbringende Dichtspalt von außen einstellbar ist.

25 13. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein stirnseiter Verschluß der Trommel aus einem durchsichtigen Material besteht.

14. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die axiale Fixierung der Trommel von der geschlossenen Stirnseite her erfolgt.
15. Wärmetauscher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das
5 durchsichtige Material Glas ist.
16. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hauptmagnetlagerung in der oberen Hälfte der Trommel durch eine entgegengesetzt wirkende, also die Tragfähigkeit mindernde zweite Magnetlage-
10 rung in der unteren Hälfte ergänzt wird.
17. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Lagerung nur Permanentmagnete verwendet werden.
- 15 18. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnetisierungsrichtung eines Teilmagnetsystems parallel zur Trommelachse verläuft und das feststehende System im Durchmesser etwas kleiner ist, als das rotierende System.
- 20 19. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rotor in einem einzigen Lagerpunkt mechanisch derart fixiert ist, daß die Rotorachse nur Bewegungen innerhalb eines Kegels ausführen kann, wobei die Kegelspitze nur auf einer einzigen Achse verschiebbar ist.
- 25 20. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach Lösen einer einzigen zentral angeordneten Fixiereinrichtung diese unverlierbar an einem der zu trennenden Teile verbleibt.

21. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Ausgleich thermischer Dehnungen hochelastische Zwischenglieder verwendet sind für Glasscheibe/Zentrallageraufnahme oder Außen-
ringe/inneres Lochblech oder Scheibeneinbauring/Ventilatorenhalterung
5 oder Ventilatorenhalterung/ Ventilatorenlaufring.

22. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Längstraversenbefestigung derart erfolgt, daß eine Winkelpositionsunge-
nauigkeit auf einer zur Drehachse des Rotors senkrecht stehenden Achse
10 keinen Einfluß auf den Mittelpunkt der fixen Rotorlagerung hat.

23. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Quertraverse Teil eines auf einer Drehbank hergestellten Teiles ist oder
davon abgeleitet ist.
15

24. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Längstraversen, welche gleichzeitig als Dichtelement zwischen Zuluft- und
Abluftkammer dienen, in Rotationsachsenrichtung gesehen den Kam-
merumfang bzw. die in Umfangsrichtung beaufschlagten Kammerlängen
20 bedarfsgemäß aufteilen, so daß im Prinzip jeder axiale Kammerabschnitt
mit denselben Luftmengen komplementär beaufschlagt wird.

25. Wärmetauscher nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Längstraverse thermisch isoliert am Einbauring befestigt ist.
25

26. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anströmung der Ventilatoren durch ein drallnehmendes Element erfolgt, z.
B durch ein Wabengitter.

27. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abluft nach Passage des Wärmetauschers durch ein oder mehrere drallnehmende Elemente strömt.

5

28. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilatorlaufräder samt Lagerung eine magnetisch fixierte, axial werkzeuglos herausnehmbare Einheit bilden.

10 29. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** Lagerwärme und Motorwärme der Ventilatoren über ein Lagerrohr an eines im Luftstrom befindliches Gegengewicht abgegeben werden.

15 30. Lagerrohr nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, daß** dieses bereits schwingungsgedämpft in einem Gehäuse gelagert ist.

20 31. Schwingungsdämpfung nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schwingungsdämpfer auch als Schallabsorbers in Form eines Silikonschaumes ausgebildet ist, um höherfrequente Kommutierungsgeräusche zu mindern.

25 32. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilatorenaufhängung in einem Laufring dergestalt ist, daß die Einheit im Schwerpunkt aufgehängt ist, und Schwingungen bereits am Entstehungsort weitgehend gedämpft werden, so daß die Halterung sehr schwach ausgeführt werden kann, welches geringe Lärmentwicklung und erhöhte Luftleistung bewirkt.

33. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Laufräder mit sehr engem Spiel in ihrem Gehäuse laufen.

34. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** strömungsformende Elemente magnetisch fixiert sind.

35. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein strömungsformendes Element auf der raumseitigen Ausblasseite angeordnet ist, welches verhindert, daß die Frische Zuluft wieder direkt in den oberen Absaugbereich gelangt. Dieses Element kann im einfachsten Fall bereits eine kurze Schürze sein, welche mit Hilfe der aus den letzten 10 % des Wärmetauschers austretenden Luft die restliche vorherige Luft durch Strahlwirkung nach unten ablenkt.

36. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die raumseitige Abluft von oben abgesaugt wird, und die frische Zuluft nach unten geblasen wird.

37. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der gesamte Bereich innerhalb des Wärmetauscher-Durchmessers weitgehend durchsichtig gestaltet ist.

38. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilatoren innerhalb des Wärmetauscher-Durchmessers angeordnet sind.

25

39. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** beide Ventilatoren auf gleichem Temperaturniveau angeordnet sind.

40. Wärmetauscher nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet, daß** beide Ventilatoren auf Außentemperaturniveau angeordnet sind.
41. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die
5 kammertrennende Wand nach unten herausnehmbar ist.
42. Wärmetauscher nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet, daß** diese Wand magnetisch fixiert ist.
- 10 43. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kammertrennwand als Schallabsorber ausgebildet ist.
44. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der innenliegende Raum direkt vor der geschlossenen Trommelstirnseite einen
15 flächigen stillstehenden Schallabsorber enthält.
45. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilatoren mit einem düsenförmigen Einlauf versehen sind, der mindestens 1,2 mal größer als der Laufraddurchmesser ist.
20
46. Wärmetauscher nach Anspruch 45, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Ventilatorenlaufring von Einlaufdüse und Diffusor über weiche Zwischenglieder körperschallentkoppelt sind.
- 25 47. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Isolierverglasungen eine kontrollierte Verbindung zwischen Isolierglas-scheibenzwischenraum und Außenluft hergestellt wird, wobei die Luft,

welche durch diese Verbindung strömt, durch ein Staub- und Feuchtigkeits-sorbtiionsfilter gelangt.

48. Wärmetauscher nach Anspruch 47, **dadurch gekennzeichnet, daß** der
5 Filter so angeordnet ist, daß mögliche Sonnenbestrahlung das Filter erwärmt und Feuchtigkeit ausgetrieben wird, so daß es sich automatisch regeneriert.

49. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** er in
10 einem Fenster eingebaut ist.

50. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß**
Feuchterückgewinnung durch die Wahl der Konzentration einer Kalzium-
chloridlösung einstellbar ist.
15

51. Passives kombiniertes Lüftungselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lüftungselement ein statisches Element enthält, welches einem Luftstrom einen Drall erteilt, bevor er durch den Wärmetauscher strömt und diesen, ohne daß ein Ventilator vorgesehen sein
20 müßte, antreibt.

52. Lüftungselement nach Anspruch 51, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rotationsachse senkrecht steht.

25 53. Elastische Ventilatorenlagerrohrhalterung, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein den Ventilatorantrieb und ein Gegengewicht verbindendes Zwischenstück von zwei elastischen Scheiben gehalten wird, welche wiederum

- 33 -

in einem feststehenden Gehäuse radial verschiebbar und axial über ein Zwischenstück gemeinsam klemmbar in ihrer Position fixierbar sind.

FIG. 1

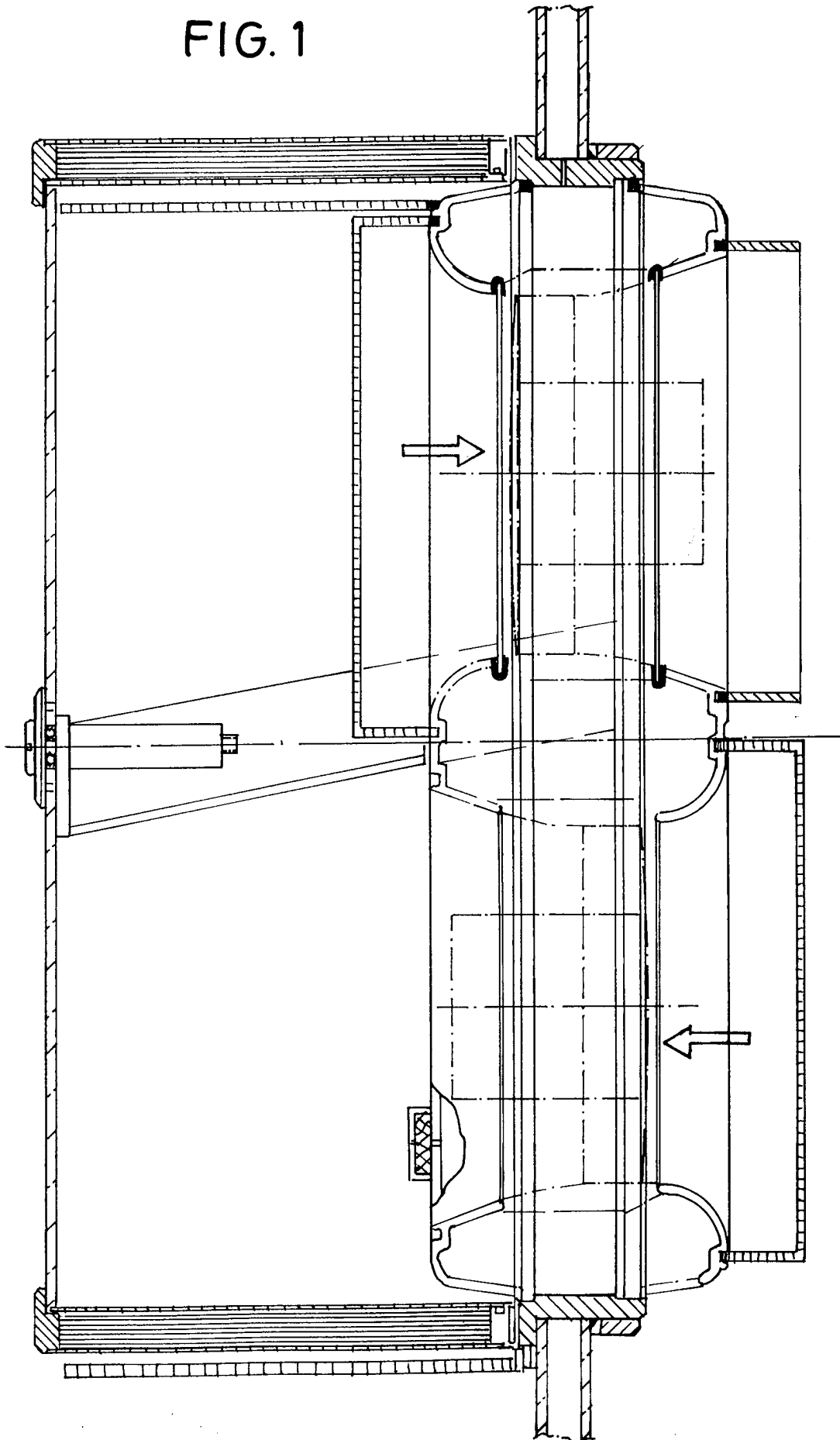
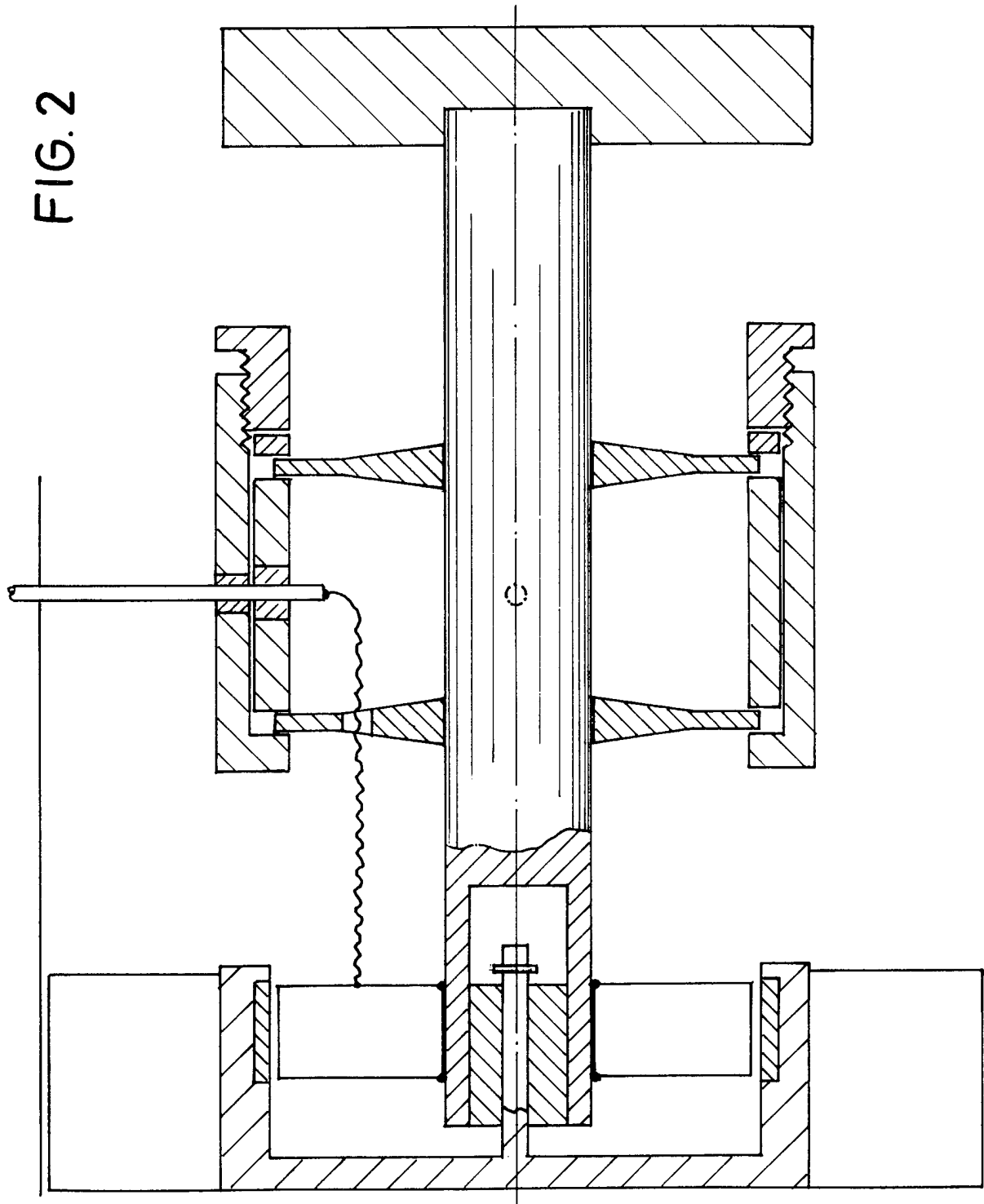


FIG. 2



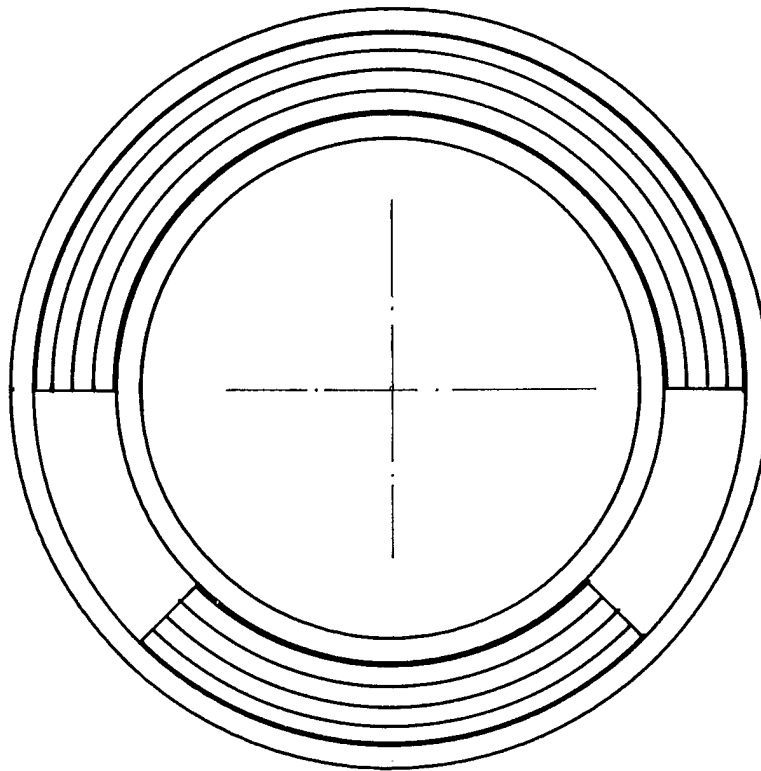


FIG. 3

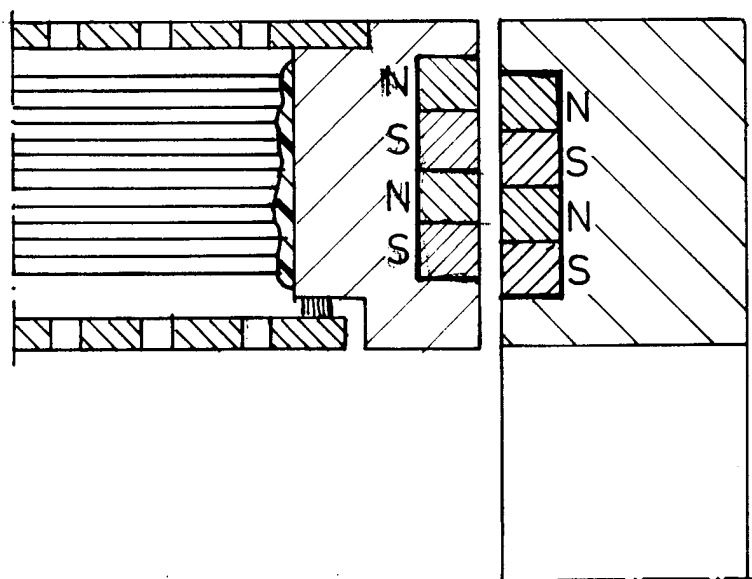


FIG. 4

FIG.5

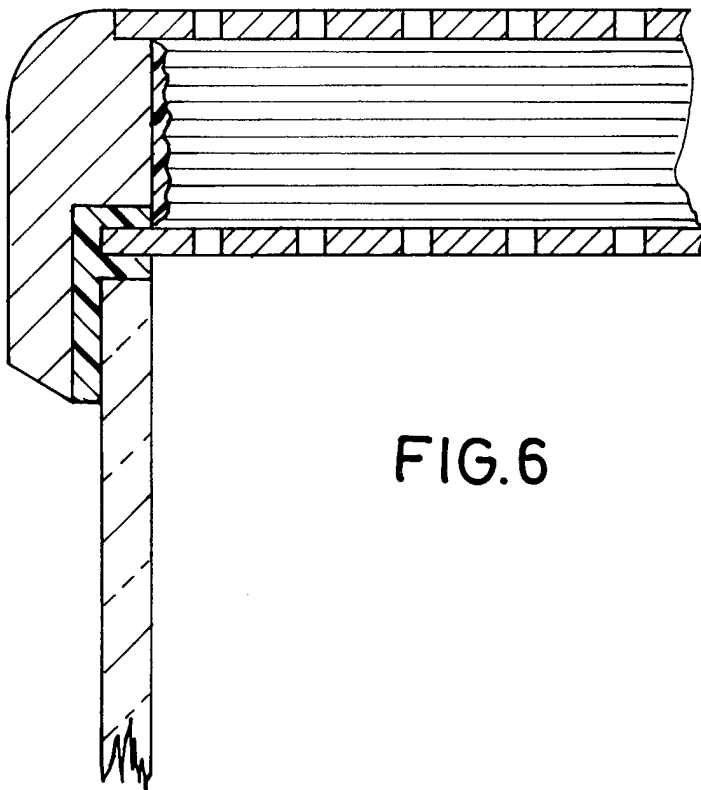
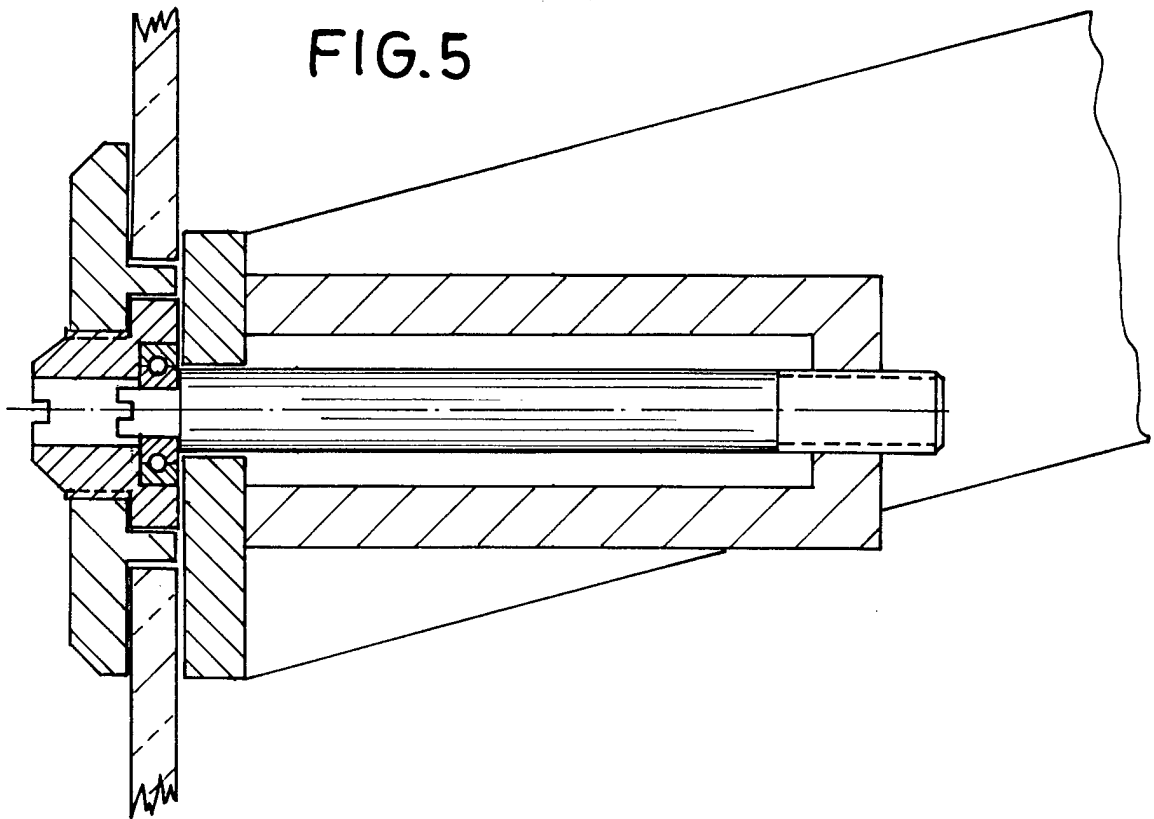


FIG.6