

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4392592号  
(P4392592)

(45) 発行日 平成22年1月6日 (2010.1.6)

(24) 登録日 平成21年10月23日 (2009.10.23)

(51) Int.Cl.

F 1

F O 1 N 1/06 (2006.01)

F O 1 N 1/06 Z

F O 1 N 1/02 (2006.01)

F O 1 N 1/02 Z

G 1 O K 11/16 (2006.01)

F O 1 N 1/02 G

F O 1 N 1/02 N

G 1 O K 11/16 B

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-415415 (P2003-415415)  
 (22) 出願日 平成15年12月12日 (2003.12.12)  
 (65) 公開番号 特開2005-171933 (P2005-171933A)  
 (43) 公開日 平成17年6月30日 (2005.6.30)  
 審査請求日 平成18年12月7日 (2006.12.7)

(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 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100093861  
 弁理士 大賀 真司  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大賀 敏史  
 (72) 発明者 山口 淳一  
 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 近藤 禎  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気消音装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気方向の長さが  $L$  からなる拡張室を有するマフラと、  
 一方の開口端面が前記拡張室に連通するアウトレットパイプと、を備え、  
 前記アウトレットパイプは、前記一方の開口端面側の端部の周壁に、前記マフラ内に連  
 通する連通孔が形成されていると共に、当該連通孔から他方の開口端面までの長さが略  $2$   
 $nL$  ( $n$  は自然数) からなる排気消音装置。

【請求項 2】

前記マフラは、前記拡張室に隣接する共鳴室を更に有する請求項 1 に記載の排気消音装  
 置。

【請求項 3】

前記連通孔は、前記共鳴室に連通する請求項 2 に記載の排気消音装置。

【請求項 4】

前記連通孔は、前記拡張室に連通する請求項 1 に記載の排気消音装置。

【請求項 5】

前記連通孔は、複数の前記一方の開口端面側の端部の周壁に形成されており、  
 前記略  $2nL$  は、前記複数の連通孔のうち前記他方の開口端面に最も近い連通孔から前  
 記他方の開口端面までの長さである、請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の排気消音  
 装置。

【請求項 6】

前記  $n$  は 1 または 2 である請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の排気消音装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気柱共鳴を抑制して排気音を低減する排気消音装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関におけるこの種の排気消音装置は、エキゾーストマニホールドに連なるエキゾーストパイプに複数のマフラを分散して設け、エキゾーストパイプに発生する気柱共鳴を抑制している。例えば、エキゾーストマニホールドの集合部からエキゾーストパイプの終端出口までの長さを基準長さ ( $X$ ) とし、この終端出口から  $3X/5$  の位置に第 1 マフラを、 $2X/5$  の位置に第 2 マフラをそれぞれ設ける構成が知られている (例えば、特許文献 1 参照。 )。

10

【特許文献 1】特開昭 59 - 226222 号公報 (第 2 図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このような従来の排気消音装置は、複数のマフラを適所に設けているため排気音を好適に消音することができるが、複数のマフラを取り付ける分、全体として重量が増し、高コストとなり易かった。もっとも、かかる問題を単純に考えて、例えば上記特許文献 1 の排気消音装置における第 2 マフラを省略した構造とすると、第 1 マフラから終端出口までの管長が長くなり、特にその長さが例えば 1.5 m 以上ともなると、内燃機関の常用回転域で気柱共鳴が起こり、却って排気ガスの音圧レベルを増大させてしまうことになる。

20

【0004】

本発明は、マフラに連なるエキゾーストパイプのアウトレットパイプの長さに関らず、単純な構造で気柱共鳴を好適に抑制することができると共に、軽量化および低コスト化に適切に供することができる排気消音装置を提供することをその目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の排気消音装置は、排気方向の長さが  $L$  からなる拡張室を有するマフラと、拡張室に連通し、管長が略  $2nL$  ( $n$  は自然数) からなるアウトレットパイプと、を備えたものである。

30

【0006】

この構成によれば、アウトレットパイプの管長に対応した特定の周波数でアウトレットパイプ内に気柱共鳴が発生しても、上記の長さの比率としているため、拡張室内での干渉効果により、気柱共鳴が効果的に抑制される。

【0007】

具体的には、アウトレットパイプ内に発生する気柱共鳴の基本の波長  $\lambda_1$  は、アウトレットパイプの管長の略 2 倍であるが、この気柱共鳴を拡張室内における入射波および反射波の干渉効果により効果的に抑制するには、拡張室の長さ  $L$  を基本波長  $\lambda_1$  の  $1/4$  とすればよい。すなわち、拡張室の長さ : アウトレットパイプの管長  $1 : 2$  の関係であればよい。同様に、2 倍振動の気柱共鳴の波長  $\lambda_2$  は管長の略 1 倍であるが、干渉効果を得るために拡張室の長さ  $L$  を  $\lambda_2$  の  $1/4$  とすると、拡張室の長さ : アウトレットパイプの管長  $1 : 4$  の関係となる。3 倍振動、4 倍振動も同様にすると、それぞれ  $1 : 6$ 、 $1 : 8$  の関係となる。

40

【0008】

したがって、本発明では、拡張室の長さ : アウトレットパイプの管長  $1 : 2n$  としているため、アウトレットパイプの管長が長くなっても、 $n$  倍振動の気柱共鳴を好適に抑制することができる。なお、略  $2nL$  の「略」は開口端補正を含めた概念である。

【0009】

50

本発明の他の排気消音装置は、排気方向の長さが $L$ からなる拡張室を有するマフラと、一方の開口端面が拡張室に連通するアウトレットパイプと、を備え、アウトレットパイプは、一方の開口端面側の端部の周壁に、マフラ内に連通する連通孔が形成されていると共に、連通孔から他方の開口端面までの長さが略 $2nL$  ( $n$ は自然数)からなるものである。

【0010】

この構成によれば、アウトレットパイプの全長のうち、周壁に形成した連通口から他方の開口端面までの長さ(以下、実質気柱長さという)に対応して、アウトレットパイプ内に気柱共鳴が発生しても、拡張室の長さ：実質気柱長さ  $1:2n$  としているため、上記と同様に、拡張室内での干渉効果により、 $n$ 倍振動の気柱共鳴を効果的に抑制することができる。

10

【0011】

なお、周壁に形成された連通孔は、いわゆるバイパス孔として機能するように、マフラ内の前記拡張室に連通してもよいし、あるいはマフラ内に別に設けた共鳴室に連通して、気柱共鳴の抑制対象の周波数とは異なる周波数の排気音の低減に供されてもよい。また、この連通孔をアウトレットパイプの長手方向に複数形成した場合には、他方の開口端面に最も近い連通孔が、実質気柱長さの基準となる。

【0012】

これらの場合、自然数 $n$ は1または2であることが、好ましい。

【0013】

この構成によれば、一般的に消音が困難な波長の長い気柱共鳴を適切に抑制することができる。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明の排気消音装置によれば、アウトレットパイプの長さに関らず、単純な構造で気柱共鳴を好適に抑制して、消音性を向上することができる。したがって、アウトレットパイプに別途サブマフラを設けない構造とすることも可能であり、軽量化および低コスト化に適切に供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態に係る排気消音装置について説明する。この排気消音装置は、マフラの拡張室の長さアウトレットパイプの管長とを所定の比率とすることで、気柱共鳴を効果的に抑制して排気音を低減するものである。以下の説明では、この排気消音装置を自動車の内燃機関の排気系に適用した例について説明する。

30

【実施例1】

【0016】

図1に示すように、排気消音装置1は、内燃機関から排気された排気ガスの排気音を消音するマフラ2と、内燃機関からマフラ2に排気ガスを導入するエキゾーストパイプのインレットパイプ3と、マフラ2から外部へと排気ガスを導出するエキゾーストパイプのアウトレットパイプ4と、を備えている。

40

【0017】

マフラ2の内部には、排気方向の長さが $L_1$ からなる単一の拡張室11が構成されている。拡張室11は、インレットパイプ3に比して排気ガスの流路断面積が大きく形成されており、インレットパイプ3から流入した排気ガスの圧力を低下させる。この場合の拡張室11の長さ $L_1$ は、マフラ2の排気方向における対向する内壁12, 13間の距離に相当している。

【0018】

インレットパイプ3は、一方の開口端部が内燃機関側の図示しないエキゾーストマニホールドに連なり、他方の開口端部21がマフラ2の内壁12側を介して拡張室11に連通

50

している。アウトレットパイプ4は、管長が $L_2$ に設定され、一端の開口端部31がマフラ2の内壁13側を介して拡張室11に連通すると共に、他端の開口端部32が外部に連通して大気に開放されている。

【0019】

内燃機関の運転時の排気脈動によって、アウトレットパイプ4の管長 $L_2$ に対応した気柱共鳴がアウトレットパイプ4内に発生する。すなわち、図2に示すように、管長 $L_2$ を半波長とした周波数の気柱共鳴を基本として、その半波長の自然数倍の波長の気柱共鳴が発生する。

【0020】

具体的には、基本振動（1倍振動）の気柱共鳴の波長 $\lambda_1$ は、アウトレットパイプ4の開口端補正を考慮すると、その管長 $L_2$ の略2倍となる（図2（a）参照）。この気柱共鳴が拡張室11内における入射波および反射波の干渉効果により効果的に抑制されるためには、拡張室11の長さ $L_1$ が波長 $\lambda_1$ の $1/4$ であればよい。すなわち、 $L_1 : L_2 = 1 : 2$ の関係とすることで、基本振動の気柱共鳴による排気音が低減される。

【0021】

また、図2（b）に示すように、2倍振動の気柱共鳴の波長 $\lambda_2$ は管長 $L_2$ の略1倍であるが、同様の干渉効果が得られるのは、拡張室11の長さ $L_1$ が $\lambda_2$ の $1/4$ である。すなわち、 $L_1 : L_2 = 1 : 4$ の関係とすれば、2倍振動の気柱共鳴による排気音が低減される。同様に、図2（c）および（d）に示すように、3倍振動では $L_1$ が $\lambda_3$ の $1/4$ であればよいので、 $L_1 : L_2 = 1 : 6$ の関係にすれば、また4倍振動では $L_1$ が $\lambda_4$ の $1/4$ であればよいので、 $L_1 : L_2 = 1 : 8$ の関係にすれば、各倍振動に対応する気柱共鳴による排気音が低減される。

【0022】

そこで本実施例では、図1（b）に示すように、 $L_2 = 2nL_1$ （ $n$ は自然数）となるように設定している。これにより、 $n$ 倍振動の気柱共鳴を好適に抑制して、排気音を全体として消音することができる。この場合、特に「 $n$ 」を1または2に設定すると、一般的に消音し難い長い波長（低周波数）の気柱共鳴に対応するため、消音上、有用となる。すなわち、アウトレットパイプ4の管長 $L_2$ を例えば1.5m以上と長くした場合には、内燃機関の常用回転域で低周波数の気柱共鳴が発生し得るところ、これを効果的に抑制することができる。

【0023】

このように、本実施例の排気消音装置1によれば、アウトレットパイプ4に対し拡張室11を有効長さとしているため、アウトレットパイプ4上にさらに別のマフラ（サブマフラ）を設けなくとも、消音性を十分に高めることができる。したがって、排気消音装置1の構成にサブマフラを省略して、軽量化および低コスト化を図ることができる。この効果を自動車側からみれば、排気消音装置1の占有スペースを小さくすることができるので、自動車側の利便性を高め得る。

【0024】

なお、上記実施例では、マフラ2内に設ける拡張室11を一つとしたが、いわゆる多段膨張型としてマフラ2内を複数の隔壁により区画して、排気方向に複数の拡張室を設けるようにしてもよい。この場合、隔壁に設けられ、これを挟んで隣接する拡張室を互いに連通させる開口の開口率を大きく設定すれば、両隣の拡張室は一つの拡張室とみなすことができるため、複数の拡張室の排気方向のトータル長さ $L_1$ に対し、アウトレットパイプ4の管長 $L_2$ を略偶数倍（ $L_2 = 2nL_1$ ）とすれば、上記と同様な効果を奏することができる。

【0025】

次に、本発明に係る排気消音装置1の他の複数の実施例について説明する。なお、以下の各実施例では、実施例1との相違点を中心に説明し、同一部材および対象となる長さについては、同一符号を付することとする。

【実施例2】

## 【0026】

図3に示すように、第2実施例に係る排気消音装置1のマフラ2の内部は、セパレータ41を介してインレットパイプ3側に配置された共鳴室42と、アウトレットパイプ4側に配置された拡張室11とに区画されている。拡張室11の排気方向の長さ $L_1$ は、セパレータ41からマフラ2のアウトレットパイプ4側の内壁13までの距離に相当する。共鳴室42は、特定周波数の振動に共鳴してその振動に起因する排気音のレベルを低減するものであり、その排気方向の長さ $L_3$ は、マフラ2の排気方向の全長 $L_0$ から拡張室11の長さ $L_1$ を減算した長さに設定されている。そして、インレットパイプ3は、共鳴室42を経てマフラ2側の開口端部21が拡張室11に連通すると共に、この開口端部21の周壁に形成された複数のパンチ孔44が共鳴室42に臨み、これに連通している。

10

## 【0027】

内燃機関からの排気ガスは、拡張室11へと導入されここで膨張して、アウトレットパイプ4から大気中へと排気される。したがって、本実施例においても、第1実施例と同様に、 $L_2 = 2nL_1$ と設定することで、アウトレットパイプ4で発生する $n$ 倍振動の気柱共鳴を好適に抑制することができる。また、共鳴室42をマフラ2内に別途設けているため、マフラ2内で高周波音など所定の周波数の排気音を低減することができる。

## 【実施例3】

## 【0028】

図4に示すように、第3実施例に係る排気消音装置1は、マフラ2内の拡張室11に連通するインレットパイプ3とアウトレットパイプ4とが同軸上に配置されていない。また、実施例1等に比べてこれら両パイプ3、4は、マフラ2内に深く挿入されて、互いにオーバーラップしている。アウトレットパイプ4は、全長が $L_4$ に設定され、一方の開口端面33側の開口端部31が拡張室11に連通している。また、アウトレットパイプ4は、この開口端部31の内壁13側の位置の周壁に形成した複数のバイパス孔51（連通孔）を有している。複数のバイパス孔51は、拡張室11に連通している。

20

## 【0029】

本実施例では、アウトレットパイプ4の外部に連通した他方の開口端部32側の開口端面34からこれに最も近いバイパス孔51までの管長に対応して、アウトレットパイプ4内に気柱共鳴が発生するので、この長さ（実質気柱長さ）が上記の $L_2 = 2nL_1$ に設定されている。インレットパイプ3を介して拡張室11で膨張した排気ガスは、アウトレットパイプ4の一方の開口端面33からこれに流入していくと共に、一部が複数のバイパス孔51からアウトレットパイプ4内に流入していく。すなわち、アウトレットパイプ4内に流入した排気ガスは、このバイパス孔51の位置で合流して、大気中へと排気される。

30

## 【0030】

本実施例によれば、アウトレットパイプ4の実質気柱長さと拡張室11の長さとは、実施例1と同様に $L_2 = 2nL_1$ と設定されているため、拡張室11内での干渉効果により $n$ 倍振動の気柱共鳴を効果的に抑制することができる。また、上記のような拡張室11に対するインレットパイプ3およびアウトレットパイプ4の挿入方式や、複数のバイパス孔51を採用することにより、実施例1に比べて広い周波数域で排気音を消音することができる。

40

## 【実施例4】

## 【0031】

図5に示すように、第4実施例に係る排気消音装置1のマフラ2の内部は、セパレータ41を介してインレットパイプ3側に配置された拡張室11と、アウトレットパイプ4側に配置された共鳴室42とに区画されている。拡張室11の排気方向の長さ $L_1$ は、マフラ2のインレットパイプ3側の内壁12からセパレータ41までの距離に相当する。共鳴室42の排気方向の長さ $L_3$ は、マフラ2の排気方向の全長 $L_0$ から拡張室11の長さ $L_1$ を減算した長さに相当する。

## 【0032】

50

アウトレットパイプ 4 は、マフラ 2 側の開口端面 3 3 が拡張室 1 1 に連通すると共に、開口端面 3 3 のある開口端部 3 1 の周壁に形成された複数のパンチ孔 4 4 (連通孔) が共鳴室 4 2 に臨み、これに連通している。そして、実施例 3 と同様に、アウトレットパイプ 4 の外部に連通した他方の開口端面 3 4 からこれに最も近いパンチ孔 4 4 までの長さに対応して、アウトレットパイプ 4 内に気柱共鳴が発生するので、この長さ (実質気柱長さ) が  $2nL_1$  と略同じ長さの  $L_2$  に設定されている。

【0033】

拡張室 1 1 で膨張した排気ガスは、アウトレットパイプ 4 の一方の開口端面 3 3 からこれに流入して大気中へと排気されると共に、アウトレットパイプ 4 内に流入した一部が複数のパンチ孔 4 4 を介して共鳴室 4 2 に流入し、ここで排気音の共鳴作用が起きる。

10

【0034】

したがって、本実施例においても、第 3 実施例と同様に、 $L_2 = 2nL_1$  と設定することで、 $n$  倍振動の気柱共鳴を好適に抑制することができる。また、第 2 実施例と同様に、共鳴室 4 2 をマフラ 2 内に別途設けているため、マフラ 2 内で高周波音など所定の周波数の排気音を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る排気消音装置を模式的に示す概略図である。

【図 2】アウトレットパイプ内に発生する気柱共鳴について説明する説明図である。

【図 3】本発明の実施例 2 に係る排気消音装置を模式的に示す概略図である。

20

【図 4】本発明の実施例 3 に係る排気消音装置を模式的に示す概略図である。

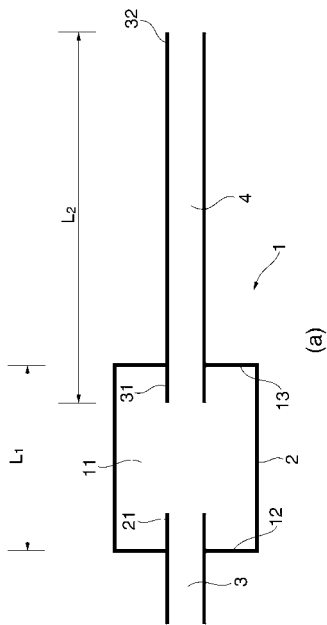
【図 5】本発明の実施例 4 に係る排気消音装置を模式的に示す概略図である。

【符号の説明】

【0036】

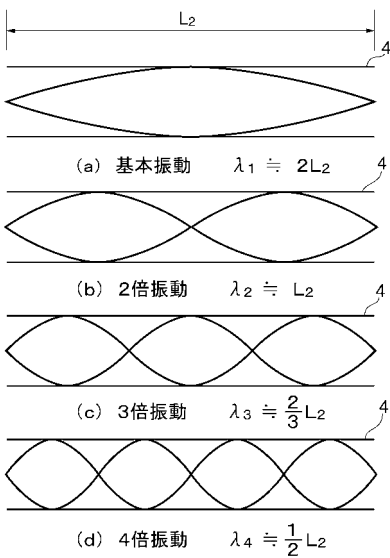
1 ... 排気消音装置、2 ... マフラ、3 ... インレットパイプ、4 ... アウトレットパイプ、1 1 ... 拡張室、3 1、3 2 ... 開口端部、3 3、3 4 ... 開口端面、4 4 ... パンチ孔 (連通孔)、5 1 ... バイパス孔 (連通孔)

【図 1】

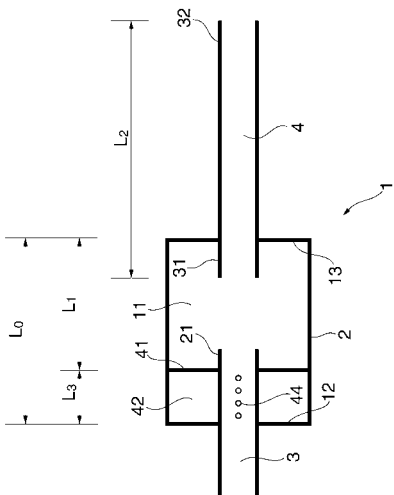


【図 2】

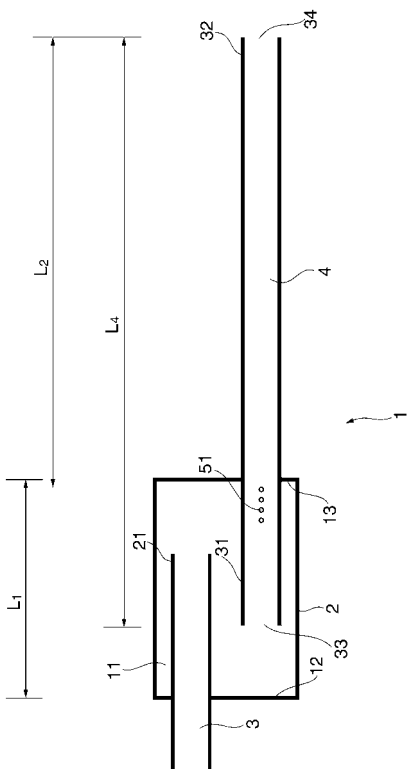
$L_2 \div 2nL_1$  ( $n$ : 自然数)



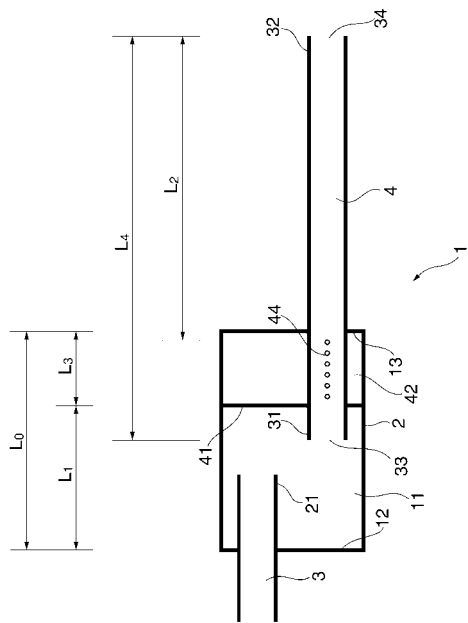
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

審査官 菅野 裕之

- (56)参考文献 特開昭53-027113(JP,A)  
特開平01-195907(JP,A)  
特開2001-152827(JP,A)  
実開昭61-187914(JP,U)  
実開昭55-017956(JP,U)  
特開2000-230413(JP,A)  
実開昭61-128321(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N	1/06
F01N	1/02
G10K	11/16