(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 43 13 976 B4** 2005.03.10

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 43 13 976.0**
(22) Anmeldetag: **28.04.1993**
(43) Offenlegungstag: **04.11.1993**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **10.03.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B01J 20/32**
B01J 20/28, B01J 20/18, B01J 20/10, B01D 53/04, F28D 20/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
P 4-157222 03.05.1992 JP

(71) Patentinhaber:
Kabushiki Kaisha Seibu Giken, Fukuoka, JP; Kuma, Toshimi, Fukuoka, JP

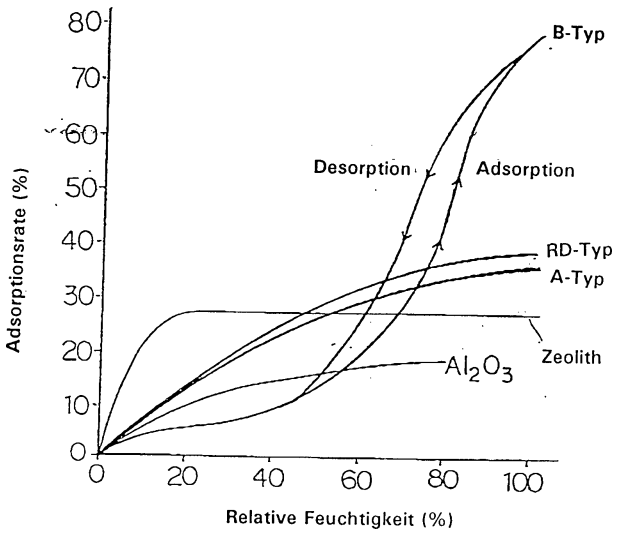
(74) Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:
Kuma, Toshimi, Fukuoka, JP; Shirahama, Noriaki, Ohnojo, Fukuoka, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 38 87 050 T2

(54) Bezeichnung: **Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement, das die Übertragung von Geruch verhindert, und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement, das die Übertragung von Geruch verhindert, gekennzeichnet durch eine zu einer Wabenstruktur geformten laminierten Bahn mit Makroteilchen eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40% keinen plötzlichen Anstieg zeigen und dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption und die Desorption keine Hystereseerscheinung zeigen, d.h. eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, bei dem adsorbierte Feuchtigkeit keine Kapillarkondensation zeigt, als Hauptbestandteil des Adsorptionsmittels oder der Adsorptionsmittel.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement, das die Übertragung von Geruch verhindert, und ein Verfahren zu seiner Herstellung, bei dem Adsorptionsmittelteilchen an einer Bahn wie z.B. einem Metallblech bzw. einer Metallfolie, einer Kunststoffolie oder einem Keramikfaserpapier starr befestigt werden und die Bahn laminiert und zu einer Wabenstruktur geformt wird.

[0002] In der US-Patentschrift 4 769 053 (Erfinder: John C. Fischer, Jr; Patentinhaber: Semco Mfg., Inc.) ist ein Verfahren offenbart, durch das ein Gesamtwärmeenergie-Austauschermaterial erhalten wird, indem eine Masse, die ein Molekularsieb enthält, an der Oberfläche einer Bahn angebracht bzw. befestigt wird, wobei das erwähnte Molekularsieb eine Vielzahl von Poren mit einem Durchmesser von etwa 0,3 nm hat.

[0003] Beispiele für Adsorptionsmittel, die bei dem vorstehend erwähnten Patent verwendet werden, sind Zeolith und synthetischer Zeolith. Unter den Feuchtigkeitsadsorptionsmitteln kann Kieselsäuregel einen hohen Wirkungsgrad des Gesamtwärmeenergie-Austausches zeigen und kann leicht erhalten werden. Kieselsäuregele, die als Adsorptionsmittel verwendet werden, sind z.B. Gele des A-Typs, des B-Typs, des RD-Typs und des ID-Typs. Gele des A-Typs und des RD-Typs mit einer großen spezifischen Oberfläche und einem kleinen Aufnahmevermögen sehr kleiner Poren haben bei niedriger Feuchtigkeit einen hohen Wirkungsgrad der Feuchtigkeitsadsorption, jedoch haben sie für eine sehr feuchte Atmosphäre einen niedrigen Wirkungsgrad der Feuchtigkeitsadsorption. Andererseits haben Gele des B-Typs und des ID-Typs mit einer kleinen spezifischen Oberfläche und einem großen Aufnahmevermögen sehr kleiner Poren einen hohen Wirkungsgrad der Feuchtigkeitsadsorption in einer sehr feuchten Atmosphäre, jedoch haben sie bei niedriger Feuchtigkeit einen niedrigen Wirkungsgrad der Feuchtigkeitsadsorption (vgl. "Handbook of Chemistry", herausgegeben durch The Chemical Society of Japan, Applied Chemistry Parts, Part I, Process Section, Maruzen, Seiten 256 und 257, 15. Okt. 1986). **Fig.** 1 zeigt Gleichgewichtsisothermen für die Wasserdampfadsorption von Kieselsäuregelen des A-Typs, des RD-Typs und des B-Typs (A-type, RD-type und B-type Fuji Silica Gel, hergestellt durch Fuji Davison Chemistry Co., Ltd.) und eines aktiven Aluminiumoxids bei 25 °C (vgl. die Druckschrift "Technical Data 90072084" der erwähnten Firma). In den Literaturstellen ist der Typ des als Feuchtigkeitsadsorptionsmittel dienenden Kieselsäuregels nicht angegeben, jedoch wird für Mehrzylinder-Entfeuchtungsvorrichtungen und Entfeuchtungsvorrichtungen mit Druckschwankungsadsorption im allgemeinen Kieselsäuregel des B-Typs, das bei hoher Feuchtigkeit ein hohes Trocknungsvermögen hat, verwendet, um mit der heißen und feuchten Außenluft während des Sommers in Japan zurechtzukommen.

[0004] Alle Kieselsäuregele, die vorstehend erwähnt wurden, haben jedoch die Eigenart, daß sie nicht nur Feuchtigkeit, sondern auch verschiedene Gase, die einen Geruch verbreiten, adsorbieren. Im Sommer wird beispielsweise heiße und feuchte Außenluft durch eine Außenluft- bzw. Zuluftzone eines rotierenden Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements hindurchgeleitet, während Rückluft aus dem Raum, dessen Temperatur und Feuchtigkeit auf geeignete Werte eingestellt sind, durch eine Rückluftzone des Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements hindurchgeleitet wird; auf diese Weise werden durch das rotierende Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement die Temperatur und die Feuchtigkeit der Außenluft herabgesetzt, und die resultierende Luft wird in den Raum eingeführt. Bei solch einem Betrieb in der Atmosphäre mit niedriger Feuchtigkeit werden verschiedene Substanzen, die in die Raumluft oder die Außenluft eingemischt sind und einen Geruch verbreiten, an einen Teil der Kieselsäuregel-Teilchen in dem Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement adsorbiert und dort angesammelt, und das Element arbeitet in einem derartigen Zustand.

[0005] Kieselsäuregele des A-Typs, des RD-Typs, des ID-Typs und des B-Typs haben im allgemeinen die Eigenschaft, daß sie Feuchtigkeit gegenüber Substanzen, die einen Geruch verbreiten, bevorzugt adsorbieren. Im Fall von Kieselsäuregel des B-Typs werden die vorstehend erwähnten Substanzen, die einen Geruch verbreiten und an ein rotierendes Element adsorbiert sind und sich dort angesammelt haben, vor allem dann, wenn beispielsweise in einer Regenzeit oder bei einem Regenschauer, wo die relative Feuchtigkeit der Luft plötzlich ansteigt, sehr feuchte Außenluft durch das in Betrieb befindliche Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement hindurchgeleitet wird, durch Adsorption von Feuchtigkeit, die in der Außenluft enthalten ist, plötzlich abgeführt bzw. herausgespült, und diese abgeführten bzw. herausgespülten Substanzen, die einen Geruch verbreiten, werden in Außen- bzw. Zuluft eingemischt und in den Raum eingeführt, so daß in dem Raum die Erzeugung eines Geruchs hervorgerufen wird, den der menschliche Geruchssinn wahrnimmt. Solche Probleme traten oft auf.

[0006] Die Erfindung basiert auf folgendem: Es wurde festgestellt, daß bei einem Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement, in dem Kieselsäuregel-Adsorptionsmittel des A-Typs oder RD-Typs oder hydrophiler Zeolith oder irgendein anderes, ähnliches Adsorptionsmittel verwendet wird, auch in dem Fall kein Geruch erzeugt wird, daß Außenluft mit hoher relativer Feuchtigkeit plötzlich in das in Betrieb befindliche Element eingeführt wird. Die Gleichgewichtsisother-

me für die Adsorption von Wasser an das Kieselsäuregel-Adsorptionsmittel des A-Typs oder RD-Typs oder an den hydrophilen Zeolithen oder an andere, ähnliche Adsorptionsmittel steigt nicht plötzlich an, und ihre Gleichgewichtsisothermen für Adsorption und Desorption zeigen keine Hysterese, so daß sich Gleichgewichtsisothermen, die bei Adsorptions- und Desorptionsversuchen beobachtet werden, nicht unterscheiden, d.h., Feuchtigkeit, die an die erwähnten Adsorptionsmittel adsorbiert wird, verursacht bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40 % keine "Kapillarkondensation".

[0007] Es werden sehr kleine Poren von Kieselsäuregel des A-Typs und sehr kleine Poren von Kieselsäuregel des B-Typs miteinander verglichen: Wie durch die Kurve des B-Typs in **Fig.** 1 gezeigt wird, ist das Adsorptionsvermögen in sehr feuchter Atmosphäre bei Kieselsäuregel des B-Typs außergewöhnlich hoch und nimmt bei einer relativen Feuchtigkeit von etwa 50 % schnell zu, wenn die relative Feuchtigkeit der Atmosphäre allmählich erhöht wird. Der mittlere Durchmesser sehr kleiner Poren von Kieselsäuregel des B-Typs beträgt etwa 7,0 nm, was im Bereich der Mesoporen (Porendurchmesser: etwa 2,0 bis 50,0 nm) liegt, und bei Poren in diesem Bereich tritt im allgemeinen leicht Kapillarkondensation ein. Es wird angenommen, daß dies auf eine Abnahme des Sättigungsdampfdrucks in sehr kleinen Poren mit solch einem Durchmesser zurückzuführen ist (S.J. Gregg und K.S.W. Sing, Adsorption Surface and Porosity, Academic Press, London, 1967, S. 160). Bei Kieselsäuregel des B-Typs stimmen die Kurve, die die Gleichgewichts-Adsorptionsmenge im Fall der allmählichen Erhöhung der Feuchtigkeit von einem niedrigen Wert aus zeigt, wie sie in der Zeichnung gezeigt ist (die Adsorptionskurve, die in der Zeichnung mit "Adsorption" bezeichnet ist), und die Kurve, die die Gleichgewichts-Adsorptionsmenge im Fall der allmählichen Verminderung der Feuchtigkeit von einem hohen Wert aus zeigt (die Desorptionskurve, die in der Zeichnung mit "Desorption" bezeichnet ist), nicht überein, und es wird eine sogenannte Hystereseerscheinung beobachtet. Dies bedeutet, daß in diesem Bereich Kapillarkondensation eintritt. Unter den fünf Typen, in die die Adsorptionsisothermen auf Vorschlag von S. Brunauer und drei anderen in J. Am. Chem. Soc. 62 (1940), 1723, eingeteilt worden sind, enthält Typ I Kieselsäuregele des A-Typs und des RD-Typs, Aluminogel und hydrophilen Zeolithen mit Mikroporen, deren Durchmesser 0,4 bis 0,6 nm beträgt, von **Fig.** 1. Diese Adsorptionsmittel sind von der Art, die Durchmesser sehr kleiner Poren hat, die nicht viel größer sind als der Moleküldurchmesser des adsorbierten Stoffs. Typ II, zu dem Kieselsäuregel des B-Typs von **Fig.** 1 gehört, ist von der Art, die Durchmesser sehr kleiner Poren mit einem weiten Bereich hat, und es treten die Erscheinungen der Adsorption von multimolekularen Schichten und der Kapillarkondensation ein.

[0008] Kieselsäuregel ist eine poröse Substanz verschiedener Arten, die in Abhängigkeit von dem Verfahren zu ihrer Herstellung Ultramikroporen, Mikroporen, Mesoporen und/oder Makroporen haben. Der mittlere Durchmesser sehr kleiner Poren von Kieselsäuregel des A-Typs und Kieselsäuregel des B-Typs beträgt etwa 2,2 nm bzw. etwa 7,0 nm, jedoch enthalten diese Gele bis zu einem gewissen Grade auch Mikroporen mit Durchmessern, die 1- bis 2-mal bis 4- bis 5mal so groß sind wie die Durchmesser der adsorbierten Moleküle. In so kleinen Mikroporen wirkt zusätzlich zu der Adsorptionskraft wegen der Polarität zwischen adsorbierten Molekülen und Mikroporen eine starke Dispersionskraft, und die zu adsorbierenden Moleküle werden an Poren stark adsorbiert. In solchen sehr kleinen Mikroporen sammeln sich deshalb zum Teil Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, und Wassermoleküle an. Bei dem vorstehend erwähnten Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement sammeln sich diese Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, und Wassermoleküle in den sehr kleinen Poren an, und Adsorption und Desorption werden in einem Gleichgewichtszustand, der zu der Adsorptionsseite geneigt ist, wiederholt. Wenn hierbei die Feuchtigkeit der Außenluft plötzlich ansteigt, adsorbieren im Fall von Kieselsäuregel des B-Typs seine Mesoporen Wasserdampf und werden mit flüssigem Wasser gefüllt, das heißt, es tritt Kapillarkondensation ein (vgl. **Fig.** 2). Unter solchen Bedingungen sind drei Phasen vorhanden, und zwar die Adsorptionsphase, die Lösungsphase und die Gasphase. Adsorbierte Substanzen (Substanzen, die einen Geruch verbreiten) werden unter diesen drei Phasen verteilt, und es ist eine binäre Gleichgewichtsbeziehung vorhanden, d.h. ein Gleichgewicht zwischen Adsorptionsphase und Lösungsphase und ein Gleichgewicht zwischen Lösungsphase und Gasphase. **Fig.** 2 zeigt ein Modell dieser Beziehung. In der Zeichnung zeigt ⓐ die Gasphase, zeigt ⓑ die Lösungsphase (wäßrige Lösungsphase) und zeigt ⓒ die Adsorptionsphase. Pfeile mit den Zeichen [A] und [B] zeigen die Gleichgewichtsbeziehung zwischen der ⓐ-Phase und der ⓑ-Phase bzw. die Gleichgewichtsbeziehung zwischen der ⓑ-Phase und der ⓒ-Phase. In **Fig.** 2 sind adsorbierte Moleküle auf Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, eingeschränkt, und die Adsorption von Wassermolekülen wird unterlassen. Adsorbierte Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, lösen sich leicht in der Lösungsphase, und die in dieser wäßrigen Lösung enthaltenen Substanzen, die einen Geruch verbreiten, werden weiter in die Gasphase dispergiert, so daß die binären Gleichgewichte von [A] und [B] gebildet werden. Da die Gasphase ⓐ eine bewegliche Gasphase ist, nimmt die Konzentration der Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, in ⓐ sofort ab. Zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts werden deshalb in ⓒ enthaltene Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, zu ⓑ und dann zu ⓐ über-

führt. Mit kurzen Worten, Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, befinden sich in einem Zustand, in dem sie leicht entfernbar sind. Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, werden zusammen mit Wassermolekülen entfernt. Das heißt, wenn wegen einer hohen Feuchtigkeit der Außenluft Kapillarkondensation eintritt, werden angesammelte Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, mit Außen- bzw. Zuluft SA vermischt und sofort in den Raum abgelassen, und ihre Konzentration erreicht den Wert, den der menschliche Geruchssinn wahrnehmen kann.

[0009] Im Gegensatz dazu beträgt der mittlere Durchmesser der sehr kleinen Poren im Fall von Kieselsäuregel des A-Typs und Kieselsäuregel des RD-Typs etwa 2,2 nm, was im Bereich der Mikroporen (Durchmesser: weniger als etwa 2,5 nm) liegt. Poren in diesem Bereich haben eine starke Adsorptionskraft und führen gleichzeitig hauptsächlich eine Adsorption monomolekularer Schichten durch. Über den gesamten Bereich der relativen Feuchtigkeit sind nur zwei Phasen, und zwar die Adsorptionsphase und die Gasphase, vorhanden, und eine Gleichgewichtsbeziehung existiert nur zwischen diesen zwei Phasen. Wie durch die Kurven von Kieselsäuregel des A-Typs und Kieselsäuregel des RD-Typs in **Fig.** 1 gezeigt wird, nimmt die Adsorptionsmenge des Wasserdampfes infolgedessen auch in dem Fall nicht plötzlich zu, daß die relative Feuchtigkeit ansteigt. Es wird keine Hystereseerscheinung beobachtet, so daß kaum eine Kapillarkondensation eintritt. Das heißt, in diesem Fall werden Substanzen, die einen Geruch verbreiten, im Gegensatz zu dem vorstehend erwähnten Kieselsäuregel des B-Typs niemals durch Adsorption von Feuchtigkeit der Außenluft plötzlich abgeführt bzw. herausgespült, weil keine flüssige Wasserphase vorhanden ist, durch die adsorbierte Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, leicht aufgelöst werden, und dies bedeutet, daß die Erzeugung von Geruch zu gering ist, um durch den menschlichen Geruchssinn wahrgenommen zu werden.

[0010] Mit anderen Worten, die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gesamtwärmeenergie-Autauscherelements, das die Übertragung von Geruch verhindert, und das Gesamtwärmeenergie-Autauscherelement, das durch das Verfahren erhalten wird. Das charakteristische Merkmal der Erfindung ist die Verwendung der Adsorptionsmittel, deren Gleichgewichtsisothermen von dem Fall niedriger Feuchtigkeit zu dem Fall hoher Feuchtigkeit nicht plötzlich ansteigen und deren Gleichgewichtsisothermen für Adsorption und Desorption keine Hysterese zeigen, so daß sich Gleichgewichtsisothermen, die bei Adsorptions- und Desorptionsversuchen beobachtet werden, nicht unterscheiden, und bei denen die Feuchtigkeit im Fall einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40 % keine "Kapillarkondensation" verursacht. Es kann beispielsweise ein oder mehr als ein Adsorptionsmittel wie z.B. das vorstehend erwähnte Kieselsäuregel des A-Typs oder Kieselsäuregel des RD-Typs oder hydrophiler Zeolith, der keine Mesoporen hat, die fähig sind, Kapillarkondensation zu zeigen, oder andere, ähnliche Adsorptionsmittel verwendet werden. Makroteilchen dieser Adsorptionsmittel werden an einer Bahnoberfläche, z.B. an der Oberfläche eines Metallblechs bzw. einer Metallfolie oder einer Kunststoffolie oder eines Keramikfaserpapiers in einer flächenbezogenen Menge von höchstens 30 g/m^2 starr befestigt, und die Bahn wird laminiert und zu einer Wabenstruktur geformt.

[0011] Die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0012] **Fig.** 1 ist ein Diagramm, das Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption an Kieselsäuregel des A-Typs, des RD-Typs und des B-Typs und Zeolith zeigt;

[0013] **Fig.** 2 ist eine Modellzeichnung, die zeigt, wie Moleküle von Substanzen, die einen Geruch verbreiten, unter den drei Phasen, die durch Kapillarkondensation herbeigeführt werden, verteilt sind;

[0014] **Fig.** 3 ist eine Übersichtszeichnung, die ein Verfahren zur Herstellung eines Gesamtwärmeenergie-Austauschermaterials zeigt;

[0015] **Fig.** 4 ist eine perspektivische Zeichnung einer einseitig mit einer flachen Bahn beklebten gewellten Bahn;

[0016] **Fig.** 5 ist eine perspektivische Zeichnung eines Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements des Rotationstyps;

[0017] **Fig.** 6 ist eine Zentral-Senkrechtschnittzeichnung eines Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements des Rotationstyps;

[0018] **Fig.** 7 ist ein Diagramm, das den übertragenen Anteil und die übertragene Menge einer Geruch verbreitenden Substanz bei Gesamtwärmeenergie-Austauscherelementen zeigt;

[0019] **Fig.** 8 ist eine Zeichnung, die zur Erläuterung der Prüfungsbedingungen von Gesamtwärmeenergie-Austauscherelementen dient;

[0020] **Fig.** 9 ist ein Diagramm, das den Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme bei Gesamtwärmeenergie-Austauscherelementen unter Verwendung verschiedener Mengen von Kieselsäuregel zeigt; und

[0021] **Fig.** 10 ist ein Diagramm, das den Wirkungs-

grad des Austausches von latenter Wärme bei einem Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement unter Verwendung eines Treibmittels zeigt.

Beispiel 1

[0022] **Fig.** 3 ist eine Übersichtszeichnung der Vorrichtung, die bei einem Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements angewandt wird. Die Zeichnung zeigt einen Behälter **1** für einen Klebstoff **2**, Quetschwalzen **3**, **3**, einen Behälter **4** für ein Adsorptionsmittel, d.h. Kieselsäuregel des A-Typs oder des RD-Typs, das in Form von Makroteilchen **5** von Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs in den Behälter **4** eingebracht wurde, Führungswalzen **6**, **6**, Saugleitungen **7**, **7** und eine Heizvorrichtung **8**, **8**.

[0023] Auf beide Oberflächen einer 30 μm dicken Aluminiumfolie **13** wird eine geeignete Menge des aus Polyvinylacetat bestehenden Klebstoffs **2** aufgebracht, indem der Spalt zwischen den Quetschwalzen **3**, **3** eingestellt wird, und die Folie wird in den Behälter **4** eingeführt, der Adsorptionsmittel-Makroteilchen **5** enthält. Kieselsäuregelpulver **5** des A-Typs und/oder des RD-Typs mit einer Teilchengröße von weniger als 0,2 mm wird auf beide Seiten der Folie aufgeklebt, damit Kieselsäuregelpulver des A-Typs und/oder des RD-Typs in einer Gesamtmenge von etwa 20 g auf beiden Seiten pro 1 m^2 der Folienoberfläche provisorisch befestigt wird. Makroteilchen des Kieselsäuregels, die nicht auf der Folie **13** befestigt worden sind, werden durch Einsaugen mit Saugleitungen **7**, **7** entfernt.

[0024] Die Folie **13** wird dann durch die zum Trocknen dienende Heizvorrichtung **8**, **8** für eine kurze Zeit bei einer hohen Temperatur von 100 bis 250 °C erhitzt, um den Klebstoff vollständig zu trocknen und zu härten und gleichzeitig durch Abgabe von Gas und anderen Verunreinigungen, die in sehr kleinen Poren von Kieselsäuregel des A-Typs oder des RD-Typs adsorbiert sind, und von flüchtigen Bestandteilen, die im Klebstoff enthalten sind, von der Folienoberfläche bis zu der Oberfläche der Klebstoffschicht viele miteinander in Verbindung stehende Poren zu bilden, damit das Adsorptionsvermögen des Kieselsäuregels des A-Typs oder des RD-Typs nicht beeinträchtigt wird. Auf diese Weise wird eine Aluminiumbahn **15** eines Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements erhalten.

[0025] Das auf diese Weise erhaltene Gesamtwärmeenergie-Austauschermaterial wird gewellt, und eine flache Bahn **15** und eine gewellte Bahn **16** werden wie in **Fig.** 4 gezeigt abwechselnd zusammengeklebt und laminiert und werden beispielsweise wie in **Fig.** 5 gezeigt bis zu einer gewünschten Größe um eine Nabe **17** herumgewickelt, um eine zylindrische Struktur mit vielen kleinen Kanälen **18**, die zwischen beiden Stirnflächen hindurchgehen, zu bilden. An beiden Stirnflächen des Zylinders werden in radialer Richtung mehrere Rillen geschnitten, und Verstärkungsspeichen **19**, **19** werden in die Rillen eingepaßt und starr befestigt bzw. angeklebt. Ein äußeres Umfangs-Stahlblech **20** wird um die Umfangsoberfläche herumgewunden. Durch eingeeignetes Mittel wie z.B. Verschraubung bzw. Verbolzung wird ein Ende von jeder der Speichen **19**, **19** starr an einer der beiden Stirnflächen der Nabe **17** und das andere Ende starr an dem äußeren Umfangs-Stahlblech **20** befestigt. Gurtbleche bzw. -platten **21**, **21** werden um beide Stirnränder des äußeren Umfangs-Stahlbleches **20** herumgewunden und starr befestigt, und zwischen den beiden Gurtblechen bzw. -platten **21**, **21** werden zur Versteifung verbindende Gurtbleche bzw. -platten **22**, **22** angebracht und starr befestigt, wodurch ein Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement erhalten wird.

Beispiel 2

[0026] Ein Klebstoff **2**, der aus Polyvinylacetat besteht, wird mit etwa 20 bis 40 % Makroteilchen von Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs vermischt und auf beide Oberflächen der Folie **13** aufgebracht. Durch schnelles Erhitzen dieser Folie auf eine hohe Temperatur mit der zum Trocknen dienenden Heizvorrichtung **8**, **8** werden Gas und andere Verunreinigungen, die an Kieselsäuregel adsorbiert sind, desorbiert und wird der Klebstoff gehärtet, und gleichzeitig werden in der Klebstoffschicht viele sehr kleine Poren gebildet, die miteinander in Verbindung stehen. Das heißt, Makroteilchen von Kieselsäuregel, die in der Klebstoffschicht eingemischt sind, werden in die Lage versetzt, durch die vorstehend erwähnten Poren, die miteinander in Verbindung stehen, Feuchtigkeit, die in Außenluft enthalten ist, zu adsorbieren und zu desorbieren. Das auf diese Weise erhaltene Gesamtwärmeenergie-Austauschermaterial wird wie in Beispiel 1 gewellt und laminiert, um ein Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement zu erhalten. In den Klebstoff kann ein chemisches Treibmittel eingemischt werden.

Beispiel 3

[0027] In einen Klebstoff **2**, der aus Polyvinylacetat besteht, werden etwa 20 bis 40 Masse% Makroteilchen von Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs oder aktivem Aluminiumoxid und etwa 5 Masse% feines Pulver von Natriumhydrogencarbonat oder Ammoniumcarbonat als chemisches Treibmittel eingemischt. Der Klebstoff wird auf beide Oberflächen der Folie **13** aufgebracht. Durch schnelles Erhitzen der Folie auf eine hohe Temperatur mit der zum Trocknen dienenden Heizvorrichtung **8**, **8** wird das chemische Treibmittel, das in dem Klebstoff enthalten ist, zersetzt und erzeugt Bläschen, während das Gas, das an Kieselsäuregel adsorbiert ist, desor-

biert wird und der Klebstoff gehärtet wird und gleichzeitig in der Klebstoffschicht viele sehr kleine Poren gebildet werden, die miteinander in Verbindung stehen. Das heißt, eingebettete bzw, verdeckte Makroteilchen von Kieselsäuregel werden in die Lage versetzt, Feuchtigkeit, die in Außenluft enthalten ist, zu adsorbieren. Das auf diese Weise erhaltene Gesamtwärmeenergie-Austauschermaterial wird wie in Beispiel 1 gewellt und laminiert, um ein Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement zu erhalten.

Beispiel 4

[0028] Ein Klebstoff **2**, der aus Acrylharz besteht, wird auf beide Oberflächen der Folie **13** aufgebracht. Eine Mischung von Makroteilchen von Kieselsäuregel des A-Typs oder des RD-Typs und Makroteilchen von hydrophilem Zeolithen, der wenig Mesoporen hat und kaum eine Kapillarkondensation verursacht, in einem geeigneten Verhältnis wird wie in Beispiel 1 provisorisch auf beiden Oberflächen der Folie **13** befestigt, und die Folie wird zur Härtung des Klebstoffs mit der zum Trocknen dienenden Heizvorrichtung auf eine hohe Temperatur erhitzt. Ein Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement wird erhalten, indem das restliche Verfahren wie in Beispiel 1 durchgeführt wird.

[0029] In den vorstehenden Beispielen kann Bahnmaterial in zweckmäßiger Weise abgesehen von Aluminium aus Metallen wie z.B. Aluminiumlegierung, nichtrostendem Stahl, Kupfer und Messing, aus Kunststoffen wie z.B. Polyvinylchlorid, Polypropylen und Polyester, aus Keramikfaserpapier und flammwidrigem Papier und aus anderen Materialien, die gewellt werden können, ausgewählt werden. Als Feuchtigkeitsadsorptionsmittel kann zusammen mit Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs auch ein anderes Adsorptionsmittel, das die Übertragung von Geruch nicht fördert, d.h. wegen eines geringen Gehalts an Mesoporen kaum eine Kapillarkondensation verursacht, beispielsweise das vorstehend erwähnte aktive Aluminiumoxid und der vorstehend erwähnte hydrophile Zeolith, verwendet werden.

[0030] Papier, das als Bahn verwendet wird, besteht hauptsächlich aus anorganischen Fasern, bei denen nicht die Gefahr besteht, daß Feuer ausbricht, wenn sie mit heißer Luft in Berührung kommen. Es wird beispielsweise Papier mit einer Dicke von 0,1 bis 0,3 mm verwendet, das hauptsächlich aus Keramikfasern besteht und 50 bis 70 % Keramikfasern, 5 bis 10 % Glasfasern, wobei beide Faserarten einen Durchmesser von etwa 5 µm und eine Länge von 1 bis 5 mm haben, 30 bis 5 % Holzzellstoff und 10 bis 20 % eines Bindemittels und eines Mittels zur Erhöhung der Festigkeit von Papier (eines Verstärkungsmittels für Papier) enthält, oder es wird Papier verwendet, das hauptsächlich aus Holzzellstoff besteht, der durch Aluminiumhydroxid flammwidrig gemacht und verstärkt worden ist. Als Klebstoff werden z.B. Polyvinylacetat, Epoxyharz, Siliconharz und Acrylharz verwendet. Als anorganisches Bindemittel (Verstärkungsmittel für Papier) können z.B. Kieselsäuresol und Aluminiumoxidsol verwendet werden.

[0031] Wie in **Fig.** 6 gezeigt ist, wird das in den vorstehenden Beispielen erhaltene zylinderförmige Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement genauso wie bekannte Fabrikate durch eine Welle **23** drehbar und betriebsfähig gehalten und in ein Gehäuse **24** eingesetzt. Leitungen **26**, **27** und **28**, **29** sind derart bereitgestellt, daß beide Stirnflächen des Elements **25** in die Einlaßluftzone/Zuluftzone und die Rückluftzone/Abluftzone unterteilt werden. Das Element **25** wird mit einer Drehzahl von etwa 16 U/min gedreht und in Betrieb gehalten. Einlaßluft (OA) und Rückluft (RA) werden eingeführt, um durch die gesamte Wandoberfläche der kleinen Kanäle **18** des Elements **25** hindurch einen Gesamtwärmeenergie-Austausch zwischen beiden Luftarten für die Zuführung von Zuluft (SA) und die Abführung von Abluft (EA) durchzuführen.

Wirkung der Erfindung

[0032] Es wurden als Kieselsäuregel des A-Typs Silica Gel PA-9035A der Fuji Davison Chemicals Co., Ltd., Kieselsäuregel des RD-Typs derselben Firma, als hydrophiler Zeolith Zeolum A-4 der Tosoh Co., Ltd. und als Kieselsäuregel des B-Typs für ein Vergleichsbeispiel Silica Gel PA-9035B der Fuji Davison Chemicals Co., Ltd. verwendet. Ihre Teilchengrößen lagen alle bei etwa 74 µm (200 mesh). Gemäß Beispiel 1 wurden die vorstehenden vier Arten von Adsorptionsmitteln an beide Seiten von vier 30 µm dicken Aluminiumfolien in einer Gesamtmenge von 16 g auf beiden Seiten pro 1 m^2 der Folienoberfläche starr angeklebt. Diese Folien wurden derart gewellt, daß die Wellenlänge P 4,2 mm und die Wellenhöhe h 2,2 mm betrug (vgl. **Fig.** 4), und es wurden vier Arten von Gesamtwärmeenergie-Austauscherelementen mit einer Elementdicke t (vgl. **Fig.** 6) von 200 mm hergestellt. Bei jedem Element wurde unter den nachstehend beschriebenen Bedingungen eine Geruchsübertragungsprüfung durchgeführt. Wie in **Fig.** 8 gezeigt ist, wurde mit jedem Element ein Gesamtwärmeenergie-Austauscher mit einer Drehzahl von 15 U/min in Betrieb gehalten.

[0033] ① Luft mit einer Temperatur von 25 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 42 %, die als Geruch verbreitende Substanz 30 ppm Toluol enthielt, wurde 30 min lang als Rückluft RA eingeführt, so daß Feuchtigkeit und Toluol in dem Element adsorbiert wurden, und dann wurde unter denselben Bedingungen Luft, die kein Toluol enthielt, kontinuierlich eingeführt.

[0034] ② Andererseits wurde 30 min lang Außenluft

mit einer Temperatur von 33 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 40 % eingeführt, und danach wurden der übertragene Anteil (%) und die übertragene Menge (ppm) von Toluol, das in die durch das Element hindurchgebrachte Zuluft SA_2 übertragen wurde, gemessen. Das Ergebnis ist in Form von Punkten auf der Geraden der relativen Feuchtigkeit von 40 % in **Fig.** 7 gezeigt.

[0035] ③ Während Außenluft mit einer Temperatur von 33 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 65 % eingeführt wurde, wurden dann die übertragene Menge (ppm) und der übertragene Anteil (%) von Toluol, das in die Zuluft SA_3 übertragen wurde, gemessen. Das Ergebnis ist in Form von Punkten auf der Geraden der relativen Feuchtigkeit von 65 % in **Fig.** 7 gezeigt.

[0036] ④ Während Außenluft mit einer Temperatur von 33 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 80 % kontinuierlich eingeführt wurde, wurden die übertragene Menge (ppm) und der übertragene Anteil (%) von Toluol, das in die Zuluft SA4 übertragen wurde, gemessen. Das Ergebnis ist in Form von Punkten auf der Geraden der relativen Feuchtigkeit von 80 % in **Fig.** 7 gezeigt.

[0037] Der in **Fig.** 7 angegebene übertragene Anteil (%) der Geruch verbreitenden Substanz (Toluol) wird aus der Toluolkonzentration (ppm) in der Zuluft, die durch die Toluolkonzentration (ppm) in der Rückluft dividiert wird, berechnet. Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, wurde im Fall von Kieselsäuregel des B-Typs bei einer übertragenen Menge von etwa 5,5 ppm Geruch wahrgenommen, wenn Außenluft mit 33 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 80 % behandelt wurde. Andererseits betrugen die übertragenen Mengen im Fall von Kieselsäuregel des A-Typs und des RD-Typs und von hydrophilem Zeolithen weniger als 0,4 ppm, und es wurde kaum ein Geruch wahrgenommen. Diese Toluolkonzentrationen wurden mit einem Gaschromatographen (Gas Chromatograph GC-14A, geliefert durch Shimadzu Corporation) gemessen.

[0038] In dem Fall, daß als andere Geruch verbreitende Substanzen Methylmercaptan und Trimethylamin geprüft wurden, konnte durch den menschlichen Geruchssinn kein Geruch wahrgenommen werden. Diese Prüfung wurde von mehreren Menschen durchgeführt.

[0039] Vor allem in Japan, wenn sich die Feuchtigkeit beispielsweise in der Regenzeit stark verändert, kommt es oft zur Erzeugung eines Geruches aus einem Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement. Das heißt, es ist möglich, daß Geruch verbreitende Substanzen, die in der Rückluft enthalten sind, im Fall der Verwendung von Kieselsäuregel des B-Typs wie in **Fig.** 7 gezeigt und von anderen Adsorptionsmitteln, die Kapillarkondensation zeigen, durch ein Element adsorbiert werden und in Zuluft übertragen werden, so daß ihre Konzentration den Wert überschreitet, ab dem sie durch den menschlichen Geruchssinn wahrnehmbar sind [im Fall von Toluol 0,48 ppm, vgl. "Environmental Pollution and Poison, Dangerous Objects (Organic Materials)" von Hiroshi Horiguchi, Sankyo Publishing Co., Ltd., S. 458, 25. Juni 1971]. Andererseits ist es im Fall von Kieselsäuregel des A-Typs und des RD-Typs und von hydrophilem Zeolithen nicht möglich, daß Geruch verbreitende Substanzen in Zuluft übertragen werden, so daß ihre Konzentration den Wert überschreitet, ab dem sie durch den menschlichen Geruchssinn wahrnehmbar sind (beispielsweise bleibt die Konzentration von Toluol unter 0,48 ppm). Wenn Luft, die verschiedene Geruch verbreitende Gase enthält, die von der Küchenluft und der Toilettenluft eines Gebäudes herrühren und durch den menschlichen Körper entwickelt werden, zur Rückgewinnung der Gesamtwärmeenergie als Rückluft durch einen Gesamtwärmeenergie-Austauscher hindurchgeleitet wird, kann beispielsweise die über den Gesamtwärmeenergie-Austauscher erfolgende Übertragung Geruch verbreitender Gase in Zuluft größtenteils verhindert werden. Dies ist auf die Adsorptionseigenschaften von Kieselsäuregel des A-Typs und des RD-Typs und von hydrophilem Zeolithen zurückzuführen. Das heißt, in der in **Fig.** 1 gezeigten Weise nimmt die Trocknungsrate selbst im Fall eines Anstiegs der Luftfeuchtigkeit nicht in so hohem Maße zu, daß Geruch verbreitende Substanzen, die in dem Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement adsorbiert sind, plötzlich abgeführt bzw. herausgespült werden. Mit anderen Worten, wenn der Gesamtwärmeenergie-Austauscher in Betrieb ist und gleichzeitig Feuchtigkeit und Geruch verbreitende Substanzen adsorbiert, nimmt das Adsorptionsvermögen, das in **Fig.** 1 in Form der Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption gezeigt ist, auch in dem Fall nicht plötzlich zu, daß die relative Feuchtigkeit der Außenluft plötzlich ansteigt. Die Desorption von adsorbierten, Geruch verbreitenden Substanzen geht somit äußerst langsam vonstatten, und der menschliche Geruchssinn kann keinen Geruch wahrnehmen. Es ist in diesem Fall auch möglich, den Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme in einer sehr feuchten Atmosphäre zu erhöhen, indem eine geeignete Menge von Kieselsäuregel des B-Typs eingemischt wird, d.h. eine Menge, die nur so hoch ist, daß der Geruch der Zuluft SA selbst in dem Fall, daß die Feuchtigkeit plötzlich ansteigt, durch einen Menschen nicht wahrgenommen wird; diese geeignete Menge beträgt beispielsweise 10 bis 20 % der Gesamtmenge der Adsorptionsmittel.

[0040] **Fig.** 9 zeigt die Beziehung zwischen einer festgelegten Menge von Kieselsäuregel des A-Typs und dem Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme (ηx) für den Fall, daß eine einseitig mit einer flachen Bahn beklebte gewellte Bahn eine Wel-

lenlänge P von 4,2 mm und eine Wellenhöhe h von 2,0 mm hat und ein zylinderförmiges Element, d.h. ein Rotor, eine Dicke t von 200 mm und eine Drehzahl von 15 U/min hat. In der Zeichnung zeigt die Abszisse die Windgeschwindigkeit (m/s) der Zuluft und der Rückluft am Einlaß des Elements. Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, beträgt der Wirkungsgrad 67 %, wenn die festgelegte Menge von Kieselsäuregel des A-Typs 5 g/m^2 und die Windgeschwindigkeit 2 m/s beträgt. Wenn die Windgeschwindigkeit 3 m/s beträgt, ist ηx so niedrig wie 60 %. Wenn die festgelegte Menge von 10 g/m^2 auf 15 g/m^2 und auf 20 g/m^2 zunimmt, steigt der Wirkungsgrad an. Wenn die festgelegte Menge 30 g/m^2 beträgt, hat der Wirkungsgrad bei derselben Windgeschwindigkeit von 3 m/s einen Wert von 80 %, und der Wirkungsgrad steigt auch in dem Fall kaum an, daß die festgelegte Menge weiter erhöht wird. Hierbei gelten die folgenden Bedingungen: Die Temperatur der Außenluft beträgt 33 °C; ihre relative Feuchtigkeit beträgt 55 %; die Temperatur der Rückluft beträgt 25 °C, und ihre relative Feuchtigkeit beträgt 70 %.

[0041] Da das erfindungsgemäße Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement wie vorstehend beschrieben erhalten wird, indem als Hauptbestandteil des Adsorptionsmittels Makroteilchen von Kieselsäuregel des A-Typs oder des RD-Typs, aktiviertem Aluminiumoxid oder Zeolith, deren Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40 % nicht plötzlich ansteigen und die keine Hystereseerscheinung zeigen, d.h. Adsorptionsmittel, bei denen adsorbierte Feuchtigkeit keine Kapillarkondensation verursacht, mit einem Klebstoff oder einem Bindemittel an der Bahnoberfläche befestigt bzw. aufgeklebt oder imprägniert werden und diese Bahn laminiert und zu einer Wabenstruktur geformt wird, hat es die Wirkung, daß es die Erzeugung von Geruch in den Raum verhindert. Mit anderen Worten, verschiedene Geruch verbreitende Substanzen, die in Rückluft enthalten sind, werden während des Betriebes durch das in dem Element enthaltene Adsorptionsmittel adsorbiert, jedoch werden diese adsorbierten, Geruch verbreitenden Substanzen nicht durch Adsorption von Wasserdampf bei einer hohen relativen Feuchtigkeit abgeführt bzw. herausgewaschen und nicht in Zuluft übertragen.

[0042] Ferner wird bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements ein Klebstoff oder ein Bindemittel auf die Oberfläche einer Bahn aufgebracht, die z.B. aus einem Metall oder einem Kunststoff besteht. Dann werden Makroteilchen von vorstehend erwähnten Adsorptionsmitteln an der Klebstoff- oder Bindemittelschicht angebracht, und die Bahn wird für eine kurze Zeit bei einer hohen Temperatur von 100 bis 250 °C erhitzt. Durch diesen Prozeß wird der Klebstoff oder das Bindemittel vollständig gehärtet, und gleichzeitig werden die Makroteilchen des Adsorptionsmittels starr befestigt, wobei ein Teil jedes Makroteilchens in der Klebstoff- oder Bindemittelschicht eingebettet ist und der andere Teil freiliegt. Dies hat somit die Wirkung, daß ein Gesamtwärmeenergie-Austausch für eine lange Zeit wirksam durchgeführt wird, ohne daß die Gefahr besteht, daß Makroteilchen des Adsorptionsmittels durch den Betrieb oder durch Waschen des Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements von der Oberfläche der Bahn abfallen.

[0043] Wenn Makroteilchen von Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs in einen Klebstoff oder ein Bindemittel eingemischt werden, wie es in Beispiel 2 gezeigt wird, oder wenn Makroteilchen von Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs und ein chemisches Treibmittel in einen Klebstoff oder ein Bindemittel eingemischt werden, wie es in Beispiel 3 gezeigt wird, und wenn der Klebstoff oder das Bindemittel auf die Bahnoberfläche aufgebracht und durch Erhitzen gehärtet wird, werden Gase, die an Kieselsäuregel adsorbiert sind, das in den Klebstoff oder das Bindemittel eingemischt ist, unter Bildung von vielen sehr kleinen Poren, die miteinander verbunden sind, in der Klebstoff- oder Bindemittelschicht desorbiert, oder es wird außerdem das chemische Treibmittel zersetzt, so daß sich Bläschen bilden, die von der Bahnoberfläche bis zu der Oberfläche der Klebstoff- oder Bindemittelschicht viele sehr kleine Poren erzeugen, die miteinander verbunden sind. Die Adsorptionsmittelteilchen, die in der Klebstoff- oder Bindemittelschicht eingebettet sind, sind somit durch die erwähnten miteinander verbundenen Poren hindurch wirksam. Als im letzteren Fall Kieselsäuregel des A-Typs in einem Anteil von 15 g/m^2 befestigt wurde, wurde bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 2 m/s ein Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme von 84 % erzielt, wie es in **Fig.** 10 durch eine Vollinie gezeigt wird; dieser Wert ist etwa 3 % höher als in dem in **Fig.** 10 durch eine Strichlinie gezeigten Fall, bei dem in den Klebstoff kein chemisches Treibmittel eingemischt war.

[0044] Der Zusatz von hydrophilem Zeolithen als Bestandteil der Adsorptionsmittel, der in Beispiel 4 gezeigt wird, hat die Wirkung, daß der Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme bei dem Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement im Fall der Behandlung von Luft mit niedriger Feuchtigkeit erhöht wird, ohne daß eine Zunahme des übertragenen Anteils von Geruch verbreitenden Substanzen möglich ist. In diesem Fall sollte jedoch ein Zeolith verwendet werden, der wenig Mesoporen hat und kaum eine Kapillarkondensation verursacht.

Patentansprüche

1. Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement, das die Übertragung von Geruch verhindert, gekennzeichnet durch eine zu einer Wabenstruktur geform-

ten laminierten Bahn mit Makroteilchen eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40% keinen plötzlichen Anstieg zeigen und dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption und die Desorption keine Hystereseerscheinung zeigen, d.h. eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, bei dem adsorbierte Feuchtigkeit keine Kapillarkondensation zeigt, als Hauptbestandteil des Adsorptionsmittels oder der Adsorptionsmittel.

2. Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehr als ein Adsorptionsmittel verwendet wird, das hauptsächlich aus Kieselsäuregel des A-Typs und/oder des RD-Typs und/oder einem hydrophilen Zeolithen, bei dem kaum Kapillarkondensation auftritt, besteht.

3. Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Adsorptionsmittel-Makroteilchen in einer Gesamtmenge von 5 bis 30 g auf beiden Seiten pro 1 m^2 der Bahnoberfläche starr befestigt sind.

4. Gesamtwärmeenergie-Austauscherelement, das die Übertragung von Geruch verhindert, nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn aus einer Metallfolie oder einem Metallblech, einer Kunststofffolie und einem Keramikfaserpapier ausgewählt wird.

5. Verfahren zur Herstellung eines Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements, das die Übertragung von Geruch verhindert, dadurch gekennzeichnet, dass
(a) ein oder mehr als ein Adsorptionsmittel, dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40% keinen plötzlichen Anstieg zeigen und dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption und die Desorption keine Hystereseerscheinung zeigen, d.h. ein oder mehr als ein Adsorptionsmittel, bei dem adsorbierte Feuchtigkeit keine Kapillarkondensation zeigt, als Hauptbestandteil des Adsorptionsmittels oder der Adsorptionsmittel verwendet wird,
(b) die Adsorptionsmittel-Makroteilchen durch Aufkleben oder Imprägnieren mit einem Klebstoff oder einem Bindemittel an einer Bahn befestigt werden,
(c) die Bahn erhitzt wird, um den Klebstoff oder das Bindemittel zu härten und das eine oder mehr als eine Adsorptionsmittel gleichzeitig starr zu befestigen, so dass ein Teil der Adsorptionsmittelteilchen in der Klebstoff- oder Bindemittelschicht eingebettet ist und der andere Teil freiliegt, und
(d) die Bahn laminiert und zu einer Wabenstruktur geformt wird.

6. Verfahren zur Herstellung eines Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements, das die Übertragung von Geruch verhindert, dadurch gekennzeichnet, dass
(a) Makroteilchen eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40% keinen plötzlichen Anstieg zeigen und dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption und die Desorption keine Hystereseerscheinung zeigen, d.h. eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, bei dem adsorbierte Feuchtigkeit keine Kapillarkondensation zeigt, in einen Klebstoff oder ein Bindemittel eingemischt werden,
(b) der Klebstoff oder das Bindemittel auf Bahnoberflächen oder in einer Bahn aufgetragen oder zum Imprägnieren verwendet wird,
(c) die Bahn danach sofort schnell bei einer hohen Temperatur von 100 bis 250°C erhitzt wird, um in der Klebstoff- oder Bindemittelschicht durch schnelle Verdampfung flüchtiger Bestandteile, die in dem Klebstoff oder dem Bindemittel enthalten sind, und durch Desorption von Gas und anderen Verunreinigungen, die an Mikroporen des einen oder mehr als einen Adsorptionsmittels adsorbiert sind, viele sehr kleine Poren zu bilden, die miteinander in Verbindung stehen, und gleichzeitig den Klebstoff oder das Bindemittel zu härten und das eine oder mehr als eine Adsorptionsmittel starr an der Oberfläche der Bahn zu befestigen bzw. anzukleben oder das eine oder mehr als eine Adsorptionsmittel in der Bahn zu imprägnieren, und
(d) die Bahn laminiert und zu einer Wabenstruktur geformt wird.

7. Verfahren zur Herstellung eines Gesamtwärmeenergie-Austauscherelements, das die Übertragung von Geruch verhindert, dadurch gekennzeichnet, dass
(a) Makroteilchen eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption bei einer relativen Feuchtigkeit von mehr als etwa 40% keinen plötzlichen Anstieg zeigen und dessen Gleichgewichtsisothermen für die Adsorption und die Desorption keine Hystereseerscheinung zeigen, d.h. eines oder mehr als eines Adsorptionsmittels, bei dem adsorbierte Feuchtigkeit keine Kapillarkondensation zeigt, und ein chemisches Treibmittel in einen Klebstoff oder ein Bindemittel eingemischt werden,
(b) der Klebstoff oder das Bindemittel auf einer oder in einer Bahn aufgetragen oder zum Imprägnieren verwendet wird,
(c) die Bahn danach sofort bei einer hohen Temperatur von 100 bis 250°C erhitzt wird, um durch schnelle Verdampfung flüchtiger Bestandteile, die in dem Klebstoff oder dem Bindemittel enthalten sind, und durch Zersetzung des chemischen Treibmittels unter Erzeugung von Bläschen Poren zu bilden, die miteinander in Verbindung stehen, und gleichzeitig den Klebstoff oder das Bindemittel zu härten, und

(d) die Bahn laminiert und zu einer Wabenstruktur geformt wird.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

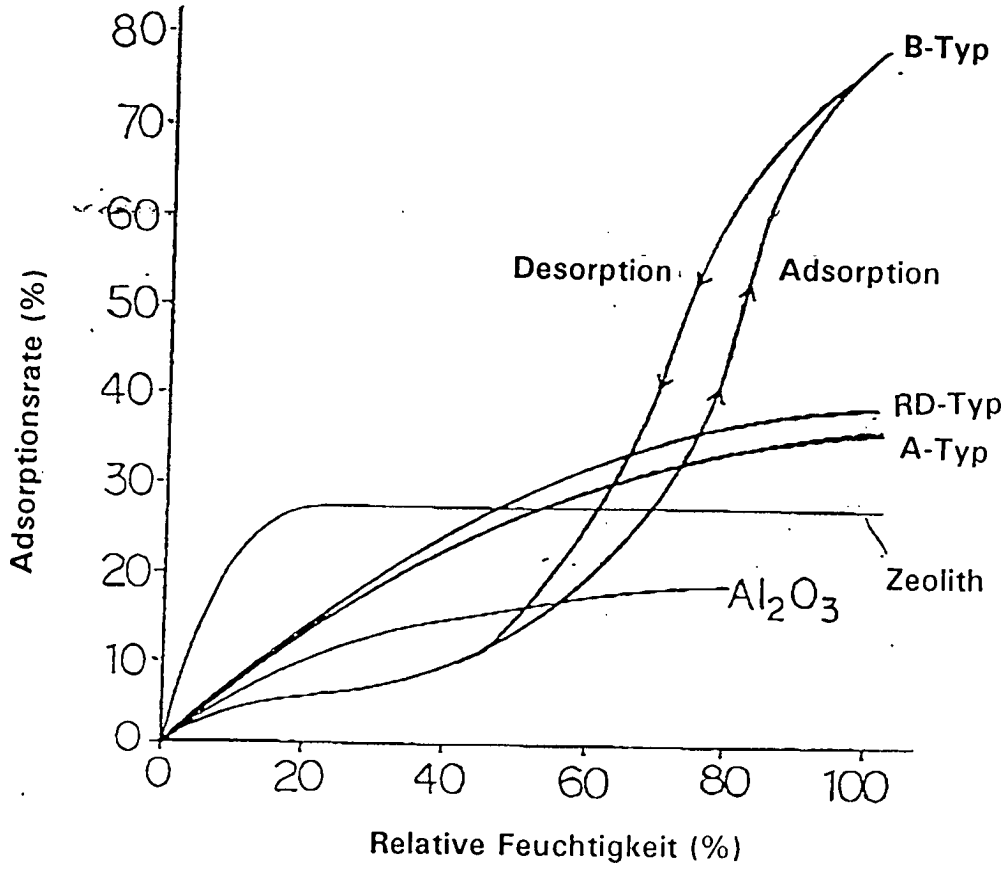
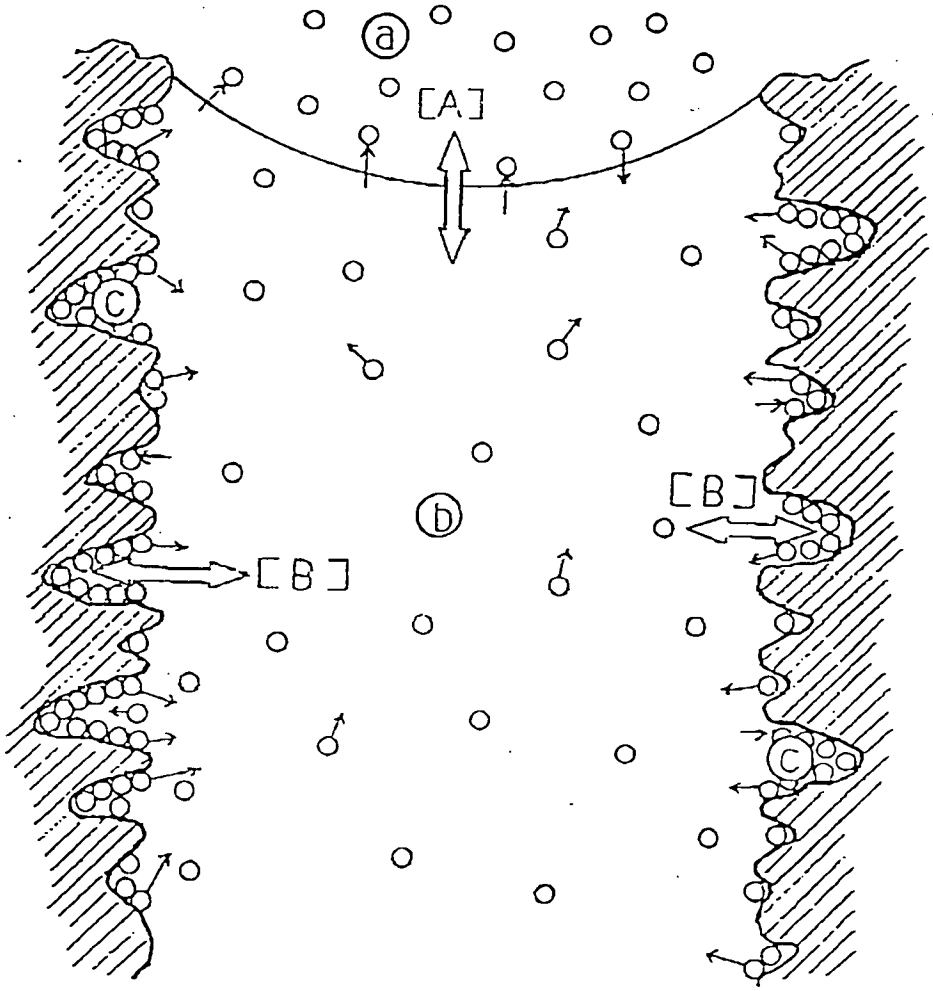


Fig. 2



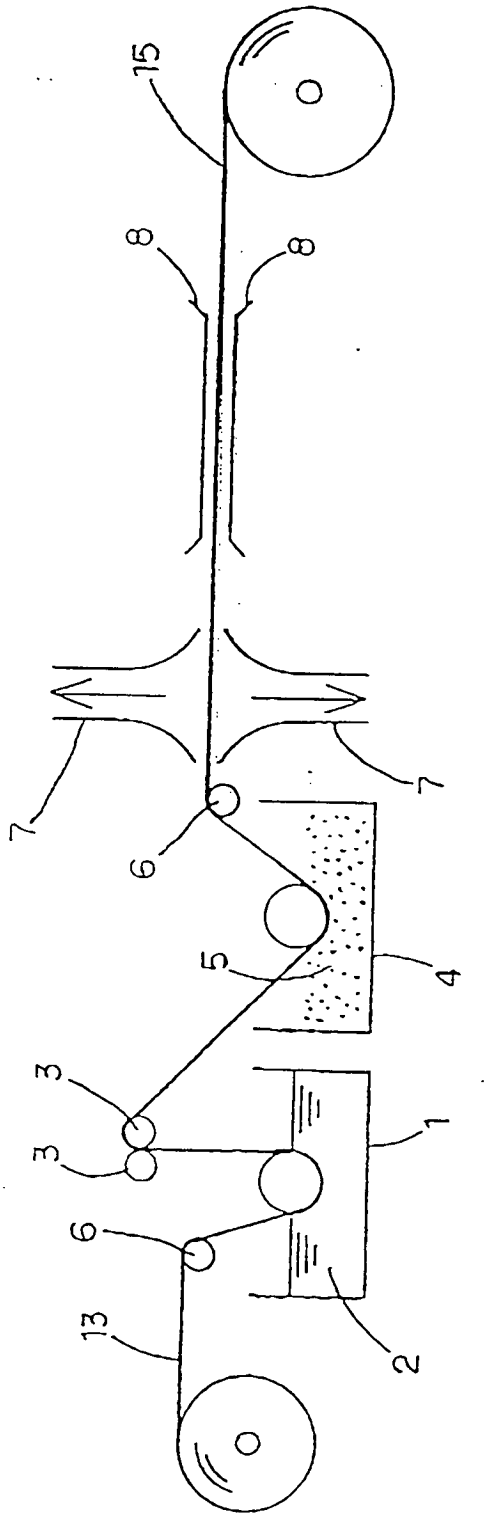


Fig. 3

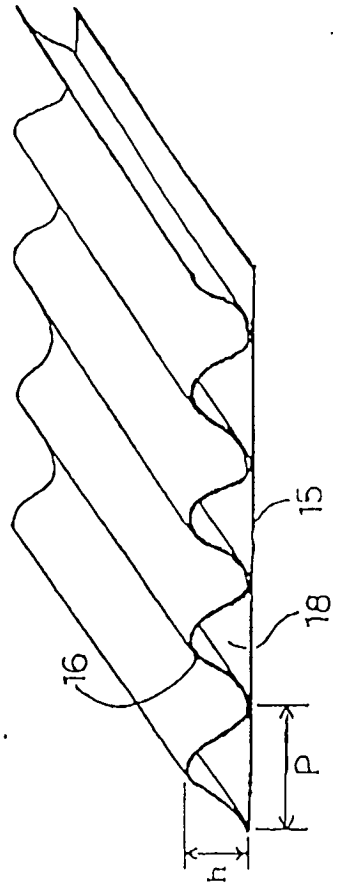


Fig. 4

Fig.5

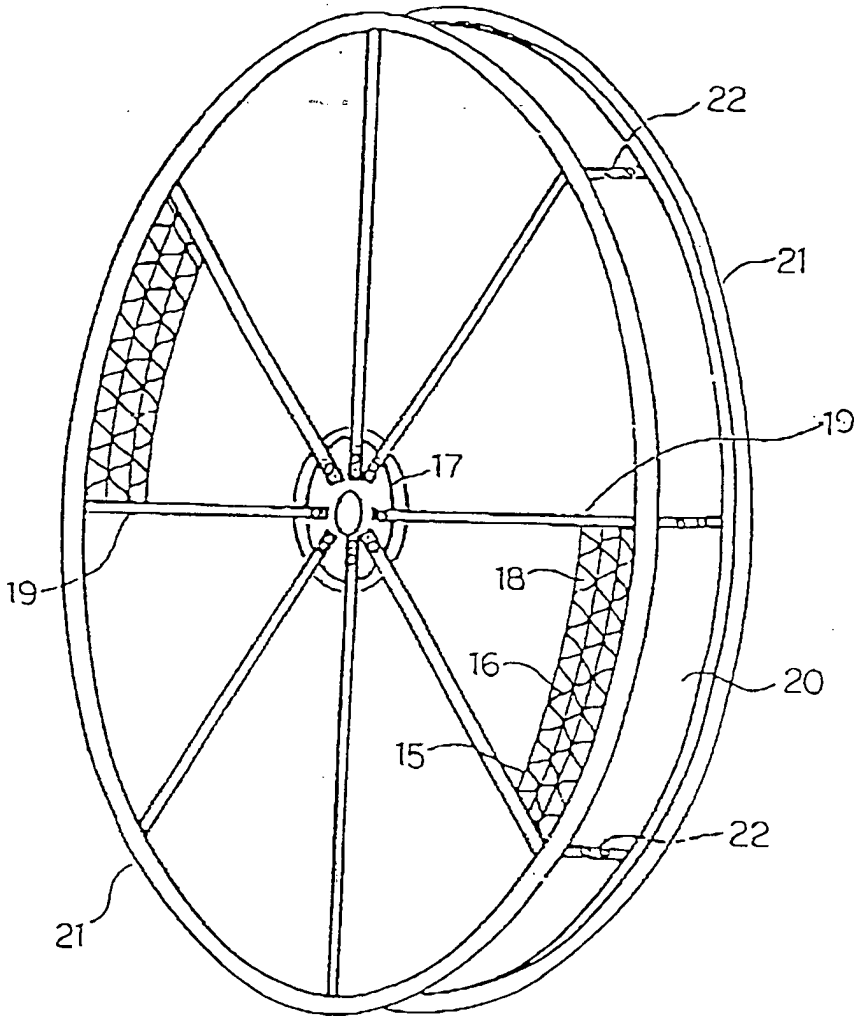


Fig. 6

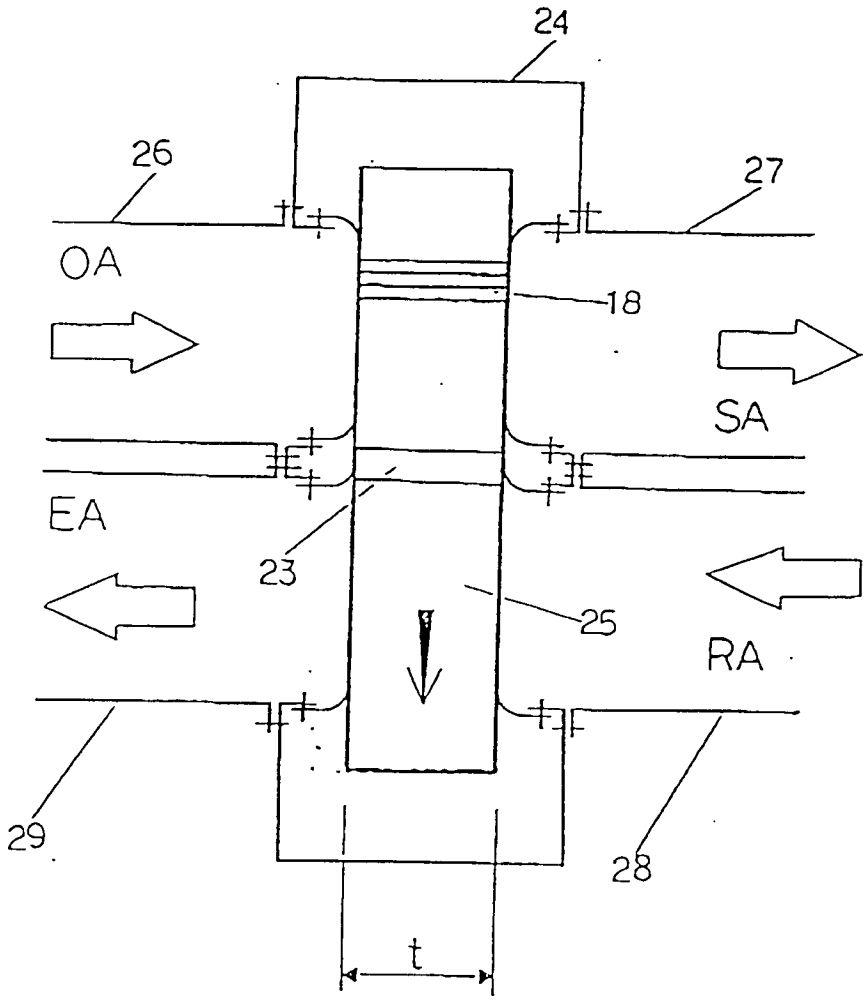


Fig. 7

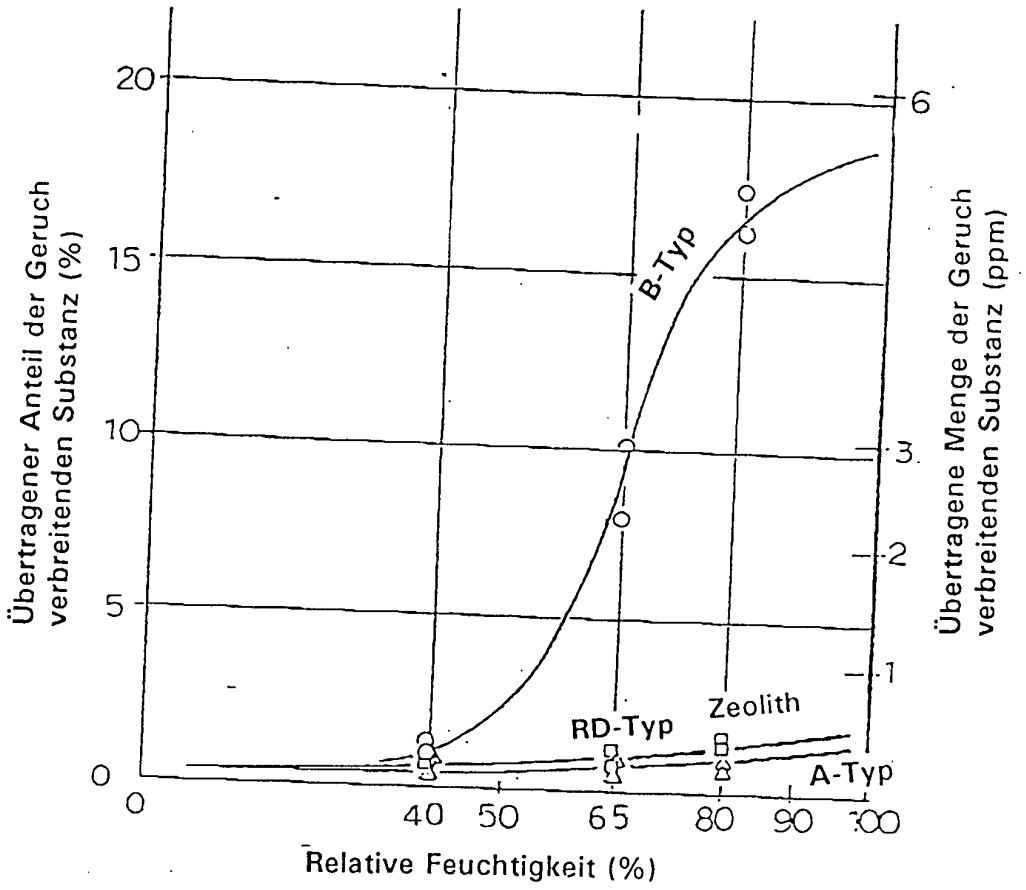

Übertragener Anteil der Geruch verbreitenden Substanz (%)
Übertragene Menge der Geruch verbreitenden Substanz (ppm)
Relative Feuchtigkeit (%)
B-Typ
RD-Typ
Zeolith
A-Typ
0
5
10
15
20
1
2
3
6
40
50
65
80
90
100

Fig. 8

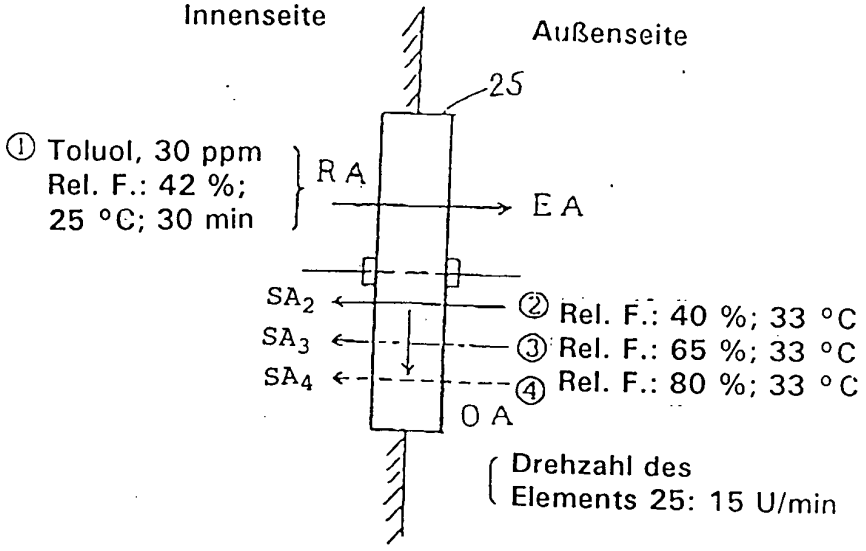

Innenseite
Außenseite
25
① Toluol, 30 ppm
Rel. F.: 42 %;
25 °C; 30 min
RA
EA
SA2
SA3
SA4
② Rel. F.: 40 %; 33 °C
③ Rel. F.: 65 %; 33 °C
④ Rel. F.: 80 %; 33 °C
OA
Drehzahl des
Elements 25: 15 U/min

Fig.9

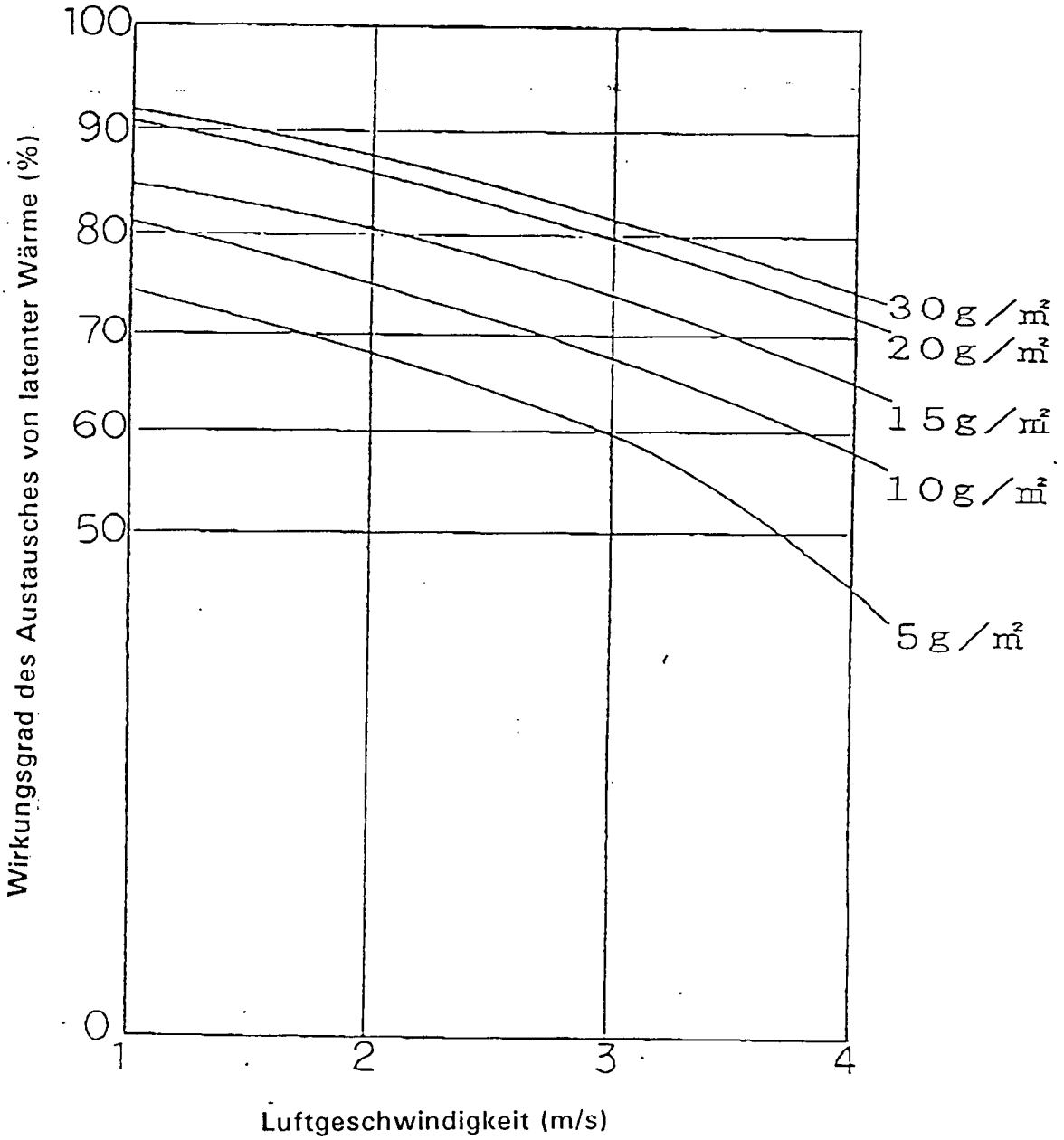
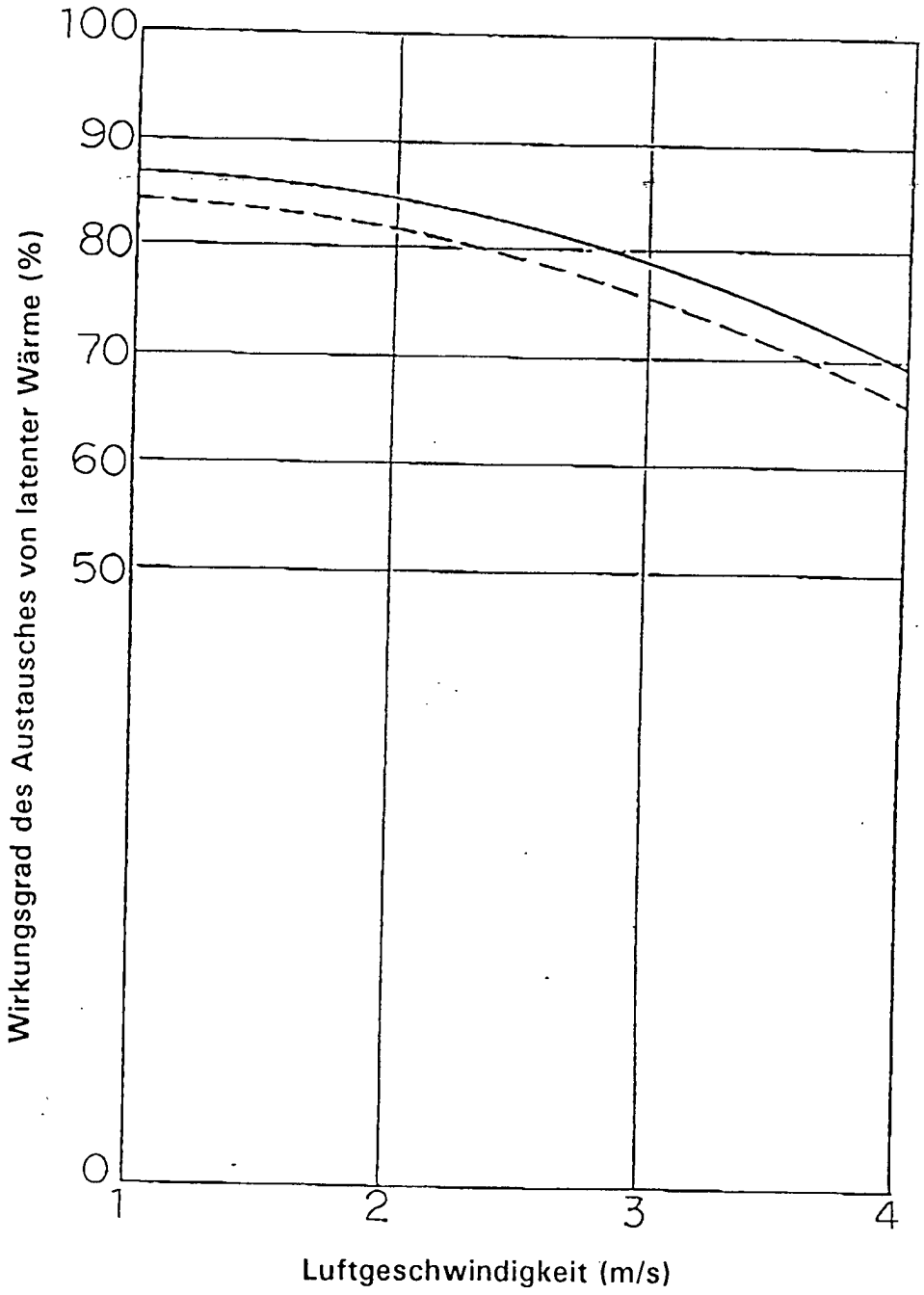

100
90
80
70
60
50
0
1
2
3
4
Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme (%)
Luftgeschwindigkeit (m/s)
30 g/m²
20 g/m²
15 g/m²
10 g/m²
5 g/m²

Fig.10


100
90
80
70
60
50
0
1
2
3
4
Wirkungsgrad des Austausches von latenter Wärme (%)
Luftgeschwindigkeit (m/s)