

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6802075号
(P6802075)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月30日(2020.11.30)

(51) Int.Cl.	F 1			
B01J 35/04	(2006.01)	B01J	35/04	301J
C04B 37/00	(2006.01)	B01J	35/04	301E
B01D 39/20	(2006.01)	C04B	37/00	ZABZ
B01D 46/00	(2006.01)	B01D	39/20	D
F01N 3/022	(2006.01)	B01D	46/00	302

請求項の数 3 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-8903 (P2017-8903)
(22) 出願日	平成29年1月20日 (2017.1.20)
(65) 公開番号	特開2018-114485 (P2018-114485A)
(43) 公開日	平成30年7月26日 (2018.7.26)
審査請求日	令和1年10月23日 (2019.10.23)

(73) 特許権者	000004064 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(74) 代理人	100088616 弁理士 渡邊 一平
(74) 代理人	100154829 弁理士 小池 成
(72) 発明者	近藤 隆宏 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
(72) 発明者	加藤 靖 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

審査官 安齋 美佐子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハニカム構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体が流入する流入端面から流体が流出する流出端面まで延びる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁、及び最外周に配設されたセグメント外周壁を有する、複数個の角柱状のハニカムセグメントと、

複数個の前記ハニカムセグメントの側面同士を互いに接合する接合層と、を備え、

複数個の前記ハニカムセグメントは、前記セルの延びる方向に直交する断面の形状が同一の完全セグメント、及び前記断面の形状が前記完全セグメントの一部の形状である不完全セグメントを、それぞれ複数個含み、

前記完全セグメントの全体形状が、前記流入端面と前記流出端面の形状及び大きさが同一の四角柱状であり、

前記接合層は、前記セルの延びる方向に直交する断面において、対向配置された2つの前記ハニカムセグメントの相互間に配置された部分接合層の複数個が、前記ハニカムセグメントの接合部の周縁の一の点から他の点まで延びるように配列した複数の列を有し、

それぞれの前記列の前記接合層は、一の方向に配列した複数個の前記部分接合層のうち、前記断面における最外周に配置された最外周部分接合層と、当該一の方向に配列した他の前記部分接合層のうちの少なく1つとが、当該一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されており、

複数個の前記ハニカムセグメントのそれぞれは、隣り合う前記ハニカムセグメント同士の互いに対向する側面のずれ量が、前記完全セグメントの側面の1辺の長さに対して、1

10

20

. 4 % 以上、10 % 以下である、ハニカム構造体。

【請求項 2】

前記部分接合層の幅が、0.5 ~ 3.0 mm である、請求項 1 に記載のハニカム構造体。

【請求項 3】

前記ハニカムセグメントに形成された前記セルのいずれか一方の開口部を目封止するよう配設された目封止部を更に備えた、請求項 1 又は 2 に記載のハニカム構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、セグメント構造のハニカム構造体に関する。更に詳しくは、耐熱衝撃性に優れるとともに、せん断応力による接合層の破損を有効に抑制することが可能なセグメント構造のハニカム構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

20

近年では、社会全体で環境問題に対する意識が高まっており、燃料を燃焼して動力を生成する技術分野では、燃料の燃焼時に発生する排ガスから、窒素酸化物等の有害成分を除去する様々な技術が開発されている。例えば、自動車のエンジンから排出される排ガスから、窒素酸化物等の有害成分を除去する様々な技術が開発されている。こうした排ガス中の有害成分の除去の際には、触媒を用いて有害成分に化学反応を起こさせて比較的無害な別の成分に変化させるのが一般的である。そして、排ガス浄化用の触媒を担持するための触媒担体として、ハニカム構造体が用いられている。

【0003】

また、内燃機関の燃焼により排出される排ガスには、窒素酸化物等の有毒ガスとともに、煤等の粒子状物質が含まれている。以下、粒子状物質を、「PM」ということがある。PMは、「Particulate Matter」の略である。例えば、ガソリンエンジンから排出されるPMの除去に関する規制は世界的に厳しくなっており、PMを除去するためのフィルタとして、ハニカム構造体が用いられている。ハニカム構造体の材料として、耐熱性、化学的安定性に優れた炭化珪素(SiC)、コーデライト、チタン酸アルミニウム(AlT)等のセラミックス材料が特に好適に使用されている。

30

【0004】

従来、このようなハニカム構造体として、流入端面から流出端面まで延びる流体の流路となる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁を有するハニカム構造部を備えたものが提案されている。また、ハニカム構造体としては、例えば、複数のハニカムセグメントが接合されて形成された、セグメント構造のハニカム構造体も提案されている(例えば、特許文献1~3参照)。

【0005】

例えば、特許文献1には、複数個のハニカムフィルタを組み合わせて1つのセラミックフィルタ集合体を製造する技術が開示されている。セラミックフィルタ集合体は、セラミック質シール材層(以下、「接合層」ともいう)を介して互いに接合されている。また、例えば、特許文献2には、ハニカム構造体の軸方向に直交する断面において、中央領域に第1ハニカムセグメントが配置され、外周領域に第2ハニカムセグメントが配置されたハニカム構造体が開示されている。特許文献2に開示されたハニカム構造体は、第1ハニカムセグメントの断面積が、第2ハニカムセグメントの断面積よりも小さくなるように構成されている。

40

【0006】

特許文献3には、ハニカムセグメントを接合して接合体を作製する際に、その接合体の4隅に配置するハニカムセグメントとして、三角セグメントと補助部材とによって構成された擬似四角セグメントを使用するという技術が開示されている。このような技術によれば、ハニカム構造体の原料収率を向上させ、製造コストを低減させることができるとされ

50

ている。また、その他の従来技術として、セグメント構造のハニカム構造体の外周形状を変更し、熱応力によるクラック等の発生を軽減することなどが挙げられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第01/23069号

【特許文献2】国際公開第2004/096414号

【特許文献3】特許第5097237号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

排ガス浄化用部材として用いられるハニカム構造体は、排ガスの急激な温度変化や局所的な発熱により、大きな熱応力が生じることがある。また、このようなハニカム構造体は、捕集した煤を燃焼させて除去する際にも、大きな熱応力が生じることがある。セグメント構造のハニカム構造体における接合部は、ハニカム構造体に熱応力が発生した場合に、個々のハニカムセグメントに対して大きな熱応力が付与されないようにするための緩和機能を有している。一般的に、排ガス浄化用部材として用いられるハニカム構造体においては、軸方向に直交する断面における中央付近において熱応力が高くなる傾向がある。このため、特許文献1に記載されたハニカム構造体のように、3つのハニカムセグメントが、T形状で接合されるような接合層を有する場合、T形状の接合部分の延長線上で、ハニカムセグメントにクラックが発生し易くなるという問題があった。

20

【0009】

特許文献2に記載されたハニカム構造体のように、中央領域に外周領域よりも断面積の小さいセグメントを配置した構造においては、熱応力が大きくなる中央領域の接合部を増やすことで、熱応力を緩和することができるとされている。しかしながら、特許文献2に記載されたようなハニカム構造体は、中央領域において接合部分が増えるため、中央領域における排ガスの流路が減少し、圧損が増加してしまうという問題があった。特に、ハニカム構造体に排ガスを流した場合には、中央領域は、外周領域に比して排ガスが流れ易いという傾向があるため、上記した圧損の増加が顕著なものとなってしまう。

30

【0010】

特許文献3に記載されたハニカム構造体は、ハニカム構造体のセルの伸びる方向に直交する断面において、多角形のハニカムセグメントが規則的に配列したものとなっている。このため、セグメント構造のハニカム構造体において、各ハニカムセグメントを接合する接合層は、ハニカム構造体の断面において、ハニカム構造体の周縁の一の点から他の点までを直線で結ぶような直線状のものとなっている。また、セグメント構造のハニカム構造体の外周形状を変更したものについても、通常は、ハニカム構造体の周縁の一の点から他の点までを直線で結ぶような接合層が、上記断面において縦横に格子状に配置され、各ハニカムセグメントを規則的に接合している。このようなハニカム構造体は、排ガス浄化用のフィルタとして使用する場合、金属ケース等の缶体内に収納した状態で用いられることがある。セグメント構造のハニカム構造体は、缶体内への収納時や、缶体内に収納された状態での使用時において、接合層に対して局所的なせん断力が付与された場合に、当該接合層がせん断破壊を生じやすいという問題があった。以下、金属ケース等の缶体内にハニカム構造体を収納することを、キャニング(canning)ということがある。

40

【0011】

本発明は、このような従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものである。本発明は、耐熱衝撃性に優れるとともに、せん断応力による接合層の破損を有效地に抑制することができるセグメント構造のハニカム構造体を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によれば、以下に示すハニカム構造体が提供される。

50

【0013】

[1] 流体が流入する流入端面から流体が流出する流出端面まで延びる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁、及び最外周に配設されたセグメント外周壁を有する、複数個の角柱状のハニカムセグメントと、

複数個の前記ハニカムセグメントの側面同士を互いに接合する接合層と、を備え、

複数個の前記ハニカムセグメントは、前記セルの延びる方向に直交する断面の形状が同一の完全セグメント、及び前記断面の形状が前記完全セグメントの一部の形状である不完全セグメントを、それぞれ複数個含み、

前記完全セグメントの全体形状が、前記流入端面と前記流出端面の形状及び大きさが同一の四角柱状であり、

前記接合層は、前記セルの延びる方向に直交する断面において、対向配置された2つの前記ハニカムセグメントの相互間に配置された部分接合層の複数個が、前記ハニカムセグメントの接合体の周縁の一の点から他の点まで延びるように配列した複数の列を有し、

それぞれの前記列の前記接合層は、一の方向に配列した複数個の前記部分接合層のうち、前記断面における最外周に配置された最外周部分接合層と、当該一の方向に配列した他の前記部分接合層のうちの少なく1つとが、当該一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されており、

複数個の前記ハニカムセグメントのそれぞれは、隣り合う前記ハニカムセグメント同士の互いに対向する側面のずれ量が、前記完全セグメントの側面の1辺の長さに対して、1.4%以上、10%以下である、ハニカム構造体。

【0014】

[2] 前記部分接合層の幅が、0.5~3.0mmである、前記[1]に記載のハニカム構造体。

【0015】

[3] 前記ハニカムセグメントに形成された前記セルのいずれか一方の開口部を目封止するように配設された目封止部を更に備えた、前記[1]又は[2]に記載のハニカム構造体。

【発明の効果】

【0016】

本発明のハニカム構造体は、複数個のハニカムセグメントが接合層によって接合されたセグメント構造のハニカム構造体である。本発明のハニカム構造体においては、一の方向に延びる接合層が、当該一の方向に配列した部分接合層によって構成されている。そして、接合層は、各方向に配列した複数の列を有する。各列の接合層を構成する複数の部分接合層は、最外周部分接合層と、他の部分接合層のうちの少なく1つとが、当該一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されている。また、複数個のハニカムセグメントのそれぞれは、隣り合うハニカムセグメント同士の互いに対向する側面のずれ量が、完全セグメントの側面の1辺の長さに対して、10%以下である。

【0017】

本発明のハニカム構造体は、耐熱衝撃性に優れるとともに、せん断応力による接合層の破損を有効に抑制することができる。したがって、本発明のハニカム構造体を缶体内に収納した時や、缶体内に収納された状態での使用時において、接合層に対して局所的なせん断力が付与されたとしても、接合層の破損を有効に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明のハニカム構造体の第一実施形態を模式的に示す流入端面側から見た斜視図である。

【図2】図1に示すハニカム構造体の流入端面を模式的に示す平面図である。

【図3】図1に示すハニカム構造体の流入端面の一部を拡大した拡大平面図である。

【図4】本発明のハニカム構造体の第一実施形態における接合層の配列状態を説明するための模式図である。

【図5】図3のA-A'断面を模式的に示す断面図である。

【図6】接合層の配列状態の他の例を説明するための模式図である。

【図7】接合層の配列状態の他の例を説明するための模式図である。

【図8】接合層の配列状態の他の例を説明するための模式図である。

【図9】本発明のハニカム構造体の第二実施形態を模式的に示す流入端面側から見た斜視図である。

【図10】図9に示すハニカム構造体の流入端面を模式的に示す平面図である。

【図11】図9に示すハニカム構造体の流入端面の一部を拡大した拡大平面図である。

【図12】図11のB-B'断面を模式的に示す断面図である。

【図13】ハニカムセグメントを接合してハニカム構造体を作製する方法を説明するための説明図である。 10

【図14】せん断強度試験方法を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。したがって、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、以下の実施の形態に対し適宜変更、改良等が加えられたものも本発明の範囲に入ることが理解されるべきである。

【0020】

(1) ハニカム構造体 :

20

本発明のハニカム構造体の第一実施形態は、図1～図5に示すように、複数個の角柱状のハニカムセグメント4と、接合層6と、を備えた、ハニカム構造体100である。本実施形態のハニカム構造体100は、所謂、セグメント構造のハニカム構造体である。ハニカム構造体100の外周には、複数個のハニカムセグメント4を囲繞するように配設された外壁8を更に備えている。本実施形態のハニカム構造体100は、排ガス中に含まれる粒子状物質を除去するための捕集フィルタとして好適に利用することができる。

【0021】

ここで、図1は、本発明のハニカム構造体の第一実施形態を模式的に示す流入端面側から見た斜視図である。図2は、図1に示すハニカム構造体の流入端面を模式的に示す平面図である。図3は、図1に示すハニカム構造体の流入端面の一部を拡大した拡大平面図である。図4は、本発明のハニカム構造体の第一実施形態における接合層の配列状態を説明するための模式図である。図5は、図3のA-A'断面を模式的に示す断面図である。なお、図4においては、ハニカムセグメントに形成された隔壁及びセルを捨象した形で作図している。 30

30

【0022】

ハニカムセグメント4は、流体が流入する流入端面11から、流体が流出する流出端面12まで延びる複数のセル2を区画形成する多孔質の隔壁1、及び最外周に配設されたセグメント外周壁3を有するものである。図1～図5に示すように、ハニカム構造体100は、複数個のハニカムセグメント4を備え、この複数個のハニカムセグメント4の側面同士が接合層6を介して接合されている。本実施形態のハニカム構造体100において、複数個のハニカムセグメント4は、セル2の延びる方向に直交する断面の形状が同一の完全セグメント4a、及び断面の形状が完全セグメント4aの一部の形状である不完全セグメント4bを、それぞれ複数個含んでいる。例えば、図1及び図2に示すように、複数個のハニカムセグメント4のうち、ハニカム構造体100の中央部分に配置されたハニカムセグメント4は、流入端面11から流出端面12に向かう方向を軸方向とする「角柱状」を呈するものとなっている。このような中央部分に配置された角柱状を呈するハニカムセグメント4が、完全セグメント4aである。一方で、複数個のハニカムセグメント4のうち、外壁8と接している外周部分に配置されたハニカムセグメント4は、角柱状に形成されたハニカムセグメント4の一部が、外壁8の形状に沿って研削された柱状のものとなっている。このような外周部分に配置されたハニカムセグメント4が、不完全セグメント4b 40

40

50

である。

【0023】

接合層6は、複数個のハニカムセグメント4の側面同士を互いに接合する接合材によって構成されたものである。複数個のハニカムセグメント4が接合層6を介して接合された接合体を、ハニカムセグメント接合体7ということがある。

【0024】

接合層6は、ハニカムセグメント接合体7のセル2の延びる方向に直交する断面において、複数個の部分接合層16が、ハニカムセグメント接合体7の周縁の一の点から他の点まで延びるように配列した複数の列を有する。部分接合層16とは、対向配置された2つのハニカムセグメント4，4の相互間に配置された接合層6の一部を構成する要素である。
10 したがって、接合層6は、部分接合層16の集合体であるといえる。それぞれの部分接合層16は、交差する2つの列の接合層6の交点を介して相互に連続しており、ハニカムセグメント接合体7において、接合層6は1つの構造物として存在している。例えば、図2に示す接合層6は、例えば、縦の列と横の列とが格子状に配列した複数の列を有する。

【0025】

本実施形態のハニカム構造体100において、それぞれの列の接合層6は、以下のように構成されている。ここで、一の方向に配列した複数個の部分接合層16のうち、セル2の延びる方向に直交する断面における最外周に配置された部分接合層16を、最外周部分接合層16_Xとする。それぞれの列の接合層6は、最外周部分接合層16_X（図4における「部分接合層16a」）と、他の部分接合層16b，16c，16dの少なく1つとが、一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されていることを特徴とする。例えば、図4に示す例では、紙面の1番上に配置された部分接合層16a（即ち、最外周部分接合層16_X）と、紙面の上から2番目に配置された他の部分接合層16bとが、一の方向Xの延長線上において相互に重ならないように配置されている。このように、本発明における「複数個の部分接合層16が配列した列」とは、上述したような、少なくとも1つの最外周部分接合層16_Xがずれた状態となっている列を含む概念である。
20

【0026】

本実施形態のハニカム構造体100は、せん断応力による接合層16の破損を有效地に抑制することができる。したがって、例えば、ハニカム構造体100を缶体内に収納した時や、缶体内に収納された状態での使用時において、接合層6に対して局所的なせん断力が付与されたとしても、接合層6の破損を有效地に抑制することができる。
30

【0027】

複数個のハニカムセグメント4のそれぞれは、隣り合うハニカムセグメント4，4同士の互いに対向する側面のずれ量が、完全セグメント4aの側面の1辺の長さに対して、10%以下である。このように構成することによって、本実施形態のハニカム構造体100は、耐熱衝撃性に優れたものとなる。「隣り合うハニカムセグメント4，4同士の互いに対向する側面のずれ量」とは、図3において、符号Yで示される範囲の長さを意味する。すなわち、「ずれ量Y」は、隣り合うハニカムセグメント4，4に対して、更に他のハニカムセグメント4が侵入している部分の長さを意味する。したがって、「一方向に配列した部分接合層16によって構成される列」において、隣り合うハニカムセグメント4，4の「ずれ比率」が10%以下となる範囲であれば、各列を構成する部分接合層16の少なくとも1つが、当該列からはみ出してもよい。以下、「ずれ比率」について説明する。
40

【0028】

完全セグメント4aの側面の1辺の長さZに対する、隣り合うハニカムセグメント4，4同士の互いに対向する側面のずれ量Yの比の百分率（Y/Z×100）を、以下、隣り合うハニカムセグメント4，4の「ずれ比率」ということがある。本実施形態のハニカム構造体100においては、隣り合うハニカムセグメント4，4の「ずれ比率」が、10%以下である。隣り合うハニカムセグメント4，4の「ずれ比率」が10%を超えると、部分接合層16の延長線上で、各ハニカムセグメント4にクラックが発生し易くなることが
50

ある。

【0029】

本明細書において、「一の方向Xの延長線上において相互に重ならない」とは、以下のような状態のことを意味する。まず、図4において、紙面の上下方向を、方向Xとする。図4において、4つの部分接合層16のそれぞれは、2つのハニカムセグメント4, 4の相互間に配置されている。また、4つの部分接合層16のそれぞれは、方向Xと略平行に配置されている。例えば、部分接合層16aを方向Xに沿って移動させた際に、他の部分接合層16b, 16c, 16dの少なくとも1つと重ならないものが存在することを、「一の方向Xの延長線上において相互に重ならない」という。本実施形態のハニカム構造体100においては、一の方向における両端の最外周部分接合層16xのうちの少なくとも一方が、他の部分接合層16（もう一方の最外周部分接合層16xを含む）と、一の方向Xの延長線上において相互に重ならない状態にある。例えば、図4において、部分接合層16bと部分接合層16c、又は、部分接合層16cと部分接合層16dについては、方向Xの延長線上において重なっている。10

【0030】

また、図4においては、方向Xの延長線上において、部分接合層16a, 16b, 16c, 16dの4つは、紙面の下側に向かって左右方向に交互にずれた状態で配置されている。各部分接合層16a, 16b, 16c, 16dの配置、別言すれば、それぞれのずれの方向については、図4に限定されることはない。接合層の配列状態の他の例として、図6～図8のような配列状態を挙げることができる。ここで、図6～図8は、接合層の配列状態の他の例を説明するための模式図である。20

【0031】

図6においては、4つの部分接合層16a, 16b, 16c, 16dの全てが、紙面の下側に向かって左方向にずれた状態で配置されている。紙面の上下方向に隣接する2つの部分接合層16, 16は、方向Xの延長線上においてそれぞれ相互に重なるように配置されている。ただし、一方の最外周部分接合層16xである部分接合層16aと、もう一方の最外周部分接合層16xである部分接合層16dとを見た場合、この2つ部分接合層16a, 16dは、相互に重ならない状態となっている。

【0032】

図7においては、紙面の上から2番目に配置された部分接合層16bと、紙面の1番下に配置された部分接合層16d（即ち、最外周部分接合層16x）とが、方向Xの延長線上において相互に重ならない状態となっている。30

【0033】

図8においては、部分接合層16a, 16b, 16dの3つの部分接合層は、方向Xの延長線上において、完全に一致するように配置されており、部分接合層16cのみが、紙面の右方向にずれた状態で配置されている。そして、部分接合層16cは、部分接合層16a, 16b, 16dの3つの部分接合層に対して、方向Xの延長線上において相互に重ならない状態となっている。このため、図8に示す例では、紙面の1番上に配置された最外周部分接合層16x及び紙面の1番下に配置された最外周部分接合層16xに対して、部分接合層16cが、方向Xの延長線上において相互に重ならない状態となっている。このように、方向Xの延長線上において相互に重ならない状態の部分接合層16が少なくとも1組ある場合には、その他の部分接合層16については、方向Xの延長線上において一致するように配置されていてもよい。40

【0034】

図1～図5に示すような本実施形態のハニカム構造体100において、部分接合層16の幅T1については特に制限はない。例えば、部分接合層16のそれぞれの幅T1については、0.5～3.0mmであることが好ましく、0.5～2.5mmであることが更に好ましく、0.5～1.5mmであることが特に好ましい。部分接合層16の幅T1とは、「複数個の部分接合層16が配列する方向X」に対して直交する方向における、部分接合層16の幅のことを意味する。部分接合層16の幅T1が0.5mm未満であると、耐50

熱衝撃性の点で好ましくない。また、部分接合層 16 の幅 T1 が 3.0 mm を超えると、せん断強度の点で好ましくない。

【0035】

図 4 に示すように、部分接合層 16a, 16b, 16c, 16d のそれぞれは、方向 X と略平行に配置されている。ここで、「略平行」とは、方向 X に対して $\pm 15^\circ$ の範囲のことをいう。このため、部分接合層 16a, 16b, 16c, 16d のそれぞれについては、方向 X に対して $\pm 15^\circ$ の範囲内において、僅かに傾いた状態で配置されていてもよい。また、「方向 X」とは、図 2 に示すようなハニカムセグメント接合体 7 を構成する接合層 6 において、ハニカムセグメント接合体 7 の周縁の一の点から、当該接合層 6 の周縁の他の点を結んで描かれる直線の延びる方向とする。図 2 においては、大まかに、紙面の上下方向 (X 方向) に延びる接合層 6 と、紙面の左右方向 (Y 方向) に延びる接合層 6 とが、格子状に配置されている。10

【0036】

接合層 6 の幅 T2 については、「相互に重ならない 2 つの部分接合層 16 の幅」と、「隣り合うハニカムセグメント 4, 4 同士の互いに対向する側面のずれ量」と、によってその値が決定される。即ち、相互に最も離れた 2 つの部分接合層 16 のそれぞれの幅と、隣り合うハニカムセグメント 4, 4 同士の互いに対向する側面のずれ量との合計値が、「接合層 6 の幅 T2」となる。

【0037】

本実施形態のハニカム構造体においては、接合層を構成する複数の列のうち、一の方向に平行な全ての列において、最外周部分接合層と、他の部分接合層のうちの少なく 1 つとが、各列の延長線上において相互に重ならないように配置されている。例えば、図 2 においては、紙面の上下方向 (X 方向) に延びる接合層 6 の全ての列において、一の部分接合層 16 と他の部分接合層 16 とが、各列の延長線上において相互に重ならないように配置されている。このように構成することによって、せん断応力による接合層 6 の破損を特に有効に抑制することができる。20

【0038】

本実施形態のハニカム構造体においては、接合層の全ての列において、最外周部分接合層と、他の部分接合層のうちの少なく 1 つとが、各列の延長線上において相互に重ならないように配置されていることが好ましい。例えば、接合層の全ての列とは、例えば、図 2 における紙面の上下方向 (X 方向) 及び左右方向 (Y 方向) に延びる接合層 6 の列のことである。このように構成することによって、せん断応力による接合層 6 の破損を極めて有効に抑制することができる。30

【0039】

ハニカム構造体の全体形状については、特に制限はない。例えば、図 1 に示すハニカム構造体 100 の全体形状は、流入端面 11 及び流出端面 12 が円形の円柱形状である。その他、図示は省略するが、ハニカム構造体の全体形状としては、流入端面及び流出端面が、橢円形やレーストラック (Race track) 形や長円形等の略円形の柱形状であってもよい。また、ハニカム構造体の全体形状としては、流入端面及び流出端面が、四角形や六角形等の多角形の角柱形状であってもよい。40

【0040】

ハニカムセグメントの形状については、特に制限はない。例えば、ハニカムセグメントの形状として、当該ハニカムセグメントの軸方向に直交する断面形状が四角形の角柱形状を挙げることができる。なお、ハニカム構造体の最外周に配設されるハニカムセグメントは、ハニカム構造体の全体形状に応じて、角柱形状の一部が研削等により加工されたものであってもよい。

【0041】

各ハニカムセグメントの隔壁の厚さが、50 ~ 600 μm であることが好ましく、100 ~ 500 μm であることが更に好ましく、150 ~ 450 μm であることが特に好ましい。隔壁の厚さが、50 μm 未満であると、ハニカム構造体のアイソスタティック強度 (50

Isostatic strength) が低下してしまうことがある。隔壁の厚さが、 $600\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、圧力損失が増大し、エンジンの出力低下や燃費の悪化を引き起こすことがある。隔壁の厚さは、ハニカム構造体の軸方向に直交する断面を光学顕微鏡により観察する方法で測定した値である。

【0042】

各ハニカムセグメントにおいて、隔壁によって区画形成されるセルのセル密度が、 $5 \sim 100$ 個/ cm^2 であることが好ましく、 $10 \sim 90$ 個/ cm^2 であることが更に好ましい。このように構成することによって、本実施形態のハニカム構造体を、排ガス浄化用触媒担体やフィルタ等として好適に利用することができる。

【0043】

隔壁の気孔率は、例えば、 $20 \sim 90\%$ であることが好ましく、 $25 \sim 80\%$ であることが更に好ましく、 $30 \sim 75\%$ であることが特に好ましい。隔壁の気孔率が 20% 未満であると、圧力損失が増大し、エンジンの出力低下や燃費の悪化を引き起こすことがある。また、 90% を超えると、ハニカム構造体のアイソスタティック強度が低下してしまうことがある。隔壁の気孔率は、水銀ポロシメーター (Mercury porosimeter) によって計測された値とする。水銀ポロシメーターとしては、例えば、Micromeritics社製の Autopore 9500 (商品名) を挙げることができる。

【0044】

各ハニカムセグメントに形成されるセルの形状については特に制限はない。例えば、セルの延びる方向に直交する断面における、セルの形状としては、多角形、円形、橢円形等を挙げることができる。多角形としては、三角形、四角形、五角形、六角形、八角形等を挙げることができる。また、セルの形状については、全てのセルの形状が同一形状であってもよいし、異なる形状であってもよい。例えば、四角形のセルと、八角形のセルと混在したものであってもよい。また、セルの大きさについては、全てのセルの大きさが同じであってもよいし、異なっていてもよい。例えば、複数のセルのうち、一部のセルの大きさを大きくし、他のセルの大きさを相対的に小さくしてもよい。

【0045】

ハニカムセグメントを構成する材料に特に制限はないが、強度、耐熱性、耐久性等の観点から、主成分は、酸化物又は非酸化物の各種セラミックスや金属等であることが好ましい。具体的には、例えば、セラミックスとしては、コーデュライト、ムライト (Mullite)、アルミナ、スピネル (Spinel)、炭化珪素、窒化珪素、及びチタン酸アルミニウム等が考えられる。金属としては、Fe - Cr - Al系金属、及び金属珪素等が考えられる。これらの材料の中から選ばれた1種又は2種以上を主成分とすることが好ましい。高強度、高耐熱性等の観点から、アルミナ、ムライト、チタン酸アルミニウム、コーデュライト、炭化珪素、及び窒化珪素から構成された群より選ばれた1種又は2種以上を主成分とすることが特に好ましい。また、高熱伝導率や高耐熱性等の観点からは、炭化珪素、又は珪素 - 炭化珪素複合材料が特に適している。ここで、「主成分」とは、ハニカムセグメントを構成する材料中に、 50 質量\% 以上の比率で含有されている成分のことを意味する。なお、この主成分は、ハニカムセグメントを構成する材料中に、 70 質量\% 以上の比率で含有されていることが好ましく、 80 \% 以上の比率で含有されていることが更に好ましい。

【0046】

次に、本発明のハニカム構造体の第二実施形態について、図9～図12を参照しつつ説明する。図9～図12に示すように、本実施形態のハニカム構造体200は、複数個の角柱状のハニカムセグメント4と、接合層6と、を備えた、ハニカム構造体200である。そして、ハニカム構造体200においては、ハニカムセグメント4に形成されたセル2のいずれか一方の開口部を目封止するように配設された目封止部5を、更に備えている。即ち、ハニカム構造体200は、複数のセル2の流入端面11側又は流出端面12側のいずれか一方の端部に目封止部5が配設されたハニカムフィルタとなっている。本実施形態の

10

20

30

40

50

ハニカム構造体 200において、ハニカムセグメント4及び接合層6については、これまでに説明した第一実施形態のハニカム構造体と同様に構成されていることが好ましい。

【0047】

ここで、図9は、本発明のハニカム構造体の第二実施形態を模式的に示す流入端面側から見た斜視図である。図10は、図9に示すハニカム構造体の流入端面を模式的に示す平面図である。図11は、図9に示すハニカム構造体の流入端面の一部を拡大した拡大平面図である。図12は、図11のB-B'断面を模式的に示す断面図である。図9～図12において、図1～図5に示すハニカム構造体100と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略することができる。

【0048】

図9～図12に示すように、目封止部5は、それぞれのハニカムセグメント4に形成されたセル2の流入端面11側又は流出端面12側のいずれか一方の開口部を封止するように配設されている。例えば、目封止部5は、それぞれのハニカムセグメント4の流入端面11における所定のセル2の開口部、及び流出端面12における所定のセル2以外の残余のセル2の開口部に配設されている。以下、複数のセル2のうち、流出端面12側の開口部に目封止部5が配設され、流入端面11側が開口したセル2を、流入セル2aとする。また、複数のセル2のうち、流入端面11側の開口部に目封止部5が配設され、流出端面12側が開口したセル2を、流出セル2bとする。本実施形態のハニカム構造体200は、排ガス浄化用のフィルタ、特に、自動車のエンジンから排出される排ガスを浄化するためのフィルタとして好適に用いることができる。

10

【0049】

本実施形態のハニカム構造体において、流入セルの形状と、流出セルの形状とは同じであってもよいし、流入セルの形状と、流出セルの形状とが異なっていてもよい。例えば、流入セルの形状を八角形とし、流出セルの形状を四角形としてもよい。また、セルの大きさについては、全てのセルの大きさが同じであってもよいし、異なっていてもよい。例えば、複数のセルのうち、流入セルの大きさを大きくし、流出セルの大きさを、流入セルの大きさに比して相対的に小さくしてもよい。また、逆に、複数のセルのうち、流入セルの大きさを小さくし、流出セルの大きさを、流入セルの大きさに比して相対的に大きくしてもよい。更に、流入セルの中にも、大きさが異なるセルが混在していてもよい。流出セルの中にも、大きさが異なるセルが混在していてもよい。

20

【0050】

ハニカム構造体における、流入セルと流出セルとの配置については特に制限はないが、1個の流入セルに対して、少なくとも1個の流出セルが、隔壁を隔てて離接するように配置されていることが好ましい。例えば、セルの形状が四角形の場合には、流入セルと流出セルとが隔壁を隔てて交互に配置され、ハニカム構造体の両端面が相補的な市松模様を呈するように構成されていることが好ましい。

30

【0051】

(2) ハニカム構造体の製造方法：

次に、本発明のハニカム構造体を製造する方法について説明する。なお、本発明のハニカム構造体を製造する方法については、以下に説明する製造方法に限定されることはない。

40

【0052】

まず、本発明のハニカム構造体を製造する際には、ハニカムセグメントを作製するための可塑性の坏土を調製する。ハニカムセグメントを作製するための坏土は、原料粉末として、前述のハニカムセグメントの好適な材料の中から選ばれた材料に、適宜、バインダ等の添加剤、及び水を添加することによって調製することができる。

【0053】

次に、このようにして得られた坏土を押出成形することにより、複数のセルを区画形成する隔壁、及び最外周に配設されたセグメント外周壁を有する、角柱状のハニカム成形体を作製する。ハニカム成形体は、複数個作製する。

50

【0054】

得られたハニカム成形体を、例えば、マイクロ波及び熱風で乾燥する。次に、ハニカム成形体の作製に用いた材料と同様の材料で、セルの開口部を目封止することで目封止部を作製する。目封止部を作製した後に、ハニカム成形体を更に乾燥してもよい。

【0055】

次に、目封止部を作製したハニカム成形体を焼成することにより、多孔質の隔壁を有するハニカムセグメントを得る。焼成温度及び焼成雰囲気は原料により異なり、当業者であれば、選択された材料に最適な焼成温度及び焼成雰囲気を選択することができる。

【0056】

次に、得られた複数個のハニカムセグメントを、接合材を用いて互いに接合し、乾燥硬化させた後、所望の形状となるよう外周を加工することによって、セグメント構造のハニカム構造体を得る。複数個のハニカムセグメントを接合する方法として、例えば、図13に示す(a)～(d)に示すような方法を挙げることができる。図13は、ハニカムセグメントを接合してハニカム構造体を作製する方法を説明するための説明図である。図13においては、(a)～(d)に示す順番にて、ハニカムセグメントを接合してハニカム構造体を作製する。

【0057】

まず、図13の(a)に示すように、端面の形状が四角形のハニカムセグメント34と、端面の形状が三角形のハニカムセグメント44とを、それぞれ必要な個数用意する。以下、端面の形状が四角形のハニカムセグメント34を、四角セグメント34ということがある。また、端面の形状が三角形のハニカムセグメント44を、三角セグメント44ということがある。三角セグメント44は、ハニカムセグメント34, 44を接合してハニカムセグメント接合体37を作製する際に、ハニカムセグメント接合体37の四隅に配置されるハニカムセグメントである。三角セグメント44には、端面の形状が三角形のスペーサ41を配置する。そして、四角セグメント34と三角セグメント44とを接合層36を介して接合する。スペーサ41は、接合時に三角セグメント44に対して力を加えるためのものであり、このスペーサ41のサイズは、三角セグメント44よりも少し大きいサイズとする。スペーサ41のサイズを大きくすることにより、ハニカムセグメント34, 44の接合時に、三角セグメント44に対して、ハニカムセグメント34, 44同士が剥がれず適切に接合するために十分な大きさの力を良好に加えることができる。

【0058】

次に、図13の(b)に示すように、四角セグメント34と三角セグメント44との接合時において、ハニカムセグメント接合体37の4方向から力を加える。具体的には、図13の(b)のように、ハニカムセグメント接合体37の4方向の各側面に、板状部材42をそれぞれ配置し、それぞれの板状部材42に対して力を加える。この際、4方向から加える力は、異なる荷重とする。例えば、図13の(b)の例では、接合時において、紙面の上方から下方に掛かる荷重を、その他の方向に掛かる荷重よりも大きくしている。このような工程を行うことで、ハニカムセグメント接合体37において、四隅に配置される三角セグメント44に対して意図的な位置ずれを起こさせて、接合層36にずれを生じさせることができる。

【0059】

4方向から加える力を調節し、接合層36に必要な大きさのずれを生じさせた後、板状部材42及びスペーサ41を取り除いて、図13の(c)に示すような、ハニカムセグメント接合体37を得る。

【0060】

次に、図13の(d)に示すように、得られたハニカムセグメント接合体37の外周を加工し、加工したハニカムセグメント接合体37の加工面に外周コート材を塗工して外壁38を形成することが好ましい。外周コート材の材料としては、例えば、接合材の材料と同じ材料を用いることができる。以上のようにして、本発明のハニカム構造体を製造することができる。

10

20

30

40

50

【実施例】**【0061】****(実施例1)**

まず、炭化珪素粉末を80質量部と、Si粉末を20質量部とを混合して、混合粉末を得た。この混合粉末に、バインダ、造孔材、及び水を添加して、混合、混練して坯土を調製した。

【0062】

次に、ハニカム成形体作製用の口金を用いて坯土を押出成形し、全体形状が四角柱状のハニカム成形体を得た。ハニカム成形体は、16個作製した。

【0063】

次に、ハニカム成形体をマイクロ波乾燥機で乾燥し、更に熱風乾燥機で完全に乾燥させた後、ハニカム成形体の両端面を切断し、所定の寸法に整えた。

【0064】

次に、乾燥したハニカム成形体に、目封止部を形成した。具体的には、まず、ハニカム成形体の流入端面に、流入セルが覆われるようマスクを施した。その後、マスクの施されたハニカム成形体の端部を、目封止スラリーに浸漬し、マスクが施されていない流出セルの開口部に目封止スラリーを充填した。その後、ハニカム成形体の流出端面についても、上記と同様の方法で、流入セルの開口部に目封止スラリーを充填した。その後、目封止部を形成したハニカム成形体を、更に、熱風乾燥機で乾燥した。

【0065】

次に、目封止部を形成したハニカム成形体を脱脂し、焼成してハニカムセグメントを得た。脱脂の条件は、550で3時間とした。焼成の条件は、アルゴン雰囲気下で、1450、2時間とした。ハニカムセグメントは、全体形状が四角柱状であった。ハニカムセグメントの端面の形状は、一辺の長さが36mmの正方形であった。このハニカムセグメントが、ハニカム構造体における「完全セグメント」となる。表2の「セグメントサイズ」の欄に、この完全セグメントの一辺の長さを示す。

【0066】

次に、得られたハニカムセグメントを、互いの側面同士が対向するように隣接して配置された状態で、接合材によって接合し、ハニカム接合体を作製した。ハニカム接合体は、その端面において、縦方向に4個、横方向に4個の合計16個のハニカムセグメントが配列するように接合して作製した。表1の「セグメント数」の欄は、各実施例に用いたハニカムセグメントの数を示す。例えば、「セグメント数」の欄に、「4×4」と記載されている場合には、縦方向に4個、横方向に4個の合計16個のハニカムセグメントを用いたことを意味する。ハニカムセグメントを接合する際には、図13に示すような方法によって、接合層に意図的なずれを生じさせた。

【0067】

次に、得られたハニカム接合体の外周面を研削加工した。その後、研削加工したハニカム接合体の側面に、外周コート材を塗工して外周コート層を形成した。以上のようにして、実施例1のハニカム構造体を作製した。

【0068】

実施例1のハニカム構造体は、端面の全体形状が円形であり、この端面の直径が143.8mmであった。表1の「断面形状」の欄に、ハニカム構造体の端面の全体形状を示す。また、表1の「直径」の欄に、ハニカム構造体の端面の直径を示す。ハニカム構造体のセルの延びる方向の長さは152.4mmであった。表1の「全長」の欄に、ハニカム構造体のセルの延びる方向の長さを示す。ハニカムセグメントは、隔壁の厚さが305μmで、セル密度が46.5個/cm²で、隔壁の気孔率が41%であった。気孔率は、Micromeritics社製の水銀ポロシメーター(Autopore 9500(商品名))で測定した。表1に、各結果を示す。各ハニカムセグメントにおいて、隔壁によって区画形成されたセルの形状は、四角形のセルと八角形のセルとが交互に配置されたものであった。このようなセル形状のハニカムセグメントを用いた実施例について、表1の「

10

20

30

40

50

セル形状」の欄に、「四角、八角」と示す。

【0069】

得られたハニカム構造体は、最外周部分接合層と、他の部分接合層のうちの少なく1つとが、一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されたものであった。ここで、それぞれの接合層の列の配置について、図4に示すような部分接合層の配置を「a」とし、図6に示すような部分接合層の配置を「b」とし、図7に示すような部分接合層の配置を「c」とする。また、部分接合層のうちの2つの部分接合層が、一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されていたとしても、相互に重ならないように配置された2つの部分接合層に、最外周部分接合層が含まれない場合の配置を「d」とする。更に、部分接合層のうちの2つの部分接合層が、一の方向の延長線上において相互に重ならないように配置されたものが無い場合の配置を「e」とする。本実施例においては、接合層の列の配置を、上述した接合層を構成する部分接合層同士の重なりパターンとして、a~eの5つのパターンに分類した。10

【0070】

実施例1のハニカム構造体は、接合層の列の配置が、a、b、及びcのうちのいずれかの配置であった。表2の「接合層の列の配置」の欄に、ハニカム構造体における接合層の列の配置を示す。

【0071】

各部分接合層の幅は、0.5~1.5mmの範囲であった。また、隣り合うハニカムセグメント同士の互いに対向する側面の最大ずれ量は、3mmであった。隣り合うハニカムセグメント同士の互いに対向する側面の最大ずれ量を、表2の「隣り合うセグメントの最大ずれ量 Y_{MAX} 」の欄に示す。また、完全セグメントの一辺の長さである「セグメントサイズZ」に対する、「隣り合うセグメントの最大ずれ量 Y_{MAX} 」の比の百分率を、表2の「最大ずれ比率」の欄に示す。「最大ずれ比率」が10%以下であれば、隣り合うハニカムセグメント同士の互いに対向する側面のずれ量 Y_{MAX} が、完全セグメントの側面の1辺の長さZに対して、10%以下となる。20

【0072】

(実施例2及び3)

接合層の列の配置を、表2に示すように変更して、実施例2及び3のハニカム構造体を作製した。実施例2のハニカム構造体は、接合層の列の配置が、a、及びbのうちのいずれかの配置であった。実施例3のハニカム構造体は、接合層の列の配置が、b、及びcのうちのいずれかの配置であった。隣り合うハニカムセグメント同士の互いに対向する側面の最大ずれ量 Y_{MAX} は、実施例2のハニカム構造体が、2.5mmで、実施例3のハニカム構造体が、1mmであった。30

【0073】

(実施例4~12)

実施例4~12においては、表1のセル構造の欄に示されるようなハニカムセグメントを複数個作製し、作製したハニカムセグメントを用いてハニカム構造体を作製した。各実施例において、表1の「セグメント数」の欄に示すような個数のハニカムセグメントを用いた。得られたハニカム構造体の「接合層の列の配置」、及び「隣り合うセグメントの最大ずれ量 Y_{MAX} 」、及び「最大ずれ比率」を表2に示す。40

【0074】

実施例6及び7においては、ハニカムセグメントを接合したハニカム接合体の外周面を、端面の全体形状を橿円形となるように研削加工した。その後、研削加工したハニカム接合体の側面に、外周コート材を塗工して外周コート層を形成した。

【0075】

(比較例1~12)

表3に示すようなセル構造のハニカムセグメントを作製し、接合層の列の配置を、表4に示すように変更して、比較例1~12のハニカム構造体を作製した。接合層の列の配置において、パターンd、又はパターンeが含まれている場合は、最外周部分接合層と、他50

の部分接合層とが、一の方向の延長線上において相互に重なっている接合層を含むこととなる。また、「最大ずれ比率」が10%を超えている場合は、隣り合うハニカムセグメント同士の互いに対向する側面の最大ずれ量 Y_{MAX} が、完全セグメントの側面の1辺の長さ Z に対して、10%を超えることとなる。

【0076】

【表1】

	セル構造			断面形状	セグメント数	直径 (mm)	長径 (mm)	短径 (mm)	全長 (mm)	気孔率 (%)
	隔壁の厚さ (μm)	セル密度 (個/cm ²)	セル形状							
実施例1	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
実施例2	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
実施例3	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
実施例4	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	-	203.2	41
実施例5	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	-	203.2	41
実施例6	305	46.5	四角	楕円形	6×3	-	198.0	102.0	178.0	52
実施例7	305	46.5	四角	楕円形	6×3	-	198.0	102.0	178.0	52
実施例8	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	-	254.0	52
実施例9	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	-	254.0	52
実施例10	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63
実施例11	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63
実施例12	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63

【0077】

【表2】

	セグメントサイズZ (mm)	隣り合うセグメントの 最大ずれ量 γ_{MAX} (mm)	最大ずれ比率 (%)	接合層の列の配置	耐熱衝撃性 (1)	せん断強度
実施例1	36	3	8.3	a,b,c	A	A
実施例2	36	2.5	6.9	a,b	A	A
実施例3	36	1	2.8	a,c	A	B
実施例4	39	3.5	9.0	a,b,c	A	A
実施例5	39	1.5	3.8	b,c	A	B
実施例6	36	2.8	7.8	a	A	A
実施例7	36	1.8	5.0	b,c	A	A
実施例8	37	3	8.1	b	A	A
実施例9	37	0.5	1.4	c	A	B
実施例10	42	3	7.1	a,b	A	A
実施例11	42	4	9.5	a,b,c	A	A
実施例12	42	1.5	3.6	a,b,c	A	B

【表3】

	セル構造			断面形状	セグメント数	直径 (mm)	長径 (mm)	短径 (mm)	全長 (mm)	気孔率 (%)
	隔壁の厚さ (μm)	セル密度 (個/cm ²)	セル形状							
比較例1	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
比較例2	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
比較例3	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
比較例4	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	-	203.2	41
比較例5	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	-	203.2	41
比較例6	305	46.5	四角	橢円形	6×3	-	198.0	102.0	178.0	52
比較例7	305	46.5	四角	橢円形	6×3	-	198.0	102.0	178.0	52
比較例8	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	-	254.0	52
比較例9	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	-	254.0	52
比較例10	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63
比較例11	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63
比較例12	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63

【表4】

	セグメントサイズZ (mm)	隣り合うセグメントの 最大ずれ量Y _{MAX} (mm)	最大ずれ比率 (%)	接合層の列の配置	耐熱衝撃性 (1)	せん断強度
比較例1	36	0	0.0	e	A	C
比較例2	36	18	50.0	a,b,c	C	A
比較例3	36	3	8.3	a,d	A	C
比較例4	39	0.1	0.3	e	A	C
比較例5	39	10	25.6	a,b,d	C	C
比較例6	36	0.2	0.6	e	A	C
比較例7	36	15	41.7	a,b,d	C	C
比較例8	37	0.1	0.3	d	A	C
比較例9	37	10	27.0	a,b	C	A
比較例10	42	0.2	0.5	a,d	A	C
比較例11	42	20	47.6	a,b,c	C	A
比較例12	42	15	35.7	c,d	C	C

【0080】

得られた実施例1～12及び比較例1～12のハニカム構造体について、以下の方法で

10

20

30

40

50

、「耐熱衝撃性（1）」、及び「せん断強度」についての評価を行った。評価結果を表2及び表4に示す。

【0081】

[耐熱衝撃性（1）]

耐熱衝撃性（1）の評価として、ハニカム構造体に以下に記載する試験を行い、試験後のハニカム構造体におけるクラックの発生の有無により、ハニカム構造体のロバスト（robust）性を評価するものとした。具体的には、2.2Lディーゼルエンジンを搭載するエンジンベンチにて、エンジン回転数2000rpm、エンジントルク60Nmの運転条件にて、2~12g/Lの煤を、各実施例及び比較例のハニカム構造体の内部に堆積させた。その後、ポストインジェクションによる再生処理を行い、ハニカム構造体の入口ガス温度を上昇させ、ハニカム構造体の前後の圧損が低下し始めたところでポストインジェクションを切り、エンジンをアイドル状態に切り替えた。このときの煤堆積量は、実施例の各水準において、流出側端面の中央部における最高温度が1000となるようにし、実施例と比較例の同じ番号は同一煤量となる条件で試験を実施した。そして、ハニカム構造体の流出端面側及び流入端面側におけるクラックの有無を、それぞれ目視にて観察した。クラックが確認されない場合を合格とし、クラックが確認された場合を不合格として、流出端面側及び流入端面側のそれぞれの結果に基づいて、以下の評価基準により、耐熱衝撃性（1）の評価を行った。耐熱衝撃性（1）の評価において、流入端面側及び流出端面側が共に「合格」の場合を、評価Aとした。耐熱衝撃性（1）の評価において、流入端面側及び流出端面側の少なくとも一方が「不合格」の場合を、評価Cとした。評価結果を表2及び表4に示す。10

【0082】

[せん断強度]

図14に示すせん断強度試験機110を用い、実施例1~12及び比較例1~12のハニカム構造体に対してせん断強度の評価を行った。具体的には、まず、各ハニカム構造体100の外壁8の周りに緩衝用のマット22を巻き付けた。次に、緩衝用のマット22を巻き付けた状態のハニカム構造体100を、金属製の缶体21内に挿入し、せん断強度測定用の測定試料とした。マット22としては、三菱樹脂製のセラミックマット（商品名：マフテック OBM-P）を用いた。使用したマット22は、単位面積当たりの質量が1000~1200g/m²であり、その厚さが、4.0~5.0mmであった。このようにして作製した測定試料に対して、第一荷重方向L1、第二荷重方向L2、及び第三荷重方向L3のそれぞれから荷重を負荷し、ハニカム構造体100にせん断が発生する強度を測定した。各荷重の負荷は、ダイヤルゲージ（Dial gauge）を取り付けた荷重供給部24を、測定試料とした缶体21の一方の端面近傍の端部に押し付けることによって行った。測定試料に負荷する荷重は、せん断強度試験の負荷荷重を読み取ることによって確認した。測定試料に負荷する荷重を徐々に大きくしていく、ハニカム構造体100にせん断が発生した際の荷重を、ハニカム構造体100のせん断強度とした。30

【0083】

せん断強度の評価においては、基準となる比較例のハニカム構造体に対して、以下のA~Cの3段階で評価した。ベース（basis）に対し、各方向L1, L2, L3とも、せん断強度が15%以上向上したものを、評価Aとした。せん断強度が5%以上、15%未満向上したものを、評価Bとした。せん断強度の向上が5%未満又はせん断強度の向上が見られないものを評価Cとした。ここでいうベースとは、以下の通りである。実施例1~3及び比較例1~3については、比較例1がベースである。実施例4、5及び比較例4、5については、比較例4がベースである。実施例6、7及び比較例6、7については、比較例6がベースである。実施例8、9及び比較例8、9については、比較例8がベースである。実施例10~12及び比較例10~12については、比較例10がベースである。評価結果を表2及び表4に示す。なお、図14は、せん断強度試験方法を説明するための説明図である。図14において、符号23は、缶体21を支持するための支持台を示し、符号24は、測定試料に荷重を負荷するための荷重供給部を示す。4050

【0084】

(評価結果1)

実施例1～12のハニカム構造体は、耐熱衝撃性(1)及びせん断強度の評価において、共に良好な結果を得ることができた。一方、比較例1、3～8、10及び12のハニカム構造体は、せん断強度の評価において、大きなせん断強度の低下が認められた。比較例1、3～8、10及び12のハニカム構造体は、接合層の列の配置において、パターンd、又はパターンeが含まれているものであった。また、比較例2、5、7、9、11及び12のハニカム構造体は、耐熱衝撃性(1)の評価において、流入端面側及び流出端面側の少なくとも一方が「不合格」であった。比較例2、5、7、9、11及び12のハニカム構造体は、「最大ずれ比率」が10%を超えていたものであった。

10

【0085】

(実施例13～24)

実施例13～24においては、表5のセル構造の欄に示されるようなハニカムセグメントを複数個作製し、作製したハニカムセグメントを用いてハニカム構造体を作製した。なお、実施例13～24においては、作製したハニカムセグメントの各セルに目封止部を配設しない状態で、ハニカム構造体を作製した。なお、実施例13のハニカム構造体は、目封止部を有していないこと以外は、実施例1のハニカム構造体と同様に構成されたものである。同様に、実施例14～24のハニカム構造体も、その順番に、実施例2～12のハニカム構造体と同様に構成されたものである。

20

【0086】

(比較例13～24)

比較例13～24においては、表7のセル構造の欄に示されるようなハニカムセグメントを複数個作製し、作製したハニカムセグメントを用いてハニカム構造体を作製した。なお、比較例13～24においては、作製したハニカムセグメントの各セルに目封止部を配設しない状態で、ハニカム構造体を作製した。なお、比較例13のハニカム構造体は、目封止部を有していないこと以外は、比較例1のハニカム構造体と同様に構成されたものである。同様に、比較例14～24のハニカム構造体も、その順番に、比較例2～12のハニカム構造体と同様に構成されたものである。

【0087】

【表5】

	セル構造						全長 (mm)	気孔率 (%)
	隔壁の厚さ (μm)	セル密度 (個/cm ²)	セル形状	断面形状	セグメント数	直径 (mm)		
実施例13	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	152.4 41
実施例14	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	152.4 41
実施例15	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	152.4 41
実施例16	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	203.2 41
実施例17	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	203.2 41
実施例18	305	46.5	四角	楕円形	6×3	-	198.0 102.0	178.0 52
実施例19	305	46.5	四角	楕円形	6×3	-	198.0 102.0	178.0 52
実施例20	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	254.0 52
実施例21	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	254.0 52
実施例22	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	305.0 63
実施例23	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	305.0 63
実施例24	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	305.0 63

【0088】

【表6】

	セグメントサイズZ (mm)	隣り合うセグメントの 最大ずれ量Y _{MAX} (mm)	最大ずれ比率 (%)	接合層の列の配置 (2)	耐熱衝撃性	せん断強度
実施例13	36	3	8.3	a,b,c	A	A
実施例14	36	2.5	6.9	a,b	A	A
実施例15	36	1	2.8	a,c	A	B
実施例16	39	3.5	9.0	a,b,c	A	A
実施例17	39	1.5	3.8	b,c	A	B
実施例18	36	2.8	7.8	a	A	A
実施例19	36	1.8	5.0	b,c	A	A
実施例20	37	3	8.1	b	A	A
実施例21	37	0.5	1.4	c	A	B
実施例22	42	3	7.1	a,b	A	A
実施例23	42	4	9.5	a,b,c	A	A
実施例24	42	1.5	3.6	a,b,c	A	B

【表7】

	セル構造			断面形状	セグメント数	直径 (mm)	長径 (mm)	短径 (mm)	全長 (mm)	気孔率 (%)
	隔壁の厚さ (μm)	セル密度 (個/cm ²)	セル形状							
比較例13	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
比較例14	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
比較例15	305	46.5	四角、八角	円形	4×4	143.8	-	-	152.4	41
比較例16	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	-	203.2	41
比較例17	203	46.5	四角、八角	円形	5×5	190.5	-	-	203.2	41
比較例18	305	46.5	四角	橢円形	6×3	-	198.0	102.0	178.0	52
比較例19	305	46.5	四角	橢円形	6×3	-	198.0	102.0	178.0	52
比較例20	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	-	254.0	52
比較例21	431	31	四角	円形	4×4	143.8	-	-	254.0	52
比較例22	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63
比較例23	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63
比較例24	254	46.5	四角、八角	円形	7×7	266.7	-	-	305.0	63

【表8】

	セグメントサイズZ (mm)	隣り合ラセグメントの 最大ずれ量Y _{MAX} (mm)	最大ずれ比率 (%)	接合層の列の配置	耐熱衝撃性 (2)	せん断強度
比較例13	36	0	0.0	e	A	C
比較例14	36	18	50.0	a,b,c	C	A
比較例15	36	3	8.3	a,d	A	C
比較例16	39	0.1	0.3	e	A	C
比較例17	39	10	25.6	a,b,d	C	C
比較例18	36	0.2	0.6	e	A	C
比較例19	36	15	41.7	a,b,d	C	C
比較例20	37	0.1	0.3	d	A	C
比較例21	37	10	27.0	a,b	C	A
比較例22	42	0.2	0.5	a,d	A	C
比較例23	42	20	47.6	a,b,c	C	A
比較例24	42	15	35.7	c,d	C	C

【0091】

得られた実施例13～24及び比較例13～24のハニカム構造体について、「耐熱衝

10

20

30

40

50

撃性(2)」、及び「せん断強度」についての評価を行った。実施例13～24及び比較例13～24に関する「耐熱衝撃性(2)」の評価方法は、以下の通りである。また、実施例13～24及び比較例13～24に関する「せん断強度」の評価方法は、実施例1における評価方法と同様である。各評価の評価基準等については、実施例13～24のハニカム構造体のものが、その順番に、実施例1～12のハニカム構造体のものに対応し、比較例13～24のハニカム構造体のものが、その順番に、比較例1～12のハニカム構造体のものに対応する。評価結果を表6及び表8に示す。

【0092】

[耐熱衝撃性(2)]

ハニカム構造体を収納する缶体内に加熱ガスを供給することができる「プロパンガスバーナー装置」を用いて、ハニカム構造体の耐熱衝撃性(2)の評価を行った。具体的には、各実施例のハニカム構造体を缶体内に収納(キャニング)し、その缶体を、上記プロパンガスバーナー装置に設置した。次に、ハニカム構造体に燃焼ガスを流した。燃焼ガスは、まず、流量60NL/minで10分間流した。ハニカム構造体の前方10mm位置での中央部のガス温度は、10分後に1100であった。その後、燃焼ガスの通気を停止し、燃焼ガスの代わりに冷却エアーを、流量250NL/minで10分間流した。冷却エアーを流すことにより、10分後、ハニカム構造体の前方10mm位置での中央部のガス温度は、100であった。このような、燃焼ガスと冷却エアーの通気を1サイクル(cycle)とし、これを20サイクル実施した。その後、ハニカム構造体の流出端面側及び流入端面側におけるクラックの有無を、それぞれ目視にて観察した。クラックが確認されない場合を合格とし、クラックが確認された場合を不合格として、流出端面側及び流入端面側のそれぞれの結果に基づいて、以下の評価基準により、耐熱衝撃性(2)の評価を行った。耐熱衝撃性(2)の評価において、流入端面側及び流出端面側が共に「合格」の場合を、評価Aとした。耐熱衝撃性(2)の評価において、流入端面側及び流出端面側の少なくとも一方が「不合格」の場合を、評価Cとした。

10

20

【0093】

(評価結果2)

実施例13～24のハニカム構造体は、耐熱衝撃性(2)及びせん断強度の評価において、共に良好な結果を得ることができた。一方、比較例13、15～20、22及び24のハニカム構造体は、せん断強度の評価において、大きなせん断強度の低下が認められた。比較例13、15～20、22及び24のハニカム構造体は、接合層の列の配置において、パターンd、又はパターンeが含まれているものであった。また、比較例14、17、19、21、23及び24のハニカム構造体は、耐熱衝撃性(2)の評価において、流入端面側及び流出端面側の少なくとも一方が「不合格」であった。比較例14、17、19、21、23及び24のハニカム構造体は、「最大ずれ比率」が10%を超えていたものであった。

30

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明のハニカム構造体は、ディーゼルエンジンやガソリンエンジン等から排出される排気ガス等の流体に含まれる微粒子等の粒子状物質の浄化処理を行う排気ガス浄化処理装置等の用途に特に有益に用いることができる。

40

【符号の説明】

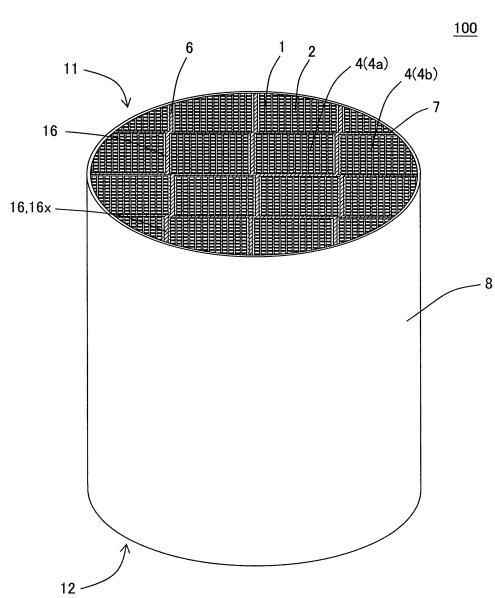
【0095】

1：隔壁、2：セル、2a：流入セル、2b：流出セル、3：セグメント外周壁、4：ハニカムセグメント、4a：完全セグメント、4b：不完全セグメント、5：目封止部、6：接合層、7：ハニカムセグメント接合体、8：外壁、11：流入端面、12：流出端面、16, 16a, 16b, 16c, 16d：部分接合層、16x：最外周部分接合層、21：缶体、22：マット、23：支持台、24：荷重供給部、34：ハニカムセグメント(四角セグメント)、36：接合層、37：ハニカムセグメント接合体、38：外壁、41：スペーサ、42：板状部材、44：ハニカムセグメント(三角セグメント)、100

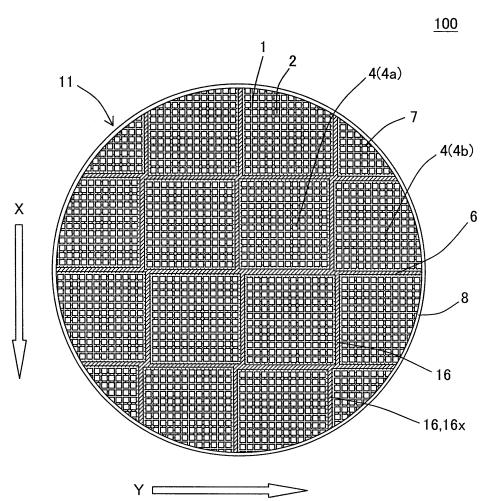
50

, 200 : ハニカム構造体、110 : せん断強度試験装置、L1 : 第一荷重方向、L2 : 第二荷重方向、L3 : 第三荷重方向、T1 : 部分接合層の幅、T2 : 接合層の幅、X : 方向(ーの方向)。

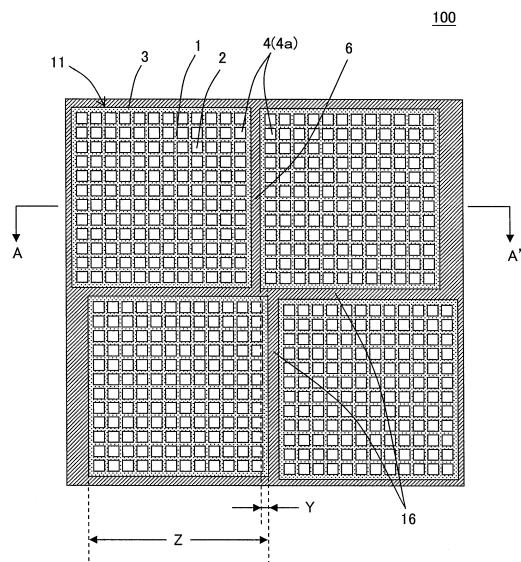
【図1】



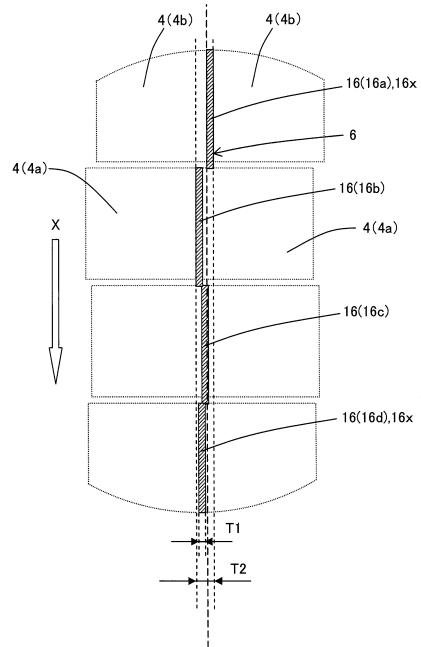
【図2】



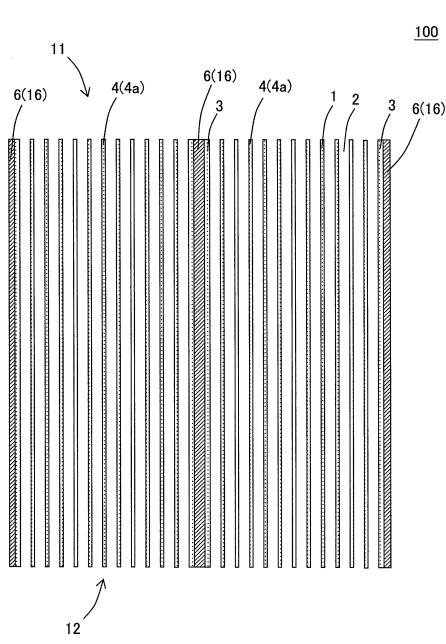
【図3】



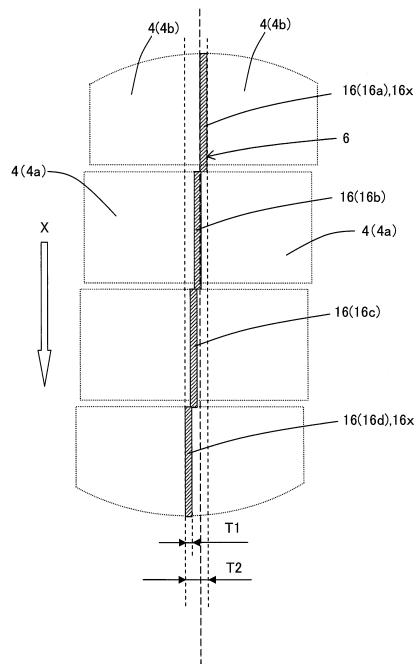
【図4】



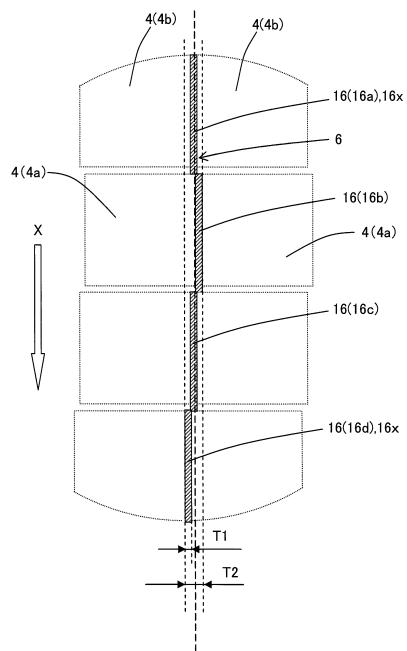
【図5】



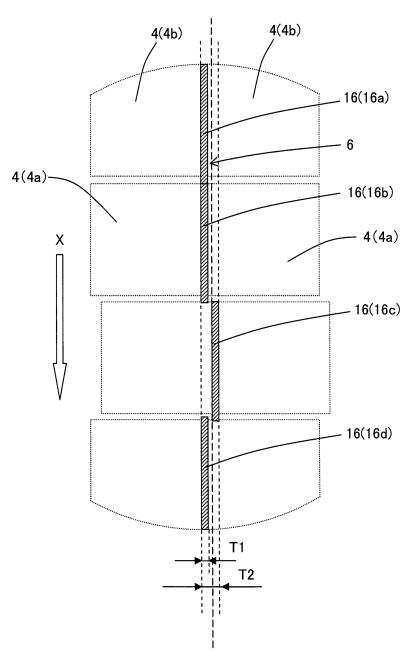
【図6】



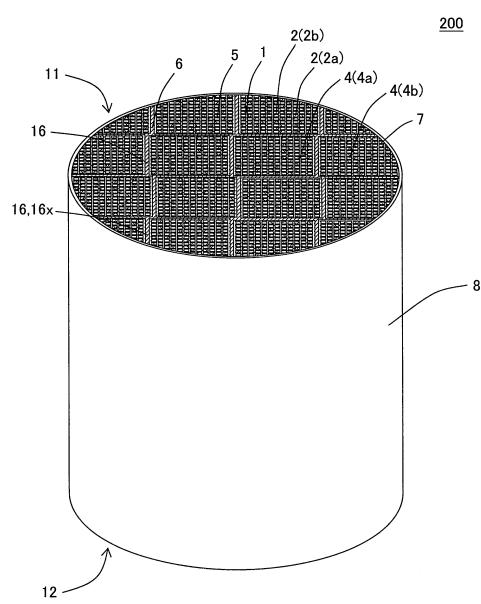
【図7】



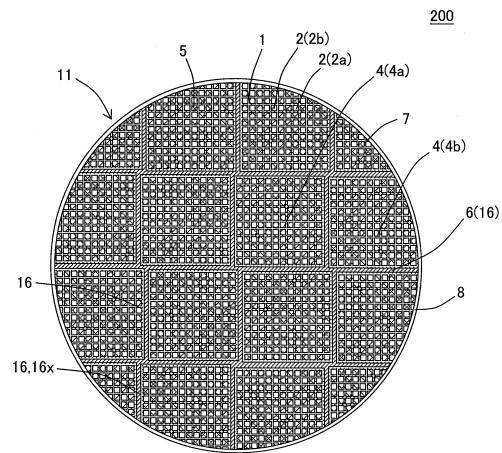
【図8】



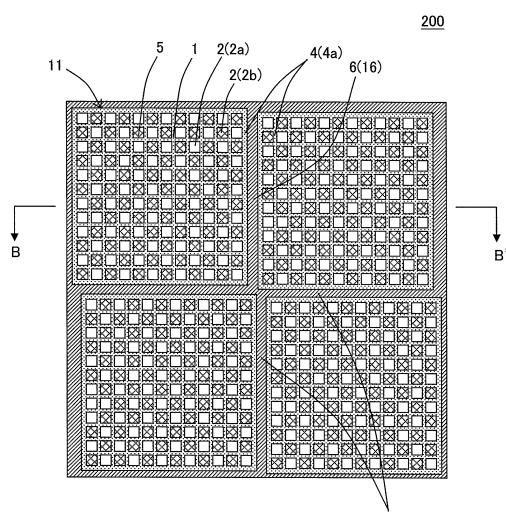
【図9】



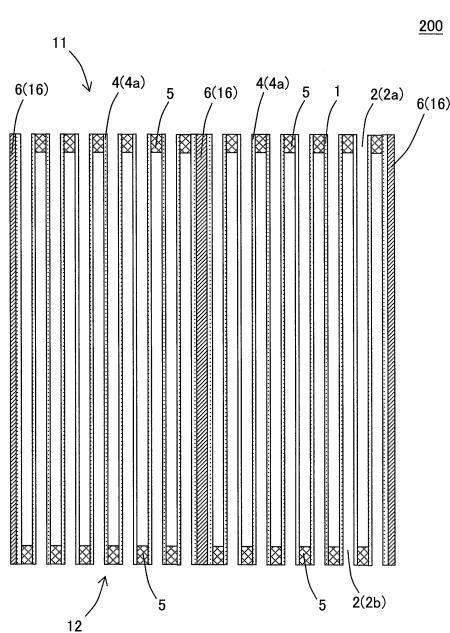
【図10】



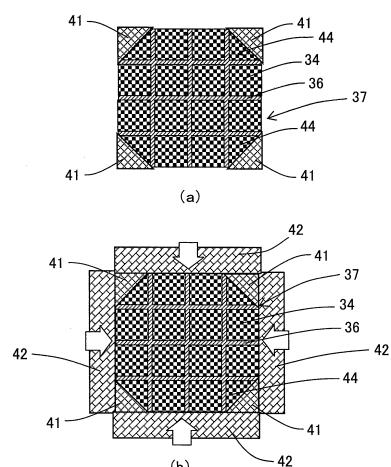
【図11】



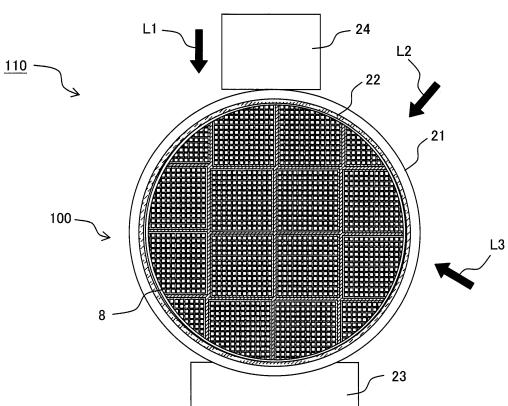
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 1 N 3/022

C

(56)参考文献 特開2014-184387(JP,A)

特開2001-096117(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 1 J 2 1 / 0 0 - 3 8 / 7 4

B 0 1 D 3 9 / 2 0 , 4 6 / 0 0

B 0 1 D 5 3 / 8 6 - 5 3 / 9 0 , 5 3 / 9 4 - 5 3 / 9 6

C 0 4 B 3 7 / 0 0

F 0 1 N 3 / 0 2 2