

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 3 区分

【発行日】平成29年6月29日 (2017.6.29)

【公開番号】特開2016-61532(P2016-61532A)

【公開日】平成28年4月25日 (2016.4.25)

【年通号数】公開・登録公報2016-025

【出願番号】特願2014-192022(P2014-192022)

【国際特許分類】

F 2 5 B 9/00 (2006.01)

F 0 1 N 5/02 (2006.01)

F 0 3 G 7/00 (2006.01)

H 0 2 N 11/00 (2006.01)

G 1 0 K 11/16 (2006.01)

【 F I 】

F 2 5 B 9/00 Z

F 0 1 N 5/02 J

F 0 3 G 7/00 C

F 0 3 G 7/00 B

H 0 2 N 11/00 Z

G 1 0 K 11/16 B

【手続補正書】

【提出日】平成29年5月19日 (2017.5.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の端面から第 2 の端面まで延在する複数のセルであって、振動することで音波を伝搬する作動流体によって内部が満たされる複数のセルを区画形成する隔壁を有し、該隔壁と前記作動流体との間で授受される熱と、前記作動流体の振動による音波のエネルギーとを相互に変換する、それぞれが一体的に形成された複数のハニカムセグメントと、

前記複数のハニカムセグメントの側面同士を互いに接合する接合部と、

前記複数のハニカムセグメントと前記接合部とで構成されるハニカム構造部の外周面を覆う外周壁と、を備えた熱・音波変換部品であって、

前記セルの延在方向に垂直な前記セルの断面の面積を S 、該断面の周長を C としたときに $HD = 4 \times S / C$ で定義される水力直径 HD が 0.4 mm 以下であり、

前記ハニカムセグメントの各端面における開口率が 60% 以上 93% 以下であり、

前記ハニカムセグメントの構成材料の熱伝導率が 5 W/mK 以下であり、

前記ハニカムセグメントの前記第 1 の端面から前記第 2 の端面までの長さを L としたときに該ハニカムセグメントの長さ L に対する前記水力直径 HD の比 HD / L が 0.005 以上 0.02 未満である熱・音波変換部品。

【請求項 2】

前記セルの前記断面の形状は三角形であり、該断面に平行な前記ハニカムセグメントの断面の形状が六角形である請求項 1 記載の熱・音波変換部品。

【請求項 3】

前記セルの前記断面の形状は三角形であり、該断面に平行な前記ハニカムセグメントの

断面の形状が三角形である請求項 1 記載の熱・音波変換部品。

【請求項 4】

前記接合部および前記外周壁のそれぞれの構成材料のヤング率は、いずれも、前記ハニカムセグメントの構成材料のヤング率の 30 % 未満であり、前記接合部の構成材料の熱膨張係数は、前記ハニカムセグメントの構成材料の熱膨張係数の 70 % 以上 130 % 未満であり、前記接合部の構成材料の単位体積当たりの熱容量は、前記ハニカムセグメントの構成材料の単位体積当たりの熱容量の 50 % 以上である請求項 1 ~ 3 のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【請求項 5】

互いに接合される 2 つの前記ハニカムセグメントの間の接合幅が 0.2 mm 以上 4 mm 以下であり、前記延在方向に垂直な面内における、前記熱・音波変換部品の断面積に対する前記接合部の全断面積の割合が 10 % 以下である請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【請求項 6】

前記複数のハニカムセグメントそれぞれの、前記延在方向に垂直な面内における、断面積が 3 cm^2 以上 12 cm^2 以下である請求項 1 ~ 5 のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【請求項 7】

前記熱・音波変換部品の、前記延在方向に垂直な面内における断面の円相当直径を D としたときに該円相当直径 D が 30 mm 以上 100 mm 以下であって、該円相当直径 D に対する前記ハニカムセグメントの長さ L の比 L/D が 0.3 以上 1.0 以下である請求項 1 ~ 6 のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【請求項 8】

前記ハニカムセグメントの構成材料の、20 ~ 800 における熱膨張率が 6 ppm/K 以下である請求項 1 ~ 7 のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【請求項 9】

前記ハニカムセグメントの長さ L は、5 mm 以上 60 mm 以下である請求項 1 ~ 8 のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の熱・音波変換部品であって、前記ハニカムセグメントとして、前記作動流体が前記複数のセルの内部を満たしている状態において前記第 1 の端面側の第 1 端部と前記第 2 の端面側の第 2 端部との間に温度差が生じたときに、該温度差に応じて前記作動流体を前記延在方向に沿って振動させて音波を発生するハニカムセグメントを有する熱・音波変換部品と、

前記熱・音波変換部品の前記第 1 端部および前記第 2 端部にそれぞれ近接して設けられ、該両端部との間で熱の授受を行うことで該両端部の間に温度差を与える一対の熱交換器と、を備えた熱・音波変換ユニット。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の熱・音波変換部品であって、前記ハニカムセグメントとして、前記作動流体が前記複数のセルの内部を満たしている状態において音波の伝播を受けて前記延在方向に沿って該作動流体が振動したときに、前記第 1 の端面側の第 1 端部と前記第 2 の端面側の第 2 端部との間に前記作動流体の振動に応じた温度差を生じさせるハニカムセグメントを有する熱・音波変換部品と、

前記熱・音波変換部品の前記第 1 端部および前記第 2 端部のうちの一方の端部に近接して設けられ、該一方の端部への熱の供給、あるいは、該一方の端部からの熱の吸収を行って該一方の端部の温度を一定温度に維持する熱交換器と、

前記熱・音波変換部品の前記第 1 端部および前記第 2 端部のうちの、前記一方の端部とは反対側の他方の端部に近接して設けられ、前記熱交換器により前記一方の端部の温度が一定温度に維持されている状態において前記熱・音波変換部品が音波の伝播を受けたときに、前記一定温度に維持された前記一方の端部に対し前記他方の端部が、前記音波の伝播

による前記作動流体の振動に応じた温度差を有するように、前記他方の端部との間で熱の授受を行って得られた温熱あるいは冷熱を出力する温熱・冷熱出力部と、を備えた熱・音波変換ユニット。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

近年、社会全体でエネルギー資源の有効活用の要請が高まってきており、エネルギーを再利用する様々な技術の開発が試みられている。その中でも、熱音響効果を利用して自動車の排気ガス等の高温流体の熱を音波のエネルギーに変換し、そのエネルギーを最終的に電力等の形で出力するエネルギーリサイクルシステムは、得られるエネルギーの取得率（エネルギー効率）が高いことから注目を集めており、実用化に向けて様々な工夫が行われている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

ところで、ハニカム構造体自体は、その表面積の大きい立体形状を利用する目的で、熱音響効果とは無関係に、様々な用途について用いられてきた。たとえば、自動車の排気ガスから微粒子を取り除く排気浄化触媒担持用のハニカム構造体は、その典型的な例であり、従来から様々なタイプのものが開発されている。また、他の例としては、イオン触媒体として利用するために、孔径が数十～数百 μm の小さい貫通孔を持つハニカム構造体も開発されており（たとえば、非特許文献 1，2 参照）、これらは、フィルタ目的のハニカム構造体で通常用いられる押出成形法とは全く異なり、専ら化学的な手法を用いて作製される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

[1] 第 1 の端面から第 2 の端面まで延在する複数のセルであって、振動することで音波を伝搬する作動流体によって内部が満たされる複数のセルを区画形成する隔壁を有し、該隔壁と前記作動流体との間で授受される熱と、前記作動流体の振動による音波のエネルギーとを相互に変換する、それぞれが一体的に形成された複数のハニカムセグメントと、前記複数のハニカムセグメントの側面同士を互いに接合する接合部と、前記複数のハニカムセグメントと前記接合部とで構成されるハニカム構造部の外周面を覆う外周壁と、を備えた熱・音波変換部品であって、前記セルの延在方向に垂直な前記セルの断面の面積を S 、該断面の周長を C としたときに $HD = 4 \times S / C$ で定義される水力直径 HD が 0.4 m 以下であり、前記ハニカムセグメントの各端面における開口率が 60% 以上 93% 以下であり、前記ハニカムセグメントの構成材料の熱伝導率が 5 W/mK 以下であり、前記ハニカムセグメントの前記第 1 の端面から前記第 2 の端面までの長さを L としたときに該ハニカムセグメントの長さ L に対する前記水力直径 HD の比 HD / L が 0.005 以上 0.02 未満である熱・音波変換部品。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 5 】

[5] 互いに接合される 2 つの前記ハニカムセグメントの間の接合幅が 0 . 2 mm 以上 4 mm 以下であり、前記延在方向に垂直な面内における、前記熱・音波変換部品の断面積に対する前記接合部の全断面積の割合が 1 0 % 以下である [1] ~ [4] のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 6 】

[6] 前記複数のハニカムセグメントそれぞれの、前記延在方向に垂直な面内における、断面積が 3 cm^2 以上 12 cm^2 以下である [1] ~ [5] のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 7 】

[7] 前記熱・音波変換部品の、前記延在方向に垂直な面内における断面の円相当直径を D としたときに該円相当直径 D が 3 0 mm 以上 1 0 0 mm 以下であって、該円相当直径 D に対する前記ハニカムセグメントの長さ L の比 L / D が 0 . 3 以上 1 . 0 以下である [1] ~ [6] のうちのいずれかに記載の熱・音波変換部品。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 0 】

[1 0] [1] ~ [9] のいずれかに記載の熱・音波変換部品であって、前記ハニカムセグメントとして、前記作動流体が前記複数のセルの内部を満たしている状態において前記第 1 の端面側の第 1 端部と前記第 2 の端面側の第 2 端部との間に温度差が生じたときに、該温度差に応じて前記作動流体を前記延在方向に沿って振動させて音波を発生するハニカムセグメントを有する熱・音波変換部品と、前記熱・音波変換部品の前記第 1 端部および前記第 2 端部にそれぞれ近接して設けられ、該両端部との間で熱の授受を行うことで該両端部の間に温度差を与える一対の熱交換器と、を備えた熱・音波変換ユニット。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 1 】

[1 1] [1] ~ [9] のいずれかに記載の熱・音波変換部品であって、前記ハニカムセグメントとして、前記作動流体が前記複数のセルの内部を満たしている状態において音波の伝播を受けて前記延在方向に沿って該作動流体が振動したときに、前記第 1 の端面側の第 1 端部と前記第 2 の端面側の第 2 端部との間に前記作動流体の振動に応じた温度差を

生じさせるハニカムセグメントを有する熱・音波変換部品と、前記熱・音波変換部品の前記第１端部および前記第２端部のうちの一方の端部に近接して設けられ、該一方の端部への熱の供給、あるいは、該一方の端部からの熱の吸収を行って該一方の端部の温度を一定温度に維持する熱交換器と、前記熱・音波変換部品の前記第１端部および前記第２端部のうちの、前記一方の端部とは反対側の他方の端部に近接して設けられ、前記熱交換器により前記一方の端部の温度が一定温度に維持されている状態において前記熱・音波変換部品が音波の伝播を受けたときに、前記一定温度に維持された前記一方の端部に対し前記他方の端部が、前記音波の伝播による前記作動流体の振動に応じた温度差を有するように、前記他方の端部との間で熱の授受を行って得られた温熱あるいは冷熱を出力する温熱・冷熱出力部と、を備えた熱・音波変換ユニット。ここで、「温熱あるいは冷熱を出力する」とは、たとえば、「温度が上がった流体、あるいは、温度が下がった流体を出力する」ことを意味する。

【手続補正１０】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２３

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００２３】

【図１】本発明の熱・音波変換ユニットおよび熱・音波変換部品の一実施形態が適用された電力発生システムの模式的な構成図である。

【図２】図１の熱・音波変換ユニットおよび熱・音波変換部品が適用された冷熱発生システムの模式図である。

【図３】図１の熱・音波変換ユニットの構成を表した模式図である。

【図４】図３の熱・音波変換ユニットにおける高温側熱交換器の外観斜視図である。

【図５】高温側環状管の流入口および流出口を含む平面で見たときの高温側熱交換器の断面図である。

【図６】高温側環状管の管内にさらに別のハニカム構造体が嵌合している熱・音波変換ユニットの一形態を表す模式図である。

【図７】図６のＡ－Ａ線の断面における高温側熱交換器の模式的な断面構成図である。

【図８】図６および図７に示す熱・音波変換ユニットとは別の本発明の熱・音波変換ユニットの一形態を表す模式図である。

【図９】図８に示す熱・音波変換ユニットとはさらに別の熱・音波変換ユニットの一形態を表す模式図である。

【図１０】メッシュ構造を採用した高温側熱交換器の断面図である。

【図１１】図３に示す熱・音波変換部品のセルの貫通方向に垂直な面内における熱・音波変換部品の断面図である。

【図１２】セル形状が三角形の場合において、ハニカムセグメントの形状が六角形の例を表した図である。

【図１３】本実施形態におけるハニカム成形体の作製に用いられる口金の外観斜視図である。

【図１４】図１３に示す口金の、図１３とは反対側から見たときの外観斜視図である。

【図１５】図１３に示す口金の表面の一部を示す拡大平面図である。

【図１６】図１５に示す口金のＡ－Ａ'断面を示す模式図である。

【図１７】押さえ板構造の一例を表した図である。

【図１８】図１７とは別の押さえ板構造の一例を表した図である。

【図１９】さらに別の押さえ板構造の一例を表した図である。

【図２０】図１９とはさらに別の押さえ板構造の一例を表した図である。

【手続補正１１】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００４４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

音波発生部 7 で発生した音波は、伝播管 5' を図 2 の一点鎖線矢印の方向に伝播し、さらにループ管 4' 内を図 2 の点線矢印の方向に伝播していく。そして、熱・音波変換ユニット 100 に到達し、熱・音波変換部品 1 の図 2 の上側から各セル内に進行していく。このとき、音波による熱輸送により、高温側熱交換器 2 側の端部が低温側熱交換器 3 側の端部よりも相対的に温度が高い状態が実現する。高温側熱交換器 2 では常温近傍の冷却流体が流入し、常温より高い温度で流出する。一方、音波による熱輸送により熱が高温側熱交換器 2 側の端部へ輸送されてしまうので、熱・音波変換部品 1 の低温側熱交換器 3 側の端部は、常温より低い温度となる。低温側熱交換器 3 では常温近傍の冷却流体が流入し、熱・音波変換部品 1 の低温側熱交換器 3 側の端部に熱を奪われるため、常温より低い温度で流出する。言い換えれば、冷水の形で、冷熱が出力されることになる。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0050】

熱・音波変換部品 1 では、それぞれが細い管状の貫通孔である複数のセル 14 が、隔壁 11 によって区画形成されてなるハニカム構造を有している。ここで、本明細書では、「セル」という語を、隔壁を含まない貫通孔のみを指すものとして用いる。なお、実際には、熱・音波変換部品 1 は、こうしたハニカム構造を有するハニカムセグメントをいくつか互いに接合した構造を備えているが、このセグメント構造については後述することとして、図 3 では、説明の簡単化のためにセル 14 の配列だけが図示されている。各セル 14 は、図 3 の上下方向を貫通方向（各セル 14 が延在する延在方向）とし、低温側熱交換器 3 側の端面および高温側熱交換器 2 側の端面の両端面において開口する。熱・音波変換部品 1 の、低温側熱交換器 3 側の端面は、金属部材 32 と接しているとともに、金属部材 32 を間において低温側熱交換器 3 に対向している。なお、ここでは、金属部材 32 が配置されているが、本発明では、金属部材 32 が省略された形態も採用可能である。金属部材 32 が省略された場合には、後述のメッシュ積層体 30 と接触する作動流体が冷却された後に、その冷却された作動流体が、音波の振動に対応した作動流体の変位により熱・音波変換部品 1 の端面近傍に接触しこの端面近傍を冷却する。ここで、金属部材 32 が省略された形態では、熱・音波変換部品 1 と低温側熱交換器 3 との間の隙間は極力小さいことが好ましい。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

図 6 は、高温側環状管の管内にさらに別のハニカム構造体が嵌合している熱・音波変換ユニットの一形態を表す模式図であり、図 7 は、図 6 の A - A 線の断面における高温側熱交換器の模式的な断面構成図である。

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0063】

図 6 の熱・音波変換ユニット 200 における高温側熱交換器 2' は、熱交換ハニカム構造体 20' および 2 つの互いに異なる高温側環状管 211, 212 を有している。熱交換ハニカム構造体 20' は、図中の水平方向を貫通方向とする 2 以上のセルが隔壁により区画形成されたハニカム構造を有しており、2 つの異なる高温側環状管 211, 212 により加熱流体から伝達された熱を熱・音波変換部品 1 に伝達する。ここで、熱交換ハニカム構造体 20' は、熱・音波変換部品 1 から間隔 t を置いて配置されている。

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

図 8 は、図 6 および図 7 に示す熱・音波変換ユニットとは別の本発明の熱・音波変換ユニットの一形態を表す模式図、図 9 は、図 8 に示す熱・音波変換ユニットとはさらに別の熱・音波変換ユニットの一形態を表す模式図である。

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0068】

図 8 に示す熱・音波変換ユニットでは、高温側熱交換器 2A において、図中の上側から加熱流体が流入し高温側熱交換器 2A の内部を通過して図中の下方向に向けて流出する。一方、図 9 に示す熱・音波変換ユニットでは、高温側熱交換器 2A' において、図中の上側から加熱流体が流入し高温側熱交換器 2A' の内部を通過して図中の上方向に向けて流出する。ここで、図 8 および図 9 に示す熱・音波変換ユニットのいずれも、低温側熱交換器 3A においては、図中の上側から冷却流体が流入し低温側熱交換器 3A の内部を通過して図中の上方向に向けて流出する。ここで、図 8 および図 9 では、内部構造（以下の 2 つのハニカム構造体 22, 23 を含む構造）を明らかにするために、一部については透視図となっている。

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

図 3 に示すように、熱交換ハニカム構造体 20 の、熱・音波変換部品 1 側の端面（熱交換ハニカム構造体 20 の上側の端面）は、熱・音波変換部品 1 の、高温側熱交換器 2 側の端面（熱・音波変換部品 1 の下側の端面）と直接に接触している。以下、この熱交換ハニカム構造体 20 の上側の端面を接触面 20s と呼ぶ。なお、本発明では、このように熱・音波変換部品 1 と熱交換ハニカム構造体 20 とが直接に接触する代わりに、熱・音波変換部品 1 と熱交換ハニカム構造体 20 との間に図 6 の間隔 t のような隙間が存在していてもよい。この場合、熱交換ハニカム構造体 20 に対して伝達された熱は、熱交換ハニカム構造体 20 と接した作動流体に伝達され、その加熱された作動流体が、音波の振動に対応した作動流体の変位により熱・音波変換部品 1 の端面近傍に接触し、この端面近傍が加熱される。これにより、熱・音波変換部品 1 の、高温側熱交換器 2 側の端部は、低温側熱交換器 3 側の端部に比して相対的に温度の高い状態に維持されることとなる。

【手続補正 18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0076】

SiCを主成分とするセラミックス材料としては、具体的には、単純なSiCに加え、Si含浸SiC、(Si+Al)含浸SiC、金属複合SiC、再結晶SiC、 Si_3N_4 、及びSiC等を採用することができる。これらの中でも、Si含浸SiC、(Si+Al)含浸SiCが好ましい。その理由は、Siを含浸するSiCは、高い熱伝導率および耐熱性を有することに加え、多孔質体であっても気孔率が低く緻密に形成されているため、Siを含浸しないSiCに比して相対的に高い強度を実現できるからである。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0079】

また、図3に示すように、熱交換ハニカム構造体20では、熱・音波変換部品1との接触面20sは、熱交換ハニカム構造体20が高温の加熱流体と直接に接触して熱を受ける受熱領域21cよりも、熱・音波変換部品1側(図の上方向)にずれた位置にあり、受熱領域21cと重ならないようになっている。仮に、接触面20sが受熱領域21cと重なってしまうと、接触面20sのうち、受熱領域21cに近い縁の周辺と、受熱領域21cから遠い中央付近とでは、温度差が大きく異なる状態が生じることがある。この場合、熱・音波変換部品1の、熱交換ハニカム構造体20側の端部(図3の下端部)が均一に加熱されないために、熱・音波変換部品1の各セルの自励振動が各セルに応じてムラが出るという問題が生じ得る。図3の熱交換ハニカム構造体20では、接触面20sが受熱領域21cと重ならないようになっていることで、こうした問題を回避している。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0112

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0112】

熱・音波変換部品1では、セル14の貫通方向に垂直な面内における熱・音波変換部品1の断面の円相当直径Dが30mm以上100mm以下であって、円相当直径Dに対するハニカムセグメント15の長さLの比 L/D が0.3以上1.0以下であることが好ましい。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0117

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0117】

各ハニカムセグメントの長さLが上記の数値範囲に属することで、十分な熱音響効果が発揮される。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0130】

第1の問題に関しては、各セルの水力直径が0.4mm以下であって開口率が60%以

上 93% 以下の、水力直径がきわめて小さく開口率が高い（セル密度が高い）ハニカムセグメント 15 に対応した口金（以下、正規口金と呼ぶ）による押出成形の実行前に、リブの厚さが 0.04 mm 以上 0.09 mm 以下というリブの厚さがきわめて小さい口金（以下、ダミー口金と呼ぶ）での坏土の押出処理が行われる。なお、ここでいう「リブの厚さ」とは、成形体ハニカムの隔壁厚さのことで、口金におけるスリット幅を指しており、各スリットは、坏土の排出孔であって作製対象のハニカム構造体の各隔壁部分の形状を決定するものである。以下、「リブの厚さ」を、スリット幅を意味するものとして用いる。このダミー口金を用いた押出処理により、目詰まりの原因となりやすい坏土成分をあらかじめ取り除くことができる。この押出処理後の坏土を用いて正規口金による押出成形を実行することにより、上記の目詰まりの発生を抑えることが可能となる。

【手続補正 23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0138

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0138】

第2の板状部303の材質の一種であるステンレス鋼としては、公知のステンレス鋼を用いることができる。たとえば、SUS304、SUS303等を挙げることができる。また、第2の板状部303の大きさは、特に限定されず、用途に合わせて、所望の大きさにすることができる。ただし、第2の板状部303が円板状である場合、円板の直径（一方の面および他方の面の直径）は20～40 mmであることが好ましい。また、第2の板状部303の厚さについては2～8 mmが好ましい。2 mmより薄いと成形抵抗による応力による変形、破損を生じ、8 mmより厚いと成形抵抗が過大になり成形体の押し出しが困難となる。

【手続補正 24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0141

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0141】

第1の板状部307の大きさは特に限定されず、用途に合わせて、所望の大きさにすることができる。ただし、第1の板状部307が円板状である場合、円板の直径は、20～40 mmが好ましい。第1の板状部307および第2の板状部303が円板状である場合、第1の板状部307の直径は、第2の板状部303の直径の90～100%が好ましい。なお、第1の板状部307の厚さは、0.3～1.2 mmであることが好ましく、0.5～0.9 mmであることが更に好ましい。また、第1の板状部307の厚さは、第2の板状部303の厚さの0.05～2倍であることが好ましい。

【手続補正 25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0143

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0143】

このように第1の層307aは、第1の板状部307を構成する一つの層であって第2の板状部303側に配置される層である。ここで、第1の層307aには穴部311が形成されている。第1の層307aは、ビッカース硬度が2000～3000 HVであり、ヤング率が600～800 GPaである超合金製の層であることが好ましい。第1の層307aは、上記のようなビッカース硬度とヤング率を有する場合、穴部311にかかる応力に耐え得る硬度と、靱性とを備えた層となる。そのため、裏孔305から穴部311に流入した成形原料の応力によって、第1の板状部307が割れるなどの不具合を防止で

き、口金の寿命を長くすることができる。穴部 3 1 1 は、第 1 の層 3 0 7 a の両面に開口するように形成されている。

【手続補正 2 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 6 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 6 0】

図 1 8 に示す押さえ板構造 5 5 0 では、図 1 8 の下向き矢印の向きに成形原料は押し出される。この押さえ板構造 5 5 0 には、成形原料を供給する裏孔 5 5 3 と、成形原料を押し出すスリット 5 5 2 を有する口金 5 5 4 と、その口金 5 5 4 の下流側に設けた押さえ板 5 5 5 とが備えられている。口金 5 5 4 は内側部 5 7 1 と外周部 5 7 2 とからなる。内側部 5 7 1 は下流側（図 1 8 中の下方）に突出して外周部 5 7 2 との間に段差部 5 7 5 を形成しており、この内側部 5 7 1 には、ハニカム構造を成形するスリット 5 7 3 が備わっている。一方、外周部 5 7 2 には、スリット 5 7 3 より短いスリット 5 7 4 が備わっている。口金 5 5 4 と押さえ板 5 5 5 との間には、ハニカム構造の外壁を成形する隙間部 5 5 7 が形成されている。なお、押さえ治具 5 5 8 および裏押さえ板 5 5 9 は、口金 5 5 4 と押さえ板 5 5 5 とをセットするためのホルダーである。

【手続補正 2 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 6 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 6 1】

図 1 8 に示す押さえ板構造 5 5 0 を用いた押出成形においては、成形原料は、口金 5 5 4 の上流側（図 1 8 中の上方）から押出機（図示しない）によって口金 5 5 4 を通じて下流側に向かって押し出される。下流側が開放された口金 5 5 4 の内側部 5 7 1 に備えられているスリット 5 7 3 から押し出された成形原料 5 6 1 は、多数のセルからなるハニカム構造に成形される。一方、口金 5 5 4 の外周部 5 7 2 に備わるスリット 5 7 4 から押し出された成形原料 5 6 1 は、隙間部 5 5 7 の作用によって、ハニカム形状が潰されるとともに、押出方向から段差部 5 7 5 方向へと進行方向を変え、押さえ板 5 5 5 が開口したところで、再び押出方向へと進行方向を変え、セルを取り囲む外壁を形成する。

【手続補正 2 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 2 1 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 2 1 2】

（実施例 1 2 , 1 3 および比較例 1 0 ~ 1 4）

上述の実施例 1 の製造方法とは、押出成形の際の押出し長さが異なる点を除き同じ製造方法を用いて、上述の 1 4 種類のパラメータのうちセグメントの長さ L に関連するパラメータ（セグメントの長さ L 、 L/D 、および、 HD/L ）の値のみが実施例 1 とは異なる実施例 1 2 , 1 3 および比較例 1 0 ~ 1 4 の熱・音波変換部品を作製した。

【手続補正 2 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 2 2 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 2 2 0】

また、表 3 において、比 HD/L （さらに L および L/D ）が互いに異なる実施例 1 2

、13および比較例10～14を比較すればわかるように、実施例12、13は、比較例10～14に比べ、はるかに高いエネルギー変換効率を発揮し、損傷も少ない。このことより、比HD/Lが0.005以上0.02未満であることが、大きな熱音響効果の発揮と損傷回避の上で必要であることがわかる。

【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0244

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0244】

(実施例36～39)

上述の実施例1の製造方法とは、互いに接合された複数個のハニカムセグメント全体の外周部分を円形状に切削加工する際の円形状の直径の大きさが異なる点を除き同じ製造方法を用いて、上述の14種類のパラメータのうち熱・音波変換部品の直径Dに関連するパラメータ(熱・音波変換部品の直径D、および、 L/D)の値のみが実施例1とは異なる実施例36～39の熱・音波変換部品を作製した。ここで、これら実施例36～39では、実施例1に比べると、熱・音波変換部品に含まれるハニカムセグメントの数が異なる(ただし、接合部の幅は同じ)ものとなっている。

【手続補正31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0250

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0250】

表7において、熱・音波変換部品の直径D(および L/D)が異なる実施例36～39を比較すればわかるように、実施例37および実施例38は、実施例36および実施例39に比べ、若干、エネルギー変換効率が高く、若干、損傷が少ない。このことより、熱・音波変換部品の直径Dが30mm以上100mm以下であって L/D が0.3以上1.0以下であることが大きな熱音響効果の発揮と損傷回避の上で好ましいことがわかる。

【手続補正32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0262

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0262】

1: 熱・音波変換部品、1a: 干渉材、2, 2', 2A, 2A': 高温側熱交換器、3: 低温側熱交換器、3A: 低温側熱交換器、4: ループ管、4': ループ管、5: 共鳴管、5': 伝播管、6: エネルギー変換器、7: 音波発生部、11: 隔壁、12: 接合部、12': 接合部、13: 外周壁、14: セル、15: ハニカムセグメント、15': ハニカムセグメント、20: 熱交換ハニカム構造体、20': 熱交換ハニカム構造体、20a: 隔壁、20b: 外周壁、20c: スリット、20d: セル、20s: 接触面、21: 高温側環状管、211: 高温側環状管、212: 高温側環状管、2110: 管内ハニカム構造体、2120: 管内ハニカム構造体、21a: 流入口、21b: 流出口、21c: 受熱領域、21d: 耐熱性金属板、21e: フィン、22, 23: ハニカム構造体、23': 金属メッシュ体、22a: 金属外筒、23a: 金属メッシュ外筒、23b: メタライズ層、30: メッシュ積層体、31: 低温側環状管、31a: 流入口、31b: 流出口、32: 金属部材、301: 口金、303: 第2の板状部、305: 裏孔、305a, 309a, 311a: 開口部、306: 第2の接合面、307: 第1の板状部、307a: 第1の層、307b: 第2の層、307ba: 第2の層の一方の面、309: スリット、310: 第1の接合面、311: 穴部、313: セルブロック、401: 口金、402: 押さえ部

、403：裏押さえ部、404：ハニカム成形体、405：間隙、406：傾斜面、407：対向面、550：押さえ板構造、552：スリット、553：裏孔、554：口金、555：押さえ板、557：隙間部、558：押さえ治具、559：裏押さえ板、561：押し出された成形原料、571：内側部、572：外周部、573，574：スリット、575：段差部、602，702：スリット、603，703：裏孔、604，704：口金、605，705：押さえ板、615，715：段差部、100：熱・音波変換ユニット、200：熱・音波変換ユニット、100a：ハウジング、1000：電力発生システム、2000：冷熱発生システム。