(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5373281号
(P5373281)

(45)発行日　平成25年12月18日(2013.12.18)　(24)登録日　平成25年9月27日(2013.9.27)

(51)Int.Cl.		F I		
B32B 17/02	(2006.01)	B32B	17/02	ZAB
B32B 18/00	(2006.01)	B32B	18/00	Z
F01N 3/28	(2006.01)	F01N	3/28	311N

請求項の数 9　(全 28 頁)

(21)出願番号	特願2007-508350 (P2007-508350)
(86)(22)出願日	平成17年3月11日 (2005.3.11)
(65)公表番号	特表2007-532356 (P2007-532356A)
(43)公表日	平成19年11月15日 (2007.11.15)
(86)国際出願番号	PCT/US2005/008186
(87)国際公開番号	WO2005/105427
(87)国際公開日	平成17年11月10日 (2005.11.10)
審査請求日	平成20年3月11日 (2008.3.11)
(31)優先権主張番号	10/823,852
(32)優先日	平成16年4月14日 (2004.4.14)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　505005049
スリーエム　イノベイティブ　プロパティズ　カンパニー
アメリカ合衆国，ミネソタ州　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７，スリーエム　センター
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100087413
弁理士　古賀　哲次
(74)代理人　100098486
弁理士　加藤　憲一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】汚染防止装置に用いる多層マット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

汚染防止装置への汚染防止要素の装着における使用のための多層装着マットであって、前記マットが、

第１の主面と前記第１の主面の反対の第２の主面とを有し、ガラス繊維とセラミック繊維の少なくとも一方を含む非膨張層と、

前記非膨張層の前記第１の主面に対向し、前記多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、

前記非膨張層の前記第２の主面に対向し、前記多層マットの第２の外側層である第２の膨張層と

を含む、多層装着マット。

【請求項２】

前記マットの未圧縮厚さが４０ｍｍ以下であり、前記非膨張層の未圧縮厚さが少なくとも１ｍｍであり、そして前記膨張層の各々の未圧縮厚さが少なくとも０．５ｍｍである、請求項１に記載の多層装着マット。

【請求項３】

前記非膨張層の厚さが、前記多層マットの合計厚さの少なくとも５０パーセントである請求項１または２に記載の多層装着マット。

【請求項４】

前記非膨張層が前記第１の膨張層より厚く、前記非膨張層が前記第２の膨張層より厚い

請求項１または２に記載の多層装着マット。
【請求項５】
前記非膨張層が、１０パーセント以下のバルク収縮率のセラミック繊維を含む請求項１または２に記載の多層装着マット。
【請求項６】
第１の金属筐体と、
前記第１の金属筐体内側の汚染防止要素と、
前記第１の金属筐体と前記汚染防止要素との間に配置されてなる、請求項１～５のいずれか一項に記載の多層装着マットと
を含む汚染防止装置。
【請求項７】
前記第１の金属筐体を囲む第２の金属筐体をさらに含み、排気ガスが前記第１の金属筐体と前記第２の金属筐体との間を通過する請求項６に記載の汚染防止装置。
【請求項８】
前記汚染防止要素がディーゼル微粒子フィルタである請求項６または７に記載の汚染防止装置。
【請求項９】
前記装着マットが、前記第１および第２の膨張層を膨張させるための４００℃～９００℃の範囲の温度より高い温度と低い温度の両方の操作温度で少なくとも５０ｋＰａの保持圧を有している請求項６または７に記載の汚染防止装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
汚染防止装置内に汚染防止要素を装着するのに好適な多層マットが開示されている。
【背景技術】
【０００２】
汚染防止装置は、大気汚染を減少させるために自動車に用いられている。触媒コンバータおよびディーゼル微粒子フィルタまたはトラップの２種類の装置が現在広く用いられている。触媒コンバータは、一般に、モノリシック（ｍｏｎｏｌｉｔｈｉｃ）構造の表面にコートされる１種類以上の触媒を含有している。金属モノリスが用いられているが、モノリシック構造は、一般的にセラミックである。触媒は、排気ガス中の一酸化炭素および炭化水素を酸化する、または窒素酸化物を還元する。ディーゼル微粒子フィルタまたはトラップは、一般的に多孔性結晶セラミック材料から作成されたハニカムモノリシック構造を持つ壁フローフィルタの形態にある。これらの汚染防止装置の現在の最新の構造において、各種のモノリシック構造は金属筐体で囲まれている。
【０００３】
モノリスを道路の衝撃や振動から保護し、金属筐体とモノリスとの間の熱膨張の差を補償し、モノリスと金属筐体との間に排気ガスが流れるのを防ぐために、保護パッキング材料を、モノリスと金属筐体との間に配置するのが一般的である。保護パッキング材料を配置するプロセスは、「キャンニング」と呼ばれ、モノリスと金属筐体との間の間隙にペーストを注入したり、モノリス周囲をシート材料（例えば、装着マット）で包み、包んだモノリスを筐体に挿入し、筐体をプレスして閉じ、筐体の側端に沿ってフランジを溶接するようなプロセスが含まれる。
【０００４】
一般的に、従来の保護パッキング材料を作成するのに用いられる組成物は、高温耐久性、良好な取扱い性、弾力性、可撓性および強度のような特性を与えるガラスまたは耐火セラミック繊維を含んでいる。膨張性材料もまた含まれ、保護パッキング材料の体積を高温で膨張させることができる。かかる膨張によって、モノリスを使用中に適所に保持する補助となる。
【発明の開示】

【課題を解決するための手段】
【０００５】
多層マット、多層マットを含む汚染防止装置、および多層マットの製造方法が提供される。より具体的には、多層マットは、２つの膨張層間に挟まれた非膨張層を含む。
【０００６】
一態様において、第１の主面と第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層と、非膨張層の第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、非膨張層の第２の主面に対向し、多層マットの第２の外側層である第２の膨張層との少なくとも３層を含む多層マットが提供される。
【０００７】
他の態様において、第１の金属筐体と、第１の金属筐体内側の汚染防止要素と、第１の金属筐体と汚染防止要素との間に配置された多層マットとを有する汚染防止装置が提供される。多層マットは、第１の主面と第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層と、非膨張層の第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、非膨張層の第２の主面に対向し、多層マットの第２の外側層である第２の膨張層との少なくとも３層を含む。ある実施形態において、汚染防止装置は、マフラーのような第２の金属筐体内に配置され、排気ガスは、第１の金属筐体と第２の金属筐体との間を通過する。
【０００８】
さらに他の態様において、多層マットを形成する方法が提供される。第１の主面と、第１の主面の反対の第２の主面とを有する非膨張層が提供される。第１の膨張層は、非膨張層の第１の主面に向き合うように配置され、第１の膨張層は多層マットの第１の外側層である。第２の膨張層は、非膨張層の第２の主面に向き合うように配置され、第２の膨張層は多層マットの第２の外側層である。
【０００９】
本明細書で用いる「１つ（ａ、ａｎ）」、「その（ｔｈｅ）」は、記載された要素の１つ以上を意味するために、「少なくとも１つ」は同じ意味で用いられる。
【００１０】
添付の図面に関連して本発明の様々な実施形態の以下の詳細な説明を鑑みることによって、本発明をより完全に理解できるであろう。
【００１１】
本発明は様々な修正および変形形態に訂正可能であるが、その特定例については、図面により例示されておりこれについて詳細に説明する。しかしながら、記載された特定の実施形態に本発明を限定するものではない。逆に、本発明の技術思想および範囲内に含まれる全ての修正、等価物および変形を含むものとする。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１２】
本発明の一態様において、第１の主面と第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層と、非膨張層の第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、非膨張層の第２の主面に対向し、多層マットの第２の外側層である第２の膨張層との少なくとも３層を含む多層マットが提供される。すなわち、非膨張層は、２つの膨張層間に挟まれ、多層マットの各外側層が膨張材料を含む。
【００１３】
多層マット１００の一実施形態を図１に示す。多層マット１００は、第１の膨張層１１０、無機繊維を含む非膨張層１２０、および第２の膨張層１３０の順番で構成された３層を含む。図１には、３層のみの多層マットが示されているが、多層マットの外側層が膨張するのであれば、追加の層を存在させてもよい。多層マットは、例えば、２層以上の近接する膨張層、２層以上の近接する非膨張層、交互の非膨張および膨張層を有することができる。
【００１４】

ある具体例としては、膨張／非膨張／膨張／非膨張／膨張、膨張／膨張／非膨張／膨張、および膨張／非膨張／非膨張／膨張等で構成された層が挙げられるがこれらに限られるものではない。これらの例はそれぞれ、２つの膨張層間に挟まれた非膨張層を有する。さらに、これらの例はそれぞれ、膨張性の外側層を有する。

【００１５】

本明細書で用いる「膨張性」とは、約８００℃～約９００℃の温度まで加熱したときに厚さに少なくとも１０パーセントの自由膨張を示す材料のことを指す。ある膨張材料は、これらの温度まで加熱したときに厚さが少なくとも１２パーセント、少なくとも１５パーセント、または少なくとも２０パーセント自由膨張する。膨張材料は、通常、少なくとも約４００℃または少なくとも約５００℃の温度で、少なくともある程度膨張する。自由膨張とは、制限なしに加熱したときに材料が受けるＺ軸における膨張の量のことを指す。

【００１６】

本明細書で用いる「非膨張」とは、同じ条件下で、厚さに１０パーセント未満の自由膨張を示す材料のことを指す。ある非膨張材料は、加熱したとき、８パーセント未満、６パーセント未満、４パーセント未満、２パーセント未満、または１パーセント未満膨張する。

【００１７】

多層マットは、２つの膨張層間に挟まれた非膨張層を含む。非膨張層は無機繊維を含む。汚染防止装置の装着マットに用いるのに好適なことが知られている無機繊維は選択することができる。例えば、無機繊維は、アルミナ繊維、ムライト繊維、石英繊維、炭化けい素繊維、窒化ケイ素繊維、金属繊維、アルミノケイ酸塩繊維、アルミノケイ酸マグネシウム繊維、アルミノホウケイ酸塩繊維、ジルコニア繊維、チタニア繊維等とすることができる。繊維はアモルファス、結晶またはこれらの組み合わせとすることができる。

【００１８】

石英繊維は、Ｊ．Ｐ．スティーブンス社（Ｊ．Ｐ．Ｓｔｅｖｅｎｓ，Ｉｎｃ．）（ノースカロライナ州、スレーター（Ｓｌａｔｅｒ，ＮＣ））より「アルトロクォーツ（ＡＳＴＲＯＱＵＡＲＴＺ）」という商品名で市販されている。炭化ケイ素繊維は、日本カーボン（Ｎｉｐｐｏｎ Ｃａｒｂｏｎ）（日本、東京（Ｔｏｋｙｏ，Ｊａｐａｎ））より「ニカロン（ＮＩＣＡＬＯＮ）」という商品名またはテクストロンスペシャルティマテリアルズ（Ｔｅｘｔｒｏｎ Ｓｐｅｃｉａｌｔｙ Ｍａｔｅｒｉａｌｓ）（マサチューセッツ州、ローウェル（Ｌｏｗｅｌｌ，ＭＡ））より「ティラノ（ＴＹＲＡＮＮＯ）」という商品名で市販されている。窒化ケイ素繊維は、トーレンエネルギーインターナショナル社（Ｔｏｒｅｎ Ｅｎｅｒｇｙ Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ｃｏｒｐ．）（ニューヨーク州、ニューヨーク（Ｎｅｗ Ｙｏｒｋ，ＮＹ））より市販されている。金属繊維は、ベッカート（Ｂｅｃｋａｅｒｔ）（ベルギー、ツエルガン（Ｚｗｅｒｅｇａｎ，Ｂｅｌｇｉｕｍ））より「ベキーシェルド（ＢＥＫＩ－ＳＨＥＬＤ）ＧＲ９０／Ｃ２／４」という商品名およびリボンテクノロジー社（Ｒｉｂｂｏｎ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ Ｃｏｒｐ．）（オハイオ州、ガハナ（Ｇａｈａｎａ，ＯＨ））より「リブテック（ＲＩＢＴＥＣ）」という商品名で市販されている。

【００１９】

非膨張層のある実施形態において、無機繊維はガラス繊維である。本明細書で用いる「ガラス繊維」とは、大幅な結晶化なしに冷却しておいた無機溶融材料から調製された無機繊維のことを指す。ｘ線回折か透過型電子顕微鏡技術のいずれかを用いて求めると、ガラス繊維はアモルファスである。ガラス繊維は、少なくともある用途においては、ショットフリーである（すなわち、繊維が５重量パーセント以下のショット、３重量パーセント以下のショット、２重量パーセント以下のショット、１重量パーセント以下のショット、または０．５重量パーセント以下のショットを含む）。本明細書で用いる「ショット」という用語は、ある無機繊維形成プロセスの副生成物となり得る非繊維状粒子のことを指す。

【００２０】

好適なガラス繊維は、アルミノケイ酸マグネシウム繊維であることが多い。かかるガラ

ス繊維は、少なくとも５０重量パーセントのSiO_2、少なくとも８重量パーセントのAl_2O_3および少なくとも１重量パーセントの酸化マグネシウムを含有することができる。例えば、アルミノケイ酸マグネシウム繊維は、５０～７０重量パーセント、５０～６０重量パーセント、６０～７０重量パーセント、または５５～６５重量パーセントのSiO_2、８～３０重量パーセント、１０～２０重量パーセントまたは２０～３０重量パーセントのAl_2O_3、および１～１５重量パーセント、１～１２重量パーセント、１～１０重量パーセント、または１～８重量パーセントの酸化マグネシウムを含有することができる。酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化ホウ素、酸化カルシウム等のような追加の酸化物を存在させることができる。

【００２１】

アルミノケイ酸マグネシウムガラス繊維の具体例としては、Ｅ－ガラス繊維、Ｓ－ガラス繊維、Ｓ２－ガラス繊維およびＲ－ガラス繊維がある。Ｅ－ガラス繊維は、約５５重量パーセントのSiO_2、約１１重量パーセントのAl_2O_3、約６重量パーセントのB_2O_3、約１８重量パーセントのＣａＯ、約５重量パーセントのＭｇＯ、および約５重量パーセントのその他の酸化物を含有することが多い。Ｓ－ガラスおよびＳ２－ガラス繊維は、一般的に、約６５重量パーセントのSiO_2、約２５重量パーセントのAl_2O_3、および約１０重量パーセントのＭｇＯを含有する。Ｒ－ガラス繊維は、通常、約６０重量パーセントのSiO_2、約２５重量パーセントのAl_2O_3、約９重量パーセントのＣａＯ、および約６重量パーセントのＭｇＯを含有する。Ｅ－ガラス繊維、Ｓ－ガラス繊維およびＳ２－ガラス繊維は、アドバンスドガラスファイバーヤーンズ（Ａｄｖａｎｃｅｄ Ｇｌａｓｓ ｆｉｂｅｒ Ｙａｒｎｓ）ＬＬＣ（サウスカロライナ州、アイケン（Ａｉｋｅｎ, ＳＣ））およびオーウェンズ－コーニングファイバーガラス社（Ｏｗｅｎｓ－Ｃｏｒｎｉｎｇ Ｆｉｂｅｒｇｌａｓｓ Ｃｏｒｐ.）（オハイオ州、グレンヴィル（Ｇｒａｎｖｉｌｌｅ, ＯＨ））より市販されている。Ｒ－ガラス繊維は、サンゴバンベトロテックス（Ｓａｉｎｔ－Ｇｏｂａｉｎ Ｖｅｔｒｏｔｅｘ）（ドイツ、ヘルツォーゲンラス（Ｈｅｒｚｏｇｅｎｒａｔｈ, Ｇｅｒｍａｎｙ））より市販されている。

【００２２】

様々な耐火セラミック繊維を非膨張層に用いることができる。ある実施形態において、セラミック繊維はアモルファスであり、主にAl_2O_3およびSiO_2を含有する。微量のその他の酸化物も存在し得る。Al_2O_3対SiO_2（Al_2O_3：SiO_2）の重量比は通常、２０：８０、３０：７０、３５：６５、４０：６０．４５：５５、５０：５０、５５：４５、６０：４０または７０：３０を超える、またはこれらに等しい。セラミック繊維は、一般的に、少なくとも３０重量パーセントのSiO_2および少なくとも２０重量パーセントのAl_2O_3を含む。例えば、好適なセラミック繊維は、繊維の重量に基づいて３０～８０重量パーセントの量のSiO_2および２０～７０重量パーセントの量のAl_2O_3を含有している。ある特定の例において、セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて４０～６０重量パーセントの量のSiO_2および４０～６０重量パーセントのアルミナを含有することができる。他の具体的な例において、セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて４５～５５重量パーセントのSiO_2および４５～５５重量パーセントのAl_2O_3を含有することができる。

【００２３】

例示的なアモルファスセラミック繊維としては、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ Ｃｅｒａｍｉｃｓ）（ジョージア州、オーガスタ（Ａｕｇｕｓｔａ, ＧＡ））より、繊維の重量に基づいて５０重量パーセントのSiO_2および５０重量パーセントのAl_2O_3を含む「カオウールＨＡバルク（ＫＡＯＷＯＯＬ ＨＡ ＢＵＬＫ）」という商品名で、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ Ｃｅｒａｍｉｃｓ）より、繊維の重量に基づいて５４重量パーセントのSiO_2および４６重量パーセントのAl_2O_3を含む「セラファイバー（ＣＥＲＡＦＩＢＥＲ）」という商品名で、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ Ｃｅｒａｍｉｃｓ）より、繊維の重量に基づいて５４重量パーセントのSiO_2および４６重量パーセントのAl_2O_3を含む「カオウール（ＫＡＯＷＯＯＬ）Ｄ７３Ｆ」と

いう商品名で、ラス（Ｒａｔｈ）（デラウェア州、ウィルミントン（Ｗｉｌｍｉｎｇｔｏｎ，ＤＥ））より、繊維の重量に基づいて５２重量パーセントのSiO_2、４７重量パーセントのAl_2O_3、１重量パーセント以下のFe_2O_3、TiO_2およびその他酸化物を含む「ラス２３００ＲＴ（ＲＡＴＨ２３００ＲＴ）」という商品名で、ラス（Ｒａｔｈ）より、繊維の重量に基づいて５４重量パーセントのSiO_2、４６重量パーセントのAl_2O_3、１重量パーセント以下のAl_2O_3およびその他酸化物を含む「ラスアルミノシリケートチョップドファイバー（ＲＡＴＨ　ＡＬＵＭＩＮＯ－ＳＩＬＩＣＡＴＥ　ＣＨＯＰＰＥＤ　ＦＩＢＥＲ）」という商品名で、ベスビウス（Ｖｅｓｕｖｉｕｓ）（ニューヨーク州、バッファロー（Ｂｕｆｆａｌｏ，ＮＹ））より、繊維の重量に基づいて４９～５３重量パーセントのSiO_2、４３～４７重量パーセントのAl_2O_3、０．７～１．２重量パーセントのFe_2O_3、１．５～１．９重量パーセントのTiO_2および１重量パーセント以下のその他酸化物を含む「セルーウールＲＴ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＲＴ）」という商品名で、ベスビウス（Ｖｅｓｕｖｉｕｓ）より、繊維の重量に基づいて４９～５７重量パーセントのSiO_2、３８～４７重量パーセントのAl_2O_3、０．７～１．５重量パーセントのFe_2O_3、１．６～１．９重量パーセントのTiO_2および０～０．５重量パーセントのその他酸化物を含む「セルーウールＬＴ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＬＴ）」という商品名で、およびベスビウス（Ｖｅｓｕｖｉｕｓ）より、繊維の重量に基づいて５０～５４重量パーセントのSiO_2、４４～４９重量パーセントのAl_2O_3、０～０．２重量パーセント以下のFe_2O_3、０～０．１重量パーセントのTiO_2および０．５重量パーセント以下のその他酸化物を含む「セルーウールＨＰ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＨＰ）」という商品名で市販されているものが挙げられるが、これらに限られるものではない。

【００２４】

他の実施形態において、セラミック繊維はアモルファスであり、主に、SiO_2、Al_2O_3およびZrO_2を含有する。微量のその他の酸化物も存在し得る。Al_2O_3対SiO_2（Al_2O_3：SiO_2）の重量比は、２０：８０、３０：７０、３５：６５、４０：６０．４５：５５、５０：５０、５５：４５、６０：４０または７０：３０を超える、またはこれに等しくすることができる。繊維は、繊維の重量に基づいて少なくとも３重量パーセントのZrO_2、少なくとも３０重量パーセントのSiO_2、および少なくとも２０重量パーセントのAl_2O_3を含有している。ある実施形態において、繊維は、繊維の重量に基づいて、５重量パーセントまで、７重量パーセントまで、１０重量パーセントまで、１２重量パーセントまで、１５重量パーセントまで、１６重量パーセントまで、２０まで、または２５重量パーセントまでの量でZrO_2を含有している。セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて３０～７０、４０～６５、４５～６０、４５～５５または５０～６０重量パーセントの量でSiO_2を含有することができる。セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて２０～６０、２５～５０、２５～４５、２５～４０、２５～３５、３０～５０または３０～４０重量パーセントの量でAl_2O_3を含有することができる。ある特定の例において、セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて２５～５０重量パーセントのAl_2O_3、４０～６０重量パーセントのSiO_2、および３～２０重量パーセントのZrO_2とを含有している。他の特定の例において、セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて３０～４０重量パーセントのAl_2O_3、４５～６０重量パーセントのSiO_2、および５～２０重量パーセントのZrO_2とを含有している。

【００２５】

SiO_2、Al_2O_3およびZrO_2を含有する例示的なアモルファスセラミック繊維としては、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ　Ｃｅｒａｍｉｃｓ）（ジョージア州、オーガスタ（Ａｕｇｕｓｔａ，ＧＡ））より、繊維の重量に基づいて５０重量パーセントのSiO_2、３５重量パーセントのAl_2O_3および１５重量パーセントのZrO_2を含む「カオウールＺＲ（ＫＡＯＷＯＯＬ　ＺＲ）」および「セラケム（ＣＥＲＡＣＨＥＭ）」という商品名で、ユニフラックス（Ｕｎｉｆｒａｘ）（ニューヨーク州、トナワンダ（Ｔｏｎａｗｏｎｄａ，ＮＹ））より、繊維の重量に基づいて５２～５７重量パーセントのSiO_2、２９～４７重量パーセントのAl_2O_3、１８重量パーセント以下のZrO_2を含む「ユ

ニフラックスファイバーフラックスファイバーマット（ＵＮＩＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＭＡＴ）」という商品名で、ユニフラックス（Ｕｎｉｆｒａｘ）より、繊維の重量に基づいて５０～５４重量パーセントのSiO_2、３１～３５重量パーセントのAl_2O_3、５重量パーセント以下のZrO_2、１．３重量パーセントのFe_2O_3、１．７重量パーセントのTiO_2、０．５重量パーセントのＭｇＯ、および７重量パーセント以下のＣａＯを含む「ユニフラックスファイバーフラックスデュラバック（ＵＮＩＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＦＲＡＸ　ＤＵＲＡＢＡＣＫ）」という商品名で、ラス（Ｒａｔｈ）（デラウェア州、ウィルミントン（Ｗｉｌｍｉｎｇｔｏｎ，ＤＥ））より、繊維の重量に基づいて４８重量パーセントのSiO_2、３７重量パーセントのAl_2O_3、１５重量パーセントのZrO_2および１重量パーセント以下のその他酸化物を含む「ラス（ＲＡＴＨ）２６００ＨＴＺ」という商品名で、ベスビウス（Ｖｅｓｕｖｉｕｓ）（ニューヨーク州、バッファロー（Ｂｕｆｆａｌｏ，ＮＹ））より、繊維の重量に基づいて４４～５１重量パーセントのSiO_2、３３～３７重量パーセントのAl_2O_3、１３～１９重量パーセントのZrO_2、０．１～０．６重量パーセントのFe_2O_3、０．１～０．６重量パーセントのTiO_2および１重量パーセント以下のその他酸化物を含む「セルーウールＨＴＺ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＨＴＺ）」という商品名で市販されているものが挙げられる。

【００２６】

非膨張層のある実施形態において、熱機械分析温度（ＴＭＡ）試験を用いたセラミック繊維のバルク収縮率は１０パーセント以下、８パーセント以下、６パーセント以下、４パーセント以下、３パーセント以下、２パーセント以下または１パーセント以下である。セラミック繊維は、通常少なくとも０．５パーセント収縮する。ある実施形態において、セラミック繊維のバルク収縮率は０．５～２パーセント、０．５～３パーセント、０．５～５パーセント、または０．５～６パーセントである。

【００２７】

ＴＭＡ試験において、荷重（例えば、５０ｐｓｉまたは３４５Ｎ／m^2）を加えた試料を１０００℃まで加熱してから冷却する。７５０℃での加熱および冷却サイクルの両方の間に試料のキャリパを測定してパーセント収縮率を計算することができる。パーセント収縮率は、１００を乗算し、加熱工程中７５０℃でのキャリパで除算した、加熱および冷却工程中の７５０℃でのキャリパにおける差に等しい。ＴＭＡ試験を用いて、セラミック繊維またはセラミック繊維から作成した非膨張層の特徴を調べることができる。非膨張層に存在する有機材料の大半または全てを、熱機械分析温度が７５０℃に達するときに除去する。

【００２８】

供給時１０パーセント以下のバルク収縮率を有するセラミック繊維（すなわち、繊維は熱処理処理なしで供給された状態で使用可能である）としては、これらに限られるものではないが、結晶で、Al_2O_3とSiO_2の両方を含有する繊維が例示される。Al_2O_3対SiO_2（Al_2O_3：SiO_2）の重量比は、６０：４０、６５：３５、７０：３０、７２：２８、７５：２５、８０：２０、９０：１０、９５：５、９６：４、９７：３または９８：２を超える、またはこれに等しくすることができる。ある特定の例において、セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて６０～９８重量パーセントのAl_2O_3と２～４０重量パーセントのSiO_2とを含有している。他の特定の例において、セラミック繊維は、繊維の重量に基づいて７０～９８重量パーセントのAl_2O_3と２～３０重量パーセントのSiO_2とを含有している。微量のその他の酸化物も存在し得る。本明細書で用いる「微量」という用語は、２重量パーセント以下、１重量パーセント以下、または０．５重量パーセント以下の量のことを指す。

【００２９】

結晶で、バルク収縮率が１０パーセント以下の好適なセラミック繊維としては、これらに限られるものではないが、三菱化学（Ｍｉｔｓｕｂｉｓｈｉ　Ｃｈｅｍｉｃａｌ）（日本、東京（Ｔｏｋｙｏ，Ｊａｐａｎ））より、繊維の重量に基づいて２８重量パーセントのSiO_2と７２重量パーセントのAl_2O_3を有する「マフテック（ＭＡＦＴＥＣ）」（

ＭＬＳ１、ＭＬＳ２およびＭＬＳ３）という商品名で、サフィルリミテッド（Ｓａｆｆｉｌ　Ｌｉｍｉｔｅｄ）（英国、チェシャー州ウィドネス（Ｗｉｄｎｅｓｓ　Ｃｈｅｓｈｉｒｅ，Ｕ．Ｋ.））より、繊維の重量に基づいて３～５重量パーセントのSiO_2と９５～約９７重量パーセントのAl_2O_3を有する「サフィル（ＳＡＦＦＩＬ）」（ＳＦ、ＬＡバルク、ＨＡバルク、ＨＸバルク）という商品名で、ユニフラックス（Ｕｎｉｆｒａｘ）（ニューヨーク州トナワンダ（Ｔｏｎａｗｏｎｄａ，ＮＹ））より、繊維の重量に基づいて２７重量パーセントのSiO_2と７２重量パーセントのAl_2O_3を有する「ユニフラックスファイバフラックスファイバマックス（ＵＮＩＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＭＡＸ）」という商品名で販売されているものが挙げられる。

【００３０】

結晶で、供給時のバルク収縮率が１０パーセント以下のセラミック繊維のさらなる例は、アルミノホウケイ酸塩繊維である。これらの繊維は、一般的に、繊維の重量に基づいて、Al_2O_3を少なくとも５０重量パーセントの量で、SiO_2を５０重量パーセント以下の量で、B_2O_3を２５重量パーセント以下の量で含有する。ある特定のアルミノホウケイ酸塩繊維は、繊維の重量に基づいて５０～７５重量パーセントのAl_2O_3、２５～５０重量パーセントのSiO_2、および１～２５重量パーセントのB_2O_3とを含有している。かかるアルミノホウケイ酸塩繊維は、例えば、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より「ネクステル（ＮＥＸＴＥＬ）３１２」および「ネクステル（ＮＥＸＴＥＬ）４４０」という商品名で市販されている。

【００３１】

結晶で、メーカーによる供給時のバルク収縮率が１０パーセント以下のこれらのセラミック繊維の少なくとも一部は、ゾル－ゲルプロセスを用いて作製される。ゾル－ゲルプロセスにおいて、セラミック繊維は、溶液、分散液または粘性濃縮物をスピニングまたは押し出すことにより形成される。米国特許第３，７６０，０４９号明細書（ボーラーら（Ｂｏｒｅｒ　ｅｔ　ａｌ．））にさらに記載されているゾル－ゲルプロセスとしては、溶液、分散液または濃縮物のオリフィスを通した押出しにより、グリーン繊維を形成し、それを焼成してセラミック繊維を得ることが含まれる。溶液、分散液または濃縮物は、繊維中に酸化物または酸化物に対する前駆体を含有する。

【００３２】

ある実施形態において、市販のアモルファスセラミック繊維を熱処理すると、１０パーセント以下のバルク収縮率を有するセラミック繊維が得られる。熱処理すると１０パーセント以下のバルク収縮率を有する繊維を与えるセラミック繊維は、一般的に、Al_2O_3およびSiO_2、またはAl_2O_3およびSiO_2のB_2O_3、P_2O_5またはZrO_2のようなその他酸化物との混合物からメルトブローンまたはメルトスパンされる。熱処理可能な例示的なアモルファスセラミック繊維としては、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ　Ｃｅｒａｍｉｃｓ）（ジョージア州、オーガスタ（Ａｕｇｕｓｔａ，ＧＡ））より、「カオウールＨＡバルク（ＫＡＯＷＯＯＬ　ＨＡ　ＢＵＬＫ）」、「セラファイバー（ＣＥＲＡＦＩＢＥＲ）」、「カオウールＤ７３Ｆ（ＫＡＯＷＯＯＬ　Ｄ７３Ｆ）」、「カオウールＺＲ（ＫＡＯＷＯＯＬ　ＺＲ）」または「セラケム（ＣＥＲＡＣＨＥＭ）」という商品名で、ラス（Ｒａｔｈ）（デラウェア州、ウィルミントン（Ｗｉｌｍｉｎｇｔｏｎ，ＤＥ））より、「ラス２３００ＲＴ（ＲＡＴＨ２３００ＲＴ）」、「ラスアルミノ－シリケートチョップドファイバー（ＲＡＴＨ　ＡＬＵＭＩＮＯ－ＳＩＬＩＣＡＴＥ　ＣＨＯＰＰＥＤ　ＦＩＢＥＲ）」または「ラス２６００ＨＴＺ（ＲＡＴＨ２６００ＨＴＺ）」という商品名で、ベスビウス（Ｖｅｓｕｖｉｕｓ）（ニューヨーク州、バッファロー（Ｂｕｆｆａｌｏ，ＮＹ））より「セル－ウールＲＴ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＲＴ）」、「セル－ウールＬＴ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＬＴ）」または「セル－ウールＨＺＴ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＨＺＴ）」または「セル－ウールＨＰ（ＣＥＲ－ＷＯＯＬ　ＨＰ）」という商品名で、およびユニフラックス（Ｕｎｉｆｒａｘ）（ニューヨーク州、トナワンダ（Ｔｏｎａｗｏｎｄａ，ＮＹ））より、「ユニフラックスファイバーフラックスファイバーマット（ＵＮＩＦＲ

ＡＸ　ＦＩＢＥＲＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＭＡＴ）」または「ユニフラックスファイバーフラックスデュラバック（ＵＮＩＦＲＡＸ　ＦＩＢＥＲＦＲＡＸ　ＤＵＲＡＢＡＣＫ」という商品名で市販されているものが挙げられるが、これらに限られるものではない。

【００３３】

セラミック繊維は、熱処理プロセス中失透する（すなわち、アモルファス状態から微結晶または結晶状態へ少なくとも一部が変化する）傾向がある。通常、個々のセラミック繊維の一部のみが失透する。すなわち、熱処理後、個々のセラミック繊維は、アモルファス材料を、結晶材料、微結晶材料、または結晶と微結晶材料の組み合わせと共に含有している。

【００３４】

透過型電子顕微鏡およびｘ線回折のような技術を用いて、無機繊維のアモルファス、結晶または微結晶の性質を調べた。本明細書で用いる「アモルファス」という用語は、結晶または微結晶領域のない無機繊維のことを指す。無機繊維がアモルファスの場合には、透過型電子顕微鏡またはｘ線回折のいずれかを用いても回折ピーク（すなわち、回折パターン）は検出できない。無機繊維が小さな結晶サイズ（すなわち微結晶）を有する領域を含む場合には、透過型電子顕微鏡を用いると回折ピーク（すなわち、回折パターン）が検出できるが、ｘ線回折を用いると検出できない。本明細書で用いる「微結晶」という用語は、結晶性を備えた少なくともある領域を有し、透過型電子顕微鏡では検出可能であるが、ｘ線回折では検出できない結晶サイズを有する無機繊維のことを指す。無機繊維が大きな結晶サイズ（すなわち、結晶）を有する領域を含有している場合には、回折パターンはｘ線回折を用いて得ることができる。本明細書で用いる「結晶」という用語は、結晶性を備えた少なくともある領域を有し、ｘ線回折で検出可能な結晶サイズを有する無機繊維のことを指す。ｘ線回折を用いて検出可能な最小結晶サイズだと、明確なピークのない広い回折パターンとなる。狭いピークは、大きな結晶サイズであることを示す。回折ピークの幅を用いると結晶サイズを求めることができる。結晶の無機繊維は、一般的に、単結晶でなく多結晶である。

【００３５】

ある用途において、セラミック繊維を少なくとも７００℃の温度で熱処理する。例えば、セラミック繊維は少なくとも８００℃の温度、少なくとも９００℃の温度、少なくとも１０００℃の温度、または少なくとも１１００℃の温度で熱処理することができる。好適な熱処理温度は、セラミック繊維の組成、セラミック繊維を熱処理温度で保持する時間に応じて異なる。好適な熱処理方法および好適な熱処理セラミック繊維は、例えば、国際公開第９９／４６０２８号パンフレット（フェルナンドら（Ｆｅｒｎａｎｄｏ　ｅｔ　ａｌ．））および米国特許第５，２５０，２６９号明細書（レンジャー（Ｌａｎｇｅｒ））にさらに記載されている。

【００３６】

熱処理プロセス中に形成される結晶または微結晶のサイズに関連した時間－温度の関係がある。例えば、セラミック繊維を、長い時間については低温で、短い時間については高温で熱処理すると、結晶性と微結晶性の同等の状態を作成することができる。熱処理温度での時間は１時間まで、４０分まで、３０分まで、２０分まで、１０分まで、５分まで、３分まで、または２分までとすることができる。例えば、熱処理温度を選択すると、１０分までといった比較的短い熱処理時間を用いることができる。

【００３７】

熱処理温度を選択すると、失透温度（すなわち、セラミック繊維がアモルファス材料から微結晶または結晶材料となる温度）より、少なくとも２０℃、少なくとも３０℃、少なくとも４０℃、少なくとも５０℃、少なくとも６０℃、少なくとも７０℃、少なくとも８０℃、少なくとも９０℃、または少なくとも１００℃高くすることができる。セラミック繊維の好適な熱処理時間および温度は、例えば、示差熱分析（ＤＴＡ）のような技術を用いて求めることができる。Al_2O_3－SiO_2繊維の温度は、一般的に、７００℃～１２００℃の範囲、８００℃～１２００℃の範囲、９００℃～１２００℃の範囲、または９５

０℃～１２００℃の範囲である。

【００３８】

完全にアモルファスであるセラミック繊維は、通常、微結晶、結晶またはこれらの組み合わせである領域を含有するセラミック繊維をより多く収縮させる。少なくとも部分的に結晶または微結晶であるセラミック繊維は、汚染防止装置に用いるのに好適な温度まで繰り返し加熱してから冷却することができる装着マットへと作製することができる。微結晶または結晶セラミック繊維は、非膨張層の性能に負の影響を与えるさらに収縮するのに対する耐性のある傾向がある。

【００３９】

熱処理を行うセラミック繊維については、繊維の脆性を、低収縮特性と釣り合いをとることができる。結晶または微結晶材料セラミック繊維は、アモルファスセラミック繊維より脆性の傾向がある。結晶または微結晶セラミック繊維から作成された非膨張層は、アモルファス繊維から作成された絶縁体よりも容易に破断し得る。一方、結晶または微結晶セラミック繊維は、アモルファスセラミック繊維よりもバルク収縮率が小さい傾向にある。

【００４０】

無機繊維の平均直径は、一般的に、少なくとも３マイクロメートル、少なくとも４マイクロメートル、少なくとも５マイクロメートル、少なくとも６マイクロメートル、または少なくとも７マイクロメートルである。無機繊維の平均直径は、通常、２０マイクロメートル以下、１８マイクロメートル以下、１６マイクロメートル以下、または１４マイクロメートル以下である。ある実施形態において、少なくとも６０重量パーセントの無機繊維の平均直径は、平均直径の３マイクロメートル以内である。例えば、少なくとも７０重量パーセント、少なくとも８０重量パーセント、または少なくとも９０重量パーセントの無機繊維の平均直径は、平均直径の３マイクロメートル以内である。

【００４１】

非膨張層は、非膨張層の重量に基づいて２０重量パーセントまでの量で有機バインダーをさらに含有することができる。ある実施形態において、有機バインダーは、非膨張層の重量に基づいて１０重量パーセントまで、５重量パーセントまで、または３重量パーセントまでの量で存在させる。有機バインダーは、一般的に、非膨張層を含有する多層マットを汚染防止装置で一般的に受けるような高温で用いると燃える。

【００４２】

好適な有機バインダー材料としては、水性ポリマーエマルジョン、溶剤系ポリマーおよび溶剤を含まないポリマーが挙げられる。水性ポリマーエマルジョンは、ラテックスの形態の有機バインダーポリマーおよびエラストマー（例えば、天然ゴムラチス、スチレン－ブタジエンラチス、ブタジエン－アクリロニトリルラチス、アクリレートおよびメタクリレートポリマーおよびコポリマーのラチス）を含むことができる。溶剤系ポリマーバインダー材料は、アクリル、ポリウレタン、酢酸ビニル、セルロースまたはゴム系有機ポリマーのようなポリマーを含むことができる。溶剤を含まないポリマーとしては、天然ゴム、スチレン－ブタジエンゴムおよびその他エラストマーが挙げられる。

【００４３】

ある実施形態において、有機バインダー材料としては、水性アクリルエマルジョンが挙げられる。アクリルエマルジョンは、良好なエージング特性および非腐食性燃焼生成物が得られる傾向があり有利である。好適なアクリルエマルジョンとしては、これらに限られるものではないが、ローム・アンド・ハース（Ｒｏｈｍ　ａｎｄ　Ｈａｓｓ）（ペンシルバニア州フィラデルフィア）より「ロープレックス（ＲＨＯＰＬＥＸ）ＴＲ－９３４」（４４．５重量パーセント固体の水性アクリルエマルジョン）および「ロープレックス（ＲＨＯＰＬＥＸ）ＨＡ－８」（４５．５重量パーセント固体の水性アクリルコポリマー）という商品名で、ＩＣＩレジンＵＳ（ＩＣＩ　Ｒｅｓｉｎｓ　ＵＳ）（マサチューセッツ州ウィルミントン）より入手可能な「ネオクリル（ＮＥＯＣＲＹＬ）ＸＡ－２０２２」（６０．５パーセント固体のアクリル系樹脂の水性分散液）という商品名で、エアプロダクツ・アンド・ケミカル社（Ａｉｒ　Ｐｒｏｄｕｃｔｓ　ａｎｄ　Ｃｈｅｍｉｃａｌ，　Ｉｎ

ｃ．）（ペンシルバニア州フィラデルフィア）より「エアフレックス（ＡＩＲＦＬＥＸ）６００ＢＰ　ＤＥＶ」（５５重量パーセント固体のエチレンビニルアクリレートターポリマーの水性エマルジョン）という商品名で販売されているような市販品が挙げられる。

【００４４】

有機バインダーはまた、可塑剤、粘着付与剤またはこれらの組み合わせを含むこともできる。可塑剤は、ポリマーマトリックスを軟化させる傾向があり、膨張層の可撓性および成形性を向上させることができる。例えば、有機バインダーは、モンサント（Ｍｏｎｓａｎｔｏ）（ミズーリ州セントルイス）より「サンティサイザ（ＳＡＮＴＩＣＩＺＥＲ）１４８」という商品名で市販されているイソデシルジフェニルジホスフェートのような可塑剤を含むことができる。粘着付与剤または粘着付与樹脂は、絶縁材料を保持するのを補助する。好適な粘着付与剤としては、「スノータック（ＳＮＯＷＴＡＣＫ）８１０Ａ」という商品名でエカノーベル社（Ｅｋａ　Ｎｏｂｅｌ　Ｉｎｃ．）（カナダ、トロント）より市販されているものが挙げられる。

【００４５】

非膨張層はまた、これらに限られるものではないが、可塑剤、湿潤剤、分散剤、消泡剤、ラテックス凝集剤および殺菌剤のようなその他の材料も含有することができる。ガラス粒子、炭酸カルシウム、膨張バーミキュライト、層剥離したバーミキュライト、マイカ、パーライト、アルミニウム三水和物、リン酸マグネシウム六水化物、ホウ酸亜鉛および水酸化マグネシウムのようなフィラー材料を添加することができる。さらに、クレイ、ベントナイトおよびコロイドシリカのような無機バインダーを添加することができる。

【００４６】

非膨張層はまた、例えば、アクリル、セルロース、ポリオレフィン、ポリビニルアルコール、ポリエステルまたはこれらの組み合わせのような有機繊維も含有することもできる。繊維はステープル繊維またはフィブリル化繊維とすることができる。有用なステープル繊維のサイズは、一般的に、約０．５～５デニールである。フィラメント当たり１．５デニールのサイズを有する好適なレーヨン繊維は、ミニファイバー社（Ｍｉｎｉｆｉｂｅｒ，Ｉｎｃ．）（テキサス州、ジョンソンシティ（Ｊｏｈｎｓｏｎ　Ｃｉｔｙ，ＴＸ））より市販されている。好適なポリビニルアルコール繊維は、クラレアメリカ社（Ｋｕｒａｒａｙ　Ａｍｅｒｉｃａｓ，　Ｉｎｃ．）（ニューヨーク州、ニューヨーク（Ｎｅｗ　Ｙｏｒｋ，ＮＹ））より「クラロン（ＫＵＲＡＬＯＮ）」という商品名で市販されている。アクリル繊維パルプは、サイテックインダストリーズ社（Ｃｙｔｅｋ　Ｉｎｄｕｓｔｒｉｅｓ，Ｉｎｃ．（ニュージャージー州、ウェストパターソン（Ｗｅｓｔ　Ｐａｔｅｒｓｏｎ，ＮＪ））より「ＣＦＦ」という商品名で市販されている。

【００４７】

少なくともある実施形態において、好適な非膨張層は、１０～９９．５重量パーセントの量で無機繊維、０．５～２０重量パーセントの量で有機バインダーを含むことができる。例えば、非膨張層は、２０～９９．５重量パーセントの量で無機繊維、０．５～２０重量パーセントの量で有機バインダー、および６０重量パーセントまでの無機バインダーまたはフィラーを含有することができる。

【００４８】

熱処理されたアルミノシリケートセラミック繊維を含有する好適な非膨張層は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より「インテラム９００ＨＴ（ＩＮＴＥＲＡＭ　９００ＨＴ）」という商品名で市販されている。このマットのバルク密度は約０．２５ｇ／ｃｍ^3、単位面積当たりの重量は約１０２０～約２４５５ｇ／ｍ^{2}である。結晶（すなわち、多結晶）アルミナ繊維を含有するその他の好適な非膨張層は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）より「インテラム１１００ＨＴ（ＩＮＴＥＲＡＭ　１１００ＨＴ）」および「インテラム１１０１ＨＴ（ＩＮＴＥＲＡＭ　１１０１ＨＴ）」という商品名で市販されているものが挙げられる。これらのマットのバルク密度は約０．１５ｇ／ｃｍ^3、単位面積当たりの重量は約４４０～約２１００ｇ／ｍ^{2}である。アルミノケイ酸マグネシウムガラス繊維を含むその他の好

適な非膨張層は、３Mカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）より「ＩＮＰＥ５７１．０２．」という商品名で市販されている。このマットのバルク密度は約０．１２ｇ／ｃｍ^3、単位面積当たりの重量は約６００～約１４００ｇ／ｍ^{2}である。ニードルボンドされたマットは、バルク密度が約０．１６ｇ／ｃｍ^{3}で、日本、東京の三菱化学株式会社（Ｍｉｔｓｕｂｉｓｈｉ　Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｃｏｍｐａｎｙ，Ｔｏｋｙｏ，Ｊａｐａｎ）より「マフテックＭＬＳ－３（ＭＡＦＴＥＣ　ＭＬＳ－３）」という商品名で市販されている。このマットは、繊維の重量に基づいて、約７２重量パーセントのAl_2O_3および約２８重量パーセントのSiO_2を含有している。

【００４９】

多層マットにおいて、非膨張層は、第１の膨張層と第２の膨張層との間に挟まれている。２層の膨張層は同一または異なる組成とすることができる。各膨張層は、少なくとも１種類の膨張材料を含有する。膨張層は、無機繊維、有機バインダー、可塑剤、湿潤剤、分散剤、消泡剤、ラテックス凝集剤、殺菌剤、フィラー材料、無機バインダーおよび有機繊維をさらに含むことができる。

【００５０】

膨張層に好適な膨張材料としては、未膨張バーミキュライト、ハイドロバイオタイト、米国特許第３，００１，５７１号明細書（ハッチ（Ｈａｔｃｈ））に記載された水膨潤性合成四ケイ酸フッ素タイプのマイカ、米国特許第４，５２１，３３３号明細書（グラハムら（Ｇｒａｈａｍ　ｅｔ　ａｌ．））に記載されたアルカリ金属ケイ酸塩顆粒、膨張性グラファイトまたはこれらの組み合わせが例示される。アルカリ金属シリケート顆粒は、３Mカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より「エクスパントロール４ＢＷ（ＥＸＰＡＮＴＲＯＬ　４ＢＷ）」という商品名で販売されている。膨張性グラファイトは、ＵＣＡＲカーボン社（ＵＣＡＲ　Ｃａｒｂｏｎ　Ｃｏ．，Ｉｎｃ．）（オハイオ州、クリーブランド（Ｃｌｅｖｅｌａｎｄ，ＯＨ））より「グラフォイルグレード３３８－５Ｏ（ＧＲＡＦＯＩＬ　ＧＲＡＤＥ　３３８－５Ｏ）」という商品名で市販されている。未膨張バーミキュライトは、コメタル社（Ｃｏｍｅｔａｌｓ　Ｉｎｃ．）（ニューヨーク州、ニューヨーク（Ｎｅｗ　Ｙｏｒｋ，ＮＹ）より市販されている。ある実施形態において、膨張材料は、未膨張バーミキュライト、膨張性グラファイトまたはこれらの組み合わせから選択される。

【００５１】

バーミキュライトは、例えば、二水素リン酸アンモニウム、硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム、塩化カリウムまたはその他業界に公知の可溶性塩などの塩で処理することができる。処理は、イオン交換反応に基づいている。

【００５２】

膨張層は、この層の厚さにより異なるが、少なくともある程度、非膨張層を絶縁することができる。このように、多層マットの外側層に含めると軟化および収縮する無機繊維は、絶縁膨張層の存在のために、内側非膨張層に用いることができる。汚染防止要素の操作温度および膨張層の厚さに応じて、１０パーセントを超えるバルク収縮率を有するセラミック材料は、多層マットの非膨張層に含めることができる。

【００５３】

膨張層は、膨張層の重量に基づいて、少なくとも５、少なくとも１０、少なくとも２０、少なくとも４０または少なくとも６０重量パーセントの膨張材料を含有することが多い。いくつかの例において、膨張層は、膨張層の重量に基づいて、５～約８５重量パーセントの膨張材料と、２０重量パーセント以下の有機バインダーとを含有する。膨張層の全てではなく、いくつかはさらに無機繊維を含むことができる。

【００５４】

より具体的な例において、膨張層は、膨張層の重量に基づいて、５～８５重量パーセントの量で膨張材料、０．５～１５パーセントの量で有機バインダー、および１０～６０重量パーセントの量で無機繊維とを含む。他の例において、膨張層は、膨張層の重量に基づいて、５～７０重量パーセントの量で膨張材料、０．５～１０パーセントの量で有機バイ

ンダー、および３０～４５重量パーセントの量で無機繊維とを含む。さらに他の例において、膨張層は、２０～６５重量パーセントの量で膨張材料、０．５～２０重量パーセントの量で有機バインダー、１０～６５重量パーセントの量で無機繊維、および４０重量パーセントまでの量で無機フィラーまたは無機バインダーとを含む。

【００５５】

好適な膨張層は、３Mカンパニー（３M Company）（ミネソタ州、セントポール（St. Paul, MN））より「インテラム（INTERAM）１００」、「インテラム（INTERAM）２００」、「インテラム（INTERAM）５５０」および「インテラム（INTERAM）２０００LT」という商品名で市販されている。これらのマットのバルク密度は、通常、約０．４～約０．７g／cm^3、および単位面積当たりの重量は約１０５０g／m^2～約８１４０g／m^2である。その他の好適な膨張層は、３Mカンパニー（３M Company）より「INPE５７０」という商品名で市販されている。この層の単位面積当たりの重量は約１０５０g／m^2～約４０７０g／m^2であり、欧州の非分類繊維規則に適合する無機繊維を含有している。

【００５６】

いくつかの膨張層において、生体溶解性の無機繊維を含める。生体溶解性繊維を含有する膨張層については、国際公開第０３／０３１３６８号パンフレット（ハワース（Howorth））にさらに記載されている。本明細書で用いる「生体溶解性の無機酸化物繊維」とは、生理学媒体またはシミュレートされた生理学媒体中で分解する無機繊維を指す。生理学媒体とは、これらに限られるものではないが、例えば、動物または人間の肺のような気道にある体液のことを指す。

【００５７】

生体溶解性の無機繊維は、一般的に、例えば、Na_2O、K_2O、CaO、MgO、P_2O_5、Li_2OおよびBaOまたはこれらとシリカの組み合わせのような無機酸化物を含んでいる。その他の金属酸化物またはその他のセラミック成分を生体分解性無機繊維に含めることができる。ただし、これらの成分自身には所望の溶解性はなく、全体として繊維が生理学媒体中で尚分解可能となるような十分に少ない量で存在している。かかる金属酸化物としては、例えば、Al_2O_3、TiO_2、ZrO_2、B_2O_3および酸化鉄が挙げられる。生体溶解性無機繊維はまた、繊維が生理学媒体またはシミュレートされた生理学媒体中で分解可能となるような量で金属成分を含むこともできる。

【００５８】

一実施形態において、生体溶解性無機繊維としては、シリカ、マグネシウムおよびカルシウムの酸化物が挙げられる。これらの種類の繊維は、一般的に、カルシウムマグネシウムシリケート繊維と呼ばれている。カルシウムマグネシウムシリケート繊維は、通常、約１０重量パーセント未満の酸化アルミニウムを含有している。好適な生体溶解性繊維は、４５～９０重量パーセントのSiO_2と、４５重量パーセントまでのCaOと、３５重量パーセントまでのMgOと、１０重量パーセント未満のAl_2O_3とを含んでいる。例えば、繊維は約５５～約７５重量パーセントのSiO_2と、約２５～約４５重量パーセントのCaOと、約１～約１０重量パーセントのMgOと、約５重量パーセント未満のAl_2O_3とを含むことができる。

【００５９】

例示の生体溶解性の無機酸化物繊維は、米国特許第５，３３２，６９９号明細書（オールズら（Olds et al.））、同第５，５８５，３１２号明細書（テンエイクら（TenEyck et al.））、同第５，７１４，４２１号明細書（オールズら（Olds et al.））および同第５，８７４，３７５号明細書（ゾイタスら（Zoitas et al.））に記載されている。これらに限られるものではないが、ゾルゲル形成、結晶成長プロセスおよびスピンニングやブローイングのような溶融形成技術をはじめとする、様々な方法を用いて、生体溶解性無機繊維を形成することができる。

【００６０】

生体溶解性繊維は、ユニフラックスコーポレーション（Unifrax Corpor

ａｔｉｏｎ）（ニューヨーク州、ナイアガラフォールズ（Ｎｉａｇａｒａ　Ｆａｌｌｓ，ＮＹ））より「インサルフラックス（ＩＮＳ（登録商標）ＵＬＦＲＡＸ）」という商品名で市販されている。その他の生体溶解性繊維は、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ　Ｃｅｒａｍｉｃｓ）（所在地はジョージア州、オーグスタ（Ａｕｇｕｓｔａ，ＧＡ））より「スーパーウール（ＳＵＰＥＲＷＯＯＬ）」という商品名で販売されている。例えば、スーパーウール（ＳＵＰＥＲＷＯＯＬ）６０７は、６０～７０重量パーセントのSiO_2、２５～３５重量パーセントのＣａＯ、４～７重量パーセントのＭｇＯおよび微量のAl_2O_3を含有している。スーパーウール（ＳＵＰＥＲＷＯＯＬ）６０７マックス（ＭＡＸ）は、やや高温で使用でき、６０～７０重量パーセントのSiO_2、１６～２２重量パーセントのＣａＯ、１２～１９重量パーセントのＭｇＯおよび微量のAl_2O_3を含有している。

【００６１】

例示の膨張層は、１０～８０重量パーセントの量で膨張材料、５～８０重量パーセントの量で生体溶解性無機繊維、５～８０重量パーセントの雲母バインダーを含むことができる。

【００６２】

本明細書で用いる「雲母バインダー」とは、濡らしてから乾燥させると、自立形の凝集体を形成できる１種類以上の雲母鉱物を指す。本明細書で用いる「自立形」とは、乾燥したシートを少なくとも５分間にわたって２５℃および５０パーセントまでの相対湿度でいずれかの端部で、破砕したり落ちて離れたりすることなく水平に保持できる、他の材料を含有しない５ｃｍｘ５ｃｍｘ３ｍｍのシートへ形成可能な雲母バインダーを指す。

【００６３】

本明細書で用いる「雲母鉱物」という言い回しは、平面シートまたは板へと裂ける、または分離できる鉱物系列を指す。雲母鉱物としては、膨張バーミキュライト、非膨張性バーミキュライトおよびマイカが挙げられるがこれらに限られるものではない。雲母鉱物は、一般に、約３を超える平均アスペクト比（すなわち、厚さで除算した粒子の長さ）を有している。マイカ鉱物の粒子サイズは、一般的に、約１５０マイクロメートル未満である（すなわち、雲母バインダーが１００メッシュのスクリーンを通過できる雲母鉱物を含有している）。ある実施形態において、雲母バインダーは、約１５０マイクロメートル未満のサイズおよび約８または約１０を超える平均アスペクト比を有する雲母鉱物を含有している。

【００６４】

好適な雲母バインダーは、破砕された雲母鉱物を含むことができる。本明細書で用いる「破砕」とは、平均粒子サイズを減じるべく何らかの好適なやり方で処理された雲母鉱物を指す。破砕方法としては、希釈または濃縮スラリーの機械的剪断、ミリング、空気衝撃および圧延が挙げられるがこれらに限られるものではない。その他の方法を、単独、または破砕と組み合わせて用いて粒子サイズを減じることができる。例えば、熱的または化学的方法を用いて、雲母鉱物を膨張または膨張プラス剥離することができる。膨張バーミキュライトを水中で剪断またはその他処理すると、層剥離したバーミキュライト粒子または板の水性分散液を生成することができる。剪断は、例えば、ブレンダのような高剪断ミキサーを用いて適切に実施することができる。

【００６５】

ある実施形態において、雲母バインダーには処理済みバーミキュライト（すなわち、膨張、層剥離および破砕されたバーミキュライト）が含まれる。処理済みバーミキュライトは、一般的に非膨張性である。他の実施形態において、雲母バインダーには、膨張および層剥離していない、または部分的にのみ膨張および層剥離したバーミキュライトが含まれる。かかる材料は膨張性である傾向にある。

【００６６】

好適な雲母バインダーは、Ｗ．Ｒ．グレース＆カンパニー（Ｗ．Ｒ．Ｇｒａｃｅ＆Ｃｏｍｐａｎｙ）より市販されており、剥離バーミキュライト粉末（「ＶＦＰＳ」という商品

名）および化学的に層剥離したバーミキュライト（「マイクロライト（ＭＩＣＲＯＬＩＴＥ）」という商品名）の水性分散液を含む。また、膨張バーミキュライトフレークもＷ．Ｒ．グレース＆カンパニー（Ｗ．Ｒ．Ｇｒａｃｅ＆Ｃｏｍｐａｎｙ）より入手可能であり、これは雲母バインダーを形成すべく粒子サイズを減じることができる。

【００６７】

雲母バインダーは、粒子サイズが約１５０マイクロメートル未満のバーミキュライトを含むことができ、膨張性材料は粒子サイズが約１５０マイクロメートルを超えるバーミキュライトを含むことができる（１００メッシュスクリーンは通らない）。膨張性バーミキュライトは、約３００マイクロメートルより大きな平均粒子サイズを有している。

【００６８】

多層マットの一実施形態において、非膨張層はガラス繊維を含有し、膨張層はバーミキュライトとアルミノシリケート繊維とを含有する。多層マットの他の実施形態において、非膨張層は、ＴＭＡ試験に基づいて１０パーセント以下の収縮率を有するセラミック繊維を含有し、膨張層は、バーミキュライトと、ＴＭＡ試験に基づいて１０パーセント以下の収縮率を有するセラミック繊維とを含有する。多層マットのさらに他の実施形態において、非膨張層はガラス繊維を含有し、膨張層はバーミキュライトと生体溶解性無機繊維とを含有する。

【００６９】

端部保護材料もまた、多層マットに添加することができる。端部保護材料は、米国特許第５，００８，０８６号明細書（メリー（Ｍｅｒｒｙ））に記載されているように、端部周囲を包むステンレス鋼ワイヤとすることができる。その他の好適な端部保護材料としては、米国特許第４，１５６，５３３号明細書（クローズら（Ｃｌｏｓｅ　ｅｔ　ａｌ．））に記載されているように、編組またはロープ状ガラス、セラミックまたは金属繊維が挙げられる。端部保護材料はまた、欧州特許出願公開第６３９　７０１　Ａ１号明細書（ハワースら（Ｈｏｗｏｒｔｈ　ｅｔ　ａｌ．））、欧州特許出願公開第６３９　７０２　Ａ１号明細書（ハワースら（Ｈｏｗｏｒｔｈ　ｅｔ　ａｌ．））および欧州特許出願公開第６３９　７００　Ａ１号明細書（ストルームら（Ｓｔｒｏｏｍ　ｅｔ　ａｌ．））に記載されているように、ガラス粒子を有する組成物から形成することもできる。

【００７０】

多層マットの各層の厚さは特定の用途によって異なる。ある実施形態において、非膨張層の厚さは、第１の膨張層より厚く、第２の膨張層より厚い。ある用途において、非膨張の厚さは、多層マットの合計厚さの少なくとも５０パーセント、少なくとも５５パーセント、少なくとも６０パーセント、少なくとも６５パーセント、少なくとも７０パーセント、少なくとも７５パーセント、または少なくとも８０パーセントである。マットの全体の未圧縮厚さは、一般的に、４０ｍｍ以下、３６ｍｍ以下、３２ｍｍ以下、３０ｍｍ以下、２４ｍｍ以下、または２０ｍｍ以下である。

【００７１】

ある用途において、非膨張層の厚さは少なくとも１、少なくとも２、少なくとも３ｍｍ、少なくとも４ｍｍ、少なくとも５ｍｍ、または少なくとも６ｍｍである。非膨張層の厚さは、一般的に、３０ｍｍ未満、２０ｍｍ未満、または１５ｍｍ未満である。例えば、非膨張層の厚さは、３～２０ｍｍ、３～１６ｍｍ、３～１２ｍｍ、３～１０ｍｍ、４～２０ｍｍ、４～１６ｍｍ、４～１０ｍｍ、５～２０ｍｍ、５～１６ｍｍ、５～１２ｍｍ、６～２０ｍｍ、６～１６ｍｍ、６～１２ｍｍ、または６～１０ｍｍとすることができる。本明細書に記載した厚さとは、未圧縮厚さのことを指す。

【００７２】

膨張層の厚さは少なくとも０．５ｍｍ、少なくとも０．８ｍｍ、少なくとも１ｍｍ、または少なくとも１．２ｍｍである。膨張層の厚さは、通常、２０ｍｍ未満、１０ｍｍ未満、または５ｍｍ未満である。例えば、膨張層の厚さは、０．５～１０ｍｍ、０．５～８ｍｍ、０．５～６ｍｍ、０．５～５ｍｍ、０．５～３ｍｍ、０．５～２．５ｍｍ、０．５～２ｍｍ、０．８～３ｍｍ、１～３ｍｍ、１．２～３ｍｍ、１～２．５ｍｍまたは１～２ｍ

mとすることができる。本明細書に記載した厚さとは、未圧縮厚さのことを指す。

【００７３】

多層マットの各非膨張層の、バルク密度は、通常、約０．１ｇ／ｃｍ^3～約０．３ｇ／ｃｍ^{3}の範囲であり、各膨張層のバルク密度は約０．４ｇ／ｃｍ^3～約０．７ｇ／ｃｍ^{3}である。本明細書で用いる「バルク密度」という用語は、圧縮していない層または多層マットの密度のことを指す。多層マットのバルク密度は、様々な層の厚さおよび組成に応じて異なるが、一般的には、約０．１５ｇ／ｃｍ^3～約０．５ｇ／ｃｍ^{3}または約０．２ｇ／ｃｍ^3～約０．４ｃｍ^{3}である。ある用途において、多層マットの圧縮密度は約０．３ｇ／ｃｍ^3～約１．０ｇ／ｃｍ^{3}または約０．５ｇ／ｃｍ^3～約０．９ｇ／ｃｍ^{3}である。本明細書で用いる「圧縮密度」とは、汚染防止装置組み立て後の多層マットの密度のことを指す（すなわち、この用語は、金属筐体と汚染防止要素との間に配置したときのマットの密度のことを指す）。

【００７４】

多層マットは可撓性であることが多い。マットは、一般的に、汚染防止装置の汚染防止要素周囲で破断や亀裂を生じることなく取り扱われ、それを包むことができる。

【００７５】

さらに他の態様において、多層マットを形成する方法が提供される。第１の主面と、第１の主面の反対の第２の主面とを有する非膨張層が提供される。非膨張層は無機繊維を含む。第１の膨張層は、膨張層の第１の主面に向き合うように配置され、第１の膨張層は多層マットの第１の外側層である。第２の膨張層は、膨張層の第２の主面に向き合うように配置され、第２の膨張層は多層マットの第２の外側層である。

【００７６】

ある実施形態において、製紙プロセスを用いて、非膨張層、膨張層、またはこれらの組み合わせを形成する。例えば、非膨張層は、無機繊維の水性スラリーを形成することにより作製することができる。水性スラリーは、スラリーの重量に基づいて３０重量パーセントまでの固体を含有することが多い（たとえば、スラリーは、スラリーの重量に基づいて、２０重量パーセントまで、または１０重量パーセントまでの固体を含有することができる）。スラリーは、スラリーの重量に基づいて少なくとも１重量パーセントの固体を含有することが多い（すなわち、スラリーは、少なくとも２重量パーセント、または少なくとも３重量パーセントまでの固体を含有することができる）。ある実施形態において、スラリーは１～１０、２～８または３～６重量パーセントの固体を含有することができる。固体が多いと、プリフォームを作成するのに水を除去する必要が少なくなるため有利である。しかしながら、固体のパーセントの高いスラリーは混合し難い傾向がある。

【００７７】

同様に、膨張層は、膨張材料の水性スラリーを形成することにより作製することができる。パーセント固体は、非膨張層を作製するのに用いたものと同等にすることができる。

【００７８】

各水性スラリーに用いる水は、地下水、地表水または塩および有機化合物のような不純物を除去すべく処理された水とすることができる。地下水または地表水を水性スラリーに用いるときは、水中に存在する塩（例えば、カルシウムおよびマグネシウム塩）が無機バインダーとして機能し得る。ある実施形態において、水は、脱イオン水、蒸留水またはこれらの組み合わせである。

【００７９】

その他の添加剤もまた各水性スラリー組成物に含めることができる。かかる添加剤は、無機バインダー、無機フィラー、消泡剤、凝集剤、界面活性剤等とすることができる。強度向上剤もまた、例えば、有機繊維のように、含めることができる。

【００８０】

全体の多層マットは、製紙プロセスを用いて作製することができる。かかるプロセスの１つは、米国特許公開第２００１／００４６４５６号明細書（ランガーら（Ｌａｎｇｅｒ　ｅｔ　ａｌ．））に記載されている。膨張材料を含有する第１のスラリーを調製し、透

過性基材に付着させる。付着させた第１のスラリーを部分的に脱水して、第１の層を形成することができる。非膨張性であり、無機繊維を含有する第２のスラリーを調製し、第１の層の外側表面に付着させる。付着させた第２のスラリーを部分的に脱水して、第２の層を形成することができる。膨張材料を含有する第３のスラリーを調製し、第２の層の外側表面に付着させる。付着させた第３のスラリーを部分的に脱水して、第３の層を形成することができる。最後の層を付着させた後、マットを乾燥すると、残留水の少なくとも一部を除去することができる。例えば、マットを加熱したローラに通すことにより、マットを圧縮および乾燥することができる。

【００８１】

かかるプロセスにより、層がある程度混ざる。層が混ざるのは、実際は目視することはできない、または近接する２層間に目視される境界または勾配層が形成される程度までである。かかるプロセスでは、層は、接着剤、ステッチ、ニードルまたはステープルを用いずに接合することができる。

【００８２】

さらに他の実施形態において、１つ以上の膨張層を、製紙プロセスまたは代替プロセスを用いて作製された非膨張層の表面にスプレーすることができる。

【００８３】

別個の層を、別個に作製して、接合することができる。多層マットの中には、非膨張層を第１の膨張層、第２の膨張層、またはこれらの組み合わせに接合させるために、接着剤を有しているものがある。接着剤は感圧接着剤またはホットメルト接着剤とすることができる。ある多層マットにおいては、接着剤は、例えば、ボスティック－フィンドレイ（Ｂｏｓｔｉｋ－Ｆｉｎｄｌｅｙ）（マサチューセッツ州ミドルトン（Ｍｉｄｄｌｅｔｏｎ，ＭＡ））より「ＰＥ１０５－５０」または「ＰＥ６５－５０」という商品名で市販されているようなホットメルト接着剤である。ポリエステル系ホットメルト接着剤があるが、業界に知られたその他のホットメルト接着剤も用いることができる。他の実施形態において、ニードルパンチングまたはステッチボンディング技術を用いて多層の様々な層を互いに接合することができる。ニードルパンチング法では、１層から数本の繊維を隣接する層へと引っ張ると、隣接する層間に少なくともある程度ボンディングがなされる。

【００８４】

その他の方法を用いて、非膨張層を作製することができる。ある用途において、非膨張層は、別個の無機繊維を所望の長さまでチョッピングすることにより不織マットとして作製することができる。例えば、別個の繊維は、フィン・アンド・フラム社（Ｆｉｎｎ＆Ｆｒａｍ，Ｉｎｃ．）（カリフォルニア州、パコイマ（Ｐａｃｏｍａ，ＣＡ））より「モデル９０グラスロービングカッター（ＭＯＤＥＬ９０ＧＡＬＳＳ　ＲＯＶＩＮＧ　ＣＵＴＥＲ）」という商品名で市販されているようなガラスロービングカッターを用いて、繊維のトウまたはヤーンをチョップすることにより作製することができる。あるいは、チョップした別個の繊維は、ハンマーミル、次にブロワを用いて形成することができる。繊維は、通常、約０．５～約１５ｃｍの範囲の長さまでチョップする。マットは、ランドーマシン社（Ｒａｎｄｏ　Ｍａｃｈｉｎｅ　Ｃｏｒｐ．）（ニューヨーク州、マセドン（Ｍａｃｅｄｏｎ，ＮＹ））よりランドーウェバー（ＲＡＮＤＯ　ＷＥＢＢＥＲ）という商品名で、またはスキャンウェブ社（ＳｃａｎＷｅｂ　Ｃｏ．）（デンマーク（Ｄｅｎｍａｒｋ））よりダンウェブ（ＤＡＮ　ＷＥＢ）という商品名で市販されているような従来のウェブ形成機を用いて形成することができる。チョップした別個の繊維は、ワイヤスクリーンまたはメッシュベルト（例えば、金属またはナイロンベルト）へと延伸することができる。繊維の長さに応じて、得られるマットは、スクリムのような支持体なしで、ニードルパンチまたはステッチボンディング機に移動させるのに十分な取扱い性を有している。取扱いし易くするために、複数のマットを形成したり、スクリムに配置させることができる。

【００８５】

ニードルパンチされた不織マットとは、バーブドニードルにより複数回マットを完全に、または部分的に貫通させることにより無機繊維を物理的に交絡させたマットのことを指

す。ニードルパンチングには、通常、不織マットを圧縮し、パンチングし、バーブドニードルをマットを通して引き出すことが含まれる。マットの面積当たりのニードルパンチの最良の数は、特定の用途に応じて異なるが、不織マットは、約５～約６０パンチ／cm^2となるようにパンチングされることが多い。ある用途においては、マットは１０～約２０パンチ／cm^2である。不織マットは、フォスターニードルカンパニー（Ｆｏｓｔｅｒ Ｎｅｅｄｌｅ Ｃｏｍｐａｎｙ）（ウィスコンシン州、マニトワック（Ｍａｎｉｔｏｗｏｃ，ＷＩ））より市販されているバーブドニードルと共に、ディロ（Ｄｉｌｏ）（ドイツ（Ｇｅｒｍａｎｙ））より市販されているような従来のニードルパンチング機を用いてニードルパンチすることができる。

【００８６】

あるいは、不織マットは、米国特許第４，１８１，５１４号明細書（レフコヴィッツら（Ｌｅｆｋｏｗｉｔｚ ｅｔ ａｌ．））に開示されているような技術を用いてステッチボンドすることができる。マットは、有機スレッドまたは無機スレッド（例えば、セラミックまたはステンレス鋼）を用いてステッチボンドすることができる。有機または無機シート材料の比較的薄い層は、スレッドがマットを切断するのを防ぐ、または最小にするために、ステッチボンディング中、マットの片側または両側に配置させることができる。ステッチの間隔は変えることができるが、繊維がマットの全領域を均一に圧縮するよう、通常、約３～約３０mmである。市販のニードルパンチされた非膨張層は、三菱化学（Ｍｉｔｓｕｂｉｓｈｉ Ｃｈｅｍｉｃａｌ）（日本、東京（Ｔｏｋｙｏ，Ｊａｐａｎ）より「マフテック（ＭＡＦＴＥＣ）」という商品名で入手可能である。

【００８７】

他の態様において、第１の金属筐体と、第１の金属筐体内側の汚染防止要素と、第１の金属筐体と汚染防止要素との間に配置された多層マットとを有する汚染防止装置が提供される。多層マットは、第１の主面と第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層と、非膨張層の第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、非膨張層の第２の主面に対向し、多層マットの第２の外側層である第２の膨張層との少なくとも３層を含む。汚染防止装置は、大気汚染を減少させるために自動車の排気システムに用いられている。触媒コンバータ１０の形態の汚染防止装置の一例を図２に示す。触媒コンバータ１０は、触媒コンバータ要素またはモノリスとも呼ばれる汚染防止要素２０を囲む金属筐体１１を含む。金属筐体１１には入口１２と出口１３があり、排気ガスのフローがそれぞれ触媒コンバータ１０に出入りする。カンまたはケーシングとも呼ばれる金属筐体１１は、１種類以上の金属、金属合金、または金属間組成物から製造することができる。例えば、金属筐体１１はステンレス鋼またはオーステナイト鋼とすることができる。

【００８８】

好適な触媒コンバータ要素は業界に公知であり、金属、セラミックまたはその他材料からできたものが挙げられる。様々なセラミック触媒コンバータ要素が市販されている。例えば、ハニカムセラミック触媒コンバータ要素は、コーニング社（Ｃｏｒｎｉｎｇ Ｉｎｃ．，）（ニューヨーク州、コーニング（Ｃｏｒｎｉｎｇ，ＮＹ））より「セルコア（ＣＥＬＣＯＲ）」という商品名で市販されており、他にもＮＧＫインスレーテッド社（ＮＧＫ Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ Ｌｔｄ．）（日本、名古屋（Ｎａｇｏｙａ，Ｊａｐａｎ））より「ハニセラム（ＨＯＮＥＹＣＥＲＡＭ）」という商品名で市販されている。金属触媒コンバータ要素はエミテック（Ｅｍｉｔｅｃ）（ドイツ、ローマー（Ｌｏｈｍａｒ，Ｇｅｒｍａｎｙ））より市販されている。

【００８９】

１種類以上の触媒材料を、従来のやり方に従って触媒コンバータ要素２０にコートすることができる。触媒コンバータ要素２０に用いる触媒は、一般的に１種類以上の金属（例えば、ルテニウム、オスミウム、ロジウム、イリジウム、ニッケル、パラジウムおよび八白金）および／または金属酸化物（例えば、五酸化バナジウムおよび二酸化チタン）である。最も一般的には、これらの触媒は、一酸化炭素および炭化水素のような排気汚染物質

を酸化または排除する機能を果たす。かかる触媒はまた、エンジン排気ガス中の窒素酸化物の量を減じるのを補助する機能も果たす。

【００９０】

広い表面積を与えるために、触媒コンバータ要素２０は、通常、非常に薄い壁を有している。薄い壁によって触媒コンバータ要素２０は易損しやすく壊れやすい。金属筐体１１と触媒コンバータ要素２０との間に配置された装着マットまたはシート材料３０は、易損しやすい触媒コンバータ要素２０を道路の衝撃や振動による損傷から保護する補助となる。装着マットまたはシート材料３０はまた、排気ガスが触媒コンバータ要素２０と金属筐体１１間を通るのも防ぐ補助となる。

【００９１】

図３に、ディーゼル微粒子フィルタ４０の形態の汚染防止装置の代表例を示す。ディーゼル微粒子フィルタ４０は、一束のパイプを有するハニカムモノリシック構造４２（モノリスまたはモノリシック構造とも呼ばれる）を含む壁フローフィルタである。触媒は、ディーゼル微粒子フィルタ４０のモノリシック構造４２にコートしてもよい。モノリシック構造４２はセラミック材料から作製されることが多い。かかるディーゼル微粒子フィルタエレメントは、例えば、コーニング社（Ｃｏｒｎｉｎｇ　Ｉｎｃ．）（ニューヨーク州、コーニング（Ｃｏｒｎｉｎｇ，　Ｎ．Ｙ．））およびＮＧＫ膨張層社（ＮＧＫ　Ｉｎｔｕｍｅｓｃｅｎｔ　Ｌａｙｅｒ　Ｌｔｄ．）（日本、名古屋（Ｎａｇｏｙａ，Ｊａｐａｎ））をはじめとする数多くの源より市販されている。有用なディーゼル微粒子フィルタエレメントついては、「セルラーセラミックディーゼル微粒子フィルタ（Ｃｅｌｌｕｌａｒ　Ｃｅｒａｍｉｃ　Ｄｉｅｓｅｌ　Ｐａｒｔｉｃｕｌａｔｅ　Ｆｉｌｔｅｒ）」ホヴィットら（Ｈｏｗｉｔｔ　ｅｔ　ａｌ．）、ペーパーＮｏ．８１０１１４、ＳＡＥ専門紙シリーズ（ＳＡＥ　Ｔｅｃｈｎｉｃａｌ　Ｐａｐｅｒ　Ｓｅｒｉｅｓ）、１９８１年に述べられている。

【００９２】

ディーゼル微粒子フィルタ４０には、入口４６と出口４８を有する金属筐体４４が含まれている。金属筐体４４は、モノリス４２を囲んでいる。モノリス４２と金属筐体４４との間に配置された装着マットまたはシート材料５０は、図３の装着マット３０と同じ利点を与える。

【００９３】

触媒コンバータとディーゼル微粒子フィルタ要素の両方ともがセラミックモノリスの形態にあることが多い。セラミックモノリスは、その壁の厚さと、開口部の数または１平方インチ当たりのセル（ｃｐｓｉ）で記載されることが多い。１９７０年代初頭、壁厚さが１２ミルでセル密度が３００ｃｐｓｉのモノリスが一般的であった（「１２／３００モノリス」ここで、分子は壁のミルでの厚さのことを指し、分母は１平方インチ当たりのセルの数のことを指す）。排ガス規正法が厳しくなるにつれて、幾何学的な表面積を増やすために壁の厚さが減じてきた。規格は６／４００モノリスへと進んでいる。しかしながら、汚染防止装置の性能をさらに高めるために、４／４００、４／６００、４／９００、３／６００、３／９００および２／９００といったこれより薄いモノリスが開発されてきた。これらのモノリスはさらに取扱いに注意を要し、破損しやすい。

【００９４】

セラミックモノリスの熱膨張係数は、それが配置されている金属筐体よりも非常に小さい。ある汚染防止装置において、エンジンが汚染防止要素を約２５℃～最大操作温度約９００℃まで加熱すると、金属筐体は約５３０℃の温度まで上がる（すなわち、金属筐体の温度は、金属筐体の外側表面が周囲条件に曝されているためにこれより低い）。金属筐体の温度変化が汚染防止要素より小さくても、セラミックモノリスに比べて金属筐体の熱膨張係数が高い結果、金属筐体がさらに膨張する。ある用途において、金属筐体とセラミックモノリスとの間のギャップは、約４ｍｍから約４．３ｍｍまで増大し得る。ギャップは、他の用途においては、これよりさらに大きくすることができる。

【００９５】

例えば、汚染防止装置が選択触媒還元（ＳＣＲ）系を含むときは、溶剤（例えば、尿素水溶液）を添加して、窒素酸化物（ＮＯｘ）を窒素に変換する。ＳＣＲ系は、通常、ディーゼルエンジンを備えた高耐久性の商業用車両に用いられている。ＳＣＲ系の腐蝕性の環境の結果、汚染防止装置において金属筐体にオーステナイト鋼が用いられることが多い。しかしながら、オーステナイト鋼は、非腐食性の環境で用いるのが好適な他の金属よりも熱膨張係数が高い（例えば、オーステナイト鋼の熱膨張係数は、フェライトステンレス鋼の熱膨張係数より約５０％高い）。熱膨張係数が高いと、金属筐体とセラミックモノリスとの間のギャップがさらに大きくなる。

【００９６】

汚染防止装置は、第１の金属筐体を囲む第２の金属筐体をさらに含むことができる。例えば、第１の筐体内側の汚染防止要素は、マフラー内に装着させることができる（すなわち、第１の金属筐体は装着マット近傍にあり、第２の筐体はマフラーの壁を含む）。汚染防止要素を通過する前後、第１と第２の筐体間を排気ガスは通過する。第１と第２の金属筐体間の空間にホットガスが存在すると、第１の金属筐体の温度が、汚染防止要素の温度に比較的近くなる。汚染防止装置のこの設計の結果、装着マットに近接する金属筐体（すなわち、第１の金属筐体）は、汚染防止要素の温度に比較的近い温度まで増大する。周囲条件に曝した金属筐体の温度に比べて、第１の筐体のこの増大した温度により、セラミックモノリスよりも第１の金属筐体の熱膨張がさらに高くなる。第１の金属筐体とセラミックモノリスとの間のギャップは、金属筐体の外側表面が周囲条件に曝された汚染装置におけるギャップに比べて増える。

【００９７】

かかる汚染防止装置の一つを図４に示す。排気ガスは、汚染防止装置２００を含むマフラーに入る。排気ガスは、パイプ２１０を通ってマフラーに入り、パイプ２２０を通ってマフラーを出る。マフラーにある間、排気ガスは汚染防止要素２３０を通過する。マフラーは１つ以上の汚染防止要素２３０を含むことができる。図４において、２つの汚染防止要素が平行に並んでいる。各汚染防止要素２３０は、装着マット２５０で包まれている。装着マット２５０は、汚染防止要素２３０と第１の金属筐体２４０との間に配置されている。汚染防止要素２３０を通過した後、排気ガスは排気パイプ２２０に入る。排気パイプ２２０は、穿孔部２６０を有する。排気ガスは、ある程度、穿孔部２６０の穿孔を通過して、マフラーの主チャンバ２７０に入る。マフラーの主チャンバ２７０に入ることにより、内側金属筐体２４０とマフラー筐体２８０との間に排気ガスがある。

【００９８】

汚染防止装置の第１の金属筐体と、汚染防止要素との間のギャップの変更を補う必要は、通常の使用中、装着マットは、例えば、駆動時間や地理的な場所に応じて、ある範囲の温度に曝されるという事実により複雑になっている。ある条件下では、マットは、膨張材料を膨張させるには不十分な温度（例えば、約４００℃未満、または約５００℃未満）に曝される。他の条件下では、マットは約９００℃までの温度に曝される。これら高温によって、いくつかのマットは収縮する。収縮したマットは、装着マットとして有効に機能できない。かかる高温で操作させる汚染防止装置については、非膨張層は、一般的に、ＴＭＡ試験を用いたバルク収縮率が１０パーセント以下の無機繊維を含む。

【００９９】

第１の金属筐体（すなわち、汚染防止要素に最も近い金属筐体、多層マットに近接する金属筐体）と、汚染防止要素との間のギャップのサイズは、セラミックモノリスと第１の金属筐体の両方の温度に応じて異なる。一方または両方の温度が約４００℃未満、または約５００℃未満の場合、膨張材料は非膨張状態にあることが多く、一般的に室温で圧縮される多層マットは、汚染防止要素に十分な保持力を与えることができる。少なくとも約４００℃または少なくとも約５００℃といった高温で、膨張材料は膨張して、金属筐体とセラミックモノリスの熱膨張差により生じた増大したギャップを充填することができる。

【０１００】

本発明の多層マットは、組成に応じて、様々な駆動および温度条件下で有利に用いるこ

とができる。多層マットは、周知の車両汚染防止装置に用いるのに好適である。

【０１０１】

前述の説明を利用可能とするために発明者により予測された実施形態について本発明を説明してきたが、本発明の現在予測されていない修正も等価物に相当する。

【実施例】

【０１０２】

試験方法

実条件備品試験

実条件備品試験（ＲＣＦＴ）は、装着マットに囲まれたモノリス（すなわち、触媒コンバータ要素またはディーゼル微粒子フィルタ）を有する汚染防止装置内の実際の操作条件をシミュレートするものである。この試験は、装着マットが出す圧力を測定し、マフラー内に収められた汚染防止装置をシミュレートするために等温条件下で実施する。ＲＣＦＴ法は、自動車汚染防止装置の材料の態様（Ｍａｔｅｒｉａｌ Ａｓｐｅｃｔｓ ｉｎ Ａｕｔｏｍｏｔｉｖｅ Ｐｏｌｌｕｔｉｏｎ ｃｏｎｔｒｏｌ ｄｅｖｉｃｅｓ）、ハンスボーデ（Ｈａｎｓ Ｂｏｄｅ）編、ウィリー－ＶＣＨ（ＷＩｌｅｙ－ＶＣＨ）２０６～２０８頁（２００２年）に詳細が記載されている。

【０１０３】

多層マットの４４．４５ｍｍ×４４．４５ｍｍの試料を、５０．８ｍｍ×５０．８ｍｍの２枚の加熱したステンレス鋼プラテンの間に配置した。例えば、プラテン間に装着したときの多層試料の装着密度は、０．７０～０．７３ｇ／ｃｍ^{3}であった。装着密度は膨張マットについては約１グラム／ｃｍ^3、非膨張マットについては約０．４０ｇ／ｃｍ^{3}であった。独立制御した各プラテンを４５０℃または５５０℃まで加熱した。同時に、特定の種類の代表的な汚染防止装置の材料の温度および熱膨張係数から計算した値によりプラテン間のスペースまたはギャップを増やした。加熱と冷却の３回のサイクルを各温度で各試料に行った。第１の試料の各サイクルについて、プラテンはそれぞれ４５０℃のピーク温度まで加熱し、１５分間保持してから、略室温、すなわち、約２０℃まで冷却した。第２の試料の各サイクルについて、プラテンはそれぞれ５５０℃のピーク温度まで加熱し、１５分間保持してから、略室温まで冷却した。

【０１０４】

３回のＲＣＦＴサイクルを実施した後、データ曲線を生成し、温度の関数として２つのプラテン間の圧力を示した。第１および第３のサイクル中の各ピーク温度での圧力（すなわち、装着圧力）および第１のサイクル中の最低装着圧力を記録した。汚染防止装置の実際の使用中にモノリスを固定するには、通常、約５０ｋＰａの最低装着圧力が必要である。

【０１０５】

バルク収縮率（ＴＭＡ）

セラミック繊維塊のバルク収縮率を、チャートレコーダを有するシータダイラトロニックＩＩサーマルアナライザ（Ｔｈｅｔａ Ｄｉｌａｔｒｏｎｉｃ ＩＩ Ｔｈｅｒｍａｌ Ａｎａｌｙｚｅｒ）、型番ＭＦＥ－７１５（ニューヨーク州ポートワシントンのシータインダストリー社（Ｔｈｅｔａ Ｉｎｄｕｓｔｒｉｅｓ，Ｉｎｃ．，Ｐｏｒｔ Ｗａｓｈｉｎｇｔｏｎ，ＮＹ）より入手）を用いて熱機械分析（ＴＭＡ）により求めた。無機繊維試料を、直径１１ｍｍの円形ダイを用いて切断し、炉のプラテンに置いた。１３５０グラムの重りを支持する直径７ｍｍの水晶ロッド（長さ約３５．６ｃｍ）を試料の上に置き、炉を閉じた。これは、試料に加えられた約５０ｐｓｉ（３４５ｋＮ／ｍ^2）の荷重に対応する。１５℃／分のレートで１０００℃まで加熱する前に、重りを加えた試料を約５分間安定化させた。オーブンが１０００℃に達した後、炉をオフにして室温まで冷却した。試料を炉内で冷却した。ロッドの端部とプラテンの間の空隙として測定した試料の厚さを、加熱および冷却サイクルの両方の間にチャートレコーダでプロットした。加熱サイクル中７５０℃で記録した厚さ（Ｔ１）と、冷却サイクル中７５０℃で記録した厚さ（Ｔ２）からパーセント収縮率を計算した。バルク収縮率は、％バルク収縮率＝［（Ｔ１－Ｔ２）

／Ｔ１］×１００として計算した。

【０１０６】

有機バインダー材料有り、または無しの試料にＴＭＡ試験を用いることができる。有機材料は、通常、約５００℃で燃焼する。加熱サイクル中、７５０℃で測定した試料の厚さは、実質的に、無機バインダーおよび粒子（存在する場合には）を有する繊維の塊の厚さである。試料をさらに加熱すると、７５０℃で測定した厚さが加熱サイクル中の試料の厚さより薄い場合には、冷却サイクル中、１０００℃までで生じる繊維の収縮は明らかとなる。

【０１０７】

実施例１

多層マットは、２つの膨張層間に挟まれた非膨張繊維層をラミネートすることにより構築した。３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））製の２つの「インテラム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１００」膨張マット装着材を膨張層として用いた。各膨張層の単位面積当たりの重量は１０５０ｇ／m^2、厚さは約１．７ｍｍであった。３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）製ガラス繊維マット「ＩＮＰＥ５７１．０２」マット装着材を非膨張層として用いた。このマットのバルク密度は約０．１４ｇ／cm^3、単位面積当たりの重量は約８００ｇ／m^2でり、厚さは約５．８ｍｍである。各膨張層の一主面に３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍａｐｎｙ）製「フォームファスト７４スプレー接着剤（ＦＯＡＭ　ＦＡＳＴ　７４　ＳＰＲＡＹ　ＡＤＨＥＳＩＶＥ）」をスプレーした。非膨張層の一主面をある膨張層に接合し、非膨張層の他主面を他の膨張層に接合した。すなわち、非膨張ガラス繊維層を２つの膨張層間にラミネートした。ローリングピンを３層マットの上で軽く転がして、層を接合し、マットを８５℃に設定したオーブン中で約５分間乾燥させた。得られた多層マットの厚さは約９．２ｍｍであった。

【０１０８】

多層マットを、２つの異なるピーク温度でＲＣＦＴを用いて試験した。表１のデータには、室温圧力、第１の加熱サイクル中の最低圧力、最大温度での１サイクル後の圧力、および最大温度での３サイクル後の圧力が含まれている。

【０１０９】

実施例２

それぞれ重量が１０５０ｇ／m^2、厚さが約１．７ｍｍである２つの膨張層が「ＩＮＰＥ５７０」膨張マット装着材であった以外は、実施例１の手順に従って、多層マットを構築した。これらの膨張層は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（ＭＳｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より入手した。得られた多層マットの厚さは約９．２ｍｍであった。ＲＣＦＴを用いてマットを試験し、結果を表１に示す。

【０１１０】

参照例Ｒ１

参照例Ｒ１は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より入手した「ＩＮＰＥ５７１．０２」非膨張マットであった。この試料についてのデータを表１に示す。

【０１１１】

参照例Ｒ２

参照例Ｒ２は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より入手した「インテラム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１００」膨張マット装着材であった。この試料についてのデータを表１に示す。

【０１１２】

【表１】

表１：装着圧力および密度

例	装着密度 g/cc	圧力 RT	最低圧力 第１のサイクル	４５０℃での圧力		５５０℃での圧力	
				第１のサイクル	第３のサイクル	第１のサイクル	第３のサイクル
1	0.73	413 kPa	90 kPa	380 kPa	176 kPa		
2	0.71	411 kPa	120 kPa	228 kPa	87 kPa		
R1	0.40	399 kPa	99 kPa	99 kPa	85 kPa		
R2	1.08	380 kPa	33 kPa	444 kPa	70 kPa		
1	0.73	463 kPa	100 kPa			555 kPa	240 kPa
2	0.70	392 kPa	100 kPa			323 kPa	102 kPa
R1	0.40	393 kPa	46 kPa			46 kPa	25 kPa
R2	1.06	383 kPa	22 kPa			333 kPa	257 kPa

【０１１３】

実施例３～５

実施例３～５のガラス繊維マットは、それぞれ、国際公開第２００４／０１１７８５号パンフレット（メリー（Ｍｅｒｒｙ））の実施例１～３に従って作製する。全てのマットの単位面積当たりの重量は約８００ｇ／m^2であり、厚さは約５．８mmである。３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より入手可能な「インテラム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１００」膨張マット装着材間で各ガラス繊維マットをラミネートすることにより、多層マットを作製する。各膨張層の単位面積当たりの重量は１０５０ｇ／m^2である。

【０１１４】

実施例３のガラス繊維マットは、実質的にショットフリーで直径が約９μmで、２５．４mmの長さにチョップされたＳ－２ガラス繊維（アドバンスドガラスファイバーヤーンズ（Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｇｌａｓｓｆｉｂｅｒ　Ｙａｒｎｓ）ＬＬＣ（サウスカロライナ州、アイケン）（Ａｉｋｅｎ，ＳＣ）より入手可能な４０１　Ｓ－２ガラスチョップドストランド）から作製する。

【０１１５】

実施例４のガラス繊維マットは、直径が約９μmで、２５．４mmの長さにチョップされたＥチョップドガラスストランド（サウスカロライナ州、アイケン（Ａｉｋｅｎ，ＳＣ）のアドバンスドガラスファイバーヤーンズ（Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｇｌａｓｓｆｉｂｅｒ　Ｙａｒｎｓ）ＬＬＣより入手可能）から作製する。

【０１１６】

実施例５のガラス繊維マットは、直径約１０μm、長さ３６mmまでチョップドされたＲガラス繊維（代表組成６０％SiO_2、２５％Al_2O_3、９％ＣａＯおよび６％ＭｇＯ）（ドイツ、ヘルツォーゲンラスのサンゴバンベトロテックスドイチュランド（Ｓａｉｎｔ－Ｇｏｂａｉｎ　Ｖｅｔｒｏｔｅｘ　Ｄｅｕｔｓｃｈｌａｎｄ　ＧｍｂＨ，Ｈｅｒｚｏｇｅｎｒａｔｈ／Ｇｅｒｍａｎｙ）より入手可能）から作製する。

【０１１７】

ガラス繊維マットを、実施例１に記載した手段を用いて膨張層にラミネートした。

【０１１８】

実施例６～７

実施例１の手順に従って、２つの膨張層間で非膨張セラミック繊維層をラミネートすることにより多層マットを作製する。２つの膨張層は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（Ｓｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より入手した「インテラ

ム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１００」膨張マット装着材である。各膨張層の単位面積当たりの重量は１０５０ｇ／m^2、厚さは約１．７ｍｍである。実施例６の非膨張マットは、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）より入手可能な「インテラム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１１００ＨＴ」非膨張マット装着材である。実施例７の非膨張マットは、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）より入手可能な「インテラム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１１００ＨＴ」非膨張マット装着材である。非膨張マットは両方とも、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）より入手可能であり、結晶アルミナ繊維（例えば、多結晶アルミナ繊維）から形成される。

【０１１９】

実施例８

それぞれ、単位面積当たりの重量が１０５０ｇ／m^2、厚さが約１．７ｍｍである２つの層の「インテラム（ＩＮＴＥＲＡＭ）１００」膨張マット装着材間に実施例２のＳ－２ガラス繊維マットを配置することにより、多層マットを作製する。これらの層は、３Ｍカンパニー（３Ｍ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ミネソタ州、セントポール（ＭＳｔ．Ｐａｕｌ，ＭＮ））より入手可能である。マットを、バーブドニードルを用いてニードルパンチして、３層間の繊維の物理的な交絡を与える。好適なニードルパンチャーは、市販のバーブドニードル（フォスターニードルカンパニー（Ｆｏｓｔｅｒ　Ｎｅｅｄｌｅ　Ｃｏｍｐａｎｙ）（ウィスコンシン州、マニトワック（Ｍａｎｉｔｏｗｏｃ，ＷＩ））と共に、ドイツ、ディロ（Ｄｉｌｏ，Ｇｅｒｍａｎｙ）より「ディロ（ＤＩＬＯ）」という商品名で市販されている。マットをニードルパンチして、約１２ニードルパンチ／cm^2とする。

【０１２０】

実施例９～１４

生体溶解性繊維を有する膨張マットを国際公開第０３／０３１３６８号パンフレットの実施例１に記載された通りにして作製する。簡単に述べると、膨張した層剥離バーミキュライトを、ワリング（Ｗａｒｉｎｇ）ブレンダ内で約３分間にわたって水に分散させて、バーミキュライトを層剥離し破砕する。これにより雲母バインダーが形成される。膨張した層剥離したバーミキュライトは、Ｗ．Ｒ．グレース（Ｇｒａｃｅ）（マサチューセッツ州、ケンブリッジ（Ｃａｍｂｒｉｄｇｅ，ＭＡ））より「ゾノライト（ＺＯＮＯＬＩＴＥ）」膨張バーミキュライト５番という商品名で入手可能である。次に、繊維（生体溶解性無機繊維およびレーヨン繊維の両方）をスラリー中に約５秒間分散し、ラテックス（すなわち、有機バインダー）を添加する。生体溶解性無機繊維は、サーマルセラミックス（Ｔｈｅｒｍａｌ　Ｃｅｒａｍｉｃｓ）（ジョージア州、オーガスタ（Ａｕｇｕｓｔａ，ＧＡ））より入手可能な「スーパーウール（ＳＵＰＥＲＷＯＯＬ）６０７」である。レーヨン繊維は、ミニファイバー社（Ｍｉｎｉｆｉｂｅｒｓ，Ｉｎｃ．）（テネシー州、ジョンソンシティ（Ｊｏｈｎｓｏｎ　Ｃｉｔｙ，ＴＮ））より入手可能な０．６３５ｍｍの長さのレーヨン繊維である。有機バインダーをラテックスの形態で添加する。ラテックスは、エアプロダクツポリマー（Ａｉｒ　Ｐｒｏｄｕｃｔｓ　Ｐｏｌｙｍｅｒｓ）（ペンシルバニア州、アレンタウン（Ａｌｌｅｎｔｏｗｎ，ＰＡ））より入手可能な５５％固体のエチレン酢酸ビニルラテックス「エアフレックス（ＡＩＲＦＬＥＸ）６００ＢＰ」である。硫酸アルミニウムの５０％固体の水溶液を添加して、ラテックスを凝固し、未膨張バーミキュライト（すなわち、膨張材料）を添加して混合し、従来の製紙プロセスを用いてマットへと形成可能な均一な分散液を形成する。未膨張バーミキュライトは、コメタル社（Ｃｏｍｅｔａｌｓ　Ｉｎｃ．）（ニューヨーク州、ニューヨーク（Ｎｅｗ　Ｙｏｒｋ，ＮＹ）より入手可能である。乾燥重量パーセントでのマット組成を表２に示す。

【０１２１】

膨張マットの２枚のシートのそれぞれを、それぞれ実施例３および５に記載されたＳ－２ガラス繊維マットおよびＲ－ガラス繊維マットにホットメルト接着剤によりラミネートする。ボスティック－フィンドレイ社（Ｂｏｓｔｉｋ　Ｆｉｎｄｌｅｙ　Ｃｏｒｐ．）（マサチューセッツ州ミドルトン（Ｍｉｄｄｌｅｔｏｎ，ＭＡ））より「ボスティックポリエステル１０５－５０ウェブ接着剤（ＢＯＳＴＩＫ　ＰＯＬＹＥＳＴＥＲ　１０５－５０

ＷＥＢ　ＡＤＨＥＳＩＶＥ）」という商品名で入手可能なホットメルト接着剤のシートを、膨張マットのシートに配置し、接着剤が溶融して、マットをコートするまで加熱する（約１１０～約１４０℃の間）。非膨張ガラス繊維層を、２枚の接着剤コートの膨張シート間に配置し、ローリングピンを軽く転がして、層をラミネートする。構造を表２にまとめてある。

【０１２２】

【表２】

表２　多層マット組成

	膨張層組成					非膨張層組成
実施例	%雲母バインダー	% 生体溶解性無機繊維	% 有機バインダー	%膨張材料	% レーヨン繊維	ガラスマットの種類
9	16.9	26.9	8.2	47.4	0.7	Ｓ－２ガラス
10	21.8	21.8	6.9	48.5	1.0	Ｓ－２ガラス
11	23.5	24.0	6.5	46.0	0	Ｓ－２ガラス
12	16.9	26.9	8.2	47.4	0.7	Ｒ－ガラス
13	21.8	21.8	6.9	48.5	1.0	Ｒ－ガラス
14	23.5	24.0	6.5	46.0	0	Ｒ－ガラス

【０１２３】

本出願では、以下の態様が提供される。

１．　第１の主面と前記第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層と、前記非膨張層の前記第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、前記非膨張層の前記第２の主面に対向し、前記多層マットの第２の外側層である第２の膨張層とを含む多層マット。

２．　前記第１の膨張層および前記第２の膨張層が、それぞれ、バーミキュライト、膨張性グラファイトまたはこれらの組み合わせから選択される膨張材料を含む態様１に記載の多層マット。

３．　前記非膨張層の厚さが、前記多層マットの合計厚さの少なくとも５０パーセントである態様１に記載の多層マット。

４．　前記非膨張層が前記第１の膨張層より厚く、前記非膨張層が前記第２の膨張層より厚い態様１に記載の多層マット。

５．　前記無機繊維が、１０パーセント以下のバルク収縮率のセラミック繊維を含む態様１に記載の多層マット。

６．　前記無機繊維がガラス繊維を含む態様１に記載の多層マット。

７．　前記無機繊維がガラス繊維を含み、前記第１および第２の両膨張層がバーミキュライトを含む態様１に記載の多層マット。

８．　前記無機繊維が、１０パーセント以下のバルク収縮率のセラミック繊維を含み、前記第１および第２の両膨張層がバーミキュライトを含む態様１に記載の多層マット。

９．　多層マットの２層以上が、接着剤、ニードルボンディングまたはステッチングにより接合されている態様１に記載の多層マット。

１０．　第１の金属筐体と、前記第１の金属筐体内側の汚染防止要素と、前記第１の金属筐体と前記汚染防止要素との間に配置されて、第１の主面と前記第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層と、前記非膨張層の前記第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層と、前記非膨張層の前記第２の主面に対向し、前記多層マットの第２の外側層である第２の膨張層とを含む多層装着マットとを含む汚染防止装置。

１１．　前記第１の金属筐体を囲む第２の金属筐体をさらに含み、排気ガスが前記第１の金属筐体と前記第２の金属筐体との間を通過する態様１０に記載の汚染防止装置。
１２．　前記非膨張層の厚さが、前記多層マットの合計厚さの少なくとも５０パーセントである態様１０に記載の汚染防止装置。
１３．　前記非膨張層が前記第１の膨張層より厚く、前記非膨張層が前記第２の膨張層より厚い態様１０に記載の汚染防止装置。
１４．　前記無機繊維が、１０パーセント未満のバルク収縮率のセラミック繊維を含む態様１０に記載の汚染防止装置。
１５．　前記無機繊維がガラス繊維を含む態様１０に記載の汚染防止装置。
１６．　前記無機繊維がガラス繊維を含み、前記第１および第２の両膨張層がバーミキュライトを含む態様１０に記載の汚染防止装置。
１７．　前記無機繊維が、１０パーセント未満のバルク収縮率のセラミック繊維を含み、前記第１および第２の膨張層がバーミキュライトを含む態様１０に記載の汚染防止装置。
１８．　前記汚染防止要素がディーゼル微粒子フィルタである態様１０に記載の汚染防止装置。
１９．　前記装着マットが、前記第１および第２の膨張層を膨張させるのに好適な温度より高い温度と低い温度の両方の操作温度で十分な保持圧を有している態様１０に記載の汚染防止装置。
２０．　第１の主面と前記第１の主面の反対の第２の主面とを有し、無機繊維を含む非膨張層を提供する工程と、前記非膨張層の前記第１の主面に対向し、多層マットの第１の外側層である第１の膨張層を配置する工程と、前記非膨張層の前記第２の主面に対向し、前記多層マットの第２の外側層である第２の膨張層を配置する工程とを含む多層マットを製造する方法。

本発明の他の実施形態は、本明細書またはここに開示された本発明の実施から当業者には明白であろう。ここに記載した原理および実施形態の様々な省略、修正および変更は、添付の特許請求の範囲に示される本発明の正確な範囲および技術思想から逸脱することなく当業者によりなされてもよい。

【図面の簡単な説明】

【０１２４】

【図１】多層マットの一実施形態の概略断面図である。
【図２】本発明の実施形態を組み込んだ触媒コンバータの斜視図であり、分解状態で示してある。
【図３】本発明の実施形態を組み込んだディーゼル微粒子フィルタを通した長手方向中央断面図である。
【図４】排気ガスが第１の金属筐体と第２の金属筐体との間を通過する汚染防止装置の概略切り欠き図である。

【図１】

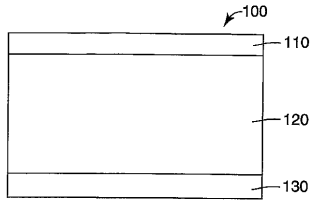


Fig. 1

【図２】

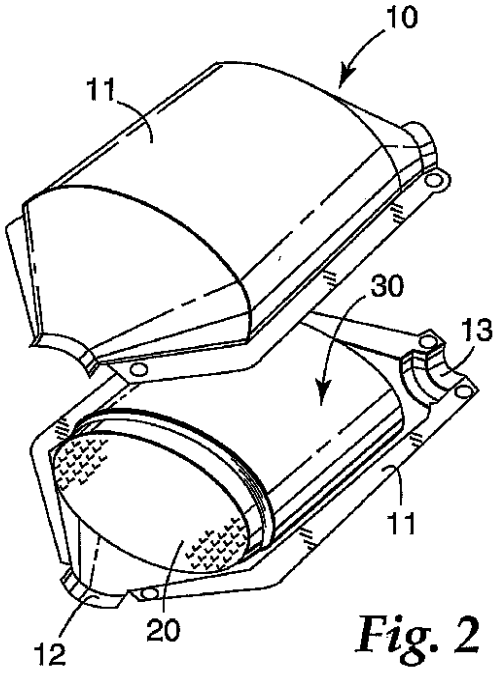


Fig. 2

【図３】

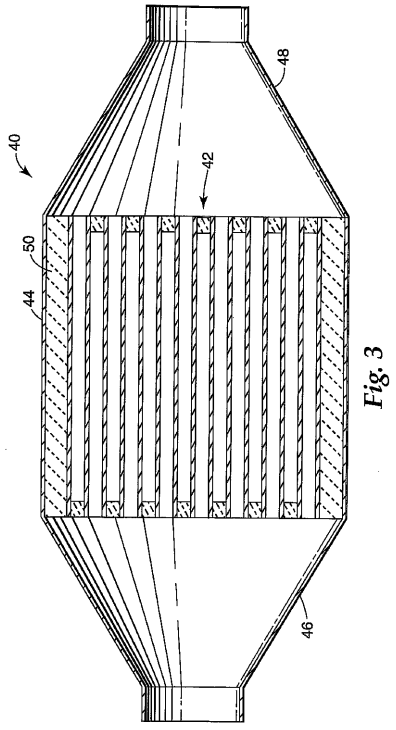


Fig. 3

【図４】

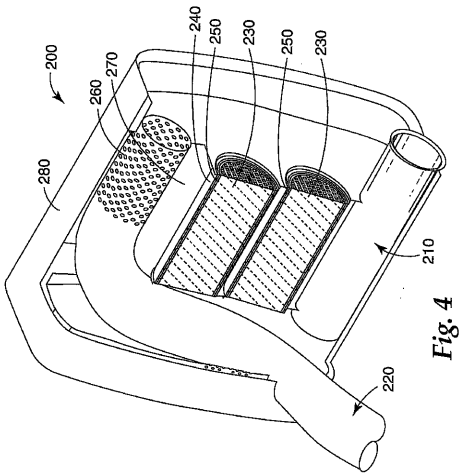


Fig. 4

フロントページの続き

(72)発明者　メリー，リチャード　ピー.
アメリカ合衆国，ミネソタ　５５１３３－３４２７，セント　ポール，ポスト　オフィス　ボックス　３３４２７

審査官　山本　昌広

(56)参考文献　特表２００３－５０１５８２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２８８０３２（ＪＰ，Ａ）
特表２０００－５１０２１５（ＪＰ，Ａ）
特開平１－１９０９１０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ３２Ｂ　　１／００－４３／００
Ｆ０１Ｎ　　３／００－３／３８