

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-532825
(P2007-532825A)

(43) 公表日 平成19年11月15日(2007.11.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/28 (2006.01)	FO1N 3/28 311N	3GO91
	FO1N 3/28 ZAB	
	FO1N 3/28 311P	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 38 頁)

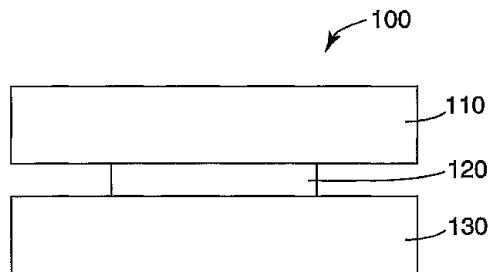
(21) 出願番号	特願2007-508339 (P2007-508339)	(71) 出願人	599056437 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー
(86) (22) 出願日	平成17年2月25日 (2005. 2. 25)		アメリカ合衆国, ミネソタ 55144- 1000, セント ポール, スリーエム センター
(85) 翻訳文提出日	平成18年12月7日 (2006. 12. 7)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/005928	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(87) 国際公開番号	W02005/106222	(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
(87) 国際公開日	平成17年11月10日 (2005. 11. 10)	(74) 代理人	100098486 弁理士 加藤 憲一
(31) 優先権主張番号	10/824, 029		
(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)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サンドイッチハイブリッド装着マット

(57) 【要約】

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記載されている。多層マットは、2つの非膨張層(110、130)間に挟まれた膨張層(120)を含む。非膨張層(110、130)は、無機繊維を含有し、膨張層(120)より広い面積を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項 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、面積 A 1 を有する膨張層と、

前記膨張層の前記第 1 の主面に対向していて、無機繊維を含み、面積 A 1 より大きな面積 A 2 を有する第 1 の非膨張層と、

前記膨張層の前記第 2 の主面に対向していて、無機繊維を含み、面積 A 1 より大きな面積 A 3 を有する第 2 の非膨張層とを含み、

前記膨張層が、前記第 1 の非膨張層と第 2 の非膨張層の両方の前記面積の完全に内側に配置されている多層マット。

10

【請求項 2】

面積 A 2 が、面積 A 3 に実質的に等しく、前記第 1 の非膨張層が、前記第 2 の非膨張層と位置合せされている、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 3】

前記第 1 の非膨張層が長さ L 2 を有しており、前記第 2 の非膨張層が長さ L 2 と実質的に等しい長さを有しており、前記第 1 の非膨張層が幅 W 2 を有しており、前記第 2 の非膨張層が幅 W 2 と実質的に等しい幅を有している、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 4】

第 1 の非膨張層が、前記マットの少なくとも一端に沿って前記第 2 の非膨張層と接触している、請求項 1 に記載の多層マット。

20

【請求項 5】

前記膨張層が、互いに分離された少なくとも 2 つのセグメントに分割されている、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 6】

前記膨張層の厚さが、合計マット厚さの 5 ~ 25 パーセントである、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 7】

前記第 1 の非膨張層が、前記膨張層に対向する側に第 1 のトラフを有しており、前記膨張層が前記トラフに配置されている、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 8】

前記第 2 の非膨張層が、前記膨張層に対向する側に第 2 のトラフを有しており、前記第 2 のトラフが前記第 1 のトラフと位置合せされており、前記膨張層が前記第 1 および第 2 のトラフに配置されている、請求項 7 に記載の多層マット。

30

【請求項 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、請求項 7 に記載の多層マット。

【請求項 10】

前記膨張層の幅 W 1 が W 2 より短く、前記膨張層の長さ L 1 が L 2 に実質的に等しく、前記第 2 の非膨張層が、前記第 1 の非膨張層と前記多層マットの少なくとも一端に沿って接触している、請求項 3 に記載の多層マット。

40

【請求項 11】

前記第 1 の非膨張層と前記第 2 の非膨張層の両方がそれぞれ、前記膨張層に対向する平坦な表面を有している、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 12】

前記多層マットの第 1 の端部がトングを有しており、前記多層マットの第 2 の端部が前記第 1 の端部を前記第 2 の端部に結合するためのグループを有している、請求項 1 に記載の多層マット。

【請求項 13】

外側金属筐体と、
汚染防止要素と、

50

前記汚染防止要素と前記外側金属筐体との間に配置された多層装着マットとを含み、
前記多層マットが、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、面積A
1を有する膨張層と、

前記膨張層の前記第1の主面に対向して、無機繊維を含み、面積A1より大きな面
積A2を有する第1の非膨張層と、

前記膨張層の前記第2の主面に対向して、無機繊維を含み、面積A1より大きな面
積A3を有する第2の非膨張層とを含み、

前記膨張層が、前記第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の前記面積の完全に内側に
配置されている汚染防止装置。

【請求項14】

面積A2が、面積A3に実質的に等しく、前記第1の非膨張層が、前記第2の非膨張層
と位置合せされている、請求項13に記載の汚染防止装置。

【請求項15】

前記第1の非膨張層が長さL2を有しており、前記第2の非膨張層が長さL2と実質的
に等しい長さを有しており、前記第1の非膨張層が幅W2を有しており、前記第2の非膨
張層が幅W2と実質的に等しい幅を有している、請求項13に記載の汚染防止装置。

【請求項16】

第1の非膨張層が、前記マットの少なくとも一端に沿って前記第2の非膨張層と接触し
ており、前記少なくとも一端が前記汚染防止装置のガス入口側に配置されている、請求項
13に記載の汚染防止装置。

【請求項17】

前記膨張層が、互いに分離された少なくとも2つのセグメントに分割されている、請求
項13に記載の汚染防止装置。

【請求項18】

前記汚染防止要素が、楕円形断面を有しており、前記膨張層のセグメントが、前記汚染
防止要素の小さな曲率半径の部分にわたって配置されている、請求項17に記載の汚染防
止装置。

【請求項19】

前記膨張層の幅W1がW2より短く、前記膨張層の長さL1がL2に実質的に等しく、
前記第2の非膨張層が、前記第1の非膨張層と前記多層マットの少なくとも一端に沿って
接触している、請求項15に記載の汚染防止装置。

【請求項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、面積A1を有する膨張層を
提供する工程と、

前記膨張層の前記第1の主面に対向して、無機繊維を含み、面積A1より大きな面
積A2を有する第1の非膨張層を配置する工程と、

前記膨張層の前記第2の主面に対向して、第1の非膨張層と位置合せされており、
無機繊維を含み、面積A1より大きな面積A3を有する第2の非膨張層を配置する工程と
含み、

前記膨張層が、前記第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の前記面積の完全に内側に
配置されている多層マットを製造する方法。

【請求項21】

面積A2が、面積A3に実質的に等しく、前記第1の非膨張層が、前記第2の非膨張層
と位置合せされている、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記第1の非膨張層が長さL2を有しており、前記第2の非膨張層が長さL2と実質的
に等しい長さを有しており、前記第1の非膨張層が幅W2を有しており、前記第2の非膨
張層が幅W2と実質的に等しい幅を有している、請求項20に記載の方法。

【請求項23】

前記製造には、成形して、前記膨張層に対向する側にトラフを有する第1の非膨張層を

10

20

30

40

50

作製する工程が含まれる、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 24】

前記膨張層の厚さが、合計マット厚さの 5 ~ 25 パーセントである、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 25】

前記多層マットが、前記多層マットの少なくとも一端に沿って膨張材料を含まない、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 26】

前記配置工程が、少なくとも 2 つのセグメントを有する膨張層を作製する工程と、前記セグメントを分離する工程とを含む、請求項 20 に記載の方法。

10

【請求項 27】

前記膨張層の幅 W_1 が W_2 より短く、前記膨張層の長さ L_1 が L_2 に実質的に等しく、前記多層マットが前記多層マットの少なくとも一端に沿って膨張材料を含まない、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 28】

前記多層マットを、汚染防止装置において装着マットとして用いるのに好適なサイズに切断する工程をさらに含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 29】

前記切断工程により、汚染防止要素周囲を包んだ後に前記マットを結合するためのトングとグループ構造を有する端部を備えたマットが形成される、請求項 28 に記載の方法。

20

【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、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。

30

【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ギャップ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、包まれた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。

40

【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。かかる膨張は、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】

50

【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つの非膨張層間に挟まれた膨張層を含む。

【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の主面とを有する膨張層と、膨張層の第1の主面に対向する第1の非膨張層と、膨張層の第2の主面に対向する第2の非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。膨張層は、面積A1を有している。第1の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A2を有している。第2の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A3を有している。膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の面積内に完全に配置されている。

10

【0007】

他の態様において、多層マットを形成する方法が記載されている。第1の主面と、第1の主面の反対の第2の主面とを有する膨張層が提供される。膨張層は、面積A1を有している。第1の非膨張層は、膨張層の第1の主面に対向するように配置されている。第1の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A2を有している。第2の非膨張層は、膨張層の第2の主面に対向するように配置されている。第2の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A3を有している。膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の面積内に完全に配置されている。

20

【0008】

本発明のさらに他の態様において、外側金属筐体と、汚染防止要素と、汚染防止要素と外側金属筐体との間に配置された多層マットとを含む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の主面とを有する膨張層と、膨張層の第1の主面に対向する第1の非膨張層と、膨張層の第2の主面に対向する第2の非膨張層との少なくとも3層を含んでいる。膨張層は、面積A1を有している。第1の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A2を有している。第2の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A3を有している。膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の面積内に完全に配置されている。

【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。

30

【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】

40

【0012】

2つの非膨張層間に挟まれた膨張層を含む多層マットが提供される。各非膨張層の面積は、膨張層の面積より大きく、膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の面積内に完全に配置されている。

【0013】

より具体的には、第1の主面と第1の主面の反対の第2の主面とを有する膨張層と、膨張層の第1の主面に対向する第1の非膨張層と、膨張層の第2の主面に対向する第2の非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。膨張層は、面積A1を有している。第1の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A2を有している。第2の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A3を有している

50

。

【0014】

多層マットのある実施形態において、第1の非膨張層の面積A2は、第2の非膨張層の面積A3に実質的に等しい。本明細書で用いる「実質的に等しい」とは、第2の測定と約10パーセント未満の値異なる第1の測定のことを指す。ある実施形態において、第1の測定は、第2の測定と8パーセント未満、7パーセント未満、5パーセント未満、3パーセント未満、2パーセント未満または1パーセント未満異なる。

【0015】

面積A2が面積A3に実質的に等しいある多層マットにおいて、第1の非膨張層は長さL2を有し、第2の非膨張層は長さL2に実質的に等しい長さを有する。さらに、第1の非膨張層は幅W2を有し、第2の非膨張層は幅W2に実質的に等しい幅を有している。

10

【0016】

多層マットの多くの実施形態において、第1の非膨張層は第2の非膨張層と位置合せされている。しかしながら、複数ある層のうち1層は、多層マットが、汚染防止装置内の汚染防止要素周囲を効果的に包んでいる限りは、他の層に比べてややゆがんでいても構わない。

【0017】

本明細書で用いる「幅」という用語は、層またはマットの面の2つの寸法の短い方のことを指す。逆に、「長さ」という用語は、層またはマットの面の2つの寸法の長い方のことを指す。幅と長さという用語は、両寸法が実質的に等しい場合には区別なく用いられる。

20

【0018】

本明細書で用いる「面積」という用語は、層またはマットの外側寸法から計算される層またはマットの面積のことを指す（例えば、矩形マットについては、面積は幅で乗算した長さに等しい）。このように、トラフを含む層またはマットは、外側寸法が実質的に等しい場合には、トラフのない層またはマットと実質的に等しい面積を有する。

【0019】

本明細書で用いる「トラフ」(trough)とは、表面の隣接部に比べて表面の一部が凹んだ層またはマットのことを指す。

【0020】

本明細書で用いる「表面積」という用語は、層またはマットの外側寸法から計算された面積のことを指さない。表面積は、層またはマットの表面特性（すなわち、輪郭）が考慮されるものである。同じ外側寸法のマットまたは層は異なる表面積を有することができる。例えば、トラフを含むマットまたは層がある表面を有する場合、平坦な同じ外側寸法を有するマットまたは層よりも大きな表面積を有する。

30

【0021】

多層マット100の一実施形態の概略断面図を図1に示す。断面図は、多層マットの幅と平行である。多層マットは、無機繊維を含有する第1の非膨張層110、膨張層120、および無機繊維を含有する第2の非膨張層130の順番で構成された3層を含む。図1に示した多層マットの実施形態において、膨張層120は、第1の非膨張層110か、第2の非膨張層130のいずれかより幅が小さい。

40

【0022】

図1には、3層のみの実装マットを示してあるが、追加の膨張層、追加の非膨張層、またはこれらの組み合わせが存在していてもよい。多層マットは、例えば、2層以上の隣接する膨張層、2層以上の隣接する非膨張層、または交互の非膨張および膨張層を有することができる。

【0023】

多層マットのある具体例としては、非膨張/膨張/非膨張/膨張/非膨張、非膨張/非膨張/膨張/非膨張、非膨張/膨張/膨張/非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。これらの例は全て、2つの非膨張層間に挟まれた膨張層を含

50

む。これらの例は全て、非膨張外側層を含む。

【0024】

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約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、加熱したときに材料が受けるZ軸における制限のない膨張の量のことを指す。

【0025】

本明細書で用いる「非膨張」とは、同じ条件下で、厚さに約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。

10

【0026】

図2Aに、多層マット150の一実施形態の概略平面図を示す。第1の非膨張層110は、膨張層120の上に配置されている。多層マットを上から見たとき、第1の非膨張層110のみが見える。膨張層120は、第1の非膨張層110の幅W2より小さな幅W1を有している。膨張層120は、第1の非膨張層110の長さL2に実質的に等しい長さL1を有している。すなわち、この実施形態において、膨張層120は多層マット150の全長に沿って延在している。

20

【0027】

第2の非膨張層(図示せず)は、図2Aの第1の非膨張層110と位置合せされている。第2の非膨張層の面積、幅および長さは、第1の非膨張層110の対応の面積A2、幅W2および長さL2に実質的に等しい。膨張層120の面積A1は、第1の非膨張層110の面積A2より小さく、第2の非膨張層の面積より小さい。このように、面積A2は、面積A1より広い。

【0028】

図2Aにおいて、膨張層120は、非膨張層110に対して配置されており、長さ方向における多層マット150の外側端部152および154の両方共膨張材料は含まない。圧縮下にある少なくともある多層マット150について、膨張層120の厚さは、第1の非膨張層110が、長さ方向において多層マット150の外側端部152および154の両方に沿って第2の非膨張層と接触できるように選択される。

30

【0029】

図2Bは、膨張層120が非膨張層110に対して配置されて、長さ方向において多層マット155の外側端部157および159の両方でなく一方が膨張材料を含まない(例えば、端部159が膨張材料を含まず、端部157はそうではない)以外は、図2Aと同様である。圧縮下にある少なくともある多層マット155について、膨張層120の厚さは、第1の非膨張層110が、多層マットの一端部159に沿って第2の非膨張層(図示されていないが、第1の非膨張層と位置合せされている)と接触できるように選択される。膨張層の幅W1は、第1の非膨張層110の幅W2より小さく、第2の非膨張層の幅より小さい。同様に、膨張層の面積A1は、第1の非膨張層の面積A2より小さく、第2の非膨張層の面積より小さい。このように、面積A2は、面積A1より広い。

40

【0030】

図3Aに、膨張層が2つ以上のセグメントへと分割された多層マット160の他の実施形態の概略平面図を示す。この多層マット160において、膨張層は、互いに分離された少なくとも2つのセグメント120aおよび120bに分割されている。膨張層は、多層マットの全長より短く延在している。すなわち、膨張セグメント120aについての長さL1aと、膨張セグメント120bについての長さL1bとの合計が、第1の非膨張層110の長さL2より小さい。各膨張セグメント120aおよび120bの幅W1は、第1の非膨張層の幅W2に実質的に等しい。膨張層の合計面積A1(異なる膨張セグメント1

50

20 a と 120 b の面積の合計)は、第1の非膨張層110の面積A1より小さい(すなわち、面積A2は面積A1より大きい)。図示されていないが、第1の非膨張層と位置合せされている第2の非膨張層は、第1の非膨張層と実質的に等しい面積、長さおよび幅を有している。

【0031】

膨張層のセグメントは、第1の非膨張層と同じ幅を有する(図3Aに示す通り)、または第1の非膨張層より小さい幅を有する(図3Bに示す通り)。さらに、別個の膨張セグメントは、実質的に等しい、または異なる長さ、実質的に等しい、または異なる幅を有することができる。

【0032】

図3Bに示すある多層マットにおいて、膨張層セグメント120 a および 120 b は、第1の非膨張層110に対して配置して、長さ方向に沿った多層マット165の外側端部169の少なくとも1つが膨張材料を含まないようにする。膨張層セグメント120 a および 120 b の厚さは、多層マット165が圧縮下にあるとき、第1の非膨張層110が長さ方向に沿った多層マット165の少なくとも1つの端部169に沿って第2の非膨張材と接触するように選択することができる。

【0033】

多層マットで汚染防止要素周囲を包んで、金属筐体と汚染防止要素との間に絶縁を与える。図3Aおよび3Bに示す多層マットは、例えば、図3Cに示す通り、楕円断面を有する汚染防止要素を備えた汚染防止装置において装着マットとして用いることができる。図3Cにおいて、多層マット192で汚染防止要素191周囲を包む。膨張セグメント193 A および 193 B を、最小曲率半径を有する汚染防止要素の領域を覆うように配置する。多層マット192において、非膨張層の1層は、汚染防止要素191と膨張セグメント193 A および 193 B との間にある。

【0034】

膨張層に対向する第1の非膨張層の表面と第2の非膨張層の表面は図1に示す通り平坦とすることができる。他の実施形態において、膨張層に対向する第1の非膨張層の表面、膨張層に対向する第2の非膨張材の表面、または膨張層に対向する第1と第2の非膨張層の両方の表面はトラフを有することができる。トラフは、多層マットの一実施形態の概略断面図である図4Aに示す通りとすることができる。断面図は、多層マット200の幅に沿っている。非膨張層110および130はそれぞれ、膨張層に対向する主面にトラフを有している(すなわち、第1の非膨張層における第1のトラフ111および第2の非膨張層における第2のトラフ131)。第1のトラフ111を第2のトラフ131と位置合せして、膨張層120の配置のためのキャビティを与える。

【0035】

図4Aのトラフは非膨張層の厚さの約50パーセントに等しい深さを有しているが、任意のトラフの深さを有することができる。ある例において、トラフは、非膨張層の厚さの50パーセント以下、40パーセント以下、30パーセント以下、20パーセント以下、または10パーセント以下である。さらに、図4AはU形トラフを示しているが、トラフは膨張層の配置に好適な任意の形状を有することができる。

【0036】

ある多層マットにおいて、非膨張層に複数のトラフがあり、膨張層はセグメント化され、膨張層のセグメントは各トラフに配置されている。

【0037】

膨張層120の反対の非膨張層の主面は平坦である(すなわち、図4Aにおいて表面112および132は平坦である)。膨張層120は、第1の非膨張層110の第1のトラフ111および第2の非膨張層130の第2のトラフ131により形成されたキャビティに適合している。第1の非膨張層110の幅W2は、第2の非膨張層130の幅と実質的に等しい(すなわち、幅は層の外側寸法から求められる)。膨張層の幅W1は、通常、第1のトラフ111および第2のトラフ131により形成されたキャビティの幅より小さい

10

20

30

40

50

。

【0038】

膨張層に対向する各非膨張層の側部（図4Aにおいてトラフ111および131を含む側部）の表面積は、膨張層の反対の各非膨張層の側部（図4Aにおける側部112および132）の表面積より大きい。しかしながら、膨張層に対向する第1の非膨張層の側部（すなわち、図4Aにおいてトラフ111を含む側部）の表面積は、膨張層に対向する第2の非膨張層の側部（すなわち、図4Aにおいてトラフ131を含む側部）の表面積に実質的に等しい、または異なる。例えば、トラフの寸法が実質的に等しいときは、これら2つの表面積は実質的に等しくさせることができる。膨張層に対向する非膨張層の側部の表面積に係らず、図4Aにおける第1の非膨張層の面積A2は、第2の非膨張層の面積に実質的に等しい（すなわち、面積A2は、層の外側寸法から計算し、これらの2層の幅の長さが実質的に等しい）。

10

【0039】

図4Bに示す他の実施形態において、非膨張層の一方は膨張層に対向する主面にトラフを有しており、他方の非膨張層は膨張層に対向する平坦な表面を有している。図4Bは、多層マットの幅に沿った概略断面図である。膨張層120は、第1の非膨張層110の第1のトラフ111および第2の非膨張層130の平坦な表面133により形成されたキャビティに適合している。非膨張層の外側表面（すなわち、表面112および表面132）は平坦である。膨張層120に対向する第1の非膨張層の表面積は、膨張層に対向する第2の非膨張層の表面積と等しくない。ただし、これら2層の全体の寸法（すなわち、長さ

20

【0040】

多層マットは一般的に可撓性である。マットは、通常、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。汚染防止要素周囲を包むとき、多層マットの端部は様々な交接部において接触する。例えば、端部が接触して、多層マットの長さに垂直な線状交接部を形成する。かかる交接部を形成し得る多層マットを図2Aおよび2Bに示す。多層マットの端部が接触して90度の角度となる（すなわち、図2Aにおいては、端部151と端部152が接触して90度の角度をなし、図2Bにおいては、端部156と端部157が接触して90度の角度をなしている）。図2

30

【0041】

他の例において、多層マットの端部が接触して、多層マットの長さに垂直でない線状交接部を形成する。長さと垂直でない交接部を形成するマットを図5に示す。図5の多層マットは、90度より大きい、または小さい角度をなす端部を有する平行四辺形の形状を有する（すなわち、端部171と端部172が90度より大きな角度をなし、端部173と端部172は90度より小さい角度をなす）。図5の多層マット170において端部173が端部171と結合するとき、マットの長さに垂直な線状交接部が形成される。

40

【0042】

あるいは、多層マットの端部が結合して、非線状交接部を形成する。例えば、マットの端部は、多層マット180について図6に示すようなトング185およびグループ186設計を用いて結合することができる。すなわち、トング（*tongue*）185をグループ（*groove*）186に配置して、多層マット180の反対の端部（すなわち、第1の端部は188であり、第2の端部は189である）を結合することができる。業界に知られた任意の好適な交接部を用いることができる。

【0043】

多層マットは、膨張層の両側に非膨張層を含む。第1の非膨張層と第2の非膨張層は同一または異なる組成とすることができる。各非膨張層は無機繊維を含む。汚染防止装置の

50

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、カーバイド繊維、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。

【0044】

石英繊維は、J.P.ステーブンス社(J.P. Stevens, Inc.) (ノースカロライナ州、スレーター(Slater, NC))より「アストロクォーツ(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(Beckert) (ベルギー、ツエルガン(Zwergan, Belgium))より「ベキ-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。

10

20

【0045】

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熔融材料から調製された無機繊維のことを指す。x線回折が透過型電子顕微鏡技術のいずれかを用いて求められる通り、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。

30

【0046】

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している。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 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。

40

【0047】

アルミノケイ酸マグネシウムの具体例としては、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 、

50

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。

【0048】

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 Al_2O_3 および20~70重量パーセントの SiO_2 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。

【0049】

主に Al_2O_3 および SiO_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、オーグスタ(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重量パーセント以下の 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-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-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

10

20

30

40

50

、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-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。

【0050】

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。

【0051】

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 (Tonawanda, 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) 2600 HTZ」という商品名で、ベスピウス (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-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。

【0052】

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。

【0053】

TMA試験において、荷重（例えば、50psiまたは345N/m²）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に達するとき除去する。

【0054】

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、Al₂O₃とSiO₂の両方を含有する繊維が例示される。Al₂O₃対SiO₂（Al₂O₃:SiO₂）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Al₂O₃と2～40重量パーセントのSiO₂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Al₂O₃と2～30重量パーセントのSiO₂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。

【0055】

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SiO₂と72重量パーセントのAl₂O₃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（Saffill Limited）（英国、チェシャー州ウイドネス（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SiO₂と95～約97重量パーセントのAl₂O₃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（Tonawanda, NY））より繊維の重量に基づいて27重量パーセントのSiO₂と72重量パーセントのAl₂O₃を有する「ユニフラックスファイバーフラックスファイバースマックス（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。

【0056】

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、Al₂O₃を少なくとも50重量パーセントの量で、SiO₂を50重量パーセント以下の量で、B₂O₃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Al₂O₃、25～50重量パーセントのSiO₂、および1～25重量パーセントのB₂O₃とを含有している。か

10

20

30

40

50

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。

【0057】

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し出しにより、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む。

【0058】

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。熱処理できる例示のアモルファスセラミック繊維は、サーマルセラミクス(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(KAOWOOL)D73F」、「カオウール(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(RATH)2300RT」、「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(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、「セル-ウール(CER-WOOL)RT」、「セル-ウール(CER-WOOL)LT」または「セル-ウール(CER-WOOL)HTZ」または「セル-ウール(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(Tonawanda, 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(UNIFRAX 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セラミック繊維であるが、これらに限られるものではない。

【0059】

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、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を含む。

【0060】

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

10

20

30

40

50

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)が検出できたが、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、通常、単結晶でなく多結晶である。

10

【0061】

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依りて異なる。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、ここに参考文献として組み込まれる国際公開第99/46028号パンフレット(フェルナンダラ(Fernando et al.))および米国特許第5,250,269号明細書(ランガー(Langer))にさらに記載されている。

20

【0062】

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。

【0063】

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)より高い、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とすることができる。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。Al₂O₃-SiO₂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950~1200の範囲である。

30

【0064】

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する。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。

40

【0065】

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。

50

【0066】

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。

【0067】

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が一般的に受けるような高温で用いると燃える。

【0068】

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。

【0069】

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, Inc.）（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。

【0070】

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、非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。

【0071】

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、膨張パーミキュライト、層剥離したパーミキュライト、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。

【0072】

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。繊維はステーブル繊維またはフィブリル化繊維とすることができる。有用なステーブル繊維のサイズは、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。

10

【0073】

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および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。

20

【0074】

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0.25 g/cm³、単位面積当たりの重量は約1020～約2455 g/m²である。その他の好適な非膨張層としては、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0.15 g/cm³、単位面積当たりの重量は約440～約2100 g/m²である。これらのマットは結晶アルミナ繊維(すなわち、多結晶アルミナ繊維)を含有している。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0.12 g/cm³、単位面積当たりの重量は約600～約1400 g/m²である。ニードル接合されたマットは、バルク密度が約0.16 g/cm³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Al₂O₃および約28重量パーセントのSiO₂を含有している。

30

40

【0075】

多層マットにおいて、膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層との間に挟まれている。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。これらの追加の成分は、非膨張層について上述したものと同一である。

50

【0076】

膨張層に好適な膨張材料としては、未膨張パーミキュライト、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338-50(GRAFOIL GRADE 338-50)」という商品名で市販されている。未膨張パーミキュライトは、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、未膨張パーミキュライト、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。

10

【0077】

パーミキュライトは、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。

【0078】

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できる。ある膨張層において、層に無機繊維を含まないようにすることができる。他の膨張層において、層に無機繊維および有機バインダーを含まないようにすることができる。さらに他の膨張層において、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重量パーセント未満の有機バインダーとを含有する。無機繊維は、ある膨張層に含まれている。

20

【0079】

ある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重量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。

30

【0080】

好適な膨張層は、3M(ミネソタ州、セントポール(St. Paul, MN))より「インテラム100(INTERAM 100)」、「インテラム200(INTERAM 200)」、「インテラム550(INTERAM 550)」および「インテラム2000LT(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/cm³、および単位面積当たりの重量は約1050g/m²~約8140g/m²である。その他の好適な膨張層は、3M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/m²~約4070g/m²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。

40

【0081】

つ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、ここに参考文献として組み込まれる国際公開第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

50

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。

【0082】

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。

10

【0083】

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、酸化マグネシウムおよび酸化カルシウムが挙げられる。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重量パーセント以下の CaO と、35重量パーセント以下の 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 を含むことができる。

20

【0084】

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(テンエイクラ(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。

30

【0085】

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

40

【0086】

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、および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。

【0087】

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

50

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、破碎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5cm×5cm×3mmのシートへ形成可能な雲母バインダーを指す。

【0088】

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、膨張パーミキュライト、非膨張性パ
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。

10

【0089】

好適な雲母バインダーは、破碎された雲母鉱物を含むことができる。本明細書で用いる
「破碎」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。破碎方法としては、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
は破碎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。膨張パーミ
キュライトを水中で剪断またはその他処理すると、層剥離したパ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。

20

【0090】

ある実施形態において、雲母バインダーには処理済みパーミキュライト(すなわち、膨
張、層剥離および破碎されたパーミキュライト)が含まれる。処理済みパーミキュライト
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パ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。

【0091】

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 & Co
mpany)より市販されており、剥離蛭石粉末(「VFPS」という商品名)および化
学的に剥離した蛭石(「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、膨張パ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。

30

【0092】

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パーミキュライトを
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パーミ
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)。膨張性パーミ
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。

40

【0093】

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、膨張層はパーミ
キュライトを含有する。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を有する耐火セラミック繊維を含有し、膨張層は、パー
ミキュライトを含有する。

【0094】

端部保護材料を、多層マットに添加することができる。端部保護材料は、ここに参考文
献として組み込まれる米国特許第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

50

他の好適な端部保護材料としては、ここに参考文献として組み込まれる米国特許第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、全てここに参考文献として組み込まれる欧州特許出願公開第639701A2号明細書(ハワースら(Howorth et al.))、欧州特許出願公開第639702A2号明細書(ハワースら(Howorth et al.))および欧州特許出願公開第639700A2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。

【0095】

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、膨張層の厚さは、各非膨張層の厚さ以下である。ある用途において、膨張材の厚さは、各非膨張層の厚さの50パーセント以下、45パーセント以下、40パーセント以下、35パーセント以下、30パーセント以下、25パーセント以下、または20パーセント以下である。

10

【0096】

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。膨張層は、通常、マットの全体の未圧縮厚さの30パーセント以下、25パーセント以下、20パーセント以下、15パーセント以下、または10パーセント以下の厚さを有する。ある例において、膨張層の厚さは、多層マットの合計未圧縮厚さの2~30パーセント、または5~25パーセントである。

20

【0097】

ある用途において、各非膨張層の厚さは、独立して、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。各非膨張層の厚さは、一般的に、30mm未満、20mm未満、または15mm未満である。例えば、各非膨張層の厚さは、独立に、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。

30

【0098】

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1~2mm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。

【0099】

多層マットの各非膨張層の、バルク密度は、通常、約0.1g/cm³~約0.3g/cm³の範囲であり、膨張層のバルク密度は約0.4g/cm³~約0.7g/cm³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/cm³~約0.5g/cm³または約0.2g/cm³~約0.4g/cm³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/cm³~約1.0g/cm³または約0.5g/cm³~約0.9g/cm³である。本明細書で用いる「圧縮密度」という用語は、汚染防止装置において汚染防止要素周囲で組み立てた後の多層マットの密度のことを指す。

40

【0100】

他の態様において、多層マットを形成する方法が記載されている。第1の主面と、第1の主面の反対の第2の主面とを有する膨張層が提供される。膨張層は、面積A1を有して

50

いる。第1の非膨張層は、膨張層の第1の主面に対向するように配置されている。第1の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A2を有している。第2の非膨張層は、膨張層の第2の主面に対向するように配置されている。第2の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A3を有している。膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の面積内に完全に配置されている。

【0101】

第1の非膨張層の面積A2は、第2の非膨張層の面積A3に実質的に等しい。面積A2が面積A3に実質的に等しいある多層マットにおいて、第1の非膨張層は長さL2を有し、第2の非膨張層は長さL2に実質的に等しい長さを有する。さらに、第1の非膨張層は幅W2を有し、第2の非膨張層は幅W2に実質的に等しい幅を有している。

10

【0102】

多層マットの多くの実施形態において、第1の非膨張層は第2の非膨張層と位置合せされている。しかしながら、複数ある層のうち1層は、多層マットが、汚染防止装置内の汚染防止要素周囲を効果的に包むことができる限りは、他の層に比べてややゆがんでいても構わない。

【0103】

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、無機繊維を含有する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(すなわち、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。

20

【0104】

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。膨張層用の水性スラリーは、無機繊維を含有することが多いが、膨張層は無機繊維を含まないようにすることができる。

30

【0105】

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。

【0106】

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。かかる添加剤としては、無機バインダー、無機フィラー、消泡剤、凝集剤、界面活性剤等を挙げることができる。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。

40

【0107】

非膨張層のいくつかは層の片側が平坦でない表面を有する。製紙プロセスを用いてかかる非膨張層を形成することができる。例えば、平坦でない表面を有する透過性基材上にスラリーを付着させることができる。非膨張層のトラフは、段または隆起部を含む透過性基材にスラリーを付着することにより形成することができる。

【0108】

平坦でない主面を有する非膨張層はまた、成形技術を用いて作製することもできる。例えば、透過性成形ダイはスラリー中に配置することができる。スラリー中の固体は、真空

50

を引くときに成形ダイの表面に付着する。ある用途においては、成形ダイをスラリーから取り外して、成形ダイと同じ形状を有する形状保持装置と結合することができる。付着したスラリーは、成形ダイと形状保持装置の間に配置させることができる。形状保持装置および成形ダイをプレスして、水をさらに除去し、比較的平滑な表面を有するプリフォームを作成することができる。形状保持装置または成形ダイは、雄成形部とすることができる（すなわち、成形ダイが雄成形部の場合には、形状保持装置は雌成形部であり、成形ダイが雌成形部の場合には、形状保持装置は雄成形部である）。

【0109】

透過性成形ダイは、例えば、スクリーンを含むことができる。スクリーンサイズは、スクリーンを液体成分は通過するがセラミック繊維は通過しないように選択する。例えば、スクリーンは20（約850ミクロン）～80メッシュ（約180ミクロン）のサイズ範囲、または30（約600ミクロン）～80メッシュのサイズ範囲とすることができる。メッシュサイズが細かすぎると、スクリーンはすぐ詰まってしまう。メッシュサイズが大きすぎると、スクリーンはセラミック繊維を保持しない（すなわち、プリフォームが形成できない）。通常の操作条件下では、真空を引くとスラリーからの固体がスクリーンに付着する。

10

【0110】

ある用途において、成形プロセスは、その開示内容がここに参考文献として組み込まれる米国特許第5,078,822号明細書（ホッジスら（Hodges et al.））および同第6,596,120 B2号明細書（デイビスら（Davis et al.））に開示されているものと同様のものとして行うことができる。三次元プリフォームは、複合ダイおよび形状保持装置を含むダイアセンブリを用いて作成することができる。複合ダイは、透過性成形ダイであり、通常、内側骨格と外側シェルを含んでいる。内側骨格は、真空引きおよびダイ全体に真空を分配するために、内部に真空システムを有していた。成形ダイの外側シェルはスクリーンを有している。例えば、スクリーンのメッシュサイズは20～80メッシュである。複合成形ダイは透過性である。ダイアセンブリは、複合成形ダイが形状保持装置から分離されるようにスラリー中に配置することができる。

20

【0111】

真空を複合成形ダイに接続することができ、セラミック繊維を含む層を成形ダイに付着させることができる。湿潤条件で、ダイ支持プリフォームを形状保持装置へ挿入することができる。成形ダイは、プリフォームが形状保持装置に部分的に挿入されるところから、またはプリフォームが形状保持装置と完全に接触しているときは、取り外すことができる。ある用途において、プリフォームは成形ダイにより支持されたまま形状保持装置と接触する。

30

【0112】

非膨張層の一方または両方は、平坦でない表面を有することができる。非膨張層の一方または両方が層の片側にトラフを有するときは、膨張層はトラフに配置させることができる。

【0113】

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。かかる方法は、ここに参考文献として組み込まれる国際公開第2004/011785号パンフレット（メリーら（Merry et al.））に記載されている。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グラスローピングカッター（MODEL 90 GLASS ROVING CUTTER）」という商品名で市販されているようなグラスローピ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 M

40

50

a c h i n e C o r p .) (ニューヨーク州、マセドン (M a c e d o n , N Y)) よりランドーウェバー (R A N D O W E B B E R) という商品名で、またはスキャンウェブ社 (S c a n W e b C o .) (デンマーク (D e n m a r k)) よりダンウェブ (D A N W E B) 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。

【0114】

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/cm²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/cm²である。不織マットは、フォスターニードルカンパニー (F o s t e r N e e d l e C o m p a n y) (ウィスコンシン州、マニトワック (M a n i t o w o c , W I)) より市販されているバーブドニードルと共に、ディロ (D i l o) (ドイツ (G e r m a n y)) 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

10

20

【0115】

あるいは、不織マットは、ここに参考文献として組み込まれる米国特許第4,181,514号明細書 (レフコヴィッツら (L e f k o w i t z e t a l .)) に開示されているような技術を用いてステッチ接合することができる。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) を用いてステッチ接合することができる。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 (M i t s u b i s h i C h e m i c a l) (日本、東京 (T o k y o , J a p a n)) より「マフテック (M A F T E C) 」という商品名で入手可能である。

30

【0116】

膨張層は、非膨張層の主面に適用されたペーストの形態とすることができる。膨張層の好適なペースト組成物については、例えば、ここに参考文献として組み込まれる米国特許第5,853,675号明細書 (ハワース (H o w o r t h)) および同第5,207,989号明細書 (マックニール (M a c N e i l)) にさらに記載されている。これらの組成物のうちいくつかは、膨張材料に加えて無機繊維を含む。ペーストは、まず、例えば、剥離ライナまたは紙のような基材に適用することができる。基材は、ペーストが非膨張層の主面と接触した後に除去することができる。

40

【0117】

他の多層マットにおいて、膨張層は、好適な膨張組成物を非膨張層の主面にスプレーすることにより形成することができる。組成物としては、例えば、無機繊維または有機バインダーのようなその他の材料が挙げられる。あるいは、バインダーを含まない膨張材料は、非膨張層の主面の一部に適用することができる。膨張材料適用後、他の非膨張層を適用して、膨張材料を2つの非膨張層間に挟むことができる。

【0118】

多層マットを製造するある方法において、第1の非膨張層のシートを提供する。膨張層のシートは、第1の非膨張層の一主面に配置されている。第2の非膨張層のシートを膨張

50

シート上に配置して、膨張シートを2つの非膨張シート間に挟んで多層構造体を形成する。多層構造は、複数の膨張セグメントを含むことができる。多層構造体は、切断して、汚染防止装置に用いるのに好適なサイズおよび形状とすることができる。多層構造体を切断して、矩形形状、平行四辺形またはトングとグループを含む形状とすることができる。例えば、多層構造体を切断すると、図2A、2B、3A、3B、4または6に図示する多層マットのいずれかを提供することができる。

【0119】

多層マットを製造する他の方法において、1つ以上のトラフを有する第1の非膨張層のシートを提供する。膨張層のシートを各トラフに配置する。平坦な表面を有する第2の非膨張シートを膨張層上に配置して多層構造体を形成する。多層構造は、複数の膨張セグメントを含むことができる。多層構造体は、切断して、汚染防止装置に用いるのに好適なサイズおよび形状とすることができる。例えば、多層構造体を切断して、矩形形状、平行四辺形またはトングとグループを含む形状とすることができる。

10

【0120】

様々な層を、別個に作製して、接合することができる。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、多層マットの様々な層を互いに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結合させるために、接着剤を有しているものがある。各層は別個に作製して、接合することができる。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 (Bostick - Findley) (英国、スタッフォード (Stafford, UK)) 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。

20

【0121】

接着剤で接合されたある多層マットにおいて、接着剤は、隣接する膨張層のない非膨張層の少なくとも1つの領域に適用することができる。例えば、図2Aに概略を図示した多層マットにおいて、接着剤は、端部154および152に沿って適用することができる。

【0122】

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。1つのかかるプロセスについては、その開示内容はここに参考文献として組み込まれる米国公開特許第2001/0046456号明細書(ランガーら(Langer et al.))に記載されている。無機繊維を含有する第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。膨張組成物は第1の層の一部に適用して、第2の層を形成することができる。膨張組成物は、例えば、組成物が液体を含む場合にはスプレーにより、または組成物が液体を含まない場合には振り掛けることにより適用することができる。無機繊維を含有する第2のスラリーを調製し、第2の層および露出した第1の層上に付着させる。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。

30

40

【0123】

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、または隣接する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ブルを用いずに接合することができる。

【0124】

本発明のさらに他の態様において、外側金属筐体と、汚染防止要素と、汚染防止要素と外側金属筐体との間に配置された多層マットとを含む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の主面とを有する膨張層と、膨張層の第1の主面に対向する第1の非膨張層と、膨張層の第2の主面に対向する第2の非膨張層との

50

少なくとも3層を含んでいる。膨張層は、面積A1を有している。第1の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A2を有している。第2の非膨張層は、無機繊維を含有し、面積A1よりも大きな面積A3を有している。膨張層は、第1の非膨張層と第2の非膨張層の両方の面積内に完全に配置されている

【0125】

第1の非膨張層の面積A2は、第2の非膨張層の面積A3に実質的に等しい。面積A2が面積A3に実質的に等しいある例において、第1の非膨張層は長さL2を有し、第2の非膨張層は長さL2に実質的に等しい長さを有する。さらに、第1の非膨張層は幅W2を有し、第2の非膨張層は幅W2に実質的に等しい幅を有している。

【0126】

多層マットの多くの実施形態において、第1の非膨張層は第2の非膨張層と位置合せされている。しかしながら、複数ある層のうち1層は、多層マットが、汚染防止要素周囲を効果的に包むことができる限りは、他の層に比べてややゆがんでいても構わない。

【0127】

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7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。

【0128】

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(CELLCOR)」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(HONEY CERAM)」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。

【0129】

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。

【0130】

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間を通るのを防ぐ補助となる。

【0131】

図8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、数多くのチャンネル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

10

20

30

40

50

、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。ディーゼル微粒子フィルタ要素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については、「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 10年に述べられている。

【0132】

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8の装着マット30と同じ利点を与える。

【0133】

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。 20

【0134】

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 から最大操作温度約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。 30

【0135】

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。

【0136】

膨張層を非膨張層間に挟むことにより、膨張材料を、膨張させるには十分な温度だが、膨張特性が変化するには材料を永久的に変化させる温度ではない温度まで曝すことができる。パーミキュライトは、約700 を超える温度に曝すと、その膨張特性を失う傾向がある。 40

【0137】

多くの汚染防止装置において、入ってくるガストリームは装着マットに衝突して、少なくとも業界に知られたある装着マットでは、装着マットをやや腐食させる可能性がある。膨張材料は、マットが腐食するにつれて、経時により、マットからなくなる。装着マットが前縁近くに膨張材料を含有し、膨張材料が耐食のためにマットの残りから切り離されている場合には、膨張材料が汚染防止装置のモノリスに留まる。この留まった膨張材料が 50

、モノリスを通るガスのフローを減少し、システム背圧を増大させる。

【0138】

このように、入ってくるガストリームの衝突を受ける領域に膨張材料を含まない多層マットは、経時によるモノリスの詰まりの発生を生じさせ難い。多層マットのある実施形態において、第1の非膨張層は、多層マットが圧縮下にあるとき、多層マットの少なくとも一端に沿って第2の非膨張層と接触することができる。膨張材料を含まないこの端部は、入ってくるガストリームを受ける汚染防止要素の端部（すなわち、前縁）に有利に隣接配置させることができる。

【0139】

ある汚染防止装置において、多数の汚染防止要素が一行に配置されている。かかる汚染防止装置について、多層マットは、第1の端部および第1の端部の反対の第2の端部に沿って第1の非膨張層が第2の非膨張層と接触できるように構築することができる。多層マットは第1の汚染防止要素周囲を包んで、多層マットのガスが入る領域（すなわち、前縁）または汚染防止要素を出る領域（すなわち、後縁）に膨張材料を含まないようにすることができる。ガスが第1の汚染防止要素に入るところに、膨張材を含まない端部を存在させることによって、膨張材料による第1の汚染防止要素の詰まりを最小にする助けとなる。ガスが第1の汚染防止要素から出るところに、膨張材を含まない端部を存在させることによって、第2の汚染防止要素の詰まりを最小にする助けとなる。

10

【0140】

ある多層マットにおいて、膨張層はセグメント化される。膨張セグメントを、例えば、汚染防止要素の最小曲率半径を有する領域を覆うように配置することができる。汚染防止要素のこれらのセクションは、最も強い傾向にあり、膨張材料の膨張に伴う高圧に耐えることのできる傾向がある。このように、少なくともある汚染防止装置において、セグメント化された膨張層を用いると、汚染防止要素の易損のモノリシック構造の亀裂を最小にすることができる。

20

【0141】

本発明の多層マットにおける膨張層は、非膨張層より面積が小さい（すなわち、非膨張層の面積は膨張層の面積より大きい）。膨張材料が膨張すると、多層マットによってモノリスに圧力がかかる。膨張材料の面積を減少させることにより、モノリスにかかった全体の力を減少させることができる。この特徴によって、少なくともある実施形態においては、汚染防止要素のモノリスに亀裂が生じる可能性が減じる。

30

【0142】

多層マットの少なくともいくつかは、膨張材料の単層マットより小さな装着圧力を有している。このように、ある条件下およびある用途において、多層マットは、容認できない高い装着圧力によりモノリスが破断され難いため、膨張層の単層マットよりも好ましい。

【0143】

多層マットの少なくともいくつかは、非膨張材料の単層マットより小さな装着圧力を有している。このように、ある条件下およびある用途において、多層マットは、モノリスがより効果的に保持されるため、非膨張層の単層マットよりも好ましい。すなわち、モノリスと汚染防止装置の筐体との間のギャップが、単層の非膨張マットに比べて、多層マットのいくつかでより効果的に充填される。

40

【0144】

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】

【0145】

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

50

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（すなわち、装着圧力）を測定するものである。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。

【0146】

多層マットの44.45mm×44.45mmの試料を、50.8mm×50.8mmの2つ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、0.64g/cm³であった。一方のプラテンは900の温度まで加熱し、他方は550まで加熱して、使用中の汚染防止装置におけるモノリス側部と、マットの筐体側の温度をそれぞれシミュレートした。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。3つのサイクルを各試料に実施した。各サイクルについて、各プラテンは900または550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。

10

【0147】

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（すなわち、装着圧力）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装着圧力および室温での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。

20

【0148】

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ンイク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。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/m²）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。オープンが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、

30

$$\% \text{バルク収縮率} = [(T1 - T2) / T1] \times 100$$

として計算した。

【0149】

有機バインダー材料有り、または無しの試料にTMA試験を用いた。有機材料は、通常、約500で燃える。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。

40

【0150】

実施例1

膨張層を、2つの非膨張層間に挟んで多層マットを形成した。2つの非膨張層は、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）」非膨張絶縁マット（Non-intumescent Insulation Mat）という商品名で入

50

手した。非膨張層はそれぞれ、マットの反対の端部がトングとグループで結合できる形状（すなわち、図6に示す形状と同様）を有していた。これらの膨張層の幅は約140mm、長さは410mmであった。各膨張層の単位面積当たりの重量は1020g/m²、厚さは約4.1mmであった。膨張マットは、「インテラム100（INTERAM100）」膨張マット装着材という商品名で3Mカンパニー（3M Company）より入手した。膨張マットの単位面積当たりの重量は1050g/m²、厚さは約1.7mmであった。膨張層はトングとグループの寸法と同じ寸法、非膨張層と同じ長さを有しているが、幅は狭かった（140mmでなく115mm）。

【0151】

各非膨張層の一主面に、発泡性接着剤（3Mカンパニー（3M Company）より「フォームファスト74スプレー接着剤（FOAM FAST 74 SPRAY ADHESIVE）」という商品名で入手可能）をスプレーした。膨張層を、接着剤コートした非膨張層間にラミネートした。膨張層は、非膨張層間の略中心であり、膨張層の各側端を非膨張層の各側端から約12.5mmに設定した。すなわち、多層マットの各側端は膨張材料を含んでいなかった。

10

【0152】

ラミネートを軽くプレスした後、膨張マットを非膨張層内に完全に包んだ。多層マットを85に設定したオープン中で約5分間にわたって乾燥したところ、厚さ約7.5mmであった。多層マットを、最大温度でRCFTを用いて試験した。この試料についてのデータを表1に示す。

20

【0153】

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「インテラム100（INTERAM）100」膨張マット装着材である。この試料についてのデータを表1に示す。

【0154】

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））より入手可能な「インテラム1100HT（INTERAM 1100HT）」膨張マット装着材である。マットは結晶（すなわち、多結晶）アルミナ繊維を含有している。この試料についてのデータを表1に示す。

30

【0155】

【表1】

表1：装着圧力

実施例	始動圧力（室温）	圧力（900℃/500℃）	
	第1のサイクル	第1のサイクル	第3のサイクル
1	224 kPa	225 kPa	124 kPa
R1	209 kPa	1202 kPa	570 kPa
R2	221 kPa	56 kPa	54 kPa

40

【0156】

実施例2

膨張層を切断して、膨張層の一側端が外側非膨張マットの一側端に位置合せされ、膨張マットの他側端を外側非膨張マットの側端から約13mmに設定する以外は、実施例1の

50

手順に従って多層マットを作製する。非膨張層は、膨張材料を含まない端部に沿って互いに接合させることができる。

【0157】

実施例 3

接着剤を用いない以外は、実施例 1 の手順に従って多層マットを作製する。個々のマットを、バー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（DILLO）」という商品名で市販されている。多層マットをニードルパンチして、約 10 ニードルパンチ / cm^2 とする。膨張層を、2 つの非膨張層間に挟む。

10

【0158】

実施例 4

アクリル接着テープを発泡性接着剤の代わりに用いる以外は、実施例 1 の手順に従って多層マットを作製する。さらに、テープを一つの非膨張層の側端にのみ適用した。厚さ 0.13 mm のアクリル接着剤転写テープ（3Mカンパニー（3M Company）（ミネソタ州、セントポール（St. Paul, MN））より接着転写テープ 468（ADHESIVE TRANSFER TAPE 468）という商品名で入手可能）の幅 12 mm のストリップを、1 つの非膨張マットの側端の主面に配置した。膨張層を、第 1 の非膨張層の接着ストリップ間に配置する。第 2 の非膨張層を、膨張シート上に配置して、膨張シートを 2 つの非膨張層間に挟む。接着剤が、第 1 の非膨張層を第 2 の非膨張層に接合する。

20

【0159】

実施例 5

スプレー接着剤の代わりに、ホットメルトウェブ接着剤のシート（ボスティック・フィンドレイ社（Bostik Findley Inc.,）（マサチューセッツ州、ミドルトン（Middleton, MA））より「PE105-50 ポリエステルウェブ接着剤（PE 105-50 POLYESTER WEB ADHESIVE）」という商品名で入手可能）を用いて、多層マットの様々な層をラミネートする以外は、実施例 1 の方法に従って多層マットを作製する。接着剤を非膨張シートに配置し、溶融するまで加熱してから（約 110 ~ 140 ）、それぞれを軽い圧力で膨張マットにラミネートする。膨張層を、2 つの非膨張層間に挟む。

30

【0160】

実施例 6

ホットメルト接着剤の幅 12 mm のストリップを、1 つの非膨張マットの各側端に沿ってのみ配置する以外は、実施例 5 の方法に従って多層マットを作製する。非膨張層を加熱して接着剤を溶融した後、膨張マットを接着ストリップ間の第 1 の非膨張層に配置する。第 2 の非膨張マットを膨張マット上に配置する。側端を軽くプレスしてマットを保持する。膨張層を、2 つの非膨張層間に挟む。

40

【0161】

実施例 7

国際公開第 0075496 号パンフレット（ランガー（Langer））に記載された手順に従って、熱処理したセラミック繊維から非膨張マットを作製する。セラミック繊維の組成は約 50 % のアルミナと約 50 % のシリカであり、「カオウル HA - バルク（K A O W O O L H A - B U L K）」という商品名で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））より市販されている。繊維を熱処理すると、TMA 試験により求めたバルク収縮率は 4.5 % である。バルク繊維を約 3 分間 1060 で加熱すると十分量の熱処理がなされる。熱処理した繊維の平均直径は約 3 ミクロン、平均長さは約 10 mm 未満である。x 線回折を用い

50

て分析すると、放射線源として銅K α を用いて約22.5度の2 θ 角度で広いピークが得られる。繊維は結晶領域を含んでいるが、結晶サイズは狭い回折ピークとなるほど十分に大きくはない。

【0162】

非膨張熱処理セラミック繊維マットを用いて実施例6の手順に従って多層マットを作製する。すなわち、膨張層は、3Mカンパニー(3M Company)製「インテラム100(INTERAM 100)」である。ホットメルト接着剤のストリップ(幅12mm)は、一つの非膨張マットの各側端にそってのみ配置する。非膨張層を加熱して接着剤を溶融した後、膨張マットを接着ストリップ間の第1の非膨張層に配置する。第2の非膨張マットを膨張マット上に配置する。側端を軽くプレスしてマットを保持する。膨張層を、2つの非膨張層間に挟む。

10

【0163】

実施例8

非膨張マットを結晶(すなわち、多結晶)アルミナ繊維から形成する以外は、実施例6の手順に従って多層マットを作製する。かかるマットは、3Mカンパニー(3M Company)(ミネソタ州、セントポール(St. Paul, MN))製「インテラム1100HT(INTERAM 1100HT)」非膨張マット装着材という商品名で市販されている。

【0164】

実施例9

膨張層をそれぞれ約100mm \times 140mmの幅となるようにセグメントへと切断する以外は、実施例1の手順に従って多層マットを作製する。膨張層の2つのセグメントを、2つの非膨張層間に配置して、楕円形断面を有するモノリス周囲をマットで包み、膨張部分が最小の曲率半径のモノリスの部分覆うようにする。

20

【0165】

実施例10

2つの非膨張層が同一でない以外は、実施例3の手順に従ってニードル接合マットを作製する。1つの非膨張層は結晶(すなわち、多結晶)アルミナ繊維マットである。かかるマットは、三菱化学(Mitsubishi Chemical Co.)(日本、東京(Tokyo, Japan))より「マフテック(MAFTEC)MLS-2」多結晶ブランケット、800g/m²という商品名で入手可能である。他の非膨張層を、国際公開第2004/011785号パンフレット(メリー(Merry)の実施例3に記載された手順に従って形成する。無機繊維は、代表組成が60重量パーセントのSiO₂、25重量パーセントのAl₂O₃、9重量パーセントのCaOおよび6重量パーセントのMgOであるサンゴバンベトロテックス(Saint-Gobain Vetrotex)より入手可能なR-ガラスである。R-ガラス繊維の直径は約10マイクロメートル、長さは約36mmである。R-ガラス非膨張層は、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)という商品名で市販されている機械を用いて作製する。この非膨張層をニードル接合する。

30

40

【0166】

実施例11

膨張層が、欧州の非分類繊維規則に適合するセラミック繊維から作製したマットである以外は、実施例1の手順に従って多層マットを作製する。かかるマットは、3Mカンパニー(3M Company)(ミネソタ州、セントポール(St. Paul, MN))製「INPE570」という商品名で入手可能である。膨張マットの単位面積当たりの重量は1050g/m²、厚さは約1.7mmである。

【0167】

実施例12

スプレー接着剤、3Mカンパニー(3M Company)(ミネソタ州、セントポー

50

ル (St. Paul, MN) より「フォームファスト74スプレー接着剤 (FOAM FAST 74 SPRAY ADHESIVE)」で、3Mカンパニー (3M Company) より「インテラム1100HT (INTERAM 1100HT)」マット装着材の非膨張層をスプレーすることにより、多層マットを作製する。コメタル社 (Cometals Inc.) (ニューヨーク州、ニューヨーク (New York, NY) より入手可能な未膨張パーミキュライトの粒子を、マットの側端から約12mmまでマットの中心から振り掛ける。粒子を不規則に分配して、大半の粒子の間に空間を残す。「インテラム1100HT (INTERAM 1100HT)」マット装着材の第2の非膨張層を粒子の上から軽くプレスする。

【0168】

10

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】

【0169】

【図1】多層マットの一実施形態の概略断面図である。

【図2A】膨張層が多層マットの全長にわたって延在する多層マットの実施形態の概略平面図である。

【図2B】膨張層が多層マットの全長にわたって延在する多層マットの実施形態の概略平面図である。 20

【図3A】膨張層がセグメント化されて、多層マットの全長よりも短く延在する多層マットの実施形態の概略平面図である。

【図3B】膨張層がセグメント化されて、多層マットの全長よりも短く延在する多層マットの実施形態の概略平面図である。

【図3C】楕円形汚染防止要素周囲を包む多層装着マットの一実施形態の概略断面図である。

【図4A】膨張層に対向する非平坦主面を備えた少なくとも1層の非膨張層を有する多層マットの実施形態の概略断面図である。

【図4B】膨張層に対向する非平坦主面を備えた少なくとも1層の非膨張層を有する多層マットの実施形態の概略断面図である。 30

【図5】90度以外の角度を形成する端部を備えた平行四辺形を有する多層マットの実施形態の概略平面図である。

【図6】トングとグループ構造により結合可能な反対の端部を有する多層マットの概略平面図である。

【図7】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8】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概略長手方向中央断面である。

【 図 1 】

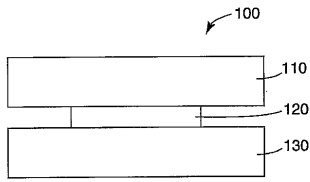


Fig. 1

【 図 2 A 】

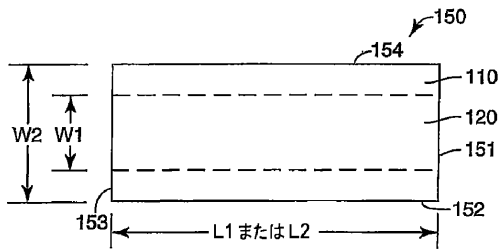


Fig. 2A

【 図 2 B 】

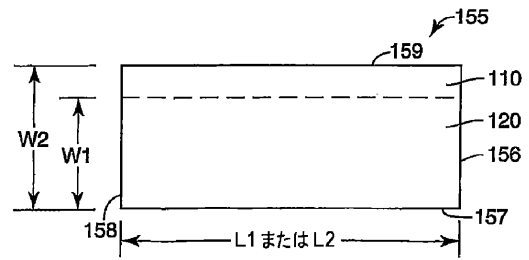


Fig. 2B

【 図 3 A 】

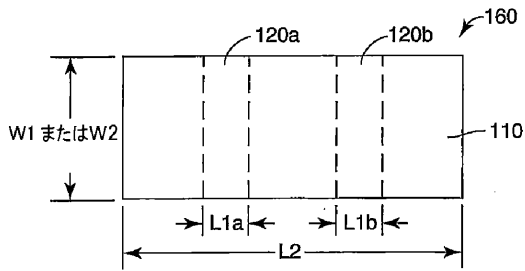


Fig. 3A

【 図 3 C 】

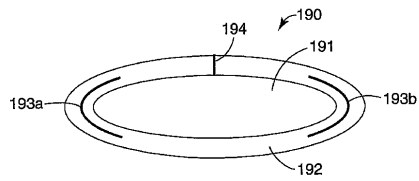


Fig. 3C

【 図 3 B 】

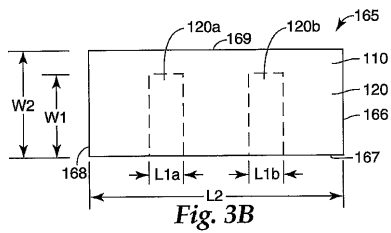


Fig. 3B

【 図 4 A 】

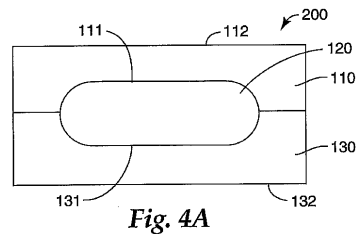


Fig. 4A

【 図 4 B 】

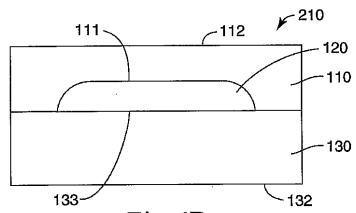


Fig. 4B

【 図 5 】

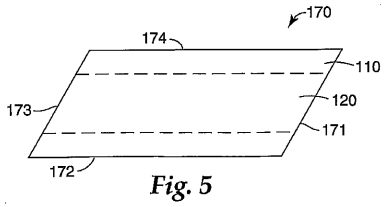


Fig. 5

【 図 6 】

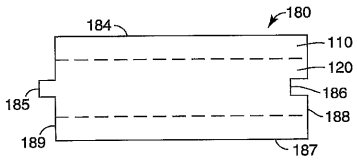


Fig. 6

【 図 7 】

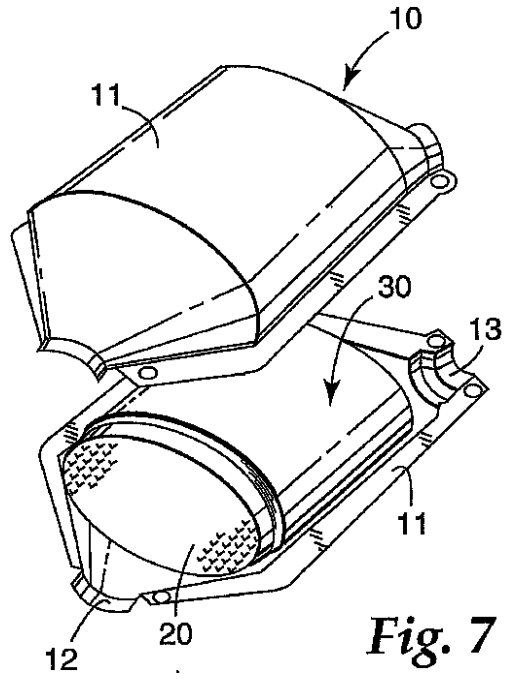


Fig. 7

【 図 8 】

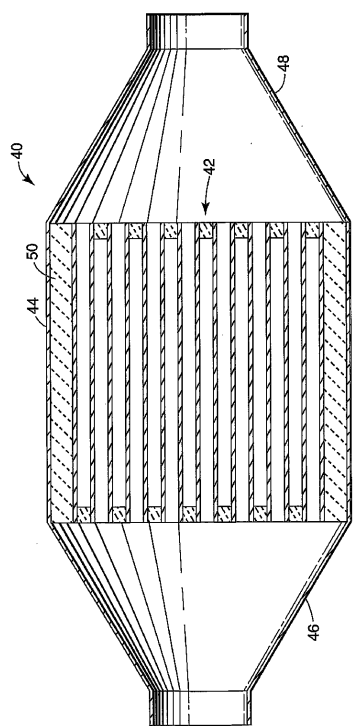


Fig. 8

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US2005/005928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F01N3/28		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 613 295 B1 (KAGEYAMA YASUSHI ET AL) 2 September 2003 (2003-09-02) column 5, line 11 - column 5, line 26; figure 1	1-4, 11-16, 19-23, 28,29
A	US 2001/046456 A1 (LANGER ROGER L ET AL) 29 November 2001 (2001-11-29) paragraph '0111! - paragraph '0112!	1-4, 11-16, 19-23, 28,29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents :		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
E earlier document but published on or after the international filing date		*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		*&* document member of the same patent family
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
10 May 2005	07/06/2005	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Tatus, W	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US2005/005928

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6613295	B1	02-09-2003	JP 3370940 B2 JP 2000161050 A	27-01-2003 13-06-2000
US 2001046456	A1	29-11-2001	US 6224835 B1 US 6051193 A AU 6244398 A BR 9807177 A CA 2278486 A1 CN 1429971 A CN 1246912 A , C DE 69822804 D1 DE 69822804 T2 EP 1314866 A2 EP 0972130 A1 JP 2002514283 T WO 9835144 A1 US 6365267 B1	01-05-2001 18-04-2000 26-08-1998 25-01-2000 13-08-1998 16-07-2003 08-03-2000 06-05-2004 27-01-2005 28-05-2003 19-01-2000 14-05-2002 13-08-1998 02-04-2002

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(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 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

Fターム(参考) 3G091 AB01 AB13 BA39 HA26