(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3722492号
(P3722492)
(45)発行日　平成17年11月30日(2005.11.30)　(24)登録日　平成17年9月22日(2005.9.22)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B01D 46/24　B01D 46/24　Z
B01D 46/42　B01D 46/42　Z

請求項の数 9　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願平8-521831
(86)(22)出願日　平成8年1月16日(1996.1.16)
(65)公表番号　特表平11-501860
(43)公表日　平成11年2月16日(1999.2.16)
(86)国際出願番号　PCT/US1996/000435
(87)国際公開番号　WO1996/021501
(87)国際公開日　平成8年7月18日(1996.7.18)
審査請求日　平成15年1月10日(2003.1.10)
(31)優先権主張番号　08/371,809
(32)優先日　平成7年1月12日(1995.1.12)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　08/551,898
(32)優先日　平成7年10月23日(1995.10.23)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者
ドナルドソン・カンパニー・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国　５５４４０　ミネソタ、ミネアポリス、ウエスト・ナインティフォース・ストリート　１４００
(74)代理人
弁理士　下田　容一郎
(72)発明者　バークホウル、ジェームズ・エル
アメリカ合衆国　５５１２５　ミネソタ、ウッドベリー、マニング・アヴェニュ・サウス　１７４４

最終頁に続く

(54)【発明の名称】フィルタ要素

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１及び第２エンドキャップ(19,20)と、円筒形内側ライナ(30)と、第１スライド構造体(40)と、から成り、エアフィルタ装置のヨークアセンブリに取付けられるフィルタ要素であって、
（ａ）前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)は、これらの間を延びる円筒状に配設されたフィルタ媒体を有し、前記フィルタ媒体(21)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)中に埋設されており、前記円筒形に配設されたフィルタ媒体(21)は前記フィルタ要素内に円筒形内側部を形成しており、
(i)少なくとも前記第１エンドキャップ(19)は中央通気孔(38)を有する軟質ポリマー材で形成されており、
（ｂ）前記円筒形内側ライナ(30)は前記フィルタ要素の前記円筒形内側部を被覆する位置にあり、前記内側ライナ(30)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)間を延びており、
（ｃ）前記第１スライド構造体(40)は中央取付けリム(41)を有しており、前記リム(41)は前記エアフィルタ装置の前記ヨークアセンブリ(9)にスライド係合するため、前記第１エンドキャップ(19)の前記中央通気孔内及び前記円筒形内側ライナ(30)の内径内に位置しており、かつ、前記ヨークアセンブリ(9)への前記フィルタ要素の設置時に前記ヨークアセンブリ(9)と前記内側ライナ(30)及び前記第１エンドキャップ(19)との間に位置し、前記第１スライド構造体(40)は前記円筒形内側ライナ(30)及び前記第１軟質ポリマーエンドキ

ャップ(19)とは別個の部材である、
ことを特徴とするフィルタ要素。
【請求項２】
第１及び第２エンドキャップ(19,20)と、内側ライナ(30)と、第１スライド構造体(40)と、から成り、エアフィルタ装置のヨークアセンブリに取付けられるフィルタ要素であって、
（ａ）前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)は、これらの間を延びるフィルタ媒体を有し、前記フィルタ媒体(21)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)中に埋設されており、前記フィルタ媒体(21)は前記フィルタ要素内に内側部を形成しており、
(i)少なくとも前記第１エンドキャップ(19)は中央通気孔(38)を有する軟質ポリマー材で形成されており、
（ｂ）前記内側ライナ(30)は前記フィルタ要素の前記内側部を被覆する位置にあり、前記内側ライナ(30)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)間を延びており、
（ｃ）前記第１スライド構造体(40)は中央取付けリム(41)を有しており、前記リム(41)は前記エアフィルタ装置の前記ヨークアセンブリ(9)にスライド係合するため、前記第１エンドキャップ(19)の前記中央通気孔内及び前記内側ライナ(30)の内径内に位置しており、かつ、前記ヨークアセンブリ(9)への前記フィルタ要素の設置時に前記ヨークアセンブリ(9)と前記内側ライナ(30)及び前記第１エンドキャップ(19)との間に位置し、前記第１スライド構造体(40)は前記内側ライナ(30)及び前記第１軟質ポリマーエンドキャップ(19)とは別個の部材であり、
(i)前記第１エンドキャップ(19)は、第１の摩擦係数を有し、前記第１スライド構造体(40)は第２の摩擦係数を有し、前記第２摩擦係数は前記第１摩擦係数よりも小さいことを特徴とするフィルタ要素。
【請求項３】
第１及び第２エンドキャップ(19,20)と内側ライナ(30)と、第１スライド構造体(40)と、から成り、エアフィルタ装置のヨークアセンブリに取付けられるフィルタ要素であって、
（ａ）前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)は、これらの間を延びるフィルタ媒体を有し、前記フィルタ媒体(21)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)中に埋設されており、前記フィルタ媒体(21)は前記フィルタ要素内に内側部を形成しており、
(i)少なくとも前記第１エンドキャップ(19)は中央通気孔(38)を有する軟質ポリマー材で形成されており、
（ｂ）前記内側ライナ(30)は前記フィルタ要素の前記内側部を被覆する位置にあり、前記内側ライナ(30)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)間を延びており、
（ｃ）前記第１スライド構造体(40)は中央取付けリム(41)を有しており、前記リム(41)は前記エアフィルタ装置の前記ヨークアセンブリ(9)にスライド係合するため、前記第１エンドキャップ(19)の前記中央通気孔内及び前記内側ライナ(30)の内径内に位置しており、かつ、前記ヨークアセンブリ(9)への前記フィルタ要素の設置時に前記ヨークアセンブリ(9)と前記内側ライナ(30)及び前記第１エンドキャップ(19)との間に位置し、前記第１スライド構造体(40)は前記内側ライナ(30)及び前記第１軟質ポリマーエンドキャップ(19)とは別個の部材であり、
（ｄ）前記フィルタ要素(4)は、６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）の人の体重が圧潰力として前記フィルタ要素の外側面(6)の一部に付加された際に潰れる材料で形成されていることを特徴とするフィルタ要素。
【請求項４】
第１及び第２エンドキャップ(19,20)と、内側ライナ(30)と、第１スライド構造体(40)と、から成り、エアフィルタ装置のヨークアセンブリに取付けられるフィルタ要素であって、
（ａ）前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)は、これらの間を延びるフィルタ媒体を有し、前記フィルタ媒体(21)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)中に埋設されており、前記フィルタ媒体(21)は前記フィルタ要素内に内側部を形成しており、

(i)少なくとも前記第１エンドキャップ(19)は中央通気孔(38)を有する軟質ポリマー材で形成されており、
(ii)前記第１エンドキャップ(19)は、その一部として成形されたシールリング(36)を有する外側面を含み、
（Ａ）前記シールリング(36)は、ベース(47)と、上部(46)とを有し、
（Ｂ）前記ベース(47)の断面巾は前記上部(46)の断面巾よりも広く、
（ｂ）前記内側ライナ(30)は前記フィルタ要素の前記内側部を被覆する位置にあり、前記内側ライナ(30)は前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)間を延びており、
（ｃ）前記第１スライド構造体(40)は中央取付けリム(41)を有しており、前記リム(41)は前記エアフィルタ装置の前記ヨークアセンブリ(9)にスライド係合するため、前記第１エンドキャップ(19)の前記中央通気孔内及び前記内側ライナ(30)の内径内に位置しており、かつ、前記ヨークアセンブリ(9)への前記フィルタ要素の設置時に前記ヨークアセンブリ(9)と前記内側ライナ(30)及び前記第１エンドキャップ(19)との間に位置し、前記第１スライド構造体(40)は前記内側ライナ(30)及び前記第１軟質ポリマーエンドキャップ(19)とは別個の部材である、
ことを特徴とするフィルタ要素。
【請求項５】
（ａ）前記第１スライド構造体(40)は、硬質プラスチック構造体から成る請求項１乃至４のいずれか１項に記載のフィルタ要素。
【請求項６】
（ａ）前記第１エンドキャップ(19)は、シールリング(36)を有する外側面を含み、前記シールリング(36)は、ほぼ３角形の断面を有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のフィルタ要素。
【請求項７】
（ａ）前記第２エンドキャップ(20)は軟質ポリマー材で形成されるとともに、中央通気孔(28)を有し、
（ｂ）前記要素は、第２スライド構造体(50)を有し、前記第２スライド構造体(50)は中央取付けリム(51)を有し、前記第２スライド構造体(50)の前記リム(51)は、前記エアフィルタ装置の前記ヨークアセンブリ(9)とスライド係合するため、前記第２エンドキャップ(20)の前記中央通気孔(28)内及び前記内側ライナ(30)内に位置し、かつ前記ヨークアセンブリ(9)への前記フィルタ要素の設置時に前記ヨークアセンブリ(9)と前記内側ライナ(30)及び前記第２エンドキャップ(20)との間に配置され、
(i)前記第２スライド構造体(50)は硬質プラスチック構造体から成り、
(ii)前記第２エンドキャップ(20)は第３の摩擦係数を有し、前記第２スライド構造体(50)は第４の摩擦係数を有し、前記第４摩擦係数は前記第３摩擦係数より小さく、
(iii)前記第２スライド構造体(50)は前記内側ライナ(30)及び前記第２ポリマーエンドキャップ(20)とは別個の部材である、
ことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のフィルタ要素。
【請求項８】
（ａ）前記第１及び第２エンドキャップ(19,20)は、立方フィート当たり１４～２２ポンドの成形密度及び１０～４０ショアＡの硬さを有する圧縮可能ポリウレタンフォームで構成されていることを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のフィルタ要素。
【請求項９】
（ａ）前記フィルタ媒体(21)はプリーツ付きのペーパー媒体から成ることを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のフィルタ要素。
【発明の詳細な説明】
発明の分野
本発明はエアフィルタに関し、詳細にはエアフィルタ要素に関する。
発明の背景
様々な産業において、空気又は処理ガスから微粒子を濾過するための濾過システムが使用

されている。例えば、生産工程において発生する微粒子は、工場内の空気中から除去することが必要とされる。これらの濾過システムは、基本的に少なくとも１つの、微粒子の捕獲に有効なフィルタを中間部に備えたフィルタ要素を有する。これらのフィルタ要素およびその使用については、米国特許第４，２０９，３１０号、同第４，２１８，２２７号および同第４，３９５，２６９号にその例が記載されている。

多様なフィルタ要素が公知となっている。一般的にフィルタ要素はその使用期間に限度がある。一方、使用期限をすぎたフィルタは、除去及び交換の必要がある。フィルタ要素を交換した場合の、使用済みフィルタ要素の廃棄には、金銭も手間もかかる。

典型的な使用済みフィルタ要素は、その使用場所において廃棄する他はない。使用済みフィルタ要素が、有害物質によって汚染されている場合、その廃棄は、害のない物質によって汚れているものより、更に複雑で費用がかかる。例えば、有害物質によって汚染されたフィルタ要素は、だいたいにおいて、地方の埋立地で処理することはできない。これらのフィルタ要素は、有害廃棄物用投棄場、或いはその他の有害廃棄物処理手段を用いて処理するのが一般的である。

一般に、工業用フィルタ要素は輸送が困難な大きくてかさばる物品である。そのサイズ及び形状が故、また、フィルタ要素上に集められた物質による汚染を抑制したいという要望から、汚染された工業用フィルタは０．２０６立方メートル（５５ガロン）のドラム缶で輸送するのが標準である。時には０．２０６立方メートル（５５ガロン）のドラム缶１個で１個のフィルタ要素しか輸送できないようなサイズのものもある。使用したフィルタ要素毎に０．２０６立方メートル（５５ガロン）のドラム缶または樽を入手し、これを輸送するには費用がかかり、費用効率が悪い。

米国優先親出願に記載された発明の概要

米国親出願に開示された発明は、エアフィルタ装置内のヨークアセンブリに取付けられるフィルタ要素に関する。このフィルタ要素は、一般に、中央通気孔及び第１スライド構造体を有する。前記スライド構造体は、円形とされ、硬質プラスチックで形成される。前記スライド構造体は中央取付けリムを有する。このリムは、フィルタ要素をエアフィルタ装置のヨークアセンブリに搭載した際にそのヨークアセンブリ上をスライドする向きになるように中央通気孔内に配置される。中央取付けリムは、円形スライド面を形成し、このスライド面は、フィルタ要素がヨークアセンブリに対してスライド式に嵌合／離脱した時にヨークアセンブリに当接する。

親出願の開示によれば、好ましくは第１スライド構造体は、この発明によるフィルタ要素の第１エンドキャップ内に配置される。また、第２スライド構造体は、フィルタ要素の第２エンドキャップ内に配置される。好適には、これらのエンドキャップは、柔軟で、圧縮可能なポリマー材で構成される。好適には、前記エンドキャップの摩擦係数（即ち、ヨークとスライド係合した際に示すエンドキャップの摩擦係数）は、スライド構造体の一部であるスライド面の摩擦係数より大きい。第１エンドキャップは、好ましくはその内部にシールリングを有する。前記シールリングは、一般に三角形断面を有する。

改良の概要

更なる研究の結果、優先親米国出願のものに関連するいくつかの好適な構造体が開発された。フィルタ要素は、好ましくはスライドリングが支持構造体から成っており、もってフィルタ要素は、２２．６７５ｋｇ（５０ポンド）、好適には３６．２８～４５．３５ｋｇ（８０～１００ポンド）の荷重の下で円形から１．２７ｃｍ（０．５インチ）以上変形することがない。このような目的に用いられる好適な支持構造体は、ガラス充填ポリマー材であり、最適にはガラス充填ナイロンである。この材料は、好適には少なくとも１５重量％、最適には約２０～４０重量％のガラスが充填されている。かくして、変形に対する抵抗は、チューブシートなどの面に軸方向に封止されたフィルタ要素に荷重がかかった際に発揮される。この評価技術を以下に示す。

本書で説明する技術は、広範なフィルタ要素に適用可能である、この技術は、外径が少なくとも２５．４ｃｍ（１０インチ）（フィルタ要素を覆うエンドキャップの外径）、内径が少なくとも１２．７ｃｍ（５インチ）（エンドキャップの中の通気孔の内径）、長さが

少なくとも２５．４ｃｍ（１０インチ）、典型的には５０．８～７６．２ｃｍ（２０～３０インチ）の円筒形のフィルタ要素への応用に特に適する。例えば外径が約２５．４～３８．１ｃｍ（１０～１５インチ）、内径が約１２．７～２５．４ｃｍ（５～１０インチ）、長さが約５０．８～７６．２ｃｍ（２０～３０インチ）が本書に記載する技術に容易に適合する。その他のサイズの要素への適用も以下の説明から自明である。
好適にはフィルタ要素は、エンドキャップ上のシールリングを有し、典型的で好適な装置にあってはシールリングは、第１エンドキャップの外周方向の、第１エンドキャップ中央通気孔から約０．５０８～１．７７８ｃｍ（０．２～０．７インチ）（典型的には０．２５～０．５５インチ）のところに位置する。これにより、市販装置に、漏れリスクを許容範囲内に抑えた、便利で効果的なシールを実現する。上記寸法は、TORIT（登録商標）Downflo（登録商標）およびDownflo（登録商標）IIなどの市販ユニットに使用する要素のために特に開発されたものである。
好適な構成において、第２支持構造体或はスライド構造体は第２エンドキャップ中に配置されている。

【図面の簡単な説明】

図中、同一の参照符号及び数字はいくつかの図を通じて対応する要素を表す。
図１は、本発明のフィルタ要素を含むダストコレクタの一部を切り欠いて示す概略側面図である。
図２は、本発明の好適な実施例によるフィルタ要素の斜視図である。
図３は、図２の３－３線に沿う断面図である。
図４は、図３の部分拡大図である。
図５は、ダストコレクタに取付けられた本発明の好適実施例によるフィルタ要素の分解部分概略斜視図である。
図６は、図２に示したフィルタ要素の部品の斜視図である。
図７は、図６のフィルタ要素の部品の底面図である。
図８は、図６の部品の平面図である。
図９は、図２に示したフィルタ要素を破壊して示す概略端面図である。
図１０は、構造体とシール結合した状態における、図４のフィルタ要素に類似する本発明の好適実施例によるフィルタ要素の拡大部分断面図である。
図１１は、本発明によるフィルタ要素の概略斜視図であり、１２０°上周領域を仮想線で示している。
図１２はTORIT（登録商標）Downflo（登録商標）工業用フィルタ装置に概ね従う空気排出口を有するチューブシートの部分概略図であり、仮想線は、フィルタ要素の一定の特徴の使用時における位置関係を示す。
図１３は、図１２に類似する図であり、変形時の部材の位置を仮想線で示す。
図１４は、市販のDownflo（登録商標）Ｉフィルタ装置に用いる好適な外径を有する本発明による支持構造体の平面図である。
図１５は、図１４の１５－１５線に沿う部分断面図である。
図１６は、図１４の１６－１６線に沿う部分断面図である。
図１７は、図１４の１７－１７線に沿う部分断面図である。
図１８は、市販のDownflo（登録商標）IIフィルタ要素に用いる形状とされた本発明による支持構造体の平面図である。
図１９は、図１８の１９－１９線に沿う部分断面図である。
図２０は、図１８の２０－２０線に沿う部分断面図である。
図２１は、図１８の２１－２１線に沿う部分断面図である。
図２２は、図１０に類似する部分断面図であり、市販のDownflo（登録商標）IIフィルタ要素の使用に適した形状を有し、その支持構造が図１８～２１に示す形状であることを示す。

米国特許出願第08/371,809の開示の詳細な説明

フィルタ要素の構成材料の課題

様々な工業界では、工業過程で発生するダスト若しくは他の粒子物を含む空気またはその他のガスを濾過するシステムが必要とされている。典型的に、この種の空気清浄装置またはダストコレクタは、清浄空気排出口と、汚染空気吸込口と、少なくとも一つのフィルタ要素と、フィルタ要素のハウジングと、フィルタ要素をハウジングに取付けるための支持構造体を有する。一定の場合、連続清浄（即ち、ハウジングからフィルタ要素を取外さずに周期的に空気清浄を行う）装置が使用される。このタイプのダストコレクタ若しくは空気清浄装置の例としては、1980年8月19日付でRobert.E.Freyに付与された米国特許第4,218,227号（以下'227号特許）がある。'227号特許の明細書を参照してその記載を本書に含めることとする。

上記並びにその他のダストコレクタ及び空気清浄システムへのフィルタ及びフィルタ要素の使用を容易にするため、これらの要素が短時間に処理できるガス量を減らさずにそのフィルタ要素及びフィルタのサイズを下げる努力が重ねられた。極端に大きなフィルタ要素及びフィルタは、かさばって取り扱いに不便であり、設置及び交換が困難である。要素及びフィルタのサイズ減少努力の例が、1980年6月24日付でJames Berkhoelに付与された米国特許第4,209,310号（以下'310特許）に記載されている。'310号特許の明細書を参照してその記載を本書に含める。この種の工業用フィルタ要素のサイズを下げる努力は有効ではあったが、単一要素の輸送に０．２０６立方メートル（５５ガロン）のドラム缶１本を必要とするような大きさの要素しか開発できなかった。

1983年7月26日付でFrederick Schulerに付与され、参照によって本書に含めた米国特許第4,395,269号は、第4,209,310号特許のフィルタ要素の使用について記載している。このフィルタ要素の取付けは、フィルタアセンブリ内に要素を支持するヨークまたはヨークアセンブリに滑り込ませることによって行う。フィルタ要素の交換が必要になったとき、ヨークアセンブリからフィルタ要素を取り外してこれを廃棄する。

米国特許第4,209,310号及び米国特許第4,395,269号に記載されるタイプのフィルタ要素は、廃棄が容易でないものの典型であり、その理由の１つはフィルタ要素廃棄のための破壊が容易でないことである。従って、使用済みフィルタ要素は、通常、工業環境から投棄場所まで０．２０６立方メートル（５５ガロン）のドラム缶に入れて輸送する。典型的に、ドラム缶一本で要素１個しか輸送できない。これは、各要素に含まれる構成材料がスペース確保のためにクラッシュし難いからである。

多くの場合、クラッシュし難くするフィルタ要素の構成部材はエンドキャップである。特に、工業用フィルタ装置の多くに利用されるフィルタ要素は金属製のキャップを採用している。金属製エンドキャップは、比較的高い圧縮力を付加できる特別な装置なしでクラッシュするのは難しい。（エンドキャップ材として硬質プラスチックを使用した場合も同じ様な問題に遭遇する。）金属製エンドキャップほどは硬くない材料をエンドキャップに採用することにより、金属製エンドキャップの問題を回避することを想起するかもしれない。しかし、問題は依然として残る。

特に、例えば米国特許第4,395,269号に開示されるような形式のヨークアセンブリにフィルタ要素をスライド着脱するとき、スライド作用または取付け作用は、エンドキャップとヨークアセンブリ部分との間のスライド接触を伴う。スライド作用時に係合するエンドキャップとヨークアセンブリ部分の両方が金属製（或は硬質プラスチック製）である場合、取付けまたはスライドは比較的容易に実現する。つまり、エンドキャップとヨークの金属間の摩擦係数が、手の力で容易に克服できる程に低い。即ち、組立て時に互いに係合するエンドキャップ部分及びヨーク部分は概ね滑らかである。

しかし、エンドキャップの金属を、簡単にクラッシュできる柔らかくて圧縮可能なポリマー材に代えた場合、スライド時或は取付け時のフィルタ要素とヨークアセンブリとの係合は、オポリマー材とヨークアセンブリ材との間のスライド係合を伴う。ポリマー材が柔らかいゴム系材である場合、

(1)スライド係合がエンドキャップを容易に損傷し、

(2)ゴム系材が（ヨークとともに）高摩擦係数を示し、スライド作用に抵抗する。このため、要素の所定位置への設置及びシールが困難になる。

米国特許出願第08/371,809号の有効な構成

米国特許出願第08/371,809号は、好適なフィルタ要素構造を提供する。この好適な構造は、(1)米国特許出願第4,395,269号に記載されるような、フィルタ要素部分が取付け時にヨーク部分に沿ってスライドするタイプのヨークアセンブリへの取付けが簡単で、(2)使用後のフィルタ要素を廃棄のためクラッシュし易いことである。特に、比較的柔らかくて高摩擦のポリマー材を、そのシール能力、構成し易さ、クラッシュし易さといった利点をエンドキャップに活かしている。同時に、フィルタ要素は、比較的に柔軟かつ圧縮可能なポリマーエンドキャップ材が、ダストコレクタへの要素の取付け及び取外し時に、ヨーク又はハウジングの部分とのスライド係合（接触）から保護されるようにする構成を備える。特定の好適実施例にあっては、フィルタ要素は、その使用場所である工場その他の施設において、必要により、特別な器具を用いずにクラッシュできるようになっている。この特徴は、フィルタ要素の構成時に、平均労働者の体重でクラッシュする材料を使用することで達成される。つまり、フィルタ要素は、労働者がその上に乗るか、踏みつけることによって簡単に潰れる。本発明によって提供される特定の構成のものは、体重が６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）の労働者がそのフィルタ要素を踏むか、その上で飛び跳ねると簡単に潰れる。

図１の参照符号１は、米国特許出願第08/371,809号に記載のフィルタ要素を含むダストコレクタまたはエアフィルタ装置を示す。フィルタ要素が図２～図９を参照して本書で説明するごとくなっている点を除き、装置１は、概ね米国特許第4,395,269号に記載の通りである。汚染空気または処理ガスは、汚濁空気吸込口２からダストコレクタ１に入り、濾過された空気またはガスは、清浄空気排出口３から排出される。図１は、フィルタ要素４が見えるようにハウジング５の一部を切り欠いて示す側面図である。空気またはガスから濾過若しくは集塵された微粒子の大部分は、フィルタ要素４から落下し、漏斗状ハウジング５ａに集められて除去される。図１には８個のフィルタ要素４が示されており、その中の２つに符号４ａ及び４ｂが付されている。

図１の装置は、基本的に“前方流”フィルタ要素４である。従って、濾過される空気は、各フィルタ要素４にその内側のフィルタ媒体を通り、フィルタ要素の解放中央部に至る。フィルタ要素４は、濾過空気が中央部から出られるよう通気孔を有する。最終フィルタ要素の浄化された空気流は、次いで所望方向、例えば周囲環境に向けられる。従って、図１のような装置では、汚染物質は、通常、各フィルタ要素４の外側面６上に集められる。図１の装置１は、フィルタ要素４の位置どりを示す概略図であり、パルス式クリーニング装置などの詳細は含まれない。一般に、パルスクリーニング装置を使用した場合、周期的に各フィルタ要素４に付着した微粒子（負荷）が漏斗状ハウジング５ａに払い落とされる。引続き図１を参照するに、フィルタ要素４は対単位で同心に配設されている。いずれかの要素対、例えば最上対７を装置１から取り外すためのアクセスは、カバー或はリテーナ８を介して行われる。特に、装置１からフィルタ要素対７を取り外す場合、リテーナ８をも外す。これは、図５を参照すると分り易い。

図５は、フィルタ要素対７の分解斜視図であって、装置１への取付け部分を示す。フィルタ要素４ａ及び４ｂは、ヨークアセンブリ９に取付けられ、リテーナ８によって固定される。ヨークアセンブリ９は、ハウジング５のハウジング面１１に取付けられている。特に、ヨークアセンブリ９は、リテーナ８のネジ穴（図示せず）に嵌合する方向に向いたネジ部材１０を有する。組み立て時、リテーナ８は、ヨークアセンブリ９に、より詳細にはガイドロッド１２にフィルタ要素４ａ及び４ｂを固定するためネジ支柱１０に十分に締めつけられる。図５の符号４ｂは、リテーナに近接する要素４を示す。

好適には、リテーナ８は、フィルタ要素４ａ、４ｂ間及びフィルタ要素４ａとハウジング面１１との間に密閉係合を実現するため、充分な力をフィルタ要素４ｂに与える。また、好ましくはフィルタ要素４ｂとリテーナ８の間も密閉係合させる。

図１と図５の対比から分るように、フィルタ要素４ａと４ｂの取付け時、作業者は、設置する際にヨークアセンブリ９とスライド係合するフィルタ要素４ａ、４ｂの部分とヨークアセンブリ９との間に生じる摩擦係数に克服するのに十分な圧縮力を加える必要がある。

特に、図１において、スライド作用は、上方に向かう（つまり、オペレータはフィルタ要素４をヨークアセンブリ９にスライド嵌合する際にフィルタ要素４を上方に押圧する必要がある）。フィルタ要素４ａ、４ｂとヨークアセンブリ９との間の摩擦係数が比較的高い場合、オペレータは、取付け時、フィルタ要素４ａ、４ｂをヨークアセンブリ９に沿って押す特別な器具を必要とする。実際、摩擦が非常に大きい場合、取付け時にヨークアセンブリ９とフィルタ要素４ａ、４ｂの双方が損傷を受けることになる。また、摩擦係数が比較的高いと、要素４ａ、４ｂ間、要素４ａと面１１との間、及び、リテーナ８と要素４ｂとの間に良好なシールを実現し難くなる。つまり、必要箇所に良好なシールを形成するためリテーナを介して十分な圧縮力を加えることが難しくなる。

以下の詳細な説明から分るように、図１及び図５に示すような装置において、必要なシール係合は、図５に示した軸１５に沿ってリテーナ８とハウジング面１１との間に向けられる軸方向の力によって実現される。次いで圧縮力がリテーナ８を十分に締めつけることによって提供され、フィルタ要素４ａ、４ｂとヨークアセンブリ９との間の摩擦係数が克服され、軸方向圧縮力が制御される。つまり、フィルタ要素４ａ、４ｂとヨークアセンブリ９との間の摩擦係数が大きすぎると、オペレータによる良好なシールを得るためのリテーナ８の締め付けが困難になる。

従来の装置において、フィルタ要素とヨークアセンブリの係合は、フィルタ要素のエンドキャップによって達成される。典型的に、各エンドキャップは、取付け時にヨークアセンブリに沿ってスライドするなめらかな内側リム或はエッジを有している。従来の装置におけるように、ヨークアセンブリとフィルタ要素エンドキャップの両方が、滑らかな金属等の滑らかな材料で形成されていれば、両者間の摩擦係数が比較的低いため、スライド係合は比較的容易である。しかし、前述したように、金属製エンドキャップを有するフィルタ要素はクラッシュするのが困難である。また、摺動時にヨークアセンブリと係合するフィルタ要素の部分、例えばエンドキャップが比較的高い摩擦係数を示す柔軟なポリマー材で形成されていると、フィルタ要素の所定位置への取付けが困難である。

図２～図４及び図６～図９に関する説明から明らかなように、好適なフィルタ要素４は次のように構成されている。即ち、クラッシュ目的に対して有利な柔軟なポリマー材をフィルタ要素のエンドキャップに使用する一方、要素４の取付けを妨げるようなスライド係合時の柔軟なポリマー材とヨークアセンブリ９の接触を防止する構造体が設けられている。

図２は、フィルタ要素４の斜視図である。この特定のフィルタ要素４は、第１及び第２エンドキャップ１９、２０を有し、これらの間に図３に示すようなフィルタ媒体２１を備える概ね円筒形のフィルタ要素である。フィルタ媒体２１は工業用フィルタ要素に使用可能な如何なるフィルタ媒体であってもよい。例えば、'269号特許に開示されたプリーツ付きペーパーフィルタ媒体も本発明に使用可能である。

一般に、図１及び図５において前述したような装置では、濾過機能は、濾過する空気を要素４の外側面６に導くことによって実現される。フィルタ要素４の内部２７に達した空気が濾過される。フィルタ要素４は、濾過後の空気が通過する通気孔２８を有する。図３に見られるように、通気孔２８は各エンドキャップ１９及び２１に設けられている。通気孔２８は、図５から最も詳しく分るように、取付け時にヨークアセンブリ９の部分の延長部を提供する。

図３は、フィルタ要素４の断面図である。図２及び図３に示される特定装置にあっては、フィルタ媒体２１は、プリーツ付きペーパー製の円筒形延長体２４から成る。要素４は、内側及び外側ライナ３０、３１をそれぞれ有する。内側及び外側ライナ３０、３１は、第１及び第２エンドキャップ１９、２０の間を延びる。フィルタ媒体２１は、従来通りに内側及び外側ライナ３０、３１間に配置される。図３に示すような好適な構成では、内側及び外側ライナ３０、３１は、フィルタ要素工業界で広く知られた多孔材で構成される。典型的に、これらの部材は、円筒状に形成された多孔金属シートまたは膨張金属スクリーンを含む。

続けて図３を参照するに、第１エンドキャップ１９は媒体２１の端部３５を被覆する。エンドキャップ１９は、フィルタ媒体２１及びライナ３０、３１が植設されたポリマー材で

構成される。一般に、エンドキャップ１９に含まれるポリマー材は、フィルタ要素の組み立て時に流動してエンドキャップ１９に近接するフィルタ要素成分を接着する。
使用時にフィルタ要素のエンドキャップに加わる力に耐えられ、汚染空気に晒された際に一体性を維持でき、フィルタ要素をクラッシュ可能にするポリマー材が本発明に使用可能である。一般に、本発明によるフィルタ要素を“クラッシュが容易”と記載した場合、フィルタ要素が、その中央長手軸に対してほぼ直角に加わる力、つまり図３の矢印３９の方向の力によって比較的簡単にクラッシュできることを意味する。好ましくは要素は、機械的クラッシャを使用してもよいが、希望により、人がその上にのるか、踏み付けることによって簡単にクラッシュできるようになっている。好ましくは６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）の体重の人が、フィルタ要素の上にのるか、踏み付ける程度の力で、容易に潰れるような素材でフィルタ要素を構成する。典型的に、本発明のフィルタ要素は、（クラッシュ力が付加される方向に測定した場合の）潰れたフィルタの寸法が原寸法の３分の１以上にならないように潰れる。従って、必要により、汚染された工業サイズのフィルタ要素３つを１個の０．２０６立方メートル（５５ガロン）ドラム缶または樽で輸送することも可能である。しかし、破壊しない場合、工業サイズのフィルタ要素は０．２０６立方メートル（５５ガロン）ドラム缶にたった１個しか入らない。
各種のポリウレタン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエステル、ナイロン、ポリテトラフルオロエチレン、フッ化ポリビニリデン、ポリアミドイミド及びこれらの混合物が、本発明のフィルタ要素のエンドキャップのポリマー材として使用可能である。好ましくは、柔軟なポリウレタンフォームが使用される。エンドキャップ１９の好適な素材としては、ミシガン州のWyandotteにあるBASF Corp.のハイドロフルオロカーボン（HFC）吹き込みＢＡＳＦ Ｉ-35453R樹脂などのウレタンポリマー材がある。また、ＢＡＳＦから入手可能な同じ密度を有する水吹込み樹脂も利用可能である。特に、使用するポリウレタンは、立方フィート当たり約１４～１２ポンド（lbs/ft^3）の成形密度及び約１０～４０のショアＡ硬さを有する最終製品に処理される。最適なポリウレタンは、BASF Corp.製のI-35453R樹脂とI-3050Uイソシアナートで形成された材料から成る。この材料は、I-35453R樹脂１００に対してI-3050Uイソシアナート３６．２（重量）の混合比で混合される。典型的に、I-35453R樹脂の比重は１．０４（８．７ポンド／ガロン）であり、I-3050Uイソシアナートの比重は１．２０（10ポンド／ガロン）である。これらの素材は、典型的にハイダイナミックせん断ミキサ（high dynamic shear mixer）混合される。成分温度は典型的に約２１．１～３５℃（７０～９５°Ｆ）であり、成形温度は約４６．１～５７．２℃（１１５～１３５°Ｆ）である。
図３に示される特定の装置において、エンドキャップ１９はシールリング３６を有する。シールリング３６は第１エンドキャップ１９の第１外側面３７から外方（軸方向）に延びている。更に詳細には、好適なシールリング３６は第１外側面３７の一部として成形される。エンドキャップ１９、フィルタ媒体２１及び内側ライナ３０は、集合的に（図３に示される複数の通気孔２８の１つから成る）中央通気孔３８を形成する。フィルタ要素４は、通気孔３７に位置するスライド構造体４０を有する。スライド構造体４０は、図３の拡大図である図４を参照するとわかりやすい。
図４において、スライド構造体４０は中央取付けリム４１を備える。中央取付けリム４１は、（一部が通気孔２８の一つから成る）通気孔３８の内側に配置されており、図５に詳細に示されるようにフィルタ要素がヨークアセンブリ９上にスライド嵌合するときにフィルタ要素４とヨークアセンブリ９との間に係合面を提供する向きになっている。特に、中央取付けリム４１は、取付け時にヨークアセンブリ９とスライド係合する向きとされたスライド面４２を有する。図示の構成において、スライド面４２は、円形（または環状）であり、好ましくは、取付けを容易にするためヨークアセンブリ９とのスライド係合時に比較的低い摩擦係数を提供し、かつスライド作用によって損傷を受け難い材料で構成される。
スライド構造体４０は、フィルタ要素４の構成及び形状の維持を促進する機能も果す。スライド構造体４０がない場合、フィルタ要素４は変形して本来の形状を失う。例えば、ク

ラッシュ可能な材料で形成されたいくつかのフィルタ要素は、輸送時に、また、フィルタ要素の設置及び取り外しの際に変形し易い。
スライド構造体４０は、シールリング３６を支持し、プリーツ状フィルタ媒体３５の最上部周囲に良好なシールを提供する機能も果す。スライド構造体４０を備えないいくつかのフィルタ要素構造において、エンドキャップに含まれる流動性ポリマー材は、フィルタ媒体の最上部の周囲に充分なシールを提供しないこともあり、従って不十分なシール周辺から漏れが起こり得る。
以下の詳細な説明から分るように、中央取付けリム４１は、好ましくはポリスチレンなどの硬質プラスチックまたはポリマー材で構成され、従って比較的硬く、滑らかな材料がスライド面４２として機能する。典型的に、また、好ましくは、スライド構造体４０は全体をこのような材料で形成される。
図４に示される特定装置において、スライド構造体４０は、これを所定位置に固定するため形成時にエンドキャップ１９内に練り込まれる端部４３を有する。
図１０は、図４に類似する部分拡大断面図である。しかし図４とは異なり、図１０は、シールリング３６がどのように作用するかを示すため、シールリング３６とシール接触するフィルタ要素４またはハウジング面１１等の構造体４４を示す。構造体４４は、例えば図５のハウジング面１１または隣接するフィルタ要素の端部であってもよい。図１０に示されるように、シールリング３６は、フィルタ要素４がヨークアセンブリ９上の所定位置に取付けられ、固定された際に加わる圧縮力に耐えられるように構成されている。一般に、シールリング３６は、適正に圧縮されてシールを形成するように構成されている。シールリング３６は、好ましくは、上部４６からシールリング３６に加わる圧縮力がシールリング３６のベース４７に分散されるように構成される。（図示の特定実施例において、頂部４６は丸められており、例えば円形半径として形成される。下記の例の場合は、０．３１７５ｃｍ（０．１２５インチ）の半径になるよう形成されている。）シールリング３６のベース４７は、好適にはエンドキャップ１９の一部として成形される。このため、ベース４７を介して分散した圧縮力はエンドキャップ１９に吸収される。しかし、シールリング３６の広いベース４７は、リング３６がエンドキャップ１９の残部と係合した場合、圧縮力をエンドキャップ１９の広い範囲に分散せしめ、従って圧縮力がフィルタ媒体２１またはライナ３０、３１の一部の狭い範囲に集中して加わることはない。これは、構造的一体性の維持の助けとなる。図４に最も詳細に示され、以下でより詳細に説明するように、スライド構造体４０及び特に端部４３は、シールベース４７に幾分の横方向の支持を与える。
図３において、フィルタ要素４は、第１エンドキャップ１９に類似する第２エンドキャップ２０を有する。しかし、図示した特定要素の場合、第２エンドキャップ２０はリング３６に類似するシールリングを備えていない。第２エンドキャップ２０は、フィルタ要素４をダストコレクタまたはエアフィルタ装置の所定位置に固定するいかなる構造体でシールしてもよい。例えば、図５に示されるように、フィルタ要素４ａは、フィルタ要素４ｂによって所定位置に固定され、シールされる。従って、フィルタ要素４ａの第２エンドキャップ２０は、フィルタ要素４ｂ（図５では見えない）のシールリング３６によってシールされる。このため、第２エンドキャップはシールリングを備える必要がない。
これに代えて、フィルタ要素４は、ダストコレクタ又はフィルタ装置に含まれる固定機構によって所定位置に固定（従ってシール）してもよい。より具体的に、図５に示したように、フィルタ要素４ｂの第２エンドキャップ２０はリテーナ８によってシールされている。リテーナ８は、これに取着されたシールリングを有するか、さもなければＯ－リングがリテーナ８と部材４６の間に設けられる。従って、図示した特定の実施例の場合、第２エンドキャップ２０にシールリングを設ける必要はない。第２エンドキャプ２０は、フィルタ媒体２１とライナ３０、３１が植設されたポリマー材で構成される。第１エンドキャップ１９と同様に、第２エンドキャップ２０の好適な材料は、柔軟なポリウレタンポリマー材である。実際、両エンドキャップに同じ材料を使用することができる。
図３の特定実施例において、エンドキャップ２０、フィルタ媒体２１および内側ライナ３

０は、集合的に（部分的に図３の中央通気孔２８の１つから成る）通気孔４８を形成する。フィルタ要素４は、通気孔４８内に配置された第２スライド構造体５０を有する。スライド構造体５０はスライド構造体４０に類似する。従って、スライド構造体５０は、通気孔４８内に位置する中央取付けリム５１を有し、フィルタ要素４が、図５に示すように、ヨークアセンブリ９にスライド係合した際にヨークアセンブリ９とフィルタ要素４の係合のためのスライド面５２を提供する向きとされている。スライド面５２は、好適にはスライド面４２同様、取付けを容易にするため、ヨークアセンブリ９との係合する際の摩擦係数が低い材料で構成される。実際、典型的かつ好適な用途において、スライド構造体４０及び５０は全く同一である。

好適な実施例において、スライド構造体４０及び５０は、フィルタ要素４が廃棄に先立ってクラッシュされる際に（図３の矢印３９で示される横方向の力によって）極めて簡単に潰れる或はクラッシュするような構成になっている。簡単に潰れるようにするため、スライド構造体４０、５０は、比較的薄くし、フィルタ要素４の破壊時に容易に潰れるような素材で作製される。更に、エンドキャップ１９、２０も、その適正機能を果たし得る一方で、フィルタ要素４の廃棄に先立つクラッシュが容易となる厚さ及び材料で形成される。前述の材料がこれに適している。

スライド構造体４０及びこれに類似するスライド構造体５０は、図６～８により詳細に示されている。図６は、スライド構造体４０の斜視図である。図７はスライド構造体の底面図であり、図８はスライド構造体の平面図である。図６及び図７は本発明の好適なスライド構造体が、中央取付けリム４１の近傍と、底面５５の下側にスタンドオフ、即ち、孤立部５４を有することを示す。

図４及び図７から、孤立部５４が本発明のフィルタ要素４の製造をいかにして促進するかが分る。特に、孤立部５４には、成形過程で内側ライナ３０が係合する。換言すると、エンドキャップ１９がポリマー材から成形される際、スライド構造体４０並びに内側及び外側ライナ３０、３１は、それぞれフィルタ媒体２１と共にモールド中、及び、エンドキャップのポリマー材中に配置される。孤立部５４は、ライナ３０を支持するとともに、処置時にエンドキャップがポリマー内へ延びるのを防止する。

同様の機能が、スライド構造体４０の最外側リム或はリング５６によってフィルタペーパー２４に対して与えられる。図４において、この外側リム５６は、フィルタ媒体２１の端部３５と係合した状態を断面で示されている。フィルタ媒体２１がフィルタペーパー２４であるとき、リム５６は、モールド中で処置される際にフィルタペーパーの端部３５が抜け落ちるの防止する。従って、本発明のスライド構造体４０の面の特徴は、本発明のフィルタ要素４の成形を容易にする。

ベース４７で消費された圧縮力を吸収するための任意の広いベースを提供し、また、シールリング３６の最上部４６の圧縮力の消費を促進するには、ベース４７の断面巾をシールリング３６の最上部４６の断面巾より大きくすればよいことを本件発明者等は発見した。この断面巾の違いは、図４及び図１０に最も詳しくしめされている。（従来の多くのシールリングの断面は円形であるか、矩形である。円形のものでは、シールリング３６が圧縮された際に圧縮力を消費するベースの巾が不十分になる。）

代替的に、いくつかの従来のシールリングは、矩形断面を有し、この断面が均一巾になっている。このタイプのシールリングは、圧縮力消費のためには十分に広いベースを有するが、最上巾はシールのための接触点に圧縮力を集中させるのに十分な程度に狭くすることができない。

最適には、シールリング３６は、広いベース及び狭い最上部の双方の利点を提供するため３角形断面を有する。特に、ベース４７の巾は、少なくとも０．５インチである。好ましくは、少なくとも１：１の高さ対巾比を使用する。実際、１：１の比が好適である。好適な三角形断面は、“側辺”６０、６１（図４）が同一角度若しくは傾斜で上方に延びて形成されるものである。例として説明した好適実施例では、直角から１５．８９°の角度を使用した。

また、典型的に、かつ好適には、リング３６の高さは、空気清浄作用時の圧縮によって約

５０％圧縮するよう設定される。シールリング３６の高さは、必要に応じて変化させてもよい。しかし、本用途のような典型的用途にあっては、断面視のシールリング３６の高さは約１．２７ｃｍ（０．５０インチ）である。

前述したように、投棄に先立って簡単にクラッシュできるフィルタ要素４を提供すると便利かつ有益である。これにより、１つ以上のフィルタ要素を０．２０６立方メートル（５５ガロン）樽またはドラム缶に入れることができる。その上、平均的な人によって破壊できることで、時間及び設備の節約にもなる。このため、最適には、フィルタ要素は、６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）以上の体重の人が破壊することができる。図９はクラッシュ誤のフィルタ要素の端面図である。エンドキャップ１９、スライド構造体４０及びシールリング３６は、全て容易にクラッシュできる厚さの材料で形成されている。

本発明の数々の特徴及び利点を、本発明の構造及び機能と共に詳細に説明してきたが、これらは単なる例示である。添付のクレームが表わされた表現の広義の意味における本発明の思想の範囲内で細部、特に各部の形状、サイズおよび構成に変更が可能である。例えば、本発明のフィルタ要素は、図示のごとき好適な実施例のように円筒形である必要はない。また、フィルタ要素の高さおよび外周寸法も変更可能である。

米国特許出願第08/371,809号の例

本件発明者は、以下のような寸法及び材料の本発明による円筒形工業サイズのフィルタ要素４を開発した。このフィルタ要素４は、エンドキャップ１９の最上面３７から第２エンドキャップ２０の底部までを測定した長さが２６インチであった。フィルタ要素は、断面円形で、外形が約３５．６６ｃｍ（１４．０４インチ）である。上部及び下部エンドキャップ１９及び２０は、円筒形であり、BASF Corp.製のハイドロフルオロカーボン吹込みＢＡＳＦ　Ｉ－３５４５３Ｒ樹脂を含むポリウレタン材で成形した。上部エンドキャップ１９には、断面が三角形のシールリング３６が含まれる。また、シールリング３６のベース４７から最上部４６までの距離は約１．２７（１／２インチ）である。ベース４７の幅と高さの比率は１：１である。

円形のスライド構造体４０を中央通気孔３８内に配置した。このスライド構造体４０は円形中央取付けリム４１及びスライド面４２を有する。このリムは、縁部で端部４３の遠方に０．０２０３ｃｍ（．００８インチ）先細とされた１．５２ｃｍ（０．６インチ）の厚さを有する。スライド構造体４０は、フィルタ要素４がヨークアセンブリ９に対してスライド着脱された際にスライド面４２がヨークアセンブリ９と接触するように中央通気孔２８内に配置されている。また、スライド構造体４０は、フィルタ要素４がヨークアセンブリ９にスライド着脱された際に第１エンドキャップ１９がヨークアセンブリ９と接触しないように配置されている。スライド面４２は、金属ヨークアセンブリ９に対するフィルタ要素４の容易なスライド着脱を可能とする材料で形成した。特にポリスチレンを使用した。より具体的に、スライド構造体４０はHuntsman Chemical Corporation（ハンツマン社）製のグレード３３３ハイインパクトポリスチレンで成形した。このハイインパクトポリスチレンは、ハンツマン社の製品仕様書によれば、約１５Rockwell［M］（Mohs scale）のかたさ有する。リム４１の内径は、媒体ライナ面の組立て成形過程でライナガイドとして使用した。

第１エンドキャップ内にはインナライナ３０、アウタライナ３１及びプリーツ付きペーパーフィルタ媒体２４を取り込んだ。使用したフィルタ媒体２１は、一定の場合はセルロースであり、他の場合にはドナルドソン社（Donaldson Co.,Inc.）の協力の下で開発され、Ultra Web（商標登録）又はUltra-Tech（商標登録）と称して市販されている合成媒体である。プリーツ付きペーパーフィルタ２４は片側をインナライナ３０で、もう一方の側をアウタライナ３１で、上部を第１エンドキャップ１９で、底部を第２エンドキャップ２０で、それぞれ被覆した。

第２エンドキャップ２０は第１エンドキャップに類似する。しかしながら、第２エンドキャップ２０はシールリング３６を備えてない。スライド構造体５０はスライド構造体４０と同一であった。

フィルタ要素は、ドナルドソン社のDownflo（登録商標）またはＴＤ（登録商標）エアフ

ィルタ装置に搭載され、適正に作用した。より具体的には、ＤＦ及びＤＦＴモデルまたはＴＤ1150-6210モデルのフィルタ装置が本発明のフィルタ要素を搭載可能である。

改良点および更なる発見

米国優先親出願第08/371,809号の出願日以降も、前述した親出願に記載の原理に基づく装置に対する評価及び実験が実施された。これらの評価は好適な構成及び原理に関する新たな認識をもたらした。この頃では、これらの評価及び原理について説明する。

図１～１０に関連して説明したように、多くの用途において本発明のフィルタ要素は円筒形であり、対向する第１及び第２エンドキャップを備える。本発明による図３のスライド部材、リング部材または支持構造体４０が、上述のように配置された各エンドキャップに包含される。一般に、エンドキャップの少なくとも１個は、図１０のリング３６のような環状シールリングを有する。使用時、フィルタ要素が図５のチューブシート或は構造体１１に対してシールされ、シールリング３６がチューブシート中に孔或は空気排出口（孔）を形成する。このことは、図５では、ヨーク１２の各支柱をチューブシート１１の清浄空気排出口の周囲に配置した状態で、ヨーク１２を要素４ａを配置することによって表される。

多くの従来の工業用フィルタ装置において、使用時にフィルタ要素がシールされるチューブシート或は面は、垂直に、或は（図１に示されるように）垂直から若干の角度をつけて配置される。従って、チューブシートと共に取付けられた各種のフィルタ要素は、水平方向に、或は水平より幾分下向き（図１）に角度をつけて配置される。この場合の“水平”は、実質的に円筒形の要素を伴う場合にフィルタ要素の長手中央軸の延長方向を示す。本書において“水平”という用語は、垂直チューブシートへの、或は図１におけるような垂直から幾分傾斜したチューブシートへの要素の取付けを表現すべく使用する。

このような装置において、“汚染空気”取入れ口は、時としてフィルタ要素の上方、つまり、例えば図１で参照符号２で示すハウジングの最上部に位置する。これは、一般的に、円筒状フィルタ要素の最上面に、つまり使用時に入口２に向く要素の外側面の一部に沿う負荷（付着物）の偏りが存在することを意味する。粒子物付着後のフィルタ要素の粒子分布を調べたところ、最上部の汚染空気取入口へ直接向かう円筒形フィルタ要素の周外側面の１／３のところに付着物がたくさん付着するとわかった。このように、典型的な使用において、フィルタ要素に付着する付着物は均一ではなく、上記の領域に最もたくさん付着する。図１１は、円筒状フィルタ要素１６０の概略図である。この概略図において、符号１６１で示され、かつ仮想線６２で画成される領域は、使用時に微粒子の付着が最も多い上部１／３部分或は１２０°円弧部分を示す。

この様にフィルタ要素上に不均一に粒子物が付着すると、要素を円形断面から変形させる応力が発生する。更に、要素が水平或はほぼ水平に取付けられているため、要素の重量、特に付着物によって増大した重量が、付着が均一であったとしても原形状を変形してしまうことがある。

フィルタ要素がその原形状から大きく変形すると、要素とチューブシートとの間のシール部からの漏れが発生し得る。これは、要素が円形から変形しようとする際に（図１０の符号３６で示す）シールリング一部が巻いてしまって漏れが起こるからである。更に、シールリング３６が係合するチューブシートの一部と清浄空気排出のためのチューブシートの開口との間の距離が比較的短くなるようにシールリングが排気口を包囲すると、僅かな変形量でシールリングが排気孔に重なってしまい、シールが不十分になってしまう。

これに関しては、図１２に注目されたい。図１２はミネソタ州ミネアポリスのドナルドソン社から入手可能な従来のTORIT（登録商標）、Downflo（登録商標）などの工業用フィルタハウジングのチューブシート孔の形状を示す。チューブシートは符号６８で示されている。孔６９は直線部分７０と曲線部分７１によって形成される。ヨークを支持するガイドロッドまたは支柱はそれぞれ符号７３、７４及び７５で示される。従来の装置では、曲線部分７８が最上部となり、チューブシート６８は垂直又はほぼ垂直向きになる。チューブシート６８は、図１に符号８０で示される壁の一部である。

再び図１２を参照するに、符号８５で示される、即ち線８６と８７の間の円形領域は、フ

ィルタ要素上のシールリング３６の円形カーブを示しており、これがシールのためチューブシート６８に圧接する。カーブ８７と孔６９の縁部、即ちカーブ７８との間の距離は、典型的な場合で約０．６３５～１．０９５（０．２５～０．７５インチ）である。従って、一定の場合、フィルタ要素が十分に変形し、シールリングがカーブ８５から下方に約０．６３５～１．２７ｃｍ（０．２５～０．５インチ）変形すると、漏れが起こる。図１３には、このような変形の例が概略的に示されており、線９１と９２の間の領域９６は、変形後のシールリング３６の位置を反映している。図１２及び１３において、参照符号１００は、フィルタ要素６０の外周面、つまり図３のエンドキャップ１９の外周面３０１を示す。外周面１００は、図１３に符号１０１で示されるように、シールリングの変形と同様に変形する。

一般に、フィルタ要素エンドキャップが前述した柔軟なポリウレタン材で作製される時、またフィルタ要素が少なくとも約３０．４８～９１．４４ｃｍ（１～３フィート）の長さで、外径が約２５．４～３８．１０ｃｍ（１０～１５インチ）、内径が１２．７～２５．４ｃｍ（５～１０インチ）である時、またフィルタ要素が図１２及び１３に概略的に示されるようにチューブシートに取付けられた場合に支持構造体或は（図４の）スライドリング４０が前述したポリスチレン材で作製されている時（また図４のスライドリング面４３が幅０．６３５～１．２７ｃｍ（０．２５～０．５インチ）、厚さ０．２５４～０．５０８ｃｍ（０．１０～０．２インチ）である時）に、要素をその重量が大きく増加する、例えば３～６倍になるまで使用すると、漏れが起こる。従って、この章で述べた特定材料を使用した場合、フィルタ要素の交換が必要になるまでの使用寿命が所定よりも短くなってしまう。これは、フィルタ要素が良好に機能しないことを意味するわけではなく、実際に極めて良好に作用する。しかし、フィルタ要素の有効期限が所定よりも短くなるのである。

加えて、本発明のフィルタ要素が適用されるタイプの集塵装置は、しばしば、有害物質を伴う工業生産作業に使用される。これらの作業の多くは、クリーニングする面に“吹き付け”られ、次いで集塵装置に取り込まれてフィルタ要素に付着する鉛ショットを使用する装置のクリーニングを伴う。この吹き付けショットは比較的重く、比較的短い期間内にフィルタ要素の自重を実質的に大きくする。これは問題をさらに悪化させる。

ドナルドソン社のTORIT（登録商標）Downflo（登録商標）ユニットを（長さ約６６．０４ｃｍ（２６インチ）、外径２７．９４～３３．０２ｃｍ（１１～１３インチ）、内径約２１．５９～２４．１３ｃｍ（８．５～９．５インチ）のフィルタ要素を用いて）実地試験したところ、フィルタの寿命に達しずに、フィルタ要素の重量が５．９０５９ｋｇ（１３ポンド）（清浄）から３６．２８ｋｇ（８０ポンド）（付着）に増大するまで汚染物を蓄積できると分った。これらの典型装置では、寿命は、チューブシートの圧力降下が水１５．２４～１７．７８ｃｍ（６～７インチ）まで流動が制限されるまでの使用としばしば定義される。また、実地試験は、増加した重量の約７５％が、図１１に関連して説明したように、上部の１／３（上側１２０°円弧部）に付着することも示している。

市販のドナルドソン社TORIT（登録商標）Downflo（登録商標）ダストコレクタに関する分析は、試験要素上のシールリングの位置及び装置内の通気孔の寸法により、フィルタが非付着カーブから下方（図１３）へ約１．２７ｃｍ（０．５インチ）を越えて歪んだ時に漏れが生じるという結果を示した。この１．２７ｃｍ（０．５インチ）の歪みは、図１２及び１３のシールリング８５の上部半円１１０の歪み、または図１２及び３１のフィルタ要素の外周面１００の上部半円１１１の歪みのいずれか、または両方の歪みを考慮して測定する。

この結果、フィルタ要素、特に前述のような装置に使用するフィルタ要素の好適なデザイン基準は、装置がチューブシートに対してシールされた際にシールリング（或はフィルタ要素の外周面）の位置が、付着なしのときの姿勢から（２２．６７５ｋｆ（５０ポンド）の付着物が要素の長手方向上部１／３に沿って付着した時に）約１．２７ｃｍ（０．５インチ）以上歪まないようにすることである。

好適ないくつかの比較的大きい装置において、一定の好適要素（図４）のシールリング１

３６（図２２）は、要素１２１の内側穴１２０から遠ざかり、外周面１２２に向かう（図４に示される）位置から更に約０．２５４～０．７６２ｃｍ（０．１０～０．３０インチ）程度離れたところに設置される。このことは図２２に示されている。この意味で、内側穴１２０からのシールリングの距離といった場合、エンドキャップの残部と係合するシールリングの基部或は縁部から内側穴の縁部までの距離のことである。図４に置いて、内側穴は符号３００で示し、フィルタ要素外周面は３０１で示す。図２２を参照するに、上記のような大型装置の好適実施例において、スライド構造体若しくは支持構造体１４０の肩部、リングまたは棚部１４３（又は図４の４３）は、好ましくはシールリング１３６の近傍まで延びるまで膨張する。このようにシールリング１３６の外径を増大させることにより、典型的なTORIT（登録商標）Downfo（登録商標）チューブシート中の空気排出孔から少し大きな距離だけ移動するので、使用時に起こる変形が漏れを発生させる可能性はずっと減少する。

スライド構造体１４０は、好ましくは、内側穴１２１から外周面１２２（図１１）までフィルタ要素の巾の約２５％以上にわたって延びる硬質部材（肩部または棚部１４３）を含まず、従って前述したように約６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）の力によるクラッシュが実質的な抵抗を受けない。好ましくは、支持構造体１４０内の棚部１４３の好適な幅は、０．５０８～１．７７８ｃｍ（０．２～０．７インチ）の範囲であり、より好ましくは０．５０８～１．２７ｃｍ（０．２～０．５インチ）であり、最適には１．０１６～１．１４３ｃｍ（０．４～０．４５インチ）以下である。

６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）の重量または６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）の人が上にのるか、踏み付けることによって破壊できる能力を付与せずに、使用時の歪みに対する抵抗を高めるためには、スライド構造体または支持リング４０を従来のポリスチレンより強度のある材料にすることが好ましいと分った。ガラス充填ナイロンの実験結果は、他の材料の使用も可能であるが、現在のところこれが好適な材料であることを示した。使用可能と分った１つの材料は、ベイ・レジン社（Bay Resin Co.of Millington,MD 21651）の商品で、カタログ#PA11G20の２０％（重量）ガラス充填ナイロン６／６である。同じ製造業者の４０％ガラス充填ナイロン６／６による実験も、成功を納めた。一般に、このような材料で支持リング１４０を形成した場合、実質的な変更なしで、樹脂供給者の指示条件の下で成形可能である。少なくとも１５％ガラス充填、好ましくは２０～４０％ガラス充填ポリマー、特にナイロンが好ましいであろう。

変形性を決定する室内試験法が開発された。この試験法では、ＭＴＳシステムズ社（MTS Systems Corp.,Stoughton,MA 02072）のシンテック部門から入手可能なシンテック・コンピュータ・システムを採用した。試験時、フィルタ要素をTORIT（登録商標）Downflo（登録商標）アセンブリに類似する３脚ヨークアセンブリにスライド装着し、図１２及び１３に示される２：００、６：００及び１０：００位置に配置した。力が要素の１／３上部に付加された際に試験要素が実際に２：００及び１０：００位置にのみ載るのが確認された。これは、通常のダストコレクタ設置時に遭遇する力を模擬するものである。試験時、力はフィルタ要素の上部、つまり図１１の位置６１に対して付加された。力及び距離は、シンテック装置のコンピュータで自動的に記憶された。

要素クラッシュ力を試験する際、３脚アセンブリは取外し、力のレベルを記録しながら、フィルタ全体を１９．０５ｃｍ（７．５インチ）まで潰した。これらのテストの目的は、このフィルタ要素が、６８．０２５～９０．７０ｋｇ（１５０～２００ポンド）以上の力をかけることなく最終的に１９．０５ｃｍ（７．５インチ）クラッシュできることを立証することである。“１９．０５ｃｍ（７．５インチ）クラッシュ”という表現は、要素が十分に潰れて“外径”または厚さが、クラッシュ前より１９．０５ｃｍ（７．５インチ）減少することを意味する。

工学的データは、TORIT（登録商標）Downflo（登録商標）装置のためのフィルタの半径方向の強度を高める最善の総合解決策がインサートリングまたはスライド構造体４０（または１４０）に起因していることを示す。努力はインサート４０の製造に傾けられた。このインサート４０は、試験実施時、フィルタの１／３上部に沿う少なくとも５０ポンドの長

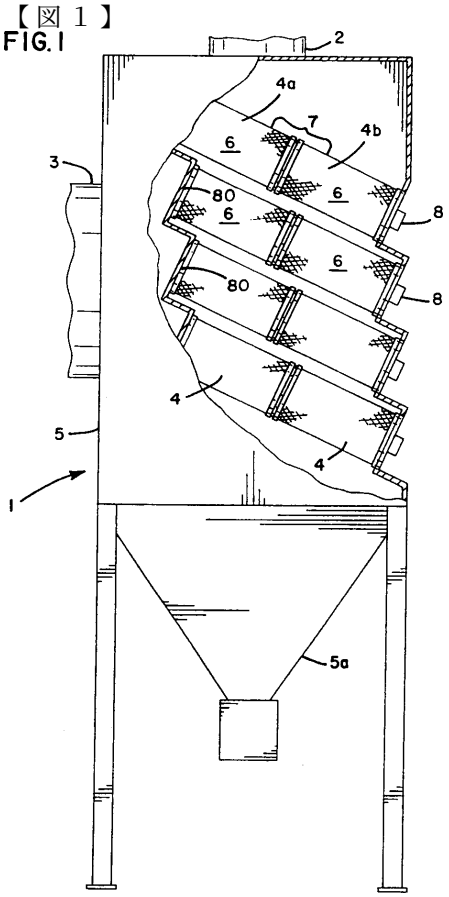
手方向の力に耐えられ、その位置におけるシールリング（言い換えると、その位置におけるフィルタ要素の外側リム）が１．２７ｃｍ（０．５インチ）以上歪むことがない。上述の２０％ガラス充填ナイロン６／６がこの条件に適合すると分った。
また、ドナルドソン社のTORIT（登録商標）Downflo（登録商標）ダストコレクタモデルDFT2-8の試験もおこなった。フィルタの上部へ重量をかけることにより、重量を１０ポンド増分でフィルタ要素に付加した。歪曲値を記録した。フィルタが２２．６７５ｋｇ（５０ポンド）以上の重量を受けても、歪みが１．２７ｃｍ（０．５インチ）以下になるよう設計すればよい。ここで、“１．２７ｃｍ（０．５インチ）以下の歪み”という表現は、２２．６７５ｋｇ（５０ポンド）負荷の下での最上点における、実質的に水平に取付けられたフィルタ要素の外側リム（或はシールリング）の一部の、負荷がかけられていない位置から下方への歪みを意味する。約３６．２８ｋｇ（８０ポンド）の力が付加されて歪みが全くない（つまり１．２７ｃｍ（０．５インチ）以下である）のが好ましく、約４５．３５ｋｇ（１００ポンド）の負荷がかけられても歪みが全くないのが最適である。もちろん、この装置は６８．０２５～９０．７０ｋｇ（１５０～２００ポンド）の体重の人によって容易にクラッシュできるようにする。

いくつかの好適な構成

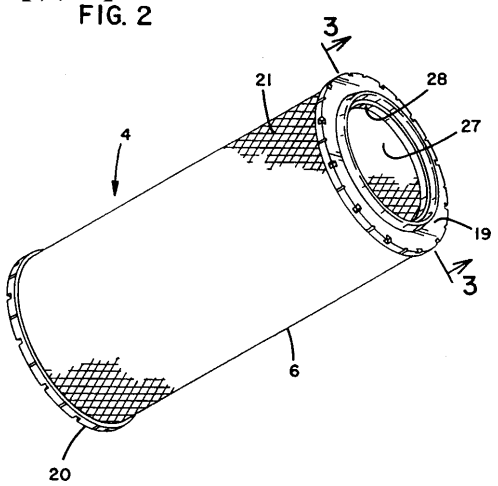
本発明の譲受人であるドナルドソン社は、本書に記載される原理を利用する、TORIT（登録商標）Downflo（登録商標）Ｉ及びDownflo（登録商標）IIに好適な工業用エアフィルタ装置を開発した。
両装置において、フィルタ要素は、好ましくは、上述し、米国優先親出願No.08/371,809号に記載された好適な内側ライナと、外側ライナと、フィルタ材と、柔軟なポリウレタンエンドキャップとから成る。親出願の図１に示されるDownflo（登録商標）Ｉ装置において、シールリング３６の外側縁部は、フィルタ要素の内側穴から約０．７６２ｃｍ（０．３インチ）にある。フィルタ要素の外径は約２７．９４ｃｍ（１１インチ）であり、内径は約２４．１３ｃｍ（９．５インチ）である。フィルタ要素の長さは約６６．０４ｃｍ（２６インチ）である。この装置のための好適なスライド構造体４０または内側リングが図１４～１７に示されている。好適な特徴及び寸法を以下の２段落で説明する。
図１４において、構造体４０は、約２１．４１ｃｍ（８．４３インチ）の内径と、約２２．８６ｃｍ（９インチ）の外径を有する。図１５の断面図を参照するに、棚部２００の幅は約０．７６２ｃｍ（０．３インチ）であり、符号２０１における棚部の厚さは約０．３１７５ｃｍ（０．１２５インチ）である。使用時にエンドキャップの内側穴をカバーするリム２０２のサイズまたは深さは、好適には約１．２７ｃｍ（０．５インチ）である。
図１７を参照するに、部分２１０の厚みは、好ましくは、約１．５２４ｃｍ（０．０６インチ）であり、部分２１１は好ましくは半径約１．５２４ｃｍ（０．０６インチ）に成形される。
図１４～１７の好適なリング４０は、前述した２０％ガラス充填ナイロン６／６で成形される。
Downflo（登録商標）IIフィルタ要素の構成は、Downflo（登録商標）Ｉにくらべて内径が約２．５４ｃｍ（１インチ）大きく、長さはほぼ同じである。この装置は外径が大きく、約３５．５６ｃｍ（１４インチ）である。好適にはDownflo（登録商標）Ｉと同じ材料で構成されるが、内径は上述のものである。肩部リングまたは棚部は、Downflo（登録商標）IIがDownflo（登録商標）Ｉより約０．１２インチ広く、従ってDownflo（登録商標）IIのほうが多少丈夫である。図１８～２１は、Downflo（登録商標）IIのためのスライド構造体１４０を示す。この特徴及び寸法は以下の通りである。
図１８を参照するに、内径は約２３．９５２２ｃｍ（９．４３インチ）である。外径は約２６．０１ｃｍ（１０．２４インチ）である。
図１９において、肩部或は棚部２４０の幅は約１．０６６８ｃｍ（０．４２インチ）である。領域２４１の厚さは約０．３１７５ｃｍ（０．１２５インチ）である。エンドキャップの内側穴と境をなすリム２４２の深さは、好適には約１．２７ｃｍ（０．５インチ）である。

図２１において、領域２５０及び構造２５１は、図１７の領域２１０及び構造体２１１のものと同様じ厚み（及び半径）を有する。
以上の説明から明らかなように、本発明に基づく好適な構成は、以下の特徴を有する。
(1)両エンドキャップは、容易に圧縮できる柔軟なポリウレタン素材、又はこれに類似する材料から成る。
(2)上記の構成は、約６８．０２５ｋｇ（１５０ポンド）程度の体重の人、典型的及び好適には、フィルタ要素の長手方向に付加される６８．０２５～９０．７０ｋｇ（１５０～２００ポンド）の重量で潰れる材料で構成される。
(3)好適には硬質構成ではなく、幾らか柔軟な（圧縮可能な）ポリウレタンフォームまたはこれに類似する柔軟な材料が、内側穴から外周面まで、フィルタ要素エンドキャップを完全に横断して延びている。
(4)好適にはスライド構造体または内側リング（つまり、図面のリング４０または１４０）が、ほぼ水平に取付けられたフィルタ要素に約２２．６７５ｋｇ（５０ポンド）の重量がかけられたとき、また更に好適には約３６．２８～４５．３５ｋｇ（８０～１００ポンド）の力がかけられても、フィルタ要素の上面が下方に向けて約１．２７ｃｍ（０．５インチ）以上歪まないようにフィルタ要素の歪みに充分に抵抗できる素材で構成される。
(5)リング構造体は、各種の材料で構成可能であるが、好適な材料はガラス充填ナイロンであり、特に２０％～４０％ガラス充填ナイロンである。
(6)本構成は、チューブシート又はこれに類似する構造体に対して軸方向のシールを形成するためエンドキャップの１個の一部として成形されたシールリングを有する。

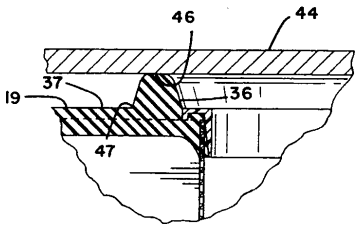
【図１】
FIG. 1



【図２】
FIG. 2

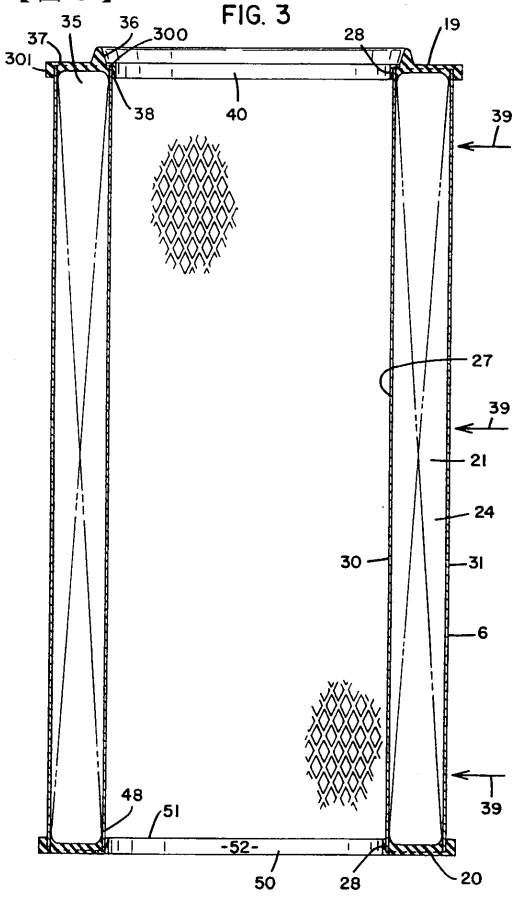


【図１０】
FIG. 10



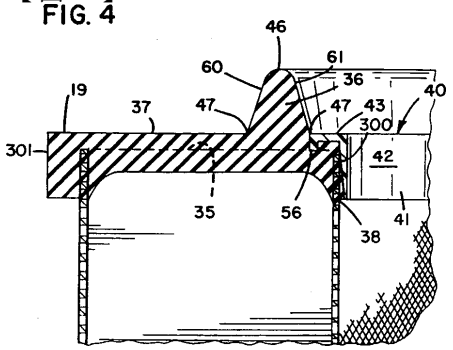
【図３】

FIG. 3



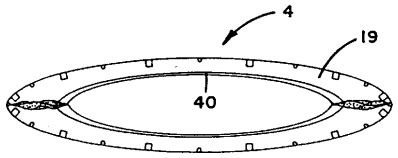
【図４】

FIG. 4



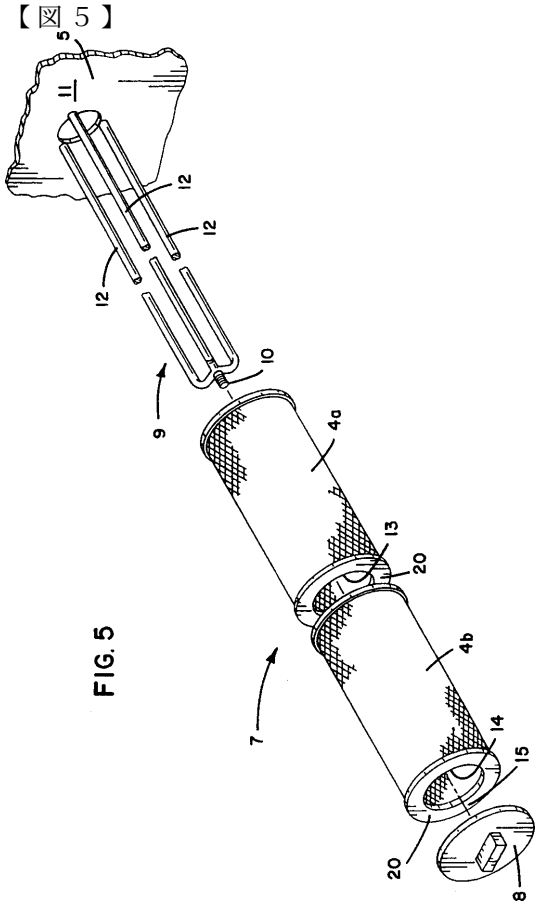
【図９】

FIG. 9



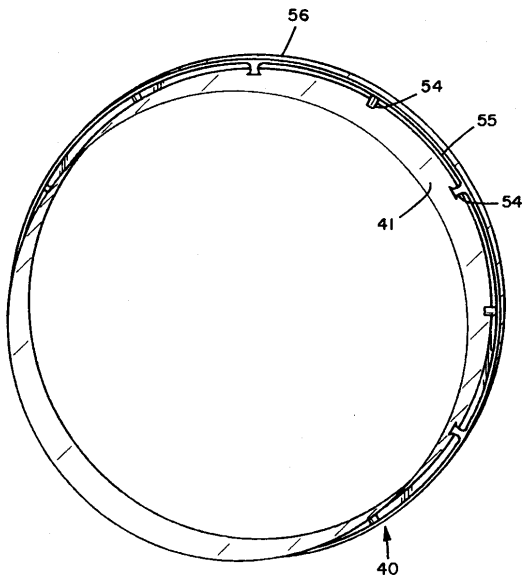
【図５】

FIG. 5

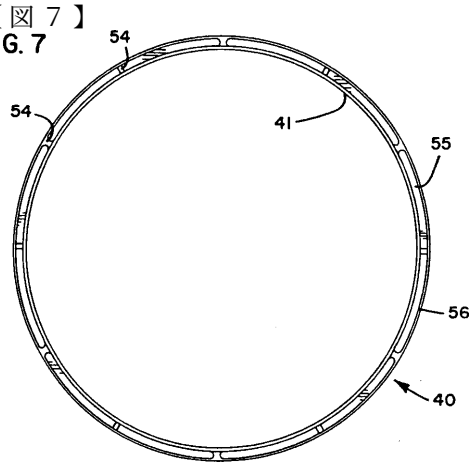


【図６】

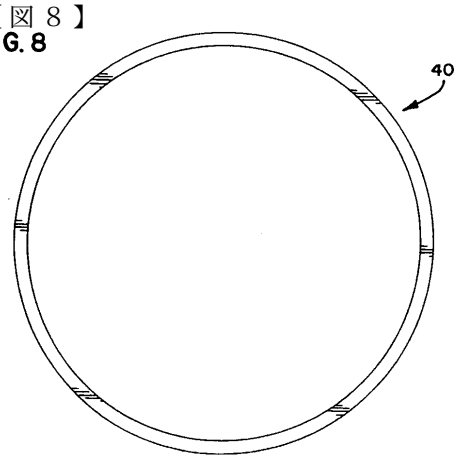
FIG. 6



【図７】
FIG. 7



【図８】
FIG. 8



【図１１】

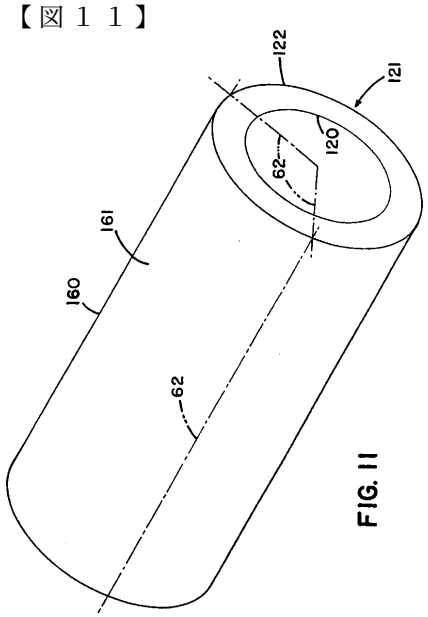


FIG. 11

【図２２】

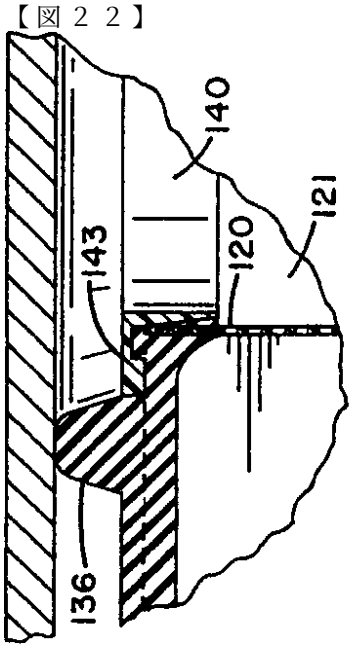


FIG. 22

【図１２】

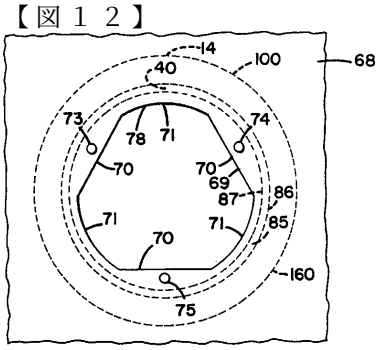


FIG. 12

【図１３】

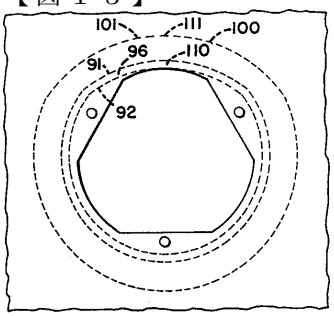


FIG. 13

【図１４】

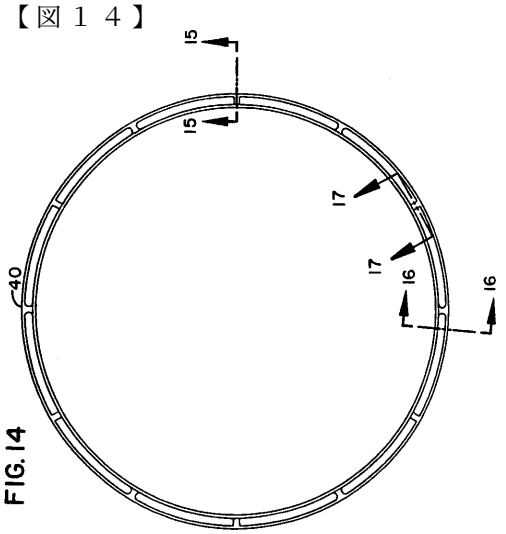


FIG. 14

【図１５】

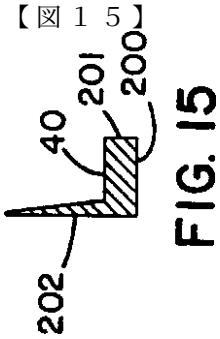


FIG. 15

【図１６】

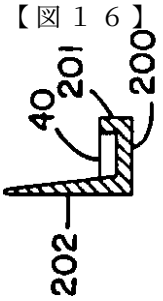


FIG. 16

【図１７】

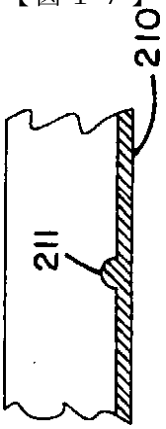


FIG. 17

【図１８】

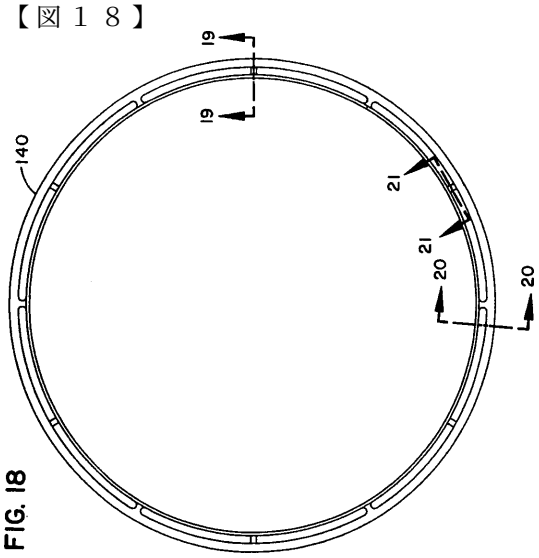


FIG. 18

【図１９】

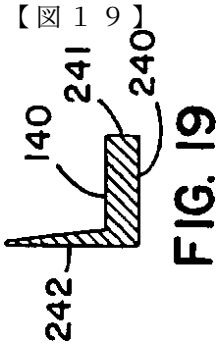


FIG. 19

【図２０】

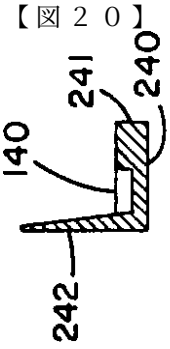


FIG. 20

【図２１】

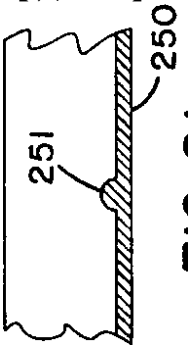


FIG. 21

フロントページの続き

(72)発明者　バーグソン、マイケル・エス
アメリカ合衆国　５２１３６　アイオワ、クレスコ、セカンド・ストリート・ウエスト　７５７
(72)発明者　バーテルズ、ドラン・デー
アメリカ合衆国　５２１３６　アイオワ、クレスコ、ジレット・アヴェニュ　６１７
(72)発明者　ジョンソン、ブルース・エー
アメリカ合衆国　５５０４２　ミネソタ、レイク・エルモ、ハイランド・コート　５７２０
(72)発明者　シュメイチェル、スティーブン・デー
アメリカ合衆国　５５０７５　ミネソタ、インバー・グローブ・ハイツ、サウス・ロバート・トレイル　９５００

審査官　山田　充

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
B01D 46/24
B01D 46/42