

【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 1 区分

【発行日】平成30年9月27日(2018.9.27)

【公開番号】特開2017-89481(P2017-89481A)

【公開日】平成29年5月25日(2017.5.25)

【年通号数】公開・登録公報2017-019

【出願番号】特願2015-219962(P2015-219962)

【国際特許分類】

F 0 1 N 5/02 (2006.01)

F 0 1 N 3/24 (2006.01)

F 0 1 N 3/08 (2006.01)

B 0 1 D 53/94 (2006.01)

【F I】

F 0 1 N 5/02 Z A B J

F 0 1 N 3/24 F

F 0 1 N 3/24 L

F 0 1 N 3/08 B

B 0 1 D 53/94 2 2 2

B 0 1 D 53/94 2 4 5

B 0 1 D 53/94 4 0 0

B 0 1 D 53/94 2 8 0

【手続補正書】

【提出日】平成30年8月16日(2018.8.16)

【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】

燃料を燃焼させることで動力を生成するとともに排気ガスを発生する動力装置に接続される排気システムにおいて、

前記動力装置に接続され、該動力装置で発生した排気ガスの大気中への排気路を形成する排気管と、

前記排気路上で前記排気管に接続され、該排気管を通る排気ガスの一部を分流して燃焼用の吸気ガスの一部として前記動力装置に還流するための還流路を形成する還流管と、

前記排気路上に設けられ、前記還流管に分流されずに排気管を通して流入してきた排気ガスを、加熱されることで排気ガス浄化能力が活性化する触媒を用いて浄化する浄化ユニットと、

前記浄化ユニットに流入する前の排気ガスを加熱することで、前記浄化ユニットにおける前記触媒を加熱して該触媒の排気ガス浄化能力を活性化する加熱装置と、を備え、

前記加熱装置が、

前記還流管に結合し、該還流管を通して還流する排気ガスから熱を吸収して該熱を、振動することで音波を伝搬する作動流体に与えて振動させることにより、音波を発生する音波発生部と、

前記音波発生部に接続され、該音波発生部により発生した音波を、前記作動流体の振動により伝播する伝播管と、

前記伝播管に接続されるとともに、前記浄化ユニットよりも前記排気路上の排気方向上

流側の位置および前記浄化ユニットよりも該排気方向下流側の位置の双方の位置で前記排気管に結合し、前記伝播管により伝播されて来た音波を用いて、前記下流側の位置を通過する前記排気管中の排気ガスの熱を、前記上流側の位置を通過する前記排気管中の排気ガスに伝達する熱伝達部と、を備えたものである排気システム。

【請求項 2】

前記音波発生部は、

2つの端面の間に延び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第1の熱・音波変換部品と、

前記還流管に結合するとともに、前記第1の熱・音波変換部品の前記2つの端面のうちの一方の端面に近接して設けられ、前記還流管中を流れる排気ガスから熱を吸収して該熱を前記第1の熱・音波変換部品の前記一方の端面に供給する高温側熱交換器と、

前記第1の熱・音波変換部品の他方の端面に近接して設けられ、該他方の端面から熱を吸収して所定の冷却媒体に渡す低温側熱交換器と、を備えたものであり、

前記伝播管は、該伝播管の一方の端部で前記低温側熱交換器に接続され、前記第1の熱・音波変換部品の前記2つの端面間における温度差により前記第1の熱・音波変換部品で発生した音波を、前記伝播管の前記一方の端部から前記伝播管の他方の端部に向けて伝播するものであり、

前記熱伝達部は、

2つの端面の間に延びた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第2の熱・音波変換部品と、

前記伝播管の前記他方の端部と接続するとともに、前記第2の熱・音波変換部品の前記2つの端面のうちの一方の端面に近接して設けられ、さらに、前記浄化ユニットの前記下流側の位置で前記排気管に結合する下流側熱交換器であって、前記下流側の位置を通過する前記排気管中の排気ガスから熱を吸収して該熱を、前記第2の熱・音波変換部品の前記一方の端面に供給する下流側熱交換器と、

前記第2の熱・音波変換部品の他方の端面に近接して設けられ、前記浄化ユニットの前記上流側の位置で前記排気管に結合する上流側熱交換器であって、前記第2の熱・音波変換部品の前記他方の端面から熱を吸収して該熱を、前記上流側の位置を通過する前記排気管中の排気ガスに供給する上流側熱交換器と、を備えたものである請求項1に記載の排気システム。

【請求項 3】

前記第1の熱・音波変換部品および前記第2の熱・音波変換部品のうちの少なくとも一方は、コージェライト製のハニカム構造体である請求項2に記載の排気システム。

【請求項 4】

前記動力装置は、軽油を燃焼させることで動力を生成するとともに、窒素酸化物を含む排気ガスを発生するディーゼルエンジンであって、

前記浄化ユニットに流入する前の排気ガス中に尿素を噴射する尿素噴射装置を備え、

前記浄化ユニットは、該尿素噴射装置によって噴射された尿素が加水分解されて生成されたアンモニアと、SCR (Selective Catalytic Reduction) 触媒とを用いて、窒素酸化物を窒素と水に還元するSCR触媒コンバータであり、

前記上流側熱交換器は、前記上流側の位置として、前記尿素噴射装置が尿素を噴射する位置よりも前記排気方向上流側の位置において排気ガスに熱を供給するものである請求項2又は3に記載の排気システム。

【請求項 5】

前記動力装置は、ガソリンを燃焼させることで動力を生成するとともに、窒素酸化物、炭化水素および一酸化炭素を含む排気ガスを発生するガソリンエンジンであって、

前記浄化ユニットは、三元触媒を用いて、窒素酸化物、炭化水素および一酸化炭素の除去を行う三元触媒ユニットである請求項 2 又は 3 に記載の排気システム。

【請求項 6】

前記伝播管は、前記音波発生部で発生した音波を前記熱伝達部まで伝播する第 1 部分に加え、前記熱伝達部を通過した音波を前記音波発生部まで伝播する第 2 部分を有するものである請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の排気システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

[2] 前記音波発生部は、2つの端面の間に延び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第 1 の熱・音波変換部品と、前記還流管に結合するとともに、前記第 1 の熱・音波変換部品の前記 2 つの端面のうちの一方の端面に近接して設けられ、前記還流管中を流れる排気ガスから熱を吸収して該熱を前記第 1 の熱・音波変換部品の前記一方の端面に供給する高温側熱交換器と、前記第 1 の熱・音波変換部品の他方の端面に近接して設けられ、該他方の端面から熱を吸収して所定の冷却媒体に渡す低温側熱交換器と、を備えたものであり、前記伝播管は、該伝播管の一方の端部で前記低温側熱交換器に接続され、前記第 1 の熱・音波変換部品の前記 2 つの端面間における温度差により前記第 1 の熱・音波変換部品で発生した音波を、前記伝播管の前記一方の端部から前記伝播管の他方の端部に向けて伝播するものであり、前記熱伝達部は、2つの端面の間に延びた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第 2 の熱・音波変換部品と、前記伝播管の前記他方の端部と接続するとともに、前記第 2 の熱・音波変換部品の前記 2 つの端面のうちの一方の端面に近接して設けられ、さらに、前記浄化ユニットの前記下流側の位置で前記排気管に結合する下流側熱交換器であって、前記下流側の位置を通過する前記排気管中の排気ガスから熱を吸収して該熱を、前記第 2 の熱・音波変換部品の前記一方の端面に供給する下流側熱交換器と、前記第 2 の熱・音波変換部品の他方の端面に近接して設けられ、前記浄化ユニットの前記上流側の位置で前記排気管に結合する上流側熱交換器であって、前記第 2 の熱・音波変換部品の前記他方の端面から熱を吸収して該熱を、前記上流側の位置を通過する前記排気管中の排気ガスに供給する上流側熱交換器と、を備えたものである [1] に記載の排気システム。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

ここで、図 1 では、伝播管 100C として、図の下側の第 1 部分 101C と、図の上側の第 2 部分 102C との 2 つの部分で構成された全体でループ状の管が示されている。音波発生部 100A から熱伝達部 100B に音波を伝播するという上述の伝播管 100C の機能は、図の下側の第 1 部分 101C によって担われており、第 2 部分 102C は、熱伝達部 100B を通過した音波を音波発生部 100A まで伝播する役割を果たす。このような形態の伝播管 100C では、同一の作動流体（たとえば特定の種類の作動流体）を繰り返し音波伝搬媒体として使用することができる。図では、このように循環する作動流体の流れが実線矢印で示されている。ただし、作動流体として周囲の空気を用いる場合には、

周囲の空気を取り込んでそのまま作動流体として使用できることから、伝播管 100C としては、図の下側の第 1 部分 101C のみでよく、図の上側の第 2 部分 102C は必ずしも必要ではない。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

上述の第 1 の熱・音波変換部品 1A における複数のセルは、自励振動が生じるような十分に小さい水力直径 HD を有しており、第 1 の熱・音波変換部品 1A の両端面における上述の温度差により自励振動が生じる。この自励振動により、高温側である高温側熱交換器 2A 側の端面から低温側である低温側熱交換器 3A 側に進行する音波が発生する。低温側熱交換器 3A は伝播管 100C の第 1 部分 101C の一方の端部と接続されており、発生した音波は、熱伝達部 100B に向かって伝播管 100C の第 1 部分 101C 内を進行する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

熱伝達部 100B は、第 2 の熱・音波変換部品 1B、上流側熱交換器 2B、および下流側熱交換器 3B を備えている。第 2 の熱・音波変換部品 1B の構成としては、上述の第 1 の熱・音波変換部品 1A と同様の構成（両端面間に複数のセルが延びている構成）を採用できる。上流側熱交換器 2B および下流側熱交換器 3B は、第 2 の熱・音波変換部品 1B を間に置いて、第 2 の熱・音波変換部品 1B の両端面にそれぞれ近接して設けられている。ここで、下流側熱交換器 3B は、伝播管 100C の第 1 部分 101C の、上述の低温側熱交換器 3A とは反対側の端部と接続されており、さらに、浄化ユニット 1005 の排気方向下流側の位置で排気管 1004 に結合している。一方、上流側熱交換器 2B は、浄化ユニット 1005 の排気方向上流側の位置で排気管 1004 に結合している。結合相手が異なることを除き、上流側熱交換器 2B および下流側熱交換器 3B としては、高温側熱交換器 2A および低温側熱交換器 3A と同じ構成のものをそれぞれ採用することができる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

第 1 部分 101C 内を進行してきた音波を受けた熱伝達部 100B では、上述した熱音響効果のメカニズム（温度勾配に起因して音波が発生）とは逆のメカニズム（音波に起因して温度勾配が発生）により、第 2 の熱・音波変換部品 1B の両端面間に温度差が生じる。より具体的にいえば、第 2 の熱・音波変換部品 1B の上流側熱交換器 2B 側の端面が、第 2 の熱・音波変換部品 1B の下流側熱交換器 3B 側の端面よりも相対的に高温となる。この温度差は、第 2 の熱・音波変換部品 1B の複数のセル内を通る音波が、第 2 の熱・音波変換部品 1B の下流側熱交換器 3B 側の端面から上流側熱交換器 2B 側の端面に熱を運ぶことによって生じるものである。このとき、下流側熱交換器 3B は、下流側熱交換器 3B が排気管 1004 に結合している位置（浄化ユニット 1005 の排気方向下流側の位置）を通過する排気管 1004 中の排気ガスから熱を吸収して、第 2 の熱・音波変換部品 1B の下流側熱交換器 3B 側の端面にその熱を供給する。一方、上流側熱交換器 2B は、第

2の熱・音波変換部品1Bの上流側熱交換器2B側の端面から熱を吸収して、上流側熱交換器2Bが排気管1004に結合している位置(浄化ユニット1005の排気方向上流側の位置)を通過する排気管1004中の排気ガスに供給する。この結果、浄化ユニット1005に流入する前の排気ガスの加熱が行われることとなる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

この熱伝達という役割を果たす上で、熱交換ハニカム構造体20の材料としては熱伝導率の高いものが好ましく、金属材料、たとえば銅を用いることができる。さらには、このようにハニカム構造を有する部材に代えて、複数枚の金属製(たとえば銅製)メッシュ板を重ね合わせてなるメッシュ積層体の構造を有する部材が採用されてもよい。ただし、こうした金属材料からなる熱交換ハニカム構造体20(あるいはメッシュ積層体)が、高温下で作動流体と反応して変質することを防ぐ観点から、このときの作動流体としては、希ガス等のように金属材料との反応性の低いものを採用することが好ましい。なお、使用環境である高温の条件下でも高い熱伝導率を維持するSiC(炭化珪素)を主成分とするセラミックス材料を熱交換ハニカム構造体20(あるいはメッシュ積層体)の材料として採用することができる。なお、ここでいう「主成分」とは、全構成材料中50質量%以上を占める成分を指している。SiC(炭化珪素)は金属ではないが、高温耐久性があるセラミックス材料の中でも比較的熱伝導率が高く、さらに、一般的な金属材料(鉄・銅等)に比べると反応性が相対的に低い材料である。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<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、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8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0081】

図5の排気システム2000では、排気管2004から分流して還流管2002に流れ込む排気ガスの温度は、一般的なディーゼルエンジンの排気システムにおけるディーゼルエンジンからの排気直後の排気ガスの温度である150~600程度である。また、DPF2008を通過した直後の排気ガス(加熱装置100による加熱を受ける前の排気ガス)は、一般的なディーゼルエンジンの排気システムと同様、外気温度~300程度である。一方、SCR触媒が加熱されて十分な浄化能力を発揮する温度は、200以上である。加熱装置100は、DPF2008を通過後であって加熱を受ける前の排気ガスを、還流管2002を流れる排気ガスの熱を利用した熱音響効果により、SCR触媒が十分な浄化能力を発揮する上記の温度以上となるように加熱する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0089】

図6の排気システム3000では、排気管3004から分流して還流管3002を流れ込む排気ガスの温度は、一般的なガソリンエンジンの排気システムにおけるガソリンエンジンからの排気直後の排気ガスの温度である100～1000程度である。ここで、第1の三元触媒ユニット3007は、ガソリンエンジン3001の近傍に設けられた、いわゆるガソリンエンジン3001直下の三元触媒ユニットであり、第1の三元触媒ユニット3007に流入してくる排気ガスの温度も100～1000程度である。一方、第2の三元触媒ユニット3005は、第1の三元触媒ユニット3007に比べると、ガソリンエンジン3001から比較的遠い位置に設けられた、いわゆる床下の三元触媒ユニットである。このため、第2の三元触媒ユニット3005に流入してくる排気ガスの温度は、加熱装置100による加熱を受けない限り、第1の三元触媒ユニット3007に流入してくる排気ガスの温度に比べかなり低くなり、外気温度～500程度となる。ここで、三元触媒が加熱されて十分な浄化能力を発揮する温度は400以上である。このため、第1の三元触媒ユニット3007については、第1の三元触媒ユニット3007に流入してくる排気ガスを加熱しなくても十分な浄化能力の発揮が期待できる。しかし、第2の三元触媒ユニット3005については、第2の三元触媒ユニット3005に流入してくる排気ガスを加熱しないと十分な浄化能力が発揮されないおそれがある。

【手続補正10】

【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】

音波発生部の高温側熱交換器については、直径30mmの還流管に結合する熱交換器筐体を用意し、以下のようにして高温側熱交換器を作製した。なお、実施例1では、熱伝達部の上流側熱交換器は、直径60mmの排気管に結合する点を除き、音波発生部の高温側熱交換器と同じものを採用しており、同様の作製方法で作製される。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0144

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0144】

そして、押出成形した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、セルの延在方向に沿ったハニカム成形体の長さを調整した。そのハニカム成形体を熱風乾燥機で乾燥し、更に、1445で、5時間、焼成した。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0147

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0147】

最後に、外周コート材が塗布され乾燥させた後のハニカム成形体の外周壁に対し、ダイヤモンド砥石を用いて、セルの延在方向に沿ってスリットを形成するスリット加工を行った。以上の過程を経て、熱交換ハニカム構造体が完成した。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0149

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 1 4 9 】

音波発生部の低温側熱交換器については、ラジエーターに接続されエンジン冷却用の約 40 の水が流れる冷却管に結合する熱交換器筐体を用意し、この熱交換器筐体の中央部にこのメッシュ積層体を組み込むことで作製した。ここで、この熱交換器筐体の形状は、大きさを除き、高温側熱交換器の熱交換器筐体とほぼ同じである。なお、実施例 1 では、熱伝達部の下流側熱交換器は、直径 60 mm の排気管に結合する点を除き、音波発生部の低温側熱交換器と同じものを採用しており、同様の作製方法で作製される。

## 【 手 続 補 正 1 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 1 6 5

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 1 6 5 】

さらに、この状態で、音波発生部の高温側熱交換器が還流管に結合する結合位置を通過した直後の還流管中の排気ガスの温度を測定したところ 80 であった。すなわち、実施例 2 では、ほぼ 460 の排気ガスが 80 まで冷却された上で、ガソリンエンジンに還流していたことになる。

## 【 手 続 補 正 1 5 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 1 6 6

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 1 6 6 】

この状態で、第 2 の三元触媒ユニットを経て排気管から最終的に排出される排気ガス中の酸化窒素濃度を測定したところ、酸化窒素濃度は  $5 \times 10^{-4}$  体積 % 程度であって、全く問題のないレベルであった。