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 5 :
F24F 12/00, F28D 19/04

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 94/14015**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. Juni 1994 (23.06.94)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP93/03288

(22) Internationales Anmeldedatum: 24. November 1993 (24.11.93)

(30) Prioritätsdaten:
P 42 41 984.0 12. December 1992 (12.12.92) 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: AU, CA, CZ, FI, JP, NO, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: REGENERATIVE HEAT EXCHANGER FOR GASEOUS MEDIA, ESPECIALLY AIR HEAT EXCHANGER FOR ROOM VENTILATION OF BUILDINGS

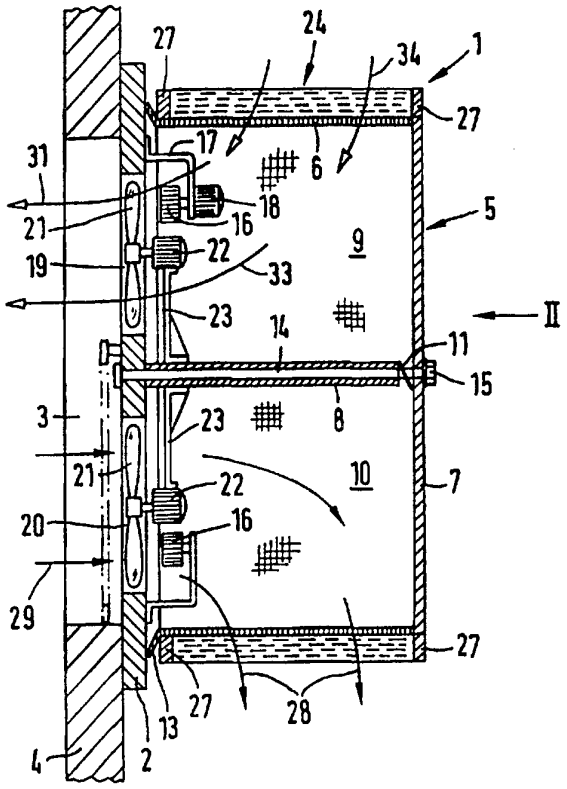
(54) Bezeichnung: REGENERATIVER WÄRMETAUSCHER FÜR GASFÖRMIGE MEDIEN, INSBESONDERE LUFTWÄRMETAUSCHER FÜR DIE RAUMBELÜFTUNG VON GEBÄUDEN

(57) Abstract

The regenerative heat exchanger proposed, which operates preferably on a countercurrent-flow basis, uses as its heat-storage unit or heat-exchange element a net-like structure through which the heat-releasing and heat-absorbing gas (air) flows in alternation. Viewed in the direction of flow, this structure consists of a relatively large number of superposed layers. The structure (24) is preferably manufactured from thin, flexible woven fabric made, in particular, of synthetic material. In a preferred embodiment, the structure (24) is mounted on the wall of a rotating body (5).

(57) Zusammenfassung

Der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher, der bevorzugt nach dem Gegenstromprinzip arbeitet, verwendet als Wärmespeichervorrichtung bzw. als wärmetauschendes Element ein in wechselnder Folge von der wärmeabgebenden und dem wärmeaufnehmenden Gas (Luft) durchströmtes netzartiges Gebilde, das in Durchströmrichtung gesehen aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von sich überdeckenden Schichten besteht. Vorzugsweise wird das netzartige Gebilde (24) aus einem dünnen, flexiblen Gewebeelement hergestellt, insbesondere einem solchen aus Kunststoff. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das netzartige Gebilde (24) am Mantel eines rotierenden Drehkörpers (5) angeordnet.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	**GA**	Gabon	**MR**	Mauretanien
AU	Australien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MW**	Malawi
BB	Barbados	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BJ	Benin	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BR	Brasilien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BY	Belarus	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
CA	Kanada	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CG	Kongo	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CH	Schweiz	**KR**	Republik Korea	**SI**	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	**KZ**	Kasachstan	**SK**	Slowakei
CM	Kamerun	**LI**	Liechtenstein	**SN**	Senegal
CN	China	**LK**	Sri Lanka	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
ES	Spanien	**MG**	Madagaskar	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**ML**	Mali	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MN**	Mongolei	**VN**	Vietnam

Regenerativer Wärmetauscher für gasförmige Medien, insbesondere Luftwärmetauscher für die Raumbelüftung von Gebäuden

Die Erfindung betrifft einen regenerativen Wärmetauscher für gasförmige Medien, insbesondere einen Luftwärmetauscher für die Raumbelüftung von Gebäuden, mit einer in wechselnder Folge von dem wärmeabgebenden und dem wärmeaufnehmenden gasförmigen Medium durchströmten Wärmespeichervorrichtung.

Der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher ist bevorzugt für die Raumbelüftung bzw. die Raumklimatisierung von Gebäuden bestimmt und wird im Folgenden im Zusammenhang mit diesem Verwendungszweck näher erläutert. Es versteht sich aber, daß er einen breiteren Verwendungsbereich hat und grundsätzlich für den Wärmetausch zwischen wärmeabgebenden und wärmeaufnehmenden gasförmigen Medien verwendbar ist, z.B. zur Wärmerückgewinnung aus Abluft oder aus Abgasen, beispielsweise von Beheizungssystemen, bei Gasturbinen u. dgl.

Die Belüftung von beheizbaren Gebäuderäumen erfolgt in weitem Umfang noch durch Öffnen der Fenster oder auch mittels Ventilatoren, die die verbrauchte Raumluft ins Freie befördern oder Frischluft von außen ansaugen. Die hiermit verbundenen Wärmeverluste sind beträchtlich (ca. 2000 KWh Primärenergie je Kopf und Jahr). Zentrale Klimaanlagen, die zumeist nur in Großgebäuden anzutreffen sind, verwenden für den Wärmetausch zwischen Zu- und Abluft Wärmetauscher, u.a. auch regenerative Wärmetauscher, die allerdings mit Wirkungsgraden bis etwa 70% arbeiten. Auch kleinere Lüftungsgeräte, die für die Raumbelüftung bzw. die Raumklimatisierung im Wohnbereich bestimmt sind, ermöglichen nur eine Wärmerückgewinnung in der Größenordnung von etwa 45%.

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Je niedriger der Wirkungsgrad einer Raumbelüftung mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft ist, um so leichter ist der durch die Wärmerückgewinnung erreichte Gewinn durch eine Überlüftung vertan. Normalerweise werden daher die mit Wärmerückgewinnung arbeitenden Klimaanlagen mit einer aufwendigen Sensorik und Regelung ausgestattet. Die dadurch häufig zu verzeichnende verminderte Luftqualität führt vielfach dazu, daß durch zusätzliches Fensteröffnen der Frischluftbedarf gedeckt wird. Bei zentralen Systemen wird außerdem ein sehr hoher Energieanteil für die reine Luftventilation benötigt. Systemdruckverluste von 1000 bis 2000 Pa sind keine Seltenheit.

Aufgabe der Erfindung ist es vor allem, einen regenerativen Wärmetauscher zu schaffen, der sich mit besonderem Vorteil als Frischluftwärmetauscher für die Raumbelüftung bzw. die Raumklimatisierung einsetzen läßt und der sich mit vergleichsweise niedrigem Bauaufwand auch als Kleingerät ausführen läßt, dabei aber mit einem gegenüber vergleichbaren Geräten erheblich höheren Wirkungsgrad arbeiten kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Wärmespeichervorrichtung aus einem mehrschichtigen netzartigen Gebilde besteht. Vorzugsweise weist das netzartige Gebilde eine Gewebestruktur auf, obwohl auch eine Gitterstruktur möglich ist. Das netzartige Gebilde ist in bevorzugter Ausführung aus Kunststoff, z.B. Polyäthylen, gefertigt.

Nach der Erfindung wird für den regenerativen Wärmetauscher als wärmeaufnehmende und wärmespeichernde Vorrichtung ein netzartiges Gebilde, vorzugsweise aus einem dünnen Gewebematerial verwendet, das vergleichbar den für Fliegengittern verwendeten Geweben ausgeführt sein kann oder aus einem solchen Gewebematerial bestehen kann. Dieses dünne Gewebe bzw. Netzmaterial wird, in Durchströmrichtung der Luft gesehen, in mehreren Lagen bzw. Schichten zu dem die Wärmespeichervorrichtung bildenden netzartigen Gebilde zusammengestellt und weist dabei eine für den Wärmetausch ausreichend große Wärmeaufnahmefähigkeit auf. Das einen Schichtkörper bildende Gewebe- bzw. Gittermaterial stellt ein preiswertes und leicht zu verarbeitendes Material dar, das den Aufbau eines Wärmetauschers mit vergleichsweise kleinen Bauabmessungen in Durchströmrich-

tung und kleinem Baugewicht ermöglicht, im Bedarfsfall auch leicht gereinigt werden kann.

Mit der Verwendung des vorgenannten wärmeaufnehmenden und -speichernden Strukturmaterials in einer mehr oder weniger großen Anzahl an, in Durchströmrichtung des Gases bzw. der Luft, hintereinander angeordneten Schichten läßt sich ein hocheffizienter regenerativer Wärmetauscher mit einem hohen Wirkungsgrad schaffen, der ohne weiteres auch über 90% liegen kann. Als vorteilhaft erweist sich neben den hohen Wärmeübergangszahlen und der relativ großen Wärmekapazität des in einer Mehrzahl von übereinanderliegenden Schichten aufgebauten netzartigen Gebildes dessen geringe Wärmeleitfähigkeit in Durchströmrichtung. Eine hohe Wärmeleitfähigkeit in Durchströmrichtung würde den möglichen Wärmeaustauschgrad infolge eines Temperaturausgleiches des Temperaturgefälles zwischen den einzelnen Schichten negativ beeinflussen. Die geringe Wärmeleitfähigkeit in Durchströmrichtung ist besonders wichtig bei Wärmetauschern mit kleiner Durchströmlänge und gleichzeitig geringer Strömungsgeschwindigkeit. Die für den hohen Wirkungsgrad vorteilhafte geringe Leitfähigkeit des mehrschichtigen netzartigen Gebildes in Durchströmrichtung ergibt sich einerseits aus seiner Herstellung aus Kunststoffmaterial, andererseits aber auch dadurch, daß, wenn die einzelnen Schichten bzw. Lagen unmittelbar aufeinanderliegen, im wesentlichen nur punktförmige Berührungen zwischen den Schichten des Gewebe- bzw. Gittermaterials vorhanden sind. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, die einzelnen Schichten des als Wärmespeichervorrichtung verwendeten netzartigen Gebildes durch zwischen ihnen angeordnete Distanzelemente gegeneinander zu distanzieren. Die zumindest weitgehende Ausschaltung der Wärmeleitfähigkeit in Durchströmrichtung der Luft ist vor allem bei im Gegenstrom betriebenen Wärmeaustauschern mit kleinen Bauabmessungen in Durchströmrichtung im Hinblick auf den hohen Wirkungsgrad angezeigt. Die schlechte Wärmeleitfähigkeit des aus Kunststoff bestehenden Gewebe- bzw. Gittermaterials spielt für die Aufnahme und die Speicherung der Wärme wegen der vergleichsweise kleinen Drahtdicken des netzartigen Gebildes nahezu keine Rolle mehr.

Es versteht sich, daß die Anzahl der Lagen bzw. Schichten des als Wärmespeichervorrichtung verwendeten netzartigen Gebildes je nach der Beschaffenheit des Gewebe- bzw. Gittermaterials (Stärke der hierfür verwen-

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

deten Drähte und Maschenweite) und je nach den Einsatzbedingungen unterschiedlich sein kann. Sie bestimmt sich nach der Beziehung

$N \geq \frac{1}{1-\eta} - 1$ (N = Anzahl der Lagen, η = Wirkungsgrad)

Für den erfindungsgemäßen Wärmetauscher bzw. dessen die Wärmespeichervorrichtung bildenden netzartigen Gebildes wird zweckmäßig ein dünnes und flexibles Gewebe (oder Gittermaterial) verwendet, das insbesondere bei einem Wärmetauscher für die Raumbelüftung aus dünnen Drähten mit einer Drahtstärke von etwa 0,15 bis 0,3 mm hergestellt ist und dessen lichte quadratische Maschenweite vorzugsweise bei 0,5 mm bis 1,4 mm liegt. Ebenso wie die Anzahl der Schichten des netzartigen Gebildes können aber auch die Maschenweite und die Drahtstärke in verhältnismäßig weiten Bereichen variieren. Ein günstiges Verhältnis von lichter Maschenweite zur Drahtstärke liegt im Bereich 3 bis 6.

Die einzelnen Schichten bzw. Lagen des als Wärmetauscher verwendeten netzartigen Gebildes können dadurch gebildet werden, daß einzelne Gewebe- bzw. Gitterzuschnitte in der gewünschten Anzahl schichtweise aufeinandergelegt werden. In fertigungstechnischer Hinsicht vorteilhafter ist es aber im allgemeinen, wenn das netzartige Gebilde aus einem dünnen, flexiblen Gewebe- oder Gitterband hergestellt wird, das zur Schichtbildung zick-zackförmig gefaltet wird. Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung, bei der das dünne, flexible Gewebeband (oder Gitterband) mit der gewünschten Anzahl an Wickellagen zu einem Wickelkörper gewickelt wird. Der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher kann, wie erwähnt, mit besonderem Vorteil als Frischluft-Wärmetauscher für die Raumbelüftung bzw. für die Raumklimatisierung verwendet werden, wobei er sich als ein leichtbauendes Kleingerät für die Einzelraumbelüftung bzw. die Einzelraumklimatisierung ausbilden läßt. Er kann hierbei in einem Fenster des Raumes oder aber in einer Öffnung der Gebäudeaußenwand eingebaut werden. Aufgrund des hohen Wirkungsgrades kann die in der Abluft enthaltene, an dem netzartigen Gebilde bei Durchströmung auskondensierende Feuchtigkeit der im Gegenstrom zugeführten Frischluft direkt zugeführt werden, so daß auch bei kälteren Außentemperaturen die Frischluft nahezu mit der Temperatur und der Luftfeuchte der Raumluft in den Raum

gelangt. Außerdem kann mit dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher ohne weiteres auch die Frischluft aktiv gekühlt werden, wenn man die Abluft bei Eintritt in das Wärmetauschergerät bis etwa zur Kühlgrenze befeuchtet und anschließend durch den Wärmetauscher strömen läßt. Die Frischluft gelangt dann nahezu mit der dem Raumluftzustand entsprechenden Kühlgrenztemperatur in den Raum, ohne jedoch zusätzliche Feuchtigkeit aufgenommen zu haben.

Der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher, der bevorzugt im Gegenstrom der wärmeabgebenden und wärmeaufnehmenden Luft (oder eines sonstigen gasförmigen Mediums) arbeitet, läßt sich unter Verwendung des mehrschichtigen netzartigen Gebildes in unterschiedlicher Weise ausgestalten, z.B. in einfacher Weise als Gegenstrom-Wärmetauscher mit fest eingebautem netzartigen Gebilde, das durch Umschaltung alternierend von der Abluft und der Zuluft durchströmt wird. In diesem Fall muß mit paarweise gegenläufig arbeitenden Wärmetauschern gearbeitet werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist das mehrschichtige netzartige Gebilde am Anfang eines, vorzugsweise zylindrischen, Drehkörpers angeordnet, dessen Innenraum durch eine Trennwand in Gegenstromkammern für die Durchströmung des wärmeabgebenden und des wärmeaufnehmenden gasförmigen Mediums (Ab- und Zuluft) im Gegenstrom unterteilt ist, wobei die Trennwand zweckmäßig gegenüber dem rotierenden Drehkörper feststehend angeordnet ist und der Drehkörper einen vorzugsweise von einem Stützgitter o.dgl. gebildeteten gasdurchlässigen Mantel als Träger für das netzartige Gebilde aufweist. Dabei empfiehlt es sich, das flexible Gewebe- oder Gittermaterial mit der gewünschten Anzahl an Wickellagen auf den Drehkörpermantel aufzuwickeln. Der antreibbare Drehkörper mit dem an seinem Mantel angeordneten mehrschichtigen netzartigen Gebilde (Wickelkörper) weist bei kleinen Bauabmessungen in Durchströmrichtung und kleinem Baugewicht eine vergleichsweise große Wärmespeicherkapazität auf und kann aufgrund des vergleichsweise kleinen Luft-Durchströmwiderstandes mit kleinen Ventilatorleistungen betrieben werden, so daß der Energieaufwand für die Förderung von Ab- und Zuluft vergleichsweise gering ist. Er läßt sich in Gebäuderäumen problemlos unterbringen, insbesondere, wie erwähnt, in einem Fenster oder in einer Außenwandöffnung.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale des als rotierender Drehkörper ausgebildeten Wärmetauschers sind in den einzelnen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend im Zusammenhang mit dem in der Zeichnung gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen regenerativen Wärmetauscher im Anbauzustand an einem Fenster, einer Gebäudeaußenwand o. dgl. im Schnitt;

Fig. 2 den Wärmetauscher nach Fig. 1 in einer Ansicht von der Raumseite her in Richtung des Pfeiles II der Fig. 1;

Fig. 3 den Wärmetauscher nach den Fig. 1 und 2 in perspektivischer Darstellung, teilweise aufgebrochen;

Fig. 4 in starker Vergrößerung und im Teilschnitt die aus mehreren Lagen bestehende Wärmespeichervorrichtung nach der Erfindung;

Fig. 5 eine Draufsicht in Richtung des Pfeiles V der Fig. 4.

Der dargestellte regenerative Wärmetauscher 1 bildet einen Frischluftwärmetauscher für die Belüftung bzw. Klimatisierung eines Raumes innerhalb eines Gebäudes. Er ist mittels einer Montageplatte 2 an der Rauminnenseite vor einer Öffnung 3 eines Fensters 4 angebaut. Statt dessen kann der Wärmetauscher 1 aber auch an oder in der Öffnung einer Gebäude-Außenwand eingebaut sein.

Der Wärmetauscher 1 weist einen zylindrischen Drehkörper 5 auf. Dieser besteht aus einem zylindrischen Mantel 6, der mit einer Vielzahl von Durchbrechungen für den Durchtritt der Zu- und Abluft versehen ist und zweckmäßig aus einem den Wärmeaustauschkörper tragenden Stützgitter o. dgl. besteht. Mit dem Mantel 6 fest verbunden ist eine Stirnplatte 7, die den Drehkörper 5 raumseitig, d.h. auf der der Montageplatte 2 gegenüberliegenden Seite seines Mantels 6 schließt.

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Im Inneren des Drehkörpers 5 befindet sich eine an der Montageplatte 2 fest angeordnete Trennwand 8, die, wie die Fig. 2 und 3 zeigen, den Drehkörper 5 in Durchmesserrichtung durchsetzt und den Innenraum des Drehkörpers 5 in zwei gegeneinander abgedichtete Gegenstromkammern 9 und 10 unterteilt. Die gegenüber dem um seine Achse rotierenden Drehkörper 5 feststehende Trennwand 8 ist gegenüber der Stirnwand 7 des Drehkörpers mittels einer nachgiebigen Dichtung 11 abgedichtet. Diese besteht in dem gezeigten Ausführungsbeispiel aus einem an der betreffenden Längskante der Trennwand 8 angeordneten elastischen Dichtstreifen, der sich dichtend gegen die Innenseite der Stirnplatte 7 anlegt. Die Trennwand 8 weist außerdem an ihren beiden parallelen Schmalseiten jeweils ein Dichtelement 12 (Fig. 2 und 3) auf, das die Dichtung der Trennwand gegenüber der zylindrischen Innenfläche des Mantels 6 herstellt und im gezeigten Ausführungsbeispiel ebenfalls aus einem an der Trennwand befestigten flexiblen Dichtstreifen besteht. Anstelle der flexiblen Dichtstreifen können aber auch zur Abdichtung der Trennwand gegenüber dem Drehkörper andere Dichtelemente vorgesehen werden.

Der Mantel 6 des Drehkörpers 5 ist an der der Stirnplatte 7 gegenüberliegenden Seite über eine rundumlaufende Dichtung 13 gegenüber der Montageplatte 2 abgedichtet, wobei auch diese Dichtung 13 aus einem ringförmigen elastischen Dichtungsstreifen oder einer sonstigen Gleitringdichtung bestehen kann. Wesentlich ist, daß die beiden Gegenstromräume 9 und 10 im Inneren des Drehkörpers 5 sowohl gegeneinander als auch am Mantelumfang gegenüber der Montageplatte 2 abgedichtet sind.

Der Drehkörper 5 ist mit seiner Stirnplatte 7 mittig auf einer an der Montageplatte 2 angeordneten Drehachse 14 abgestützt, die, wie Fig. 1 zeigt, die geschlossene Trennwand 8 und eine in der Mitte der Stirnplatte 7 angeordnete Öffnung durchgreift. Die Lagesicherung des Drehkörpers 5 gegenüber der Montageplatte 2 und der Trennwand 8 erfolgt mit Hilfe eines Sicherungsorgans 15 an der Durchführung der Drehachse 14 durch die Stirnplatte 7. Dieses Sicherungsorgan 15 kann aus einer einfachen Mutter, z.B. einer Rändelmutter, bestehen, die auf das Gewindeende der Drehachse 14 aufgedreht ist. Die Drehachse 14 kann an der Montageplatte 2 drehbar gelagert sein und bildet in diesem Fall eine mit dem Drehkörper 5 bzw. dessen Stirnplatte 7 drehschlüssig verbundene Welle. Sie kann aber auch

an der Montageplatte 2 fest angeordnet sein, so daß der Drehkörper 5 auf dem freien Ende der Drehachse 14 mittels eines Drehlagers, z.B. eines Gleitlagers, drehbar gelagert ist. Bei gelöstem Sicherungsorgan 15 kann der gesamte Drehkörper 5 von der Trennwand 8 und der Montageplatte 2 zur Rauminnenseite hin abgezogen werden, um z.B. die am Drehkörpermantel angeordnete Wärmespeichervorrichtung zu reinigen.

An der Montageplatte 2 sind in Umfangsrichtung verteilt mehrere Laufrollen 16, im gezeigten Ausführungsbeispiel (Fig. 2) vier Laufrollen 16 an Laufrollenhaltern 17 gelagert, die sich auf der Innenfläche des zylindrischen Drehkörpermantels 6 abwälzen und damit den Drehkörper 5 auf der Seite der Montageplatte 4 drehbar abstützen und lagern. Die Laufrollen 16 bestehen vorzugsweise aus einem Gummi- oder Kunststoffmaterial oder sind an ihrem Umfang mit einem solchen Material belegt. Eine dieser Laufrollen 16 ist mit Hilfe eines kleinen elektrischen Antriebsmotors 18 antreibbar. Sie bildet die Triebrolle für einen Reibradantrieb. Mit Hilfe dieses Reibradantriebes läßt sich der Drehkörper 5 gegenüber der Montageplatte 2 und der Trennwand 8 um seine Achse drehen. Der Antriebsmotor 18 ist wie die Laufrollen 16 im Inneren des Drehkörpers 5 angeordnet.

Die Montageplatte 2 weist zu beiden Seiten der Trennwand 8 eine Öffnung 19 bzw. 20 auf. Die Öffnungen 19 und 20 liegen innerhalb der Öffnung 3 der Fensterscheibe 4 oder innerhalb der den Wärmetauscher 1 aufnehmenden Gebäudewandöffnung. An oder in jeder Öffnung befindet sich ein Ventilator 21, der von einem kleinen Elektromotor 22 angetrieben wird. Die Ventilatoren 21 mit ihrem Elektromotor 22 sind jeweils an einer Konsole 23 angeordnet, die im Inneren des Drehkörpers 5 an der Trennwand 8 befestigt ist.

Auf dem zylindrischen, als Stützgitter o. dgl. ausgebildeten Mantel 6 befindet sich die Wärmespeichervorrichtung des Wärmetauschers, die aus einem mehrschichtigen netzartigen Gebilde 24 besteht. Das netzartige Gebilde 24 weist eine Gewebestruktur auf, d.h. es besteht aus dünnen, flexiblen Gewebeelementen, die in mehreren übereinanderliegenden Lagen auf dem Stützgitter des Drehkörpermantels angeordnet sind. Wie die Fig. 4 und 5 zur Verdeutlichung übertrieben groß zeigen, besteht das dünne Gewebematerial aus längs und quer verlaufenden, miteinander verwebten

dünnen Drähten 25 bzw. 26 aus Kunststoff, z.B. Polyäthylen oder Polyamid o. dgl. Fig. 4 zeigt zur Vereinfachung lediglich vier aufeinanderliegende Lagen A bis D, die jeweils aus einem dünnen Gewebeelement bestehen. Das mehrschichtige netzartige Gebilde 24 besteht vorteilhafterweise aus einem auf den Mantel 6 des Drehkörpers 5 mit der gewünschten Anzahl an Wickellagen aufgewickelten dünnen Gewebeband, dessen Breite etwa der Breite des zylindrischen Drehkörpers 5 entspricht. Das dünne, flexible Gewebeband wird also nach Art einer Bandage mit einer für den Festsitz ausreichenden Spannung und mit der gewünschten Anzahl an Wickellagen auf den Mantel 6 des Drehkörpers 5 aufgewickelt und an diesem in geeigneter Weise fixiert. Fig. 4 läßt erkennen, daß die sich überdeckenden Schichten bzw. Wickellagen A, B, C usw. im wesentlichen nur mit punkt- bzw. linienförmiger Berührung ihrer dünnen Drahtelemente 26 aufeinanderliegen. An den beiden gegenüberliegenden ringförmigen Stirnseiten des zylindrischen Wickelkörpers können die Wickellagen durch eine ringförmige Einfassung 27 gegeneinander fixiert werden, wobei die Einfassung 27 den Wickelkörper auch an seinen Stirnseiten schließt. Die Einfassungen 27 können aus einem Kunststoffring bestehen oder von einer aushärtenden Vergußmasse gebildet werden.

Der beschriebene regenerative Wärmetauscher arbeitet als Gegenstrom-Wärmetauscher. Die Raum- bzw. Abluft wird von dem einen der beiden Ventilatoren 21 aus dem Raum abgesaugt und durch die Öffnung 3 nach außen ins Freie geführt. Hierbei strömt die Raumluft in Pfeilrichtung 34 über den Halbumfang des Drehkörpers durch das am Mantel 6 angeordnete netzartige Gebilde 24 in die Gegenstromkammer 9 und von dieser in Pfeilrichtung 33, 31 durch die Öffnung 19 der Montageplatte 2 hindurch nach außen. Die Frisch- oder Zuluft strömt in Gegenrichtung, d.h. in Pfeilrichtung 29 von außen durch die Öffnung 20 der Montageplatte 2 hindurch in die andere Gegenstromkammer 10 und von dieser über den anderen Halbumfang des Mantels 6 und den hier befindlichen Bereich des netzartigen Gebildes 24 in Pfeilrichtung 28 in den Raum. Da der die Wärmespeichervorrichtung tragende Drehkörper im Belüftungsbetrieb mit Hilfe des Drehantriebes 16, 18 eine kontinuierliche Drehbewegung ausführt, kommt es zu einem Wärmetausch zwischen Ab- und Zuluft. Die z.B. von der Raumluft bei der Durchströmung in Pfeilrichtung 34 an das netzartige Gebilde 24 abgegebene und von diesem aufgenommene und gespeicherte Wärme

wird bei Weiterdrehung des Drehkörpers 5 von der das netzartige Gebilde 24 gemäß Pfeilrichtung 28 von innen nach außen durchströmenden Zu- bzw. Abluft an diese abgegeben, so daß eine Raumbelüftung mit Wärmerückgewinnung erreicht wird. Gleiches gilt grundsätzlich auch dann, wenn die von außen zugeführte Frischluft ein höheres Temperaturniveau hat, als die aus dem Raum abgeführte Raumluft.

Mit Hilfe des beschriebenen Wärmetauschers wird auch die in der Abluft enthaltene Feuchtigkeit unmittelbar der Zu- bzw. Frischluft zugeführt werden, da die an das netzartige Gebilde 24 von der Abluft abgegebene Feuchtigkeit von der sich bei der Durchströmung des netzartigen Gebildes erwärmenden Frischluft aufgenommen wird. Auch kann mit dem Wärmetauscher eine Kühlung der dem Raum zugeführten Frischluft bewirkt werden, indem man die Abluft mit Hilfe einer geeigneten, am Gerät angeordneten Befeuchtungsvorrichtung etwa bis zur Kühlgrenze befeuchtet und anschließend durch den Wärmetauscher strömen läßt. Die Frischluft gelangt dann nahezu mit der dem Raumluftzustand entsprechenden Kühlgrenztemperatur in den Raum, ohne hierbei jedoch zusätzliche Feuchtigkeit aufgenommen zu haben.

Mit dem vorstehend beschriebenen Wärmetauscher lassen sich hohe Wirkungsgrade selbst in der Größenordnung von 90% erreichen. Über die Anzahl der Wickellagen des die Wärmespeichervorrichtung bildenden netzartigen Gebildes 24 und die Größe der Mantelfläche des Drehkörpermantels 6 und damit der durchströmten Fläche des netzartigen Gebildes 24 lassen sich die gewünschten Betriebsbedingungen einstellen.

Im Folgenden werden einige Beispiele für die Auslegung des beschriebenen Wärmetauschers bei unterschiedlichen Volumenströmen für die Zu- und Abluft und bei unterschiedlicher Anzahl der Schichten bzw. Wickellagen des netzartigen Gebildes 24 angegeben. Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Werte beziehen sich auf eine Gesamtdurchtrittsfläche des netzartigen Gebildes 24 (Zylinderumfang x Länge) von 1 m^2, wobei davon ausgegangen wird, daß mit gleichen Zu- und Abluftmengen gearbeitet wird. Für das netzartige Gebilde 24 wird dabei ein Kunststoff-Gewebematerial mit einer Stärke der Drähte 25 und 26 von 0,3 mm und einer lichten Maschenweite der quadratischen Gewebemaschen von 1,4 mm verwendet.

Bei ähnlichen geometrischen Verhältnissen (Variation der Drahtstärke) ändern sich die Tabellendaten n um den Faktor $(d/do)^{0.5}$,t um den Faktor $(d/do)^{1.5}$ und die Drehzahl um den Faktor $(d/do)^{-1.5}$, wenn d die Drahtstärke und do die Referenzdrahtstärke bedeuten. Die übrigen spezifischen Daten bleiben weitgehend unberührt.

Tabelle

η	dp	V	n	t
90	20	600	53	21
70	20	1190	21	8
90	60	1070	73	29
70	60	2050	28	11
90	180	1840	99	39
70	180	3400	37	15

In der vorgenannten Tabelle sind:

V = Volumenstrom je Seite (m^3/h)
dP = Druckverlust je Seite (Pa)
n = Anzahl Lagen
t = Bautiefe in Strömungsrichtung (mm)
η = Wärmetauschgrad (%)

Überraschenderweise können die in der vorgenannten Tabelle angegebenen hohen Wirkungsgrade mit einer relativ kleinen Drehgeschwindigkeit des Drehkörpers erreicht werden. Um beispielsweise bei einem Druckverlust der Luft im netzartigen Gebilde 24 von 25 Pa und einer Luftdurchströmgeschwindigkeit von etwa 0,39 m/s durch das netzartige Gebilde einen Wirkungsgrad in der Größenordnung von 90% zu erreichen, reicht schon eine Drehzahl von 10 U/min völlig aus. Bei einer Halbierung der Drehzahl arbeitet der Wärmetauscher immer noch mit einem Wirkungsgrad von etwa 89%.

Der vorstehend beschriebene Wärmetauscher läßt sich in verschiedener Hinsicht abwandeln. Im allgemeinen genügt es, wenn der Drehkörper 5 auf der Seite der Montageplatte 4 nur auf drei Lager- bzw. Laufrollen gelagert wird. Die beiden Ventilatoren 21 können mit ihren Gehäusen auch unmittelbar in den Öffnungen 19 und 20 der Montageplatte 2 eingebaut werden. Der luft-

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

durchlässige Mantel 6 des Drehkörpers 5 kann auch aus Kunststoff oder aus Metall bestehen, z.B. aus einem ausreichend steifen Metallnetz. Auch die Trennwand 8 kann aus Kunststoff, Metall oder Holz bestehen. Anstelle des bevorzugt vorgesehenen Gewebematerials für den Aufbau der mehrschichtigen Wärmespeichervorrichtung kann auch ein entsprechend dünnes, flexibles Gitterelement aus sich kreuzenden Kunststoffdrähten 25 und 26 verwendet werden, wobei diese an den Kreuzungspunkten aneinander fixiert sind. Das mehrschichtige netzartige Gebilde 24 sollte aus einem Gewebematerial bzw. einem Gittermaterial mit einer relativ offenen regelmäßigen Struktur hergestellt werden. Die Wärmeleitfähigkeit des netzartigen Gebildes 24 in Durchströmrichtung sollte möglichst gering gehalten werden. Dies ist durch das bevorzugt verwendete Kunststoffmaterial sowie durch die beschriebene punkt- bzw. linienförmige Berührung der einzelnen aufeinanderliegenden Lagen A, B, C usw. gegeben. Abweichend von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kann der das netzartige Gebilde 24 tragende Körper 5 auch feststehend angeordnet werden. In diesem Fall kann die Trennwand 8 zusammen mit der Ventilatorvorrichtung gegenüber dem Körper 5 drehbar ausgeführt werden.

Wie erwähnt, kann der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher auch Bestandteil einer Luftkühleinrichtung sein, welche verdunstendes Wasser zur Kälteerzeugung verwendet. Das Gerät kann zugleich auch zur Luftbefeuchtung verwendet werden. Es weist dann eine von der zu befeuchtenden Luft durchströmte Befeuchtungsvorrichtung auf, z.B. ein oder auch mehrere hintereinander angeordnete luftdurchlässige Elemente aus einem saugfähigen Material, die von einer Wasserzuführung am Gerät befeuchtet werden. Soll die über den Wärmetauscher strömende Zu- bzw. Frischluft gekühlt werden, so kann die aus dem Raum abgeführte Abluft, bevor sie das netzartige Gebilde durchströmt, mit einer geeigneten Vorrichtung befeuchtet werden. Dies läßt sich mit außerordentlich geringem Energieaufwand durchführen, wenn die luftbefeuchtenden Elemente ebenfalls als Gewebe- oder Gitterelemente aus einem saugfähigen Material, z.B. Baumwolle o. dgl. hergestellt und, in Durchströmrichtung der Abluft gesehen, in mehreren, zweckmäßig etwa 3 bis 8 Lagen, angeordnet werden, wobei die Gewebe- bzw. Gitterelemente z.B. mittels einer Sprühvorrichtung mit Wasser befeuchtet werden.

Schließlich kann das erfindungsgemäße mehrschichtige netzartige Gebilde als Wärmespeichervorrichtung auch bei Wärmetauschern anderer Ausführungen

und/oder als Wärmetauscher für andere Einsatzzwecke verwendet werden, z.B. für die Wärmerückgewinnung aus Abgasen. Insbesondere dann, wenn der regenerative Wärmetauscher bei hohen Einsatztemperaturen zur Anwendung kommt, kann das aus mehreren Schichten bestehende netzartige Gebilde nach der Erfindung auch aus einem Gewebe- oder Gittermaterial aus Metall gefertigt werden. In diesem Fall empfiehlt es sich, zwischen den einzelnen Schichten Distanzelemente anzuordnen, vorzugsweise in Gestalt einer Gitter- oder Gewebelage, deren Maschenweite z.B. um das 5-fache größer ist als die Maschenweite des für das wärmetauschende netzartige Gebilde verwendeten Gewebe- oder Gittermaterials. Auch kann das erfindungsgemäße mehrschichtige netzartige Gebilde als Wärmespeichervorrichtung auch bei statischen Wärmetauschern eingesetzt werden. Mit Vorteil läßt sich die Wärmespeichervorrichtung nach der Erfindung auch so ausführen, daß das mehrschichtige netzartige Gebilde insgesamt zu einem etwa zick-zack-förmigen oder mäanderförmigen Gebilde geformt wird. Eine solche Ausbildung empfiehlt sich vor allem bei einem statischen Wärmetauscher, der von dem wärmeaufnehmenden und dem wärmeabgebenden gasförmigen Medium alternierend in wechselnder Richtung durchströmt wird. Mit dieser Gestaltung des netzartigen Gebildes lassen sich besonders kleine Abmessungen für den Wärmetauscher erreichen. Das netzartige Gebilde wird, wie erwähnt, aus dünnen Drähten bzw. monofilen Fäden gefertigt, deren Stärke vorteilhafterweise bis etwa 1 mm beträgt, in bevorzugter Ausführung unter 0,3 mm liegt. Das Verhältnis der lichten Maschenweite des Gewebe- oder Gittermaterials zur Drahtstärke liegt zweckmäßig im Bereich von 2 bis 8, vorzugsweise bei 5.

Patentansprüche

1. Regenerativer Wärmetauscher für gasförmige Medien, insbesondere Luftwärmetauscher für die Raumbelüftung von Gebäuden, mit einer in wechselnder Folge von den wärmeabgebenden und den wärmeaufnehmenden gasförmigen Medien durchströmten Wärmespeichervorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmespeichervorrichtung aus einem mehrschichtigen netzartigen Gebilde (24) besteht, wobei die netzartigen Gebilde in Durchströmungsrichtung thermisch weitgehend entkoppelt sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das netzartige Gebilde (24) aus Kunststoff, z.B. Polyäthylen, besteht.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Schichten (A, B, C usw.) des netzartigen Gebildes (24) durch zwischen ihnen angeordnete Distanzelemente, z.B. Gewebe- oder Gitterschichten größerer Maschenweite, distanziert sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Schichten des netzartigen Gebildes (24) mindestens gleich $\frac{1}{1-\eta} - 1$ ist, vorzugsweise darüber liegt.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der lichten Maschenweite zur Drahtstärke des netzartigen Gebildes im Bereich von 2 - 8 liegt, vorzugsweise bei 5.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mehrschichtige netzartige Gebilde (24) am Umfang eines, vorzugsweise zylindrischen, Drehkörpers (5) angeordnet ist, dessen Innenraum durch eine Trennwand (8) in Gegenstromkammern (9, 10) für die Durchströmung des wärmeabgebenden und des wärmeaufnehmenden gasförmigen Mediums (Abluft und Zuluft) im Gegenstrom unterteilt ist.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehkörper (5) einen, vorzugsweise von einem Stützgitter o.dgl. gebildeten, gasdurchlässigen Mantel (6) als Träger für das mehrschichtige netzartige Gebilde (24) aufweist.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er an einer Fenster- oder Gebäudewandöffnung (3) des Raumes angeordnet ist.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß er mit einer abluftseitigen Vorrichtung zur Luftbefeuchtung, umfassend ein im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung angeordnetes, befeuchtetes, vorzugsweise mehrlagiges Gewebe hoher Saugfähigkeit mit einer Gitterstruktur etwa entsprechend derjenigen der netzartigen Gebilde, versehen ist.

10. Wärmetauscher, dadurch gekennzeichnet, daß er raum-austrittsseitig eine Gerätebegrenzung bildet.

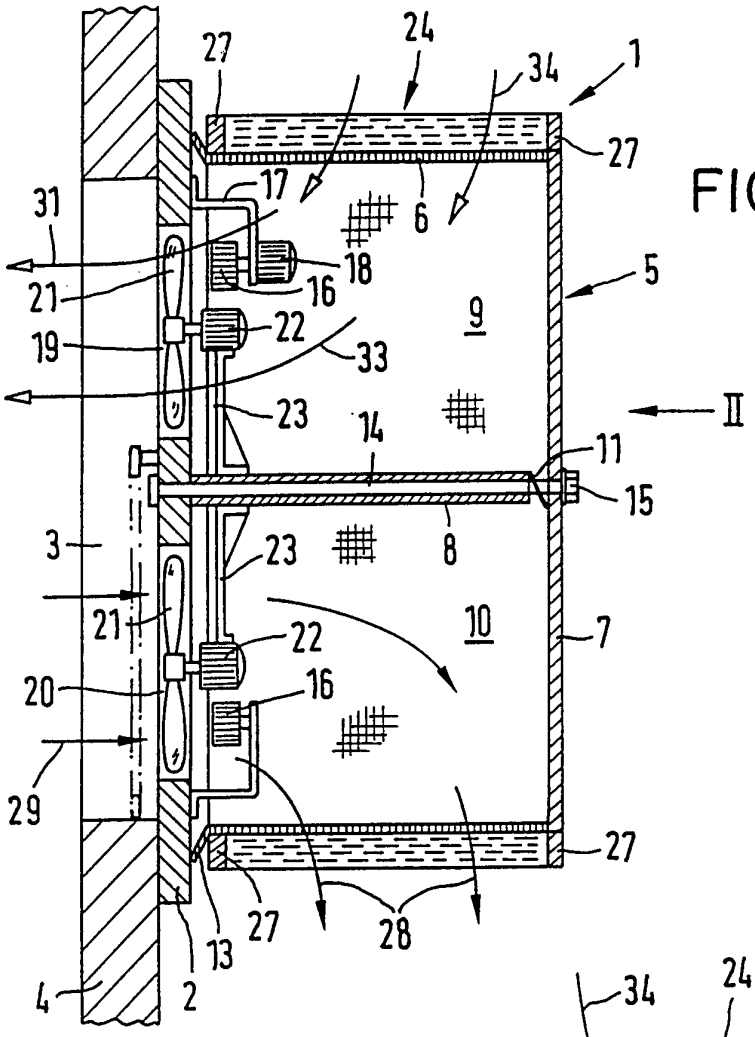

27
24
34
1
27
17
6
31
18
16
5
21
9
19
22
33
23
14
II
11
15
3
23
8
21
22
10
7
20
16
29
27
27
28
13
4
2

FIG.1

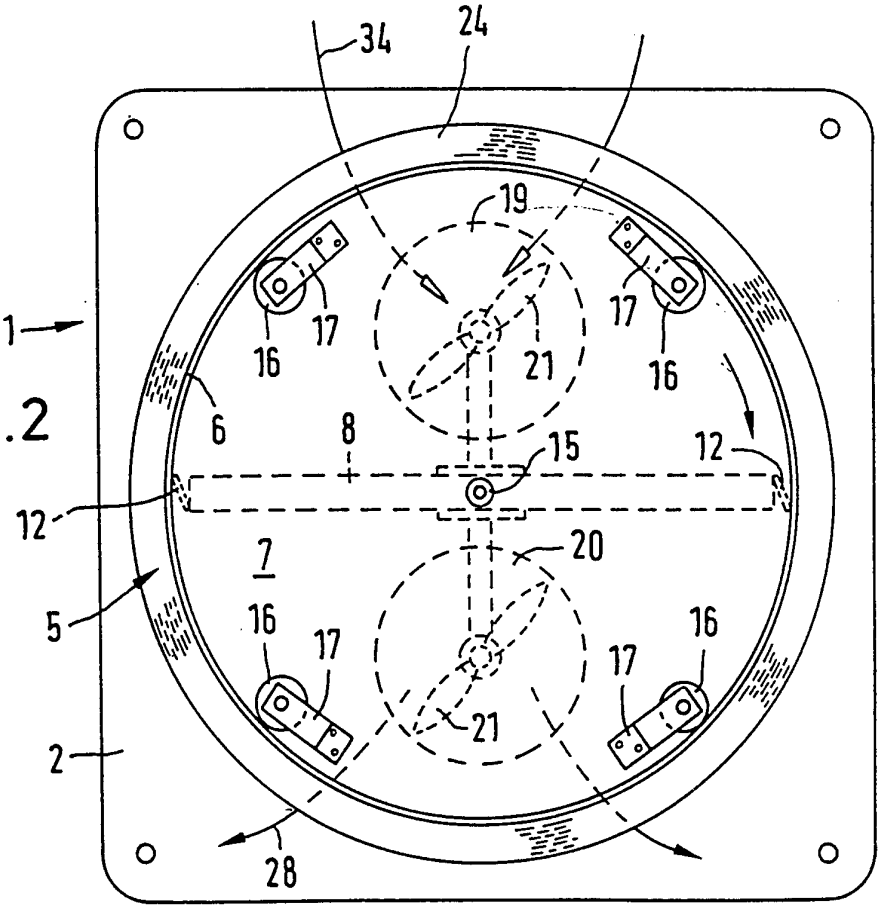
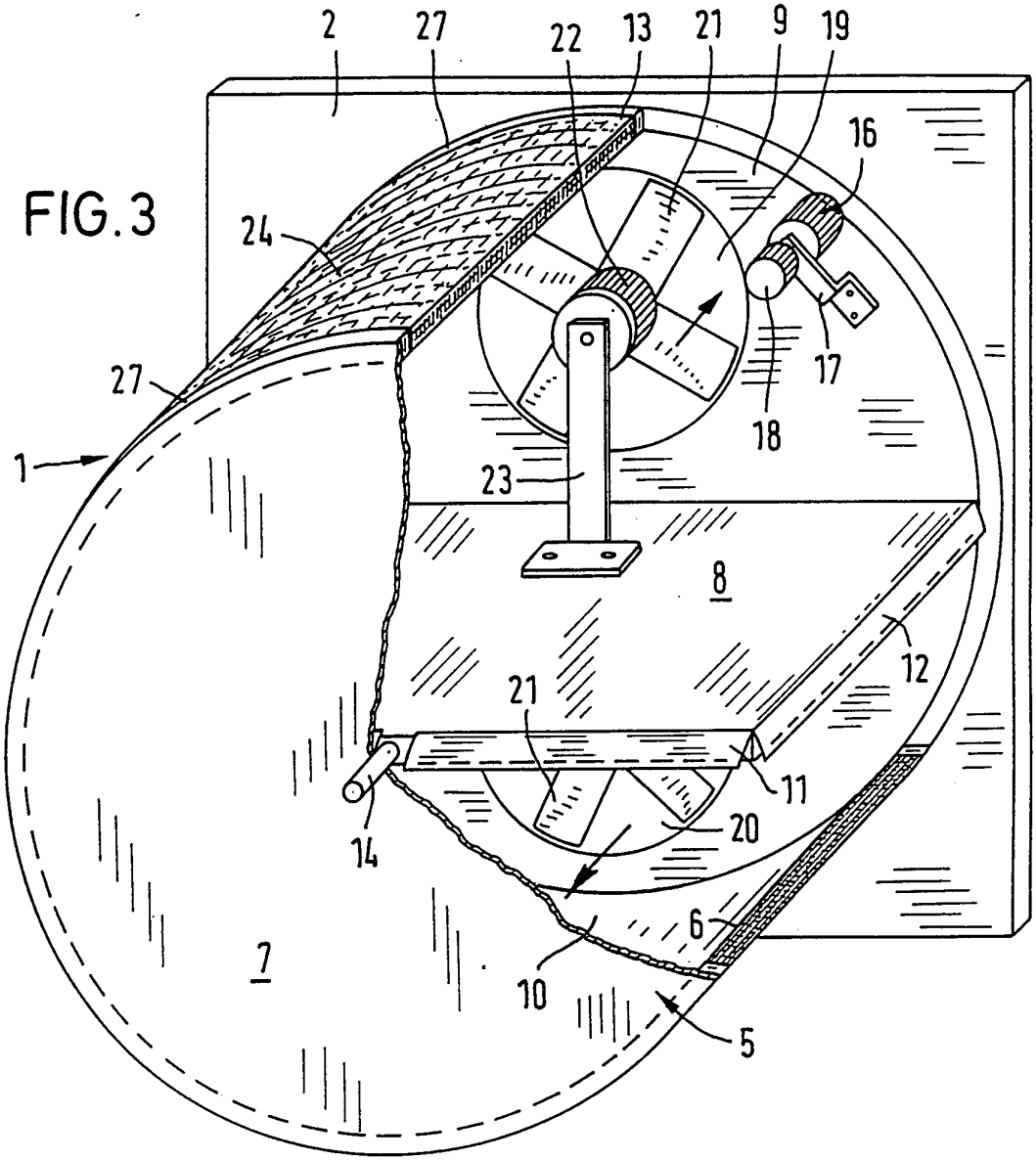

34
24
19
1
17
17
16
16
21
6
8
15
12
12
7
20
5
16
16
17
17
21
2
28

FIG.2

FIG.3



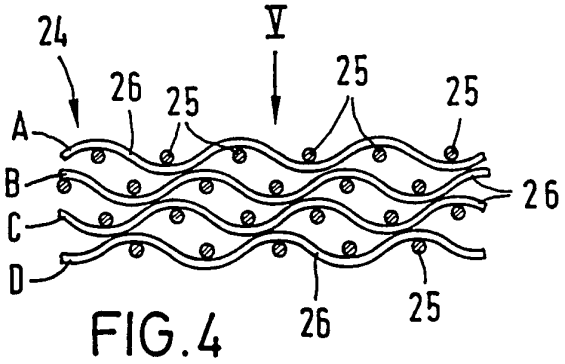


FIG.4

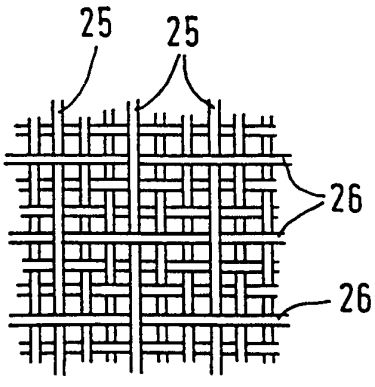


FIG.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP 93/03288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 5 F24F12/00 F28D19/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 5 F24F F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB,A,748 311 (MUNTERS) 25 April 1956 see page 2, line 30 - page 3, line 5; figures 1,4	1-8,10
Y		9
Y	CH,A,343 101 (MUNTERS) 30 January 1960 see page 3, line 37 - line 97; figures 6,7	9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 February 1994	- 2. 03. 94

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Peschel, G

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/EP 93/03288

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-748311		NONE	
CH-A-343101		NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 93/03288

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 5 F24F12/00 F28D19/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 5 F24F F28D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB,A,748 311 (MUNTERS) 25. April 1956 siehe Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 5; Abbildungen 1,4	1-8,10
Y	---	9
Y	CH,A,343 101 (MUNTERS) 30. Januar 1960 siehe Seite 3, Zeile 37 - Zeile 97; Abbildungen 6,7	9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. Februar 1994	- 2. 03. 94

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Peschel, G

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 93/03288

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-748311		KEINE	
CH-A-343101		KEINE	