

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5892911号
(P5892911)

(45) 発行日 平成28年3月23日(2016.3.23)

(24) 登録日 平成28年3月4日(2016.3.4)

(51) Int.Cl.	F I				
BO1J 35/04 (2006.01)	BO1J	35/04	3O1G		
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1J	35/04	3O1J		
FO1N 3/28 (2006.01)	BO1D	53/94	222		
	BO1D	53/94	245		
	FO1N	3/28	3O1P		

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-248302 (P2012-248302)
 (22) 出願日 平成24年11月12日(2012.11.12)
 (65) 公開番号 特開2013-173134 (P2013-173134A)
 (43) 公開日 平成25年9月5日(2013.9.5)
 審査請求日 平成27年1月7日(2015.1.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-15737 (P2012-15737)
 (32) 優先日 平成24年1月27日(2012.1.27)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (72) 発明者 林 真大
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 村田 雅一
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

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】

格子状に設けられた隔壁(11)と該隔壁(11)に囲まれて形成された複数のセル(12)とを有し、一体成形されたコーゼライト製のハニカム構造体(1)であって、
 該ハニカム構造体(1)は、軸方向(X)に直交する断面において、中心部から外周部に向かって径方向にセル密度が段階的に変化するよう構成された2つのセル密度領域(2)を有し、

隣り合う該セル密度領域(2)同士の間には、両者を隔てる境界壁(14)が設けられており、

上記2つのセル密度領域(2)の中で最もセル密度が高い高セル密度領域(2a)と、
上記2つのセル密度領域(2)の中で最もセル密度が低い低セル密度領域(2b)とを有し、

上記2つのセル密度領域(2)のうち、上記高セル密度領域(2a)が最も内側に配置されており、

上記ハニカム構造体(1)全体を上記高セル密度領域(2a)で構成したと仮定した場合のハニカム構造体の実体積をV、上記ハニカム構造体(1)の上記高セル密度領域(2a)の実体積をVa、上記低セル密度領域(2b)の実体積をVb、上記低セル密度領域(2b)とそのすぐ内側にある上記セル密度領域(2)との間を隔てる上記境界壁(14)の実体積をVsとした場合に、 $V - Va = Vb + Vs$ の関係を満たすことを特徴とするハニカム構造体(1)。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の八ニカム構造体 (1) において、上記実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s は、 $1 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.72$ の関係を満たすことを特徴とする八ニカム構造体 (1)。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の八ニカム構造体 (1) において、上記実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s は、 $1.2 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.58$ の関係を満たすことを特徴とする八ニカム構造体 (1)。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の八ニカム構造体 (1) において、上記高セル密度領域 (2 a) における上記隔壁 (1 1) の厚みを T_a 、上記低セル密度領域 (2 b) における上記隔壁 (1 1) の厚みを T_b とした場合に、 $T_a > T_b$ の関係を満たすことを特徴とする八ニカム構造体 (1)。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の八ニカム構造体 (1) において、上記高セル密度領域 (2 a) のセル密度を M_a 、上記低セル密度領域 (2 b) のセル密度を M_b とした場合に、 $1 < M_a / M_b < 2$ の関係を満たすことを特徴とする八ニカム構造体 (1)。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の八ニカム構造体 (1) において、該八ニカム構造体 (1) の半径を R 、上記高セル密度領域 (2 a) とそのすぐ外側にある上記セル密度領域 (2) との間を隔てる上記境界壁 (1 4) の半径を r とした場合に、 $0.2 < r / R < 1$ の関係を満たすことを特徴とする八ニカム構造体 (1)。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等の内燃機関の排ガスを浄化するための触媒の担体として用いられる八ニカム構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車等の内燃機関の排ガスを浄化するための触媒の担体として、例えば、格子状に設けられた隔壁とその隔壁に囲まれて形成された複数のセルとを有する八ニカム構造体が知られている。

30

八ニカム構造体は、排ガスの通路となる排気管内に設置して用いられる。そして、高温の排ガスを八ニカム構造体に流通させることにより、八ニカム構造体に担持した触媒を活性化させ、排ガスの浄化を行う。

【0003】

近年、自動車等の排ガス規制が厳しくなっていることから、内燃機関の始動直後に発生する有害物質 (コールドエミッション) をより一層低減することが求められている。そのため、八ニカム構造体をできる限り内燃機関の近くに配置し、触媒が活性する温度まで早く昇温させるといった手段が用いられる。

40

このようなことから、八ニカム構造体には、より高い排ガス浄化性能、より高い耐熱衝撃性等が要求される。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、中心部と外周部との触媒量、表面積、セル密度等の関係を規定した八ニカム構造体が開示されている。

また、特許文献 2 には、中心部と外周部との開口率、吸水率等の関係を規定した八ニカム構造体が開示されている。

また、特許文献 3 には、第 1 のセル部 (中心部) と第 2 のセル部 (外周部) との間に内部皮を形成し、第 1 のセル部と第 2 のセル部とのセル密度等の関係を規定した八ニカム構造体が開示されている。

50

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 4 には、中心部から外周部に向かって半径方向に形成された半径方向ウェブ（隔壁）の本数が径方向に変化するハニカム構造体が開示されている。

また、特許文献 5 には、隔壁が中心から外側に向かって凸状に湾曲した形状であり、中心部のセル密度が外周部のセル密度よりも小さいハニカム構造体が開示されている。

また、特許文献 6 には、複数のハニカムセグメントを接合して一体化されてなり、最外周面を構成しないハニカムセグメントと最外周面を構成するハニカムセグメントとの隔壁厚さ、セル密度等の関係を規定したハニカム構造体が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 1 7 7 7 9 4 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 1 8 3 7 0 号公報

【 特許文献 3 】 特許第 3 2 1 9 2 9 2 号公報

【 特許文献 4 】 特表 2 0 0 9 - 5 3 2 6 0 5 号公報

【 特許文献 5 】 特許第 4 5 1 1 3 9 6 号公報

【 特許文献 6 】 特許第 4 0 9 4 8 2 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

20

しかしながら、特許文献 1 のハニカム構造体では、中心部と外周部とのセル密度の関係が最適であるとはいえず、排ガス浄化性能を十分に確保することができない。

また、特許文献 2 のハニカム構造体では、外周部の吸水率や開口率を中心部に比べて大きくするが、外周部の吸水率を大きくするには、その外周部の気孔径を大きくしたり気孔そのものを増やしたりする必要がある。そのため、一体成形品として製造しようとする、外周部だけ異なる粒子径の原料を用いて押出成形することになり、乾燥や焼成の際に収縮率差が生じてクラックが発生するおそれがある。また、エミッションの低減を図るためには、排ガスの流量が多い中央部の気孔率を大きくして軽量化することが望ましいが、特許文献 2 のように外周部の気孔率を大きくする必要がある構造では、エミッションの低減を十分に図ることができない。また、特許文献 2 における中心部と外周部との開口率（セル密度）の関係も最適であるとはいえず、排ガス浄化性能を十分に確保することができない。

30

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 3 のハニカム構造体では、第 1 のセル部（中心部）と第 2 のセル部（外周部）とのセル密度の関係について記載されておらず、排ガス浄化性能も不明である。

また、特許文献 4 のハニカム構造体では、半径方向ウェブ（隔壁）の本数が中心部に向かって減少しているため、高負荷領域（内燃機関が高回転状態）において排ガスが中心部に集中して流れ、排ガスが十分に浄化されずに吹き抜けてしまい、排ガス浄化性能を十分に確保することができない。

【 0 0 0 9 】

40

また、特許文献 5 のハニカム構造体では、中心部に排ガスが集中して流れやすい構造や外側へ行くほどセル密度が不均一に低くなる部分が生じる構造となるため、排ガスの流れを考慮した浄化性能の向上につながるものではなく、そのデータも開示されていない。さらに、軸方向に直交する断面が楕円形状であるため、長径方向において内側と外側との温度差が大きくなり、耐熱衝撃性が低下してしまう。

また、特許文献 6 のハニカム構造体では、複数のセグメントを接合して一体化されているため、接合部分の隔壁の厚みが大きくなり、局部的に熱容量が大きい部分が形成される。これにより、内側と外側との温度差が大きくなり、耐熱衝撃性が低下する場合がある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、かかる背景に鑑みてなされたもので、排ガス浄化性能を十分に確保しながら

50

、耐熱衝撃性を向上させることができる八ニカム構造体を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一の態様は、格子状に設けられた隔壁と該隔壁に囲まれて形成された複数のセルとを有し、一体成形されたコーゼライト製の八ニカム構造体であって、

該八ニカム構造体は、軸方向に直交する断面において、中心部から外周部に向かって径方向にセル密度が段階的に変化するよう構成された2つのセル密度領域を有し、

隣り合う該セル密度領域同士の間には、両者を隔てる境界壁が設けられており、

上記2つのセル密度領域の中で最もセル密度が高い高セル密度領域と、上記2つのセル密度領域の中で最もセル密度が低い低セル密度領域とを有し、

上記2つのセル密度領域のうち、上記高セル密度領域が最も内側に配置されており、

上記八ニカム構造体全体を上記高セル密度領域で構成したと仮定した場合の八ニカム構造体の実体積を V 、上記八ニカム構造体の上記高セル密度領域の実体積を V_a 、上記低セル密度領域の実体積を V_b 、上記低セル密度領域とそのすぐ内側にある上記セル密度領域との間を隔てる上記境界壁の実体積を V_s とした場合に、 $V - V_a - V_b + V_s$ の関係を満たすことを特徴とする八ニカム構造体にある（請求項1）。

【発明の効果】

【0012】

上記八ニカム構造体は、軸方向に直交する断面（以下、適宜、径方向断面という）において、中心部から外周部に向かって径方向にセル密度が段階的に変化するよう構成された複数のセル密度領域を有する。また、隣り合うセル密度領域同士の間には、両者を隔てる境界壁が設けられている。そして、上記八ニカム構造体全体を高セル密度領域で構成したと仮定した場合の八ニカム構造体の実体積を V 、上記八ニカム構造体の高セル密度領域の実体積を V_a 、低セル密度領域の実体積を V_b 、低セル密度領域とそのすぐ内側にあるセル密度領域との間を隔てる境界壁の実体積を V_s とした場合に、 $V - V_a - V_b + V_s$ の関係を満たすようにする。これにより、排ガス浄化性能を十分に確保しながら、耐熱衝撃性を向上させることができる。

【0013】

すなわち、内燃機関を高負荷で回転させた後、回転数を落としてアイドル状態とした場合、八ニカム構造体は急激に冷やされ、特に排ガスが最も流通する部分はその度合いが大きい。そこで、例えば、排ガスが最も流通する部分（例えば中心部）に熱容量の大きい高セル密度領域を、その高セル密度領域の外側に熱容量の小さい低セル密度領域を配置し、上記の実体積の関係（ $V - V_a - V_b + V_s$ ）を満たすようにすることで、全体のセル密度を同じとした場合に比べて、内側と外側との間に生じる温度差（以下、適宜、内外温度差という）を抑制することができる。これにより、耐熱衝撃性を向上させることができる。

【0014】

また、セル密度領域同士の間には、両者を隔てる境界壁が設けられている。そのため、強度を高めることができ、耐熱衝撃性をさらに向上させることができる。

また、八ニカム構造体の内側と外側とでセル密度を調整することにより、内側（例えば中心部）に集中して流れやすい排ガスの流速分布をより均一化することが可能となる。これにより、八ニカム構造体全体を有効活用して排ガスの浄化を行うことができ、エミッションの低減を図ることができる。

【0015】

このように、排ガス浄化性能を十分に確保しながら、耐熱衝撃性を向上させることができる八ニカム構造体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施例における、八ニカム構造体を示す斜視説明図。

【図2】実施例における、実施例E1～E11、E13、E15、E16の八ニカム構造

10

20

30

40

50

体の径方向断面を示す説明図。

【図3】実施例における、実施例E14の八ニカム構造体の径方向断面を示す説明図。

【図4】実施例における、参考例E12の八ニカム構造体の径方向断面を示す説明図。

【図5】実施例における、八ニカム構造体におけるセルピッチを示す説明図。

【図6】実施例における、比較例C1の八ニカム構造体の径方向断面を示す説明図。

【図7】実施例における、比較例C2の八ニカム構造体の径方向断面を示す説明図。

【図8】実施例における、八ニカム構造体を備えた触媒コンバータを示す説明図。

【図9】実施例における、 $(V - V_a) / (V_b + V_s)$ の値と温度差 T 比との関係を示したグラフ。

【図10】実施例における、セル密度比 M_a / M_b とエミッション比との関係を示したグラフ。 10

【図11】実施例における、八ニカム構造体の中心からの距離と流速との関係を示したグラフ。

【図12】実施例における、境界壁位置 r / R とエミッション比との関係を示したグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0017】

上記八ニカム構造体は、上述のとおり、軸方向に直交する断面において、中心部から外周部に向かって径方向にセル密度が段階的に変化するよう構成された複数のセル密度領域を有する。すなわち、八ニカム構造体は、中心部から外周部に向かって径方向に複数の領域（セル密度領域）に分割されており、各セル密度領域内のセル密度は一定となっている。また、隣り合うセル密度領域のセル密度は異なっており、径方向においてセル密度が段階的に変化するよう構成されている。 20

【0018】

また、上記高セル密度領域は、最も外側のセル密度領域を除いた中で最もセル密度が高いセル密度領域である。また、上記低セル密度領域は、最も内側のセル密度領域を除いた中で最もセル密度が低いセル密度領域である。したがって、八ニカム構造体が内側（中心部）と外側（外周部）との2つのセル密度領域を有する場合、必然的に内側が高セル密度領域、外側が低セル密度領域となる。

また、上記実体積 V は、上記八ニカム構造体全体を高セル密度領域で構成したと仮定した場合の八ニカム構造体の実体積である。すなわち、高セル密度領域のみからなる一様な八ニカム構造体を仮定した場合、その八ニカム構造体の実体積である。 30

【0019】

また、上記実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s の関係が $V - V_a < V_b + V_s$ である場合には、例えば、排ガスが最も流通する部分（例えば中心部）に高セル密度領域を、その高セル密度領域の外側に低セル密度領域を配置しても、外側の熱容量が大きくなり、保温性が高くなってしまふことがある。そのため、急冷時の内外温度差を十分に抑制することができず、耐熱衝撃性が低下してしまう。

【0020】

また、上記実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s は、 $1 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.72$ の関係を満たす構成とすることができる（請求項2）。 40

さらに、上記実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s は、 $1.2 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.58$ の関係を満たす構成とすることができる（請求項3）。

この場合には、急冷時の内外温度差を抑制して耐熱衝撃性を向上させるという効果を十分に発揮することができる。

【0021】

上記実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s の関係が $(V - V_a) / (V_b + V_s) > 1.72$ である場合には、例えば、排ガスが最も流通する部分（例えば中心部）に高セル密度領域を、その高セル密度領域の外側に低セル密度領域を配置したときに、外側のセル密度が低くなり、外側に排ガスが流れやすくなってしまふことがある。そのため、急冷時に外側の 50

温度のみが低くなり、内側は保温されてしまうことから、急冷時の内外温度差が生じやすくなるおそれがある。

【 0 0 2 2 】

また、上記高セル密度領域における上記隔壁の厚みを T_a 、上記低セル密度領域における上記隔壁の厚みを T_b とした場合に、 $T_a > T_b$ の関係を満たす構成とすることができる（請求項 4）。

この場合には、各セル密度領域のセル密度を調整しながら、八二カム構造体全体の強度を十分に確保することができる。これにより、耐熱衝撃性をさらに向上させることができる。

【 0 0 2 3 】

なお、上記高セル密度領域における上記隔壁の厚み T_a は、例えば、 $30 \sim 120 \mu\text{m}$ とすることができる。また、上記低セル密度領域における上記隔壁の厚み T_b は、例えば、 $50 \sim 200 \mu\text{m}$ とすることができる。

【 0 0 2 4 】

また、上記高セル密度領域のセル密度を M_a 、上記低セル密度領域のセル密度を M_b とした場合に、 $1 < M_a / M_b < 2$ の関係を満たす構成とすることができる（請求項 5）。

この場合には、エミッションの低減を図って排ガス浄化性能を確保するという効果を十分に発揮することができる。

また、より高い排ガス浄化性能を得るために、 M_a / M_b の値を $1.25 \sim 1.5$ とすることが望ましい。

【 0 0 2 5 】

上記セル密度 M_a 及び M_b の関係が $M_a / M_b = 1$ である場合には、各セル密度領域のセル密度を調整してエミッションの低減を図り、排ガス浄化性能を確保するという上述の効果を十分に発揮することができないおそれがある。

一方、上記セル密度 M_a 及び M_b の関係が $M_a / M_b = 2$ である場合には、例えば、排ガスが最も流通する部分（例えば中心部）に高セル密度領域を、その高セル密度領域の外側に低セル密度領域を配置したときに、外側のセル密度が低くなり、外側に排ガスが流れやすくなってしまふことがある。そのため、排ガスが十分に浄化されずに通過する、いわゆる吹き抜けが生じ、排ガス浄化性能が低下してしまうおそれがある。

【 0 0 2 6 】

なお、上記高セル密度領域のセル密度 M_a は、例えば、 $62 \sim 186 \text{個} / \text{cm}^2$ とすることができる。また、上記低セル密度領域のセル密度 M_b は、例えば、 $46.5 \sim 139.5 \text{個} / \text{cm}^2$ とすることができる。

【 0 0 2 7 】

また、上記八二カム構造体の半径を R 、上記高セル密度領域とそのすぐ外側にある上記セル密度領域との間を隔てる上記境界壁の半径を r とした場合に、 $0.2 < r / R < 1$ の関係を満たす構成とすることができる（請求項 6）。

この場合には、エミッションの低減を図って排ガス浄化性能を確保するという効果を十分に発揮することができる。

また、より高い排ガス浄化性能を得るために、 r / R の値を $0.5 \sim 0.8$ とすることが望ましい。

【 0 0 2 8 】

なお、上記八二カム構造体の半径 R 及び上記境界壁の半径 r は、八二カム構造体の軸方向（ガス流路方向）に直交する断面における八二カム構造体の半径及び境界壁の半径である。

また、上記半径 R 、 r とは、八二カム構造体や境界壁の形状が円形状である場合にはその半径、多角形状である場合にはその内接円の半径とする。

【 0 0 2 9 】

また、上記複数のセル密度領域のうち、上記高セル密度領域が最も内側に配置されている。

10

20

30

40

50

それゆえ、排ガスが最も流通する部分（例えば中心部）に表面積の大きい高セル密度領域を配置することになるため、エミッションの低減を図って排ガス浄化性能を確保するという効果を十分に発揮することができる。また、必然的に、高セル密度領域の外側に低セル密度領域が配置されることになるため、急冷時の内外温度差を抑制して耐熱衝撃性を向上させるという効果を十分に発揮することができる。

なお、上記構成の場合、高セル密度領域の中心軸は、八ニカム構造体の中心軸と必ずしも一致した位置とする必要はない。高セル密度領域の位置は、例えば、八ニカム構造体を配置する排気管の形状や排ガスの流れ等によって様々な位置に設定することができる。

【0030】

また、上記八ニカム構造体は、2つのセル密度領域を有し、内側（中心部）に高セル密度領域を配置し、外側（外周部）に低セル密度領域を配置する構成とすることができる。

この場合には、エミッションの低減を図って排ガス浄化性能を確保するという効果と、急冷時の内外温度差を抑制して耐熱衝撃性を向上させるという効果とを十分に発揮することができる。

【0031】

また、上記八ニカム構造体は、3つ以上のセル密度領域を有し、径方向においてセル密度が段階的に低くなる構成とすることができる。

この場合には、急冷時の内外温度差を抑制して耐熱衝撃性を向上させるという効果をより一層高めることができる。

ただし、このような構成とした場合、最も外側のセル密度領域のセル密度が低くなりすぎて八ニカム構造体の強度（アイソスタティック強度等）が低下するおそれがある。そこで、最も外側のセル密度領域のセル密度を高くして、八ニカム構造体の強度を確保することが望ましい。

【0032】

また、上記八ニカム構造体は、例えば、触媒によって排ガスを浄化する触媒コンバータ等に用いられる。この場合、上記八ニカム構造体の上記隔壁の表面に排ガス浄化用の触媒を担持して用いられる。

また、上記八ニカム構造体の気孔率は、例えば、10～70%とすることができる。

【0033】

また、上記セルの形状は、径方向断面において、例えば、円形、多角形（例えば、四角形、六角形）等とすることができる。

また、上記セル密度領域の外形形状は、径方向断面において、例えば、円形、多角形等とすることができる。

また、上記境界壁の厚みは、例えば、20～250 μ mとすることができる。また、上記境界壁の形状は、径方向断面において、例えば、円形、多角形等とすることができる。

【実施例】

【0034】

本例では、実施例としての複数の八ニカム構造体（実施例E1～E11、E13～E16）、参考例としての八ニカム構造体（参考例E12）及び比較例としての複数の八ニカム構造体（比較例C1～C3）を作製し、これらについて耐熱衝撃性、排ガス浄化性能の評価を行った。

【0035】

まず、実施例としての八ニカム構造体（実施例E1～E11、E13～E16）、及び参考例としての八ニカム構造体（参考例E12）について、図を用いて説明する。

図1～図4に示すごとく、八ニカム構造体1は、格子状に設けられた隔壁11と隔壁11に囲まれて形成された複数のセル12とを有し、一体成形されたコージェライト製の八ニカム構造体である。また、八ニカム構造体1は、軸方向Xに直交する断面において、中心部から外周部に向かって径方向にセル密度が段階的に変化するよう構成された複数のセル密度領域2を有する。隣り合うセル密度領域2同士の間には、両者を隔てる境界壁14が設けられている。

10

20

30

40

50

【0036】

同図に示すごとく、複数のセル密度領域2は、最も外側のセル密度領域2を除いた中で最もセル密度が高い高セル密度領域2aと、最も内側のセル密度領域2を除いた中で最もセル密度が低い低セル密度領域2bとを有する。また、八ニカム構造体1全体を高セル密度領域2aで構成したと仮定した場合の八ニカム構造体の実体積をV、八ニカム構造体1の高セル密度領域2aの実体積をV_a、低セル密度領域2bの実体積をV_b、低セル密度領域2bとそのすぐ内側にあるセル密度領域2との間を隔てる境界壁14(14b)の実体積をV_sとした場合に、 $V = V_a + V_b + V_s$ の関係を満たす。

以下、これを詳説する。

【0037】

図1に示すごとく、八ニカム構造体1(実施例E1~E11、E13~E16)は、排ガス浄化用の触媒の担体として用いられるものであり、四角形格子状に設けられた隔壁11と、その隔壁11に囲まれて形成された四角形状の複数のセル12と、外周側面を覆う円筒状の外周壁13とを有する。また、八ニカム構造体1は、コーゼライト製であり、全体を一体的に成形したものである。また、八ニカム構造体1の寸法は、直径が103mm、長さが105mmである。

【0038】

図2、図3に示すごとく、実施例E1~E11、E13~E16の八ニカム構造体1は、軸方向X(図1)に直交する断面において、中心部から外周部に向かって径方向に2つのセル密度領域2(第1セル密度領域21、第2セル密度領域22)に分割されている。各セル密度領域2内のセル密度は一定となっている。また、隣り合うセル密度領域2のセル密度は異なっており、径方向においてセル密度が段階的に変化するよう構成されている。

【0039】

同図に示すごとく、第1セル密度領域21は、上述の高セル密度領域2aに該当し、八ニカム構造体1の中心部であって最も内側に配置されている。また、第2セル密度領域22は、上述の低セル密度領域2bに該当し、八ニカム構造体1の外周部であって最も外側に配置されている。

なお、図2(a)に示す八ニカム構造体1では、第1セル密度領域21と第2セル密度領域22とのセル12の向きは同じであるが、例えば、図2(b)に示す八ニカム構造体1のように、セル12の向きが異なる(第2セル密度領域22のセル12が第1セル密度領域21のセル12に対して45°傾いている)構成とすることもできる。

【0040】

図4に示すごとく、参考例E12の八ニカム構造体1は、軸方向X(図1)に直交する断面において、中心部から外周部に向かって径方向に3つのセル密度領域2(第1セル密度領域21、第2セル密度領域22、第3セル密度領域23)に分割されている。各セル密度領域2内のセル密度は一定となっている。また、隣り合うセル密度領域2のセル密度は異なっており、径方向においてセル密度が段階的に変化するよう構成されている。

【0041】

第1セル密度領域21は、八ニカム構造体1の中心部であって最も内側に配置されている。また、第2セル密度領域22は、上述の低セル密度領域2bに該当し、第1セル密度領域21のすぐ外側に配置されている。また、第3セル密度領域23は、セル密度が第1セル密度領域21よりも低く、第2セル密度領域22よりも高い。また、第2セル密度領域22のすぐ外側であって、八ニカム構造体1の最も外側に配置されている。このように、最も外側に最もセル密度が低いセル密度領域2が配置されないようにすることで、八ニカム構造体1の強度(アイソスタティック強度等)を確保している。

【0042】

また、図2~図4に示すごとく、八ニカム構造体1(実施例E1~E11、E13~E16)において、高セル密度領域2a(第1セル密度領域21)における隔壁11の厚みをT_a、低セル密度領域2b(第2セル密度領域22)における隔壁11の厚みをT_bと

10

20

30

40

50

した場合に、 $T_a = T_b$ の関係を満たしている。

また、八二カム構造体 1 (実施例 E 1 ~ E 4、E 6、E 8 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 5) において、高セル密度領域 2 a (第 1 セル密度領域 2 1) のセル密度を M_a 、低セル密度領域 2 b (第 2 セル密度領域 2 2) のセル密度を M_b とした場合に、 $1 < M_a / M_b < 2$ の関係を満たしている。

なお、各八二カム構造体 1 (実施例 E 1 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 6) における各セル密度領域 2 (第 1 セル密度領域 2 1、第 2 セル密度領域 2 2、第 3 セル密度領域 2 3) の隔壁の厚み (mm)、セル密度 (個 / cm^2)、気孔率 (%)、セル密度比 M_a / M_b は、表 1、表 2 に示すとおりである。

【 0 0 4 3 】

ここで、各セル密度領域 2 のセル密度の測定方法について説明する。セル密度は、八二カム構造体の径方向断面において、図 5 (a)、(b) に示すごとく、セルピッチ P を工具顕微鏡やマイクロスコープ等を用いて測定し、後述する関係式に代入してセル密度 (cps_i) を算出する。本例では、マイクロスコープ (キーエンス社製、VHX - 900) を用いて各セル密度領域 2 のセルピッチ P を 5 点ずつ測定し、その平均値を平均セルピッチとする。ここで、セル密度の単位「 cps_i 」は、1 平方インチ当たりのセルの個数を表す。なお、表 1、表 2 では、セル密度の単位「 cps_i 」を「個 / cm^2 」に変換して表示している。

【 0 0 4 4 】

例えば、図 5 (a) に示すごとく、実施例 E 1 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 6 の八二カム構造体 1 のように、セル 1 2 の形状が四角形の場合には、平均セルピッチを p_1 とすると、セル密度 (cps_i) = $(25.4 / p_1)^2$ の関係式からセル密度を算出する。

また、図 5 (b) に示すごとく、セル 1 2 の形状が六角形の場合には、平均セルピッチを p_2 とすると、セル密度 (cps_i) = $(2 / \sqrt{3}) \times (25.4 / p_2)^2$ の関係式からセル密度を算出する。

【 0 0 4 5 】

また、図 2 ~ 図 4 に示すごとく、八二カム構造体 1 (実施例 E 1 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 6) において、隣り合うセル密度領域 2 同士の間には、両者を隔てる筒状の境界壁 1 4 が設けられている。境界壁 1 4 の形状は、実施例 E 1 4 の八二カム構造体 1 (図 3) が八角形状であり、それ以外の八二カム構造体 1 (図 2、図 4) が円形状である。

また、八二カム構造体 1 の半径を R 、高セル密度領域 2 a (第 1 セル密度領域 2 1) とそのすぐ外側にあるセル密度領域 2 (第 2 セル密度領域 2 2) との間を隔てる境界壁 1 4 の半径を r とした場合に、 $0.2 < r / R < 1$ の関係を満たしている。ここで、実施例 E 1 4 の八二カム構造体 1 は境界壁 1 4 が八角形状であるため、その内接円の半径が r である。

なお、各八二カム構造体 1 (実施例 E 1 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 6) の境界壁の厚み (mm)、境界壁位置 r / R の値は、表 1、表 2 に示すとおりである。

【 0 0 4 6 】

また、同図に示すごとく、八二カム構造体 1 (実施例 E 1 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 6) において、八二カム構造体 1 全体を高セル密度領域 2 a で構成したと仮定した場合の八二カム構造体の実体積を V 、八二カム構造体 1 の高セル密度領域 2 a (第 1 セル密度領域 2 1) の実体積を V_a 、低セル密度領域 2 b (第 2 セル密度領域 2 2) の実体積を V_b 、低セル密度領域 2 b (第 2 セル密度領域 2 2) とそのすぐ内側にあるセル密度領域 2 (第 1 セル密度領域 2 1) との間を隔てる境界壁 1 4 (1 4 b) の実体積を V_s とした場合に、 $V - V_a = V_b + V_s$ の関係を満たす。すなわち、 $(V - V_a) / (V_b + V_s) = 1$ の関係を満たす。

なお、各八二カム構造体 1 (実施例 E 1 ~ E 1 1、E 1 3 ~ E 1 6) の $(V - V_a) / (V_b + V_s)$ の値は、表 1、表 2 に示すとおりである。

【 0 0 4 7 】

ここで、円筒形状の八二カム構造体 1 において、実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s は、上

10

20

30

40

50

述したように、八ニカム構造体 1 の半径を R 、境界壁 14 の半径を r とし、さらに八ニカム構造体 1 の軸方向長さを L 、境界壁 14 の厚みを t_s とした場合、下記の計算式により求めることができる。なお、下記の計算式中の「OFA」とは、「Open Frontal Area」の略であり、セル 12 の開口率を表す。

$V = \pi \times R^2 \times L \times (1 - \text{高セル密度領域のOFA} / 100) \times (1 - \text{高セル密度領域の気孔率} / 100)$

$V_a = \pi \times (r - t_s / 2)^2 \times L \times (1 - \text{高セル密度領域のOFA} / 100) \times (1 - \text{高セル密度領域の気孔率} / 100)$

$V_b = \{ R^2 - (r + t_s / 2)^2 \} \times \pi \times L \times (1 - \text{低セル密度領域のOFA} / 100) \times (1 - \text{低セル密度領域の気孔率} / 100)$

$V_s = \{ \pi \times (r + t_s / 2)^2 \times L \} - \{ \pi \times (r - t_s / 2)^2 \times L \} \times (1 - \text{境界壁の気孔率} / 100)$

【0048】

次に、比較例としての八ニカム構造体 9 (比較例 C1 ~ C3) について、図を用いて説明する。

図 6、図 7 に示すごとく、比較例 C1、C2 の八ニカム構造体 9 は、上述した実施例 E1 ~ E11、E13 ~ E16 の八ニカム構造体 1 と異なり、1 つのセル密度領域 (表 1、表 2 では、第 1 セル密度領域として表示) のみで構成されている。すなわち、全体のセル密度が一定である。また、比較例 C1 の八ニカム構造体 9 (図 6) は、比較例 C2 の八ニカム構造体 9 (図 7) よりもセル密度が低い。その他の基本的な構成は、上述した実施例 E1 ~ E11、E13 ~ E16 の八ニカム構造体 1 と同様である。

【0049】

また、比較例 C3 の八ニカム構造体は、上述の実体積 V 、 V_a 、 V_b 及び V_s の関係が $(V - V_a) / (V_b + V_s) < 1$ である。その他の基本的な構成は、上述した実施例 E1 ~ E11、E13 ~ E16 の八ニカム構造体 1 と同様である。

なお、各八ニカム構造体 9 (比較例 C1 ~ C3) の隔壁の厚み (mm)、セル密度 (個 / cm^2)、気孔率 (%) 等は、表 1、表 2 に示すとおりである。

【0050】

次に、八ニカム構造体 (実施例 E1 ~ E11、E13 ~ E16、参考例 E12、比較例 C1 ~ C3) の製造方法について説明する。

八ニカム構造体を製造するに当たっては、まず、セラミックス原料を準備する。セラミックス原料の原料粉末としては、カオリン、溶融シリカ、水酸化アルミニウム、アルミナ、タルク、カーボン粒子等を含み、化学組成が重量比にて最終的に SiO_2 : 45 ~ 55%、 Al_2O_3 : 33 ~ 42%、 MgO : 12 ~ 18% となるコーゼライトを主成分とする組成となるように調整したものを用いた。この原料粉末に水、バインダ等を所定量添加し、混練することでセラミックス原料を得る。

【0051】

次いで、押出成形用金型を用いてセラミックス原料を押出成形し、八ニカム成形体を成形する。このとき、隔壁の形状に対応する形状のスリット溝を有する押出成形用金型を用いて押出成形を行う。そして、成形した八ニカム成形体をマイクロ波により乾燥させ、所望の長さに切断する。その後、八ニカム成形体を所定の温度 (例えば、最高温度: 1390 ~ 1430) で焼成する。

これにより、八ニカム構造体を得る。

【0052】

次に、各八ニカム構造体 (実施例 E1 ~ E11、E13 ~ E16、参考例 E12、比較例 C1 ~ C3) の耐熱衝撃性、排ガス浄化性能について評価を行う。以下、耐熱衝撃性、排ガス浄化性能の評価方法について説明する。

【0053】

耐熱衝撃性の評価は、図 8 に示すごとく、八ニカム構造体 1 (9) をアルミナマット 81 で巻いた状態で排気管 82 内に設置し、触媒コンバータ 8 を構成する。このとき、八ニ

10

20

30

40

50

カム構造体 1 (9) には、予め排ガス浄化用の触媒を担持させておく。触媒としては、例えば、三元触媒として貴金属である白金 (Pt)、ロジウム (Rh)、パラジウム (Pd) の少なくとも 1 種を含有し、アルミナを含有したものの、さらにセリア等の酸素吸蔵剤を含有したものを等を用いることができる。また、八ニカム構造体 1 (9) には、軸方向 X の中間位置に 2 つの熱電対 H 1、H 2 を設置しておく。一方の熱電対 H 1 は、軸方向 X に直交する断面の中心 (中心軸の位置) に設置する。他方の熱電対 H 2 は、外周から内側へ直径の 1 割に相当する距離の位置に設置する。

【 0 0 5 4 】

次いで、触媒コンバータ 8 をエンジン (V 型 8 気筒、4 . 3 L) に搭載し、W O T (W i d e o p e n t h r o t t l e) で走行する。そして、八ニカム構造体 1 (9) の中心部 (熱電対 H 1) が所定の温度 (1 0 5 0) となるようにし、その状態で所定の時間 (5 分) 維持する。その後、エンジンの回転数を落としてアイドリング状態とし、八ニカム構造体 1 (9) を急冷する。この急冷時に発生する八ニカム構造体 1 (9) の中心部 (熱電対 H 1) と外周部 (熱電対 H 2) との温度差 $T ()$ を測定する。本例では、比較例 C 2 の温度差 $T ()$ を基準とし、温度差 T 比を求める。

10

【 0 0 5 5 】

また、排ガス浄化性能の評価は、八ニカム構造体をエンジンに搭載して 1 0 万 k m 走行したのと同様に担持した触媒を劣化させた八ニカム構造体を準備し、これをエンジンの S / C (S t a r t C a t a l y s t) 位置に搭載する。また、電気炉で加熱して触媒が十分に劣化された八ニカム構造体をエンジンの U F / C (U n d e r f r o o r C a t a l y s t) 位置に搭載する。そして、所定のモード (L A 4 評価モード) で走行し、排出されるエミッション (H C、C O、N O x) 量を測定する。本例では、比較例 C 2 のエミッション量を基準とし、エミッション比を求める。

20

ここで、S / C 位置とは、エンジンからの排ガスが流通する排ガス流路において、エンジンの排気口の直後の位置 (排ガス流路の上流側の位置) である。また、U F / C 位置とは、排ガスの流路において、S / C 位置のさらに下流側の車両の床下に当たる位置 (排ガス流路の下流側の位置) である。

【 0 0 5 6 】

【表1】

(表1)

	比較例			実施例						
	C1	C2	C3	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
第1セル 密度領域	隔壁厚み(mm)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	セル密度(個/cm ²)	62.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
	気孔率(%)	33	33	33	33	33	33	33	33	33
第2セル 密度領域	隔壁厚み(mm)	-	-	0.11	0.09	0.10	0.11	0.09	0.09	0.09
	セル密度(個/cm ²)	-	-	62.0	62.0	62.0	46.5	46.5	38.8	62.0
	気孔率(%)	-	-	33	33	33	33	33	33	33
境界壁厚み(mm)	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
境界壁位置r/R	-	-	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
セル密度比Ma/Mb (V-Va)/(Vb+Vs)	-	-	1.5	1.5	1.5	2	2	2.4	1.5	3
温度差ΔT比	-	1	1.02	0.96	0.98	0.97	0.93	0.935	0.95	0.97
エミッション比	1.13	1	-	0.7	-	-	0.99	-	-	-

【表2】

	比較例			実施例				参考例				実施例			
	C1	C2	C3	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16			
第1セル 密度領域	隔壁厚み(mm)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09			
	セル密度(個/cm ²)	62.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0			
	気孔率(%)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33			
第2セル 密度領域	隔壁厚み(mm)	-	-	0.11	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09			
	セル密度(個/cm ²)	-	-	62.0	74.4	49.6	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	58.9			
	気孔率(%)	-	-	33	33	33	33	33	26	33	33	33			
第3セル 密度領域	隔壁厚み(mm)	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-	-			
	セル密度(個/cm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	気孔率(%)	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-			
境界壁厚み(mm)	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				
境界壁位置r/R	-	-	0.77	0.77	0.77	0.6	0.53	-	0.77	0.77	0.77				
セル密度比Ma/Mb (V-Va)/(Vb+Vs)	-	-	1.5	1.25	1.875	1.5	1.5	-	1.5	1.5	1.58				
温度差ΔT比	-	-	1.02	1.08	1.31	1.19	1.06	-	1.17	1.17	1.21				
エミッション比	1.13	1	-	0.85	0.92	0.67	0.69	-	-	-	-				

(表2)

【0058】

次に、耐熱衝撃性、排ガス浄化性能の評価結果を表1、表2に示す。

表1、表2からわかるように、実施例E1～E11、E13～E16の八ニカム構造体は、 $(V - Va) / (Vb + Vs) > 1$ であり、温度差ΔT比やエミッション比が1未満であった。

具体的には、実施例E1～E7、E11～E16の八ニカム構造体は、全体のセル密度

10

20

30

40

50

が一定である比較例 C 2、 $(V - V_a) / (V_b + V_s) < 1$ である比較例 C 3に比べて、温度差 T を小さくすることができ、急冷時の内外温度差を抑制することができる。また、実施例 E 1、E 4、E 8 ~ E 11のハニカム構造体は、全体のセル密度が一定である比較例 C 1、C 2に比べて、エミッション量を低減することができる。

以上の結果から、実施例 E 1 ~ E 11、E 13 ~ E 16のハニカム構造体は、耐熱衝撃性や排ガス浄化性能に優れていることがわかった。

【0059】

また、図9は、表1及び表2の結果をもとに、 $(V - V_a) / (V_b + V_s)$ の値と温度差 T 比との関係を示したものである。同図には、実施例 E 1 ~ E 7、E 11、E 13 ~ E 16、比較例 C 3の温度差 T 比がプロットされている。

同図からわかるように、 $1 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.72$ とすることにより、温度差 T を確実に小さくする（温度差 T 比を1未満とする）ことができ、耐熱衝撃性を高めることができる。特に、実施例 E 4、E 5、E 15、E 16のように $1.2 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.63$ とすることにより、さらには実施例 E 4、E 5、E 15のように、 $1.2 < (V - V_a) / (V_b + V_s) < 1.58$ とすることにより、その効果をより一層高めることができる。

【0060】

また、図10は、表1及び表2の結果をもとに、セル密度比 M_a / M_b とエミッション比との関係を示したものである。同図には、実施例 E 1、E 4、E 8、E 9、比較例 C 2のエミッション比がプロットされている。ここで、比較例 C 2は、セル密度比 $M_a / M_b = 1$ としている。

同図からわかるように、 $1 < M_a / M_b < 2$ とすることにより、エミッション量を確実に低減する（エミッション比を1未満とする）ことができ、排ガス浄化性能を高めることができる。また、 $1.25 < M_a / M_b < 1.5$ とすることにより、エミッション量をより低減することができ、排ガス浄化性能をさらに高めることができる。

【0061】

また、図11は、ハニカム構造体の中心からの距離と流速との関係を示したものである。同図には、実施例 E 1、E 8、E 9、比較例 C 2の流速比がプロットされている。

ここで、流速の測定方法について説明する。図8を参照のごとく、排ガス浄化用の触媒を担持したハニカム構造体1(9)をアルミナマット81で巻いた状態で排気管82内に設置し、触媒コンバータ8を構成する。また、ハニカム構造体の下流側には、流速計(図示略)を設置しておく。次いで、ハニカム構造体1(9)に所定量の空気を流通させ、ハニカム構造体1(9)を通過した直後の空気の流速を流速計にて測定する。

同図からわかるように、実施例 E 1、E 8、E 9のハニカム構造体は、セル密度比 M_a / M_b の調整により、比較例 C 2のハニカム構造体に比べて内側と外側とにおける流速のばらつきを小さくすることができる。すなわち、流速分布をより均一化することができる。これにより、エミッション量を低減し、排ガス浄化性能を高めることができる。

【0062】

また、図12は、表1及び表2の結果をもとに、境界壁位置 r / R とエミッション比との関係を示したものである。同図には、実施例 E 1、E 10、E 11、比較例 C 1、C 2のエミッション比がプロットされている。ここで、比較例 C 1は、実施例 E 1、E 10、E 11とセル密度が異なるため、境界壁位置 $r / R = 0$ としている。また、比較例 C 2は、実施例 E 1、E 10、E 11とセル密度が同じであるため、境界壁位置 $r / R = 1$ としている。

同図からわかるように、 $0.2 < r / R < 1$ とすることにより、エミッション量を確実に低減する（エミッション比を1未満とする）ことができ、排ガス浄化性能を高めることができる。また、 $0.5 < r / R < 0.8$ とすることにより、エミッション量をより低減することができ、排ガス浄化性能をさらに高めることができる。

【符号の説明】

【0063】

10

20

30

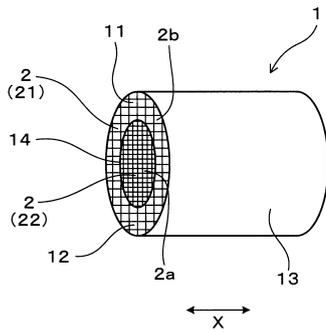
40

50

- 1 八二カム構造体
- 1 1 隔壁
- 1 2 セル
- 1 4 境界壁
- 2 セル密度領域
- 2 a 高セル密度領域
- 2 b 低セル密度領域

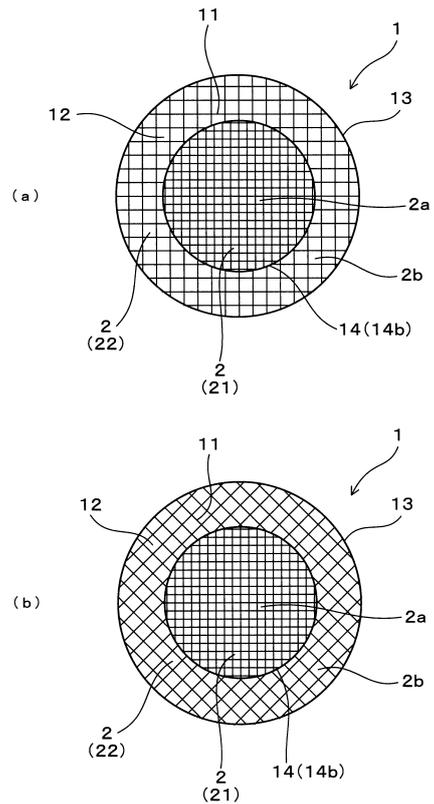
【図1】

(図1)



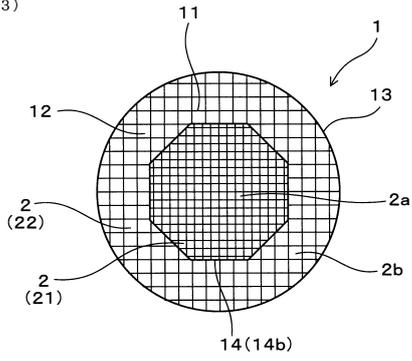
【図2】

(図2)



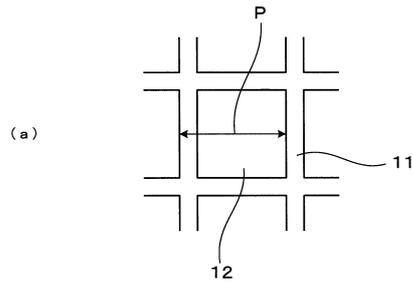
【図3】

(図3)



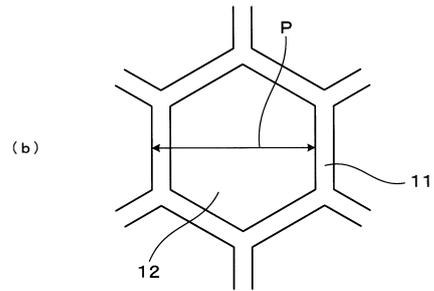
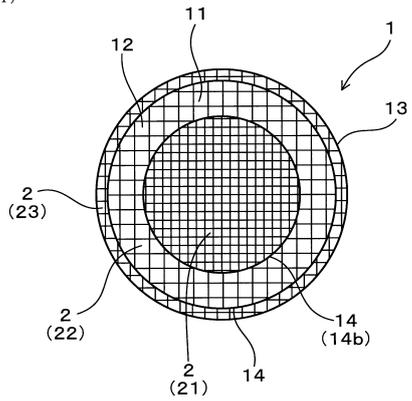
【図5】

(図5)



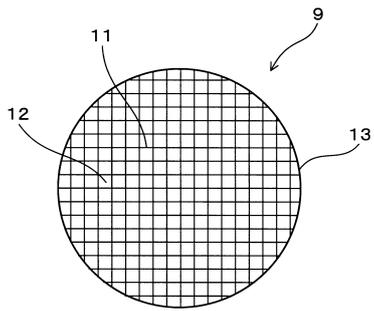
【図4】

(図4)



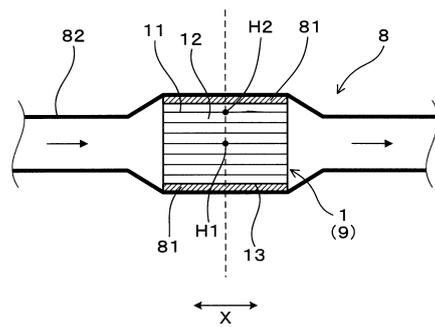
【図6】

(図6)



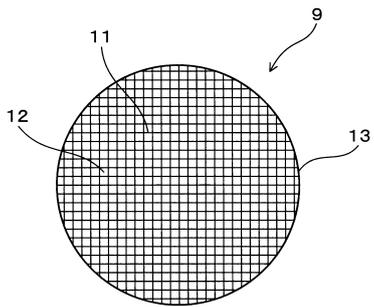
【図8】

(図8)



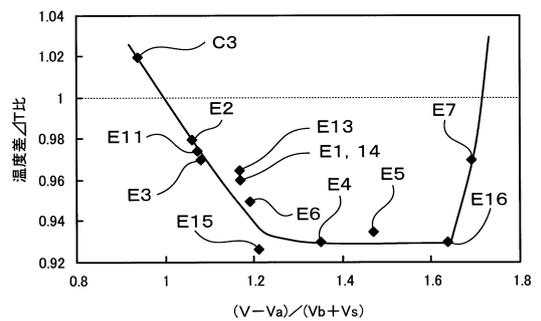
【図7】

(図7)



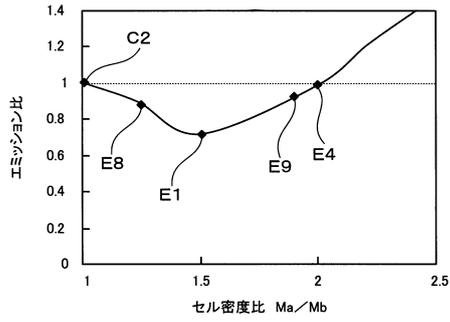
【図9】

(図9)



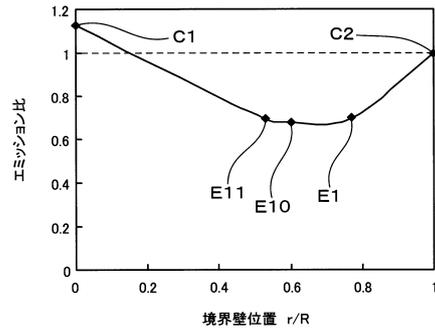
【 図 1 0 】

(図 1 0)



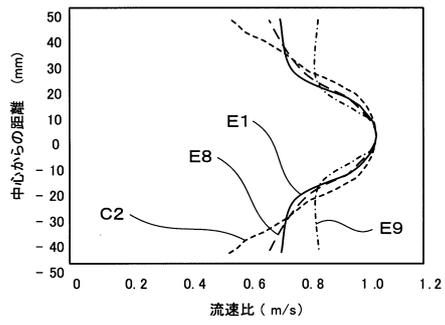
【 図 1 2 】

(図 1 2)



【 図 1 1 】

(図 1 1)



フロントページの続き

- (72)発明者 松原 浩之
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 久野 央志
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 鈴木 宏昌
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 磯部 香

- (56)参考文献 特開2008-018370(JP,A)
特開2002-177794(JP,A)
特開平04-332604(JP,A)
特開2003-254034(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| B01J | 35/04 |
| B01D | 53/94 |
| F01N | 3/28 |