



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 03 693 T2 2004.02.05

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 202 790 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 03 693.6

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US00/20237

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 950 670.0

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 01/012295

(86) PCT-Anmeldetag: 26.07.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 22.02.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 08.05.2002

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 02.07.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 05.02.2004

(51) Int Cl.⁷: B01D 39/16

B01D 53/02

(30) Unionspriorität:

374148 13.08.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(73) Patentinhaber:

3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US

(72) Erfinder:

FANSELOW, L., Dan, Saint Paul, US; MORENO, C.,
Roberto, Saint Paul, US; PHAM, H., Thanh, Saint
Paul, US; KELLEY, H., Michele, Saint Paul, US

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: KANALSTROMFILTER

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft mehrschichtige Filtrationsmedien, die mehrere kontinuierliche, gekrümmte Kanäle haben.

[0002] Absorptionsfilter für die Beseitigung von unerwünschten Elementen aus einem Fluid oder einem Dampf sind die Jahre hindurch entwickelt worden, um neu entwickelte Materialien und Verfahren vorteilhaft zu nutzen. Die Einführung von Vliesgeweben als Filtermaterial führte in der Folge zur Herstellung von gefalteten und gewellten Strukturen aus Vliesgewebematerialien, um die dem Fluid ausgesetzte Oberfläche des Filtermaterials zu vergrößern sowie den Druckabfall oder Widerstand beim Durchgang des Fluids durch das Material zu verringern. Verschiedene Verfahren für das Wellen und die Verwendung von gewellten Vliesgeweben sind entwickelt worden, wie sie beispielsweise in der US-A-5 753 343 (Braun et al.) beschrieben sind, einschließlich Stapelung von mehreren Schichten aus gewelltem und nichtgewelltem Material. In diesen früher entwickelten Beispielen wurde auf eine vergrößerte Oberfläche Wert gelegt, wobei aus dem Filtermaterial gebildete Wellen oder Kanäle verwendet wurden, die gerade über oder durch das äußerste Filter verliefen.

[0003] Obwohl Verbesserungen vorgenommen wurden, um den Wirkungsgrad des Filters zu erhöhen und den Druckabfall oder Widerstand des Filters zu verringern, besteht ein fortwährender Bedarf an weiteren Verbesserungen in diesen Bereichen. Zudem stellt die Entwicklung neuer und anderer Filtermaterialien eine ständige Herausforderung dar, diese Materialien wirkungsvoll zu verwenden, um leistungsfähige und kostengünstige Filteranwendungen herzustellen. Ferner werden auch verbesserte Absorptionsfilter mit erhöhtem Wirkungsgrad bei einem gewünschten Druckabfall oder mit verringertem Druckabfall bei einem gewünschten Wirkungsgrad benötigt.

[0004] Zusammenfassung der Erfindung Die vorliegende Erfindung erfüllt die anhaltende Forderung nach Verbesserungen des Filterwirkungsgrads und Druckabfalls durch Bereitstellung eines Filtrationsmediums, das einen hohen Wirkungsgrad und einen geringen Druckabfall besitzt. Das Filtrationsmedium der vorliegenden Erfindung ist in den angefügten Ansprüchen definiert. Es weist mehrere Filtrationsschichten auf, wobei in mindestens einigen davon ein mehrdimensionales Kanalmuster gebildet ist. Das Kanalmuster weist mehrere über die Filtrationsschicht hinweg gebildete, kontinuierliche, ungerade oder gekrümmte Kanäle und eine mehrdimensionale Kante an jedem Ende der mehreren Kanäle auf. Das Filtrationsmedium kann als ein Stapel der Filtrationsschichten ausgeführt sein, wobei das Kanalmuster und die mehrdimensionalen Kanten mehrere zu einer ersten Fläche des Stapsels hin offene Einlässe, mehrere zu einer zweiten Fläche des Stapsels hin offene Auslässe und entsprechend mehrere disruptive Fluidpfade bilden, die sich von den Einlässen aus durch den Stapel hindurch zu den Auslässen erstrecken.

[0005] Jeder Kanal der mehreren Kanäle kann als eine sich sanft wellende Kurve gebildet sein, die parallel zu den anderen Kanälen des Musters ist. Die mehreren Kanäle können mit einem gerundeten Querschnitt gebildet sein, der die mehrdimensionale Kante als eine sich sanft wellende Kurve erzeugt. Alternativ können die Kanäle als unregelmäßige, nicht parallele Kurven gebildet sein. Zum Beispiel kann die Form eines Kanals und die Querschnittsfläche dieses Kanals entlang seiner Länge variieren. Zusätzlich können auch die Formen und Querschnitte der Kanäle an einer einzelnen Schicht des Filtrationsmediums oder an benachbarten Schichten des Mediums variieren. Die Kanäle können durch Prägen, Formpressen oder andere geeignete Verfahren hergestellt werden.

[0006] Die erste und die zweite Fläche des Filtrationsmediums können sich gegenüberliegen, aneinander angrenzen oder können eine dritte Fläche aufweisen. Die Flächen können parallel oder nicht parallel sein, so wie es für eine spezielle Filteranwendung erforderlich ist. Die Filtrationsschichten können einige Schichten mit dem darin gebildeten Kanalmuster und einige Schichten ohne ein darin gebildetes Kanalmuster, beispielsweise eine ebene Schicht, aufweisen. Diese Schichten können beim Stapeln im Wechsel angeordnet werden, um das Filtrationsmedium zu erzeugen.

[0007] Das Filtrationsmedium der vorliegenden Erfindung ist aus Vliesmaterial hergestellt und kann mit Partikeln beladen sein. In einer Ausführungsform bildet ein mit Kohle beladenes mehrschichtiges BMF-Gewebe die Filtrationsschicht, was ein Filtrationsmedium erzeugt, das in der Lage ist, unerwünschte Dämpfe und Gerüche aus einem Fluid zu entfernen.

[0008] Das Filtrationsmedium der vorliegenden Erfindung ist sehr vielseitig verwendbar, wobei es zahlreiche Änderungen der Kanalausführungen, Schichtausführungen und Stapelausführungen erlaubt, um ein Filter herzustellen, das die für eine Filteranwendung gewünschten Eigenschaften hat. Zudem kann das Filtrationsmedium der vorliegenden Erfindung einen Wirkungsgrad gleich dem eines herkömmlichen Filters, aber einen viel geringeren Druckabfall haben, oder einen Druckabfall gleich dem eines herkömmlichen Filters, aber einen höheren Wirkungsgrad haben.

Kurze Beschreibung der mehreren Ansichten der Zeichnung

- [0009] **Fig.** 1 ist eine Aufsicht auf eine Ausführungsform eines Mehrkanalmuster-Filtergewebes der vorliegenden Erfindung.
- [0010] **Fig.** 2 ist eine Perspektivansicht eines gestapelten Filters, das aus mehreren Schichten des Filtergewebes von **Fig.** 1 besteht.
- [0011] **Fig.** 3 ist eine Perspektivansicht eines alternativen gestapelten Filters aus mehreren Schichten eines alternativen Filtergewebes gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0012] **Fig.** 4 ist eine Perspektivansicht eines gestapelten Filters, das aus mehreren Schichten eines Kanalmuster-Filtergewebes besteht, wobei ebene Gewebebeschichten zwischen erfindungsgemäßen Kanalmuster-Gewebebeschichten angeordnet sind.
- [0013] **Fig.** 5 ist eine Perspektivansicht eines gestapelten Filters, das aus mehreren Schichten eines anderen alternativen Filtergewebes gemäß der vorliegenden Erfindung besteht.
- [0014] **Fig.** 6 ist ein Querschnitt eines mehrschichtigen geblasenen Mikrofaserstrangs gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0015] **Fig.** 7 ist eine schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung geprägter Filtergewebe gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0016] **Fig.** 8 ist eine Perspektivansicht einer Ventilatorfilter/Ventilator-Kombination gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0017] **Fig.** 9 ist eine graphische Darstellung von Gaskonzentrationen gegen die Zeit für eine Anzahl unterschiedlicher Kanalstromfilter-Versuchsproben mit unterschiedlichen Kanalausführungen.
- [0018] **Fig.** 10 ist eine graphische Darstellung des Adsorptionswirkungsgrads gegen die Zeit für die in **Fig.** 9 gezeigten Versuchsproben.
- [0019] **Fig.** 11 ist eine graphische Darstellung des Adsorptionswirkungsgrads gegen die Zeit für eine Anzahl unterschiedlicher Kanalstromfilter-Versuchsproben mit unterschiedlichen Filterausführungen.
- [0020] **Fig.** 12 ist eine graphische Darstellung des Adsorptionswirkungsgrads gegen die Zeit für eine Anzahl von Versuchsproben von Filtern mit geraden Kanälen, wobei die Kanäle in verschiedenen Winkeln gebildet sind.
- [0021] **Fig.** 13 ist eine graphische Darstellung von Gaskonzentrationen gegen die Zeit für unterschiedliche Kanalstromfilter-Ausführungen, die in Aktivfilteranwendungen getestet wurden, wobei das Lösungsmittel aus einem Anstrichmittel auf Ölbasis verdampfte.
- [0022] **Fig.** 14 ist eine graphische Darstellung von Gaskonzentrationen gegen die Zeit für eine Kanalstromfilter-Ausführung, die in einer anderen Aktivfilteranwendung getestet wurde, wobei das Lösungsmittel aus einem allgemein verwendeten Versiegelungsmittel verdampfte.
- [0023] **Fig.** 15 ist eine graphische Darstellung von Gaskonzentrationen gegen die Zeit für eine Kanalstromfilter-Ausführung, die in der gleichen Aktivfilteranwendung wie **Fig.** 14 getestet wurde, wobei das Lösungsmittel aus einem Latexanstrichmittel verdampfte.
- [0024] **Fig.** 16 ist eine schematische Darstellung eines gestapelten Kanalstromfilters, das als eine ein Faß auskleidende Manschette gebildet ist, in einer Passivfilteranwendung.
- [0025] **Fig.** 17 ist eine graphische Darstellung von Gaskonzentrationen gegen die Zeit, getestet in einem Faß ohne Filter, während mit Lösungsmittel belastetes Material in das Faß gegeben wird.
- [0026] **Fig.** 18 ist eine graphische Darstellung von Gaskonzentrationen gegen die Zeit, getestet in einem mit einer Manschette eines gestapelten Kanalstromfilters ausgekleideten Faß, während mit Lösungsmittel belastetes Material in das Faß gegeben wird.
- [0027] **Fig.** 19 ist ein Balkendiagramm von Wirkungsgraden gegen Partikelgrößenbereiche für verschiedene Kanalstromfilterproben und eine Vergleichsprobe, die auf Partikel- und Geruchsadsorption hin getestet wurden.
- [0028] **Fig.** 20 ist eine graphische Darstellung eines Druckabfalls gegen die Flächengeschwindigkeit für die Proben von **Fig.** 19.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

- [0029] Was die beiliegenden Zeichnungen betrifft, so gilt, daß in allen Figuren ähnliche Komponenten mit ähnlichen Bezugszeichen bezeichnet sind. In der Ausführungsform von **Fig.** 1 ist ein Kanalmusterfiltergewebe **100** der vorliegenden Erfindung gezeigt, in welchem mehrere wellenförmige Kanäle **110** gebildet sind. Das Kanalmusterfiltergewebe **100** hat eine Breite **130** und eine Länge **132**, die durch den Gewebeherstellungsprozeß, den Kanalherstellungsprozeß und/oder andere Faktoren festgelegt sind. Die Kanäle **110** sind über die Gewebebreite **130** hin regelmäßig ababstandet. In der gezeigten Ausführungsform ist jeder Kanal **111** als eine allgemein gleichmäßige wellenförmige Kurve mit einem im wesentlichen sinusförmigen Verlauf gebildet. Zur Wellenform jedes Kanals **111** gehören Kennwerte sowohl für eine Wellenlänge **112** als auch für eine Amplitude

114, die den Verlauf des Kanals **111** entlang der Länge 132 des Filtergewebes **100** kennzeichnen. Obwohl das Gewebe **100** mit allgemein parallelen Kanälen mit regelmäßigen Wellen gezeigt ist, können selbstverständlich die Kanäle nicht parallel sein und die Wellen unregelmäßig sein und von Kanal zu Kanal, entlang der Länge eines einzelnen Kanals und von Gewebe zu Gewebe variieren.

[0030] In Fig. 2 ist ein gestapeltes Filter **200**, auch als Kanalstromfilter bezeichnet, gezeigt, das einen verbesserten Wirkungsgrad und einen minimierten Druckabfall hat. In einer Ausführungsform ist das Filtergewebe **100** in der Lage, unerwünschte Substanzen, wie Dämpfe oder Gerüche, aus einem Fluid zu adsorbieren. Das gestapelte Filter **200** besteht aus mehreren gestapelten Schichten **205** eines Kanalmusterfiltergewebes **100**. Jede Schicht **205** des Kanalmusterfiltergewebes **100** weist zwei wellenförmige Kanten **120**, **121** an jedem Ende der Kanäle **110** entlang der Länge 132 der Filterschichten **205** auf. Die wellenförmigen Kanten **120**, **121** sind aus den radialen Querschnitten der mehreren Kanäle **110** gebildet, die, wie oben beschrieben, über das Filtergewebe **100** hinweg gebildet sind. Zu jeder Kante **120**, **121** gehören Kennwerte sowohl für eine Kantenwellenlänge **122** als auch für eine Kantenamplitude **124**, die entsprechende Berge **126** und Täler **128** definieren, die sich in einer Ebene senkrecht zur Ebene der Filterschicht **205** erstrecken. Obwohl regelmäßige Wellen gezeigt sind, können selbstverständlich die Wellen auch unregelmäßig sein und können über das Gewebe hinweg oder innerhalb eines mehrschichtigen Filters von einer Schicht zur anderen Schicht variieren.

[0031] Die Schichten **205** sind zueinander versetzt gestapelt, um so die Möglichkeit zu minimieren, daß sich die Schichten **205** ineinander schieben, wobei die Berge **126** und Täler **128** benachbarter Schichten **205** ausgerichtet sind und ineinander greifen. Alternativ werden auch benachbarte Schichten **205** mit Kanälen **110**, die unterschiedliche Wellenlängen, Amplituden oder Querschnitte haben, die Gefahr des Ineinanderschiebens minimieren. Folglich weist eine erste Fläche **210** des gestapelten Filters **200** mehrere Einlässe **212** auf, die von den Bergen **126** einer Schicht **205** in Kontakt mit den Tälern **128** einer benachbarten Schicht **205** gebildet werden. Eine zweite Fläche **213** ist an der gegenüberliegenden Seite des gestapelten Filters **200** angeordnet, wobei die entsprechenden Auslässe **215** von den Bergen **126** einer Schicht **205** in Kontakt mit den Tälern **128** einer benachbarten Schicht **205** gebildet werden. In einer alternativen Ausführungsform können die Kanäle **110** mit einem anderen Querschnitt, beispielsweise einem quadratischen, rechteckigen oder dreieckigen, gebildet sein, so daß die Kanten **120**, **121** eine entsprechende Wellenform haben, beispielsweise eine quadratische, rechteckige bzw. dreieckige.

[0032] Das gestapelte Filter **200** besteht aus den mehreren Schichten **205** eines Kanalmusterfiltergewebes **100**, die auf eine Höhe **220** gestapelt sind. Das Filter **200** hat eine Breite **222**, die gleich der Breite **130** des Filtergewebes **100** ist. Optional kann das Filter **200** eine kleinere Breite **222** als die Gewebebreite **130** haben, wenn das Gewebe **100** vor der Herstellung des Filters zugeschnitten wird, oder eine größere Breite als die Gewebebreite **130** haben, falls die mehreren Gewebe **100** bei der Herstellung des Filters nebeneinander angeordnet werden. Nach seiner Herstellung kann das Filter **200** eine Tiefe **223** haben, die gleich der Länge 132 des Kanalmusterfiltergewebes **100** ist. In einer Ausführungsform wird das gestapelte Filter **200** auf eine vorgegebene Tiefe **223** abgeschnitten, die durch die Filteranwendung bestimmt ist, für welche das gestapelte Filter **200** verwendet werden soll. In einigen Fällen kann es wünschenswert sein, mehrere gestapelte Filter **200** zu verwenden, die nebeneinander angeordnet werden, um eine gewünschte Filterzusammenstellung (nicht gezeigt) zusammen zu bauen. Solche Filterzusammenstellungen werden unten näher beschrieben.

[0033] Jedes Filtergewebe **100** hat auch eine zugehörige Gewebedicke **102**. In einer Ausführungsform kann die Gewebedicke **102** im Bereich von ungefähr 0,05 Millimeter bis ungefähr 6 Millimeter (ungefähr 0,002 bis ungefähr 0,25 Zoll) liegen, aber ein Bereich von ungefähr 0,8 Millimeter bis ungefähr 3 Millimeter (ungefähr 0,03 bis ungefähr 0,125 Zoll) kann leichter zu handhaben sein. Da die Dicke **102** jedes Gewebes **100** einen Einfluß auf die Bildung der mehreren Kanäle **110** haben kann, kann die Wahl der Gewebedicke **102** für eine spezielle Anwendung von der Wahl der Kanalgröße, -amplitude und – wellenlänge abhängen, und kann somit von den oben angegebenen Bereichen abweichen. Obwohl jede Schicht **205** des gestapelten Filters **200** mit der gleichen Gewebedicke **102** gezeigt ist, kann selbstverständlich die Gewebedicke **102** von Schicht zu Schicht sowie innerhalb jeder einzelnen Filterschicht **205** variieren.

[0034] In Gebrauch wird das gestapelte Filter **200** so angeordnet, daß die erste Fläche **210** im wesentlichen senkrecht zum Fluidhauptstrom ist, der durch Pfeile **230** gezeigt ist. Das Fluid strömt in die Einlässe **212** und wandert entlang der mehreren wellenförmigen, gekrümmten und/oder ungeraden Kanäle **110** als disruptive Fluidpfade, bis es an den Auslässen **215** aus dem gestapelten Filter **200** ausströmt, wie durch Pfeile **232** gezeigt ist. Vermutlich erfolgt der größte Teil der von dem gestapelten Filter **200** erzielten Adsorption eher durch laterale Diffusion beim Durchgang des Fluids durch die Kanäle **110** als durch Durchgang des Fluids durch die Kanalmuster-Filtergewebeschichten **205**. Die durch die Kurvenform der Kanäle **110** gebildeten disruptiven Pfade bewirken eine Störung des Fluids, wenn es die Länge der Kanäle, die durch die Tiefe **223** des Filters **200** gegeben ist, hinab strömt. Diese Störung des Fluids ist eine wirkungsvolle Weise, um einen Strom in das Filtergewebe **100** hinein zu bringen, und erhöht somit den Wirkungsgrad des Filters **200**. Die von den Kanälen **110** gebildeten disruptiven Pfade verstärken auch die Verwirbelung und das Vermischen des Fluids in den Kanälen **110** unter Bereitstellung eines besseren Konzentrationsgradientens über jeden Kanal **111** hinweg, was

ebenfalls zur Verbesserung des Wirkungsgrads des Filters **200** beiträgt. Obwohl es in der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform des Filtergewebes **100** möglich sein kann, daß ein Teil des einströmenden Fluids in einem allgemein geradlinigen Pfad die Mitte einiger der Kanäle hinab strömt, ohne mit dem Filtergewebe **100** in Kontakt zu kommen, wird vermutlich eine solche Möglichkeit durch die Störung und Verwirbelung des Fluids minimiert, die in den Kanälen durch die gekrümmte Form der Kanäle erzeugt werden. In anderen hier offenbarten Ausführungsformen sind die Kanäle so gebildet, daß es ausgeschlossen ist, daß einströmendes Fluid in einem geraden Pfad durch das Filter hindurchgeht. Es ist klar, daß der Krümmungsreichtum der Kanäle abhängig von der speziellen Filteranwendung erhöht oder verringert sein kann.

[0035] In **Fig. 3** ist eine alternative Ausführungsform eines Kanalstrom- oder gestapelten Filters **300** gezeigt, das aus mehreren Schichten **305** eines Kanalmusterfiltergewebes **302** besteht. Das Kanalmusterfiltergewebe **302** weist mehrere zickzackförmige Kanäle **310** auf, die aus kurzen linearen Kanalsegmenten **311** bestehen, die in Winkeln fluidal miteinander verbunden sind. Jede Filterschicht **305** hat zwei wellenförmige Kanten **320**, **321**, die an jedem Ende der mehreren Kanäle **310** durch die Bildung der parallelen zickzackförmigen Kanäle **310** entstehen, ähnlich wie bei den oben beschriebenen wellenförmigen Kanälen **110**.

[0036] Eine erste Fläche **330** weist mehrere Einlässe **331** auf und eine an der gegenüberliegenden Seite des gestapelten Filters **300** gebildete zweite Fläche **335** weist mehrere Auslässe **336** auf. In dieser Ausführungsform ist die erste Fläche **330** in einem Winkel bezüglich der zweiten Fläche **335** gebildet, was nichtparallele Einlaß- und Auslaßflächen erzeugt. Die im Winkel angeordnete erste Fläche **330** kann beim Stapeln der Schichten **305** entstehen oder das gestapelte Filter **300** kann auf die gewünschte Form zugeschnitten werden. Selbstverständlich sind Variationen in den Flächenausführungen, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, parallel, nicht parallel, im Winkel zu den Filterschichten und senkrecht zu den Filterschichten, im Schutzbereich der vorliegenden Erfindung. Zudem kann eine oder können mehrere der Flächen zwei oder mehr Facetten haben oder nichtplanar (z. B. sinusförmig) sein. Optional könnte das gestapelte Filter **300** verformt, preßgeformt oder gefaltet werden, um zu bewirken, so daß sich die Filterschichten **305** von der ersten Fläche **330** aus zur zweiten Fläche **335** wellen, wodurch eine zusätzliche Dimension der Störung in das Filter **300** hineingebracht wird. Zudem können die in den dargestellten Ausführungsformen gezeigten oder beschriebenen verschiedenen Ausführungen alle kombiniert werden, um zahlreiche Strukturen zu erzeugen, die ebenfalls im Schutzbereich der vorliegenden Erfindung liegen.

[0037] Genauso wie bei dem oben beschriebenen wellenförmigen Kanalstromfilter **200** strömt das Fluid in die Einlässe **331** und wandert entlang der mehreren zickzackförmigen Kanäle **310**, bis es das gestapelte Filter **300** an den Auslässen **336** verläßt. Die Zickzackform der Kanäle **310** bewirkt wegen der vielen Umwege, die das Fluid beim Durchgang durch das Filter **300** zurücklegt, einen ähnlichen Fluidstrom wie den in den wellenförmigen Kanälen **110**.

[0038] Zahlreiche Kanalformen, die kontinuierliche, ungerade und/oder gekrümmte Kanäle durch die Tiefe des gestapelten Filters der Kanalmuster-Filtergewebeschichten erzeugen, sind möglich. Solche gekrümmten Kanäle können ein regelmäßiges oder unregelmäßiges Muster bilden und können über die Hauptfläche des Filtergewebes hinweg symmetrisch oder asymmetrisch sein. Zudem können die Krümmungsmuster an jeder Schicht gleich sein oder können von Schicht zu Schicht variieren. Selbstverständlich liegen alle diese Ausführungen im Schutzbereich der vorliegenden Erfindung.

[0039] In **Fig. 4** ist eine andere Ausführungsform eines gestapelten Filters **400** gezeigt, das aus mehreren Schichten **405** eines Kanalmusterfiltergewebes **402** besteht, das wellenförmige Kanäle **410** und wellenförmige Kanten **420**, **421** hat. Jedes der hier offenbarten Kanalmuster kann mit der Ausführungsform von **Fig. 4** verwendet werden. Anstatt daß benachbarte Schichten **405** zueinander versetzt angeordnet sind, um ein ineinanderschieben der Kanalmusterschichten **405** zu verhindern, sind in dieser Ausführungsform zusätzliche ebene Gewebeschichten **430** zwischen den Kanalmusterschichten **405** angeordnet. Die Gewebeschichten **430** können aus einem Filtermedium, einem porösen verstärkenden Material, beispielsweise einer Gaze oder einem Netz, oder einem nicht porösen Material, beispielsweise einer Folie oder einem Papier, bestehen. Somit ist jede Kanalmusterschicht **405** von einer ebenen Schicht **430** begrenzt, was eine erste Fläche **425** mit allgemein halb so kleinen Einlässen **412** und eine auf der gegenüberliegenden Seite des gestapelten Filters **400** gebildete zweite Fläche **426** mit allgemein halb so kleinen Auslässen **413** erzeugt (verglichen mit den Einlässen **212** und Auslässen **215** der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform). Abhängig von der Konstruktion der ebenen Schicht **430** kann es eine Fluidverbindung zwischen benachbarten Kanalmusterschichten **405** geben. Obwohl die Größe jedes Einlasses **412** und Auslasses **413** ungefähr die Hälfte ist, kann die Anzahl der Einlässe **412** und Auslässe **413** ungefähr das Doppelte sein (abhängig von der Dicke jeder Gewebeschicht), wodurch ein gleich großer Fluidstrom durch das gestapelte Filter **400** aufrechterhalten wird und somit gleiche Ergebnisse in Bezug auf Wirkungsgrad und Druckabfall erzielt werden. Ohne das Problem des ineinanderschiebens können die Kanalmusterschichten **405** wie gewünscht ausgerichtet werden und unendliche Variationen der Einlaß- und Auslaßmuster an den Flächen **425**, **426** des Filters **400** erzeugt werden.

[0040] In **Fig. 5** ist eine weitere Ausführungsform eines gestapelten Filters **350** gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt, das aus mehreren Schichten **351** eines Kanalmusterfiltergewebes **352** besteht. Mehrere wel-

lenförmige Kanäle **354** sind über das Filtergewebe **352** hinweg gebildet, aber anstatt daß wie in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen die Kanäle **354** nur von einer ersten Fläche **360** aus zu einer gegenüberliegenden zweiten Fläche **362** verlaufen, ist mindestens ein Teil der mehreren Kanäle **354** winkelförmig. Folglich sind mehrere Einlässe **361** an der ersten Fläche **360** gebildet, wobei mehrere Auslässe **363** an der gegenüberliegenden zweiten Fläche **362** gebildet sind, und zusätzlich erzeugt ein Teil der Kanäle **354** mehrere Auslässe **365**, die an einer dritten Fläche **364** gebildet sind, die in einem Winkel sowohl zur ersten als auch zur zweiten Fläche **360, 362** ist und sowohl an die erste als auch an die zweite Fläche **360, 362** angrenzt. Der Umfang des gestapelten Filters **350** kann quadratisch, rechteckig, ein Parallelogramm oder eine Reihe von regelmäßigen oder unregelmäßigen Formen sein. Wenn der Fluidhauptstrom, dargestellt durch Pfeile **370**, in die Einlässe **361** eintritt, wandert das Fluid entlang der mehreren Kanäle **354** vorwärts und ein Teil des Fluids verläßt das gestapelte Filter **350** an den Auslässen **363** (durch Pfeil **372** gezeigt) und ein Teil verläßt das Filter **350** an den Auslässen **365** (durch Pfeil **374** gezeigt). Selbstverständlich sind jedoch die Begriffe "Einlaß" und "Auslaß" überall in der vorliegenden Anmeldung austauschbar, so daß in dieser Ausführungsform der Fluidhauptstrom an zueinander senkrechten Flächen **364** und **362** in das Filter **350** eintreten und an der Fläche **360** austreten könnte.

[0041] Zahlreiche Strukturen von Kanalmustern und Anordnungen sind möglich, um Kanalstromfilter mit verschiedenen Einlaß- und Auslaßpositionen herzustellen. Selbstverständlich sind alle diese Ausführungen im Schutzbereich der Erfindung.

[0042] Die Adsorptionseigenschaften der oben beschriebenen gestapelten Filterausführungsformen sind nur zum Teil auf das Filtergewebematerial zurück zu führen, das zur Herstellung der Kanalmuster-Filtergewebe-schichten verwendet wird. In einer Ausführungsform ist das Filtergewebematerial ein mit Partikeln beladenes Mikroblasfaser-Gewebe (BMF-Gewebe), das ein aus Partikeln bestehendes Sorbensmaterial verwendet. Viele Jahre lang wurden Vliesfaserfiltergewebe aus Polypropylen hergestellt, wobei Schmelzblasvorrichtungen des Typs verwendet wurden, der in Van A. Wente, "Superfine Thermoplastic Fibers", Industrial Engineering Chemistry, Bd. 48, S. 1342–1346, und in dem Report Nr. 4364 der "Naval Research Laboratories", veröffentlicht am 25. Mai 1954, mit dem Titel "Manufacture of Super Fine Organic Fibers", von Van A. Wente et al. beschrieben ist. Gewebe aus schmelzgeblasenen Mikrofasern werden weiterhin zum Filtern von aus Partikeln bestehenden Verunreinigungen und zur Dampfadsorption weitverbreitet verwendet.

[0043] Aus Partikeln bestehendes Sorbensmaterial wie beispielsweise, aber nicht darauf beschränkt, Aktivkohle, Silika, Zeolith oder Aluminium, kann in das Gewebe mit aufgenommen werden, um in Filteranwendungen organische Dämpfe zu sorbieren. Solche Partikel können in Mengen bis zu ungefähr 80 Volumenprozent der Inhaltsstoffe des Gewebes vorhanden sein. Solche mit Partikeln beladene Gewebe sind zum Beispiel in der US-A-3 971 373 (Braun); 4 100 324 (Anderson) und 4 429 001 (Kolpin et al.) beschrieben.

[0044] In **Fig. 6** ist ein Querschnitt eines mehrschichtigen Faserstrangs **500** aus BMF gezeigt, mit einem zentralen Kern **510** aus Polymermaterial, einer oberen Schicht **520** und einer unteren Schicht **530**, beide aus Klebstoff. Aus solchen mehrschichtigen Fasersträngen **500** können mit bekannten Verfahren Filtervliesgewebe (nicht gezeigt) hergestellt werden, wie zum Beispiel in der US-A-5 238 733 (Joseph et al.) beschrieben ist. Partikelmaterial **540**, das anschließend dem Gewebe zugesetzt wird, bleibt an den Klebstoffsichten **520, 530** der einzelnen Faserstränge **500** kleben und es wird eine Bindung bereitgestellt, die zur Folge hat, daß das Partikelmaterial **540** innerhalb des Gewebes festgehalten wird, selbst wenn das Gewebe behandelt oder verformt wird. Die Partikelbeladung von ähnlichen Filtervliesgeweben ist zum Beispiel in der WO-A-99/28542 (Springett et al.) beschrieben.

[0045] In einer Ausführungsform wurde das Filtergewebematerial aus einer dreischichtigen BMF-Faser hergestellt, die einen Kern aus Polypropylen (75% des Gesamtgewichts) und obere und untere Schichten aus Propylen-Hexen-Copolymer-Klebstoff (25% des Gesamtgewichts) aufwies. Das BMF-Gewebe wurde mit "Calgon 80 × 325 Maschen-Kohle" (80 Gew.%) beladen, wodurch sich ein Gesamtgewebebasisgewicht von 250 Gramm/Meter² ergab.

[0046] Die Bildung der Kanäle im Filtergewebe kann durch viele Verfahren erreicht werden, die Fachleuten bekannt sind. In **Fig. 7** ist eine schematische Darstellung einer Prägevorrichtung **600** gezeigt, welcher ein Gewebe **610**, wie beispielsweise ein mit Partikeln beladenes Filtergewebe, zugeführt wird. Zwei ineinander greifende Prägewalzen **620, 625** drücken die gewünschte Kanalstruktur **612** in das Gewebe **610**, um ein geprägtes Kanalmustergewebe **615** zu erzeugen. Für einige Typen von Geweben **610** wird ein Erwärmen der Prägewalzen **620, 625** bewirken, daß die geprägte Kanalstruktur **612** ohne weitere Stütze im geprägten Gewebe erhalten bleibt.

[0047] Für andere Typen der Gewebe **610** oder wenn die Walzen **620, 625** nicht erwärmt werden, kann eine zusätzliche Stützstruktur für das geprägte Gewebe **615** erforderlich sein, um die geprägte Kanalstruktur **612** aufrecht zu erhalten. Ein Beispiel einer Stützstruktur wird von einem Extruder **630** bereitgestellt, der ein geschmolzenes Polymer erzeugt, das durch eine Düse **632** eingespeist wird, um Stränge **634** zu erzeugen, die an einem zwischen einer glatten Walze **640** und der Prägewalze **625** gebildeten Spalt **642** als Träger am geprägten Gewebe **615** angebracht werden. Optional kann am Spalt **642** ein Trägergewebe **650**, wie beispiels-

weise ein Spinnvlies-Träger, auf die Seite der Stränge **634** aufgebracht werden, die dem geprägten Gewebe **615** gegenüberliegt. Das Trägergewebe **650** wird dann von den geschmolzenen Polymersträngen **634** an das geprägte Filtergewebe **615** geklebt. Nachdem das geprägte Gewebe **615** mit oder ohne zusätzliche Stützstruktur hergestellt worden ist, kann das Gewebe **615** auf eine gewünschte Breite und/oder auf eine gewünschte Länge zugeschnitten werden, um die stapelbaren Schichten eines gestapelten Filters, wie oben beschrieben, zu erzeugen.

[0048] In einer anderen Ausführungsform können zwei Metallplatten (nicht gezeigt), auf welchen mehrere wellenförmig verlaufende parallele Drähte befestigt sind, gepaart oberhalb und unterhalb eines Filtergewebes angeordnet werden. Wenn Druck und Wärme an die zwei Platten angelegt werden, greifen die Drähte, um die mehreren wellenförmigen Kanäle und die wellenförmige Kante zu erzeugen. Mit Bezug wieder auf **Fig. 2** kann in einer Ausführungsform der Drahtdurchmesser der Plattendrähte im Bereich von ungefähr 0,1 Zentimeter bis ungefähr 1,0 Zentimeter (ungefähr 0,039 bis ungefähr 0,39 Zoll) liegen und wurde im Bereich von ungefähr 0,24 Zentimeter bis ungefähr 0,41 Zentimeter (ungefähr 0,09 bis ungefähr 0,16 Zoll) getestet. Diese getesteten Drähte erzeugen eine Kantenwellenlänge **122** im Bereich von ungefähr 0,8 bis ungefähr 0,9 Zentimeter (ungefähr 0,31 bis ungefähr 0,35 Zoll) und eine Kantenamplitude **124** im Bereich von ungefähr 0,3 bis ungefähr 0,6 Zentimeter (ungefähr 0,12 bis ungefähr 0,24 Zoll), jedoch können die Kantenwellenlänge und -amplitude abhängig von der Kanalform variieren. In einer Ausführungsform erzeugten die Wellen der Drähte mehrere Kanäle **110** mit einer Wellenlänge **112** im Bereich von ungefähr 1,26 Zentimeter bis ungefähr 2,0 Zentimeter (ungefähr 0,5 bis ungefähr 0,79 Zoll), jedoch wird ein Bereich von ungefähr 0,5 Zentimeter (ungefähr 0,20 Zoll) bis ungefähr vier Mal die Tiefe **223** des Filters **200** erwogen, kann aber variieren. Die Amplitude **114** der Kanäle **110** wurde im Bereich von ungefähr 0,4 Zentimeter bis ungefähr 0,55 Zentimeter (ungefähr 0,16 bis ungefähr 0,22 Zoll) getestet, jedoch wird ein Bereich von ungefähr 0,1 Zentimeter bis ungefähr 1,0 Zentimeter (ungefähr 0,039 bis ungefähr 0,39 Zoll) erwogen, kann aber variieren.

[0049] Das gestapelte Filter der vorliegenden Erfindung ist sowohl in einem passiven Fluidstrom als auch in einem aktiven Fluidstrom verwendbar. In **Fig. 8** ist ein Beispiel für eine Anwendung in einem aktiven Fluidstrom gezeigt. Ein gestapeltes Filter **700**, das aus Kanalmusterschichten **710** eines Filtergewebes **711** besteht, ist gezeigt, zusammengebaut auf eine gewünschte Größe, entweder als einzelner Stapel oder als eine Kombination aus mehreren nebeneinander liegenden Stapeln. Ein Rahmen **720** umgibt die gestapelten geprägten Schichten **710**, um die gestapelte Anordnung während der Handhabung und Verwendung des Filters **700** zusammen zu halten. Das Filter **700** wird zusammen mit einem Standardventilator **750** verwendet, der ausgelegt ist, um entweder Luft durch das Filter **700** zu blasen oder Luft in das Filter **700** zu ziehen, je nachdem, was für die spezielle Anwendung am besten ist. Ein solche Kombination aus Filter **700** und Ventilator **750** kann zum Beispiel verwendet werden, um unerwünschte Gerüche und Dämpfe aus einem Raum, wie beispielsweise einem frisch gestrichenen Zimmer, zu entfernen, als Ofenfilter oder für andere geeignete Anwendungen.

[0050] In einem Beispiel für eine Anwendung in einem passiven Fluidstrom besteht ein Kanalstromfilter für ein Faß aus mehreren gestapelten Filterschichten, in welchen mehrere wellenförmige Kanäle gebildet waren. (Siehe Beispiel 4.) Die Tiefe des Filters ist auf den Teil der Höhe des Fasses, in welches das Kanalstromfilter eingesetzt werden soll, begrenzt, um einen Fluidstrom um die untere Fläche des Faßfilters herum zu erlauben. Die Seitenkanten des Filters, die sind diejenigen Kanten entlang der Länge der Kanäle, werden zusammengebracht, um eine zylinderförmige Manschette zu erzeugen, die um den Innenumfang des Fasses angeordnet werden kann. Alternativ kann das gestapelte Kanalstromfilter dadurch hergestellt werden, daß ein Filtergewebe mit einem darin gebildeten Kanalmuster um eine Form gewickelt wird, um die mehreren Schichten des gestapelten Filters zu erzeugen.

[0051] In den oben beschriebenen Ausführungen verlaufen die Kanäle von oben aus zum Boden des Fasses. Wenn mit Lösungsmittel belastete Materialien, wie beispielsweise Putztücher, in das mit dem Filter ausgekleidete Faß gelegt werden und das Faß geschlossen wird, werden vermutlich die Lösungsmitteldämpfe durch Konvektion durch die Kanäle nach oben strömen. Das Kanalstromfilter stellt eine wesentliche Adsorption der im Faß vorhandenen Lösungsmitteldämpfe bereit, wodurch der beim Öffnen des Fasses aus dem Faß freigesetzte Lösungsmitteldampf wesentlich verringert wird, sowie während der Lagerung die Konzentrationen der typischen Lösungsmitteldämpfe auf sichereren Pegeln gehalten werden. Somit sind für Materialien, die mit typischen Reinigungslösungsmitteln belastet sind, mögliche Sicherheits- und Gesundheitsrisiken auf akzeptable Grenzen reduziert.

[0052] Das gestapelte Filter der vorliegenden Erfindung verwendet mehrere Schichten des Filtermaterials, die mit einem mehrdimensionalen ungeraden oder gekrümmten Kanalmuster gebildet sind, um ein Filter mit hohem Wirkungsgrad und geringem Druckabfall beispielsweise für die Beseitigung von Dampf oder Geruch aus einem Fluid herzustellen. Im Bereich der vorliegenden Erfindung ist hoher Wirkungsgrad als ein Wirkungsgrad definiert, der vorzugsweise höher als 50 Prozent, und stärker bevorzugt zwischen ungefähr 50 Prozent und 70 Prozent ist, aber sogar höher sein kann. Ebenso ist ein Druckabfall als gering definiert, wenn er vorzugsweise im Bereich von ungefähr 0,6 bis ungefähr 2,2 mm H₂O ist, könnte aber sogar auch geringer sein.

[0053] Obwohl die oben gezeigten Ausführungsformen die Verwendung des gestapelten Kanalstromfilterme-

diums der vorliegenden Erfindung für die Beseitigung von Dampf und Geruch beschreiben, wird die Verwendung eines solchen Filters auch für die Beseitigung von Partikeln aus einem Fluid erwogen. Es wird angenommen, daß die Struktur der gestapelten Schichten, mit den darin gebildeten mehreren gekrümmten Kanälen, eine verbesserte Beseitigung von Partikeln bereitstellen würde, insbesondere in Kombination mit der Verwendung von beladenem Filtergewebematerial. Ferner wird angenommen, daß die Kanalstromfilter der vorliegenden Erfindung für die verbesserte Beseitigung von Substanzen, wie beispielsweise wasserhaltige und biologische Aerosole, nützlich sein würden, insbesondere in häuslichen, medizinischen und militärischen Anwendungen. Ferner kann das Kanalstromfilter der vorliegenden Erfindung selbstverständlich auch in Kombination mit anderen Filtern, wie beispielsweise mit einer Vliesflächenabdeckung, einem gefalteten Filter oder einem anderen geeigneten Filtermaterial, verwendet werden, um integrale Filtereinheiten herzustellen, wie beispielsweise ein Hybridfilter, das in der Lage ist, für spezielle Anwendungen sowohl Partikel als auch Dämpfe/Gerüche wirkungsvoll zu entfernen.

[0054] Das gestapelte Filter der vorliegenden Erfindung verwendet mehrere Schichten aus Filtermaterial, von denen mindestens eine mit mehreren kontinuierlichen ungeraden oder gekrümmten Kanälen gebildet ist, die über die Oberfläche der Schicht hinweg gebildet sind, wobei jeder Kanal einen gerundeten oder anders geformten Querschnitt hat. Die Formierung der Kanäle erzeugt an beiden Enden der Kanäle Kanten, deren Form jeweils dem Querschnitt des Kanals entspricht, wobei eine regelmäßige oder unregelmäßige Wellenform erzeugt wird. Wenn die Filterschichten gestapelt werden, werden die Schichten so angeordnet, um eine erste Fläche, die mehrere Einlässe aufweist, und mindestens eine zweite Fläche zu erzeugen, die mehrere Auslässe aufweist.

[0055] Ein Fluid strömt über die mehreren Einlässe in das Filter hinein, wandert durch entsprechende, von den wellenförmigen Kanälen gebildete, disruptive Fluidpfade hindurch und strömt über die Auslässe aus dem Filter heraus. Es wird angenommen, daß die Adsorption der unerwünschten Elemente im Fluid hauptsächlich durch laterale Diffusion während des Entlangströmens des Fluids entlang der Kanäle erfolgt, aber auch während das Fluid aufgrund der durch die Form der Kanäle hervorgerufenen Störungen des Fluidstroms in den Kanälen in die Filterschichten hineinströmt. Zudem bewirkt die Form der Kanäle, daß infolge Verwirbelung und erhöhter Vermischung des Fluids innerhalb der Kanäle eine zusätzliche Adsorption auftritt. Eine solche zusätzliche Adsorption trägt dazu bei, daß das gestapelte Filter der vorliegenden Erfindung eine höhere und länger anhaltende Leistung erzielt als andere Adsorptionsfilter. Zudem ergibt sich aus der gestapelten Struktur und der Vielkanaligkeit des gestapelten Filters ein geringer Druckabfall im Fluid, wenn es durch das Filter hindurchgeht. Durch geschicktes Manipulieren der Filterstruktur können für eine spezielle Anwendung Filter konstruiert werden, die einen gleichen Wirkungsgrad wie ein herkömmliches Filter, aber einen viel geringeren Druckabfall haben. Ferner können für eine spezielle Anwendung auch Filter konstruiert werden, die einen gleichen Druckabfall wie herkömmliche Filter, aber einen viel höheren Wirkungsgrad haben. Wie ersichtlich ist, stellt das gestapelte Filter der vorliegenden Erfindung zusätzlich zu anderen Vorteilen eine Vielseitigkeit beim Entwerfen von Filtern für spezielle Anwendungen bereit.

(Testverfahren)

[0056] Ein Testverfahren im Bereich der Erfindung, das zur Bestimmung des Druckabfalls verwendet wurde, war das Durchleiten von 170 Liter Gas pro Minute, vorzugsweise Cyclohexan oder n-Butan, durch ein gestapeltes Kanalstromfilter, das eine quadratische Fläche von 6 Zentimeter mal 6 Zentimeter und eine Tiefe von 5,1 Zentimeter hatte, mit einer Flächengeschwindigkeit von 0,8 Meter/Sekunde. Der Druck vor und nach dem Durchgang des Gases durch das Filter wurden dann gemessen und die Differenz zwischen den beiden wurde bestimmt.

(Beispiele)

Beispiel 1 – Mit Kohle beladene BMF-Faser: Sinusförmige Kanalkonstruktion

[0057] Prägeplatten mit den nachstehend aufgelisteten Mustern wurden hergestellt, indem sinusförmig gebogene Drahtstreifen auf einer Aluminiumplatte angebracht wurden. Der Abstand war so, daß die obere und untere Platte ineinander verschoben waren und ein gleichmäßiges Kanalmuster in einem Gewebe erzeugten, das zwischen ihnen geprägt wurde. Mehrere dieser Drähte wurden gleichzeitig zwischen zwei Platten gebogen, auf welche parallel in Abständen, die der gewünschten "Wellenlänge" entsprachen, mit Epoxidharz Maschinenschrauben geklebt waren. Verschiedene Normdrähte ("Stahl, Aluminium und Kupfer") wurden verwendet, um unterschiedliche Kanaldurchmesser zu erzeugen. Die "Amplitude" der Wellenkanäle war eine Funktion des Schraubendurchmessers und -abstands an der Biegeplatte, des Drahtmaßes und der Kraft an der Ramme.

Die Prägeplatten hatten die folgenden Abmessungen:

Muster#	Wellenlänge	Amplitude	Drahtdurchmesser	Beschreibung
1	2 cm	0,55 cm	0,244 cm	hohe Amplitude, Stahl
2	2 cm	0,40 cm	0,244 cm	niedrige Amplitude, Stahl
3	1,26 cm	0,40 cm	0,3175 cm	niedrige Amplitude, Alu-
minimum				
4	2 cm	0,40 cm	0,406 cm	niedrige Amplitude, Kupfer

[0058] Ein mit Kohle beladenes Gewebe wurde hergestellt, das ungefähr 80 Gew.% "Calgon 80 × 325 Maschen-Kohle" und ungefähr 20 Gew.% Mikroblasfaser (ungefähr 8–12 µm effektiver Faserdurchmesser) enthielt. Der Faserstrang hatte drei Schichten: eine zentrale Schicht aus Polypropylen (ungefähr 75% des Gesamtgewichts) und eine obere und untere Schicht aus Propylen-Hexen-Copolymer-Klebstoff (ungefähr 25% des Gesamtgewichts). Das Basisgewicht des mit Kohle beladenen Gewebes war ungefähr 250 Gramm/Quadratmeter. (Das Verfahren zur Herstellung dieses Gewebes ist in Springett et al. beschrieben.)

[0059] Die Gewebe wurden für ungefähr 30 Sekunden bei 70°C in einer ungefähr 30,5 Zentimeter × 30,5 Zentimeter (12 Zoll × 12 Zoll) großen Hydraulikpresse mit ungefähr 17.792 Newton (ungefähr 4000 pounds) zwischen den Prägeplatten gepreßt. Diese geprägten Gewebe wurden mit einem Linierstempel in ungefähr 6 cm × 5,1 cm große Segmente geschnitten, wobei die sinusförmigen Kanäle senkrecht zur ungefähr 6 cm langen Kante ausgerichtet waren. Die Segmente wurden locker gestapelt, wobei die Kanäle parallel ausgerichtet wurden, um einen Stapel von ungefähr 6 cm Höhe zu erzeugen. Dieser Stapel wurden in einen Kartonrahmen eingesetzt, um ein Kanalstromfilter mit einem Querschnitt von ungefähr 6 cm × 6 cm (Kanalöffnungen am Eingang und Ausgang) und einer Probendicke (in Strömungsrichtung) von ungefähr 5,1 cm herzustellen. Eine Perle eines Heißschmelzklebstoffs wurde um den Umfang des Filters herum aufgetragen, um die Schichten mit dem Rahmen zu verbinden und einen Nebenstrom zu verhindern.

[0060] Kanalstromproben wurden mit einer gefalteten internen Standardvergleichsprobe verglichen. Um die Vergleichsprobe herzustellen, wurde "40 × 140 Maschen-Kuraray Kokosfaser Kohle" mit einer Polyesterfaser heiß verschmolzen, wobei pulverisiertes Polyurethan als Binder verwendet wurde. Eine Schicht "Filtrete GSB 30", ein Mikroblasfaser-Partikeleinfangmedium von Minnesota Mining & Manufacturing Company (3M), wurde mit der Kohleschicht auf der zur Gaze gegenüberliegenden Seite verschmolzen. Dieses Material wurde auf eine Tiefe von ungefähr 4,4 cm gefaltet, mit einem Abstand Falte zu Falte von ungefähr 1 cm, und wurde auf ungefähr 6 cm Breite geschnitten. Ein Kartonrahmen wurde um die Probe herum geklebt, um eine ungefähr 4,4 cm dicke Probe mit einem Querschnitt von ungefähr 6 cm × 6 cm anzufertigen, die ungefähr 9,3 Gramm Kohlenstoff pro Probe hatte. Der Strom ging durch das Gewebe, im Gegensatz zum Strom parallel zum Gewebe in Kanalstromfiltern.

[0061] Sowohl der Druckabfall als auch der Adsorptionswirkungsgrad wurden bei ungefähr 170 Liter/Minute mit einer Flächengeschwindigkeit von ungefähr 0,8 Meter/Sekunde getestet, wobei für den Druckabfall das Großkanalstromtestsystem von 3M "Filtration Products" und für den Adsorptionswirkungsgrad eine Gasadsorptionstest-Standardeinrichtung verwendet wurden. Eine Standardbelastung von ungefähr 20 ppm (parts per million) n-Butan wurde verwendet.

[0062] Die Druckabfälle bei ungefähr 170 Litern/Minute lagen, wie in Tabelle 1 gezeigt, in einem Bereich von ungefähr 0,64 bis ungefähr 2,26 Millimeter (mm) H₂O. Die Vergleichsproben lagen durchschnittlich bei 2,2 Millimeter H₂O. (Der Druckabfall einer einzelnen ebenen Schicht einer Kombination aus 3M-Filtrete/Gaze wurde gemessen und war bei dieser Strömungsrate ungefähr 1,41 Millimeter H₂O; folglich sollte für einen direkten Vergleich mit einer gefalteten Versuchsprobe ein Wert von ungefähr 1,41 Millimeter H₂O oder weniger zu den Druckabfallmeßwerten addiert werden, da eine Schicht aus Filtrete oder Gaze nicht enthalten war.)

Tabelle 1: Druckabfall

Gewebe- gewicht (g/m ²)	Kenndaten der Prägung			Filterkenndaten			$5 \text{ m}^3/\text{Std.}$	$10^{**} \text{ m}^3/\text{Std.}$	$15 \text{ m}^3/\text{Std.}$	$20 \text{ m}^3/\text{Std.}$	$50 \text{ m}^3/\text{Std.}$
	Draht	Amplitude	λ	Dicke	Gesamt- gewicht*	#	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP
Typ/Durchm. (cm)	(mm)	(cm)	(Zoll)	(g)	Schichten	(mm H_2O)	(mm H_2O)	(mm H_2O)	(mm H_2O)	(mm H_2O)	(mm H_2O)
Versuchspröben, getestet mit 20 ppm n-Butan bei 170 l/min											
250	Stahl / 0.244	5.5	2.0	2	18.067	23	1.26	2.26	3.67	4.95	24.09
250	Stahl / 0.244	4.0	2.0	2	18.343	23	1.00	1.56	2.54	3.40	14.79
250	Al / 0.3175	3.5	1.3	2	16.090	20	0.83	1.50	2.46	3.35	16.29
250	Cu / 0.406	4.0	2.0	2	12.310	15	0.37	0.64	1.09	1.53	6.49
gefaltete Vergleichspröbe, GSB 30/1/400, 9,3g											
Gaze und Filterte											
Gaze							0.68	1.03	1.6	2.01	7.14
TPX 30 Filterte							1.38	2.17	3.16	4.17	13.39
GSB-30 Filterte							0.74	1.23	1.73	2.47	7.92
GCB-47, Filterte 30 g/m ² , Gaze 17 g/m ²							0.80	1.31	1.92	2.58	8.89
GCB-77, Filterte 60 g/m ² , Gaze 17 g/m ²							1.42	2.23	3.30	4.42	16.99
* Gesamtgewicht Kohle (80%) + Binder (20%)											
** 10 m ³ /Std. entspricht 170 l/min											

[0063] Die Meßwerte für die aus den Proben austretende Konzentration von n-Butan (Miran IR-Detektor) wurden in Adsorptionswirkungsgrade ((Belastungskonzentration – Konzentration am Ausgang)/Belastungskonzentration) umgerechnet. In Fig. 9 zeigt eine Graphik die Konzentrationen am Ausgang in ppm (entlang Achse

802), dargestellt als Funktion der Zeit in Minuten (entlang Achse **804**), für Versuchsproben, die aus den vier verschiedenen, oben aufgelisteten sinusförmigen Mustern hergestellt waren. Kurve **814** war ein Muster#1 mit einem Druckabfall von ungefähr 2,26 Millimeter H₂O; Kurve **812** war ein Muster#2 mit einem Druckabfall von ungefähr 1,56 Millimeter H₂O, Kurve **810** war ein Muster#3 mit einem Druckabfall von ungefähr 1,51 Millimeter H₂O; Kurve **808** war ein Muster#4 mit einem Druckabfall von ungefähr 0,64 Millimeter H₂O; und Kurve **806** war die gefaltete Vergleichsprobe mit einem Druckabfall von ungefähr 2,20 Millimeter H₂O.

[0064] In Fig. 10 zeigt eine Graphik **820** die Adsorptionswirkungsgrade (entlang Achse **822**), dargestellt als Funktion der Zeit in Minuten (entlang Achse **824**), ebenfalls für Versuchsproben, die aus den vier verschiedenen, oben aufgelisteten sinusförmigen Mustern hergestellt waren. Kurve **834** war ein Muster#1 mit einem Druckabfall von ungefähr 2,26 Millimeter H₂O; Kurve **832** war ein Muster#2 mit einem Druckabfall von ungefähr 1,56 Millimeter H₂O; Kurve **830** war ein Muster#3 mit einem Druckabfall von ungefähr 1,51 Millimeter H₂O; Kurve **828** war ein Muster#4 mit einem Druckabfall von ungefähr 0,64 Millimeter H₂O; und Kurve **826** war die gefaltete Vergleichsprobe mit einem Druckabfall von ungefähr 2,30 Millimeter H₂O. Bei dieser Belastung scheint die Kanalstromstruktur einen höheren Wirkungsgrad länger aufrechtzuerhalten als die Vergleichsprobe. Dies ist der Tatsache zuzuschreiben, daß die Versuchsproben mehr Kohle enthielten als die Vergleichsprobe und diese dort höchstwahrscheinlich mehr dem Gasstrom ausgesetzt war (fein verteilte Kohle hauptsächlich an der Oberfläche).

[0065] Die Flächen unterhalb der Wirkungsgradkurven wurden bis zu einem Wirkungsgrad von ungefähr 30% integriert. Die in Tabelle 2 gezeigten Produkte aus Wirkungsgrad mal Zeit sind für die Kanalstromstrukturen höher als für die Vergleichsproben.

Tabelle 2: Flächen unterhalb der Wirkungsgrad/Zeit-Kurven

	Fläche unter der Kurve abwärts bis zu einem Wirkungsgrad von 30%	Δp bei 170 l/min (Wirk.grad) (min) (mm H ₂ O)
Probe		
gefaltete Vergleichsprobe, GSB 30/1/400, 9,3g	2.36	2.30
sinusförmige Kanäle, 250 g/m²		
Stahl, hohe Amplitude (Muster #1)	12.67	2.26
Stahl, niedrige Amplitude (Muster #2)	11.50	1.56
Aluminum (Muster #3)	8.01	1.50
Kupfer (offene Struktur) (Muster #4)	3.88	0.64
Aluminum (gerade Kanäle), 250 g/m ²		
0*	2.24	0.70
10*	5.25	0.91
25*	5.31	1.15
45*	9.19	2.13
Hohe Kohlebeladung (sinusförmige Kanäle)		
Stahl, hohe Amplitude, 640* g/m ² , leicht (#1)	> 14.30	2.33
Aluminum, 640* g/m ² , leicht (#3)	> 7.50	1.80
Aluminum, 640* g/m ² , stark (#3)	> 9.24	1.76
Aluminum, 320 g/m ² , leicht (#3)	7.17	0.99
Kupfer, 640* g/m ² , leicht (#4)	4.05	0.88

* zwei Schichten, 320g/m², vor dem Prägen gepreßt

leicht = leichtes Pressen

stark = starkes Pressen

[0066] Das nächste Experiment war, die Kohlebeladung zu erhöhen, indem einige der Proben mit höherem Basisgewicht vor der Musterprägung zusammengepreßt wurden. Somit wurden Proben mit zwei Schichten hergestellt, die ein Gewebe eines Basisgewichts von ungefähr 320 Gramm/Quadratmeter (g/m^2) für jede Schicht hatten, und vor dem Prägen zwischen zwei ebenen Platten zusammengepreßt. In **Fig. 11** zeigt eine Graphik **840** die Adsorptionswirkungsgrade (entlang Achse **842**), dargestellt als Funktion der Zeit in Minuten (entlang Achse **844**) für verschiedene Proben. Kurve **846** war ein Muster#1, hergestellt aus einem Gewebe eines Basisgewichts von ungefähr 640 Gramm/Meter², leicht gepreßt, mit einem Druckabfall von ungefähr 2,45 Millimeter H₂O; Kurve **848** war ein Muster#3, hergestellt aus einem Gewebe eines Basisgewichts von ungefähr 640 Gramm/Meter², stark gepreßt, mit einem Druckabfall von ungefähr 1,88 Millimeter H₂O; Kurve **850** war ein Muster#3, hergestellt aus einem Gewebe eines Basisgewichts von ungefähr 320 Gramm/Meter², leicht gepreßt, mit einem Druckabfall von ungefähr 1,11 Millimeter H₂O; Kurve **852** war ein Muster#3, hergestellt aus einem Gewebe eines Basisgewichts von ungefähr 640 Gramm/Meter², leicht gepreßt, mit einem Druckabfall von ungefähr 1,92 Millimeter H₂O; und Kurve **854** war ein Muster#4, hergestellt aus einem Gewebe eines Basisgewichts von ungefähr 640 Gramm/Meter², leicht gepreßt, mit einem Druckabfall von ungefähr 1,00 Millimeter H₂O. Wie aus **Fig. 11** zu sehen ist, startet der Wirkungsgrad für diese Strukturen etwas unterhalb des der vorstehenden, in **Fig. 10** gezeigten, leichter beladenen (und nicht gepreßten) Proben, hält sich danach aber eine beträchtliche Zeit länger auf höheren Werten. Nach sechzig Minuten hat nur die offenste "Kupfer"-struktur, Kurve **854**, einen Wirkungsgrad von ungefähr 30% erreicht.

[0067] Um sinusförmige und gerade Kanäle, die bezüglich der Strömungsrichtung in einem Winkel angeordnet sind, zu vergleichen, wurden Platten mit geraden Kanälen aus Aluminiumdraht (Durchmesser ungefähr 0,3175 cm), wie in Muster#3 verwendet, hergestellt. Das Material wurde in Winkeln von ungefähr 0, 10, 25 und 45 Grad zur Strömungsrichtung geprägt. Wirkungsgradkurven für diese Proben, die mit Schichten eines Gewebes hergestellt wurden, das ein Basisgewicht von ungefähr 250 Gramm/Meter² und die gleiche, oben beschriebene Zusammensetzung hatte, sind in **Fig. 12** gezeigt. In **Fig. 12** zeigt eine Graphik **860** die Adsorptionswirkungsgrade (entlang Achse **862**), dargestellt als Funktion der Zeit in Minuten (entlang Achse **864**) für verschiedene Proben. Kurve **866** war ein Prägewinkel von ungefähr 45 Grad, mit einem Druckabfall von ungefähr 2,25 Millimeter H₂O; Kurve **868** war ein Prägewinkel von ungefähr 25 Grad, mit einem Druckabfall von ungefähr 1,27 Millimeter H₂O; Kurve **870** war ein Prägewinkel von ungefähr 10 Grad, mit einem Druckabfall von ungefähr 1,03 Millimeter H₂O; und Kurve **872** war ein Prägewinkel von ungefähr 0 Grad, mit einem Druckabfall von ungefähr 0,82 Millimeter H₂O.

Beispiel 2 – Leistungsvergleich von Filtern mit sinusförmigen und geraden Kanälen

[0068] Adsorptionswirkungsgrade und Druckabfälle wurden für Kantenfilter mit sinusförmigen Kanälen und mit geraden Kanälen des gleichen Durchmessers verglichen. Ein Satz Filter wurde aus gestapelten Schichten hergestellt, in welche das sinusförmige Muster#1 einer hohen Amplitude, wie oben in Beispiel 1 aufgelistet, eingeprägt war (Prägeplatten: (Stahl)drähte mit einem Durchmesser von ungefähr 0,244 cm, Amplitude: ungefähr 0,55 cm; und Wellenlänge: ungefähr 2 cm; Reihenabstand: ungefähr 0,80 cm (Platteneingriff)). Ein zweiter Satz wurde aus gestapelten Schichten hergestellt, in welche gerade Kanälen eingeprägt waren, die den gleichen Durchmesser und den gleichen Kanalabstand hatten.

[0069] Für dieses Experiment war jede Schicht ein Verbund aus einem geprägten, mit Kohle beladenen Gewebe (ungefähr 300 Gramm/Meter², ungefähr 80% Kohlebeladung, Zusammensetzung vorstehend beschrieben), das an einen ebenen Bogen Papier gebondet wurde. Dies wurde gemacht, um ein reines Kanalmuster zu bekommen und ein ineinanderschieben der Schichten zu verhindern. Das Gewebe wurde nach dem Prägen in der Platte gelassen und vor dem Herausnehmen wurde mittels eines Heißschmelzklebstoffs (#6111) (Spray Bond, von Minnesota Mining and Manufacturing Company) ein ebener Bogen Computerpapier daran gebunden. Schichten dieses Wellmaterials wurden ungefähr 18 Lagen tief (ungefähr 5,1 cm hoch) gestapelt, mit Spray-Bond-Klebstoff zwischen den Schichten, und mit einer Zahnkanten-Bandsäge zugeschnitten, um Filter mit einer Dicke von ungefähr 4,8 cm (Strömungsrichtung), einer Länge von ungefähr 15 cm und einer Höhe von ungefähr 5,1 cm zu erzeugen (jedes mit 59–62 g Gesamtgewicht oder ungefähr 40 Gramm Kohlenstoff). Die Filter wurden gewogen und in Kartonrahmen eingesetzt.

[0070] Unter Verwendung von Cyclohexan als Testgas wurden Adsorptionswirkungsgrade bei einmaligem Durchgang gemessen. In das Filter eintretende und aus dem Filter austretende Konzentrationen wurden mit einem photoakustischen B&K-IR-Detektor erfaßt, der durch Öffnungen in der Wand der Probenstromkammer Proben nahm. Der Adsorptionswirkungsgrad wird berechnet als:

$$\text{Wirkungsgrad} = (\text{Konzentration am Eingang} - \text{Konzentration am Ausgang}) / (\text{Konzentration am Eingang})$$

[0071] Die Filter, die genau in die Mitte einer Durchfluß-Probekammer (Querschnitt von ungefähr 7 Zentimeter \times ungefähr 20 Zentimeter, Länge von ungefähr 33 Zentimeter) passen, wurden mit Band auf einem Schlitten angebracht und abgedichtet, so daß der gesamte Strom durch die Probe ging. Belastungsgemische aus Cyclohexan/Luft wurden in einer ungefähr 1 Kubikmeter großen Durchflußbox erzeugt, die mit Einlaß- und Auslaß-

öffnungen eines Durchmessers von ungefähr 8,9 cm versehen war. Cyclohexan verdampfte bei Raumtemperatur aus einem kleinen Becher in der Box und vermischt sich mit der eintretenden Luft. Zwei Käfig-Umluftgebläse in der Box sorgten für eine Vermischung. Das Gemisch wurde von einem stromabwärts zur Probe angebrachten Muffin-Ventilator (Orix **1238A-11B**, Oriental Motor, Japan), mit einem Durchmesser von ungefähr 11 cm, kontinuierlich aus der Box heraus und durch die Probenkammer hindurch gezogen. Im stabilen Zustand schwankten die Belastungskonzentrationen während der Probennahmezeit weniger als ungefähr 5% und in den meisten Fällen weniger als ungefähr 2%. Während des Auswechseln der Proben wurde der Strom mittels eines Hilfsgebläses und -kanals umgelenkt, um eine Konzentrationsstörung zu minimieren.

[0072] Der Druckabfall über die Probe hinweg wurde mit einem Digitalmanometer (Dwyer Series **475**, Dwyer Instruments, Michigan City, Indiana) durch separate Probenentnahmehöhlungen stromaufwärts und stromabwärts des Filters erfaßt. Strömungsgeschwindigkeiten wurden an der Öffnung zur Box erfaßt, wobei ein Luftgeschwindigkeitsmesser (TS1 Modell **8330** Velocicheck, TSI Incorporated, St. Paul, MN) verwendet wurde, und in Flächengeschwindigkeiten an der Probe umgerechnet.

[0073] Nach Anbringen der Probe wurden an der Eingangsseite des Filters einige Minuten lang Konzentrationen gemessen, bis ein annehmbarer stabiler Zustand erreicht war, und dann wurden drei oder vier Meßwerte Bemittelt, um die Belastungs- oder eintretende Konzentration zu bestimmen. Das Probenentnahmerohr zum Detektor wurde dann umgestellt, um die aus dem Filter ausströmenden Konzentrationen zu messen. Da mit Adsorption von Gas der Filterwirkungsgrad abnimmt, wurden sowohl die Konzentration als auch die Zeit nach Anordnen der Probe aufgezeichnet. Der Detektor wurde so eingestellt, um in Zeitintervallen von 1 Minute Gasproben aus dem Strom zu nehmen; das Probenentnahmerohr wurde während des Auszyklus umgestellt.

[0074] Wie in Tabelle 3 gezeigt, zeigten die Filter mit sinusförmigen Kanälen konstant höhere Adsorptionswirkungsgrade im Vergleich zu ihren Gegenstücken mit geraden Kanälen, hatten aber gleiche Druckabfälle. Zusätzliche Experimente mit diesen Ausführungen bei niedrigeren und höheren Belastungskonzentrationen bestätigten diese Tendenz, ebenfalls in Tabelle 3 gezeigt.

[0075] Eine ähnliche Reihe von Vergleichsexperimenten wurde an Proben vorgenommen, die mit Platten hergestellt worden waren, die das offene sinusförmige Muster #4 hatten, wie vorstehend in Beispiel 1 aufgelistet ist ((Kupfer)draht mit einem Durchmesser von ungefähr 0,406 cm, eine Amplitude von ungefähr 0,40 cm, eine Wellenlänge von ungefähr 2 cm, und ein Abstand der Reihen von ungefähr 0,90 cm). Wiederum wurde ein mit 300 Gramm/Meter² Kohle beladenes Gewebe geprägt und, bevor es aus der Form genommen wurde, wurde eine Schicht eines ebenen Papiers angeklebt. Diese gewellten zusammengesetzten Schichten wurden ungefähr 12 Lagen tief (5,1 cm) gestapelt, wie zuvor mit einem Spraybond-Klebstoff zwischen den Schichten, auf eine Dicke von ungefähr 4,8 cm in Probenrichtung (ungefähr 15 cm lang) zugeschnitten und wie zuvor angebracht (Gesamtgewicht: ungefähr 39,0–40,0 Gramm, oder ungefähr 26 Gramm Kohle).

[0076] Wenn auch die Adsorptionswirkungsgrade für diese sehr offenen Strukturen niedrig waren, ist die Tendenz ähnlich. Wie in Tabelle 4 gezeigt, hatten die Filter mit sinusförmigen Kanälen wieder höhere Wirkungsgrade bei einmaligem Durchgang als ihre Gegenstücke mit geraden Kanälen. In diesem Fall jedoch waren die Druckabfälle für die Filter mit Sinusmuster entsprechend höher.

Tabelle 3: Vergleich eines Sinusmusters (0,244 cm Durchmesser, hohe Amplitude) mit einem geraden Muster (0,244 cm Durchmesser)

Experiment #1							
Muster mit sinusförmigen Kanälen				Muster mit geraden Kanälen			
Cyclohexan-Konzentration (ppm)				Cyclohexan-Konzentration (ppm)			
Zeit	am Filter-eingang	am Filter-ausgang	Wirkungsgrad (%)	Zeit	am Filter-eingang	am Filter-ausgang	Wirkungsgrad (%)
4:13	178			3:58	182		
5:08	182			4:58	185		
6:03	181			5:58	180		
7:00		83.4	54	7:03		113	38
8:00		90.4	50	7:59		115	37
9:00		92.2	49	8:58		118	35
10:00		91.6	49	9:58		119	35
11:15		96.2	47	10:57		121	34
12:10		98.5	45	11:58		119	35
13:05	185			12:58		126	31
14:00	186			13:58		125	31
15:01	186			14:58		126	31
16:01	183			15:58		130	29
17:01	188			17:25	193		
				18:19	182		
				19:14	187		
				20:09	191		
				21:04	185		
Druckabfall: 6.9 mm H ₂ O				Druckabfall: 6.4 mm H ₂ O			
Experiment #2							
Muster mit sinusförmigen Kanälen				Muster mit geraden Kanälen			
Cyclohexan-Konzentration (ppm)				Cyclohexan-Konzentration (ppm)			
Zeit	am Filter-eingang	am Filter-ausgang	Wirkungsgrad (%)	Zeit	am Filter-eingang	am Filter-ausgang	Wirkungsgrad (%)
3:02		67.7	61	2:45		92.1	42
3:59		73.1	58	3:41		91.5	42
5:00		75.1	55.5	4:37		93.3	41
6:00		80.8	53	5:37		98.9	38
7:00		83.8	51	6:37		98.6	38
7:59		85.7	50	7:37		101	36
8:59		86.9	50	8:51		102	36
9:59		92.8	48	9:45		99.7	37
10:59		91.8	47	10:39		101	36
12:27		95.9	44	12:37		105	35
13:22	166			13:37	159		
14:17	164			14:37	160		
15:11	171			15:37	157		
16:07	180			16:37	160		
17:01	175			17:37	158		
17:59	175						
Druckabfall: 6.9 mm H ₂ O				Druckabfall: 6.4 mm H ₂ O			

Tabelle 4: Vergleich eines Sinuskanalmusters (0,406 cm Durchmesser, niedrige Amplitude) mit einem geraden Muster (0,406 cm Durchmesser)

Sinusförmiger Kanal				Gerader Kanal			
Cyclohexan-Konzentration (ppm)				Cyclohexan-Konzentration (ppm)			
Zeit	am Filter-eingang	am Filter-ausgang	Wirkungsgrad (%)	Zeit	am Filter-eingang	am Filter-ausgang	Wirkungsgrad (%)
2:59	60.7						
3:59	59.8			3:41	60.4		
5:05	58.7			4:40	59.9		
5:59	59.2			5:40	58		
6:59		39.1	34	6:40	58.1		
7:59		38.9	35	7:45		46.2	22
8:59		40.2	33	8:49		46.9	21
9:59		40.5	32	9:44		46.4	21
10:59		40.6	32	10:40		45.7	23
11:59		40.6	32	11:41		46	22
12:59		41.6	30	12:41		46.3	22
13:59		41.5	30	13:41		46.1	22
15:27		41.6	30	15:41		47.1	20
17:16		41.6	30				
22:59		41.1	31	16:40	56.1		
26:07	54.3			17:46	54.5		
27:01	55			18:42	55.1		
27:58	55.4			19:40	55.8		
28:59	56			20:40	55.7		
29:59	55.3						
Druckabfall: 3.8 mm H₂O				Druckabfall: 1.8 mm H₂O			

Beispiel 3 – Aktives Kanalstromfilter

[0077] Ein Kanalstrommedium wurde hergestellt, das ein mit Kohle beladenes Gewebe aufwies, das ungefähr 80 Gew.% "Calgon 80 × 325 Maschen-Kohle" und ungefähr 20 Gew.% Mikroblasfaser (BMF) (effektiver Faserdurchmesser von ungefähr 8–12 µm) enthielt. Der BMF-Faserstrang hatte drei Schichten: eine zentrale Schicht aus Polypropylen (ungefähr 75% des Gesamtgewichts) und eine obere und untere Schicht aus Propylen-hexen-Copolymer-Klebstoff (ungefähr 25% des Gesamtgewichts). Das Gewebe hatte ein Gesamtbasisgewicht von ungefähr 250 Gramm/Meter².

[0078] Durch Heißpressen zwischen ungefähr 24,1 cm × 22,9 cm (9,5 Zoll × 9 Zoll) großen Musterplatten mit einer Kraft von ungefähr 17.792 Newton (ungefähr 4000 pounds), einer Temperatur von ungefähr 70°C und einer Haltezeit von ungefähr 30 Sekunden wurden sinusförmige Kanäle in Lagen des beladenen Gewebes gepräst. Die Schichten wurden dann gestapelt, wobei die Kanäle in die gleiche Richtung verliefen. Stränge eines Heißschmelzklebstoffs (Minnesota Mining and Manufacturing Company Spray-Bond Adhesive 6111) wurden mit einem Applikator (Minnesota Mining and Manufacturing Company Spray-Bond Applicator) zwischen die Schichten gelegt, um einen schaumstoffartigen Stapel zu erzeugen. Die Schichten wurden gestapelt, bis der Stapel ungefähr 5,1 cm (2 Zoll) hoch war. Der Stapel wurde dann auf ungefähr 5,1 cm (2 Zoll) dicke Filter zugeschnitten, wobei mit einer Zahnkanten-Bandsäge ungefähr 90 Grad zur Kanalrichtung geschnitten wurde. (Die Stirnfläche dieser Filter ähnelt Fig. 2.) Die Filter hatten einen Querschnitt von ungefähr 5,1 cm × 22,9 cm (2 Zoll × 9 Zoll), waren biegsam und selbsttragend, und ähnelten einem offenzelligen Schaumstoff. Um den größeren Filter herzustellen, der am Kastenventilator funktionieren soll, wurden mehrere dieser 5,1 cm × 22,9 cm (2 Zoll × 9 Zoll) großen Segmente zusammen geklebt und mit einem Kartonrahmen versehen, um zwei ungefähr 34,3 cm × 45,7 cm (13,5 Zoll × 18 Zoll) große Filter (mit ungefähr 5,1 cm (2 Zoll) Dicke in Strömungsrichtung), ähnlich dem in Fig. 8 gezeigten Filter 700, zu erzeugen.

[0079] Im Anschluß an Tests bezüglich der Beseitigung von Lösungsmittelkomponenten verschiedener Anstriche und im Anschluß an Anstrichtests (nachstehend zusammengefaßt) unter Verwendung einer 1 Kubik-

meter großen Box wurde im Innern einer Garage ein 3,8 m × 3,7 m × 2,4 m (12,5 Fuß × 12 Fuß × 7 Fuß **9** Zoll) großer Test"raum" gebaut. Er wurde aus zwei-auf-vier und ungefähr 0,15 mm (0,006 Zoll) dickem Polyethylen gebaut, mit einer Tür und einem Fenster aus Kunststoff-Folie, die mit Band abgedichtet werden konnten. Alle sechs Seiten wurden mit Folie bedeckt, einschließlich des Bodens, und wurden mit Klebeband sorgfältig um alle Kanten und Ecken herum abgedichtet. Ein Sauggebläse wurde im Fenster angeordnet, ein großes Umluftgebläse wurde mit aufgenommen, um Konzentrationsgradienten zu minimieren und eine Trocknung zu unterstützen, und ein Ölheizer wurde mit aufgenommen, um eine Steuerung der Temperatur zu unterstützen. Lösungsmittelkonzentrationen wurden mit einem photo-akustischen IR-Multigas-Detektor (Brüel & Kjær) gemessen, der mittels durch die Wand hindurchgehende Rohre (Durchmesser von ungefähr 3,18 mm (1/8 Zoll) von der Raumluft Proben nahm. Die [C-H] Dehnungsfrequenz wurde unter Verwendung einer auf Hexan basierenden Kalibrierung für Leichtbenzine gemessen, die während der Experimente in der ein Kubikmeter großen Box entwickelt wurde.

[0080] Die Standardroutine war, ungefähr 3,78 Liter (eine Gallone) Anstrich mittels eines Rollers auf neun 1,2 m × 2,4 m (4 Fuß × 8 Fuß) große Sperrholzplatten aufzutragen, die auf beiden Seiten mit Papier bedeckt waren, während des Anstrechens (ungefähr 15 Minuten) zu lüften und dann den Raum für insgesamt ungefähr 3 Stunden zu lüften (einschließlich der Zeit des Anstrechens). Der Testraum wurde mit dem im Fenster angebrachten Sauggebläse gelüftet, die Tür war teilweise geöffnet, und die Heizung und das Umluftgebläse waren eingeschaltet. Die Konzentrationen erreichten während des Lüftens typisch einige hundert ppm und nahmen dann ab. Nachdem sich die Konzentration auf ungefähr 35 bis 40 ppm verringert hatte, wurde die Filtereinheit angeordnet, der Raum wurde abgedichtet, das Umluftgebläse und der Heizer blieben eingeschaltet und die Konzentration wurde für mehrere Stunden gemessen. Während des Lüftens lag die Temperatur zwischen ungefähr 9°C und 11°C und blieb so während des restlichen Tests.

[0081] Fünf Experimente wurden unter Verwendung von Anstrichfarben auf Ölbasis durchgeführt. In **Fig. 13** zeigt eine Graphik **880** die Ergebnisse der fünf Experimente mit den Konzentrationen in ppm (entlang Achse **882**), aufgetragen gegen die Zeit in Minuten (entlang Achse **884**):

a. Basislinie (keine Filtereinheit) – Kurve **886**

[0082] Die erste Konzentrationszacke ist der blitzartige Anstieg, der während des Anstrechens und unmittelbar danach auftritt. Nach 3 Stunden Lüften und Trocknen und nachdem sich die Konzentration bis auf ungefähr 35 bis 40 ppm verringert hatte, wurde der Raum abgedichtet und die restliche VOC-Konzentration gemessen. Sie stieg langsam wieder zurück auf ungefähr 330 ppm.

b. Kanalstromfilter: 34,3 cm × 45,7 cm × 5,1 cm (13,5" × 18" × 2")

Kastengebläse: 50,8 cm × 50,8 cm (20" × 20") – Kurve **892**

[0083] Das Kanalstromfilter wurde an der Auslaßseite des Gebläses angebracht; die restliche Fläche wurde mit Klebeband abgedeckt. Während das Gebläse auf der hohen Stufe lief, wurde unter Verwendung eines TSI-Velocicheck-Anemometer die Strömungsgeschwindigkeit an mehreren Punkten auf der Filterfläche gemessen. Sie schwankte sehr, aber lag durchschnittlich bei ungefähr 3,8 m/sek (740 ft/min).

[0084] Die gleiche Prozedur des Anstrechens und Lüftens folgte, und nachdem die Konzentration ungefähr 35 bis 40 ppm erreicht hatte, wurde die Filtereinheit angeordnet und der Raum wurde abgedichtet. Diese Filterkombination (mit dem Gebläse auf hoher Stufe) hielt die VOC-Konzentration auf ungefähr 100 ppm.

c. Kanalstromfilter: 50,8 cm × 50,8 cm × 5,1 cm (20" × 20" × 2")

Kastengebläse: 50,8 cm × 50,8 cm (20" × 20") – Kurve **894**

[0085] Im Anschluß an die gleiche Prozedur wurde die größere Filtereinheit im System angeordnet. Diese Filterkombination (wieder mit einer hohen Gebläsestufe) hielt den VOC-Pegel unterhalb von ungefähr 70 ppm und verringerte ihn allmählich auf weniger als 30 ppm.

d. Kohlevorhänge (Passives Filter): mit ungefähr 650 Gramm Kohle beladenes Gewebe – Kurve **888**

[0086] Im vierten Experiment wurde ein mit einer ungefähr gleich großen Menge (650 Gramm) Kohle beladenes Gewebe über am Dach des "Raumes" aufgehängte Haken drapiert, der einzige Luftstrom im Raum war der aus dem Umluftgebläse. Dies verringerte die VOC-Konzentration signifikant, verglichen mit der Basislinie, war aber nicht annähernd so effektiv wie die Kombination aus Filter und Kastengebläse. Dies veranschaulicht die Bedeutung der Kanalstromstruktur und den durch sie hindurchgehenden Luftstrom.

[0087] Die Fähigkeit derselben Kanalstromfilter, die aus einem Latexanstrich auf Wasserbasis (VOC: Ethylenglycol) und einem allgemein verwendeten Versiegelungsmittel, KILZ (VOC: Ethanol, Methanol, Isopropylalkohol und "Alkane") austretenden Lösungsmittel zu beseitigen, wurde ebenfalls getestet. Labortests wurden an ungefähr 4,5 cm × 15 cm großen Proben der Kanalstromfilter in einer 1 Kubikmeter großen Box (Maßstab von 1/28 des "Raums") durchgeführt. Filterproben wurden auf Schlitten angebracht und in eine Durchfluß-Probenkammer einer Umluftvorrichtung eingesetzt. Die Probenkammer wurde über einen Verteiler an einem Dayton-Käfiggebläse angebracht. Der Strom durch das Filter wurde eingestellt, um eine durchschnittliche Flächen geschwindigkeit am Ausgang von ungefähr 2 Meter/Sekunde zu erreichen. Diese Umluftfilteranordnung wurde im Innern der 1 Kubikmeter großen Box angeordnet.

[0088] Plakatkartonplatten wurden außerhalb der Box mit insgesamt 40 Gramm KILZ (ungefähr 12 Gramm Lösungsmittel) gestrichen und dann sofort in die Box gebracht. Die Box wurde ungefähr 12 Minuten lang entlüftet, indem Luft durch die zwei ungefähr 8,9 cm (3,5 Zoll) großen Entlüftungslöcher gezogen wurde. Lösungsmittelkonzentrationen in der Box wurden mit dem B&K-Detektor erfaßt.

[0089] In **Fig. 14** zeigt eine Graphik **900** die Ergebnisse des KILZ-Tests, mit den VOC-Konzentrationen in ppm (entlang Achse **902**), aufgetragen gegen die Zeit in Minuten (entlang Achse **904**). Zuerst wurde eine Basislinie aufgenommen, ohne Filtereinheit in der Box, Kurve **906**. Dann wurde der Vorgang wiederholt, wobei die Umluftseinheit am Ende des ungefähr 12 Minuten dauernden Entlüftungszeitraums angeordnet wurde, Kurve **908**. Das Filter erfüllte seine Aufgabe, die VOC-Konzentration in der Box zu verringern und sie konstant zu halten, sehr gut.

[0090] Ebenso wurden ungefähr 40 Gramm eines Latexanstrichs auf Wasserbasis auf einen Plakatkarton aufgetragen, dieser in die Box gebracht, die Box entlüftet und ein Test mit dem ungefähr 4,5 cm × 15 cm großen Kanalstromfilter durchgeführt. In **Fig. 15** zeigt eine Graphik **910** die Ergebnisse des Latextests, mit VOC-Konzentrationen in ppm (entlang Achse **912**), aufgetragen gegen die Zeit in Minuten (entlang Achse **914**). Eine Basislinie wurde aufgenommen (Kurve **916**). Dann wurde der Test, mit der Umluftfiltereinheit in der Box, für die mit Latex überzogenen Kartons wiederholt (Kurve **918**). Das Kanalstromfilter war auch sehr wirkungsvoll darin, die Konzentrationen der von dem Anstrich auf Wasserbasis erzeugten VOCs zu verringern und sie konstant zu halten.

Beispiel 4 – Passives Kanalstromfilter für ein Faß

[0091] Mit Bezug nun auf **Fig. 16** wird ein passives Kanalstromfilter **970** in einem Faß **960** verwendet, um Dämpfe zu entfernen, die aus mit Lösungsmittel belasteten Putztüchern **966** austreten, die zum Lagern in das Faß **960** gelegt wurden. Das Faß **960** (oder die Trommel) ist typisch in Wartungswerkstätten anzutreffen, zum Lagern von mit Lösungsmittel vollgesogenen Reinigungstüchern **966**, und ist mit einem mit einem Gelenk **964** verbundenen Deckel **962** versehen, der die Öffnungen hermetisch abdichten kann.

[0092] Ein Standardfaß **960**, das ungefähr 81,3 cm (ungefähr 32 Zoll) hoch ist, wird verändert, um Probenentnahmöffnungen aufzuweisen, die aus in der Wand eingebauten Anschlußstücken und Kupferrohren bestehen. Ein photo-akustischer B&K-IR-Detektor wird verwendet, um über diese Öffnungen Proben der Konzentration im Innern des Fasses zu nehmen. Eine Manschette **970** aus einem gestapeltem Kanalstromfilter besteht aus fünf Schichten **971** eines mit Kohle beladenen Klebstoff-BMF-Filtergewebes, in welchem mehrere Kanäle **972** gebildet sind. Die Filtermanschette **970** besteht aus einer an einer Trägergaze angebrachten Filtergewebebahn, die dann um eine Faßform gewickelt wird, bis fünf Schichten **971** erreicht sind; die Schichten werden jeweils mittels eines Sprühklebstoffs (Spraybond) aneinander geklebt. Die Filtermanschette **970** hat einen Außendurchmesser, der etwas kleiner ist als der Innendurchmesser des Fasses, um so die Innenseite des Fasses **960** auszukleiden. Das Filtergewebematerial ist so gewählt, daß die resultierende Gesamtmenge Kohle in der Filtermanschette ungefähr 2000 Gramm Kohle ist.

[0093] Die Filtermanschette **970** ist ungefähr 61 cm (ungefähr 24 Zoll) tief, so daß die in den Filtergewebe schichten **971** gebildeten gekrümmten kontinuierlichen Kanäle **972** ungefähr 61 cm (ungefähr 24 Zoll) lang sind. Die Filtermanschette **970** wird im Faß **960** nahe der Oberseite des Fasses angebracht, wobei Haken (nicht gezeigt) verwendet werden, die um die Faßinnenwand herum ungefähr 61 cm (ungefähr 24 Zoll) von der Oberseite des Fasses abwärts angebracht sind. Die Filtermanschette **970** wird so eingesetzt, daß sie innerhalb dieser Haken aufliegt. Bei dieser Art des Einsetzens ist die erste Fläche **973** der Kanalstromfiltermanschette **970** nahe an der Oberseite des Fasses **960** und ist im wesentlichen senkrecht zur Wand **961** des Fasses **960**. Gleiches ist die zweite Fläche **974** der Filtermanschette im wesentlichen senkrecht zur Wand **961** des Fasses **960** in ungefähr 61 cm (ungefähr 24 Zoll) Abstand zur Oberseite des Fasses **960** angeordnet.

[0094] Ein Test bezüglich der Konzentrationsänderung des Lösungsmittels im Faß (Faßtest) mit und ohne Kanalstromfiltermanschette wurde durchgeführt, indem Putztücher, die eine bestimmte Menge Lösungsmittel enthielten, in das Faß gegeben wurden und unter Verwendung eines B & K-Detektors die Konzentrationspegel gemessen wurden. In einem ersten Test werden Putztücher, die Lösungsmittel in einer Dosierung von 15 cm³ (Kubikzentimeter) pro 3 Putztücher enthielten, in ein leeres, nicht ausgekleidetes Faß gegeben. In **Fig. 17** zeigt

eine Graphik **920** die Lösungsmittelkonzentration in ppm (entlang Achse **922**), aufgetragen gegen die Zeit in Minuten (entlang Achse **924**). An jedem Datenpunkt **925**, **926**, **927** und **928** werden 3 Putztücher mit ungefähr 15 cm³ Lösungsmittel in das Faß hineingegeben, bei einem Gesamtvolumen von ungefähr 60 cm³ am Datenpunkt **928**. An den beiden Datenpunkten **929** und **930** werden jeweils ungefähr 30 cm³ Lösungsmittel in das Faß gegeben und am Datenpunkt **931** wird ungefähr 60 cm³ zusätzliches Lösungsmittel in das Faß gegeben. Insgesamt ist ungefähr 180 cm³ Lösungsmittel im Faß.

[0095] Wie an der Graphik **920** zu erkennen ist, steigen die Konzentrationspegele schnell auf gefährliche Konzentrationen an, so daß bei 120 cm³ in ungefähr 150 Minuten die Lösungsmittelkonzentration im Bereich von ungefähr 12.500 ppm ist, was bewirken würde, daß der Detektor die Messung abbricht. Da die untere Entzündungsgrenze (LEL, lower explosive limit) für Toluen 12.000 ppm ist, ist dies ein potentiell gefährlicher Zustand. [0096] In einem zweiten Test ist das Faß mit dem oben beschriebenen gestapelten Kanalstromfaßfilter ausgekleidet. Mit Lösungsmittel dosierte Putztücher werden in das ausgekleidete Faß geworfen und die Konzentrationsmessungen werden aufgezeichnet. In Fig. 18 zeigt eine Graphik **940** die Lösungsmittelkonzentration in ppm (entlang Achse **942**), aufgetragen gegen die Zeit in Minuten (entlang Achse **944**). An jedem Datenpunkt **945**, **946**, **947** und **948** wird ungefähr 15 cm³ Lösungsmittel in Putztüchern in das Faß gegeben. An den Datenpunkten **949** und **950** werden jeweils ungefähr 30 cm³ Lösungsmittel in Putztüchern in das Faß gegeben. An den Datenpunkten **951** und **952** werden jeweils ungefähr 60 cm³ Lösungsmittel in Putztüchern in das Faß gegeben und an den Datenpunkten **953** und **954** werden ungefähr 100 cm³ Lösungsmittel in Putztüchern in das Faß gegeben. Das Gesamtvolume des Lösungsmittels im Faß ist ungefähr 440 cm³ in ungefähr 42 Putztüchern.

[0097] Wie an der Graphik **940** zu erkennen ist, schießen die Konzentrationen des Lösungsmittels im Faß in die Höhe, wenn Putztücher in das Faß gegeben werden, flachen dann aber ab, um niedrigere Pegel des Lösungsmitteldampfs im Bereich von weniger als ungefähr 500 ppm im Faß zu halten. Dieser niedrigere Pegel wird sogar mit dem höheren Volumen Lösungsmittel im Faß aufrechterhalten.

Beispiel 5 – Partikel und Geruch absorbierendes Ofenfilter

[0098] Ein ungefähr 2,5 cm (ungefähr 1 Zoll) dicker Kanalstromfilter mit einer Fläche von ungefähr 51 cm × 51 cm (ungefähr 20 Zoll × 20 Zoll) wurde mit den in Beispiel 3 beschriebenen Verfahren hergestellt und in einem Kartonrahmen angebracht. Eine ebene Schicht des Partikeleinfangmediums "3M FILTRETE BMF" (3M GCB **30**) wurde an der einen Seite des Kanalstromfilters und eine Schicht Polypropylen-Gaze (Claf) an der gegenüberliegenden Seite angebracht (Probe #GCB30-CF-C). Eine zweite Probe wurde hergestellt, wobei an beiden Seiten des Kanalstromfilters eine Schicht des Partikeleinfangmediums (3M GCB30) angebracht wurde (Probe #GCB30-CF-GCB30). Diese zusammengesetzten Filter und eine Vergleichsprobe, ein Allergiefilter "3M Allergy Relief Filter" (ARF), das ein mit "FILTRETE GCB **50**" (eine Version des GCB **30** mit höherem Basisgewicht) hergestelltes gefaltetes Filter ist, wurden auf Wirkungsgrad für das Einfangen von in Aerosolform vernebeltem NaCl und auf Druckabfall getestet. Diese Tests wurden unter Vereinbarung der Vertraulichkeit in einem unabhängigen Testlabor durchgeführt. Die verwendeten Testverfahren sind in "Advances in Filtration and Separation Technology", Band 11, 1997, AFS, herausgegeben von Robert Baumann und Lloyd Weisert, skizziert. [0099] Wirkungsgrade und Druckabfälle für diese Proben sind in Fig. 19 und 20 gezeigt. In Fig. 19 zeigt ein Balkendiagramm **960** einen Wirkungsgrad in Prozent (entlang Achse **961**), aufgetragen gegen die Partikelgrößenbereiche in Mikrometer (entlang Achse **962**). Die Balken **963** zeigen die unterschiedlichen Wirkungsgrade für unterschiedliche Partikelgrößenbereiche für die Probe GCB30-CF-C. Die Balken **964** zeigen die unterschiedlichen Wirkungsgrade für unterschiedliche Partikelgrößenbereiche für die Probe C-CF-GCB30, die die gleiche Probe wie Probe GCB30-CF-C ist, wobei nur die Auslaß- und Einlaßseite vertauscht sind. Die Balken **965** zeigen die unterschiedlichen Wirkungsgrade für unterschiedliche Partikelgrößenbereiche für die Vergleichsprobe ARF. Die Balken **966** zeigen die unterschiedlichen Wirkungsgrade für unterschiedliche Partikelgrößenbereiche für die Probe GCB30-CF-GCB30. Diese zusammengesetzten Filter entfernen wirkungsvoll Partikel verschiedener Partikelgröße aus einem Luftstrom.

[0100] In Fig. 20 zeigt eine Graphik den Druckabfall in Zoll H₂O (entlang Achse **971**), aufgetragen gegen die Flächengeschwindigkeit in Fuß/Minute (entlang Achse **972**), für die obigen Proben. Kurve **973** zeigt die Testergebnisse für die Probe GCB30-CF-GCB30; Kurve **974** zeigt die Testergebnisse für die Probe C-CF-GCB30 und Kurve **975** zeigt die Testergebnisse für die Vergleichsprobe ARF.

[0101] Ein ähnliches Filter mit einer ungefähr 2,2 cm (0,875 Zoll) dicken Kanalstromschicht und einer ebenen Schicht "FILTRETE GCB30" wurde in einem ungefähr 223 Quadratmeter (**2400** Quadratfuß) großen, mit einem Umluftgebläse ausgestatteten Haus **223** getestet. Das Haus wurde mit niedrigen Pegeln Cyclohexan dosiert, indem neben einer Ansaugöffnung ein Metallbecher mit Cyclohexan leicht erwärmt wurde. Die Konzentration des Cyclohexan wurde unter Verwendung eines B&K-Detektors an einer anderen Stelle im Haus gemessen. Basislinien für die Konzentrationsabnahme wurden vor und nach dem Anordnen des Filters im Filterschlitz an der Zuluft zur Heizung erstellt. Mit dem in der Umlufteinheit angeordneten Filter nahm die Cyclohexan-Konzen-

tration signifikant schneller ab als während jeder der zwei Basislinienzeiten. Es waren ungefähr 20 Minuten nötig, um ohne Filter die Pegel von ungefähr 33 auf ungefähr 27 ppm zu verringern und ungefähr 9 Minuten, um mit Filter die Pegel von ungefähr 33 auf ungefähr 27 ppm zu verringern. Somit war dieses zusammengesetzte Filter auch in der Lage, potentielle Gerüche aus einem Haus zu absorbieren.

Patentansprüche

1. Filtrationsmedium zum Beseitigen von Dämpfen, Gerüchen oder Partikeln, das einen hohen Wirkungsgrad und einen geringen Druckabfall besitzt, mit:

mehreren Filtrationsschichten, wobei in mindestens einer Schicht ein mehrdimensionales Kanalmuster gebildet ist, das mehrere kontinuierliche gekrümmte Kanäle (110; 310; 410;) über der mindestens einen Schicht (205, 305, 405, 351) und eine mehrdimensionale Kante (120, 121; 320, 321; 420, 421) an jedem Ende der mehreren Kanäle (110; 310; 354) der mehreren Filtrationsschichten erzeugt, die als ein Stapel ausgeführt sind, wobei das Kanalmuster der mindestens einen Schicht mehrere zu einer ersten Fläche (210; 310; 425; 360) des Staps hin offene Einlässe (212, 331; 412; 361), mehrere zu einer zweiten Fläche (213; 335; 426; 362) des Staps hin offene Auslässe (215; 336; 413; 363) und entsprechend mehrere disruptive Fluidpfade bildet, die von den Einlässen aus durch den Stapel hindurch zu den Auslässen verlaufen, wobei die mindestens eine Filtrationsschicht aus einem Filtervliesmaterial besteht, das mehrschichtige Faserstränge (500) aufweist, die einen Kern (510) aus Polymermaterial und eine obere und untere Schicht (520, 530) aus Klebstoff haben.

2. Filtrationsmedium nach Anspruch 1, wobei alle Filterschichten (710) aus dem Filtervliesmaterial hergestellt sind, das Mikroblasfasern (BMF) aufweist.

3. Filtrationsmedium nach Anspruch 2, wobei die Filtrationsschichten ein aus Partikeln bestehendes Sorbensmaterial aufweisen.

4. Verfahren zur Herstellung eines Filtrationsmediums, das einen hohen Wirkungsgrad und einen geringen Druckabfall hat, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Bereitstellen eines Filtrationsgewebes, das aus einem Filtervliesmaterial hergestellt ist, das mehrschichtige Faserstränge (500) aufweist, die einen Kern (510) aus Polymermaterial und eine obere und untere Schicht (520,530) aus Klebstoff haben; Erzeugen eines mehrdimensionalen Kanalmusters in mindestens einem Teil des Filtrationsgewebes, wobei das Kanalmuster mehrere kontinuierliche gekrümmte Kanäle (110; 310; 354, 972) über das Filtrationsgewebe hinweg und eine mehrdimensionale Kante (120, 121; 320, 321; 420, 421) an jedem Ende der mehreren Kanäle am Filtrationsgewebe erzeugt;

Erzeugen mehrerer Filtrationsschichten aus dem Filtrationsgewebe, wobei mindestens eine Filtrationsschicht (205, 305, 405, 351) aus dem Teil des Filtrationsgewebes gebildet ist, der das mehrdimensionale Kanalmuster aufweist; und

Stapeln der mehreren Filtrationsschichten, so daß das mehrdimensionale Kanalmuster der mindestens einen Schicht mehrere zu einer ersten Fläche (210; 310; 425; 360) des Staps hin offene Einlässe (212, 331; 412; 361), mehrere zu einer zweiten Fläche (213; 335; 426; 362) des Staps hin offene Auslässe (215; 336; 413; 363) und entsprechend mehrere disruptive Fluidpfade erzeugt, die von den Einlässen aus durch den Stapel hindurch zu den Auslässen verlaufen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Filtrationsgewebe ein Mikroblasfaser-Gewebe aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, mit dem Schritt des Beladens der Filtrationsschichten mit aus Partikeln bestehendem Sorbensmaterial, wobei das aus Partikeln bestehende Material an den Fasersträngen des Mikroblasfaser-Gewebes haften.

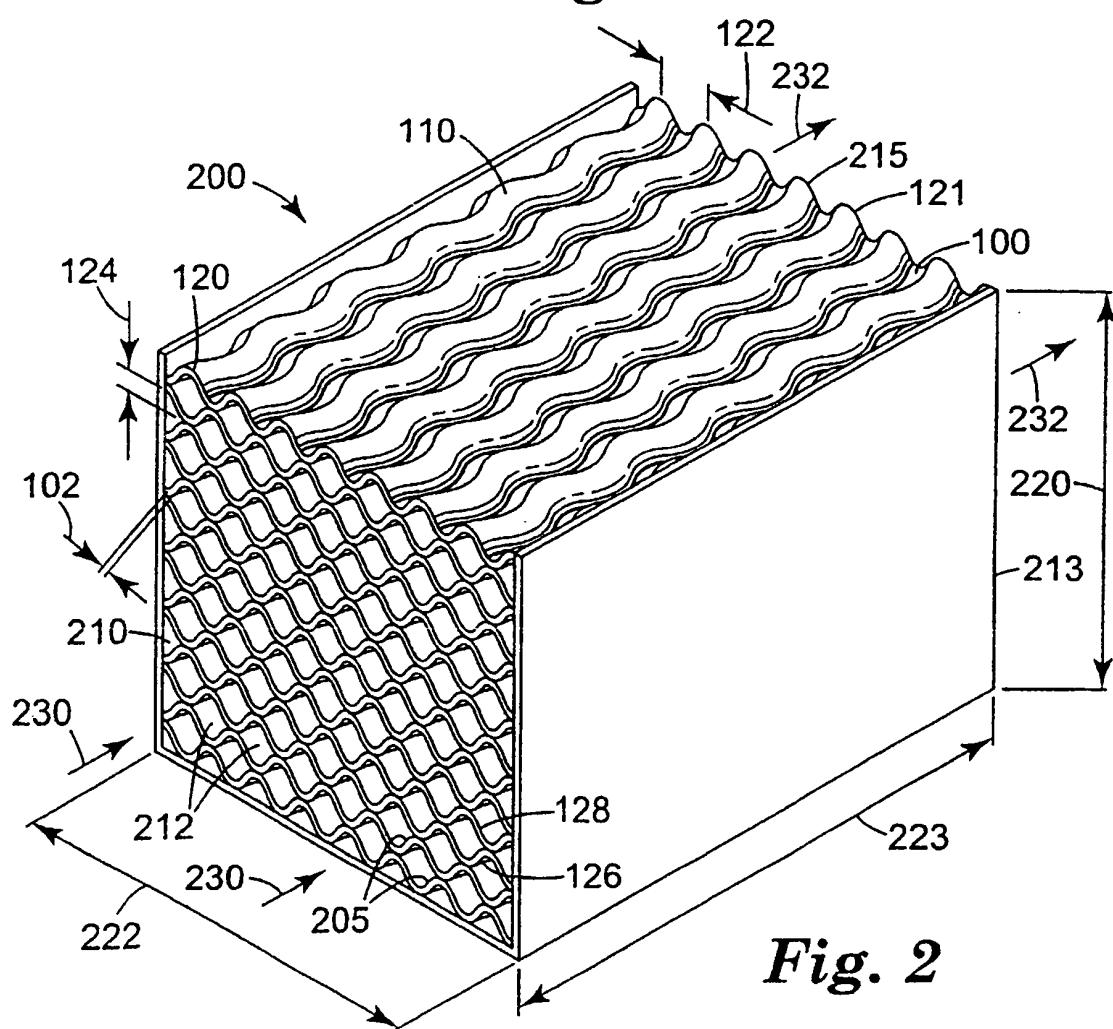
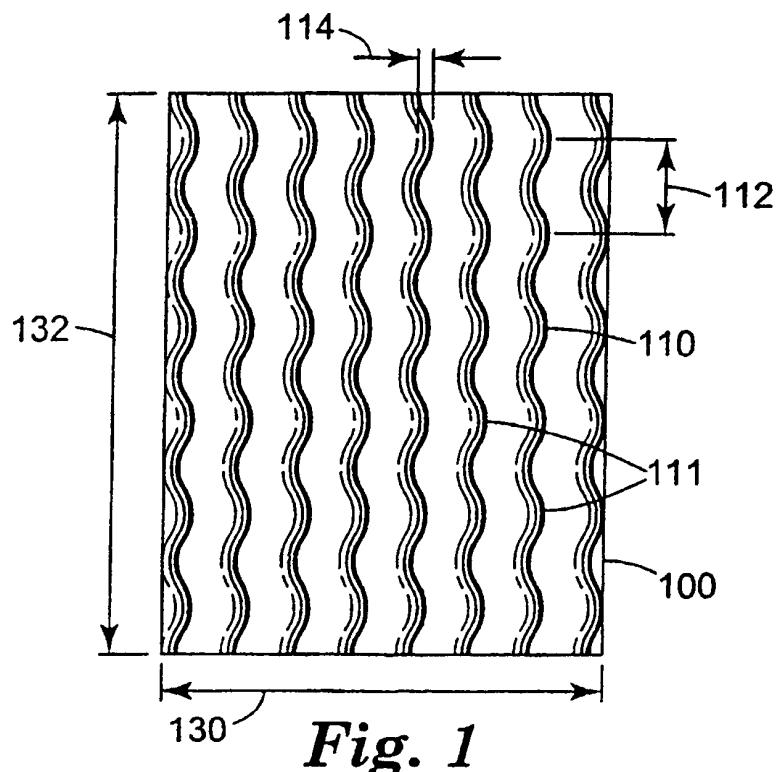
7. Verfahren der Verwendung eines Filtrationsmediums, das einen hohen Wirkungsgrad und einen geringen Druckabfall hat, zur Reduzierung der Dampfkonzentrationspegel in einem Gebiet, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Bereitstellen eines Filtrationsmediums nach einem der Ansprüche 1 bis 3; und

Anordnen des Filtrationsmediums in dem Raum, in dem die Dampfkonzentrationspegel reduziert werden sollen.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



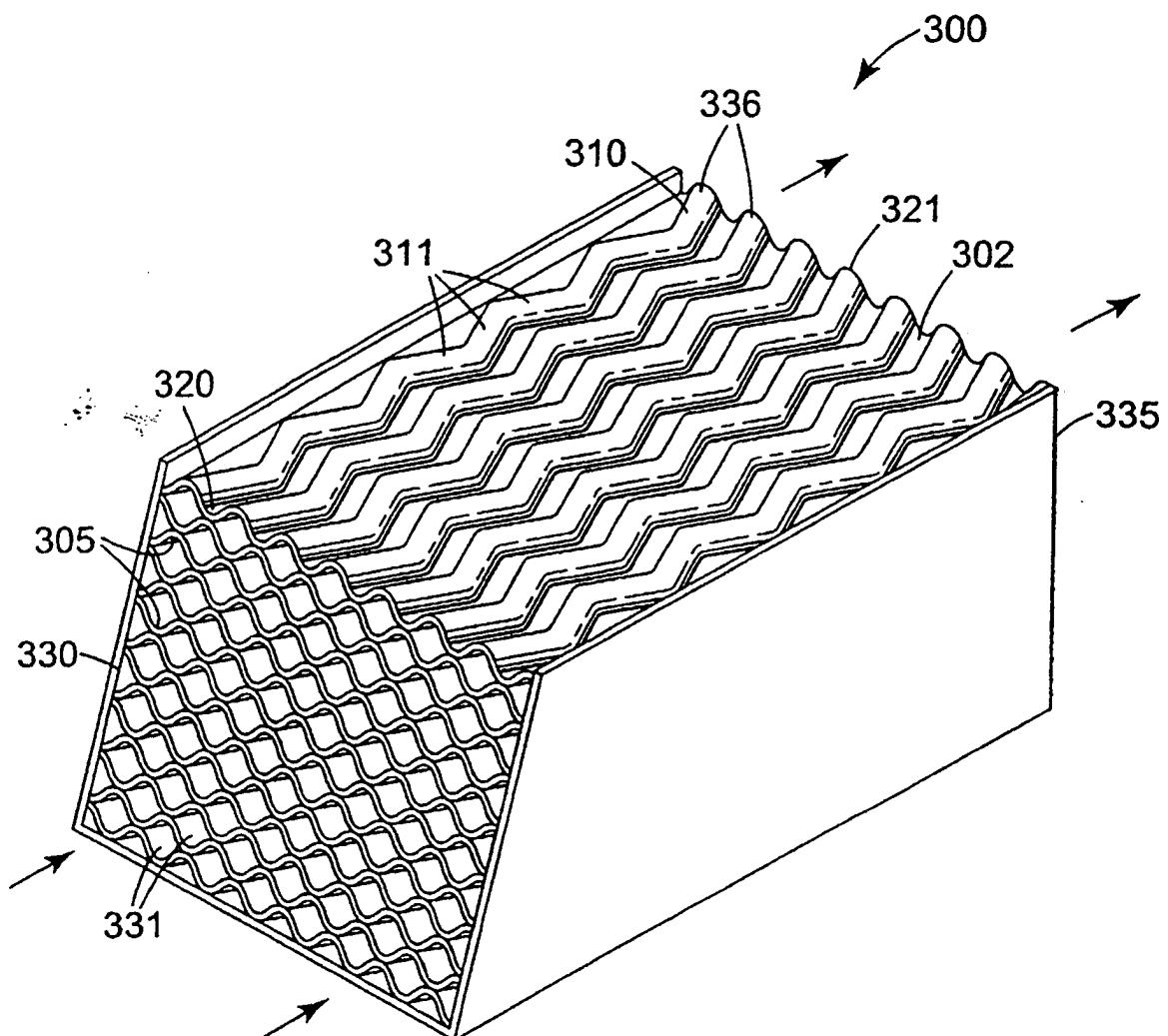


Fig. 3

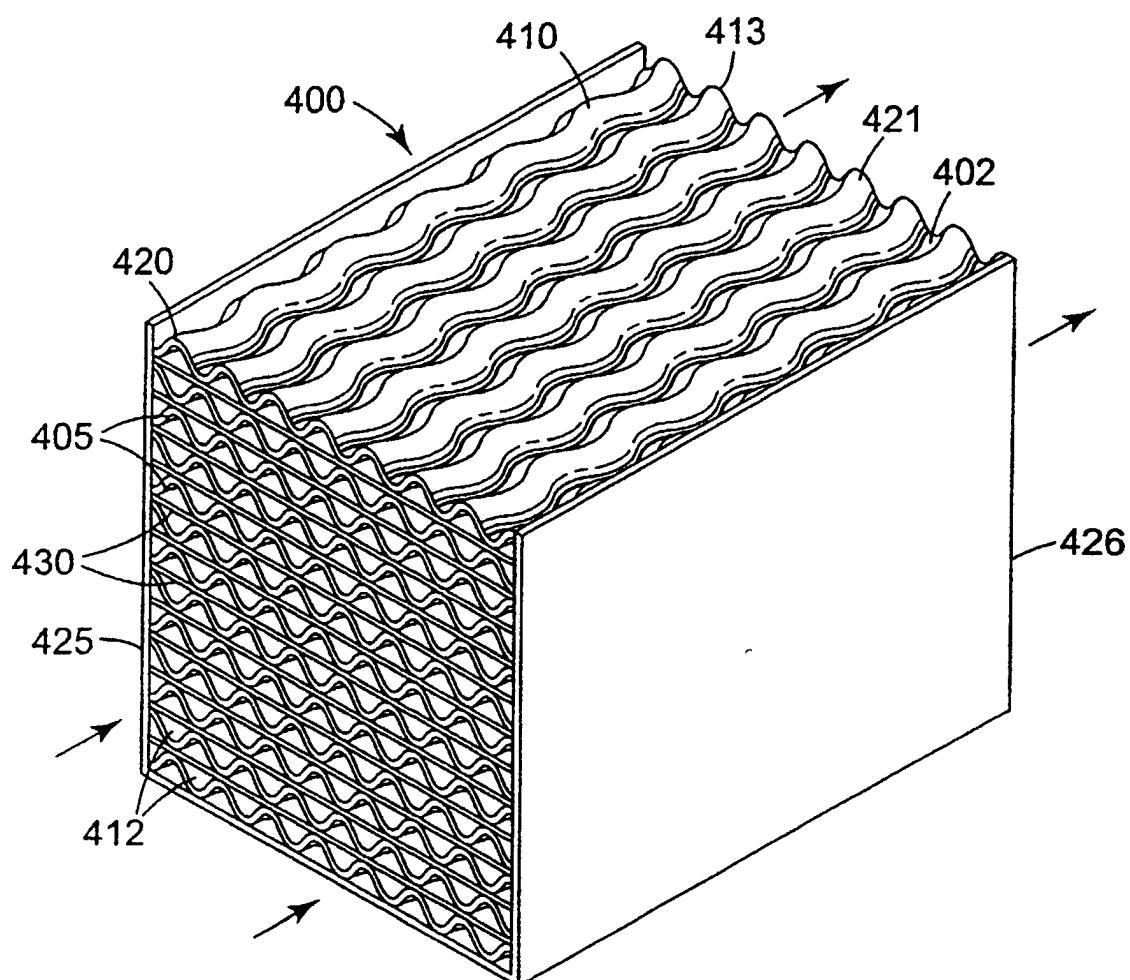


Fig. 4

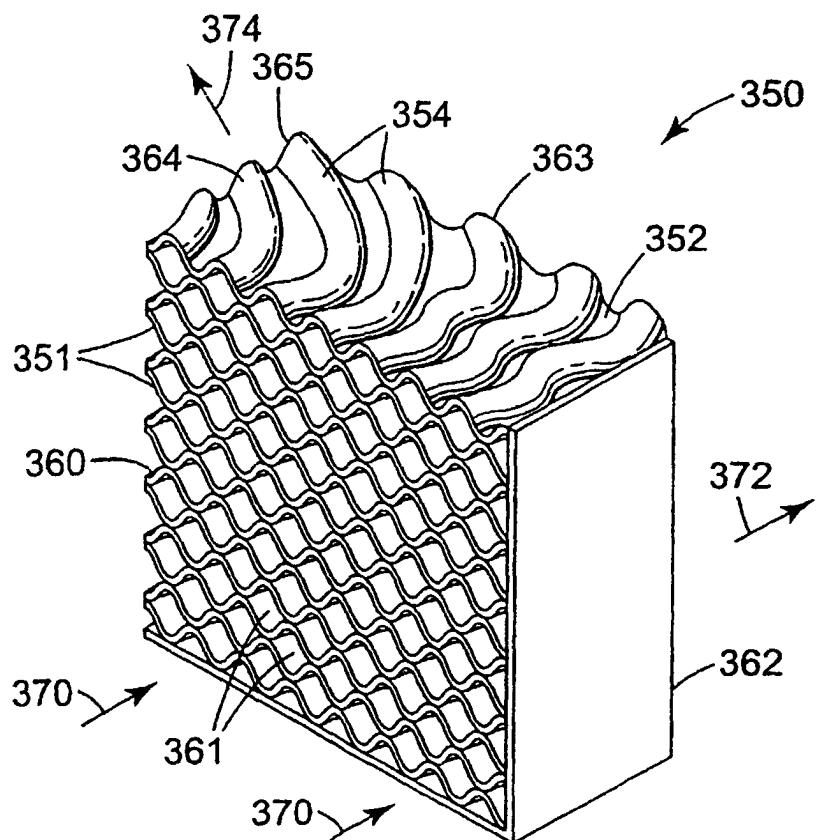


Fig. 5

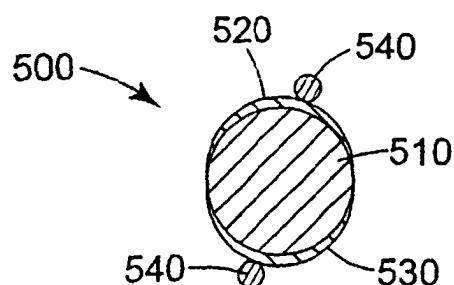
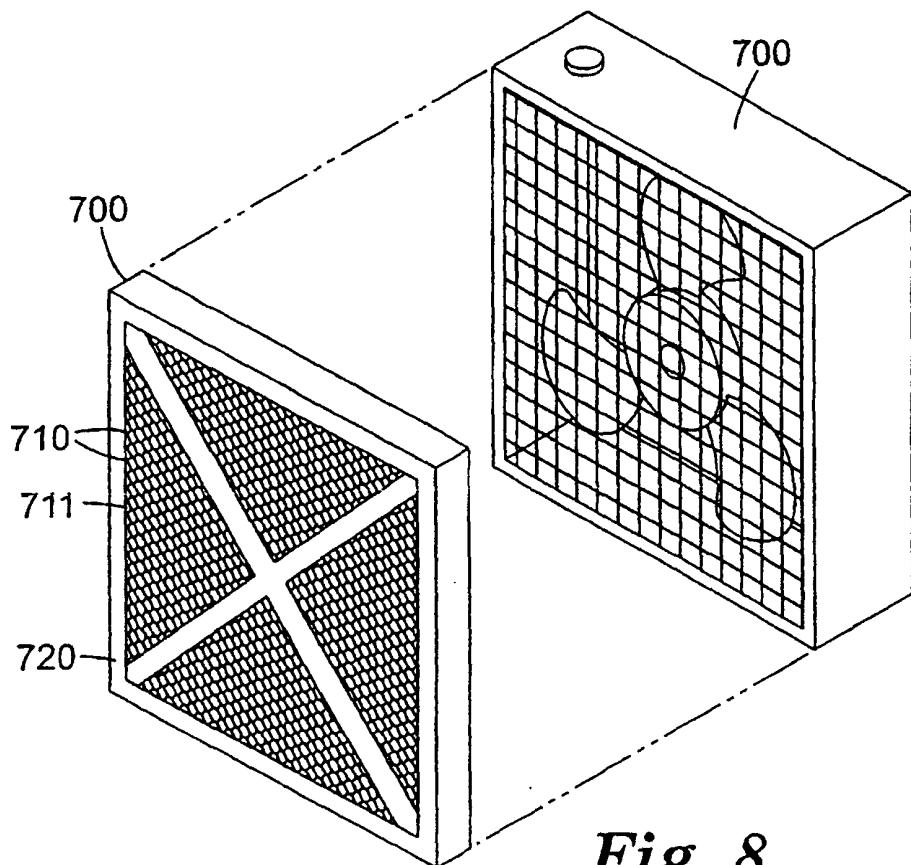
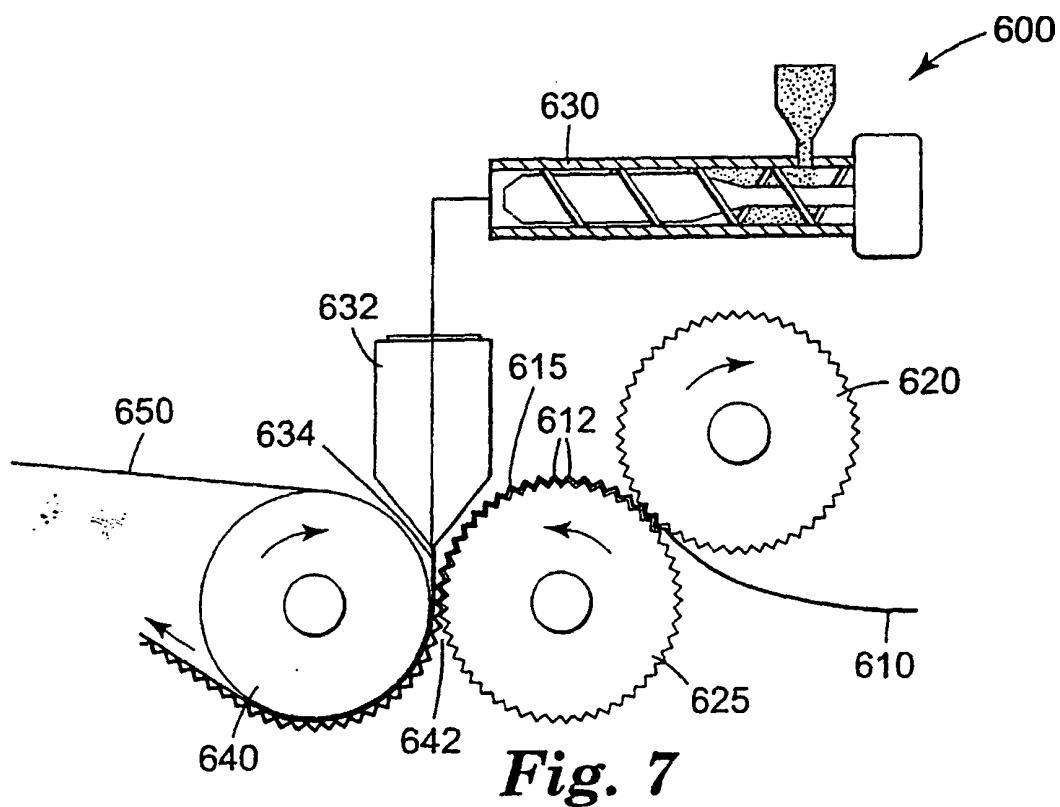
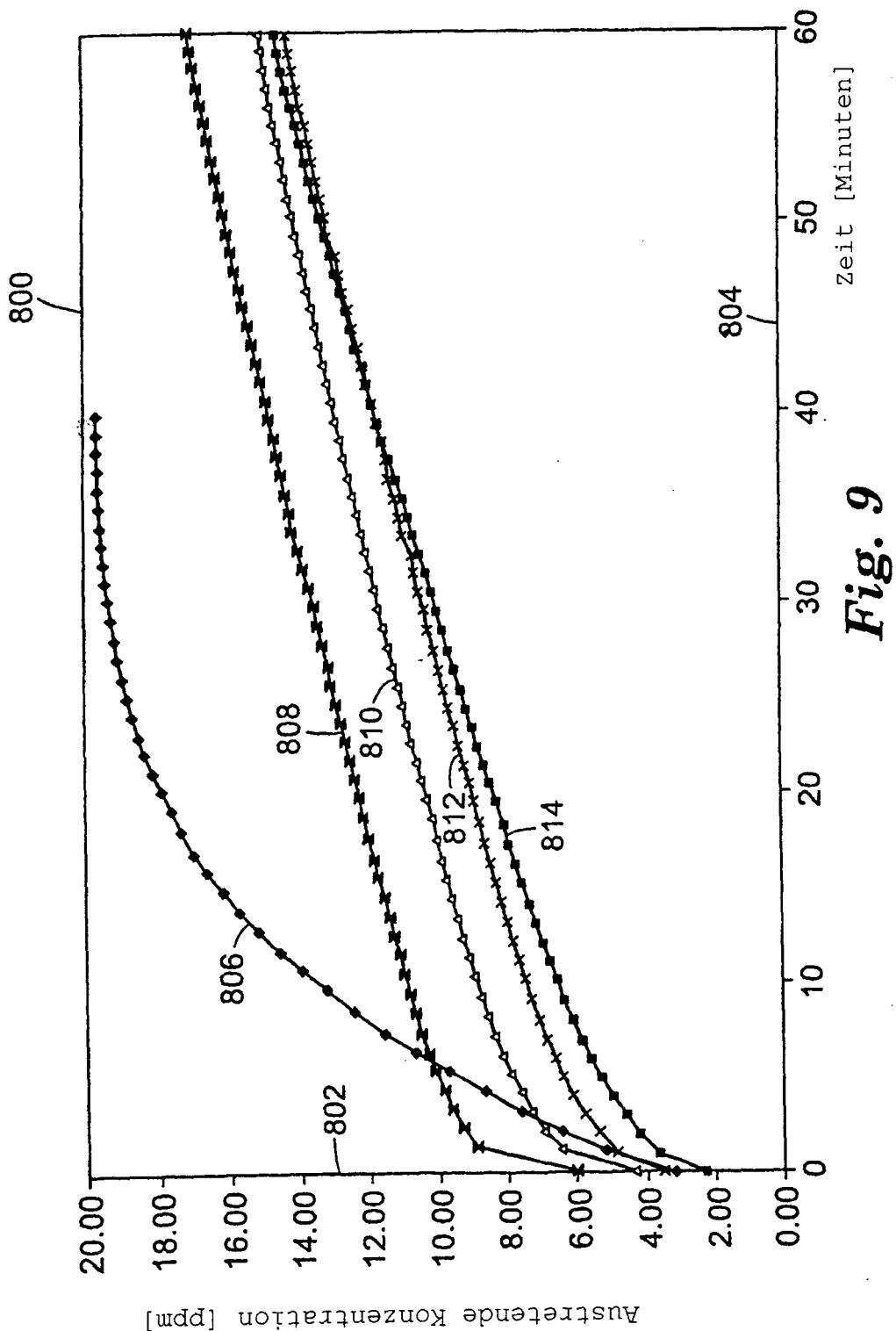


Fig. 6





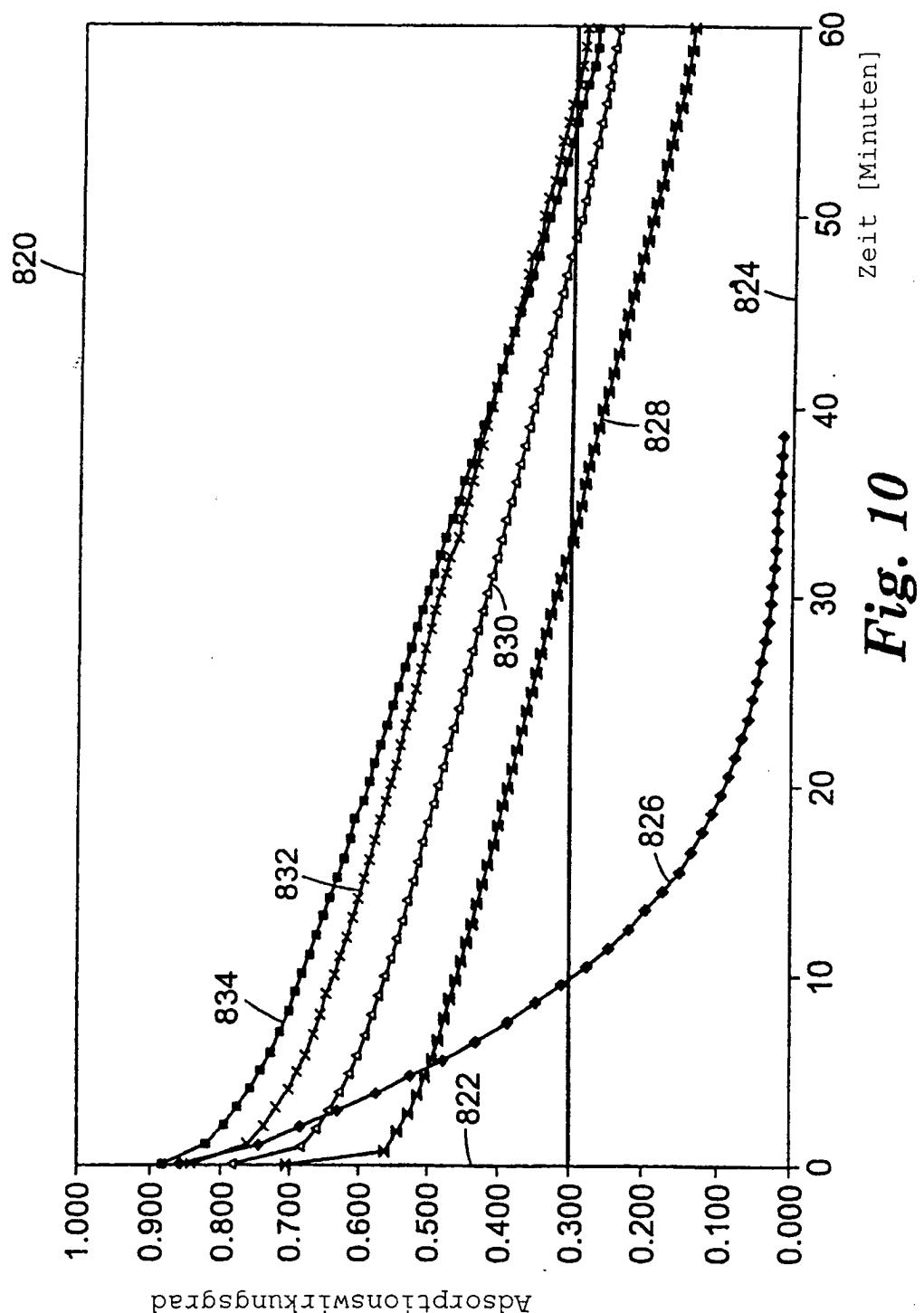


Fig. 10

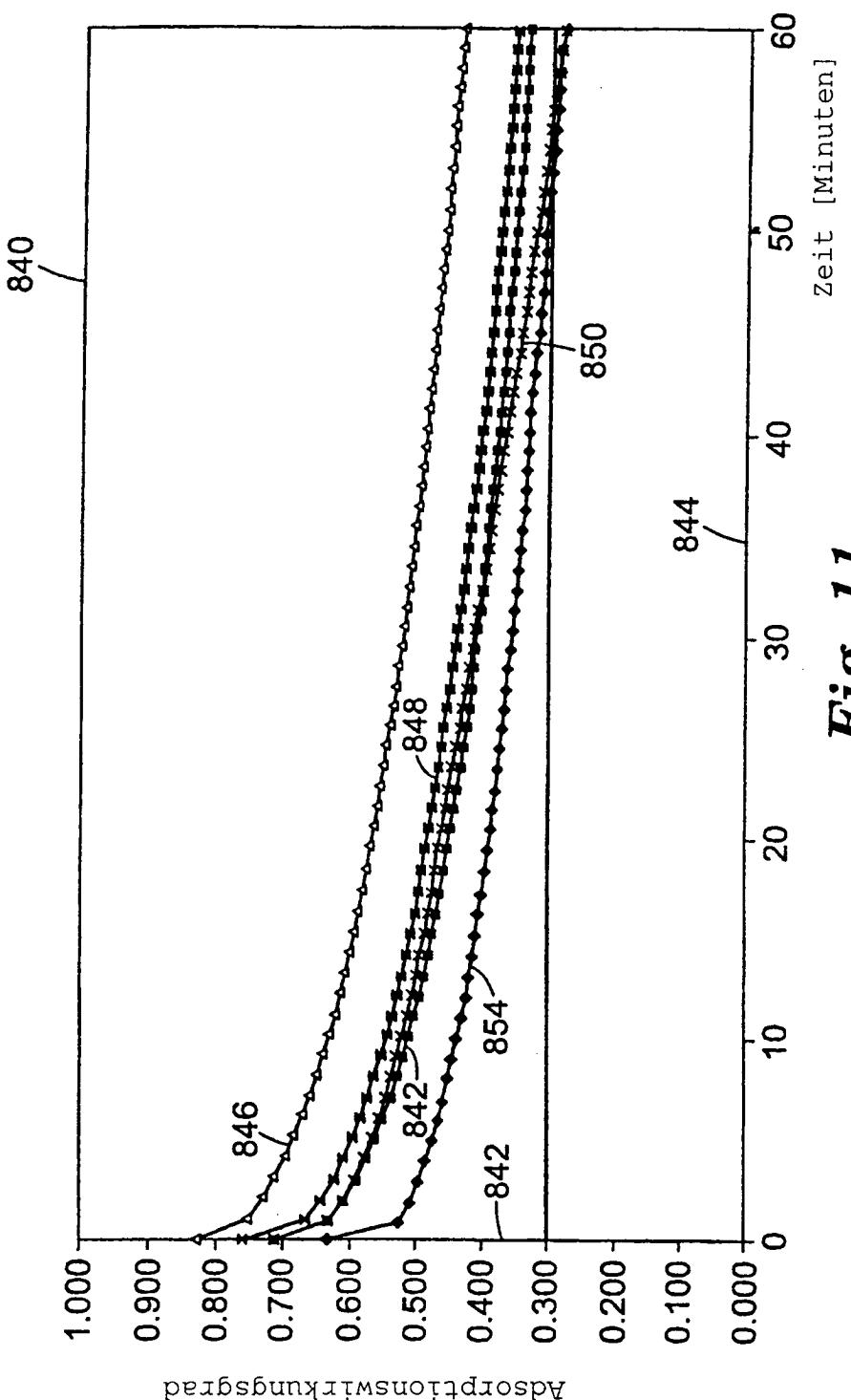


Fig. 11

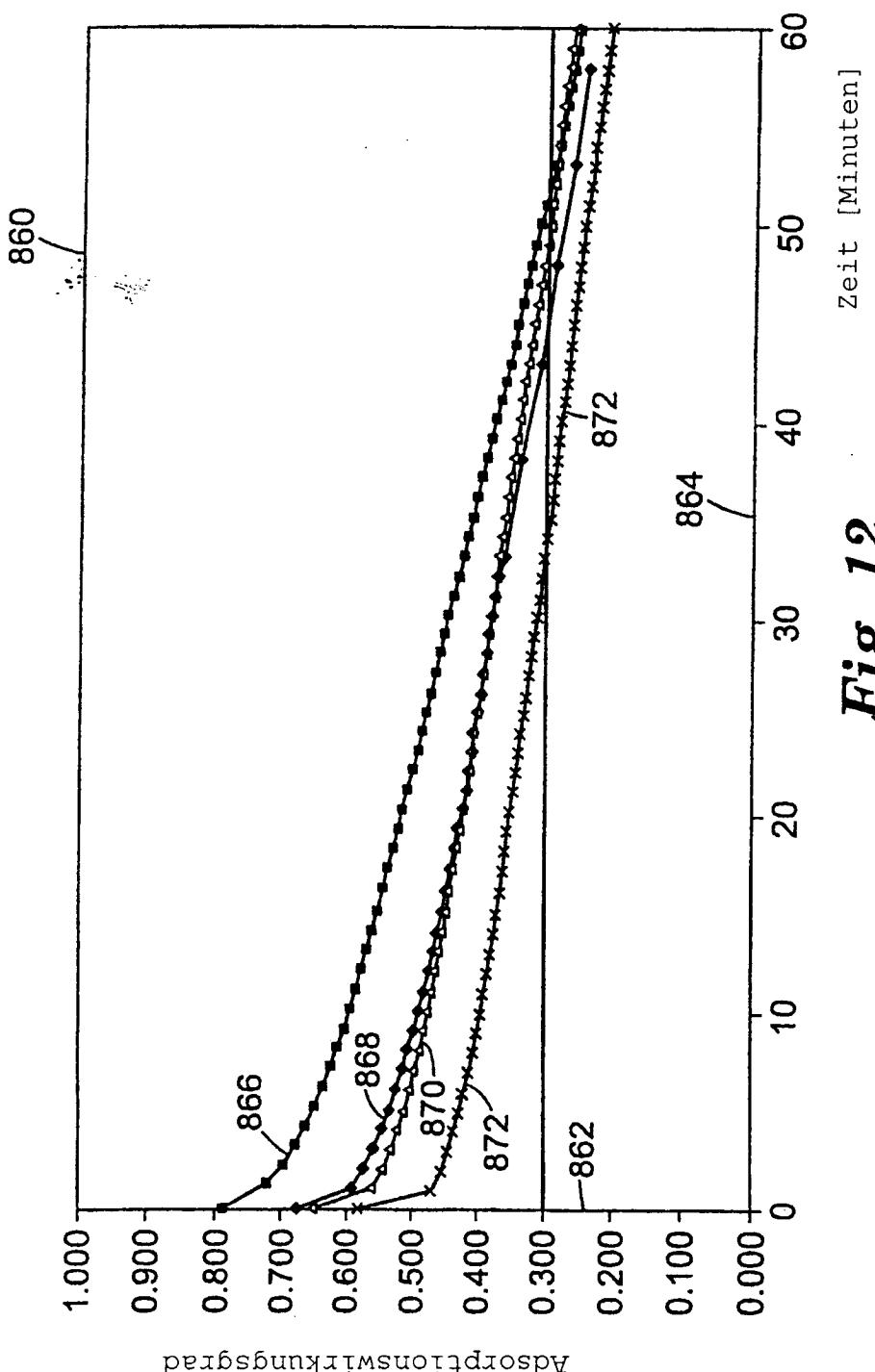


Fig. 12

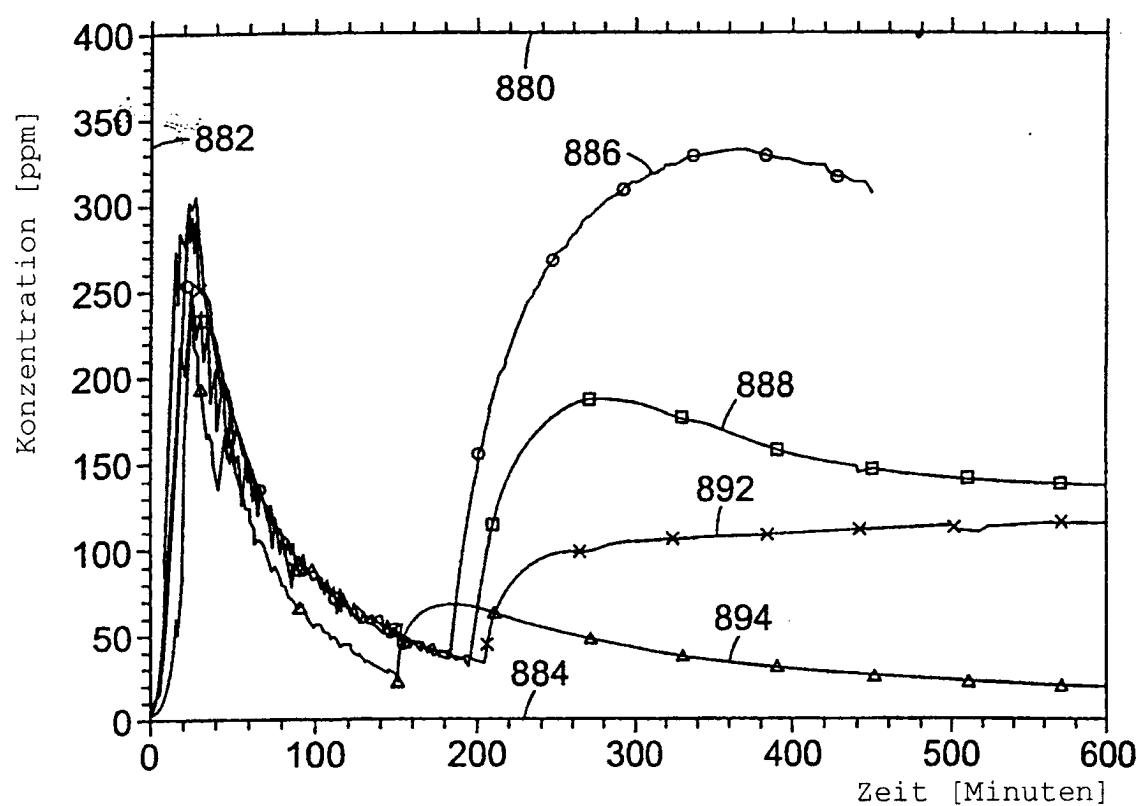
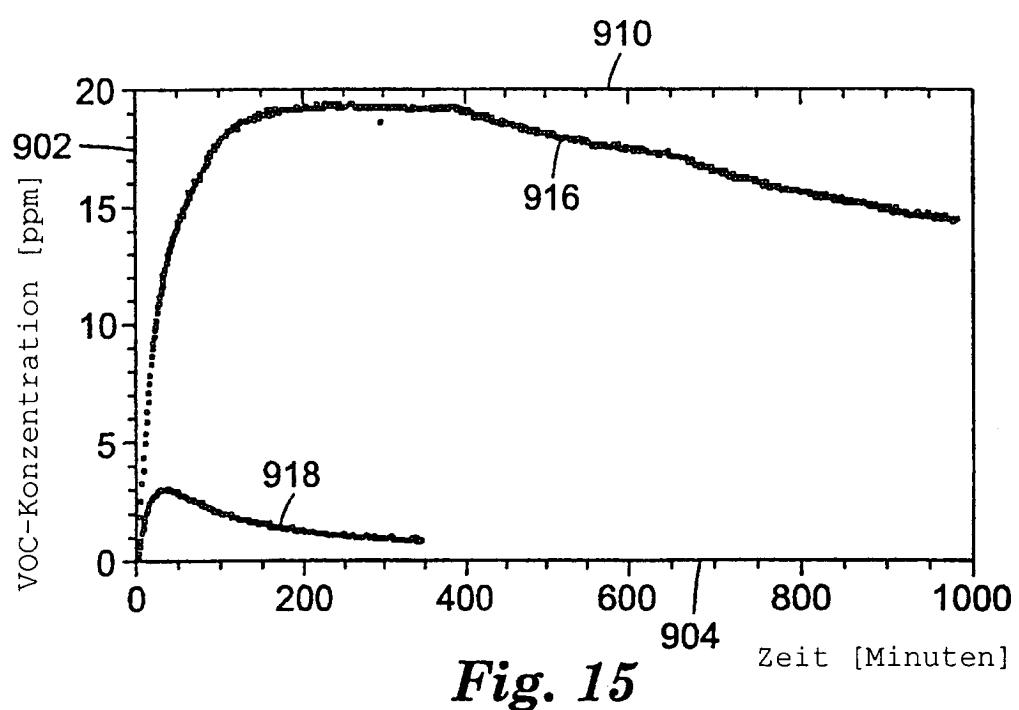
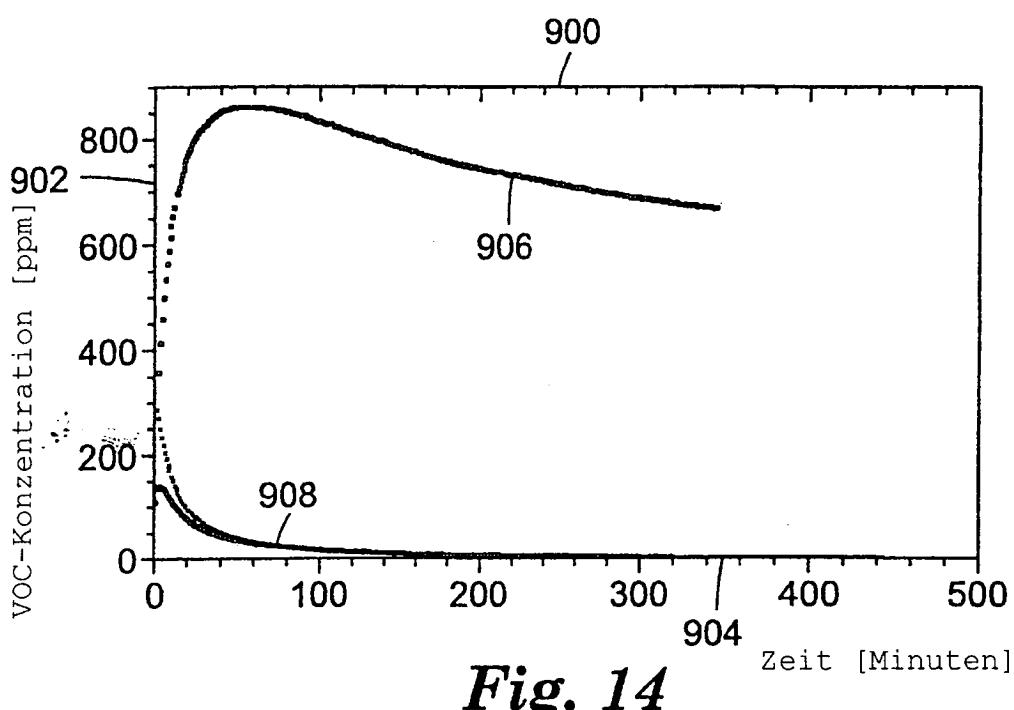


Fig. 13



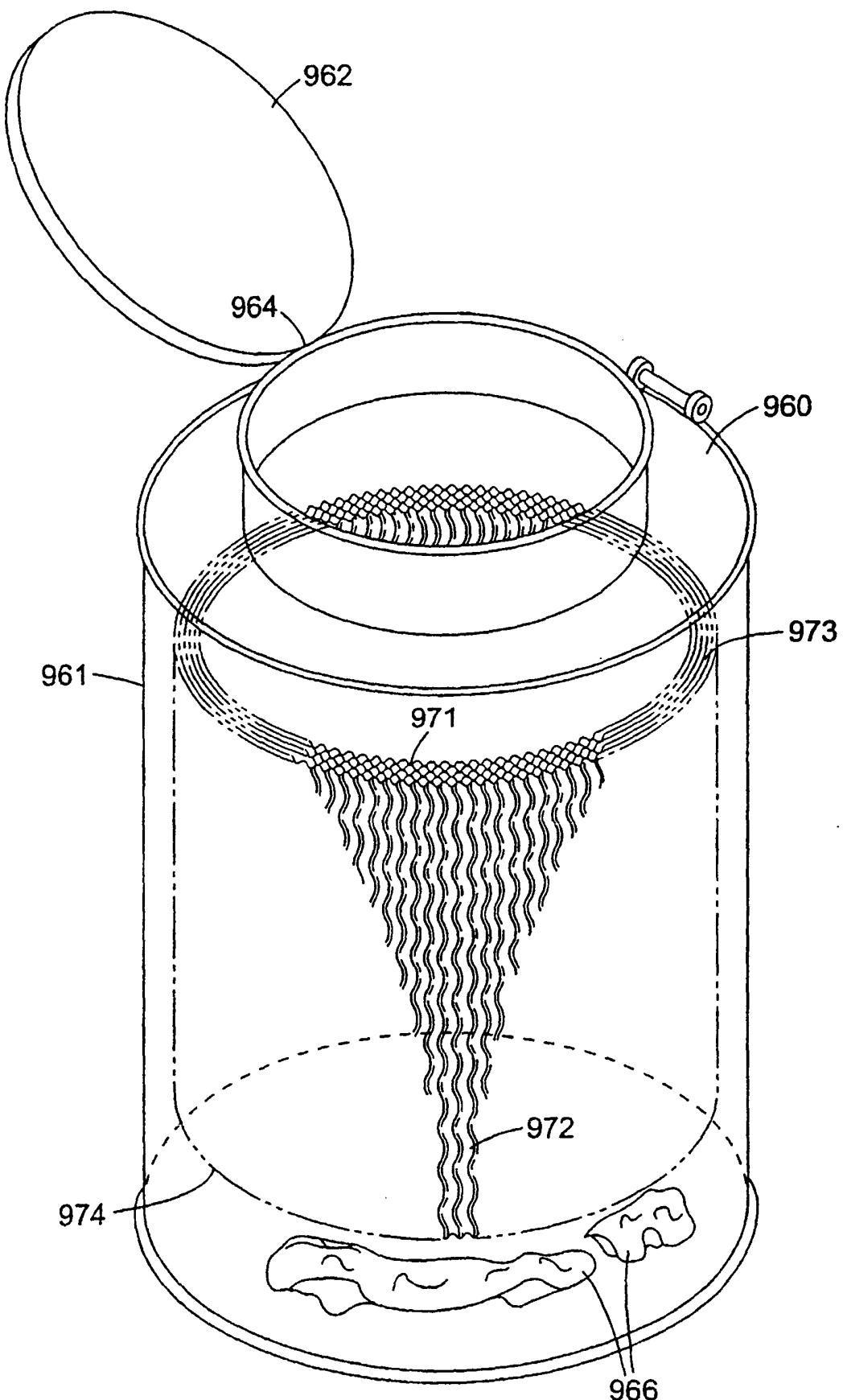


Fig. 16

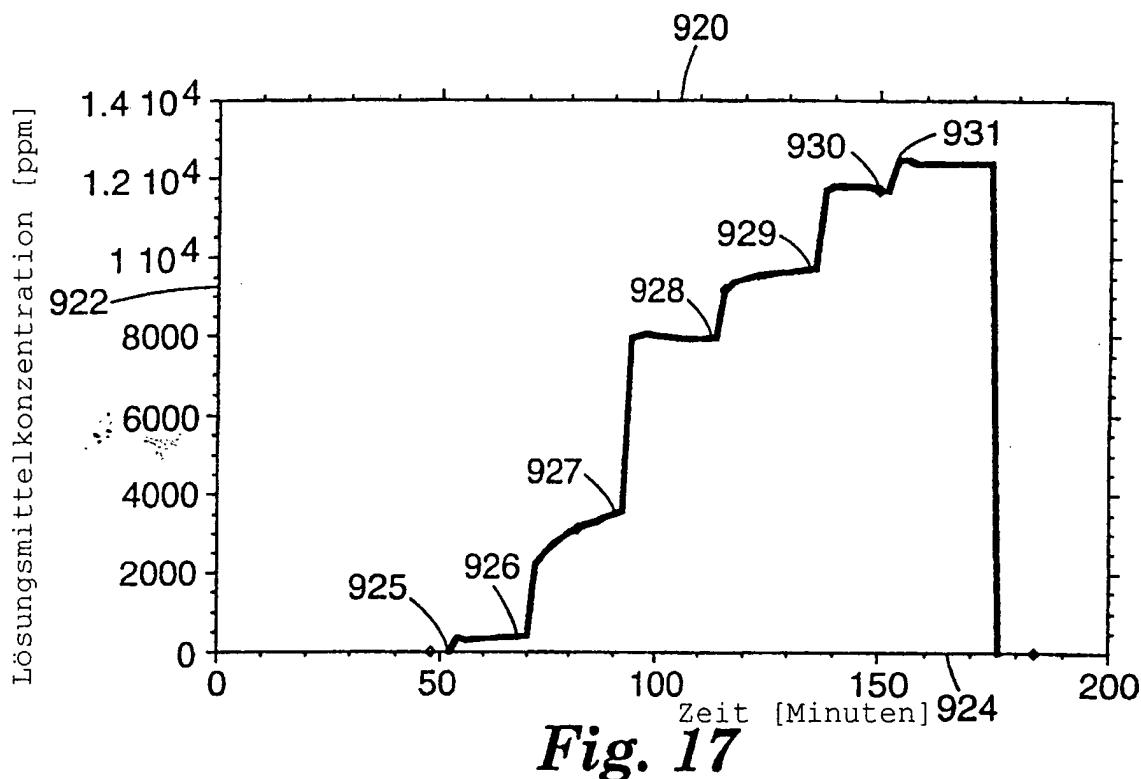


Fig. 17

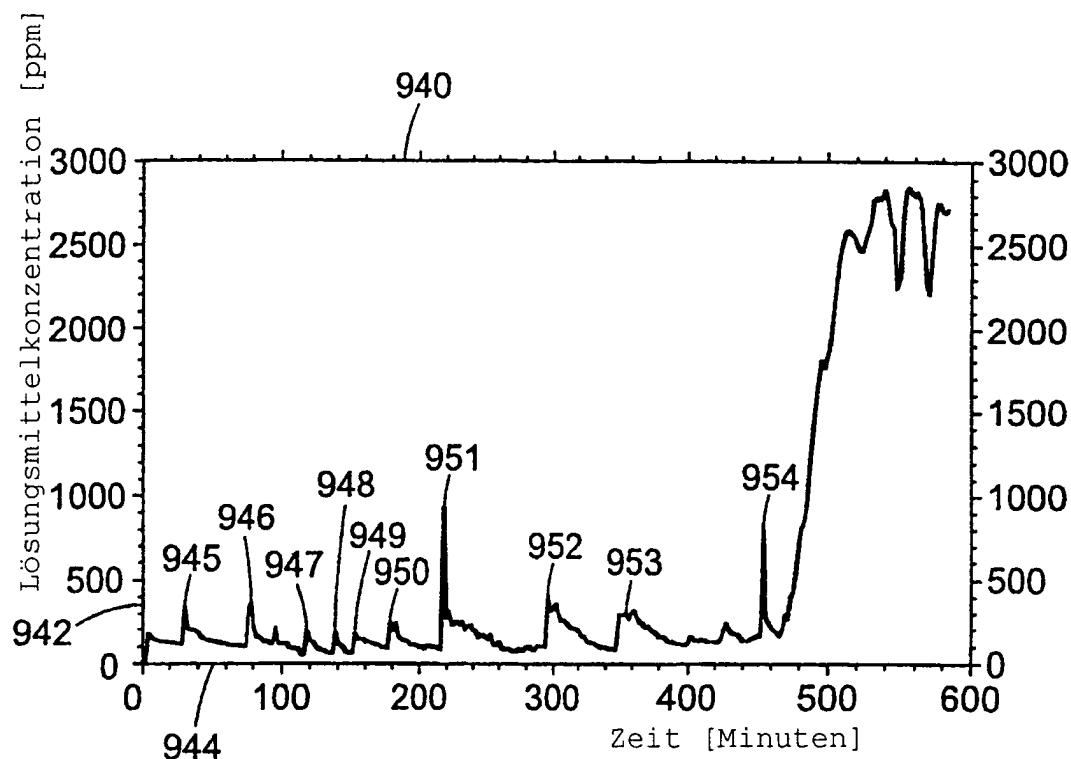


Fig. 18

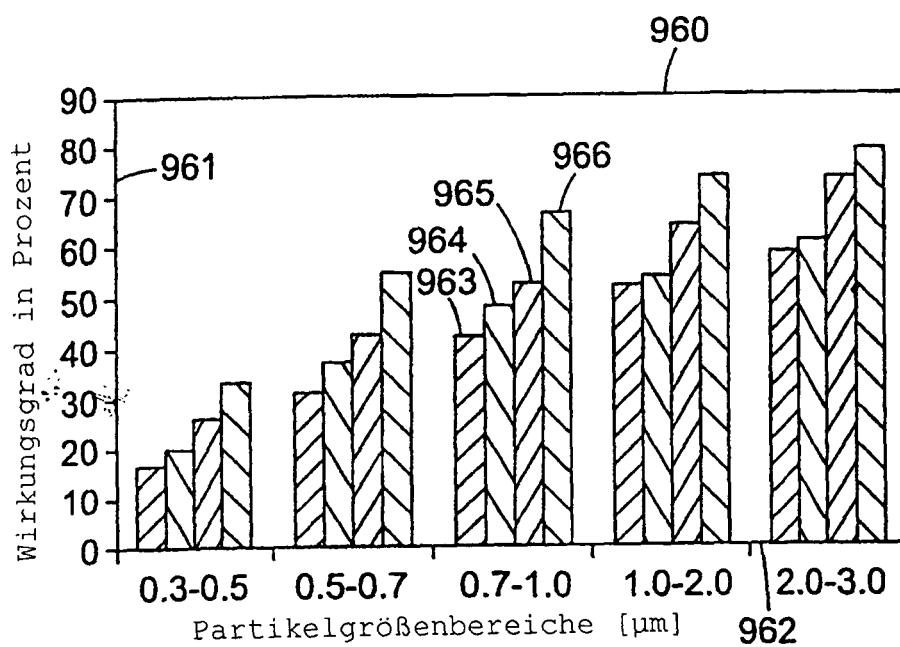


Fig. 19

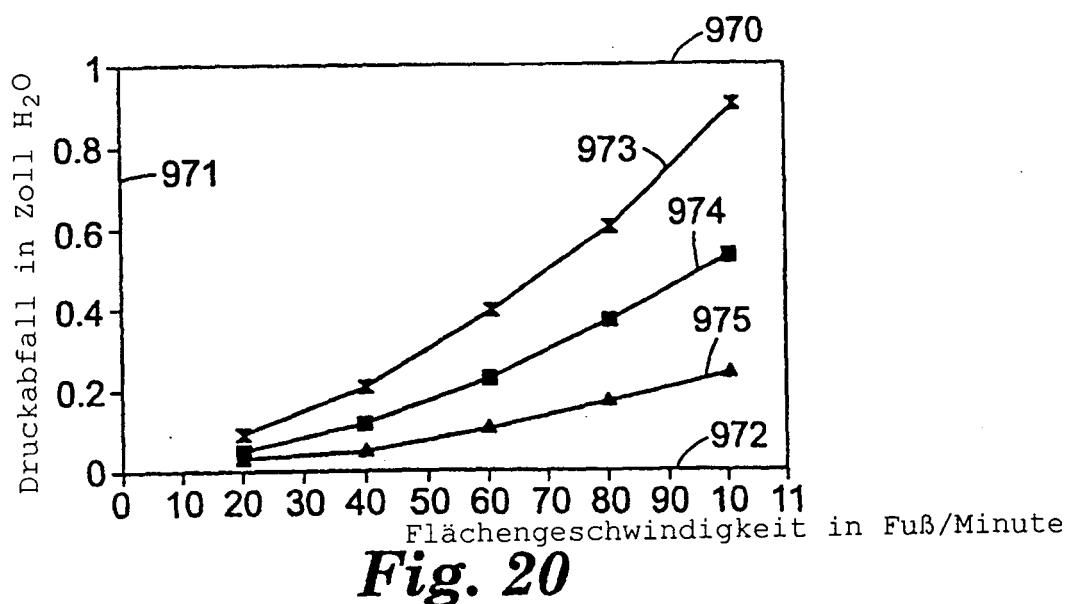


Fig. 20