

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6797147号
(P6797147)

(45) 発行日 令和2年12月9日(2020.12.9)

(24) 登録日 令和2年11月19日(2020.11.19)

(51) Int.Cl.

F 1

B28B 3/20 (2006.01)

B 28 B 3/20

E

C04B 38/00 (2006.01)

C 04 B 38/00

303

C04B 38/06 (2006.01)

C 04 B 38/06

D

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願2018-60715 (P2018-60715)

(22) 出願日

平成30年3月27日 (2018.3.27)

(65) 公開番号

特開2019-171624 (P2019-171624A)

(43) 公開日

令和1年10月10日 (2019.10.10)

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 110000523

アクシス国際特許業務法人

(72) 発明者 北口 ダニエル勇吉

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 康平

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 松本 章大朗

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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハニカム成形体及びハニカム構造体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

隔壁によって区画形成され、第一底面から第二底面まで延びて流路を形成する複数の矩形セルを有する柱状ハニカム構造部と、

前記隔壁が外周壁で被覆された外周部分 X 及び前記隔壁が露出した外周部分 Y を有する外周部と、

を備えたセラミックス原料を含有するハニカム成形体であって、

該ハニカム成形体を高さ方向に垂直な断面で観察したときに、当該断面の重心に最も近い位置に重心が存在する矩形セルの重心から当該矩形セルの四つの頂点を通って外周に向かって延ばした四本の直線をそれぞれ直線 A、直線 B、直線 C 及び直線 D とすると、以下の四つの条件を満たす断面部分を有するハニカム成形体。

- ・ 外周部分 Y は、直線 A と外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 % 以上 14 % 以下の長さ部分 L_A と、直線 B と外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 % 以上 14 % 以下の長さ部分 L_B と、直線 C と外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 % 以上 14 % 以下の長さ部分 L_C と、直線 D と外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 % 以上 14 % 以下の長さ部分 L_D の互いに離れた四つの部分に亘って配設されている。

- ・ 外周部分 X は外周部分 Y と交互に外周方向に配設されている。

- ・ 外周部分 X は外周部分 Y との境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテーパ

10

20

一部を有する。

・テー¹パー部においては、外周壁の厚みが半減するまでに外周方向に平均セルピッチの1倍以上の長さを要する。

【請求項 2】

前記四つの条件を満たす断面部分は、第一底面からハニカム成形体の高さ方向に、ハニカム成形体の高さの10%以上の長さに亘る第一断面部分と、第二底面からハニカム成形体の高さ方向に、ハニカム成形体の高さの10%以上の長さに亘る第二断面部分とを含む請求項1に記載のハニカム成形体。

【請求項 3】

前記四つの条件を満たす断面部分は、ハニカム成形体の高さ方向全体に亘る請求項1に記載のハニカム成形体。 10

【請求項 4】

テー¹パー部を除く外周壁の平均厚みが1.5mm以下である請求項1～3の何れか一項に記載のハニカム成形体。

【請求項 5】

外周部分Yについて、
長さ部分L_Aは、直線Aと外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、
長さ部分L_Bは、直線Bと外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、
長さ部分L_Cは、直線Cと外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、
長さ部分L_Dは、直線Dと外周部の交点部分を中心として対称に形成されている、
請求項1～4の何れか一項に記載のハニカム成形体。 20

【請求項 6】

矩形セルは正方形セルである請求項1～5の何れか一項に記載のハニカム成形体。

【請求項 7】

ハニカム成形体は円柱状である請求項1～6の何れか一項に記載のハニカム成形体。

【請求項 8】

前記複数の矩形セルは、第一底面から第二底面まで延び、第一底面が開口して第二底面が目封止された第1セルと、第1セルに隔壁を挟んで隣接し、第一底面から第二底面まで延び、第一底面が目封止されて第二底面が開口する第2セルとを含む請求項1～7の何れか一項に記載のハニカム成形体。 30

【請求項 9】

請求項1～8の何れか一項に記載のハニカム成形体を焼成してハニカム焼成体を作製する工程と、

ハニカム焼成体の外周壁を研削して研削ハニカム焼成体を作製する工程と、

研削ハニカム焼成体の外周に外周コート壁を形成する工程と、
を含むハニカム構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はハニカム成形体に関する。また、本発明はハニカム成形体の焼成工程を経て作製するハニカム構造体の製造方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

自動車のエンジンに代表される内燃機関から排出される排ガスには、煤等の粒子状物質(PM)、窒素酸化物(NO_x)、可溶性有機成分(SOF)、炭化水素(HC)及び一酸化炭素(CO)等の汚染物質が含まれている。このため、従来、内燃機関の排ガス系統には、汚染物質に応じて適切な触媒(酸化触媒、還元触媒、三元触媒等)を担持した柱状のハニカム構造を有するハニカム構造体が多用されてきた。

【0003】

ハニカム構造体は、ハニカム成形体を焼成する工程を経て製造されるのが一般的である 50

。従来、ハニカム構造体の製造工程において、ハニカム成形体を焼成したときに、外周壁から進展するクラック（「切れ」と呼ぶ場合もある）が発生するという問題が生じることがあった。クラックの問題はハニカム構造体が大型化するにつれて顕著となっていた。

【0004】

このようなクラックの問題に対して、国際公開第2009/035049号（特許文献1）では、ハニカム成形体の中心軸方向に垂直な断面において、中心から一の隔壁に沿って前記外周壁に向かう方向を「0°方向」とし、前記0°方向に延びる直線が前記外周壁と交わる部分を「0°方向部分」としたときに、前記外周壁の、前記「0°方向」を基準としたときの「45°方向部分」を含む幅10~100mmの範囲に、外周壁が研削された研削部分を有するハニカム成形体を焼成することを含むハニカム構造体の製造方法が提案されている。当該ハニカム成形体を使用すると、応力（引張応力）が集中し易い「45°方向部分」の外周壁を除去することになるため、大型のハニカム構造体を製造する場合であっても、外周壁の「45°方向部分」付近の応力集中がなくなり、焼成時に外周壁の応力集中によりクラックが発生することを抑制することが可能となるとされている。10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2009/035049号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、ハニカム構造体製造時の歩留まり向上が更に求められている。特許文献1に記載の技術によれば、焼成時のクラックが抑制されるものの、未だ改善の余地は残されている。20

【0007】

本発明は上記事情に鑑みて創作されたものであり、一実施形態において、焼成時にクラックの発生を更に抑制可能なハニカム成形体を提供することを課題とする。また、本発明は別一実施形態において、そのようなハニカム成形体を用いたハニカム構造体の製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者は上記課題を解決すべく鋭意検討したところ、外周壁の研削部分と外周壁の非研削部分の境界に直角に近い段差が存在すると、当該境界に応力が集中し、そこを起点としてクラックが発生しやすいことを見出した。そこで、外周壁の研削部分と外周壁の非研削部分の境界には、外周壁の非研削部分から外周壁の研削部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテーパー部を設けると、クラックの発生が有意に抑制されることを見出した。本発明は上記知見に基づき完成したものであり、以下に例示される。

【0009】

[1]

隔壁によって区画形成され、第一底面から第二底面まで延びて流路を形成する複数の矩形セルを有する柱状ハニカム構造部と、40

前記隔壁が外周壁で被覆された外周部分X及び前記隔壁が露出した外周部分Yを有する外周部と、

を備えたセラミックス原料を含有するハニカム成形体であって、

該ハニカム成形体を高さ方向に垂直な断面で観察したときに、当該断面の重心に最も近い位置に重心が存在する矩形セルの重心から当該矩形セルの四つの頂点を通って外周に向かって延ばした四本の直線をそれぞれ直線A、直線B、直線C及び直線Dとすると、以下の四つの条件を満たす断面部分を有するハニカム成形体。

・外周部分Yは、直線Aと外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分L_Aと、直線Bと外周部の交点部分を含む、50

外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 %以上 14 %以下の長さ部分 L_B と、直線 C と外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 %以上 14 %以下の長さ部分 L_C と、直線 D と外周部の交点部分を含む、外周壁が存在しないと仮定したときの外周長さの 3 %以上 14 %以下の長さ部分 L_D の四つの部分に亘って配設されている。

- ・外周部分 X は外周部分 Y と交互に外周方向に配設されている。
- ・外周部分 X は外周部分 Y との境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテープ一部を有する。
- ・テープ一部においては、外周壁の厚みが半減するまでに外周方向に平均セルピッチの 1 倍以上の長さを要する。

[2]

前記四つの条件を満たす断面部分は、第一底面からハニカム成形体の高さ方向に、ハニカム成形体の高さの 10 %以上の長さに亘る第一断面部分と、第二底面からハニカム成形体の高さ方向に、ハニカム成形体の高さの 10 %以上の長さに亘る第二断面部分とを含む [1] に記載のハニカム成形体。

[3]

前記四つの条件を満たす断面部分は、ハニカム成形体の高さ方向全体に亘る [1] に記載のハニカム成形体。

[4]

テープ一部を除く外周壁の平均厚みが 1.5 mm 以下である [1] ~ [3] の何れか一項に記載のハニカム成形体。

[5]

外周部分 Y について、

長さ部分 L_A は、直線 A と外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、長さ部分 L_B は、直線 B と外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、長さ部分 L_C は、直線 C と外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、長さ部分 L_D は、直線 D と外周部の交点部分を中心として対称に形成されている、

[1] ~ [4] の何れか一項に記載のハニカム成形体。

[6]

矩形セルは正方形セルである [1] ~ [5] の何れか一項に記載のハニカム成形体。

[7]

ハニカム成形体は円柱状である [1] ~ [6] の何れか一項に記載のハニカム成形体。

[8]

前記複数の矩形セルは、第一底面から第二底面まで延び、第一底面が開口して第二底面が目封止された第 1 セルと、第 1 セルに隔壁を挟んで隣接し、第一底面から第二底面まで延び、第一底面が目封止されて第二底面が開口する第 2 セルとを含む [1] ~ [7] の何れか一項に記載のハニカム成形体。

[9]

[1] ~ [8] の何れか一項に記載のハニカム成形体を焼成してハニカム焼成体を作製する工程と、

ハニカム焼成体の外周壁を研削して研削ハニカム焼成体を作製する工程と、

研削ハニカム焼成体の外周に外周コート壁を形成する工程と、
を含むハニカム構造体の製造方法。

【発明の効果】

【0010】

本発明の一実施形態に係るハニカム成形体によれば、焼成時にクラックが発生しにくい。これにより、ハニカム成形体を焼成する工程を経て製造されるハニカム構造体の歩留まりが向上するという工業上有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第一実施形態に係るハニカム成形体の模式的な斜視図である。

【図2】本発明の第二実施形態に係るハニカム成形体の模式的な斜視図である。

【図3-1】第一実施形態及び第二実施形態に共通するハニカム成形体の高さ方向（セルの延びる方向）に垂直なA-A断面図の模式図である。

【図3-2】図3-1の部分拡大図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るハニカム成形体の高さ方向（セルの延びる方向）に平行な断面の模式図である。

【図5】本発明の別の一実施形態に係るハニカム成形体の高さ方向（セルの延びる方向）に平行な断面の模式図である。

【図6】外周壁の形成を妨げる突起部を有する治具の模式図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

次に本発明の実施形態を図面を参照しながら詳細に説明する。本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、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、適宜設計の変更、改良等が加えられることが理解されるべきである。

【0013】

(1) ハニカム成形体)

図1には、本発明の第一実施形態に係るハニカム成形体の模式的な斜視図が示されている。図2には、本発明の第二実施形態に係るハニカム成形体の模式的な斜視図が示されている。図3-1には、第一実施形態及び第二実施形態に共通するハニカム成形体の高さ方向（セルの延びる方向）に垂直なA-A断面図の模式図が示されている。図3-2には、図3-1の部分拡大図が示されている。

20

【0014】

図1及び図2を参照すると、第一実施形態に係るハニカム成形体100及び第二実施形態に係るハニカム成形体200は、隔壁112によって区画形成され、第一底面114から第二底面116まで延びて流路を形成する複数の矩形セル118を有する柱状ハニカム構造部110と、

前記隔壁112が外周壁122で被覆された外周部分X及び前記隔壁112が露出した外周部分Yを有する外周部120と、

を備える。

30

【0015】

矩形セルとは、ハニカム成形体の高さ方向（セルの延びる方向）に直交する断面におけるセルの形状が矩形であることを意味する。一実施形態においては、ハニカム成形体が有するセルのうち、半数以上が矩形セルである。別の一実施形態においては、ハニカム成形体が有するセルのうち、70%以上の数のセルが矩形セルである。更に別の一実施形態においては、ハニカム成形体が有するセルのうち、90%以上の数のセルが矩形セルである。更に別の一実施形態においては、ハニカム成形体が有するセルのうち、95%以上の数のセルが矩形セルである。本発明が矩形セルを対象としているのは、クラックの発生は矩形セルの場合に発生しやすいからである。本発明によれば、矩形セルを有するハニカム成形体においてクラックの発生を効果的に抑制することができる。

40

【0016】

矩形セルの総数うち、半数以上を正方形セルとしてもよく、70%以上を正方形セルとしてもよく、90%以上を正方形セルとしてもよく、すべてを正方形としてもよい。

【0017】

(1-1) 外周構造)

ハニカム成形体100、200は、その高さ方向に垂直な断面で観察し、図3-1に示すように、当該断面の重心に最も近い位置に重心が存在する矩形セルの重心Oから当該矩形セルの四つの頂点を通って外周に向かって延ばした四本の直線をそれぞれ直線A、直線B、直線C及び直線Dとすると、以下の四つの条件を満たす断面部分を有する。

(1) 外周部分Yは、直線Aと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しな

50

いと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_A と、直線Bと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_B と、直線Cと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_C と、直線Dと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_D の四つの部分に亘って配設されている。

(2) 外周部分Xは外周部分Yと交互に外周方向に配設されている。

(3) 外周部分Xは外周部分Yとの境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテー¹⁰パー部124を有する。

(4) テー¹⁰パー部124においては、外周壁122の厚みが半減するまでに外周方向に平均セルピッチの1倍以上の長さを要する。

【0018】

条件(1)によれば、外周部分Yは、直線Aと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_A と、直線Bと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_B と、直線Cと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_C と、直線Dと外周部120の交点部分を含む、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上14%以下の長さ部分 L_D の四つの部分に亘って配設されている。²⁰

【0019】

直線A、直線B、直線C及び直線Dがそれぞれ外周部120と交わる交点付近は、ハニカム成形体の焼成時にクラックが発生しやすい。理論によって本発明が限定されることを意図するものではないが、これらの交点付近において外周壁122が存在しないことで焼成時に発生する応力が緩和されるので、クラックの発生が抑制されると考えられる。クラックの発生を効果的に抑制するという観点から、 L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D はそれぞれ、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの3%以上の長さであることが好ましく、4%以上の長さであることがより好ましく、5%以上の長さであることが更により好ましい。但し、外周壁122の存在しない領域が広がりすぎると、ハニカム成形体を切断等の加工する際及び/又は搬送する際に固定のためにチャックすることが難しくなる。外周壁122の存在しない領域をチャックするとハニカム成形体に潰れが生じやすいからである。そこで、 L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D はそれぞれ、外周壁122が存在しないと仮定したときの外周長さの14%以下の長さであることが好ましく、10%以下の長さであることがより好ましく、8%以下の長さであることが更により好ましい。³⁰

【0020】

ハニカム成形体の均質性の観点から、外周部分Yについて、長さ部分 L_A は、直線Aと外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、長さ部分 L_B は、直線Bと外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、長さ部分 L_C は、直線Cと外周部の交点部分を中心として対称に形成されており、長さ部分 L_D は、直線Dと外周部の交点部分を中心として対称に形成されていることが好ましい。⁴⁰

【0021】

外周部分Yを構成する四つの長さ部分 L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D はそれぞれ異なる長さを有していてもよいが、等しいことがハニカム成形体の均質性の観点から好ましい。従って、好ましい一実施形態によれば、 $0.8 L_B / L_A = 1.2$ 、 $0.8 L_C / L_A = 1.2$ 、及び $0.8 L_D / L_A = 1.2$ が同時に成立し、より好ましい実施形態においては、 $0.9 L_B / L_A = 1.1$ 、 $0.9 L_C / L_A = 1.1$ 、及び $0.9 L_D / L_A = 1.1$ が同時に成立し、更により好ましい実施形態においては、 $L_A = L_B = L_C = L_D$ が成立する。

【0022】

条件(2)によれば、外周部分Xは外周部分Yと交互に外周方向に配設されている。先述したように、外周部分Yは、外周方向に延びる L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D の四つの部分に亘⁵⁰

って配設されている。隣り合う二つの外周部分Yの間に外周部分Xが配設されることで、外周部分Xと外周部分Yの境界部分にテーパー部124を設ける意義が生まれる。

【0023】

外周部分Xと外周部分Yが交互に配設されていることは、外周部分Xも外周方向に延びる四つの部分に亘って配設されることを意味する。一実施形態によれば、外周部分Xは、ハニカム成形体100、200を高さ方向に垂直な断面で観察したときに、ハニカム成形体100、200の重心を挟んで対向する二対の外周部分Xを形成することができる。この場合、対向する二対の外周部分Xのうち、一对又は二対の外周部分Xを挟持することでハニカム成形体を潰れなどの不具合なく容易にチャックすることができる。

【0024】

外周部分Yを構成する四つの長さ部分 L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D は、外周部分Xを挟んでそれぞれ異なる間隔で配設されていてもよいが、等しい間隔で配設されているほうがハニカム成形体の均質性の観点から好ましい。従って、 L_A と L_B の間の外周方向に沿った間隔を D_{AB} とし、 L_B と L_C の間の外周方向に沿った間隔を D_{BC} とし、 L_C と L_D の間の外周方向に沿った間隔を D_{CD} とし、 L_D と L_A の間の外周方向に沿った間隔を D_{DA} とすると、好ましい一実施形態によれば、 $0.8 D_{BC} / D_{AB} = 1.2$ 、 $0.8 D_{CD} / D_{AB} = 1.2$ 、及び $0.8 D_{DA} / D_{AB} = 1.2$ が同時に成立し、より好ましい実施形態においては、 $0.9 D_{BC} / D_{AB} = 1.1$ 、 $0.9 D_{CD} / D_{AB} = 1.1$ 、及び $0.9 D_{DA} / D_{AB} = 1.1$ が同時に成立し、更により好ましい実施形態においては、 $D_{AB} = D_{BC} = D_{CD} = D_{DA}$ が成立する。

10

【0025】

条件(3)によれば、外周部分Xは外周部分Yとの境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテーパー部124を有する。外周部分Xがテーパー部124を有することにより、ハニカム成形体の焼成時におけるクラックの発生を有意に抑制可能である。先述したように、外周部分Xは外周方向に延びる四つの部分に亘って配設されるが、クラックの発生を効果的に抑制するために、各部分の外周方向両端がテーパー部124を有することが好ましい。

【0026】

条件(4)によれば、テーパー部124においては、外周壁122の厚みが半減するまでに外周方向に平均セルピッチの1倍以上の長さを要する。テーパー部124においては、外周壁122の厚みが半減するまでに外周方向に平均セルピッチの1.5倍以上の長さを要することが好ましく、2.0倍以上の長さを要することがより好ましい。テーパー部124においては、厚みが急激に減少するのではなく、外周部分Yとの境界部分に近づくにつれて徐々に厚みが減少するほうが、クラックの発生を抑制する効果が高いからである。テーパー部124において、外周壁122の厚みが半減するまでの外周方向の長さに上限は特に設定されないが、ハニカム成形体を切断等の加工する際及び/又は搬送する際に固定のためにチャックしやすくするという観点からは、外周壁122の厚みが半減するまでに外周方向に平均セルピッチの20倍以下の長さを要するのが好ましく、10倍以下の長さを要するのがより好ましい。

30

【0027】

ハニカム成形体の平均セルピッチは、特に制限はない。しかしながら、ハニカム構造体に流体を流した時の圧力損失を小さくするという観点からは、平均セルピッチが1.0mm以上であることが好ましく、1.2mm以上であることがより好ましく、1.3mm以上であることが更により好ましい。但し、隔壁の表面積を大きくして捕集面積を大きくし、また、パティキュレート堆積時の圧力損失上昇を抑えるという観点からは、平均セルピッチは3.0mm以下であることが好ましく、2.5mm以下であることがより好ましく、2.0mm以下であることが更により好ましい。

40

【0028】

本明細書において、平均セルピッチとは、以下の計算によって求められる値を指す。まず、ハニカム成形体の外周壁を除く部分の底面積をセルの数(埋まった不完全セル除く)

50

で割り、1セル当たりの面積を算出する。次いで、1セル当たりの面積の平方根を算出し、これを平均セルピッチとする。

【0029】

図3-1、図3-2には、ハニカム成形体100、200を高さ方向に垂直な断面で観察したときの、テーパー部124における、外周壁122の厚みが半減するまでの外周方向の長さの測定方法が図示されている。本明細書において、外周壁122の厚みは、当該断面観察において、ハニカム成形体100、200の重心に最も近い位置に重心が存在する矩形セルの重心Oから外周壁122に向かって引いた直線Mが、外周壁122を通過する部分の長さを指す(図3-1参照)。なお、外周壁122に隣接するセル118の中には、内部が埋まって外周壁122との境界が不明確なものが存在することがあるが、そのような箇所は厚みの測定個所から除外する。

10

【0030】

図3-2を参照すると、上記の外周壁122の定義に従い、テーパー部124の始点である外周壁122の厚みTの外表面地点と、外周壁122の厚みが半減してT/2となる外表面地点が特定可能である。次いで、当該2地点間のテーパー部124の外周に沿った長さSを測定し、この長さSを、テーパー部124における、外周壁122の厚みが半減するまでの外周方向の長さとする。

【0031】

クラックの発生を抑制するという観点からは、テーパー部124を除く外周壁122の平均厚みは薄いほうが好ましい。具体的には、テーパー部124を除く外周壁122の平均厚みは1.5mm以下であることが好ましく、1.3mm以下であることがより好ましく、1.1mm以下であることが更により好ましい。クラックの発生を抑制するという観点からは、テーパー部124を除く外周壁122の平均厚みには下限は特に設定されないが、ハニカム成形体を切断等の加工する際及び/又は搬送する際に固定のためにチャックしやすくする観点からは、0.2mm以上であることが好ましく、0.3mm以上であることがより好ましく、0.4mm以上であることが更により好ましい。

20

【0032】

ハニカム成形体の焼成時に発生するクラックは、底面側から進展しやすい。このため、上記の四つの条件を満たす断面部分は、ハニカム成形体の両底面付近に設けることが好ましい。従って、第一実施形態に係るハニカム成形体100は、第一底面114からハニカム成形体100の高さ方向(セルの延びる方向)に、ハニカム成形体100の高さの10%以上、好ましくは20%以上、より好ましくは30%以上の長さに亘る第一断面部分と、第二底面116からハニカム成形体100の高さ方向に、ハニカム成形体100の高さの10%以上、好ましくは20%以上、より好ましくは30%以上の長さに亘る第二断面部分が前記四つの条件を満たす。クラックの発生をより効果的に抑制するという観点からは、第二実施形態に係るハニカム成形体200のように、前記四つの条件を満たす断面部分がハニカム成形体200の高さ方向全体に亘ることが更により好ましい。

30

【0033】

(1-2. 内部構造)

図4には、本発明の一実施形態に係るハニカム成形体400の高さ方向(セルの延びる方向)に平行な断面の模式図が示されている。図5には、本発明の別の一実施形態に係るハニカム成形体500の高さ方向(セルの延びる方向)に平行な断面の模式図が示されている。

40

【0034】

図4の実施形態に係るハニカム成形体400は、外周壁102と、外周壁102の内側に配設され、流体の入口を有する第一底面114から流体の出口を有する第二底面116まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁112を備えた柱状のハニカム成形体である。本実施形態に係るハニカム成形体400は、各セルの両端が第一底面114及び第二底面116に対して開口したフロースルー型であり、セルの入口から流入した流体はそのまま当該セルの出口から流出することができる。

50

【0035】

図5の実施形態に係るハニカム成形体500は、図4の実施形態に係る触媒担体用ハニカム構造体と同様に、流体の入口を有する第一底面114から流体の出口を有する第二底面116まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁112を備えた柱状のハニカム成形体である。但し、本実施形態に係るハニカム成形体500は、一端が開口しており他端が目封止されたセルを有するウォールフロー型である点で、図4の実施形態とは異なる。

【0036】

具体的には、図5の実施形態に係るハニカム成形体500は、外周壁102と、外周壁102の内側に配設され、第一底面114から第二底面116まで延び、第一底面114が開口して第二底面116が目封止された複数の第1セル118aと、外周壁102の内側に配設され、第一底面114から第二底面116まで延び、第一底面114が目封止されて第二底面116が開口する複数の第2セル118bとを備える。また、このハニカム成形体500は、第1セル118a及び第2セル118bを区画形成する隔壁112を備えており、第1セル118a及び第2セル118bが隔壁112を挟んで隣接配置されている。図5の実施形態に係るハニカム成形体500においては、すべての第1セル118aが第2セル118bに隣接しており、すべての第2セル118bが第1セル118aに隣接している。しかしながら、必ずしもすべての第1セル118aが第2セル118bに隣接していないなくてもよく、必ずしもすべての第2セル118bが第1セル118aに隣接していないてもよい。

【0037】

隔壁112の厚みは特に制限はない。しかしながら、ハニカム成形体の強度を高めるという観点から、隔壁の厚みは0.05mm以上であることが好ましく、0.07mm以上であることがより好ましく、0.1mm以上であることが更により好ましい。また、隔壁112の厚みは圧力損失を抑制するという観点から0.5mm以下であることが好ましく、0.45mm以下であることがより好ましく、0.4mm以下であることが更により好ましい。

【0038】

隔壁112の厚みは、ハニカム成形体を高さ方向に垂直な断面で観察したとき、隣り合う二つのセルに挟まれた隔壁についての、これらのセルの重心同士を結ぶ方向の隔壁の長さを指す。

【0039】

ハニカム成形体の高さ方向（セルの延びる方向）の長さは、特に制限はない。しかしながら、長い方が触媒担持量を増やすことができる一方で、長すぎると耐熱衝撃性が低下するため、50～450mmであることが好ましく、60～400mmであることがより好ましく、70～360mmであることが更により好ましい。

【0040】

(1-3. 外形)

ハニカム成形体の外形は柱状である限り特に限定されず、例えば、底面が円形の柱状（円柱形状）、底面がオーバル形状の柱状、底面が多角形（四角形、五角形、六角形、七角形、八角形等）の柱状等の形状とすることができる。

【0041】

ハニカム成形体の大きさは特に制限はない。しかしながら、大型のハニカム構造体を作製する場合に、クラックが発生し易いので、本発明のハニカム成形体を効果的に用いることができる。そのような大型のハニカム構造体を作製する場合のハニカム成形体の底面積は、例えば200cm²以上であり、280cm²以上とすることもでき、360cm²以上とすることもできる。但し、底面積は、過度に大きいと耐熱衝撃性が低下するため、1000cm²以下であるのが好ましく、860cm²以下であるのがより好ましい。

【0042】

(1-4. ハニカム成形体の製法)

ハニカム成形体は例えば、セラミックス原料、分散媒、造孔材及びバインダを含有する

10

20

30

40

50

原料組成物を混練して坯土を形成した後、坯土を押出成形することにより製造可能である。原料組成物中には分散剤等の添加剤を必要に応じて配合することができる。押出成形に際しては、所望の全体形状、セル形状、隔壁厚み、セル密度等を有する口金を用いることができる。

【0043】

隔壁が露出した外周部分Yは、ハニカム成形体を成形しながら形成してもよいし、ハニカム成形体を成形した後、焼成前に、形成してもよい。しかしながら、工程設計（手間）の理由により、外周部分Yはハニカム成形体の成形中に形成するのが好ましい。ハニカム成形体を成形しながら外周部分Yを形成する方法としては、押出成形用の口金の上流側に、外周壁の形成を妨げる突起部を有する治具を設置して、ハニカム成形体を押出成形する方法が挙げられる。¹⁰ 図6には、そのような治具600の模式図が例示されている。治具600は、環状枠602と、環状枠の内周側に突出する複数の突起部604を備える。押出成形時に治具600の環状枠602内を坯土が通過すると、突起部604により坯土の流れが妨げられて、その部分は隔壁が露出した外周部分Yが形成される。この方法によれば、図2に示すような、ハニカム成形体の高さ方向全体に亘る外周部分Yを作製可能である。

【0044】

セラミックス原料は、焼成後に残存し、セラミックスとしてハニカム構造体の骨格を構成する部分の原料である。セラミックス原料は例えれば粉末の形態で提供することができる。セラミックス原料としては、コーディライト、ムライト、ジルコン、チタン酸アルミニウム、炭化珪素、珪素-炭化珪素複合材、窒化珪素、ジルコニア、スピネル、インディアライト、サフィリン、コランダム、チタニア等のセラミックスを得るために原料が挙げられる。具体的には、限定的ではないが、シリカ、タルク、水酸化アルミニウム、アルミナ、カオリン、蛇紋石、パイロフェライト、ブルーサイト、ベーマイト、ムライト、マグネサイト等が挙げられる。セラミックス原料は、1種類を単独で使用するものであっても、²⁰ 2種類以上を組み合わせて使用するものであってもよい。DPF及びGPF等のフィルタ用途の場合、セラミックスとしてコーディライト、炭化珪素又は珪素-炭化珪素複合材を好適に使用することができる。

【0045】

造孔材としては、焼成後に気孔となるものであれば、特に限定されず、例えば、小麦粉、澱粉、発泡樹脂、吸水性樹脂、シリカゲル、炭素（例：グラファイト、コークス）、セラミックバルーン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリプロピレン、ナイロン、ポリエチル、アクリル、フェノール、発泡済発泡樹脂、未発泡発泡樹脂等を挙げることができる。³⁰ 造孔材は、1種類を単独で使用するものであっても、2種類以上を組み合わせて使用するものであってもよい。造孔材の含有量は、ハニカム構造体の気孔率を高めるという観点からは、セラミックス原料100質量部に対して0.5質量部以上であることが好ましく、2質量部以上であるのがより好ましく、3質量部であるのが更により好ましい。造孔材の含有量は、ハニカム構造体の強度を確保するという観点からは、セラミックス原料100質量部に対して10質量部以下であることが好ましく、7質量部以下であるのがより好ましく、4質量部以下であるのが更により好ましい。⁴⁰

【0046】

バインダとしては、メチルセルロース、ヒドロキシプロポキシセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール等の有機バインダを例示することができる。特に、メチルセルロース及びヒドロキシプロポキシセルロースを併用することが好適である。また、バインダの含有量は、ハニカム成形体の強度を高めるという観点から、セラミックス原料100質量部に対して4質量部以上であることが好ましく、5質量部以上であるのがより好ましく、6質量部以上であるのが更により好ましい。バインダの含有量は、焼成工程での異常発熱によるキレ発生を抑制する観点から、セラミックス原料100質量部に対して9質量部以下であることが好ましく、8質量部以下であるのがより好ましく、7質量部以下であるのが更により好ましい。バインダは⁵⁰

、1種類を単独で使用するものであっても、2種類以上を組み合わせて使用するものであつてもよい。

【0047】

分散剤には、エチレングリコール、デキストリン、脂肪酸石鹼、ポリアルコール等の界面活性剤を用いることができる。分散剤は、1種類を単独で使用するものであっても、2種類以上を組み合わせて使用するものであつてもよい。分散剤の含有量は、セラミックス原料100質量部に対して0~2質量部であることが好ましい。

【0048】

分散媒としては、水、又は水とアルコール等の有機溶媒との混合溶媒等を挙げができるが、特に水を好適に用いることができる。

10

【0049】

乾燥工程が実施される前のハニカム成形体の水の含有量は、セラミックス原料100質量部に対して、20~90質量部であることが好ましく、60~85質量部であることがより好ましく、70~80質量部であることが更により好ましい。ハニカム成形体の水の含有量が、セラミックス原料100質量部に対して、20質量部以上であることで、ハニカム成形体の品質が安定しやすいという利点が得られやすい。ハニカム成形体の水の含有量が、セラミックス原料100質量部に対して、90質量部以下であることで、乾燥時の収縮量が小さくなり、変形を抑制することができる。本明細書において、ハニカム成形体の水の含有量は、乾燥減量法により測定される値を指す。

【0050】

20

ハニカム成形体の一実施形態においては、すべてのセルを第一底面から第二底面まで貫通させてもよい。また、ハニカム成形体の別の一実施形態においては、第一底面から第二底面まで延び、第一底面が開口して第二底面が目封止された複数の第一セルと、少なくとも一つの第一セルに隔壁を介して隣接し、第一底面が目封止されて第二底面が開口する複数の第二セルを含むセル構造を有することができる。ハニカム成形体の底面を目封止する方法は、特に限定されるものではなく、周知の手法を採用することができる。

【0051】

目封止部の形成方法について例示的に説明する。目封止スラリーを、貯留容器に貯留しておく。次いで、目封止部を形成すべきセルに対応する箇所に開口部を有するマスクを一方の底面に貼る。マスクを貼った底面を、貯留容器中に浸漬して、開口部に目封止スラリーを充填して目封止部を形成する。他方の底面についても同様の方法で目封止部を形成することができる。

30

【0052】

目封止部の材料については、特に制限はないが、強度や耐熱性の観点からセラミックスであることが好ましい。セラミックスとしては、コーデュライト、ムライト、ジルコン、チタン酸アルミニウム、炭化珪素、珪素-炭化珪素複合材、窒化珪素、ジルコニア、スピネル、インディアライト、サフィリン、コランダム、及びチタニアからなる群から選ばれる少なくとも1種を含有するセラミックス料であることが好ましい。目封止部はこれらのセラミックスを合計で50質量%以上含む材料で形成されていることが好ましく、80質量%以上含む材料で形成されていることがより好ましい。焼成時の膨張率を同じにでき、耐久性の向上につながるため、目封止部はハニカム成形体の本体部分と同じ材料組成とすることができる。

40

【0053】

随意的な目封止部の形成後、乾燥工程を実施する。乾燥工程においては、例えば、熱風乾燥、マイクロ波乾燥、誘電乾燥、減圧乾燥、真空乾燥、凍結乾燥等の従来公知の乾燥方法を用いることができる。なかでも、成形体全体を迅速かつ均一に乾燥することができる点で、熱風乾燥と、マイクロ波乾燥又は誘電乾燥とを組み合わせた乾燥方法が好ましい。目封止部を形成する場合は、乾燥したハニカム成形体の両底面に目封止部を形成した上で目封止部を乾燥し、ハニカム乾燥体を得る。

【0054】

50

(1 - 5 . ハニカム構造体)

本発明は一実施形態において、
ハニカム成形体を焼成してハニカム焼成体を作製する工程と、
ハニカム焼成体の外周壁を研削して研削ハニカム焼成体を作製する工程と、
研削ハニカム焼成体の外周に外周コート壁を形成する工程と、
を含むハニカム構造体の製造方法を提供する。

【0055】

焼成条件は、ハニカム成形体の材質よって適宜決定することができる。例えば、ハニカム成形体の材質がコーデュライトの場合、焼成温度は、1380～1450 が好ましく、1400～1440 が更に好ましい。また、焼成時間は、3～10 時間程度とすることが好ましい。ハニカム成形体の材質よっては、ハニカム成形体を焼成する前に、脱脂工程を適宜実施してもよい。10

【0056】

焼成後、ハニカム焼成体の外周壁を研削して研削ハニカム焼成体を作製する。ハニカム焼成体の外周壁を研削する方法は、特に限定されず、公知の研削方法を用いることができる。研削方法としては、例えば、円筒研削機等を挙げることができる。

【0057】

次に、研削ハニカム焼成体の外周に外周コート壁を形成してハニカム構造体を作製する。外周コート壁は、研削ハニカム焼成体の外周に外周コート材を塗工することにより形成することが好ましい。外周コート材としては、特に限定されず、公知の外周コート材を用いることができる。また、外周コート材の塗工方法は、特に限定されず、公知の方法を用いることができる。20

【0058】

ハニカム構造体は触媒を担持することができる。従って、本発明の一実施形態によれば、本発明に係るハニカム構造体に触媒を担持させる工程を含む触媒担持ハニカム構造体の製造方法が提供される。

【0059】

ハニカム構造体に触媒を担持させる工程は、例えば、ハニカム構造体に触媒組成物スラリーを接触させた後に、乾燥及び焼成する方法が挙げられる。

【0060】

触媒組成物スラリーは、その用途に応じて適切な触媒を含有することが望ましい。触媒としては、限定的ではないが、煤、窒素酸化物(NO_x)、可溶性有機成分(SOF)、炭化水素(HC)及び一酸化炭素(CO)等の汚染物質を除去するための酸化触媒、還元触媒及び三元触媒が挙げられる。特に、本発明に係るハニカム構造体をDPF又はGPFといったフィルタとして用いる場合、排気ガス中の煤及びSOF等のパティキュレート(PM)がフィルタに捕集されるため、パティキュレートの燃焼を補助するような触媒を担持することが好ましい。触媒は、例えば、貴金属(Pt、Pd、Rh等)、アルカリ金属(Li、Na、K、Cs等)、アルカリ土類金属(Ca、Ba、Sr等)、希土類(Ce、Sm、Gd、Nd、Y、Zr、Ca、La、Pr等)、遷移金属(Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Sc、Ti、V、Cr等)等を適宜含有することができる。40

【実施例】

【0061】

以下、本発明及びその利点をより良く理解するための実施例を例示するが、本発明は実施例に限定されるものではない。

【0062】

(比較例1)

コーデュライト化原料として、シリカ、タルク、及びアルミナを使用した。コーデュライト化原料100質量部に、分散媒である水25質量部、造孔材10質量部、有機バインダ5質量部、及び分散剤0.5質量部を添加し、混合、混練して坯土を調製した。造孔材としてはコークスを使用し、有機バインダとしてはヒドロキシプロピルメチルセルロース50

を使用し、分散剤としては脂肪酸石鹼を使用した。造孔材は、平均粒子径 40 μm のものを使用した。混合装置としては、レーディゲミキサーを使用し、混練装置としてはニーダー及び真空土練機を使用した。

【0063】

得られた坏土を、所定の口金を通して押出成形した後、乾燥することにより、以下の構造を有するハニカム成形体を作製した。

- ・全体の形状：円筒形（直径 267 mm × 高さ 203 mm）
- ・セル断面形状：正方形
- ・平均セルピッチ：1.27 mm
- ・セル密度：400 cps（約 62 / cm²）
- ・隔壁の厚み：6 mil（約 0.15 mm）（口金の仕様に基づく公称値）
- ・外周壁の平均厚み：表 1 に記載の通り（ハニカム成形体の一方の底面を観察し、隣り合う測定点の中心角が 90° 異なる四箇所の外周壁の厚みを測定し、平均値を算出した。）

【0064】

次に、ハニカム成形体を焼成することによってハニカム焼成体を得た。焼成は、ハニカム成形体の一方の底面を下向きにして棚板の上に載置し、大気雰囲気下で 1410 ~ 1440 × 5 時間行った。

【0065】

ハニカム焼成体について、目視にて、クラックの有無及びその程度を確認した。得られた結果を表 1 に示す。以下の基準によって評価した。

- A : クラックなし
- B : 径方向に 5 mm 以内の深さのクラックが一本以上
- C : 径方向に 5 mm を超える深さのクラックが一本以上

【0066】

（実施例 1 ~ 7、比較例 2 ~ 4）

比較例 1 と同じ杯土を用意し、所定の口金を通して押出成形した後、乾燥することにより、試験番号に応じて、以下の構造を有するハニカム成形体を作製した。

- ・全体の形状：円筒形（直径 267 mm × 高さ 203 mm）
- ・セル断面形状：正方形
- ・平均セルピッチ：1.27
- ・セル密度：400 cps（約 62 / cm²）
- ・隔壁の厚み：6 mil（約 0.15 mm）（口金の仕様に基づく公称値）
- ・外周壁の平均厚み（テープ部分を除く）：表 1 に記載の通り（ハニカム成形体の一方の底面を観察し、隣り合う測定点の中心角が 90° 異なる四箇所の外周壁の厚みを測定し、平均値を算出した。）

【0067】

押出成形の際は、図 6 に示すような内周側の 4 箇所に突起部を有する環状の治具を口金の上流に設置することで部分的に外周壁の形成を妨げた。これにより、隔壁が外周壁で被覆された外周部分 X と、隔壁が露出した外周部分 Y を外周方向に交互に 4 箇所ずつ配設した。外周部分 X と外周部分 Y はそれぞれハニカム成形体の高さ方向全体に亘って延びていた。

【0068】

外周部分 Y は、ハニカム成形体を高さ方向に垂直な断面で観察したときに、当該断面の重心に最も近い位置に重心が存在する正方形セルの重心から当該正方形セルの四つの頂点を通って外周に向かって延ばした四本の直線をそれぞれ直線 A (45° 方向)、直線 B (135° 方向)、直線 C (225° 方向) 及び直線 D (315° 方向) とすると、直線 A と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 L_A と、直線 B と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 L_B と、直線 C と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 L_C と、直線 D と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 L_D との四つの部分に区分される。

10

20

30

40

50

【0069】

L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D の長さ及びこれらの合計長さは、試験番号に応じて表1に記載のように変化させた。なお、一つの試験番号においては L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D は同一の長さとなるように治具を設計したが、実際に得られたハニカム成形体においては、長さ方向に沿って多少のばらつきが発生した。このため、表1においては、 L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D の長さ及び合計長さが範囲のある記載となっている。表1中、「外周長さ」とは、ハニカム成形体に外周壁が存在しないと仮定したときの、ハニカム成形体の外周長さである。

【0070】

何れの試験番号に係るハニカム成形体についても、各外周部分Xの周方向両端に、外周部分Yとの境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテーパー部を設けた。但し、テーパー部における、外周壁の厚みが半減するまでの外周方向の長さSは、表1に示すように試験番号によって変化させた。各試験番号についての長さSは、平均セルピッチに対する比率で示した。

【0071】

各試験番号に係るハニカム成形体に対して、比較例1と同様の条件で、焼成を行ない、ハニカム焼成体を得た。各試験番号に係るハニカム焼成体について、目視にて、クラックの有無及びその程度を確認した。得られた結果を表1に示す。評価基準は比較例1と同じである。なお、実施例1、4及び7については、それぞれ同条件で製造した100個のハニカム成形体に対して同様の評価を行ったが、何れもクラックは見られなかった。

【0072】

(比較例5)

比較例1と同じ杯土を用意し、所定の口金を通して押出成形した後、乾燥することにより、試験番号に応じて、以下の構造を有するハニカム成形体を作製した。

- ・全体の形状：円筒形（直径267mm×高さ203mm）
- ・セル断面形状：正方形
- ・平均セルピッチ：1.27mm
- ・セル密度：400 cps i（約62/cm²）
- ・隔壁の厚み：6mil（約0.15mm）（口金の仕様に基づく公称値）
- ・外周壁の平均厚み（テーパー部を除く）：表1に記載の通り（ハニカム成形体の一方の底面を観察し、隣り合う測定点の中心角が90°異なる四箇所の外周壁の厚みを測定し、平均値を算出した。）

【0073】

押出成形の際は、図6に示すような内周側の4箇所に突起部を有する環状の治具を口金の上流に設置することで部分的に外周壁の形成を妨げた。これにより、隔壁が外周壁で被覆された外周部分Xと、隔壁が露出した外周部分Yとを外周方向に交互に4箇所ずつ配設した。外周部分Xと外周部分Yはそれぞれハニカム成形体の高さ方向全体に亘って延びていた。

【0074】

外周部分Yは、ハニカム成形体を高さ方向に垂直な断面で観察したときに、当該断面の重心に最も近い位置に重心が存在する正方形セルの重心から当該正方形セルの四つの辺にそれぞれ垂直な方向に外周に向かって延ばした四本の直線をそれぞれ直線A'（0°方向）、直線B'（90°方向）、直線C'（180°方向）及び直線D'（270°方向）とすると、直線A'と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 $L_{A'}$ と、直線B'と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 $L_{B'}$ と、直線C'と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 $L_{C'}$ と、直線D'と外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分 $L_{D'}$ との四つの部分に区分される。

【0075】

$L_{A'}$ 、 $L_{B'}$ 、 $L_{C'}$ 及び $L_{D'}$ の合計長さは、表1に記載の通りである。なお、 $L_{A'}$ 、 $L_{B'}$ 、 $L_{C'}$ 及び $L_{D'}$ の長さは同一となるように口金を設計したが、多少のばらつきが生じたことは他の試験例と同様である。

10

20

30

40

50

【0076】

当該ハニカム成形体に対しては、各外周部分Xの周方向両端に、外周部分Yとの境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテーパー部を設けた。テーパー部における、外周壁の厚みが半減するまでの外周方向の長さSは表1に示す通りであり、平均セルピッチに対する比率で示した。

【0077】

当該ハニカム成形体に対して、比較例1と同様の条件で、焼成を行ない、ハニカム焼成体を得た。当該ハニカム焼成体について、目視にて、クラックの有無及びその程度を確認した。得られた結果を表1に示す。評価基準は比較例1と同じである。

【0078】

10

(比較例6)

比較例1と同じ杯土を用意し、所定の口金を通して押出成形した後、乾燥することにより、試験番号に応じて、以下の構造を有するハニカム成形体を作製した。

- ・全体の形状：円筒形（直径267mm×高さ203mm）
- ・セル断面形状：正方形
- ・平均セルピッチ：1.27mm
- ・セル密度：400cps（約62/cm²）
- ・隔壁の厚み：6mil（約0.15mm）（口金の仕様に基づく公称値）
- ・外周壁の平均厚み（テーパー部を除く）：表1に記載の通り（ハニカム成形体の一方の底面を観察し、隣り合う測定点の中心角が90°異なる四箇所の外周壁の厚みを測定し、平均値を算出した。）

20

【0079】

押出成形の際は、内周側の3箇所に突起部を有する環状の治具を口金の上流に設置することで部分的に外周壁の形成を妨げた。これにより、隔壁が外周壁で被覆された外周部分Xと、隔壁が露出した外周部分Yとを外周方向に交互に3箇所ずつ配設した。外周部分Xと外周部分Yはそれぞれハニカム成形体の高さ方向全体に亘って延びていた。

【0080】

30

外周部分Yは、ハニカム成形体を高さ方向に垂直な断面で観察したときに、当該断面の重心に最も近い位置に重心が存在する正方形セルの重心から当該正方形セルの四つの頂点を通って外周に向かって延ばした四本の直線のうち三本の直線をそれぞれ直線A（45°方向）、直線B（135°方向）及び直線C（225°方向）とすると、直線Aと外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分L_Aと、直線Bと外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分L_Bと、直線Cと外周部の交点部分を中心として対称に形成した長さ部分L_Cとの三つの部分に区分される。

【0081】

L_A、L_B及びL_Cの合計長さは、表1に記載の通りである。L_A、L_B及びL_Cの長さは同一とした。

【0082】

当該ハニカム成形体に対しては、各外周部分Xの周方向両端に、外周部分Yとの境界部分に近づくにつれて外周壁の厚みが漸減するテーパー部を設けた。テーパー部における、外周壁の厚みが半減するまでの外周方向の長さSは表1に示す通りであり、平均セルピッチに対する比率で示した。

40

【0083】

当該ハニカム成形体に対して、比較例1と同様の条件で、焼成を行ない、ハニカム焼成体を得た。当該ハニカム焼成体について、目視にて、クラックの有無及びその程度を確認した。得られた結果を表1に示す。評価基準は比較例1と同じである。

【0084】

【表1-1】

	外周部分Y の配設方向	外周部分Y の配設数	L_A, L_B, L_C 及び L_D (又は L'_A, L'_B, L'_C 及び L'_D) の合計長さ/mm	L_A, L_B, L_C 及び L_D (又は L'_A, L'_B, L'_C 及び L'_D) のそれぞれの長さ/mm					
実施例1	45° 135° 225° 315°	4	104	-	144	26	-	36	10
実施例2	45° 135° 225° 315°	4	232	-	272	58	-	68	
実施例3	45° 135° 225° 315°	4	400	-	440	100	-	110	
実施例4	45° 135° 225° 315°	4	104	-	144	26	-	36	
実施例5	45° 135° 225° 315°	4	232	-	272	58	-	68	
実施例6	45° 135° 225° 315°	4	232	-	272	58	-	68	
実施例7	45° 135° 225° 315°	4	104	-	144	26	-	36	
比較例1	-	-	-	-	-	-	-	-	
比較例2	45° 135° 225° 315°	4	56	-	96	14	-	24	
比較例3	45° 135° 225° 315°	4	232	-	272	58	-	68	
比較例4	45° 135° 225° 315°	4	104	-	144	26	-	36	
比較例5	0° 90° 180° 270°	4	400	-	440	100	-	110	
比較例6	45° 135° 225°	3	232	-	272	58	-	68	

【0085】

【表1-2】

	L_A, L_B, L_C 及び L_D (又は L'_A, L'_B, L'_C 及び L'_D) の合計長さの 外周長さに対する割合/%	L_A, L_B, L_C 及び L_D (又は L'_A, L'_B, L'_C 及び L'_D) のそれぞれの長さの 外周長さに対する割合/%	テーパー部を除く 外周壁の平均厚 み/mm	テーパー部において 外周壁の厚みが 半減する長さS	クラックの 評価				
実施例1	12	-	17	3	-	4	1.3	1.5セル	A
実施例2	28	-	32	7	-	8	1.2	1セル	A
実施例3	48	-	52	12	-	13	1.3	1.5セル	A
実施例4	12	-	17	3	-	4	0.8	1.5セル	A
実施例5	28	-	32	7	-	8	1.3	1セル	A
実施例6	28	-	32	7	-	8	1.2	2セル	A
実施例7	12	-	17	3	-	4	1.5	1.5セル	B
比較例1	-	-	-	-	-	-	1.0	-	C
比較例2	7	-	11	2	-	3	1.1	1.5セル	C
比較例3	28	-	32	7	-	8	1.2	0.5セル以下	C
比較例4	12	-	17	3	-	4	1.3	0.5セル以下	C
比較例5	48	-	52	12	-	13	1.3	1.5セル	C
比較例6	28	-	32	7	-	8	1.2	1.5セル	C

【0086】

(考察)

実施例1～7は、隔壁が露出した外周部分Yが適切に4箇所形成されており、テーパー部も適切に形成されていたことから、クラックの発生が抑制された。

これに対して、比較例1は、隔壁が露出した外周部分Yが形成されておらず、クラックが発生した。

比較例2は、隔壁が露出した外周部分Yを4箇所形成したが、外周部分Yを構成する四つの長さ部分 L_A 、 L_B 、 L_C 及び L_D の長さが不足していたため、クラックが発生した。

比較例3及び比較例4は、隔壁が露出した外周部分Yを4箇所形成したが、テーパー部における、外周壁の厚みが半減するまでの外周方向の長さSが短かったため、クラックが発生した。なお、比較例3及び比較例4において、クラックを発生させずに焼成するためには、実施例1～7に比べて更に10～20時間程度かけてゆっくりと焼成する必要があった。

比較例5は、隔壁が露出した外周部分Yを4箇所形成したが、その配設方向が不適切であったため、クラックが発生した。

比較例6は、隔壁が露出した外周部分Yを形成したが、3箇所しか設けなかつたため、クラックが発生した。

【符号の説明】

【0087】

1 1 0 柱状ハニカム構造部

1 1 2 隔壁

1 1 4 第一底面

1 1 6 第二底面

1 1 8 セル

1 1 8 a 第1セル

1 1 8 b 第2セル

1 2 0 外周部

1 2 2 外周壁

1 2 4 テーパー部

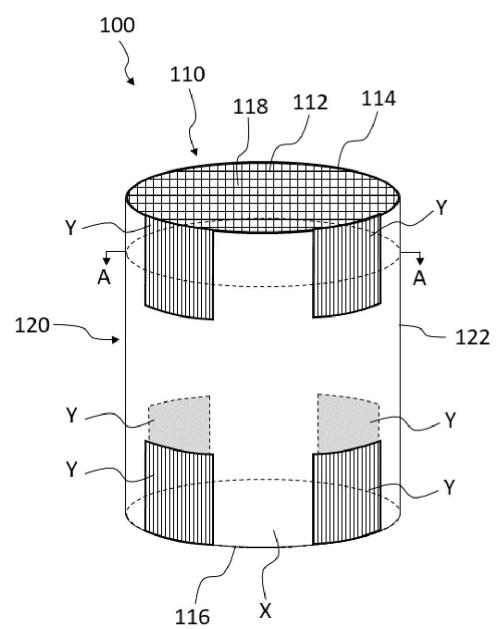
6 0 0 冶具

6 0 2 環状枠

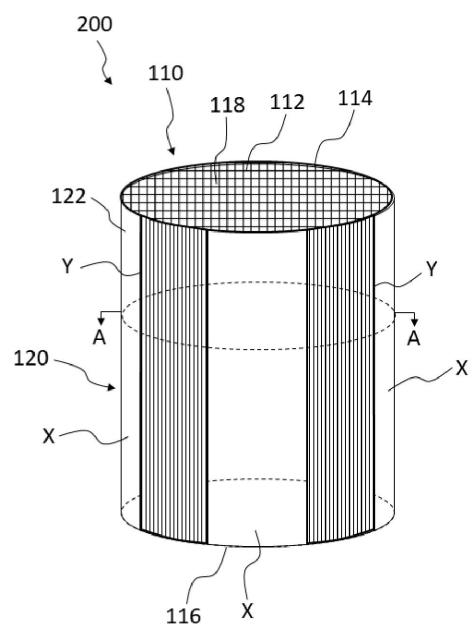
6 0 4 突起部

10

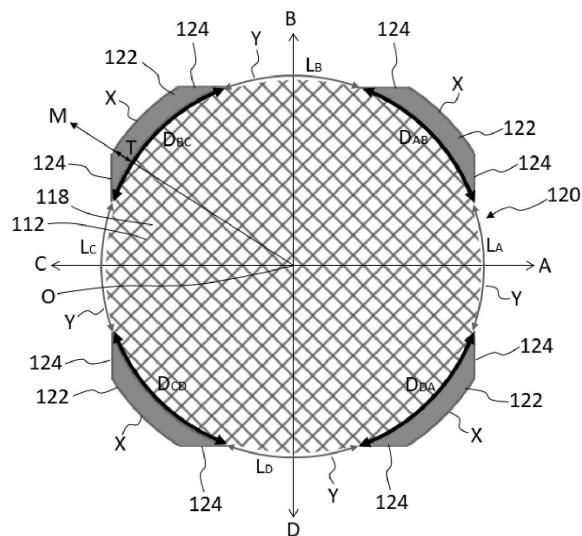
【図1】



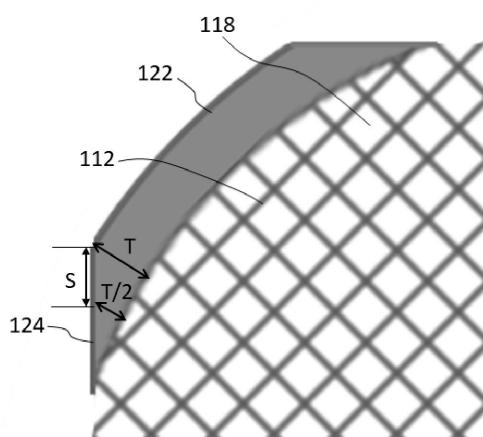
【図2】



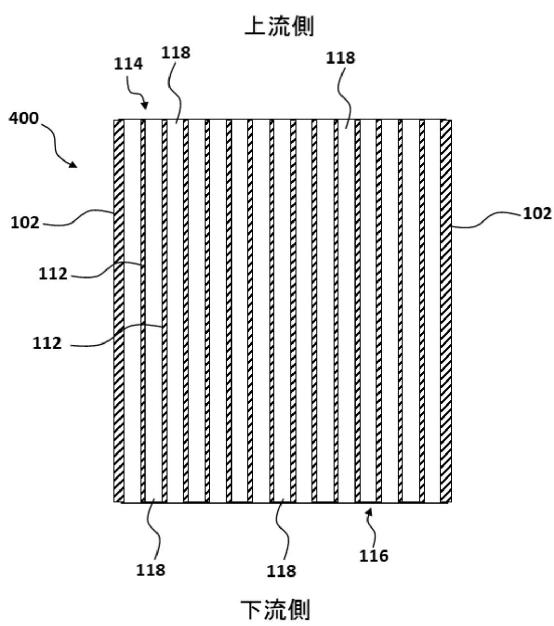
【図3-1】



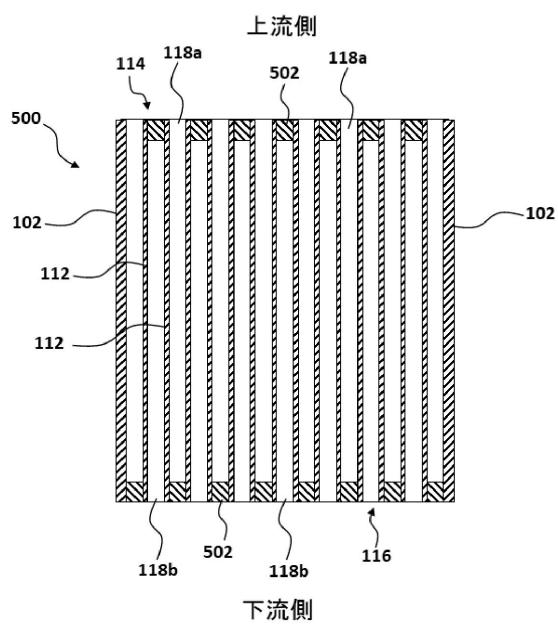
【図3-2】



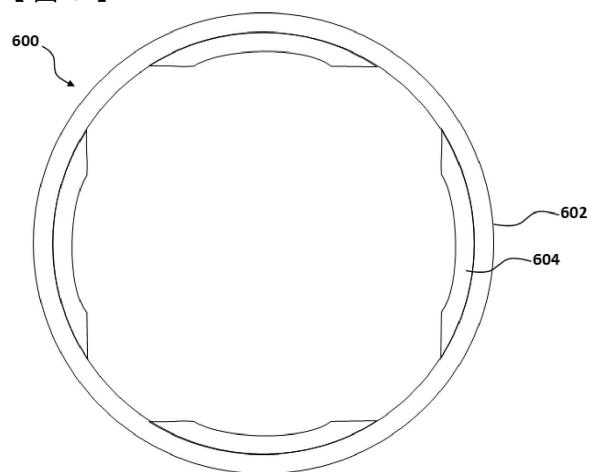
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 田中 永一

- (56)参考文献 特開2010-214230(JP,A)
国際公開第2009/035049(WO,A1)
特開2006-239603(JP,A)
特開2006-320806(JP,A)
特開2003-260322(JP,A)
特開2014-180600(JP,A)
実開昭53-081711(JP,U)
特開2001-046886(JP,A)
特開2008-155594(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 8 B	3 / 2 0
C 0 4 B	3 8 / 0 0 - 3 8 / 1 0
B 0 1 D	3 9 / 2 0
B 0 1 J	3 5 / 0 4
F 0 1 N	3 / 0 2
F 0 1 N	3 / 2 8