



(10) **DE 600 38 468 T3** 2013.09.05

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 795 246 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 38 468.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **07 10 0014.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.06.2007**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.03.2008**

(97) Veröffentlichungstag

des geänderten Patents beim EPA: **17.04.2013**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.09.2013**

(51) Int Cl.: **B01D 27/08** (2006.01)

**B01D 46/52** (2006.01)

**B01D 25/24** (2006.01)

**Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert**

(30) Unionspriorität:

**258481**                      **26.02.1999**    **US**

**502346**                      **10.02.2000**    **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

**Donaldson Co., Inc., Minneapolis, Minn., US**

(72) Erfinder:

**Gieseke, Steven Scott, Richfield, MN 55423, US;  
Finnerty, Carolyn J., Bloomington, MN 55437, US**

(74) Vertreter:

**Eisenführ, Speiser & Partner, 28217, Bremen, DE**

(54) Bezeichnung: **Luftfilter**

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

### 1. Anwendungsgebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Luftfilter mit einer Filterelementanordnung.

### 2. Stand der Technik

**[0002]** Gasströme führen oft Feststoffpartikel mit sich. In vielen Fällen ist es wünschenswert, einige oder alle Feststoffpartikel aus dem Gasstrom zu entfernen.

**[0003]** Z. B. führen Ansaugluftströme von Fahrzeugmotoren oder Kraftwerkseinrichtungen, z. B. Gasströme zu Gasturbinen und Luftströme zu verschiedenen Verbrennungsöfen oft Feststoffpartikel mit sich. Falls die Feststoffpartikel den internen Arbeitsbereich der verschiedenen betroffenen Maschinen erreichen sollten, können sie diesen beträchtliche Schäden zufügen. Bei solchen Systemen wird es daher bevorzugt, die Feststoffpartikel stromaufwärts von dem Motor, der Turbine, dem Verbrennungsofen oder anderen betroffenen Maschinen aus dem Gasstrom zu entfernen. Zur Entfernung der Feststoffpartikel sind eine Vielzahl von Luftfilter- oder Gasfilter-Anordnungen entwickelt worden. Im allgemeinen wird jedoch kontinuierlich nach Verbesserungen gesucht.

### 3. Beschreibung der Erfindung

**[0004]** Diese Offenbarung beschreibt einen Luftfilter gemäß Anspruch 1.

**[0005]** Bevorzugte Luftfilter sind in den Unteransprüchen beschrieben.

### 4. Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0006]** [Fig. 1](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Filterpaketes;

**[0007]** [Fig. 2](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Teiles des in dem Filterpaket gemäß [Fig. 1](#) verwendeten Filtermediums;

**[0008]** [Fig. 3](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Möglichkeit zur Herstellung eines Filterpaketes zum Einsatz in der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#);

**[0009]** [Fig. 4](#) ist ein schematischer Grundriss einer Ausführungsform eines Dichtungssystems für das Filterpaket gemäß [Fig. 1](#);

**[0010]** [Fig. 5](#) ist ein schematischer fragmentarischer Querschnitt der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#), dichtend eingesetzt in einen Luftfilter für den Betrieb;

**[0011]** [Fig. 6](#) ist ein schematischer Querschnitt entlang der Linie 6-6 der [Fig. 4](#) des Rahmens des Dichtungssystems gemäß [Fig. 4](#);

**[0012]** [Fig. 7](#) ist ein vergrößerter fragmentarischer schematischer Querschnitt einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen kompressiblen Dichtungselementes des Dichtungssystems gemäß [Fig. 4](#);

**[0013]** [Fig. 8](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Luftfilters, in dem ein erfindungsgemäßes Filterpaket verwendet werden kann;

**[0014]** [Fig. 9](#) ist ein schematischer Querschnitt des Luftfilters gemäß [Fig. 8](#), in den ein Filterpaket gemäß [Fig. 1](#) eingesetzt ist;

**[0015]** [Fig. 10](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht einer ersten alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Filterpaketes;

**[0016]** [Fig. 11](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Teiles eines Filtermediums des Filterpaketes gemäß [Fig. 10](#);

**[0017]** [Fig. 12](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Teiles eines Rahmens eines Dichtungssystems des Filterpaketes gemäß [Fig. 10](#);

**[0018]** [Fig. 13](#) ist ein schematischer Querschnitt entlang der Linie 13-13 der [Fig. 10](#) einer Ausführungsform eines in dem Filterpaket gemäß [Fig. 10](#) einsetzbaren Dichtungssystems;

**[0019]** [Fig. 14](#) ist eine schematische Seitenansicht einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Luftfilters;

**[0020]** [Fig. 15](#) ist ein schematischer Querschnitt entlang der Linie 15-15 der [Fig. 10](#) eines Luftfilters gemäß [Fig. 14](#) mit einem darin eingesetzten Filterpaket gemäß [Fig. 10](#);

**[0021]** [Fig. 16](#) ist eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines Systems in dem erfindungsgemäße Luftfilter eingesetzt sind;

**[0022]** [Fig. 17](#) ist eine Stirnansicht einer alternativen Ausführungsform des Filterpaketes gemäß [Fig. 1](#); und

**[0023]** [Fig. 18](#) ist eine Stirnansicht einer weiteren Ausführungsform des Filterpaketes gemäß [Fig. 1](#).

## 5. Detaillierte Beschreibung

## A. Fig. 1–Fig. 7

**[0024]** **Fig. 1** zeigt eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines Filterpaketes **50**. Das bevorzugte Filterpaket **50** besitzt ein Filtermedium **55** und ein Dichtungssystem **60**. In bevorzugten Konstruktionen ist das Filtermedium **55** so ausgelegt, dass es Feststoffpartikel aus einem Fluid, wie etwa Luft, die das Filtermedium **55** passiert, entfernt, während das Dichtungssystem **60** so ausgelegt ist, dass es das Filterpaket **50** gemäß **Fig. 8** und **Fig. 9** gegen eine Seitenwand eines Gehäuses oder eines Kanals abdichtet. Mit dem Begriff „abdichten“ ist gemeint, dass das Dichtungssystem **60** unter normalen Bedingungen verhindert, dass unbeabsichtigte Mengen des Fluids einen Bereich zwischen dem Filterpaket **50** und der Seitenwand des Gehäuses oder des Kanals passiert; d. h. das Dichtungssystem **60** unterbindet Fluidströme, die an dem Filtermedium **55** des Filterpaketes **50** vorbeiströmen könnten.

**[0025]** In bestimmten bevorzugten Ausführungsformen ist das Filtermedium **55** für gerade Durchströmung konfiguriert. „Gerade Durchströmung“ bedeutet, dass das Filtermedium **55** in einer Konstruktion **100** konfiguriert ist, die eine erste Strömungsfläche **105** (in der dargestellten Ausführungsform einem Eintrittsende entsprechend) und eine gegenüberliegende zweite Strömungsfläche **110** (in der dargestellten Ausführungsform einem Austrittsende entsprechend) besitzt, wobei die Fluidströmung in einer Richtung **114** durch die erste Strömungsfläche **105** eintritt und in der gleichen Richtung **116** durch die zweite Strömungsfläche **110** austritt. Beim Einsatz in einem Gehäuse, mit fluchtender Strömungsrichtung tritt das Fluid im allgemeinen durch die Eintrittsöffnung des Gehäuses in einer Richtung ein, tritt in der gleichen Richtung in die Filterkonstruktion **100** durch die erste Strömungsfläche **105** ein, verlässt die Filterkonstruktion **100** in der gleichen Richtung durch die zweite Strömungsfläche **110**, und verlässt das Gehäuse durch den Gehäuseaustritt in der gleichen Richtung.

**[0026]** Obwohl die erste Strömungsfläche **105** oben als Eintrittsfläche und die zweite Strömungsfläche **110** als Austrittsfläche beschrieben worden ist, können die Eintritts- und die Austrittsflächen miteinander vertauscht werden. D. h., die erste Strömungsfläche **105** gemäß **Fig. 1** kann einem Austrittsende zugeordnet sein, während die zweite Strömungsfläche **110** gemäß **Fig. 1** einem Eintrittsende zugeordnet sein kann.

**[0027]** In **Fig. 1** sind die erste Strömungsfläche **105** und die zweite Strömungsfläche **110** als planar und parallel zueinander dargestellt. Bei anderen Ausführungsformen können die erste Strömungsfläche **105** und die zweite Strömungsfläche **110** nicht-planar

sein, z. B. kegelstumpfförmig. Ferner müssen die erste Strömungsfläche **105** und die zweite Strömungsfläche **110** nicht notwendigerweise parallel zueinander sein.

**[0028]** Im Allgemeinen ist die Filterkonstruktion **100** eine Wickelkonstruktion. D. h., die Filterkonstruktion **100** besteht üblicherweise aus einer Filtermediumschicht, die vollständig und wiederholt um ein Zentrum gewickelt ist. Üblicherweise ist die Wickelkonstruktion eine Spule bei der eine Filtermediumschicht mehrmals um ein Zentrum gewickelt ist. In Anordnungen, in denen eine gewickelte Spulenkonstruktion verwendet wird, ist die Filterkonstruktion **100** eine Rolle eines Filtermediums, üblicherweise eines durchlässigen Faltenfiltermediums.

**[0029]** **Fig. 2** ist eine schematische perspektivische Darstellung, die die Operationsprinzipien bestimmter in den hier dargestellten Filterkonstruktionen verwendbarer bevorzugter Filtermedien demonstriert. In **Fig. 2** ist eine Faltenkonstruktion **122** dargestellt. Vorzugsweise besitzt die Faltenkonstruktion **122** eine Riefenschicht **123** mit mehreren Rillen- oder Wellenkammern **124** und ein Deckblatt **132**. Die Ausführungsform gemäß **Fig. 2** zeigt zwei Teile des Deckblattes **132**: ein Blatt **132A** (oberhalb der Wellen- oder Riefenschicht **123**) und ein Blatt **132B** (unterhalb der Riefenschicht **123**). Üblicherweise besitzt die bevorzugte in hier dargestellten Ausführungsformen verwendete Mediumkonstruktion **125** eine Riefenschicht **123**, die mit dem unteren Deckblatt **132B** verbunden ist. Bei der Verwendung dieser Mediumkonstruktion **125** in einer Wickelkonstruktion, wird sie üblicherweise um sich selbst gewickelt, so dass das untere Deckblatt **132B** die Oberseite der Riefenschicht **123** abdeckt. Die Abdeckung der Riefenschicht **123** durch das Deckblatt **132** ist durch das Blatt **132A** dargestellt. Es ist zu beachten, dass das Deckblatt **132A** und das Deckblatt **132B** das gleiche Blatt **132** sind.

**[0030]** Bei Verwendung dieses Typs der Mediumkonstruktion **125** bilden die Faltenkammern **124** vorzugsweise alternierende Scheitel **126** und Mulden **128**. Die Mulden **128** und die Scheitel **126** teilen die Rillen in eine obere Reihe und eine untere Reihe. Gemäß **Fig. 2** sind die oberen Rillen der Wellen- oder Rillenkammern **136** an ihrem stromabwärts gelegenen Ende geschlossen, während die Wellen- oder Rillenkammern **134**, die an ihrem stromaufwärts gelegenen Enden geschlossen sind, die untere Reihe von Rillen bilden. Die Rillenkammern **134** sind durch einen ersten Endwulst **138** verschlossen, der einen Teil des stromaufwärtigen Endes der Rillen zwischen dem gewellten Blatt **130** und dem Deckblatt **132B** füllt. In gleicher Weise verschließt ein zweiter Endwulst **140** die stromabwärts gelegenen Enden alternierender Rillen **136**. In einigen bevorzugten Systemen sind sowohl das erste Endwulst **138** als auch der zweite Endwulst **140** entlang aller Teile der Me-

diumkonstruktion **125** gerade gestreckt, und weichen niemals von der Geraden ab. In einigen bevorzugten Systemen ist der erste Endwulst **138** gerade und weicht niemals von einer Position an oder nahe der Enden der Mediumkonstruktion **125** ab; während der zweite Endwulst **140** gerade ist und niemals von einer Position an oder in der Nähe der Enden der Mediumkonstruktion **125** abweicht. Die Rillen **124** und die Endwulste **138**, **140** bilden die Mediumkonstruktion **125**, die zu der Filterkonstruktion **100** geformt werden kann und die ohne ein Gehäuse strukturell selbsttragend ist.

**[0031]** Bei der Verwendung eines Mediums in der Form der Mediumkonstruktion **125** tritt während des Betriebes ein ungefiltertes Fluid, z. B. Luft, dargestellt durch einen schattierten Pfeil **144** in die Rillenkammern **136** ein. Die Rillenkammern **136** sind an ihren Strom aufwärts gelegenen Enden **146** offen. Der ungefilterte Fluidstrom kann nicht durch die Strom abwärts gelegenen Enden **148** der Rillenkammern **136** strömen, da die Strom abwärts gelegenen Enden **148** durch den zweiten Endwulst **140** verschlossen sind. Dadurch ist der Fluidstrom gezwungen durch das gewellte Blatt **130** oder durch das Deckblatt **132** zu strömen. Beim Durchströmen des gewellten Blattes **130** oder des Deckblattes **132** wird der Fluidstrom gereinigt bzw. gefiltert. Der gereinigte Fluidstrom ist durch die nicht schattierten Pfeile **150** dargestellt. Das Fluid passiert dann die Rillenkammern **134** (deren stromaufwärts gelegene Enden **151** verschlossen sind) um gemäß (Fig. 1) durch die stromabwärts gelegenen offenen Enden **152** der Faltenkonstruktion **122** zu strömen. In der dargestellten Konfiguration kann das ungefilterte Fluid durch das gewellte Blatt **130**, das obere Deckblatt **132A** oder das untere Deckblatt **132B** in eine Faltenkammer **134** strömen.

**[0032]** Üblicherweise wird die Mediumkonstruktion **125** vorbereitet und dann gewickelt, um eine gewickelte Filtermediumkonstruktion **100** zu bilden. Wenn diese Art Medium gewählt wird, beinhaltet die Mediumkonstruktion **125** die Riefenschicht **123**, die durch den Endwulst **138** mit dem unteren Deckblatt **132B** verbunden ist (wie in Fig. 2 dargestellt, aber ohne das obere Deckblatt **132A**). Bei diesen Ausführungsformen besitzt die Mediumkonstruktion **125** an einem Ende eine führende Kante und an dem gegenüber liegenden Ende eine nachlaufende Kante, wobei sich eine obere seitliche Kante und eine untere seitliche Kante zwischen der führenden Kante und der nachlaufenden Kante erstrecken. Mit dem Begriff „führende Kante“ ist die Kante gemeint, die zunächst gewendet oder gerollt wird, so dass die führende Kante an oder benachbart zu dem Zentrum der Wickelkonstruktion liegt. Die „nachlaufende Kante“ ist die Kante, die nach Beendigung des Wende- oder Wickelprozesses an der Außenseite der gewickelten Konstruktion liegt.

**[0033]** Die führende Kante und die nachlaufende Kante sollten zwischen dem gewellten Blatt **123** und dem unteren Deckblatt **132B** bei diesen Arten der Filtermedium-Konstruktion **125** abgedichtet sein, bevor das Filterblatt zu einer Spule gewickelt wird. Obwohl es zahlreiche Möglichkeiten gibt, wird in bestimmten Verfahren die Dichtung an der führenden Kante wie folgt geformt: (a) das gewellte Blatt **123** und das untere Deckblatt **132B** werden entlang einer Linie oder eines Weges geschnitten oder getrennt, der sich von der oberen Seitenkante zur unteren Seitenkante (oder von der unteren Seitenkante zur oberen Seitenkante) erstreckt; und (b) entlang der Linie oder des Weges des Schnittes wird Dichtungsmaterial zwischen dem unteren Deckblatt **132B** und der Riefenschicht **123** aufgetragen. Die Dichtung an der nachlaufenden Kante kann analog zur Dichtung an der führenden Kante hergestellt werden. Obwohl zahlreiche unterschiedliche Dichtungsmittel Arten zur Herstellung der Dichtungen verwendet werden können, ist ein verwendbares Dichtungsmittel ein nicht geschäumtes Dichtungsmittel der Firma H. B. Fuller, St. Paul, Minnesota, identifiziert unter der Handelsbezeichnung HL0842.

**[0034]** Bei der Verwendung der Mediumkonstruktion **125** kann es für den Systemkonstrukteur wünschenswert sein, die Konstruktion **125** in eine gerollte Filtermediumkonstruktion **100** gemäß Fig. 1 zu wickeln. Die verschiedensten Arten können benutzt werden, um Medium zu wickeln oder zu rollen. Die Aufmerksamkeit sei auf Fig. 3 gelenkt. Bei der besonderen Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist die Mediumkonstruktion **125** um eine zentrale Spindel **154** oder ein anderes Element aufgewickelt, um ein Montageelement zum Wickeln zur Verfügung zu stellen. Die zentrale Spindel **154** kann entfernt werden oder kann als Zapfen belassen werden, um als zentraler Kern der zylindrischen Filterkonstruktion **100** (Fig. 1) zu dienen. Es ist offensichtlich, dass unrunde zentrale Wicklungselemente benutzt werden können, um andere Filtermediaformen wie z. B., langgestreckte, ovale, rechteckige oder „rennbahnförmige“ („race track“) Profile herzustellen.

**[0035]** Die Mediumkonstruktion **125** kann auch ohne Spindel oder zentralen Kern gewickelt werden. Ein Verfahren zur Bildung einer kernlosen Wickelkonstruktion besteht aus folgenden Schritten:

- (a) die Mulden **128** einiger der ersten Riefen der Riefenschicht **123** von der führenden Kante her werden von der oberen seitlichen Kante zur unteren seitlichen Kante (oder von der unteren seitlichen Kante zu der oberen seitlichen Kante) eingekehrt, um das Rollen der Konstruktion **125** zu unterstützen; z. B. können von der führenden Kante aus die ersten vier Riefen eine Kerblinie entlang der Mulden **128** erhalten;
- (b) die Endwulst **140** des Dichtungsmittels wird entlang der Seitenkante der Riefenschicht **123**,

die der Seitenkante mit der Endwulst **138** gegenüberliegt, angebracht;

(c) die führende Kante wird zu Beginn gegen sich selbst umgefaltet oder gerollt und dann zusammengequetscht, um mit der dichtenden Endwulst **140** abgedichtet zu werden; und

(d) dann wird die restliche Riefenschicht **123**, an deren Unterseite das Deckblatt **132B** befestigt ist, um die zusammengequetschte führende Kante gewickelt oder gerollt.

**[0036]** Bei anderen Verfahren können kernlose Konstruktionen aus der Mediumkonstruktion **125** durch automatisierte Prozesse hergestellt werden, wie in den US Patenten No. 5,543,007 und 5,435,870 beschrieben; beide US Patente werden in diese Erfindung eingeschlossen. Bei weiteren anderen Verfahren kann die Medium Konstruktion von Hand gerollt werden.

**[0037]** Bei der Verwendung gerollter Konstruktionen, wie der Filterkonstruktion **100**, wird der Systemkonstrukteur wünschen, sicherzustellen, dass der äußere Umfang der Konstruktion **100** verschlossen oder fixiert ist, um zu verhindern, dass sich die Filterkonstruktion **100** abwickelt. Es gibt verschiedene Arten dies zu erreichen. Bei einigen Anwendungen wird der äußere Umfang mit einer Außenschicht umhüllt. Die Außenschicht kann ein nicht-poröses klebendes Material sein, wie z. B., Kunststoff mit einem Kleber auf einer Seite. Wenn diese Art der Außenschicht benutzt wird, verhindert die Außenschicht, dass sich die Filterkonstruktion **100** abwickelt; ferner verhindert sie, dass Fluid durch die äußere Peripherie der Filterkonstruktion **100** strömt und hält dadurch die Durchgangsströmung durch die Filterkonstruktion **100** aufrecht.

**[0038]** Bei einigen Ausführungsformen wird die Filterkonstruktion **100** dadurch in ihrer gewickelten Konstruktion gehalten, dass die nachlaufende Kante der Mediumkonstruktion **125** mit einem Kleber oder einem Dichtungsmittel entlang einer Linie **160** (**Fig. 1**) an der Außenfläche der Filterkonstruktion **100** befestigt wird. Es kann z. B. ein warmschmelzender Kleber entlang der Linie **160** aufgebracht werden.

**[0039]** Die Aufmerksamkeit sei wieder auf **Fig. 1** gelenkt. In **Fig. 1** ist die zweite Strömungsfläche **110** schematisch dargestellt. **Fig. 1** zeigt einen Teil **112**, in dem die Falten einschließlich der offenen Enden **152** und der geschlossenen Enden **148** dargestellt sind. Es ist zu beachten, dass der Teil **112** repräsentativ für die gesamte Strömungsfläche **110** ist. Aus Gründen der Klarheit und der Vereinfachung sind die Falten in den restlichen Teilen der Strömungsfläche **110** nicht dargestellt. Draufsichten und Bodenansichten und auch Seitenansichten eines Filterpaketes **50**, das üblicherweise in den hier beschriebenen Systemen und Vorrichtungen eingesetzt wird, sind in der

gemeinsam anhängigen und gemeinsam zugeordneten US-Patentanmeldung Serien Nr. 29/101,193 eingereicht am 26. Februar 1999 mit dem Titel „Filter Element Having Sealing System“ dargestellt, die hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen wird.

**[0040]** **Fig. 9** zeigt die Filterkonstruktion **100** in einem Gehäuse **305** eingebaut (das Teil eines Luft-einlasskanals in einen Motor oder einen Turbo sein kann). In der dargestellten Anordnung strömt Luft bei **306** in das Gehäuse **305** ein, durch die Filterkonstruktion **100** und bei **307** aus dem Gehäuse **305** aus. Wenn Mediumkonstruktionen der dargestellten Art wie die Filterkonstruktion **100** in einem Kanal oder einem Gehäuse **305** verwendet werden, ist ein Dichtungssystem **60** erforderlich, um sicher zustellen, dass die Luft durch die Mediumkonstruktion **100** strömt und nicht an ihr vorbei.

**[0041]** **Fig. 5** zeigt eine vergrößerte fragmentarische Ansicht der in das Gehäuse **305** eingebauten Filterkonstruktion **100**; das dargestellte spezielle Dichtungssystem **60** besitzt einen Rahmen bzw. eine Rahmenkonstruktion **170** und ein Dichtungselement **250**. Wenn diese Art des Dichtungssystems **60** verwendet wird, besitzt die Rahmenkonstruktion **170** eine Stützstruktur gegen die das Dichtungselement **250** gepresst werden kann, um mit dem Kanal oder dem Gehäuse **305** eine Radialdichtung **172** zu bilden.

**[0042]** Weiter Bezug nehmend auf **Fig. 5** besitzt in der dargestellten speziellen Ausführungsform der Rahmen **170** eine steife Verlängerung oder Erhebung **174**, die sich von mindestens einem Teil einer der ersten und zweiten Strömungsflächen **105**, **110** der Filterkonstruktion **100** erhebt oder erstreckt. In der in **Fig. 5** dargestellten speziellen Ausführungsform erstreckt sich die steife Erhebung **174** axial von der zweiten Strömungsfläche **110** der Filterkonstruktion **100**. In der in **Fig. 5** dargestellten speziellen Ausführungsform ragt die Erhebung **174** infolge der planaren Form der zweiten Strömungsfläche **110** über die gesamte zweite Strömungsfläche **110** in axialer Richtung. In Anordnungen, in denen die Strömungsfläche nicht-planar ist, z. B. kegelstumpfförmig, kann die Erhebung **174** so ausgebildet sein, dass sie nur über einem Teil der Strömungsfläche aufragt. Z. B. könnte es in einer kegelstumpfförmigen Filterkonstruktion einen zentralen Teil am oder in der Nähe des Kernes geben, der sich über die Erhebung **174** erstreckt.

**[0043]** **Fig. 6** zeigt einen Querschnitt des speziellen Rahmens **170** gemäß **Fig. 5**. Die in **Fig. 6** dargestellte Erhebung **174** besitzt ein Paar einander gegenüberliegender Seiten **176**, **178**, die durch eine Stirnkante **180** miteinander verbunden sind. In bevorzugten Ausführungsformen dient eine der ersten oder zweiten Seiten **176**, **178**, derart zur Stützung des Dichtungselementes **250**, dass zwischen der ausgewählten Seite **176** oder **178** und der zugeordneten Ober-

fläche des Gehäuses oder des Kanals eine Dichtung **172** gebildet werden kann. Wenn diese Art der Konstruktion verwendet wird, ist die Erhebung **174** ein kontinuierliches Element, das eine geschlossene Schleifenstruktur **182** (**Fig. 4**) bildet. Das Dichtungselement **250** kann entweder mit der inneren Seite **184** der Schleifenstruktur **182** oder der äußeren Seite **186** der Schleifenstruktur **182** in Eingriff stehen oder an ihr anliegen. Wenn das Dichtungselement **250** mit der inneren Seite **184** der Schleifenstruktur in Eingriff steht, kann das Dichtungselement **250** zwischen der Erhebung **174** und einem in die Schleifenstruktur eingesetzten rohrförmigen Element zusammengedrückt werden, so dass die Erhebung **174** und das Dichtungselement **250** das rohrförmige Element umschließen. Dadurch wird eine radiale Dichtung zwischen dem äußeren Teil des rohrförmigen Elementes und der inneren Seite **176** der Erhebung **174** (und damit der Schleifenstruktur **182**) gebildet.

**[0044]** Das Dichtungselement **250** kann auch an dem äußeren Teil **186** der Schleifenstruktur **182** anliegen. Wenn diese Konstruktionsart verwendet wird, kann ein Gehäuse oder ein Kanal die Erhebung **174** und die Schleifenstruktur **182** einschließlich des Dichtungselementes **250** umschließen, um eine Dichtung zwischen der äußeren Seite **178** der Erhebung **174** und einer inneren Fläche des Gehäuses oder des Kanals zu bilden.

**[0045]** Bei speziellen bevorzugten Ausführungsformen liegt das Dichtungselement **250** sowohl an der inneren Seite **184** als auch an der äußere Seite **186** der Schleifenstruktur **182** an. Bei der speziellen Ausführungsform gemäß **Fig. 5** kommt das Dichtungselement **250** mit der Stirnkante **180** der Erhebung **174** derart in Eingriff, dass das Dichtungselement **250** die Erhebung **174** von der äußeren Seite **186** über die Stirnkante **180** bis zur inneren Seite **184** überdeckt.

**[0046]** Die Aufmerksamkeit sei auf **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 6** gerichtet. **Fig. 4** ist ein schematischer Grundriss des Dichtungssystems **60** gemäß **Fig. 1**; **Fig. 5** ist ein fragmentarischer schematischer Querschnitt des Filterpaketes **50** gemäß **Fig. 1**, das in einem Gehäuse **305** installiert ist; und **Fig. 6** ist ein schematischer Querschnitt des Rahmens **170** des Dichtungssystems **60** gemäß **Fig. 4**.

**[0047]** Wenn eine Rahmenkonstruktion **170** der hier beschriebenen Art verwendet wird, besitzt die Rahmenkonstruktion **170** einen Rahmen **205**. Der Rahmen **205** kann verschiedene Formen haben. Bei der speziellen Ausführungsform gemäß **Fig. 4** hat der Rahmen **205** eine allgemeine Kreisform. Der Rahmen **205** gemäß **Fig. 4** ist zur Befestigung an der zweiten Strömungsfläche **110** der Filterkonstruktion **100** konfiguriert.

**[0048]** In der in **Fig. 6** dargestellten speziellen Ausführungsform besitzt der Rahmen **205** eine anhängende Lippe **251**, die mit einem inneren Durchmesser weitgehend kreisförmig ist. Vorzugsweise ist der innere Durchmesser ungefähr gleich dem äusseren Durchmesser der Filterkonstruktion **100**. Die anhängende Lippe **251** erstreckt sich um einen ersten Abstand abwärts von der Unterseite **252** von Kreuzstreben **210**. Die anhängende Lippe **251** ist so angeordnet und so konfiguriert, dass sie sich radial um die zweite Strömungsfläche **110** der Filterkonstruktion **100** erstreckt. In der in **Fig. 5** dargestellten speziellen Ausführungsform erstreckt sich die anhängende Lippe **251** radial um die zweite Strömungsfläche **110** des Filtermediums **100**, so dass sich die anhängende Lippe **251** um den ersten Abstand von der zweiten Strömungsfläche **110** der Filterkonstruktion **100** einwärts erstreckt, um einen Überlappungsbereich **255** zu bilden.

**[0049]** Der Rahmen **205** ist vorzugsweise an der Filterkonstruktion **100** befestigt. Es gibt viele Möglichkeiten den Rahmen **205** an der Filterkonstruktion **100** zu befestigen. Eine speziell bevorzugte Art den Rahmen **205** an der Filterkonstruktion **100** zu befestigen ist die Verwendung eines Klebers. Bei der in **Fig. 5** bevorzugten Ausführungsform ist der Kleber in dem Überlappungsbereich **255** zwischen der anhängenden Lippe **251** und der Konstruktion **100** angebracht.

**[0050]** Vorzugsweise verbindet der Kleber den Rahmen **205** permanent mit der Filterkonstruktion **100** während er gleichzeitig Fluidleckagen durch den Überlappungsbereich **255** zwischen der Filterkonstruktion **100** und dem Rahmen **205** verhindert. Bei alternativen Ausführungsformen kann der Rahmen **205** temporär an der Filterkonstruktion **100** befestigt sein. Mit dem Begriff „temporär“ ist gemeint, dass der Rahmen **205** von der Filterkonstruktion **100** gelöst werden kann, ohne das Dichtungssystem **60** oder die Filterkonstruktion **100** zu beschädigen.

**[0051]** Während des Betriebes werden, bei der hier beschriebenen Art des Rahmens **205**, um den Umfang des Rahmens **205** nach innen gerichtete Kräfte ausgeübt. Der Rahmen **205** wird von Kreuzstreben **210** gestützt. Mit dem Begriff „gestützt“ ist gemeint, dass die Kreuzstreben **210** verhindern, dass der Rahmen **205** unter den Kräften, die auf den Umfang des Rahmens **205** ausgeübt werden, radial kollabiert.

**[0052]** Die in **Fig. 6** dargestellte Erhebung **174** des Rahmens **170** besitzt ein Oberteil oder ringförmigen Dichtungsträger **263**. Gemäß **Fig. 6** ist das Oberteil **263** weitgehend kreisförmig; es ist zum Einsatz in ein Gehäuse oder einen Kanal angeordnet und konfiguriert. Wenn das Oberteil **263** kreisförmig ist, definiert es einen inneren Durchmesser. Zwischen dem Oberteil **263** und der anhängenden Lippe **251** besitzt der Rahmen **205** eine Schulter **253**. Die Schulter **253** bil-

det einen Übergangsbereich zwischen dem größeren inneren Durchmesser der anhängenden Lippe **251** und dem kleineren inneren Durchmesser des Oberteils **263**.

**[0053]** Wenn gemäß der in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) dargestellten Anordnung konstruiert, stützt das Oberteil **263** als Träger für das zusammendrückbare Dichtungselement **250**. Das zusammendrückbare Dichtungselement **250** ist vorzugsweise so konstruiert und angeordnet, dass es ausreichend kompressibel ist, um zwischen dem Oberteil **263** des Rahmens **205** und einer Seitenwand **260** eines Gehäuses oder eines Kanals zusammen gepresst zu werden. Wenn das Dichtungselement **250** zwischen dem Oberteil **263** und der Seitenwand **260** ausreichend zusammen gepresst ist, besteht eine radiale Dichtung **172** zwischen dem Filterpaket **50** und der Seitenwand **260**.

**[0054]** Es gibt verschiedene Arten, um das Dichtungselement **250** auf dem Oberteil **263** zu befestigen. Eine besonders einfache und bevorzugte Art ist das Dichtungselement **250** so zu formen, dass es sowohl die äußere radiale Seite **270** des Oberteils **263** als auch die innere radiale Seite **271** des Oberteils **263** einschl. der Stirnkante **180** ([Fig. 7](#)) überdeckt und überlappt. Eine spezielle Ausführungsform dieser Konfiguration ist in [Fig. 7](#) dargestellt. Das in [Fig. 7](#) dargestellte Dichtungselement **250** überlappt das Oberteil **263** vollständig.

**[0055]** Das Oberteil **263** des Rahmens **205** bildet eine Wand oder Tragkonstruktion an der durch das kompressible Dichtungselement **250** eine radiale Dichtung **172** gebildet werden kann. Die Zusammendrückung des kompressiblen Dichtungselementes **250** an dem Dichtungssystem **60** reicht vorzugsweise aus, um eine radiale Dichtung unter einem Einspeisedruck von nicht größer als 36 kg (80 lbs), üblicherweise nicht größer als 22,7 kg (50 lbs) z. B. ungefähr 9 bis 18 kg (20–40 lbs) zu bilden und ist gering genug, um einen bequemen und leichten manuellen Austausch zu gestatten. Vorzugsweise beträgt der Kompressionswert des kompressiblen Dichtungselementes **250** mindestens 15%, vorzugsweise nicht mehr als 40% und üblicherweise zwischen 20% und 33%. Mit „Kompressionswert“ ist die physikalische Verschiebung eines äußersten Teiles des Dichtungselementes **250** radial in Richtung auf das Oberteil **263** als Prozent des äußersten Teiles des Dichtungselementes **250** in einem ruhenden ungestörten Zustand gemeint, d. h., wenn es nicht in einem Kanal installiert ist, oder nicht anderen Kräften ausgesetzt ist.

**[0056]** Die Aufmerksamkeit sei auf [Fig. 7](#) gerichtet. [Fig. 7](#) zeigt eine vergrößerte schematische fragmentarische Ansicht eines speziellen bevorzugten Dichtungselementes **250** im unkomprimierten Zustand. Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform

besitzt das Dichtungselement **250** im Querschnitt eine stufenförmige Konfiguration, deren äußere Dimensionen (Durchmesser, bei kreisförmigem Grundriss) von einem ersten Ende **264** zu einem zweiten Ende **265** hin abnehmen, um die gewünschte Dichtung zu erzielen. Bevorzugte Spezifikationen für das Profil der in [Fig. 7](#) dargestellten speziellen Ausführungsform sind folgende: Polyurethan Schaumstoff mit mehreren (vorzugsweise mindestens drei) progressiv größeren Stufen, die so konfiguriert sind, dass sie mit der Seitenwand **260** ([Fig. 5](#)) eine Grenzschicht und eine Fluiddichte Dichtung bilden.

**[0057]** Das kompressible Dichtungselement **250** besitzt Oberflächen mit graduell zunehmenden inneren Durchmessern, um mit der Seitenwand **260** eine Grenzschicht zu bilden. Im Detail, bei dem in [Fig. 7](#) dargestellten Beispiel besitzt das kompressible Dichtungselement **250** drei Stufen **266**, **267** und **268**. Die Querschnittsdimensionen bzw. die Breite der Stufen **266**, **267** und **268** vergrößern sich je weiter die Stufe **266**, **267** und **268** von dem zweiten Ende **265** des kompressiblen Dichtungselementes **250** entfernt angeordnet ist. Der kleinere Durchmesser an dem zweiten Ende **265** gestattet die leichte Einführung in einen Kanal oder ein Gehäuse. Der größere Durchmesser an dem ersten Ende **264** gewährleistet eine druckdichte Dichtung.

**[0058]** Im Allgemeinen muss für eine gut funktionierende radiale Dichtungsstruktur das kompressible Dichtungselement **250** zusammengedrückt werden, wenn das Element in ein Gehäuse **305** oder einen Kanal eingeführt wird. In vielen bevorzugten Konstruktionen wird das Dichtungselement **250** in seinem dicksten Teil um ungefähr 15%–40% (oft ungefähr 20%–33%) seiner Dicke zusammengepresst, um eine stramme robuste Dichtung zu liefern, die auch eine manuelle Installation des Dichtungselementes **250** gestattet, mit Kräften in der Größenordnung von 36 kg (80 lbs) oder weniger, vorzugsweise, 22,7 kg (50 lbs) oder weniger und im allgemeinen 9–18 kg (20–40 lbs).

**[0059]** Im Allgemeinen kann das Filterpaket **50** so angeordnet und konfiguriert werden, dass es in einer Presspassung an der Seitenwand **260** des Gehäuses **305** oder des Kanals anliegt. In der in [Fig. 5](#) dargestellten spezifischen Ausführungsform ist das kompressible Dichtungselement **250** zwischen der Seitenwand **260** und dem Oberteil **263** des Rahmens **205** zusammengepresst. Nach der Kompression übt das kompressible Dichtungselement **250** eine Kraft gegen die Seitenwand **260** aus, da es versucht sich in seinen ursprünglichen Zustand auszudehnen, wodurch eine radiale Dichtung **172** zwischen und gegen das Oberteil **263** und der Seitenwand **260** gebildet wird.

## B. Fig. 8 und Fig. 9

**[0060]** Die Aufmerksamkeit sei auf [Fig. 8](#) gelenkt. [Fig. 8](#) zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Luftfilters **300**. Bei speziellen Systemen ist das Filterpaket **50** so konstruiert, dass es in ein Gehäuse **305** eines Luftfilters **300** einsetzbar ist. Das Gehäuse **305** ist üblicherweise Teil eines Kanalnetzes in Verbindung mit dem Lufteinlasssystem eines Motors. Die hier verwendeten Begriffe „Kanalnetz“ oder „Kanal“ schließen Strukturen wie z. B. Rohrleitungen, Rohre, Schläuche oder Luftfiltergehäuse ein.

**[0061]** Mit dem Filterpaket **50** ist eine Vielfalt von Gehäusen verwendbar. Bei der in [Fig. 8](#) dargestellten speziellen Ausführungsform besitzt das Gehäuse **305** einen Körper oder ein erstes Gehäuseeteil **310** und einen lösbaren Deckel oder zweites Gehäuseeteil **315**. Bei einigen Ausführungsformen ist das erste Gehäuseeteil **310** an einem Objekt, z. B. einem Lastkraftwagen, befestigt. Das zweite Gehäuseeteil **315** ist mittels einer Verriegelung **320** lösbar an dem ersten Gehäuseeteil **310** befestigt. Vorzugsweise besitzt die Verriegelung **320** mehrere Riegel **325**.

**[0062]** Obwohl das Gehäuse die verschiedensten Querschnittskonfigurationen haben kann, haben bei der dargestellten speziellen Ausführungsform das erste und das zweite Gehäuseeteil **310**, **315** kreisförmigen Querschnitt. Bei der dargestellten Ausführungsform besitzt das erste Gehäuseeteil **310** einen Austrittsbereich **330**. Die Konstruktion des Austrittsbereiches **330** gestattet es dem Fluid während des Betriebes aus dem Luftfilter **300** auszutreten. In gleicher Weise besitzt das zweite Gehäuseeteil **315** einen Eintrittsbereich **335**. Die Konstruktion des Eintrittsbereiches **335** gestattet es dem Fluid während des Betriebes in den Luftfilter **300** einzutreten. Bei bevorzugten Konstruktionen ist das Gehäuse **305** ein Gehäuse mit fluchtender Strömungsrichtung (englisch: in-line housing). Dabei fluchten der Austrittsbereich **330** und der Eintrittsbereich **335** koaxial miteinander, wodurch der Luftstrom in der gleichen Richtung durch den Eintrittsbereich **335** und den Austrittsbereich **330** strömen kann. Dies ist aus [Fig. 9](#) ersichtlich.

**[0063]** Das Filterpaket **50** ist vorzugsweise so konstruiert und arrangiert, dass es mit der Seitenwand **260** des Gehäuses **305** eine Presspassung bilden kann. In der in [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsform ist das zweite Ende **110** des Filterpaketes mit dem daran befestigten Rahmen **205** und dem kompressiblen Dichtungselement **250** in das erste Gehäuseeteil **310** eingesetzt. Das Filterpaket **50** ist in einer Presspassung derart in das erste Gehäuseeteil **310** eingesetzt, dass das kompressible Dichtungselement **250** zwischen dem Oberteil **263** des Rahmens **205** und der Seitenwand **260** des ersten Gehäuseteiles **310** zusammengepresst wird, um zwischen diesen eine radiale Dichtung **172** zu bilden.

**[0064]** Während des Betriebes der in [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsform tritt das Fluid in der Richtung **306** in den Eintrittsbereich **335** des zweiten Gehäuseteiles **315** des Gehäuses **300** ein. Das Fluid durchströmt die Filterkonstruktion **100**. Während das Fluid die Filterkonstruktion **100** durchströmt, werden Verunreinigungen aus dem Fluid entfernt. Das Fluid verlässt das Gehäuse **300** im Austrittsbereich **330** in der Richtung **307**. Das komprimierbare Dichtungselement **250** des Dichtungssystems **60** bildet eine radiale Dichtung **172**, um zu verhindern, dass verunreinigtes Fluid aus dem Gehäuse **300** austritt ohne die Filterkonstruktion **100** durchfließen zu haben.

## C. Fig. 17 und Fig. 18

**[0065]** Es sollte erkannt werden, dass das Filterpaket **50** zusätzliche Separatoren haben kann, um sicherzustellen, dass ein angemessener Grad der Filterung erreicht wird. Die Separatoren können entweder stromaufwärts von dem Filterpaket **50** oder stromabwärts von dem Filterpaket **50** angeordnet sein; abhängig von der speziellen Anwendung und der gewünschten Ergebnisse. Diese Separatoren können in einigen Ausführungsformen in Form von Vorreinigern oder Nachreinigern (z. B. Sicherheitsfiltern oder Sekundärfiltern) eingesetzt werden. Ferner können diese Separatoren in Form von Einsicht oder Mehrschicht Filtermedien eingesetzt werden und entweder stromaufwärts oder stromabwärts von der Filterkonstruktion **100** angeordnet werden. Die in diesen Anwendungen eingesetzten Filtermedia werden üblicherweise aufgrund des gewünschten Filtergrades und der durch das Filtermedium bedingten Strömungswiderstände ausgewählt. Z. B., kann es bei gewissen Anwendungsformen vorkommen, dass es wünschenswert ist, große Partikel (d. h. große Müllstücke wie z. B. Blätter, Schmetterlinge, Schmutzklumpen o. dgl.) herauszufiltern, ohne weitere zusätzliche Strömungswiderstände hinzuzufügen. In diesen Anwendungsformen kann eine Mediumschicht, wie z. B. ein Sieb oder ein Rechen stromaufwärts von der Filterkonstruktion angeordnet werden. Es kann auch wünschenswert sein, unmittelbar stromabwärts von der Filterkonstruktion **100** eine zusätzliche Filterung vorzusehen. Dies kann durch eine Schicht (oder mehrere Schichten) eines Filtermediums unmittelbar stromabwärts von der Filterkonstruktion **100** erreicht werden.

**[0066]** Die Aufmerksamkeit sei auf [Fig. 17](#) gerichtet. [Fig. 17](#) zeigt eine alternative Ausführungsform des Filterpaketes **50** gekennzeichnet durch die Bezugszahl **50'**. Das Filterpaket **50'** ist analog zum Filterpaket **50** gemäß [Fig. 1](#) konfiguriert und konstruiert, mit der Ausnahme, der ersten Strömungsfläche **105'**, die einer stromaufwärts angeordneten oder Eintrittsfläche **106'** entspricht. [Fig. 17](#) zeigt eine Vorderansicht des Filterpaketes **50'** mit Sicht auf das stromaufwärtige Ende **106'**. Bei dem in [Fig. 17](#) dargestell-

ten speziellen Filterpaket **50'** ist die gesamte stromaufwärts gelegene Fläche **106'** mit einer Schicht eines Filtermediums **107'** abgedeckt, um große Partikel aus dem Gasstrom zu separieren, bevor der Gasstrom in die Filterkonstruktion **100** eintritt. Abhängig von der Anwendung und dem gewünschten Grad der Filtration und dem Strömungswiderstand können die verschiedensten Arten für das Medium **107'** verwendet werden. In vielen typischen Anwendungen ist das Filtermedium **107'** so bemessen, dass es die Separation von Partikeln, wie z. B. Schmetterlingen, Blättern, großen Schmutzklumpen und anderen Abfallarten erlaubt. Eine Filtermediumart, die für diese Zwecke einsetzbar ist, besitzt die folgenden Charakteristiken und Eigenschaften: Polyestermaterial; 50 Gew. % der Fasern mit ungefähr 15 Dernier und 50 Gew. % der Fasern mit ungefähr 6 Dernier; der die Fasern zusammenhaltende Binder ist ein ölbeständiger gummodifizierter PVC; ein Basisgewicht von 224 g/m<sup>2</sup> (6,6 oz/yd<sup>2</sup>); eine Dicke von ungefähr 9,4 mm (0,37 inch) eine Durchlässigkeit von ungefähr 1068 m/min (3500 ft/m) mit einem 6,25 mm (0,5 inch) H<sub>2</sub>O Strömungswiderstand.

**[0067]** Wie oben erwähnt, kann es auch wünschenswert sein, stromabwärts von der Filterkonstruktion **100** eine Separation vorzusehen. Ein Beispiel ist in **Fig. 18** dargestellt. **Fig. 18** zeigt eine Frontansicht einer alternativen Ausführungsform des Filterpaketes **55** von der zweiten Strömungsfläche **110''** her. Das in **Fig. 18** dargestellte Filterpaket **50''** ist analog zu dem Filterpaket **50** gemäß **Fig. 1** konstruiert, jedoch mit der Ausnahme, dass ein zusätzlicher Separator **111''** stromabwärts von der Filterkonstruktion **100** angeordnet ist. Obwohl eine Vielzahl von Ausführungsformen betrachtet wird, ist bei der speziellen Ausführungsform gemäß **Fig. 18** der Separator **111''** in Form einer Mediumschicht **112''** stromabwärts von der Filterkonstruktion **110** angeordnet. Die Filtermediumschicht **112''** kann entweder unmittelbar benachbart und an der Filterkonstruktion **100** angeordnet sein, oder sie kann stromabwärts von dem Rahmen **205''** angeordnet sein. In der in **Fig. 1–Fig. 8** dargestellten Ausführungsform ist die Filtermediumschicht **112''** unmittelbar stromabwärts an der Filterkonstruktion **100** angeordnet. D. h., die Filtermediumschicht **112''** ist zwischen der Filterkonstruktion **100** und den Kreuzstreben **210''** des Rahmens **205''** angeordnet.

**[0068]** Die Art des verwendeten Filtermediums **112''** hängt von dem gewünschten Filterwirkungsgrad und dem Betrag des eingebrachten Strömungswiderstandes ab. Das Filtermedium **112''** kann aus einer einzigen Schicht oder mehreren Schichten bestehen. In der in **Fig. 18** dargestellten Ausführungsform besteht das Medium **112''** aus einem nicht gewebten, nicht gefalteten faserigen Tiefenmedium (englisch: depth media) **113''**. Ein für Tiefenmedium **113''** verwendbares Material besitzt folgende Eigenschaften:

- 1 Schicht 136–163 g/m<sup>2</sup> (4,0–4,8 oz/yd<sup>2</sup>) Polyester-Fasern Tiefenmedium (depth media) (gemischte Fasern);
- 14–18 mm (0,55–0,70 inch) Dicke im freien Zustand (gemessen bei unter 1,4 mbar (0,002 psi) Kompression);
- durchschnittlicher Faserdurchmesser ungefähr 21,0 um (Mengen gewichteter Durchschnitt) oder 16,3 um (Längen gewichteter Durchschnitt);
- Durchlässigkeit (minimum) 152 m/min (500 ft/min);
- ungebundene Feststoffe ungefähr 0,6 bis 1,0%, üblicherweise ungefähr 0,7%.

**[0069]** Es ist beabsichtigt, dass es bei verschiedenen Ausführungsformen wünschenswert ist, ein Filterpaket **50** mit einem Vorfilter **107'** und einem Nachfilter **111''** vorzusehen.

D. Fig. 10–Fig. 15

**[0070]** Die Aufmerksamkeit sei auf **Fig. 10** gelenkt. **Fig. 10** zeigt eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Filterpaketes **450**. In der dargestellten Ausführungsform besitzt das Filterpaket **450** ein Filtermedium **455** und ein Dichtungssystem **460**. Das Filtermedium **455** ist ausgelegt, um Verunreinigungen aus einem Fluid, z. B. Luft zu entfernen, das das Filtermedium **455** durchströmt. Das Dichtungssystem **460** ist ausgelegt, um das Filtermedium **455** gegen ein Gehäuse oder einen Kanal abzudichten.

**[0071]** In speziellen bevorzugten Anordnungen ist das Filtermedium **455** in einer Filterkonstruktion **470** konfiguriert, die eine erste Strömungsfläche **471** und eine gegenüberliegende zweite Strömungsfläche **472** besitzt. In der in **Fig. 11** dargestellten speziellen Ausführungsform ist die Filterkonstruktion **470** für Durchgangsströmung konfiguriert. D. h., wie oben beschrieben, dass das zu filternde Fluid in die erste Strömungsfläche **471** in einer Richtung **477** (**Fig. 10**) eintritt, und die zweite Strömungsfläche **472** in der gleichen Richtung **478** (**Fig. 10**) verlässt.

**[0072]** Die Filterkonstruktion **470** kann zahlreiche Konfigurationen und Querschnittformen haben. In der speziellen Ausführungsform gemäß **Fig. 11** besitzt die Filterkonstruktion **470** einen nicht kreisförmigen Querschnitt. Insbesondere besitzt die in **Fig. 11** dargestellte Ausführungsform der Filterkonstruktion **470** einen unrunder oder „rennbahn-förmigen“ Querschnitt. Mit dem Begriff „rennbahn-förmiger“ Querschnitt ist gemeint, dass die Filterkonstruktion **470** ein erstes halbkreisförmiges Ende **511** und ein zweites halbkreisförmiges Ende **512** besitzt, die durch ein Paar gerader Segmente **513**, **514** miteinander verbunden sind.

**[0073]** Im Allgemeinen ist die Filterkonstruktion **470** eine gewickelte Konstruktion. D. h., die Filterkonstruktion **470** besteht aus einer Schicht eines Filtermediums, das vollständig und wiederholt um ein Zentrum gewickelt ist. Bei speziellen bevorzugten Ausführungsformen ist die gewickelte Konstruktion eine Spule, bei der eine Schicht eines Filtermediums mehrmals um ein Zentrum gewickelt ist. In weiteren bevorzugten Ausführungsformen ist die Filterkonstruktion **470** eine gerollte Konstruktion, üblicherweise eine Rolle aus Filtermedium, z. B. durchlässigem gefalteten Filtermedium.

**[0074]** Es können viele verschiedene Arten zur Herstellung der Filtermediumkonstruktion **470** verwendet werden. Bei einigen Techniken wird ein einseitiges Filtermedium, wie z. B. das Filtermedium **122** gemäß **Fig. 2** um eine zentrale Spindel oder eine andere Struktur, die ein Tragelement für die Wicklung darstellt, gewickelt. Die zentrale Spindel kann entfernt werden, oder belassen werden, um das Zentrum der Filterkonstruktion **470** einzurasten. Bei der speziellen Ausführungsform gemäß **Fig. 11** ist ein zentraler Kern **454** dargestellt, der das Zentrum des Filtermediums **455** bildet.

**[0075]** In **Fig. 10** und **Fig. 11** sind bestimmte Teile **475** dargestellt, die die Falten einschließlich der offenen und der geschlossenen Ende zeigen. Es ist offensichtlich, dass dieser Teil oder dieser Abschnitt **475** die gesamte Strömungsfläche **472** repräsentiert (sowie auch die erste Strömungsfläche **471**). Zum Zwecke der Klarheit und der Vereinfachung sind die Falten nicht in den restlichen Teilen der Strömungsfläche **472** dargestellt. Draufsichten und Unteransichten und auch Seitenansichten des Filterpaketes **450**, das in den hier beschriebenen Systemen und Vorrichtungen einsetzbar ist, sind in der gemeinsam eingereichten und gemeinsam zugeordneten US Patent Anmeldung Serien Nr. 29/101.139, eingereicht am 26. Februar 1999 unter dem Titel „Filter Element Having Sealing System“ beschrieben, die hiermit eingeschlossen wird.

**[0076]** Wie bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** besitzt das Filterpaket **450** ein Dichtungssystem **460**. Bei bevorzugten Ausführungsformen besitzt das Dichtungssystem **460** einen Rahmen **605** und ein Dichtungselement **650**.

**[0077]** Obwohl zahlreiche verschiedene Ausführungsformen hiermit beabsichtigt sind, ist eine spezielle Ausführungsform des Rahmens **605** in einer perspektivischen Ansicht in **Fig. 12** dargestellt.

**[0078]** In der in **Fig. 12** dargestellten speziellen Ausführungsform hat der Rahmen **605** eine nicht-kreisförmige Form, z. B. eine unrunde und insbesondere eine „Rennbahn“ Form; er ist so angeordnet und konfiguriert, dass er an das zweite Ende **510** des

Filtermediums **455** anbringbar ist. Insbesondere besitzt der Rahmen **605** einen Bund oder eine Schürze oder eine abwärts ragende Lippe **651**, die im Allgemeinen „rennbahn-förmig“ geformt ist. Die Lippe **651** erstreckt sich abwärts von einer Unterfläche **652** der Querstreben **610**. Die Lippe **651** ist so angeordnet und konfiguriert, dass sie sich radial um das zweite Ende **570** der Filterkonstruktion **470** erstreckt. Bei der in **Fig. 10** dargestellten Ausführungsform erstreckt sich die Lippe **651** des Rahmen **605** radial um die zweite Endfläche der Filterkonstruktion **470** derart, dass sich die Lippe **651** von der Unterfläche **652** der Querstreben **610** des zweiten Endes **510** der Filterkonstruktion **470** einwärts erstreckt, wodurch ein Überlappungsbereich **555** (**Fig. 15**) gebildet wird.

**[0079]** Der Rahmen **605** kann auf die verschiedensten Arten an der Filterkonstruktion **470** befestigt werden. Eine spezielle bequeme Art ist, den Rahmen **605** mit einem Kleber an der Filterkonstruktion **470** zu befestigen. In der dargestellten spezifischen Ausführungsform (**Fig. 15**) ist der Kleber in dem vorher beschriebenen Überlappungsbereich **555** zwischen dem Rahmen **605** und der Filterkonstruktion **470** platziert.

**[0080]** Während des Betriebes der dargestellten Ausführungsformen werden auf den Umfang des Rahmens **605** nach innen gerichtete Kräfte ausgeübt. Die auf die halbkreisförmigen Enden **511**, **512** nach innen wirkenden Kräfte können bewirken, dass sich die geraden Segmente **513**, **514** biegen oder knicken. Eine strukturelle Eigenschaft des Rahmen **605** ist, das Knicken der geraden Segmente **513**, **514** zu verhindern. Obwohl hierbei eine Vielfalt von Strukturen in Betracht zu ziehen ist, sind in der in **Fig. 12** dargestellten speziellen Ausführungsform Kreuzstreben **610** vorgesehen, um die strukturelle Steife und die Stützung der geraden Segmente **513**, **514** zu gewährleisten. Gemäß **Fig. 12** bilden die speziellen Querstreben **610** zwischen den einander gegenüberliegenden geraden Segmenten **513**, **514** ein Gitterwerk **612**. Das Gitterwerk **612** besitzt mehrere steife Streben **614**, die vorzugsweise als ein Teil mit dem restlichen Teil des Rahmens **605** geformt sind.

**[0081]** Bei gewissen bevorzugten Ausführungsformen ist der Rahmen **605** analog zum Rahmen **205** konstruiert. Demgemäß besitzt der Rahmen **605** gemäß **Fig. 12** und **Fig. 13** ein Spitzenteil **663**. Bei bevorzugten Ausführungsformen dient das Spitzenteil **663** als ringförmiger Dichtungsträger. Bei der dargestellten Ausführungsform hat das Spitzenteil **663** die gleiche Querschnittskonfiguration wie die Filterkonstruktion **470**. In der speziellen Ausführungsform gemäß **Fig. 12** ist das Spitzenteil nicht-kreisförmig insbesondere „rennbahn-förmig“. Bei bevorzugten Ausführungsformen mit Bezug auf die spezielle Ausführungsform gemäß **Fig. 13** besitzt der Rahmen **605** zwischen dem Spitzenteil **663** und der abwärts ra-

genden Lippe **651** einen Bund **653**. Der Bund **653** bildet einen Übergangsbereich zwischen der Querschnittsbreite der Lippe **651** und der schmaleren Querschnittsbreite des Spitzenteiles **663**.

**[0082]** Bei bevorzugten Systemen besitzt das kompressible Dichtungselement **650** eine Struktur, die analog ist zu der Struktur des kompressiblen Dichtungselementes **250** gemäß [Fig. 7](#).

**[0083]** Vorzugsweise wird das Filterpaket **450** in einen Kanal oder in ein Luftfiltergehäuse eingesetzt. Bei speziellen bevorzugten Anwendungsformen ist das Luftfiltergehäuse ein „in-line“ Gehäuse. [Fig. 14](#) zeigt einen Luftfilter **670** mit einer Ausführungsform eines „in-line“ Gehäuses. Das in [Fig. 14](#) dargestellte Gehäuse **672** besteht aus zwei Gehäuseteilen, einem Deckel **674** und einem Behälterteil **676**. Der Deckel **674** bildet einen Lufteintritt **678**. Der Behälterteil **676** bildet einen Luftaustritt **680**. Das Gehäuse **672** beinhaltet ferner stromaufwärts von dem Filterpaket **450** ein Vorreinigungselement **679**, ein solches Vorreinigungselement ist in US Patent Nr. 2,887,177 und 4,162,906 beschrieben und hiermit eingeschlossen. In der dargestellten Ausführungsform ist das Vorreinigungselement **679** in dem Deckel **674** angeordnet. Der Deckel **674** besitzt einen Staubauswurf **681**, der in dem Vorreinigungselement **679** angesammelten Staub und andere Verunreinigungen auswirft.

**[0084]** [Fig. 15](#) ist ein schematischer Querschnitt des Luftfilters **670** gemäß [Fig. 14](#), in dem das eingebaute Filterpaket **450** dargestellt ist.

**[0085]** Das kompressible Dichtungselement **650** ist zwischen der Seitenwand **660** und dem Spitzenteil **663** des Rahmens **605** zusammengepresst. Durch den Presssitz des Filterpaketes **450** ist das kompressible Dichtungselement **650** zwischen dem Rahmen **605** (speziell in der besonderen dargestellten Ausführungsform des Spitzenteiles **663**) und der Seitenwand **660** zusammengepresst. Nach der Zusammenpressung übt das kompressible Dichtungselement **650** eine Kraft auf die Seitenwand **660** aus, da das kompressible Dichtungselement **650** versucht sich nach außen in seinen Ausgangszustand auszudehnen; dadurch wird eine radiale Dichtung **685** mit der Seitenwand **660** gebildet.

#### E. Systeme und Betriebsverfahren

**[0086]** Die hier beschriebenen Filterkonstruktionen und Vorrichtungen sind in den verschiedensten Systemen einsetzbar. Eine spezielle Systemart **700** ist in [Fig. 16](#) schematisch dargestellt. [Fig. 16](#) zeigt schematisch ein Gerät **702**, z. B. ein Fahrzeug mit einem Motor **703** mit einem definierten Zuluftbedarf, z. B. mindestens 850 m<sup>3</sup>/h (500 cfm) und typischerweise 1190–2040 m<sup>3</sup>/h (700–1200 cfm). Das Gerät **702** kann ein Bus, ein Lastkraftwagen, ein Geländewa-

gen, ein Traktor, ein Wasserfahrzeug, z. B. ein Motorboot o. dgl. sein. Der Motor **703** treibt das Gerät **702** unter Verwendung eines Luft-Brennstoff-Gemisches an. Gemäß [Fig. 16](#) wird der Luftstrom im Eintrittsbereich **705** von dem Motor **703** angesaugt. Ein optionaler Turbolader **706**, in gestrichelten Linien dargestellt, kann die Ansaugluft des Motors **703** aufladen. Ein Luftfilter **710** mit einer Filterkonstruktion **712** und einem Sekundärelement **713** ist stromaufwärts von dem Motor **703** und dem Turbolader **706** angeordnet. Im allgemeinen wird im Betrieb Luft in Richtung des Pfeils **714** in den Luftfilter **710**, durch ein Primärelement **712** und durch das Sekundärelement **713** angesaugt. Dort werden Feststoffpartikel und Verunreinigungen aus der Luft entfernt. Die gereinigte Luft strömt stromabwärts in Richtung des Pfeils **716** in den Eintrittsbereich **705**. Von dort strömt die Luft in den Motor **703**, um das Gerät **702** anzutreiben.

#### F. Austausch und Ersatz

**[0087]** Bei bestimmten bevorzugten Anwendungsarten sind die hier beschriebenen Filterpakete entfernbar und austauschbar, in welchem System auch immer sie installiert sind. Z. B. kann das Filterpaket **50** bzw. das Filterpaket **650** in ein Luftfiltergehäuse gemäß [Fig. 9](#) bzw. [Fig. 15](#) eingesetzt sein. Nach einer bestimmten Betriebsstundenzahl ist das Filtermedium in der Filterkonstruktion verstopft und der Strömungswiderstand des Filterpaketes steigt an. Bei bevorzugten Anwendungsarten werden die Filterpakete periodisch ausgetauscht, um eine wirksame Entfernung der Feststoffpartikel aus dem Fluid ohne einen zu hohen Strömungswiderstand zu gewährleisten.

**[0088]** In einigen Anwendungsarten besitzen die hier beschriebenen Filterkonstruktionen eine visuelle Anzeige der Standzeit. Einige Systeme besitzen eine Strömungswiderstandsanzeige, um dem Anwender Informationen über den geeigneten Austauschzeitpunkt des Filterpaketes zu liefern.

**[0089]** Um die hier beschriebenen Luftfilterkonstruktionen zu warten, muss der Benutzer Zugang zu dem Filterpaket haben. Wenn z. B. das Luftfilterpaket in einem Luftfiltergehäuse, wie z. B. in [Fig. 9](#) oder [Fig. 15](#) dargestellt, eingesetzt ist, wird der Benutzer den Deckel von dem Gehäuseelement entriegeln und den Deckel von dem Gehäuseelement entfernen. Dadurch wird eine Öffnung freigegeben. Der Benutzer ergreift das Filterpaket und löst die radiale Dichtung, die zwischen dem Filterpaket und der Seitenwand des Gehäuses oder des Kanals besteht. Bei speziellen Systemen sind das Dichtungselement und das Gehäuse oder der Kanal so konstruiert, dass der Anwender eine Kraft von nicht mehr als ungefähr 36 kg (80 lbs), vorzugsweise nicht mehr als 22,7 kg (50 lbs) und bei einigen Anwendungsarten zwischen 6,8 und 18 kg (zwischen 15 und 40 lbs) aufbringen muss, um die radiale Dichtung zu lösen und das Filterpaket

zu entfernen. Der Anwender zieht dann das Filterpaket durch die von dem Gehäusekörper gebildete Öffnung. Das alte Filterpaket kann dann entsorgt werden. Bei speziellen bevorzugten Systemen besteht das Filterpaket aus nicht-metallischen Materialien, so dass es leicht verbrennbar ist. In einigen bevorzugten Konstruktionen enthält das Filterpaket z. B. mindestens 95% und typischerweise mindestens 98% nicht-metallische Materialien.

**[0090]** Zur Installation eines neuen Filterpaketes ergreift der Anwender das Filterpaket und führt es durch eine Öffnung des Kanals oder des Gehäuses ein. Das Filterpaket wird soweit in die Öffnung eingeführt, bis das Dichtungselement an der inneren kreisförmigen Wand des Gehäuses derart zusammengepresst ist, dass es eine radiale Dichtung zwischen der Gehäusewand und dem Dichtungsträger des Rahmens bildet. Der Deckel wird dann über dem freiliegenden Ende des Filterpaketes positioniert, um die Öffnung zu verschließen. Der Deckel kann dann mit dem Gehäuseelement verriegelt werden.

#### G. Konstruktionsbeispiele

**[0091]** In diesem Abschnitt werden Beispiele von Konstruktions-Spezifikationen beschrieben. Diese Beschreibungen sind nur als Beispiele gedacht. Es ist eine große Mannigfaltigkeit alternativer Größen verwendbar.

##### 1. Fig. 1–Fig. 8

**[0092]** Die axiale Länge des Filtermediums **100** gemäß **Fig. 2** liegt in einem Bereich von ungefähr 8 cm (3 inch) bis ungefähr 25 cm (10 inch), und beträgt bei einem Beispiel ungefähr 15 cm (6 inch). Der Außendurchmesser des Filtermediums **100** liegt in einem Bereich von ungefähr 8 cm (3 inch) bis ungefähr 38 cm (15 inch) und beträgt in einem Beispiel ungefähr 25 cm (10 inch).

**[0093]** Der Abstand (**Fig. 5**) um den sich die abwärts ragende Lippe **251** des Rahmens **205** (**Fig. 5**) einwärts über die zweite Strömungsfläche **110** (**Fig. 5**) der Filterkonstruktion **100** erstreckt, liegt im Bereich von ungefähr 5 mm (0,2 inch) bis ungefähr 2,5 cm (1 inch) und beträgt in einem Beispiel ungefähr 1,5 cm (0,6 inch). Der Durchmesser der abwärts ragenden Lippe **251** liegt im Bereich von ungefähr 7 cm (3 inch) bis ungefähr 38 cm (15 inch) und beträgt bei einem Beispiel ungefähr 25 cm (10 inch). Der Durchmesser des Spitzenteiles **263** liegt im Bereich von ungefähr 6 cm (2,5 inch) bis ungefähr 36 cm (14 inch) und beträgt bei einem Beispiel ungefähr 24 cm (9,5 inch).

**[0094]** Das Filterelement besitzt eine Mediumfläche von mindestens ungefähr 0,5 m<sup>2</sup> (5 sq. ft) und typischerweise ungefähr 1,9–12 m<sup>2</sup> (20–130 sq. ft), z. B. ungefähr 4 m<sup>2</sup> (45 sq. ft). Es besitzt ein Volumen von

nicht größer als ungefähr 28 dm<sup>3</sup> (1,0 ft<sup>3</sup>) und typischerweise von ungefähr 0,9–14 dm<sup>3</sup> (0,03–0,5 ft<sup>3</sup>) und z. B. ungefähr 5,7–11 dm<sup>3</sup> (0,2–0,4 ft<sup>3</sup>).

##### 2. Fig. 9

**[0095]** Der Durchmesser des Austrittsbereiches **330** (**Fig. 9**) des ersten Gehäuseteiles **310** (**Fig. 9**) liegt im Bereich von ungefähr 8 cm (3 inch) bis ungefähr 25 cm (10 inch) und beträgt in einem Beispiel ungefähr 18 cm (7 inch). Der Durchmesser (**Fig. 9**) des Eintrittsbereiches **335** (**Fig. 9**) des zweiten Gehäuseteiles **315** (**Fig. 9**) liegt im Bereich von ungefähr 8 cm (3 inch) bis ungefähr 25 cm (10 inch) und beträgt in einem Beispiel ungefähr 15 cm (5,8 inch).

##### 3. Fig. 10–Fig. 14

**[0096]** Die axiale Länge der Filterkonstruktion **470** liegt im Bereich von ungefähr 8 cm (3 inch) bis ungefähr 25 cm (10 inch) und beträgt bei einem Beispiel ungefähr 15 cm (6 inch). Die halbkreisförmigen Enden **511**, **512** haben einen Radius im Bereich von ungefähr 2,5 cm (1 inch) bis ungefähr 13 cm (5 inch) und haben in einem Beispiel einen Radius von ungefähr 7 cm (2,7 inch). Die geraden Segmente **513**, **514** haben eine Länge größer als ungefähr 2,5 mm (1,0 inch) und in einem Beispiel beträgt die Länge ungefähr 12 cm (4,9 inch).

**[0097]** Vorzugsweise liegt der Abstand, um den sich der Rahmen **605** entlang der Filterkonstruktion **470** einwärts erstreckt im Bereich von ungefähr 5 mm (0,2 inch) bis ungefähr 2,5 cm (1 inch) und beträgt in einem Beispiel ungefähr 1,5 cm (0,6 inch).

**[0098]** Das Filterelement besitzt eine Filtermediumfläche von mindestens ungefähr 0,47 m<sup>2</sup> (5 sq. ft) und typischerweise ungefähr 1,9 bis ungefähr 12 m<sup>2</sup> (20–130 sq. ft), z. B. ungefähr 4,2 m<sup>2</sup> (45 sq. ft). Es besitzt ein Volumen von nicht größer als 28,3 dm<sup>3</sup> (1,0 ft<sup>3</sup>) und typischerweise zwischen 0,9–14 dm<sup>3</sup> (0,03–0,5 ft<sup>3</sup>), und z. B. ungefähr 5,7–11 dm<sup>3</sup> (0,2–0,4 ft<sup>3</sup>).

#### H. Materialbeispiele

**[0099]** In diesem Abschnitt werden Beispiele verwendbarer Materialien beschrieben. Die spezielle Wahl jedes gegebenen Materials ist abhängig von der Filteranwendung. Mit anderen Worten, die spezielle Materialauswahl für die hier verwendeten Systeme wird von dem Systemkonstrukteur in Abhängigkeit von den Systemanforderungen entschieden. Es stehen die verschiedensten Materialien zur Verfügung. Der folgende Abschnitt beschreibt Beispiele von Materialien, die sich als geeignet erwiesen haben.

**[0100]** Das Medium **122** kann Zellulose enthalten. Ein Beispiel eines in den oben beschriebenen Sys-

temen einsetzbaren Materials ist ein Zellulose-Filter-Medium mit folgenden Eigenschaften:

- Flächengewicht ungefähr  $84,7 \text{ g/m}^2$  (45–55 lbs/3000 ft<sup>2</sup>) z. B. (48–54 lbs/3000 ft<sup>2</sup>);
- Dicke ungefähr 0,13–0,38 mm (0,005–0,015 inch), z. B. ungefähr 0,25 mm (0,010 inch);
- Frazier Durchlässigkeit ungefähr 6–7,6 m/min (20–25 ft/min) z. B. ungefähr 6,7 m/min (22 ft/min);
- Porengröße ungefähr 55–65  $\mu\text{m}$ , z. B. ungefähr 62  $\mu\text{m}$ ;
- Reißfestigkeit im nassen Zustand mindestens ungefähr 8 kg/cm (7 lbs/inch), z. B. 9,7 kg/cm (8,5 lbs/inch);
- Berstfestigkeit nass aus der Maschine ungefähr 1,0–1,7 bar (15–25 psi), z. B. ungefähr 1,6 bar (23 psi).

**[0101]** Das Zellulosemedium kann mit feinen Fasern verstärkt sein, z. B. mit Fasern einer Größe (Durchmesser) von 5  $\mu\text{m}$  oder weniger und in einigen Fällen in unter- $\mu\text{m}$ -Bereich. Es können die verschiedensten Verfahren verwendet werden, um die feinen Fasern in das Medium einzubringen. Einige dieser Verfahren sind z. B. im US Patent 5.423.892, Spalte 32, Zeile 48–60 charakterisiert. Mehr spezifisch sind solche Verfahren in den US-Patenten Nr. 3,878,014, 3,676,242, 3,841,953 und 3,849,241 beschrieben; die hiermit eingeschlossen sind. Eine Alternative ist ein Betriebsgeheimnis, bei dem ein feines polymerisches Faservlies über konventionelle Media gelegt wird, welches als Betriebsgeheimnis von der Firma Donaldson Company unter der Bezeichnung ULTRA-WEB® praktiziert wird. Im Hinblick auf die Konfiguration des Dichtungselementes und der Handhabung des Dichtungssystems gibt es keine besonderen Präferenzen hinsichtlich: der Herstellung der feinen Fasern; und des speziellen Verfahrens zur Einbringung der feinen Fasern. Es werden ausreichend feine Fasern eingebracht, bis die resultierende Mediumkonstruktion die folgenden Eigenschaften besitzt: Anfangswirkungsgrad 99,5% im Durchschnitt, mit keinem individuellen Test unter 90%, gemäß SAE J726C mit SAE feinem Staub; und einen Gesamtwirkungsgrad von 99,98% im Durchschnitt gemäß SAE J726C.

**[0102]** Der Rahmen **205** (Fig. 5) wird aus einem Material hergestellt, das strukturelle Festigkeit gewährleistet und nicht kriecht. Der Rahmen **205** wird aus einem nicht-metallischen Material hergestellt, das umweltfreundlich und entweder wiederverwertbar oder leicht zu verbrennen ist. Der Rahmen **205** kann aus den meisten Kunststoffen, z. B. Glasfaser verstärkten Kunststoffen hergestellt werden. Ein verwendbarer Faser verstärkter Kunststoff ist Propylen oder Nylon. Natürlich können auch andere geeignete Materialien verwendet werden.

**[0103]** Das kompressible Dichtungselement **250** (Fig. 6) kann aus den verschiedensten Materialien

hergestellt werden. Es gibt keine besondere Präferenz, vorausgesetzt, dass das Dichtungselement **250** in der richtigen Position unter Kompression eine Dichtung bildet. Ein brauchbares Material ist ein weiches polymerisches Material, z. B. Urethan Schaumstoff. Ein Beispiel brauchbaren Materials schließt Polyurethan Schaumstoff ein, der zu einem Endprodukt verarbeitet eine Form- („as molded“) Dichte von 14–22 lbs/cubic ft besitzt. Polyurethan Schaumstoffe sind von mehreren Quellen beziehbar, z. B. BASF Corporation, Wyandotte, Michigan, USA. Ein Beispiel eines Polyurethan Schaumstoffes enthält ein Material, das mit I35453R Harz und I305OU Isocyanat hergestellt ist, das von der BASF Corporation exklusiv an den Anmelder Donaldson verkauft wird.

**[0104]** Die Materialien sollten in einem Gewichtsverhältnis von 100 Teilen I35453 – Harz zu 36,2 Teilen I305OU – Isocyanat gemischt werden. Das spezifische Gewicht des Harzes ist 1,04 (8,7 pounds/gallon) und des Isocyanats ist 1,20 kg/l (10 pounds/gallon). Die Materialien werden typischerweise mit einem hochdynamischen Schermixer gemischt. Die Komponenten Temperaturen sollten 21–35°C (70–95°F) sein. Die Formen Temperaturen sollten 46–57°C (115–135°F) sein.

**[0105]** Das Harz-Material I35453R hat folgende Spezifikation:

- (a) Durchschnittliches Molekulargewicht
  - 1) Basis Polyäther Polyol = 500–15.000
  - 2) Diol = 60–10.000
  - 3) Triol = 500–15.000
- (b) Durchschnitts-Funktionalität
  - 1) Gesamt-System = 1,5–3,2
- (c) Hydroxylzahl
  - 1) Gesamt-System = 100–300
- (d) Katalysatoren
  - 1) Amine = Luft-Produkte 0,1–3,0 PPH
  - 2) Zinn = Witco 0,01–0,5 PPH
- (e) Tenside
  - 1) Gesamt-System = 0,1–2,0 PPH
- (f) Wasser
  - 1) Gesamt-System = 0,03–3,0 PPH
- (g) Pigmente/Farbstoffe
  - 1) Gesamt-System = 1–5% Russ
- (h) Treibmittel
  - 1) 0,1–6,0% HFC 134A

**[0106]** Das I3050U Isocyanat hat folgende Spezifikation:

- (a) NCO Anteil = 22,4–23,4 Gew. %
- (b) Viskosität, cps bei 25°C = 600–800
- (c) Dichte = 1,21 g/cm<sup>3</sup> bei 25°C
- (d) Siedebeginn = 190°C bei 5 mm Hg
- (e) Dampfdruck = 0,0002 Hg bei 25°C
- (f) Aussehen = farblose Flüssigkeit
- (g) Flammpunkt (Densky-Martins closed cup) = 200°C

**[0107]** Die vorangegangene Beschreibung ist eine komplette Beschreibung der Prinzipien der Erfindung. Ohne von den beschriebenen Prinzipien abzuweichen sind zahlreiche modifizierte Ausführungsformen möglich.

**[0108]** Im Folgenden werden mehrere erfindungsgemäße Eigenschaften oder erfindungsgemäße Ausführungsformen hervorgehoben, wie etwa:

Eine Filterelementanordnung besitzt: ein Medium mit ersten und zweiten, gegenüber liegenden Enden; eine erste Strömungsfläche an dem ersten Ende und eine zweite Strömungsfläche an dem zweiten Ende; ein Dichtungssystem mit einer Rahmenkonstruktion und einem Dichtungselement, wobei: die Rahmenkonstruktion – eine Verlängerung besitzt, die in axialer Richtung von der ersten oder der zweiten Strömungsfläche wegragt; das Dichtungselement von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion getragen wird; und mindestens ein Teil des Dichtungselementes radial von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion wegragt.

**[0109]** Alternativ kann eine Filterelementanordnung besitzen: ein Medium mit ersten und zweiten gegenüber liegenden Enden; ein Dichtungssystem mit einer Rahmenkonstruktion und einem Dichtungselement, wobei: die Rahmenkonstruktion eine Verlängerung besitzt, die in axialer Richtung von der ersten oder der zweiten Strömungsfläche wegragt; das Dichtungselement von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion getragen wird; und mindestens ein dichtender Teil des Dichtungselementes radial von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion wegragt, wobei: der dichtende Teil eine Dichtung bildet, wenn er lösbar gegen eine dichtende Fläche eines Luftfilters oder Luftreinigers gepresst wird; und der dichtende Teil radial benachbart frei von Medium ist.

**[0110]** In einer dieser Filterelementanordnungen kann die Verlängerung eine Ringkonstruktion mit einer äußeren radialen Oberfläche besitzen; wobei der dichtende Teil des Dichtungselementes gegen die äußere radiale Oberfläche gerichtet ist. Ferner kann die Ringkonstruktion eine der äußeren radialen Oberfläche gegenüber liegende innere radiale Oberfläche und eine Stirnfläche besitzen; wobei das Dichtungselement gegen die äußere radiale Oberfläche, die Stirnfläche und die innere radiale Oberfläche gerichtet ist.

**[0111]** In einer Filterelementanordnung gemäß eines jeden der o. g. Vorschläge kann die Ringkonstruktion einen Umfang definieren, wobei: das Filtermedium innerhalb des Umfangs der Ringkonstruktion liegt.

**[0112]** In einer Filterelementanordnung gemäß des zweiten Vorschlags besitzt das Medium eine erste Strömungsfläche an dem o. g. ersten Ende und ei-

ne zweite Strömungsfläche an dem o. g. zweiten Ende; wobei die Verlängerung axial von der ersten Strömungsfläche oder der zweiten Strömungsfläche wegragt.

**[0113]** Bevorzugt wird eine Filterelementanordnung gemäß eines jeden der o. g. Vorschläge, bei der das Medium mehrere Rillenkammern besitzt, wobei jede der Rillen benachbart zu der ersten Strömungsfläche ein erstes Endteil und benachbart zur zweiten Strömungsfläche ein zweites Endteil besitzt, wobei: ausgewählte Rillen an dem ersten Endteil offen und an dem zweiten Endteil geschlossen sind; und andere ausgewählte Rillen an dem ersten Endteil geschlossen und an dem zweiten Endteil offen sind.

**[0114]** Ferner kann in einer solchen Filterelementanordnung das Medium einen äußeren Umfang besitzen; und die Rahmenkonstruktion ein Lippenelement besitzen, das den äußeren Umfang umgibt und an dem äußeren Umfang befestigt ist; wobei die Verlängerung der Rahmenkonstruktion von dem Lippenelement wegragt.

**[0115]** Vorzugsweise besitzt in der o. g. Filterelementanordnung die Verlängerung eine Ringkonstruktion mit einer äußeren radialen Oberfläche, einer gegenüber liegenden inneren radialen Oberfläche und einer Stirnfläche; wobei das Dichtungselement gegen die äußere radiale Oberfläche, die Stirnfläche und die innere radiale Oberfläche gerichtet ist.

**[0116]** Bei einer modifizierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Filterelementanordnung besitzt das Dichtungselement eine stufenförmige Querschnitts-Konfiguration, wobei die Stufen von der Stirnfläche der Verlängerung zum Lippenelement hin ansteigen.

**[0117]** Ferner können die Medium- und die Rahmenkonstruktion einen kreisförmigen Querschnitt besitzen.

**[0118]** In der gerade erwähnten Filterelementanordnung kann das Lippenelement einen Durchmesser besitzen, der größer ist als der Durchmesser der Ringkonstruktion.

**[0119]** Vorzugsweise besitzt die Medium- und die Rahmenkonstruktion einen Querschnitt mit einem Paar gekrümmter Enden, die durch ein Paar gerader Segmente miteinander verbunden sind.

**[0120]** Optional kann die Rahmenkonstruktion radiale tragende Kreuzstreben besitzen.

**[0121]** Bei einer anderen optionalen Ausführungsform enthält das Dichtungselement zusammendrückbaren Polyurethan-Schaum.

**[0122]** Ferner kann in der o. g. Filterelementanordnung das Dichtungselement Polyurethan-Schaum mit einer Anfangsdichte von nicht mehr als 352 kg/m<sup>3</sup> (22 lbs/ft<sup>3</sup>) nach dem Formen enthalten.

**[0123]** Gemäß anderer Aspekte der Erfindung wird ein Zuluftsystem eines Motors mit einer operativ darin installierten o. g. Filterelementanordnung vorgeschlagen; wobei die Filterelementanordnung ein Medium mit ersten und zweiten gegenüberliegenden Strömungsflächen, und ein Dichtungssystem mit einer Rahmenkonstruktion und einem Dichtungselement besitzt; wobei die Rahmenkonstruktion eine Verlängerung besitzt, die in axialer Richtung von der ersten oder der zweiten Strömungsfläche wegragt; und das Dichtungselement von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion getragen wird; wobei der Motor einen Nennzuluftstrom von mindestens 500 cfm und ein Lufteinlass-System besitzt; wobei das Medium der Filterelementanordnung in Strömungsverbindung mit dem Lufteinlass-System steht; das Medium so konstruiert und angeordnet ist, dass Luft durch die erste Strömungsfläche in das Medium strömt, und die Luft durch die zweite Strömungsfläche aus dem Medium austritt; und von dem Dichtungselement eine radiale Dichtung zwischen und gegen die Verlängerung und einem Luftreiniger gebildet wird.

**[0124]** Alternativ kann das Zuluftsystem eines Motors eine operativ darin installierte Filterelementanordnung der o. g. zweiten Ausführungsform besitzen, wobei die Filterelementanordnung ein Medium mit ersten und zweiten gegenüberliegenden Enden, und ein Dichtungssystem mit einer Rahmenkonstruktion und einem Dichtungselement besitzen kann; wobei die Rahmenkonstruktion eine Verlängerung besitzt, die in axialer Richtung von dem ersten oder dem zweiten Ende wegragt; das Dichtungselement von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion getragen wird; mindestens ein dichtender Teil des Dichtungselementes radial von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion wegragt; der dichtende Teil eine Dichtung bildet, wenn er lösbar gegen eine dichtende Fläche eines Luftreinigers gepresst wird; der dichtende Teil radial benachbart dazu frei von Medium ist; wobei ferner das Motorzuluft-System einen Motor versorgt, der einen Nennzuluftstrom von mindestens 500 cfm und ein Lufteinlass-System besitzt; das Medium der Filterelementanordnung in Strömungsverbindung mit dem Lufteinlass-System steht; und eine radiale Dichtung, von dem Dichtungselement zwischen und gegen die Verlängerung und einem Luftreiniger gebildet wird, wobei kein Medium dem dichtenden Teil radial benachbart ist.

**[0125]** In dem o. g. System besitzt der Luftreiniger eine interne ringförmige Dichtungsfläche; und das Dichtungselement ist von der Dichtungsfläche umgeben; wobei die radiale Dichtung durch ein Zusammendrücken des Dichtungselementes zwischen der

und gegen die dichtende Oberfläche und der Verlängerung der Rahmenkonstruktion gebildet wird.

**[0126]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform dieser Systeme besitzt das Medium erste und zweite gegenüberliegende Strömungsflächen; wobei die erste Strömungsfläche an dem ersten Ende und die zweite Strömungsfläche an dem zweiten Ende angeordnet ist; das Medium mehrere Rillen besitzt, wobei jede der Rillen benachbart zu der ersten Strömungsfläche ein stromaufwärtiges Teil und benachbart zu der zweiten Strömungsfläche ein stromabwärtiges Teil besitzt, wobei ausgewählte Rillen an dem stromaufwärtigen Teil offen und an dem stromabwärtigen Teil geschlossen sind; und andere ausgewählte Wellenkammern oder Rillen an dem stromaufwärtigen Teil geschlossen und an dem stromabwärtigen Teil offen sind.

**[0127]** Vorzugsweise ist bei dem letztgenannten System die Rahmenkonstruktion benachbart zur zweiten Strömungsfläche an der Mediapackung befestigt; wobei die genannte Verlängerung axial von der zweiten Strömungsfläche wegragt.

**[0128]** In dem o. g. System kann das Filtermedium mehrere Wellenkammern oder Rillen besitzen; wobei jede Rille benachbart zu der ersten Strömungsfläche einen stromaufwärtigen Teil und benachbart zu der zweiten Strömungsfläche einen stromabwärtigen Teil besitzt; wobei ausgewählte Rillen an dem stromaufwärtigen Teil offen und an dem stromabwärtigen Teil geschlossen sind; und andere ausgewählte Rillen an dem stromaufwärtigen Teil geschlossen und an dem stromabwärtigen Teil offen sind.

**[0129]** In dem o. g. System besitzt das Filtermedium einen äußeren Umfang; und die Rahmenkonstruktion besitzt ein Lippeelement, das den äußeren Umfang umgibt und an dem äußeren Umfang befestigt ist, wobei die Verlängerung des Rahmens von dem Lippeelement wegragt.

**[0130]** Optional besitzt in dem o. g. System die o. g. Verlängerung eine Stirnfläche, eine äußere Oberfläche und eine gegenüber liegende innere Oberfläche; und das Dichtungselement besitzt einen ersten Teil, der mindestens gegen die äußere Oberfläche der Verlängerung gerichtet ist. Vorzugsweise besitzt das o. g. Dichtungselement einen zweiten Teil, der gegen die Stirnfläche gerichtet ist; und einen dritten Teil, der gegen die innere Oberfläche gerichtet ist. In diesem Zusammenhang kann vorgesehen werden, dass das Dichtungselement um mindestens 15% zwischen der und gegen die Verlängerung und den Luftkanal zusammengedrückt wird, um die Radialdichtung zu bilden.

**[0131]** In dem System kann die o. g. Filterelementanordnung einen kreisförmigen Querschnitt besitzen.

**[0132]** Die o. g. Filterelementanordnung des o. g. Systems kann einen Querschnitt mit einem Paar gekrümmter Enden, die durch ein Paar gerader Segmente miteinander verbunden sind, besitzen.

**[0133]** In dem o. g. System kann der o. g. Luftreiniger ein Austrittsrohr besitzen, mit dem die radiale Dichtung gebildet wird.

**[0134]** Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird ein Verfahren zur Wartung eines Filterelementes vorgeschlagen, das die Verfahrensschritte beinhaltet: Einsetzen eines Filterelementes mit einer ersten und einer zweiten gegenüberliegenden Strömungsfläche und eines Dichtungssystems in einen Kanal, wobei das Dichtungssystem eine Rahmenkonstruktion und ein Dichtungselement besitzt; die Rahmenkonstruktion eine Verlängerung besitzt, die axial von der ersten oder der zweiten Strömungsfläche wegragt; das Dichtungselement von der Verlängerung der Rahmenkonstruktion getragen wird; und Zusammendrücken des Dichtungselementes zwischen der und gegen die Verlängerung der Rahmenkonstruktion und des Kanals, um eine Radialdichtung zu bilden.

**[0135]** Vorzugsweise beinhaltet der o. g. Verfahrensschritt des Zusammendrückens des Dichtungselementes ein Zusammendrücken des Dichtungselementes zwischen der und gegen die äußere Oberfläche der Verlängerung und des Kanals. Optional kann das o. g. Verfahren vor dem o. g. Verfahrensschritt des Einsetzens den Verfahrensschritt des Öffnens des Kanals durch das Entfernen eines Deckels von einem Gehäuseelement eines Luftreinigergehäuses beinhalten; wobei der Kanal von einer inneren Oberfläche des Gehäuseelementes gebildet wird.

**[0136]** Nach dem Verfahrensschritt des Zusammendrückens des Dichtungselementes kann das Verfahren den Verfahrensschritt des Positionierens des Deckels über dem Gehäuseelement und dem Filterelement beinhalten.

**[0137]** In dem o. g. Verfahren kann der Schritt des Einsetzens das Einsetzen eines Filterelementes mit mehreren Rillen beinhalten; wobei jede der Rillen einen ersten Endteil benachbart zum ersten Ende und einen zweiten Endteil benachbart zum zweiten Ende besitzt; ausgewählte Rillen an dem ersten Endteil offen und an dem zweiten Endteil geschlossen sind; und andere ausgewählte Rillen an dem ersten Endteil geschlossen und an dem zweiten Endteil offen sind.

**[0138]** Es ist bevorzugt, dass der Schritt des Zusammendrückens des Dichtungselementes ein Zusammendrücken des Dichtungselementes um mindestens 15% zwischen der und gegen die Verlängerung und den Kanal beinhaltet. Auch kann der Schritt des Einsetzens eines Filterelementes das Einsetzen

eines Filterelementes mit einem kreisförmigen Querschnitt beinhalten.

**[0139]** Alternativ beinhaltet der Verfahrensschritt des Einsetzens eines Filterelementes das Einsetzen eines Filterelementes mit einem Querschnitt mit einem Paar gekrümmter Enden, die durch ein Paar gerader Segmente miteinander verbunden sind.

**[0140]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung schliesst ein Verfahren zur Fertigung einer Filterelementanordnung ein. Das Verfahren beinhaltet die Verfahrensschritte: Bereitstellen eines Dichtungssystems mit einer Rahmenkonstruktion und einem Dichtungselement; Bereitstellen einer Mediumkonstruktion mit einer ersten und einer zweiten gegenüberliegenden Strömungsfläche; und Befestigen des Dichtungssystems an der ersten oder der zweiten Strömungsfläche der Mediumkonstruktion.

**[0141]** In dem Fertigungsverfahren beinhaltet der Schritt des Bereitstellens des Dichtungssystems die Bereitstellung eines Systems, bei dem die Rahmenkonstruktion eine Verlängerung besitzt; das Dichtungselement von der Verlängerung getragen wird; und mindestens ein Teil des Dichtungselementes radial über die Verlängerung hinausragt.

**[0142]** Der Schritt des Befestigens des Dichtungssystems kann eine Orientierung des Dichtungssystems relativ zu der Filtermedium-Konstruktion beinhalten, so dass die Verlängerung der Rahmenkonstruktion von der ersten oder der zweiten Strömungsfläche axial wegragt.

**[0143]** Das Fertigungsverfahren kann ferner den Verfahrensschritt des Befestigens des Dichtungssystems an der Filtermedium-Konstruktion beinhalten; wobei der Verfahrensschritt des Befestigens die Verwendung von Klebstoff zur Befestigung des Dichtungssystems an der Filtermedium-Konstruktion beinhalten kann.

**[0144]** Bei einem Fertigungsverfahren sind die folgenden Optionen möglich: der Verfahrensschritt des Bereitstellens einer Filtermedium-Konstruktion beinhaltet das Bereitstellen einer Filtermedium-Konstruktion mit einem äußeren Umfang; der Verfahrensschritt des Bereitstellens eines Dichtungssystems beinhaltet die Bereitstellung einer Rahmenkonstruktion mit einem Lippenelement; und der Verfahrensschritt des Befestigens beinhaltet eine Orientierung des Lippenelementes über den äußeren Umfang der Filtermedium-Konstruktion.

**[0145]** In dem Fertigungsverfahren kann der Schritt des Bereitstellens eines Dichtungssystems die Bereitstellung einer Verlängerung beinhalten, mit einer Ringkonstruktion, die eine äußere radiale Oberfläche, eine gegenüberliegende innere radiale Ober-

fläche und eine Stirnfläche besitzt, wobei das Dichtungselement gegen die äußere radiale Oberfläche, die Stirnfläche und die innere radiale Oberfläche gerichtet ist.

**[0146]** Optional kann in dem Fertigungsverfahren der Schritt des Bereitstellens der Filtermedium-Konstruktion ein Bereitstellen eines Filtermediums mit mehreren Faltenkammern beinhalten, wobei jede der Faltenkammern einen ersten Endteil benachbart zu dem ersten Ende und einen zweiten Endteil benachbart zu dem zweiten Ende besitzt, wobei ausgewählte Faltenkammern an dem ersten Endteil offen und an dem zweiten Endteil geschlossen sind; und andere ausgewählte Faltenkammern an dem ersten Endteil geschlossen und an dem zweiten Endteil offen sind.

### Patentansprüche

1. Luftfilter (**300, 670**), aufweisend:

(a) ein Gehäuse (**305, 672**) mit einem Gehäusefach (**310, 672**) und einer Abdeckung (**315, 674**);

(i) wobei das Gehäuse (**305, 672**) lösbar an dem Gehäusefach (**310, 672**) gesichert ist;

(ii) das Gehäuse (**305, 672**) eine Lufterlassregion (**335, 678**) und eine Luftauslassregion (**330, 680**) aufweist; und

(iii) das Gehäusefach (**310, 672**) eine kreisförmige Dichtungsoberfläche (**260, 660**) aufweist;

(b) eine Filterelementanordnung (**50, 450**), positioniert in dem Luftfiltergehäuse (**305, 672**); wobei die Filterelement-Anordnung (**50, 450**) durch eine relative axiale Bewegung zwischen der Filterelement-Anordnung (**50, 450**) und der internen ringförmigen Dichtungsfläche (**260, 660**) des Gehäuses (**305, 672**) innerhalb des Luftfiltergehäuses (**305, 672**) entfernbar und austauschbar ist, gekennzeichnet durch:

(i) eine gewickelte Mediumkonstruktion (**125, 470**) umfassend eine mit einem unteren Mediumdeckblatt (**132**) verbundene und in einer Rolle konfigurierte Mediumwellenschicht (**123**), wobei:

(A) die gewickelte Mediumkonstruktion (**125, 470**) ein erstes und ein zweites Ende besitzt; und an dem ersten Ende eine erste Strömungsfläche (**105, 471**) und an dem zweiten Ende eine zweite Strömungsfläche (**110, 472**) besitzt;

(B) das Medium in der gewickelten Mediumkonstruktion (**125, 470**) mehrere Rillen (**124**) bildet; und jede der Rillen (**124**) ein erstes an der ersten Strömungsfläche (**105, 471**) angeordnetes Ende (**146**) und ein zweites an der zweiten Strömungsfläche (**110, 472**) angeordnetes Ende (**148**) besitzt, wobei:

(1) eine erste Gruppe (**136**) ausgewählter Rillen (**124**) an dem ersten Ende (**146**) offen und an dem zweiten Ende (**148**) geschlossen sind; und

(2) eine zweite Gruppe (**134**) ausgewählter Rillen (**124**) an dem ersten Ende (**146**) verschlossen und an dem zweiten Ende (**148**) offen sind;

(c) ein Dichtungssystem (**60, 460**) mit

(i) einem Dichtungselement (**250, 650**) und einem Rahmen (**170, 205, 605**), der um eines der ersten und der zweiten Enden der gewickelten Mediumkonstruktion angeordnet ist, wobei: (A) der Rahmen (**205, 605**) eine abhängige Lippe (**251, 651**) aufweist,

(ii) ferner eine Verlängerung (**174**) mit einem Spitzenteil (**263, 663**) besitzt, der in axialer Richtung von und oberhalb einer der ersten und der zweiten Strömungsflächen weg ragt und ferner eine Schulter (**253**) besitzt, die einen Übergangsbereich zwischen der Querschnittsbreite der abhängigen Lippe (**251, 651**) und der kleineren Querschnittsbreite des Spitzenteils (**263, 663**) bildet, wobei:

(A) der Spitzenteil (**263, 663**) des Rahmens (**170, 205, 605**) eine äußere Umfangsfläche (**178**) besitzt; und

(B) der Spitzenteil (**263, 663**) des Rahmens (**170, 205, 605**) einen ringförmigen Dichtungsträger für das Dichtungselement (**250, 650**) bildet; und

(iii) das Dichtungselement (**250, 650**) auf der Verlängerung (**174, 663**) des Rahmens (**170, 205, 605**) angeordnet ist und von der Verlängerung (**174, 663**) des Rahmens (**170, 205, 605**) getragen wird, wobei:

(A) mindestens ein Teil des Dichtungselementes (**250, 650**) auf und um die äußere Umfangsfläche (**178**) des Spitzenteils (**263, 663**) positioniert ist; und

(B) das Dichtungselement (**250, 650**) mit einer nach außen gerichteten peripheren Dichtfläche so ausgerichtet ist, dass es eine lösbare periphere radiale Dichtung (**172, 685**) zwischen der Filterelement-Anordnung (**50, 450**) und einer Gehäuse internen ringförmigen Dichtungsfläche (**260, 660**) bildet, resultierend aus einer axialen Einführung der Filterelement-Anordnung (**50, 450**) in einen dichtenden Eingriff mit der internen ringförmigen Dichtungsfläche (**260, 660**) des Luftfiltergehäuses (**305, 672**).

2. Luftfilter nach Anspruch 1 wobei:

(a) die Abdeckung (**315, 647**) eine Lufterlassregion (**335, 678**) darin aufweist.

3. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei:

(a) ein Abschnitt der Filterelementanordnung (**50, 450**), benachbart zu der ersten Strömungsfläche (**105, 471**) in einem Abschnitt der Abdeckung (**315, 647**) aufgenommen und von dieser umgeben ist.

4. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–3, wobei:

(a) die Abdeckung (**315**) in dem Gehäusefach (**310**) durch Laschen (**325**) gesichert ist.

5. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–4, wobei:

(a) das erste Gehäusefach (**310**) eine kreisförmige innere Querschnittskonfiguration aufweist.

6. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–5, wobei:

(a) die Einlassregion (**335**) und die Auslassregion (**330**) koaxial ausgerichtet sind.

7. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–6, wobei:  
(a) sowohl die erste Strömungsfläche (**105, 471**) als auch die zweite Strömungsfläche (**110, 472**) planar sind.

8. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–7, wobei:  
(a) die Abdeckung (**315, 674**) an dem Gehäusefach (**310, 676**) an einem Ende gegenüber der Luftauslassregion (**330, 680**) entfernbar gesichert ist.

9. Luftfilter nach Anspruch 1 oder 2 aufweisend:  
(a) eine Vorreinigungsanordnung (**679**) stromaufwärts der Filterelementanordnung (**450**);  
(i) die Vorreinigungsanordnung (**679**) einen Staubauswerfer (**681**) aufweist.

10. Luftfilter nach Anspruch 9, wobei:  
(a) die Vorreinigungsanordnung (**679**) in der Abdeckung (**679**) angeordnet ist.

11. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–10, wobei:  
(a) die gewickelte Mediumkonstruktion (**470**) einen Querschnitt mit einem Paar gekrümmter Enden (**511, 512**) besitzt, die mit einem Paar gerader Segmente (**513, 514**) verbunden sind.

12. Luftfilter nach Anspruch 11, wobei:  
(a) der Spitzenteil (**663**) des Rahmens ein Paar gekrümmter Enden besitzt, die mit einem Paar gerader Segmente verbunden sind.

13. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–12, wobei:  
(a) der Rahmen (**170, 205, 605**) radiale tragende Kreuzstreben (**210, 610**) besitzt.

14. Luftfilter nach Anspruch 13, wobei:  
(a) die Kreuzstreben (**210, 610**) sich über die zweite Strömungsfläche (**110, 472**) an dem zweiten Ende der Mediumkonstruktion (**125, 470**) erstrecken.

15. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–14, wobei:  
(a) die nach außen gerichtete periphere Oberfläche des Dichtungselementes (**250, 650**) die Querschnittskonfiguration von Stufen (**266, 267, 268**) definiert, die von der Endspitze (**180**) der Verlängerung (**174, 663**) zu dem Lippenelement (**251, 651**) ansteigen.

16. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–15, wobei:  
(a) die Verlängerung (**174**) ein endloses Element ist, das eine geschlossene Schleifenkonstruktion (**182**) bildet.

17. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–16, wobei:

(a) der Spitzenteil (**263, 663**) des Rahmens eine Endspitze (**180**), eine äußere Fläche (**178**) und eine gegenüberliegende innere Fläche (**176**) besitzt; und  
(b) das Dichtungselement (**250, 650**) einen ersten Teil, der gegen die äußere Fläche (**178**) des Spitzenteils (**263, 663**) orientiert ist; einen zweiten Teil, der gegen die Endspitze (**180**) orientiert ist; und einen dritten Teil, der gegen die Innenfläche (**184**) orientiert ist, besitzt.

18. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–17, wobei:  
(a) die Filterelement-Anordnung (**50, 450**) betriebsmäßig in ein Luftfiltergehäuse (**305, 672**) eines Motors (**703**) mit einem ungefähr definierten Auslegungs-Luftbedarf von mindestens 850 m<sup>3</sup>/h (500 cfm) durch die Filterelement-Anordnung (**50, 450**) eingesetzt ist.

19. Luftfilter nach Anspruch 18, wobei:  
das Dichtungselement (**250, 650**) um mindestens 15% zwischen der Verlängerung (**174, 663**) des Rahmens und einer Seitenwand (**260, 660**) des Luftfiltergehäuses (**305, 672**) zusammengedrückt wird.

20. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–19, wobei:  
(a) das Dichtungselement (**250, 650**) zusammendrückbaren Polyurethan Schaum enthält.

21. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1–20, wobei:  
(a) ein Ausmaß einer Kompression für das Dichtungselement (**250, 650**) zwischen 15% und 40% des dicksten Abschnittes des Dichtungselementes (**250, 650**) liegt.

22. Luftfilter nach Anspruch 1, wobei:  
(a) die Endspitze (**174**) einen Abschnitt eines Rahmens aufweist, der von einer Filterkonstruktion (**100**), welche die Mediumkonstruktion (**125**) umfasst, ohne Beschädigung des Dichtungssystems (**60**) oder der Filterkonstruktion (**100**) entfernbar ist.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

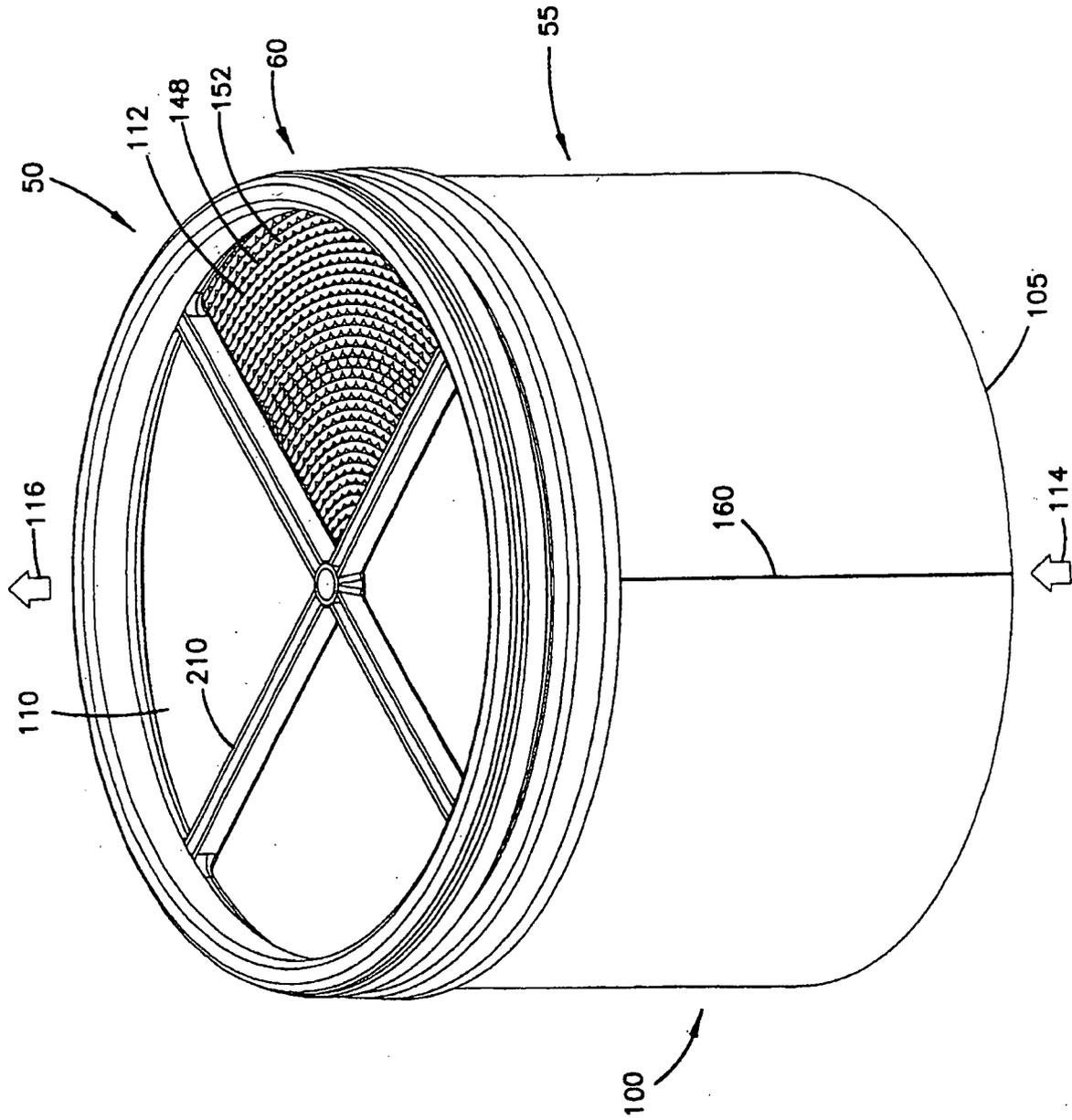


FIG. 1



FIG. 3

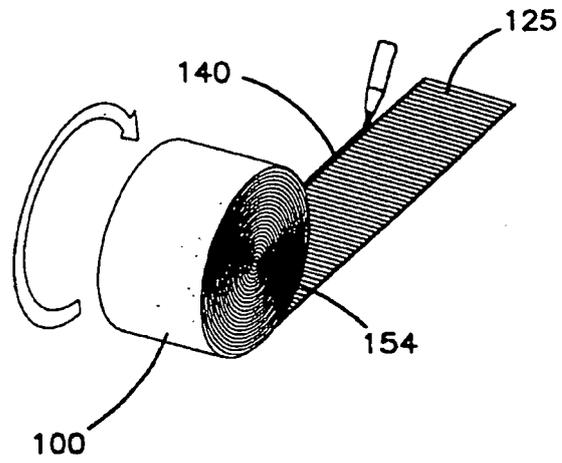


FIG. 7

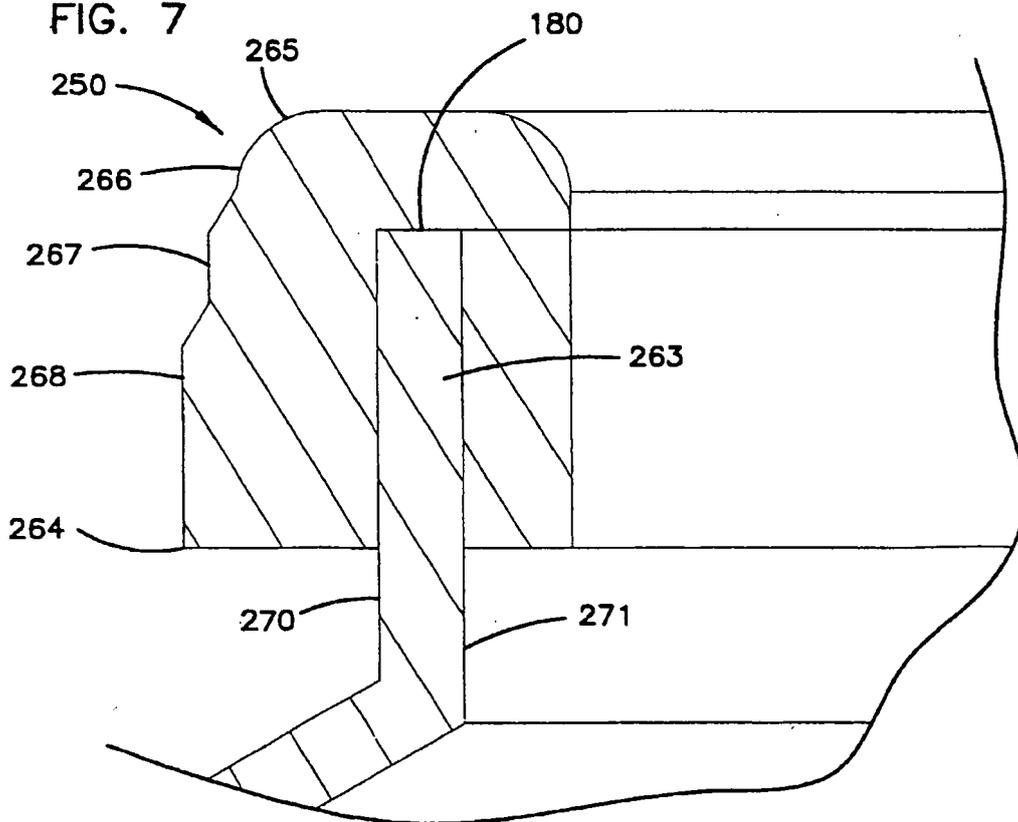


FIG. 4

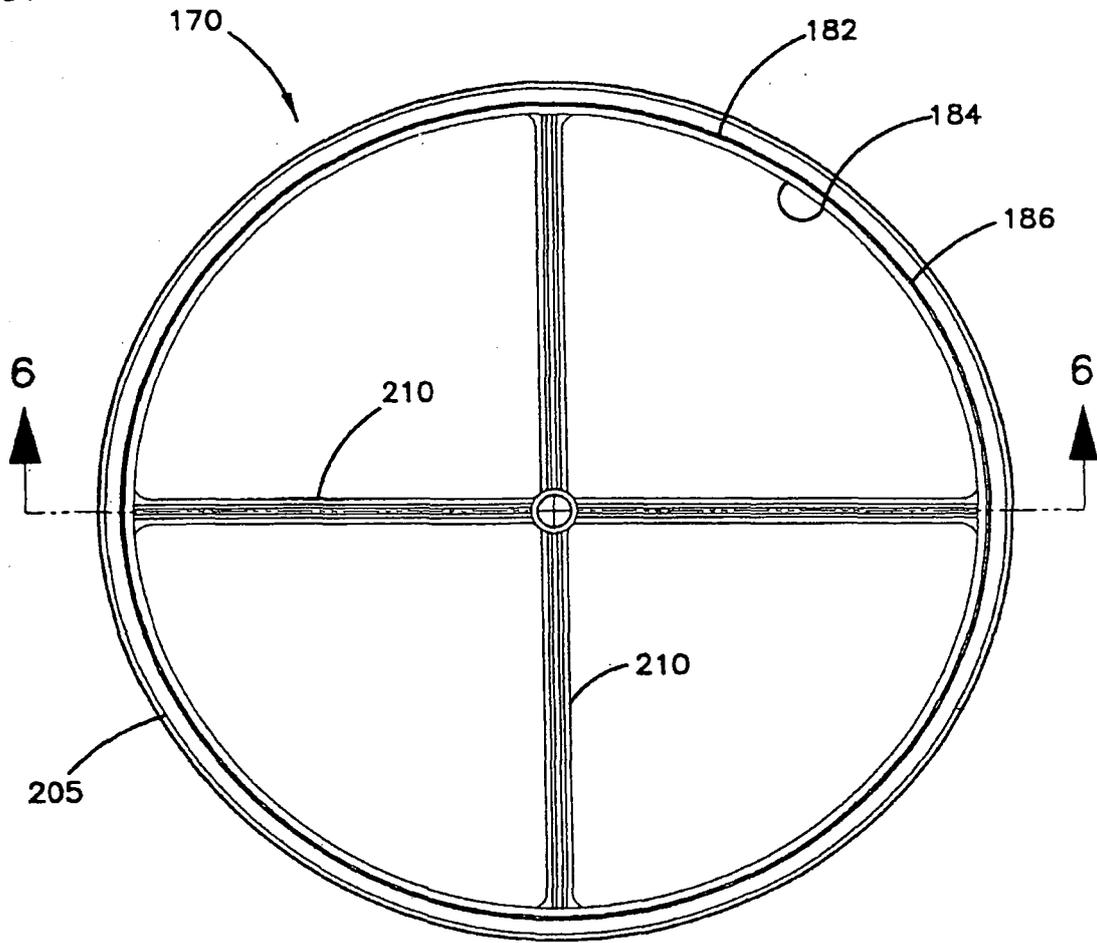


FIG. 6

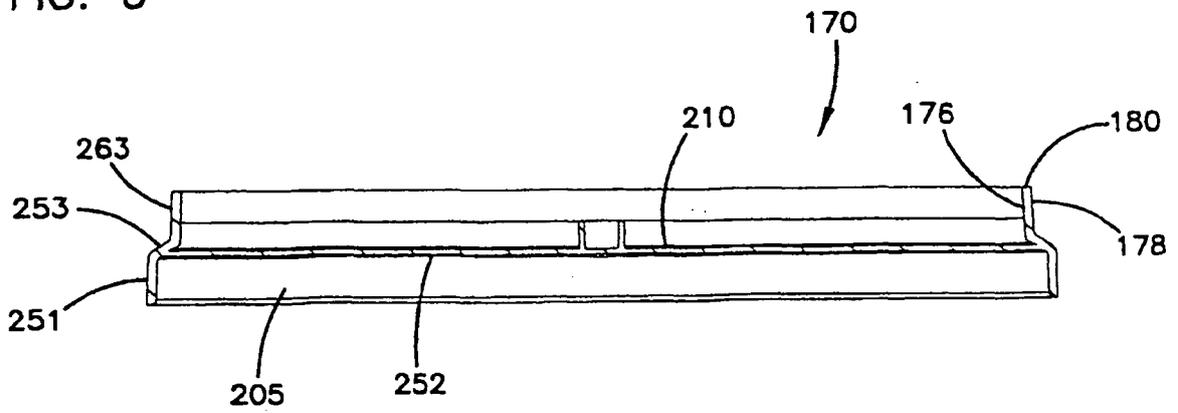




FIG. 8

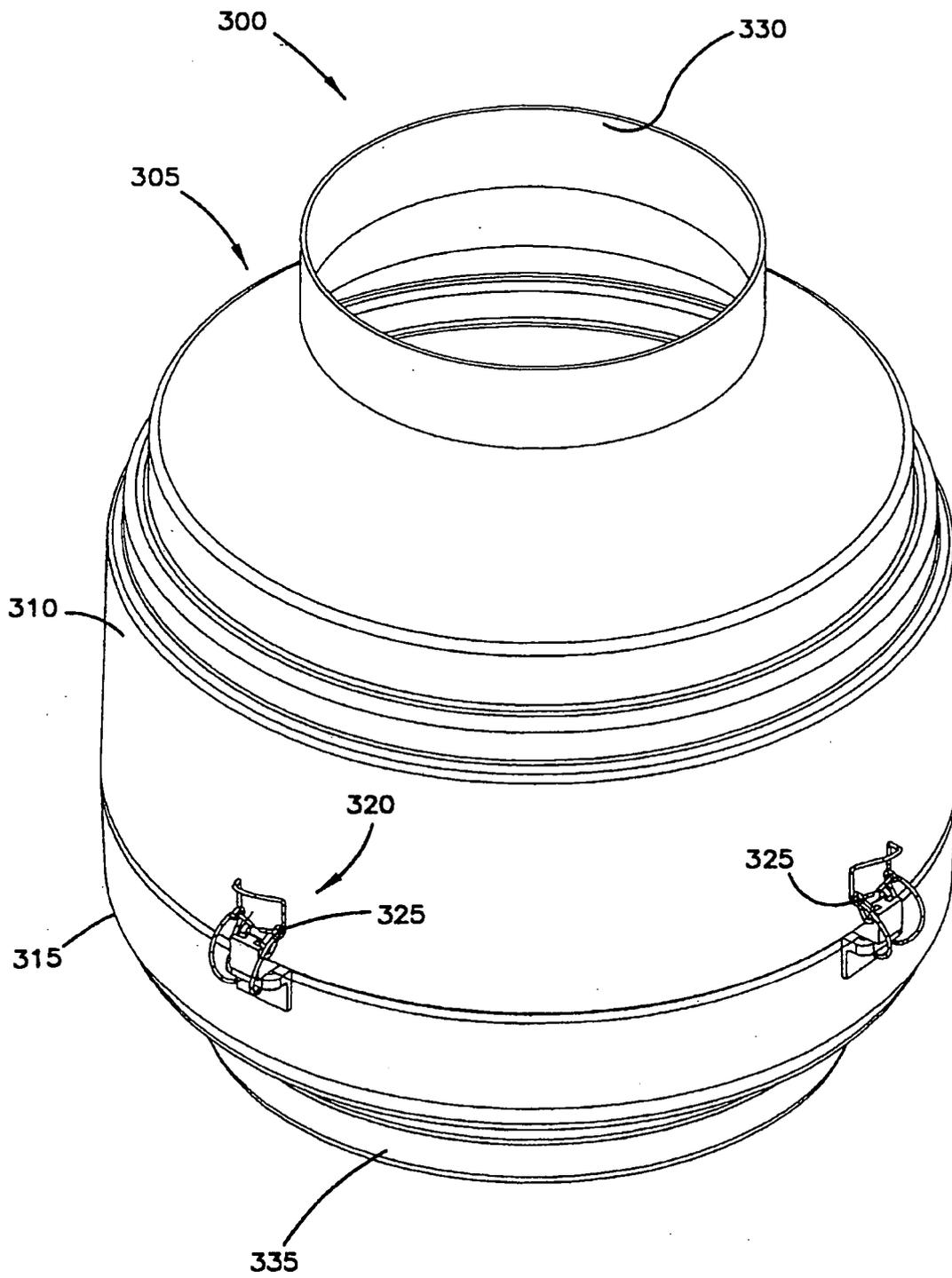
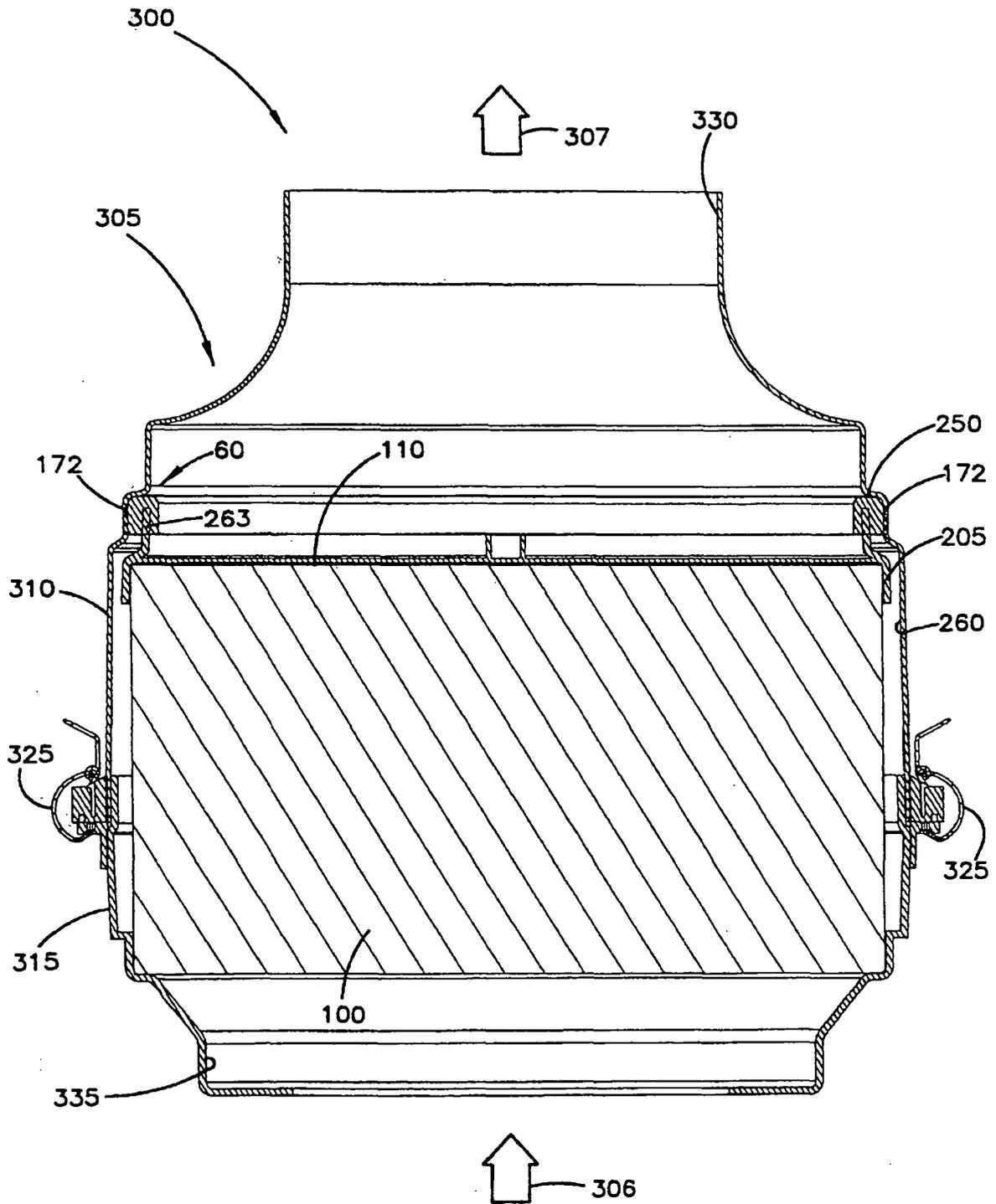
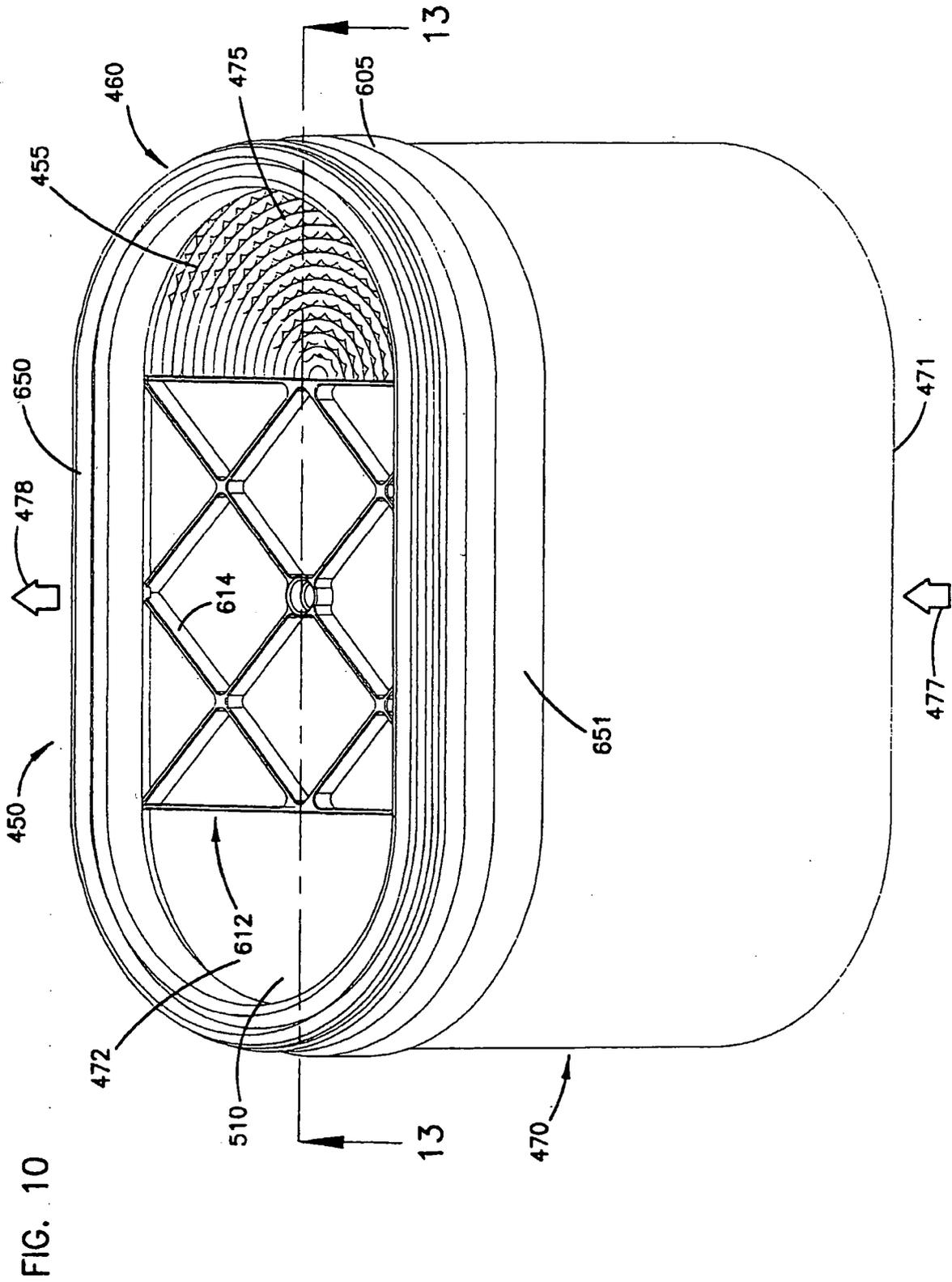


FIG. 9





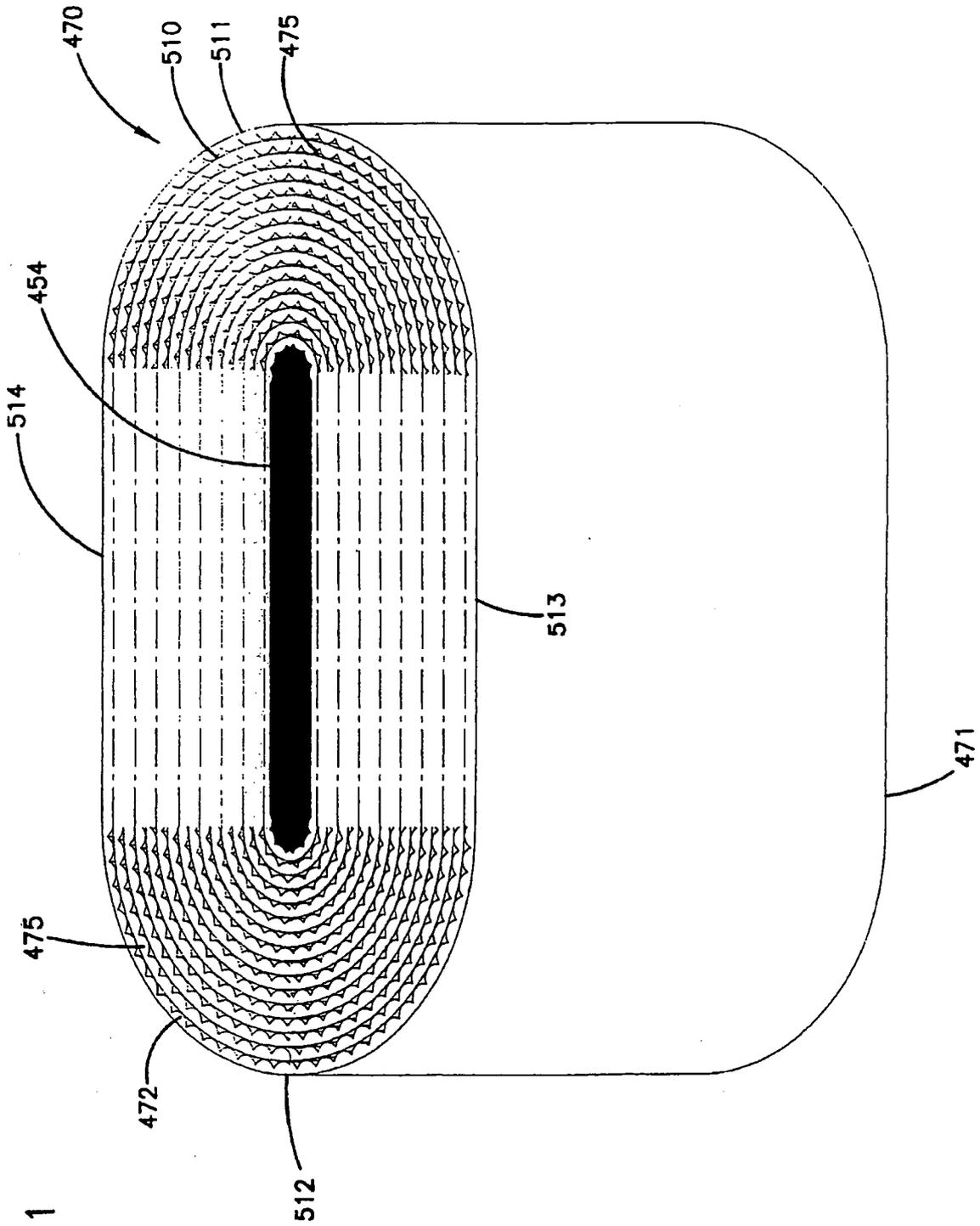


FIG. 11

FIG. 12

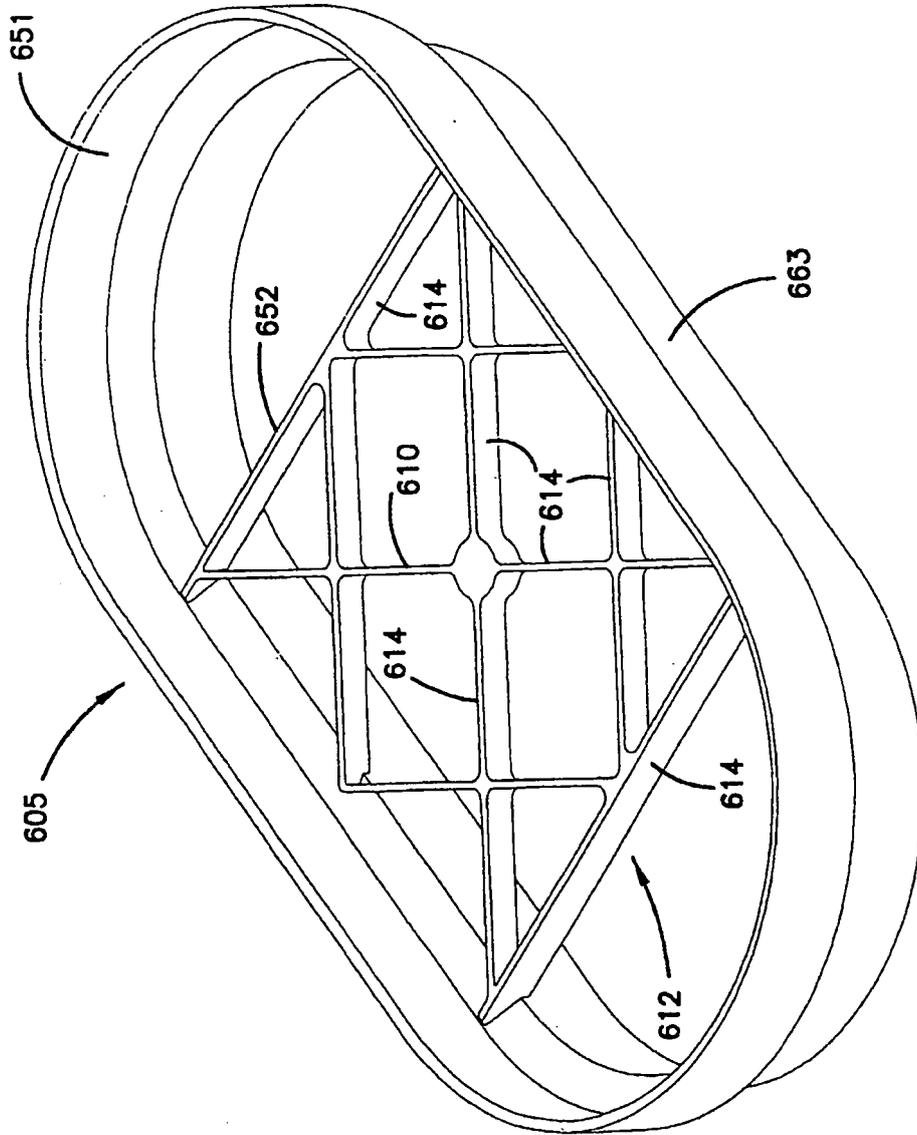
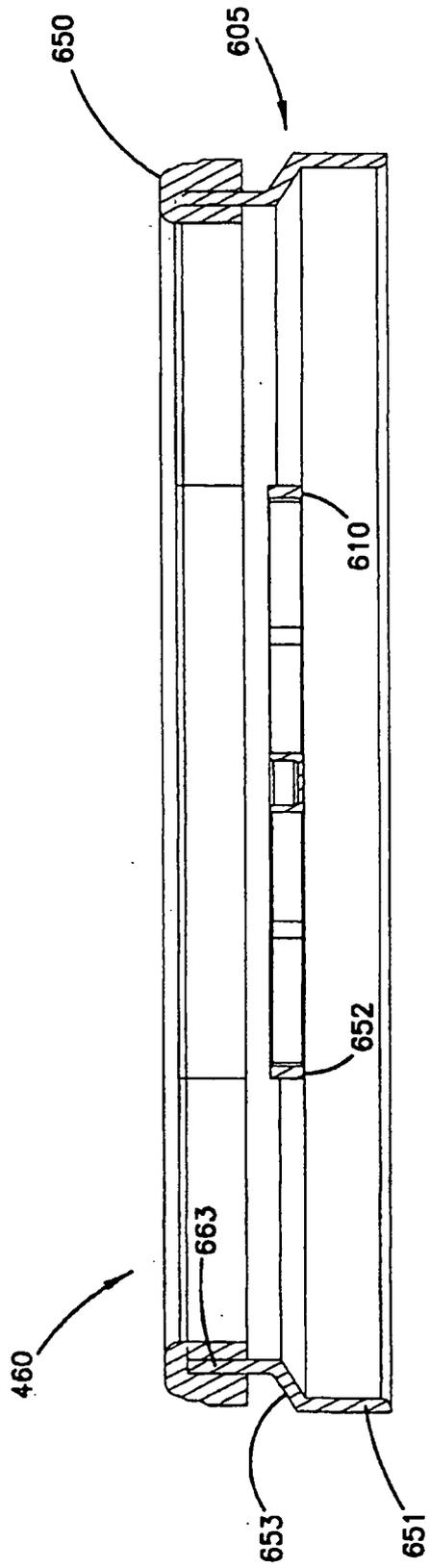


FIG. 13



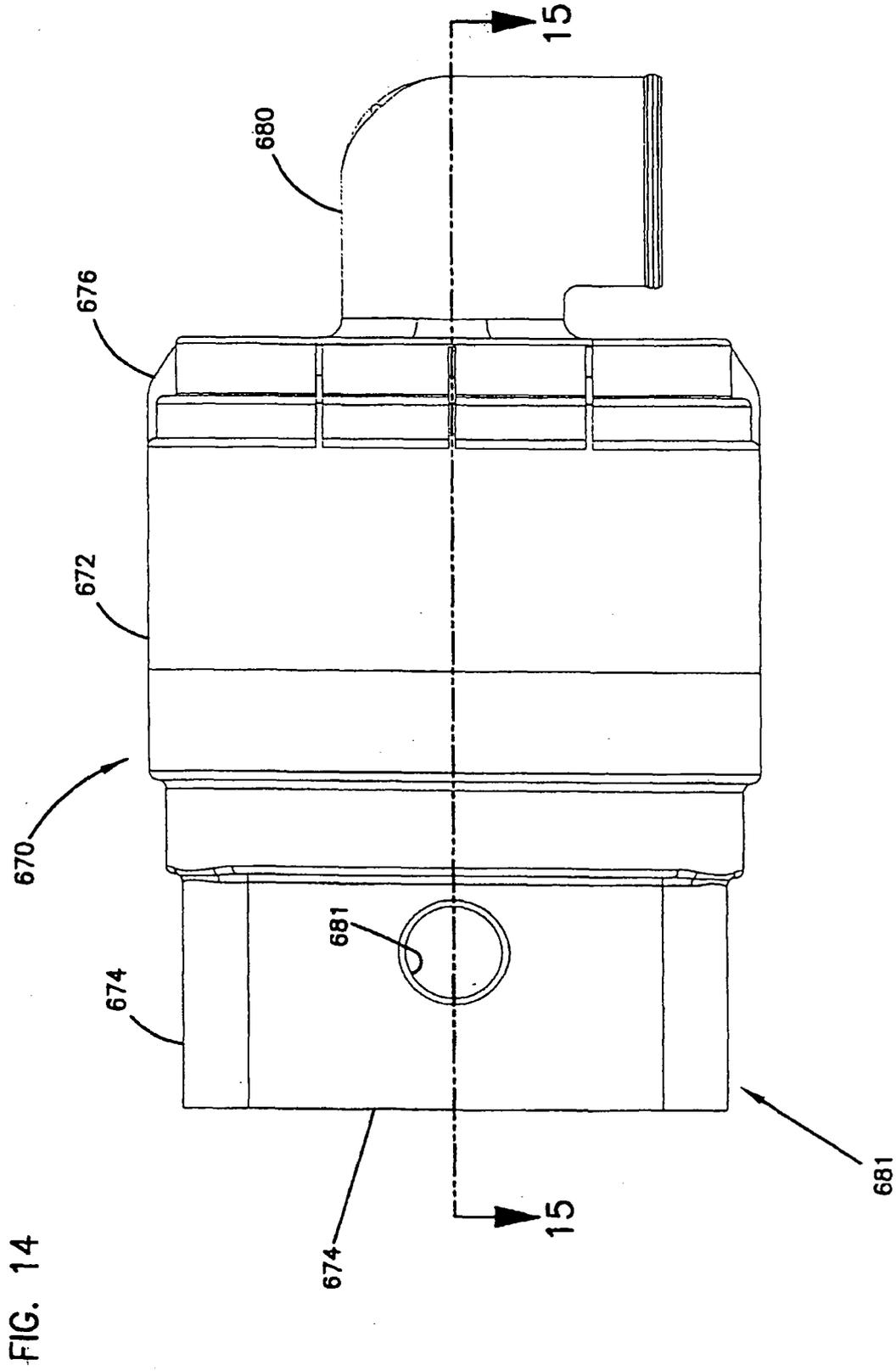


FIG. 15

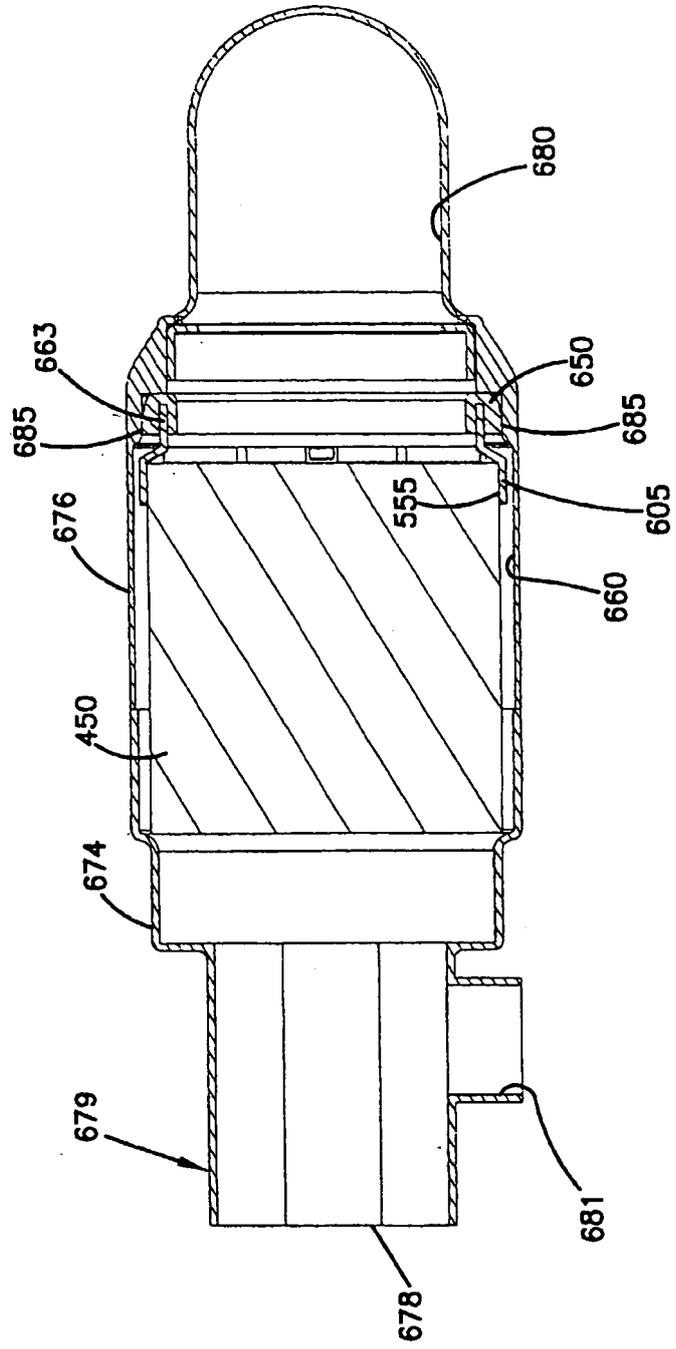


FIG. 16

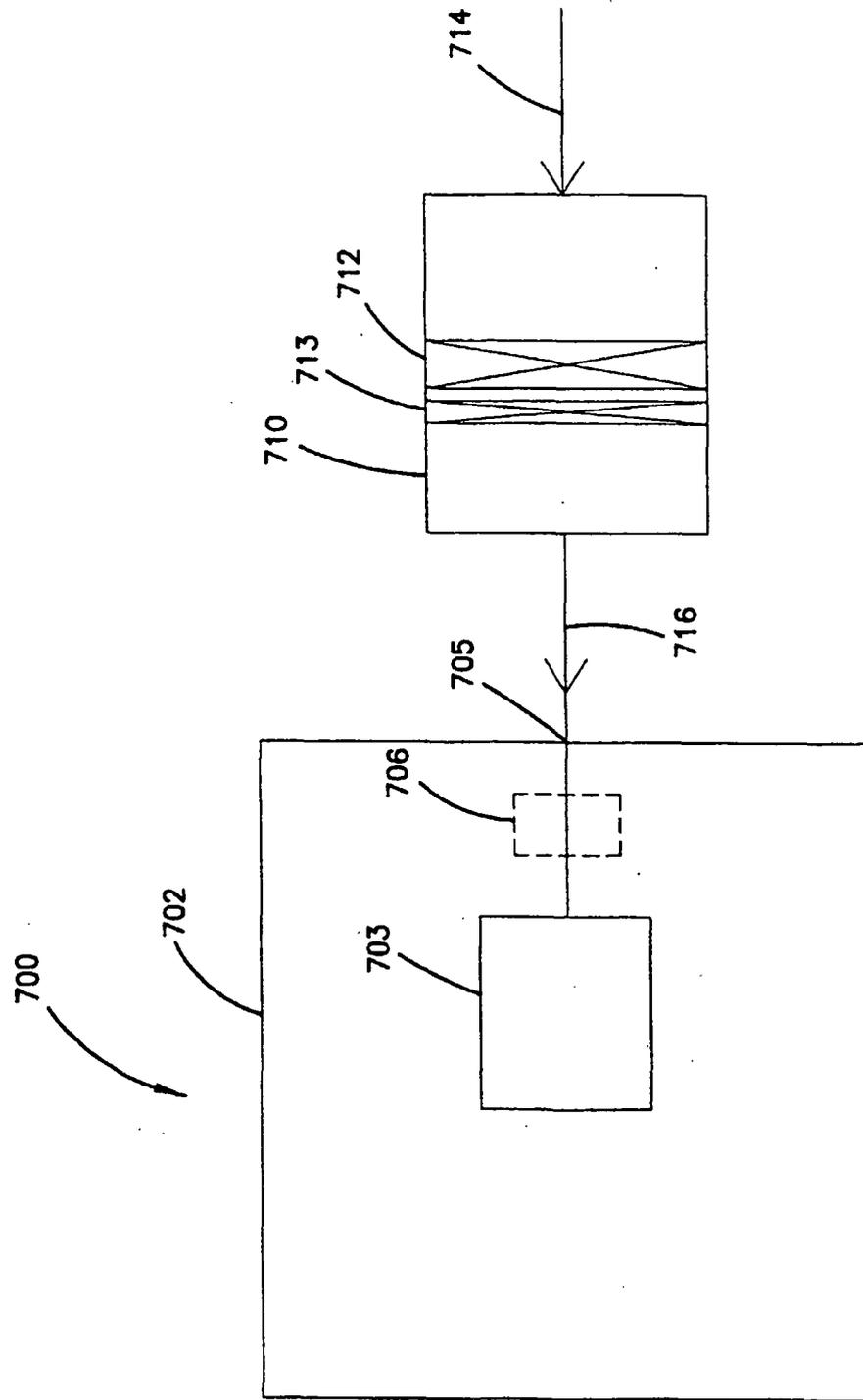


FIG. 17

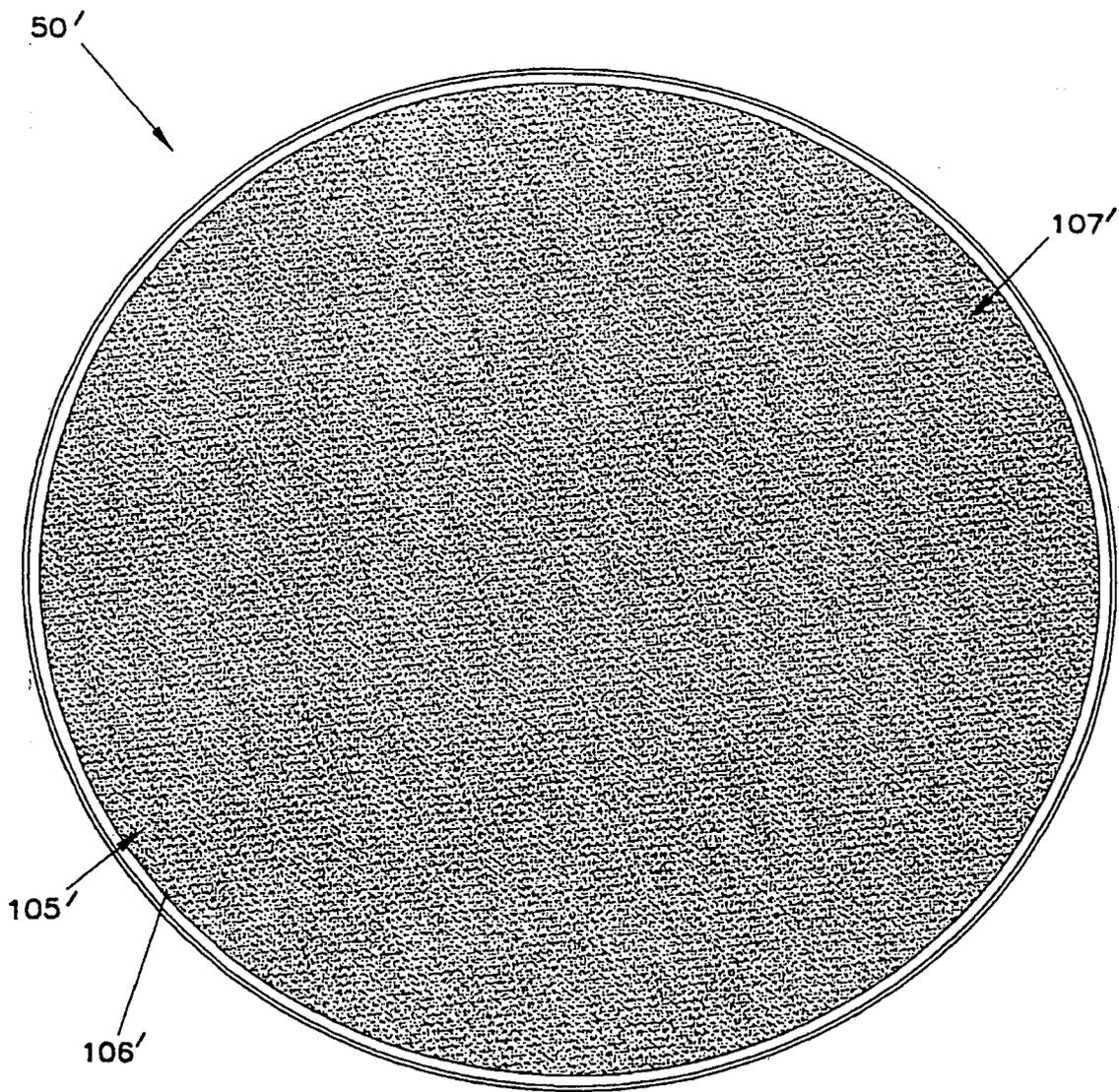


FIG. 18

