

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6564256号  
(P6564256)

(45) 発行日 令和1年8月21日(2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日(2019.8.2)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>FO2D 13/06 (2006.01)</b>	FO2D 13/06 D
<b>FO2M 35/12 (2006.01)</b>	FO2M 35/12 D
	FO2M 35/12 B

請求項の数 3 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-123889 (P2015-123889)</p> <p>(22) 出願日 平成27年6月19日 (2015. 6. 19)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-8783 (P2017-8783A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年1月12日 (2017. 1. 12)</p> <p>審査請求日 平成30年3月16日 (2018. 3. 16)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000005348 株式会社SUBARU 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号</p> <p>(74) 代理人 110000936 特許業務法人青海特許事務所</p> <p>(72) 発明者 加藤 淳平 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内</p> <p>(72) 発明者 森口 優 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内</p> <p>審査官 佐々木 淳</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気通路から分岐して複数の気筒とそれぞれ接続された複数の接続管と、  
吸気弁及び排気弁を閉じることにより前記複数の気筒のうち一部の気筒を休止させる気筒休止機構と、

休止する前記一部の気筒と接続された前記接続管に設けられ、休止する前記一部の気筒と接続された前記接続管を開閉可能なバルブと、

を備え、

前記バルブは、吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられ、

前記気筒休止機構は、前記複数の気筒のうち一部の複数の気筒を休止し、

休止する前記一部の複数の気筒とそれぞれ接続された前記接続管には、前記接続管の前記吸気通路側の端部から互いに異なる位置に前記バルブがそれぞれ設けられる、

内燃機関。

【請求項2】

前記バルブは、前記バルブが設けられる前記接続管と接続された気筒内のタンブル流を生成可能である、請求項1に記載の内燃機関。

【請求項3】

前記吸気通路に、吸気音の所定の周波数成分を低減するための少なくとも1以上の消音器が備えられ、

前記バルブは、前記消音器により低減される周波数成分とは異なる吸気音の所定の周波

数成分を低減可能な位置に設けられる、

請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両等に搭載された内燃機関を制御する技術として、複数の気筒のうちの一部の気筒における燃焼を停止させることによって、当該一部の気筒を休止させる気筒休止制御が知られている。気筒休止制御は、内燃機関の要求トルクが比較的小さい場合に実行される制御である。気筒休止運転時においては、一部の気筒の吸気弁及び排気弁が閉じた状態で維持されるとともに、当該気筒への燃料噴射が停止し、残りの気筒によって出力トルクを得る。このとき、残りの気筒によって全気筒運転時と同じ出力トルクを得るためには、吸気スロットル弁の開度を大きくすることになるため、ポンピングロスが低減し、燃費特性が向上する。

10

【0003】

ここで、内燃機関の吸気系では、各気筒への吸気によって圧力脈動（以下、この脈動を「吸気脈動」ともいう。）が生じる。例えば 4 気筒エンジンの 2 気筒を休止する場合、クランクシャフトが 2 回転する間の吸入回数が半分になるため、吸気脈動の周期も半分になる。これにより、エンジンの吸気脈動によって生じる振動のモードが 2 次から 1 次になり、4 気筒運転時に比べて低周波成分の吸気音が大きくなる。一般に、気筒休止制御は、内燃機関の要求トルクが小さい運転領域で実行されるため、気筒休止運転時の吸気音の低周波成分は騒音として感じられやすい。

20

【0004】

これに対して、吸気系に消音器を備えた内燃機関がある。例えば、特許文献 1 には、レゾネータを大型化することなく、全気筒運転時及び気筒休止運転時において、吸気騒音を低減できる内燃機関が開示されている。係る内燃機関は、第 1 レゾネータを備え、一方のシリンダバンクの気筒に通じる第 1 吸気通路と、第 2 レゾネータを備え、他方のシリンダバンクの気筒に通じる第 2 吸気通路と、第 1 吸気通路及び第 2 吸気通路を連通するパイパス通路と、第 2 吸気通路の第 2 レゾネータの上流側に設けられた開閉バルブとを備える。開閉バルブは、全気筒運転時に開かれ、気筒休止運転時に閉じられる。これにより、気筒休止運転時には、吸気通路が 2 つのレゾネータを備えた構成となるため、低周波数の騒音を低減することができる。

30

【0005】

また、特許文献 2 には、複数の気筒群毎に独立した吸気系を有する内燃機関において、気筒休止運転時における騒音を低減するための吸気音低減装置が開示されている。係る内燃機関は、気筒休止運転時に、運転を休止させる気筒群の吸気系に備えられたスロットル弁の上流側と、運転させる気筒群の吸気系とを連通させる連通手段を備える。係る内燃機関では、運転を休止させる気筒の吸気系に備えられたエアクリーナが、運転させる気筒のレゾネータとして作用し、騒音を低減することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2010 - 163945 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 303312 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1 及び 2 に記載の内燃機関は、新気を取り入れる吸気通路から

50

各シリンダバンクに向けて分岐した2系統の吸気系のそれぞれに、吸気スロットル弁、及び、レゾネータあるいはエアクリーナを備える内燃機関を対象としている上、2系統の吸気系を接続する連通路が設けられており、構成が複雑となる。

【0008】

また、低周波数の音を低減するには、大容量あるいは長尺の消音器が必要になり、車両のエンジン室におけるレイアウト上、設置が困難な場合が多い。したがって、新たに消音器を追加したり、新たに特許文献1及び2に記載されたような連通路を設けたりすることなく、低周波数の音を低減できることが望ましい。

【0009】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、内燃機関の気筒休止運転時の騒音を低減させることが可能な、内燃機関を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、吸気通路から分岐して複数の気筒とそれぞれ接続された複数の接続管と、吸気弁及び排気弁を閉じることにより前記複数の気筒のうち一部の気筒を休止させる気筒休止機構と、休止する前記一部の気筒と接続された前記接続管に設けられ、休止する前記一部の気筒と接続された前記接続管を開閉可能なバルブと、を備え、前記バルブは、吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられ、前記気筒休止機構は、前記複数の気筒のうち一部の複数の気筒を休止し、休止する前記一部の複数の気筒とそれぞれ接続された前記接続管には、前記接続管の前記吸気通路側の端部から互いに異なる位置に前記バルブがそれぞれ設けられる、内燃機関が提供される。

20

【0012】

前記バルブは、前記バルブが設けられる前記接続管と接続された気筒内のタンブル流を生成可能であってもよい。

【0013】

前記吸気通路に、吸気音の所定の周波数成分を低減するための少なくとも1以上の消音器が備えられ、前記バルブは、前記消音器により低減される周波数成分とは異なる吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられてもよい。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、内燃機関の気筒休止運転時の騒音を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施の形態に係る内燃機関の概略構成を示す模式図である。

【図2】内燃機関の吸気系の構成例を示す模式図である。

【図3】内燃機関の吸気系で発生する吸気脈動を示す説明図である。

【図4】内燃機関の騒音を示す説明図である。

【図5】内燃機関の制御装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。

40

【図6】接続管及びバルブの消音機能を示す説明図である。

【図7】接続管及びバルブの消音機能並びに消音器それぞれの共振周波数を示す説明図である。

【図8】変形例に係る吸気系の構成例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。また、実質的に同一の機能構成を有する構成要素を、同一の符号の末尾に異なるアルファベットを付することによって区別

50

する場合もある。

【 0 0 2 0 】

< 1 . 内燃機関の構成 >

( 1 - 1 . 全体構成 )

まず、本実施形態に係る内燃機関 1 0 0 の全体構成の一例について説明する。図 1 は、内燃機関 1 0 0 の構成例を概略的に示す模式図である。図 1 は、水平対向型の内燃機関 1 0 0 の構成を示す説明図である。図 1 に示す内燃機関 1 0 0 では、気筒 # 1 , # 2 側が車両の前方側に位置する。

【 0 0 2 1 】

内燃機関 1 0 0 は、シリンダブロック 1 0 1 a、シリンダヘッド 1 0 1 b、ピストン 1 0 4、コネクティングロッド 1 0 6、点火プラグ 1 0 8、吸気弁 1 1 0 a、排気弁 1 1 0 b、カム機構 1 1 1 及びクランクシャフト 1 1 5 を備える。シリンダブロック 1 0 1 a には、複数の気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 が設けられる。図 1 の例では、4 つの気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 がシリンダブロック 1 0 1 a に設けられている。このうち、2 つの気筒 # 1 , # 3 が右バンクの気筒群を構成し、残りの 2 つの気筒 # 2 , # 4 が左バンクの気筒群を構成する。

10

【 0 0 2 2 】

シリンダヘッド 1 0 1 b は、右バンク及び左バンクそれぞれにおいて、気筒 # 1 , # 3 ( # 2 , # 4 ) の軸方向の両端部のうち、クランクシャフト 1 1 5 側とは反対側の端部を閉じるように設けられる。各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 にはそれぞれピストン 1 0 4 が進退移動可能に保持されている。シリンダヘッド 1 0 1 b と、上死点にあるときのピストン 1 0 4 の冠面によって燃焼室 C が画成される。ピストン 1 0 4 は、燃焼室 C 内での燃料の燃焼によって直線往復運動を行う。当該直線往復運動は、コネクティングロッド 1 0 6 を介してクランクシャフト 1 1 5 に回転運動として伝達される。

20

【 0 0 2 3 】

内燃機関 1 0 0 は、吸気系 2 0 0 と、図示しない排気系とに接続される。吸気系 2 0 0 は、各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 に対して吸入空気を供給する。吸気系 2 0 0 は、吸気スロットル弁 2 1 0 が設けられた吸気通路 2 0 2 と、吸気通路 2 0 2 に接続されたコレクタ部 2 0 4 と、コレクタ部 2 0 4 から分岐して各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 と接続された複数の接続管 2 0 6 a , 2 0 6 b , 2 0 6 c , 2 0 6 d とを備える。また、排気系は、各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 から燃焼ガスを排出する。シリンダヘッド 1 0 1 b には、各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 ごとに、吸気弁 1 1 0 a 及び排気弁 1 1 0 b が備えられる。

30

【 0 0 2 4 】

吸気弁 1 1 0 a は、吸気系 2 0 0 と各燃焼室 C との間の吸気ポートを開閉する。吸気行程において、吸気弁 1 1 0 a が開弁することにより、吸気ポートを介して各燃焼室 C に吸気を取り込まれる。排気弁 1 1 0 b は、排気系と各燃焼室 C との間の排気ポートを開閉する。排気行程において、排気弁 1 1 0 b が開弁することにより、排気ポートを介して、燃焼ガスが各燃焼室 C から排出される。吸気弁 1 1 0 a 及び排気弁 1 1 0 b の開閉動作は、カム機構 1 1 1 によって実現される。

40

【 0 0 2 5 】

カム機構 1 1 1 は、カムシャフト 1 1 2 と、当該カムシャフト 1 1 2 に固定されるカム 1 1 4 とを備える。カムシャフト 1 1 2 は、内燃機関のクランクシャフト 1 1 5 に図示しないギヤを介して連結され、クランクシャフト 1 1 5 の回転に伴って回転する。吸気弁 1 1 0 a 及び排気弁 1 1 0 b は、図示しない復帰用バネを備える。カムシャフト 1 1 2 の回転に伴ってカム 1 1 4 が回転し、カム 1 1 4 のカム山が直接的又は間接的に吸気弁 1 1 0 a 及び排気弁 1 1 0 b を押し込むことによって吸気弁 1 1 0 a 及び排気弁 1 1 0 b が開かれる。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示した内燃機関 1 0 0 では、カム 1 1 4 と吸気弁 1 1 0 a 及び排気弁 1 1 0 b と

50

の間にロッカーアーム 30 が備えられる。吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b は、ロッカーアーム 30 を介してカム 114 によって押し込まれる。また、吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b は、カム 114 による吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b の押し込みから解放されると、復帰用バネによって元の位置に戻される。

【0027】

また、気筒 # 1 , # 2 には、カム 114 によるロッカーアーム 30 の押し込み動作が吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b に伝達されないようにするための気筒休止機構 60 が設けられている。気筒休止機構 60 は、例えば、油圧回路を利用して構成される。具体的には、カム 114 により押圧される被押圧部と、吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b を押圧する押圧部との係合及び脱離を、油圧の供給及び排出によって切り替え可能な気筒休止機構とすることができる。ただし、気筒休止機構 60 は、係る構成以外の機構であってもよい。

10

【0028】

4 気筒運転時において、カム 114 によるロッカーアーム 30 の押し込み動作は気筒 # 1 , # 2 の吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b に伝達される。一方、気筒休止運転時において、カム 114 によるロッカーアーム 30 の押し込み動作の気筒 # 1 , # 2 の吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b への伝達は、気筒休止機構 60 によって、遮断される。従って、気筒休止運転時において、気筒休止機構 60 により吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b が閉じられることによって、気筒 # 1 , # 2 は休止する。

【0029】

本実施形態に係る内燃機関 100 において、休止対象の気筒 # 1 , # 2 と接続された接続管 206 a , 206 b には、当該接続管 206 a , 206 b を開閉可能なバルブ 270 a , 270 b が設けられている。バルブ 270 a , 270 b の開閉は、図示しない制御装置により制御される。なお、バルブ 270 a , 270 b の詳細については、後述する。

20

【0030】

各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 に備えられる吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b の数は適宜設定することができる。本実施形態では、気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 ごとに、吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b が 2 つずつ備えられており、それぞれの吸気弁 110 a 及び排気弁 110 b が吸気ポートあるいは排気ポートを開閉する。図 1 中、各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 には、吸気弁 110 a の組が示されている。

30

【0031】

各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 には、燃焼室 C に臨むように図示しない燃料噴射弁が備えられる。燃料噴射弁は、例えばシリンダヘッド 101 b の壁面に固定される。係る燃料噴射弁は、図示しない制御装置によって駆動制御され、燃焼室 C 内に燃料を噴射する。これにより、燃焼室 C 内に吸気と燃料との混合気が形成される。なお、燃料噴射弁は、燃焼室 C 内に燃料を直接噴射する形式のものに限られない。燃料噴射弁が吸気ポートよりも上流に備えられ、あらかじめ形成された混合気が吸気ポートから燃焼室 C に導入されてもよい。

【0032】

シリンダヘッド 101 b には、各気筒 # 1 , # 2 , # 3 , # 4 の燃焼室 C に臨むように、点火プラグ 108 が設けられている。点火プラグ 108 は、図示しない制御装置によって駆動制御され、各燃焼室 C 内に形成された混合気に点火する。これにより、燃焼室 C 内で燃焼を生じ、ピストン 104 が押し下げられて、クランクシャフト 115 が回転する。なお、本明細書において、ピストン 104 の上昇とは、ピストン 104 が燃焼室 C 側に移動することをいい、ピストン 104 の下降とは、ピストン 104 がクランクシャフト 115 側に移動することをいう。

40

【0033】

クランクシャフト 115 は、クランクピン 116、クランクジャーナル 118 及びこれらと連結されるクランクアーム 120 を備える。クランクピン 116 はコネクティングロッド 106 と連結される。ピストン 104 の直線往復運動によってクランクアーム 120

50

が回転し、クランクアーム 120 の回転によってクランクジャーナル 118 が回転する。クランクシャフト 115 は、図示しない駆動伝達装置に連結され、内燃機関 100 の出力トルクが駆動伝達装置に伝達される。

【0034】

(1-2. 吸気系の構成)

図2は、内燃機関100の吸気系200を示す模式図である。図2は、1つの気筒#1の吸気系200を示している。

【0035】

吸気系200は、吸気通路202と、コレクタ部204と、接続管206aとを備える。吸気通路202は、エアクリーナ208と、吸気スロットル弁210と、サイドブランチ型消音器212と、ヘルムホルツ型消音器214と、制御装置140とを備える。なお、コレクタ部204には、他の気筒#2, #3, #4に対して接続された接続管206b, 206c, 206dが接続されている。吸気系200は、吸気開口202aから取り入れた新気を気筒#1に導く。なお、気筒#1には排気系250が接続されている。

10

【0036】

吸気スロットル弁210は、制御装置140によって制御され、吸気通路202を通る新気の流量を調節する。吸気スロットル弁210は、吸気通路202内に備えられ、電動モータ等によって吸気スロットル弁210が軸回転することにより、弁開度が変化する。これにより、吸気通路202の通路面積が変化し、新気の流量が調節される。吸気スロットル弁210の開度は、内燃機関100の要求トルクや回転数に基づき、あらかじめ作成した開度マップを参照して決定される。

20

【0037】

また、吸気スロットル弁210の開度は、4気筒運転時と気筒休止運転時とは異なる。気筒休止運転時の吸気スロットル弁210の開度は、内燃機関100から4気筒運転時のトルクと同じトルクを出力するために、4気筒運転時の吸気スロットル弁210の開度よりも大きくされる。これにより、気筒休止運転時において、1気筒当たりの吸気の充填量が増大し、1気筒当たりで発生するトルクが増大する。

【0038】

エアクリーナ208は、取り入れた新気に含まれる異物を捕集する。エアクリーナ208の下流側には、新気の流量を測定するための図示しないエアフローメータが設けられる。また、吸気通路202の吸気スロットル弁210の上流側には、排気の一部を吸気系200に戻すためのEGR(Exhaust Gas Recirculation)通路が接続されていてもよい。この場合、EGR通路の途中にはEGR弁が備えられ、排気系250から吸気系200に還流させるEGRガスの流量が調節される。

30

【0039】

コレクタ部204は、吸気を一時的に蓄え、各気筒#1, #2, #3, #4に対して吸気を均一に分配する機能を有する。接続管206aは、コレクタ部204から分岐して気筒#1と接続され、コレクタ部204内の吸気を気筒#1に導く。接続管206aと気筒#1の間には吸気ポート220が介在し、当該吸気ポート220は吸気弁110aによって開閉される。気筒#1のピストン104が下降する期間に吸気弁110aを開くこと

40

【0040】

本実施形態に係る内燃機関100において、気筒休止運転時において燃焼が停止する休止気筒#1と接続された接続管206aには、接続管206aを開閉可能なバルブ270aが設けられる。バルブ270aは、気筒休止運転時における吸気音の所定の周波数成分を低減するために設けられ、制御装置140によって制御される。バルブ270aは、電動モータ等によって軸回転することにより、接続管206aを開閉する。バルブ270aは、4気筒運転時において接続管206aを開放し、気筒休止運転時において接続管206aを閉鎖する。休止気筒#1と接続された接続管206a及びバルブ270aの消音機能については、後述する。

50

## 【 0 0 4 1 】

吸気通路 2 0 2 に備えられたサイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 は、所定周波数の吸気音を低減する。サイドブランチ型消音器 2 1 2 は、開口端が吸気通路 2 0 2 と接続され、他端側が閉じられた管状の部材であり、低減させたい周波数成分に応じて長さが設定されている。サイドブランチ型消音器 2 1 2 は、吸気通路 2 0 2 内で発生している音のうちの特定の周波数成分をサイドブランチ型消音器 2 1 2 内で共鳴させることにより、当該周波数成分を低減する。サイドブランチ型消音器 2 1 2 は、特定の周波数成分がサイドブランチ型消音器 2 1 2 内に進入したときに、内部で空気が激しく振動し、側壁との摩擦損失により音のエネルギーが失われることで、特定周波数の音を低減する。サイドブランチ型消音器 2 1 2 の長さ  $L_s$  と、共鳴周波数  $f_n$  との関係は、下記式 (1) で表すことができる。

10

## 【 0 0 4 2 】

## 【数 1】

$$f_n = (2n-1)C/4L_s \quad \dots \quad (1)$$

$f_n$  : 共鳴周波数

$L_s$  : 消音器の長さ

$n$  : 次数 ( $n = 1, 2, \dots$ )

$C$  : 音速

20

## 【 0 0 4 3 】

また、ヘルムホルツ型消音器 2 1 4 は、管状部の開口端が吸気通路 2 0 2 に接続され、他端側に拡張室 (共鳴室) を備えた共鳴器であり、低減させたい周波数成分に応じて管状部の長さや断面積、あるいは、拡張室の容積が設定されている。ヘルムホルツ型消音器 2 1 4 は、吸気通路 2 0 2 内で発生している音のうちの特定の周波数成分がヘルムホルツ型消音器 2 1 4 内に進入したときに、管状部の空気が激しく振動して、管状部の側壁との摩擦損失により音のエネルギーが失われることで、特定周波数の音を低減する。ヘルムホルツ型消音器 2 1 4 における管状部の長さ  $L_h$  と、共鳴周波数  $f_n$  との関係は、下記式 (2) で表すことができる。

30

## 【 0 0 4 4 】

## 【数 2】

$$f_n = (C/2n) * \sqrt{(Sh/LhV)} \quad \dots \quad (2)$$

$f_n$  : 共鳴周波数

$L_h$  : 管状部の長さ

$Sh$  : 管状部の断面積

$V$  : 拡張室の容積

$n$  : 次数 ( $n = 1, 2, \dots$ )

$C$  : 音速

40

## 【 0 0 4 5 】

サイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 は、それぞれ異なる周波数成分の脈動を減衰させる。また、サイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 は、減衰させる周波数成分に応じて、それぞれ複数設置されていてもよい。ただし、サイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 によって消音しようとする音の周波数が低くなるほど、長尺又は大容量の消音器とする必要があり、エンジン室内でのレイアウト上、許容限度がある。

## 【 0 0 4 6 】

50

制御装置140は、演算処理装置であるCPU(Central Processing Unit)、CPUが使用するプログラムや演算パラメータ等を記憶するROM(Read Only Memory)、CPUの実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータ等を一時記憶するRAM(Random Access Memory)、データ等を記憶するHDD(Hard Disk Drive)装置などのデータ格納用記憶装置等で構成される。

【0047】

制御装置140は、内燃機関100を構成する各装置の動作を制御する。具体的には、制御装置140は、制御対象である各アクチュエータに対して電気信号を用いて動作指示を行う。より具体的には、制御装置140は、バルブ270aの開閉を制御し、気筒休止運転時において、バルブ270aを閉鎖する。本実施形態に係る内燃機関100では、気筒休止運転時において、制御装置140によりバルブ270aが閉鎖されることによって、接続管206a及びバルブ270aが消音器として機能する。それにより、内燃機関100の気筒休止運転時の騒音を低減させることが可能となる。このような気筒休止運転時における、接続管206a及びバルブ270aの消音機能の詳細については、後述する。

【0048】

また、制御装置140は、気筒休止機構60、燃料噴射弁、点火プラグ108及び吸気スロットル弁210の駆動を制御してもよい。制御装置140は、CAN(Controller Area Network)通信を用いて内燃機関100に設けられた図示しないセンサや他の制御装置と通信を行ってもよい。

【0049】

<2. 吸気騒音>

次に、吸気系200で生じる吸気騒音について説明する。図3は、吸気系200を一端閉、一端開の管路と見たときの定在波を示した図である。

【0050】

図3の上図は、振動モードが2次であるときの定在波を示している。次数が2である場合、開口端となる吸気開口202aを節とし、吸気が行われる気筒#1(#2,#3,#4)側の端部を腹として、吸気系200の全長の4/3の波長の定在波が発生する。これに対して、図3の下図は、振動モードが1次であるときの定在波を示している。次数が1である場合、開口端となる吸気開口202aを節とし、吸気が行われる気筒#1(#2,#3,#4)側の端部を腹として、吸気系200の全長の4倍の波長の定在波、すなわち、2次の場合よりも周波数が低い定在波が発生する。

【0051】

ここで、内燃機関100の基本次数は、運転する気筒数(吸気タイミング)によって変化する。すなわち、吸気による起振力によって吸気系200に生じる吸気脈動の周波数は、運転する気筒数によって変化する。具体的には、4気筒運転時の基本次数は2次であるのに対し、気筒休止運転(2気筒運転)時の基本次数は1次であり、気筒休止運転時の吸気脈動の周波数は、4気筒運転時の周波数の1/2となる。例えば、内燃機関100の回転数が1800rpmの場合、基本次数が2次の場合及び1次の場合の周波数は、それぞれ60Hz、30Hzになる。

【0052】

このように、内燃機関100の4気筒運転時の吸気脈動の周波数は、基本次数が2次の場合の周波数が支配的になり、気筒休止運転時の吸気脈動の周波数は、基本次数が1次の場合の周波数が支配的になる。そのため、吸気系200が4気筒運転時の吸気騒音の低減を基本思想として設計されている場合には、基本次数が2次の場合の周波数域の音が低減される一方、基本次数が1次の場合の周波数域の音に対する感度が高くなり、低周波域の吸気騒音が大きくなる。

【0053】

図4は、4気筒運転時及び気筒休止運転時(2気筒運転時)において内燃機関100から生じる騒音の強度を示す概念図である。内燃機関100が4気筒運転から2気筒運転に

10

20

30

40

50

切り替わると、吸気脈動による低周波成分が大きくなることから、内燃機関100から生じる騒音の低周波数成分の強度が相対的に大きくなる。なお、2気筒運転時に発生する吸気音の低周波数成分を、吸気通路202に外付けするサイドブランチ型消音器やヘルムホルツ型消音器で減衰させるには、長尺あるいは大容量の消音器とする必要があるため、エンジン室内のレイアウト上、実現が困難である。

#### 【0054】

##### < 3 . 接続管及びバルブの消音機能 >

上述したように、本実施形態に係る内燃機関100では、気筒休止運転時において、制御装置140によりバルブ270aが閉鎖されることによって、接続管206a及びバルブ270aが消音器として機能する。以下、内燃機関100の制御装置140が行う処理の流れについて説明する。

10

#### 【0055】

図5は、内燃機関100の制御装置140が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。図5に示したように、制御装置140は、気筒休止運転時であるか否かの判定を行う(ステップS502)。気筒休止運転時であると判定された場合(ステップS502/YES)、制御装置140は、バルブ270aを閉鎖する(ステップS504)。一方、気筒休止運転時ではないと判定された場合(ステップS502/NO)、制御装置140は、バルブ270aを開放する(ステップS506)。ステップS504又はステップS506の処理が行われた後、ステップS502の処理へ戻り、気筒休止運転時であるか否かの判定が行われる。

20

#### 【0056】

続いて、接続管206a及びバルブ270aが消音器として機能の詳細について説明する。図6は、本実施形態に係る内燃機関100における休止気筒#1と接続された接続管206a及びバルブ270aの消音機能について説明するために示す図である。上述のとおり、各気筒#1、#2、#3、#4と接続された接続管206a、206b、206c、206dは、コレクタ部204から分岐している。吸気開口202aを基点とする吸気系200全体の長さに対して、コレクタ部204は、終点近くに位置する。すなわち、気筒休止運転時に発生する吸気脈動の腹に近い位置にコレクタ部204が位置することとなる。

#### 【0057】

気筒休止運転時に吸気弁110aが閉じられることにより休止する休止気筒#1と接続された接続管206a及びバルブ270aは、サイドブランチ型の消音器として機能し得る。特に、接続管206aは、気筒休止運転時に発生する吸気脈動の腹に近い位置に設けられた消音器としてみなし得る。この点に着目し、本実施形態に係る内燃機関100では、バルブ270aは、吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられる。具体的には、休止気筒#1と接続される接続管206aの吸気通路202側の端部からバルブ270aが設けられる位置までの距離L1が、吸気音の低減したい周波数に応じて設定されている。

30

#### 【0058】

接続管206aはサイドブランチ型消音器として機能し得ることから、接続管206aの吸気通路202側の端部からバルブ270aが設けられる位置までの距離L1は、上記式(1)により設定し得る。接続管206aは、元々、吸気通路202に外付けされるサイドブランチ型消音器212に比べて長いため、長さLsが比較的長い消音器となり得る。すなわち、接続管206aの消音機能により、気筒休止運転時に発生する吸気音の低周波成分を低減することができる。

40

#### 【0059】

また、接続管206a及びバルブ270aを特定周波数成分の音を低減し得る消音器として利用することにより、吸気通路202に設置する外付けの消音器の数を減らすことができる。このことによって、本実施形態に係る内燃機関100は、エンジン室内での内燃機関100のレイアウト上で有利になる。

50

## 【 0 0 6 0 】

休止気筒 # 1 と接続された接続管 2 0 6 a には、複数のバルブが設けられてもよい。気筒休止運転時において、当該複数のバルブのうち接続管 2 0 6 a を閉鎖するバルブを制御することにより、接続管 2 0 6 a の吸気通路 2 0 2 側の端部からサイドブランチ型消音器の一部として機能するバルブが設けられる位置までの距離を変更することができる。それにより、低減可能な周波数成分を変更することが可能である。

## 【 0 0 6 1 】

バルブ 2 7 0 a は、吸気通路 2 0 2 に取り付けられたサイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 により低減される周波数成分とは異なる吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられてもよい。これにより、吸気通路 2 0 2 に外付けするサイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 には 4 気筒運転時に発生する騒音を低減する機能を持たせつつ、気筒休止運転時には、休止気筒 # 1 と接続された接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a の消音機能により、低周波数の騒音を低減することができる。

10

## 【 0 0 6 2 】

図 7 は、吸気通路 2 0 2 に取り付けられるサイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 により低減される周波数成分と、接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a の消音機能により低減される周波数成分とを示す説明図である。図 7 に示した例では、吸気通路 2 0 2 に取り付けられるサイドブランチ型消音器 2 1 2 及びヘルムホルツ型消音器 2 1 4 は、4 気筒運転時に中周波数域（例えば、4 0 0 ~ 1 0 0 0 H z ）の音を低減する。これに対して、接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a の消音機能によって、4 気筒運転時には気になりにくい低周波数域（例えば、2 0 0 ~ 3 5 0 H z ）の音が低減される。

20

## 【 0 0 6 3 】

上記では、休止気筒 # 1 と接続された接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a の消音機能について説明したが、休止気筒 # 2 と接続された接続管 2 0 6 b 及び接続管 2 0 6 b に設けられたバルブ 2 7 0 b も、休止気筒 # 1 と接続された接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a と同様に、サイドブランチ型の消音器として機能し得る。

## 【 0 0 6 4 】

接続管 2 0 6 a 及び接続管 2 0 6 b の吸気通路 2 0 2 側の端部から互いに異なる位置にバルブ 2 7 0 a 及びバルブ 2 7 0 b がそれぞれ設けられてもよい。それにより、バルブ 2 7 0 a 及びバルブ 2 7 0 b を、互いに異なる周波数成分を低減可能な位置に設けることができる。従って、気筒休止運転時に発生する吸気音の低周波成分のうち、複数の周波数の音を低減することができる。

30

## 【 0 0 6 5 】

休止気筒 # 1 , # 2 と接続された接続管 2 0 6 a , 2 0 6 b は、吸気音の所定の周波数成分を低減するための全長を有してもよい。例えば、バルブ 2 7 0 a が設けられた接続管 2 0 6 a が吸気音の所定の周波数成分を低減するための全長を有する場合、気筒休止運転時においてバルブ 2 7 0 a に接続管 2 0 6 a を開放させることにより、接続管 2 0 6 a をサイドブランチ型消音器として機能させることができる。接続管 2 0 6 a の消音機能により低減される周波数成分は、接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a の消音機能により低減される周波数成分と異なるので、バルブ 2 7 0 a の開閉によって、低減可能な周波数成分を変更することが可能である。

40

## 【 0 0 6 6 】

また、接続管 2 0 6 b が吸気音の所定の周波数成分を低減するための全長を有する場合、接続管 2 0 6 b にバルブ 2 7 0 b を設けることなく、接続管 2 0 6 b をサイドブランチ型消音器として機能させることができる。ゆえに、接続管 2 0 6 a 及びバルブ 2 7 0 a の消音機能により低減される周波数成分と、接続管 2 0 6 b の消音機能により低減される周波数成分とを異ならせることによって、気筒休止運転時に発生する吸気音の低周波成分のうち、複数の周波数の音を低減することができる。

## 【 0 0 6 7 】

50

このようにして、接続管 206a, 206b を開閉可能なバルブ 270a, 270b を、休止気筒 # 1, # 2 と接続された接続管 206a, 206b において、吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けることにより、吸気通路 202 に取り付けられる消音器を増やすことなく、気筒休止運転時に発生する低周波成分の音を低減することができる。

【0068】

< 4 . 変形例 >

図 8 は、気筒内のタンブル流を生成可能なバルブを利用する変形例に係る吸気系 300 の構成例を示す模式図である。図 8 に示したように、変形例に係る吸気系 300 は、図 2 に示した吸気系 200 と異なり、隔壁 372 を備える。

【0069】

隔壁 372 は、接続管 306a の内部において接続管 306a の軸方向に沿って設けられ、接続管 306a の内部空間を 2 つの領域に分割する。当該 2 つの領域の各々は、コレクタ部 204 内の吸気を気筒 # 1 へ導くための流路となり得る。図 8 に示したように隔壁 372 によって離隔された接続管 306a の内部空間における当該 2 つの領域の一方にタンブル流を調整可能なバルブ 370a が設けられる。バルブ 370a は、4 気筒運転時において、接続管 306a と接続された気筒 # 1 内のタンブル流を生成するために設けられ、制御装置 140 によって制御される。具体的には、4 気筒運転時において、バルブ 370a の弁開度が制御されることによって、接続管 306a のバルブ 370a が設けられる側の流路を通じて気筒 # 1 の燃焼室 C へ供給される吸気量が調整される。それにより、気筒 # 1 内のタンブル流が生成される。

【0070】

また、気筒休止運転時において、バルブ 370a は接続管 306a を閉鎖する。それにより、気筒休止運転時において、休止する休止気筒 # 1 と接続された接続管 306a 及びバルブ 370a は、サイドブランチ型の消音器として機能し得る。バルブ 370a は、吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられる。具体的には、休止気筒 # 1 と接続される接続管 306a の吸気通路 202 側の端部からバルブ 370a が設けられる位置までの距離 L2 が、吸気音の低減したい周波数に応じて設定されている。

【0071】

また、隔壁 372 によって離隔された接続管 306a の内部空間における 2 つの領域のうち、バルブ 370a が設けられる側と逆側の領域は、吸気音の所定の周波数成分を低減するための全長を有してもよい。接続管 306a の内部空間における当該逆側の領域が吸気音の所定の周波数成分を低減するための全長を有する場合、当該逆側の領域をサイドブランチ型消音器として機能させることができる。当該逆側の領域の消音機能により低減される周波数成分は、接続管 306a 及びバルブ 370a の消音機能により低減される周波数成分と異なるので、気筒休止運転時に発生する吸気音の低周波成分のうち、複数の周波数の音を低減することができる。

【0072】

< 5 . 効果 >

以上説明したように、本実施形態に係る内燃機関 100 において、休止気筒 # 1, # 2 と接続された接続管 206a, 206b に設けられ、接続管 206a, 206b を開閉可能なバルブ 270a, 270b が、吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられる。それにより、本実施形態に係る内燃機関 100 は、吸気通路 202 に取り付けられる消音器を増やすことなく、所望の周波数の音を低減することができる。あるいは、本実施形態に係る内燃機関 100 は、吸気通路 202 に取り付けられる消音器の一部を省くことができる。これにより、エンジン室内での内燃機関 100 のレイアウト上も有利になる。

【0073】

また、本実施形態では、バルブ 270a は、吸気通路 202 に取り付けられたサイドブランチ型消音器 212 及びヘルムホルツ型消音器 214 により低減される周波数成分とは異なる吸気音の所定の周波数成分を低減可能な位置に設けられてもよい。したがって、吸気通路 202 に取り付けられる消音器には、4 気筒運転時に発生する比較的高い周波数の

10

20

30

40

50

音を低減する機能を持たせればよく、低周波成分の音を低減する消音器の数を減らすことができる。あるいは、低周波成分の音を低減する消音器が不要になる。これにより、エンジン室内での内燃機関 100 のレイアウト上も有利になる。

【0074】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は係る例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は応用例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0075】

例えば、上記実施の形態においては、4気筒水平対向型の内燃機関 100 を例に採って説明したが、内燃機関の構成は上記の例に限られない。内燃機関は、6気筒や8気筒、12気筒等、種々の気筒数の内燃機関としてもよい。また、内燃機関は水平対向型のものに限られず、インテイクマニホールドを介して吸気通路から分岐して各気筒と接続された接続管を備えるものであれば、V型の内燃機関や直列式の内燃機関であってもよい。

【符号の説明】

【0076】

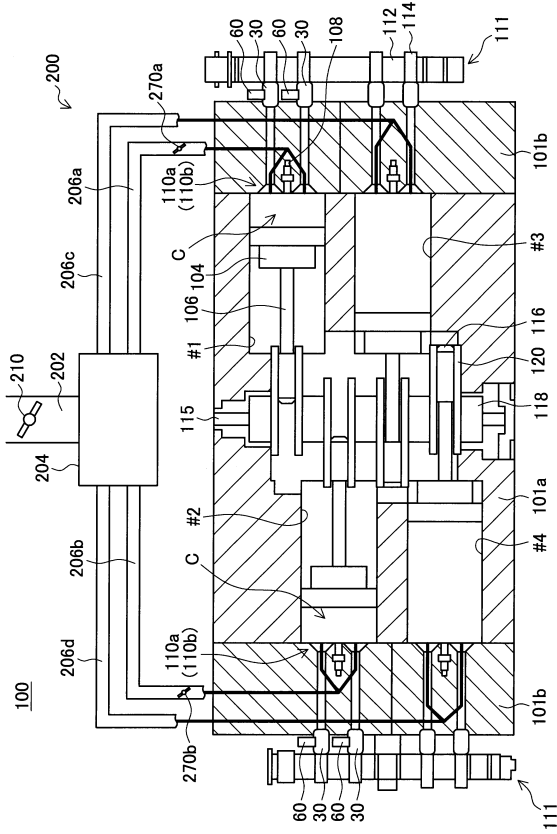
- 60 気筒休止機構
- 100 内燃機関
- 110 a 吸気弁
- 110 b 排気弁
- 111 カム機構
- 140 制御装置
- 200, 300 吸気系
- 202 吸気通路
- 202 a 吸気開口
- 204 コレクタ部
- 206 a, 206 b, 206 c, 206 d, 306 a 接続管
- 208 エアクリーナ
- 210 吸気スロットル弁
- 212 サイドブランチ型消音器
- 214 ヘルムホルツ型消音器
- 220 吸気ポート
- 250 排気系
- 270 a, 270 b, 370 a バルブ
- 372 隔壁

10

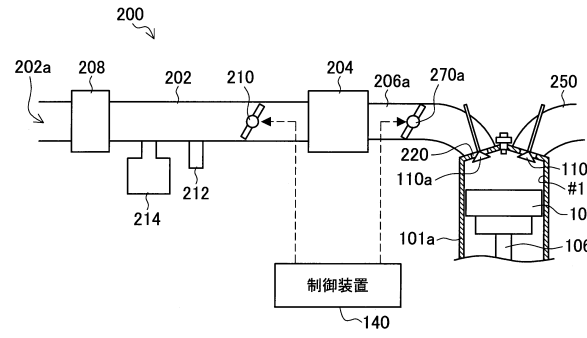
20

30

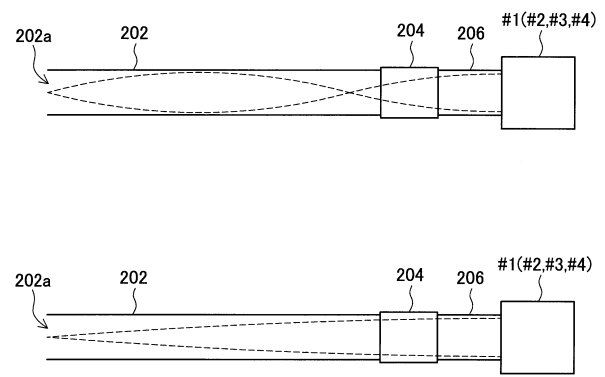
【図1】



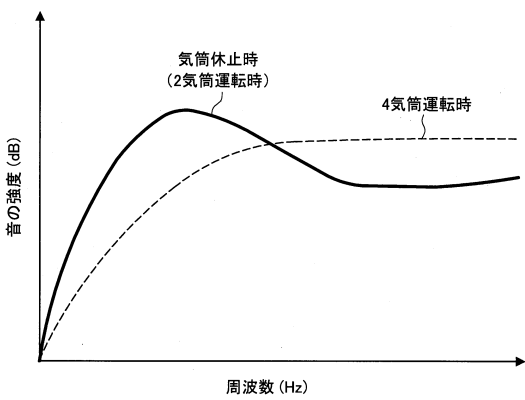
【図2】



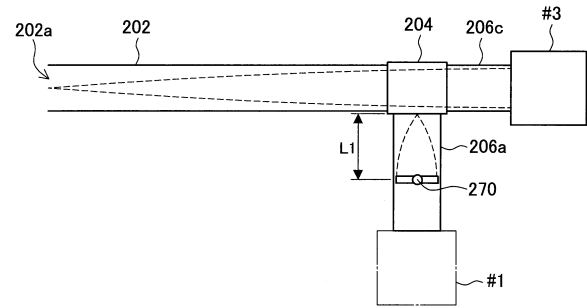
【図3】



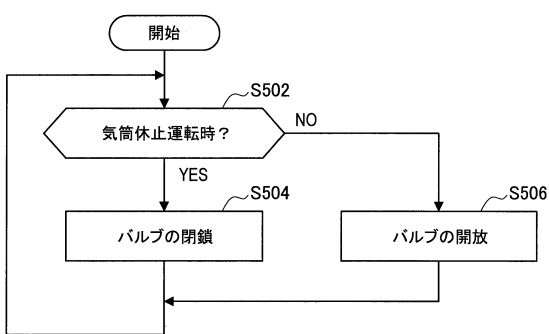
【図4】



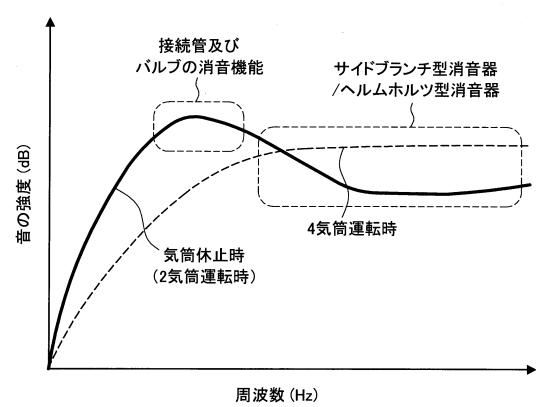
【図6】



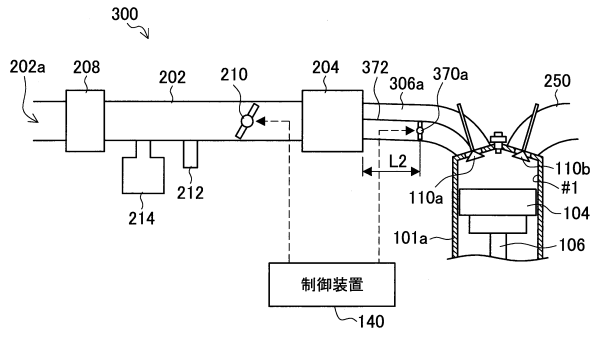
【図5】



【図7】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-156193(JP,A)  
特表2013-519028(JP,A)  
特開2015-021402(JP,A)  
特開2010-150933(JP,A)  
特開2011-137446(JP,A)  
特開2014-070502(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/06  
F02M 35/12