

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-76619

(P2005-76619A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO2M 35/024	FO2M 35/024 5O1D	3D038
B6OK 13/02	B6OK 13/02 C	
FO2M 35/10	FO2M 35/10 1O1D	
FO2M 35/14	FO2M 35/14 C	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-312171 (P2003-312171)	(71) 出願人	000003137 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
(22) 出願日	平成15年9月4日(2003.9.4)	(72) 発明者	樫本 正章 広島県安芸郡府中町新地3番1号マツダ株式会社社内
		(72) 発明者	熊野 昌平 広島県安芸郡府中町新地3番1号マツダ株式会社社内
		(72) 発明者	森実 健一 広島県安芸郡府中町新地3番1号マツダ株式会社社内
		Fターム(参考)	3D038 BA01 BA19 BB01 BC01 BC11

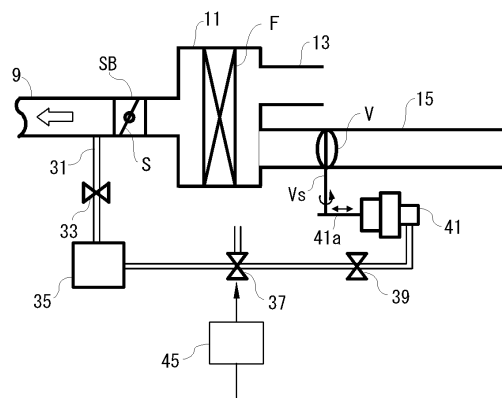
(54) 【発明の名称】 車両用エンジンの吸気音制御装置

(57) 【要約】

【課題】 回転2次成分の共鳴に伴う耳障りな音を抑制して、澄んだ回転4次成分の共鳴に伴う吸気音をエンジンの回転上昇に応じて再現し、快適でリニア感のある車内音を提供する。

【解決手段】 4サイクルの4気筒エンジンEにおいて、第2吸気ダクト15内に設けられる可変バルブVは、エンジンの回転数の増加と共に開度を大とする駆動手段によって駆動される一方、第2吸気ダクト15は、最高回転数付近で回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長Lに設定する。可変バルブVの開度を調節する駆動手段には、吸気マニホールド9の負圧を利用してアクチュエータ41を駆動する制御と、エンジン回転数と可変バルブVの開度との関係をマップ情報として収納するマップ情報格納部53からの出力によりステップモータMを駆動する制御とがある。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両用エンジンのエアクリーナに第 1 吸気ダクトと第 2 吸気ダクトの 2 つの吸気ダクトが設けられ、前記第 1 吸気ダクトと第 2 吸気ダクトのいずれか一方の通路内には可変バルブが設けられると共に、運転状態に応じて該可変バルブを開作動させる車両用エンジンの吸気装置であって、

前記エンジンが 4 サイクルの 4 気筒エンジンであり、前記可変バルブは、前記エンジンの回転数の増加と共に開度を大とする駆動手段によって駆動される一方、

前記可変バルブが設けられる吸気ダクトは、回転 4 次成分の共鳴が 1 / 2 波長または 3 / 2 波長で発生するダクト長に設定されていることを特徴とする車両用エンジンの吸気音制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記駆動手段は、エンジン回転数が所定の高回転域の設定回転数に達すると、前記可変バルブを開き始めるように制御されることを特徴とする車両用エンジンの吸気音制御装置。

【請求項 3】

車両用エンジンのエアクリーナに第 1 吸気ダクトと第 2 吸気ダクトの 2 つの吸気ダクトが設けられ、前記第 1 吸気ダクトと第 2 吸気ダクトのいずれか一方の通路内に可変バルブが設けられた車両用エンジンの吸気装置であって、

前記エンジンが 4 サイクルの 4 気筒エンジンであり、前記可変バルブが設けられる吸気ダクトが、回転 4 次成分の共鳴が 1 / 2 波長または 3 / 2 波長で発生するダクト長に設定され、

20

前記可変バルブを任意の開度に開閉する可変バルブ駆動部と、

エンジン回転数の低回転域から高回転域までの上昇に対して吸気音の音圧を上昇させるべく、エンジン回転数に対する可変バルブの開度の特性を記憶する記憶部と、

エンジン回転数の検出値に基づいて前記記憶部内の特性データから可変バルブの要求開度を求めて前記可変バルブ駆動部に制御信号を出力する制御部とを有することを特徴とする車両用エンジンの吸気音制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 及至請求項 3 のいずれか一つにおいて、前記可変バルブが設けられる吸気ダクトの先端開口がエンジンルーム内のダッシュパネル前方部またはカウルボックス内の空間もしくはフェンダ内の空間に臨んで設けられていることを特徴とする車両用エンジンの吸気音制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用エンジンの吸気音制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車用内燃機関の吸気装置としては、下記特許文献 1 が知られている。これは、吸気口から吸入した空気をエアクリーナに導入する吸気ダクトを備えた自動車用内燃機関の吸気装置において、互いに異なる共鳴周波数を持つ複数の吸気ダクトを有し、内燃機関の高負荷時に複数の吸気ダクトで吸気音を発生させ、加速時にスポーツサウンドを得ようとするものである。

40

【0003】

詳細には、上記互いに異なる共鳴周波数を持つ複数の吸気ダクトには夫々、所定の周波数帯域の音響を減衰するレゾネータが設けられると共に、1 つの吸気ダクトは吸気口をカウルボックスに開口し、他の 1 つは吸気口をフェンダに開口させた構造を有している。そして、互いに異なる共鳴周波数は、これら吸気ダクトのダクト径とダクト長が異なったものとされることによって設定されている。

50

【0004】

ところで、例えば、4サイクル4気筒エンジンの場合、実用エンジン回転領域で回転2次成分の共鳴に伴う吸気音と、回転4次成分の共鳴に伴う吸気音が発生する。ここで、回転2次成分の吸気音の波長は、回転4次成分の吸気音の波長の2倍である。即ち、回転2次成分の共鳴に伴う吸気音は極低周波で、車室内の乗員にとってはこもり音として聴こえ、耳障りな音である。

これに対し、回転4次成分の共鳴に伴う吸気音(車内音)は車室内の乗員にとって澄んだ音で心地よい。

【0005】

したがって、回転2次成分の共鳴に伴う耳障りな吸気音(車内音)を抑え、回転4次成分の共鳴に伴う快適な吸気音(車内音)を得ることが望まれるが、上記、特許文献1に開示されている吸気装置は、ダクト径、ダクト長、及びダクト開口位置によって設定される吸気音のみを視点として音作りがなされ、回転2次成分の共鳴に伴う吸気音については考慮されていないので、乗員にとって耳障りな吸気音となってしまうという問題がある。

10

【0006】

【特許文献1】特開2000-303925号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

以上から本発明は、回転2次成分の共鳴に伴う耳障りな音を抑制して、澄んだ回転4次成分の共鳴に伴う吸気音をエンジンの回転上昇に応じて再現し、快適でリニア感のある車内音を提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に関わるの第一の構成は、車両用エンジンのエアクリーナに第1吸気ダクトと第2吸気ダクトの2つの吸気ダクトが設けられ、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのいずれか一方の通路内には可変バルブが設けられると共に、運転状態に応じて可変バルブを開作動させる車両用エンジンの吸気装置であって、エンジンが4サイクルの4気筒エンジンであり、可変バルブは、エンジンの回転数の増加と共に開度を大とする駆動手段によって駆動される一方、可変バルブが設けられる吸気ダクトは、回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定されているものである。

30

【0009】

第一の構成によれば、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのうち可変バルブが設けられる吸気ダクトが回転4次成分の共鳴が1/2波長のダクト長に設定されている場合には、回転2次成分の吸気音は同ダクト長に対し1/4波長となるので共鳴しない。これは、回転2次成分の吸気音を波形として表した場合、一般に、山または谷の部分を腹、山と谷の間部を節と称するが、吸気ダクトの吸気取り入れ開口が節とならず腹になってしまうので共鳴が起こらないという現象に因る。また、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのうち可変バルブが設けられる吸気ダクトが回転4次成分の共鳴が3/2波長のダクト長に設定されている場合には、回転2次成分の吸気音は同ダクト長に対し3/4波長となるので、やはり吸気ダクトの吸気取り入れ開口が節とならず腹になってしまうので共鳴しない。つまり、可変バルブが設けられている一方の吸気ダクトは、回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定されているので、耳障りな音の原因である回転2次成分の共鳴が起きず、澄んだ4次成分の共鳴に伴う吸気音(車内音)を作り出すことができる。

40

【0010】

しかも、第1吸気ダクトまたは第2吸気ダクトに設けられる可変バルブは、エンジン回転数の増加と共に開度を大とする駆動手段によって駆動されるので、エンジン回転数の増加に応じて回転4次成分の音圧レベルを高めることができ、乗員は走り感に応じて快適でリニア感のある車内音を得ることができる。

50

【0011】

本発明に関わる第二の構成は、駆動手段は、エンジン回転数が所定の高回転域の設定回転数に達すると、可変バルブを開き始めるように制御されるものである。

【0012】

第二の構成によれば、駆動手段は、エンジン回転数が所定の高回転域の設定回転数に達すると、可変バルブを開き始めるように制御されるので、特に所定の高回転域での加速の際に、回転4次成分の音圧レベルが次第に高められ、乗員は加速感に応じて特定の周波数が強調された鮮明な車内音を得ることができる。

【0013】

本発明に関わる第三の構成は、車両用エンジンのエアクリーナに第1吸気ダクトと第2吸気ダクトの2つの吸気ダクトが設けられ、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのいずれか一方の通路内に可変バルブが設けられた車両用エンジンの吸気装置であって、エンジンが4サイクルの4気筒エンジンであり、可変バルブが設けられる吸気ダクトが、回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定され、可変バルブを任意の開度に開閉する可変バルブ駆動部と、エンジン回転数の低回転域から高回転域までの上昇に対して吸気音の音圧を上昇させるべく、エンジン回転数に対する可変バルブの開度の特性を記憶する記憶部と、エンジン回転数の検出値に基づいて記憶部内の特性データから可変バルブの要求開度を求めて可変バルブ駆動部に制御信号を出力する制御部とを有するものである。

10

【0014】

第三の構成によれば、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのうち可変バルブが設けられる吸気ダクトが、回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定されているので、耳障りな音の原因である回転2次成分の共鳴が起きず、澄んだ4次成分の共鳴に伴う吸気音(車内音)を作り出すことができる。これは第一の構成による効果の説明と同様、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのうち可変バルブが設けられる吸気ダクトが回転4次成分の共鳴が1/2波長のダクト長に設定されている場合には、回転2次成分の吸気音は同ダクト長に対し1/4波長となるので共鳴しない。これは、回転2次成分の吸気音を波形として表した場合、一般に、山または谷の部分に腹、山と谷の中間部を節と称するが、吸気ダクトの吸気取り入れ開口が節とならず腹になってしまうので共鳴が起これないという現象に因る。また、第1吸気ダクトと第2吸気ダクトのうち可変バルブが設けられる吸気ダクトが回転4次成分の共鳴が3/2波長のダクト長に設定されている場合も第一の構成による効果の説明と同様であり、回転2次成分の吸気音は同ダクト長に対し3/4波長となるので、やはり吸気ダクトの吸気取り入れ開口が節とならず腹になってしまうので共鳴しない。つまり、可変バルブが設けられている吸気ダクトは、回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定されているので、耳障りな音の原因である回転2次成分の共鳴が起きず、澄んだ4次成分の共鳴に伴う吸気音(車内音)を作り出すことができる。

20

30

【0015】

また、第三の構成によれば、車両用エンジンの吸気音制御装置は、エンジン回転数に対する可変バルブの開度の特性を記憶する記憶部と、エンジン回転数の検出値に基づいて記憶部内の特性データから可変バルブの要求開度を求めて可変バルブ駆動部に制御信号を出力する制御部とを有している。したがって、可変バルブ駆動部は、エンジン回転数の低回転域から高回転域まで共鳴吸気音の音圧を次第に高めるように可変バルブ開度を制御するので、エンジンのほぼ全回転域で、快適でリニア感のある車内音を提供できる。

40

【0016】

本発明に関わる第四の構成は、可変バルブが設けられる吸気ダクトの先端開口がエンジンルーム内のダッシュパネル前方部またはカウルボックス内の空間もしくはフェンダ内の空間に臨んで設けられているものである。

【0017】

第四の構成によれば、可変バルブが設けられる吸気ダクトの先端開口がエンジンルーム

50

内のダッシュパネル前方部またはカウルボックス内の空間もしくはフェンダ内の空間に臨んで設けられているので、回転4次成分の共鳴に伴う吸気音の車室内への放射をより強調でき、快適でリニア感のある車内音を提供できる。

【発明の効果】

【0018】

以上により、本発明は、回転2次成分の共鳴に伴う耳障りな音を抑制して、澄んだ回転4次成分の共鳴に伴う吸気音をエンジンの回転上昇に応じて再現し、快適でリニア感のある車内音を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

【0020】

図1は、本発明に係る自動車用エンジンの可変吸気装置を示す全体概略図である。

【0021】

図1において、自動車1の前部にはエンジンルームERが形成されており、エンジンルームERには、4サイクル4気筒エンジンE（以下、エンジンEと称す）が配設されている。エンジンEは、車幅方向に4つの気筒が並ぶように横置きに設置され、各気筒には複数の吸気弁5と排気弁7とが備えられている。

【0022】

各気筒の吸気弁5に向かっては、シリンダヘッドHに吸気ポートPが設けられており、シリンダヘッドHにおける各吸気ポートPの開口部（符号なし）には、空気を導き入れるための吸気マニホールド9の分岐管9aが連結されている。

【0023】

吸気マニホールド9の空気導入上流側は1本の管状とされ、エアクリーナボックス11と連結されている。（なお、吸気マニホールド9は簡略して示され、サージタンクやスロットル弁などは図面上省略されている）

【0024】

エアクリーナボックス11は、略直方体形状に形成され、平面視で前面部11aと、後面部11cと、側方面11bと、吸気マニホールド9が連結される連結面部11dとが設けられている。そしてエアクリーナボックス11の内部にはフィルタエレメントFが収納されている。また、エアクリーナボックス11の前面部11aには、車両前方に向かう開口13aを有した第1吸気ダクト13が連結されている。

【0025】

さらに、第2吸気ダクト15は、一端がエアクリーナボックス11の後面部11cに連結され、ウインドガラスWの下部前方において車幅方向に延設されたカウルボックス23の内部空間に他端の開口15aが臨むように配設されている。

【0026】

なお、図1においては、3つの第2吸気ダクト15、17、19を示しているが、そのうちの1つが採用されれば良い。

【0027】

第2吸気ダクト17は、一端がエアクリーナボックス11の後面部11cに連結され、エンジンルームERと車室（不図示）とを仕切り、且つカウルボックス23の下部において車幅方向に延びるダッシュパネル21のエンジンルームER側の面の近傍、即ちエンジンルームER内のダッシュパネル21前方に他端の開口17aが臨むように配設されているものである。

【0028】

あるいはまた、第2吸気ダクト19は、エアクリーナボックス11の吸気マニホールド9が連結されている連結面部11dと対面する側方面部11bにその一端が連結され、エンジンルームERの側方を覆うフロントフェンダパネル25の車両内方部に形成された空間部25aに他端の開口19aが臨むように配設されているものである。

10

20

30

40

50

【0029】

このように、第2吸気ダクトの開口15a、17a、19aは夫々、車室に近い位置に開口しているので、4次成分の共鳴に伴う吸気音の車室内への放射をより強調でき、快適でリア感のある車内音を提供できる。

【0030】

そして、これら第2吸気ダクト15、17、19のエアクリーナボックス11に近い位置には、夫々、吸気音の音圧レベルを変える可変バルブVが設けられている。これについては、図2他で詳細に説明する。

【0031】

以上、図1に基づいてエアクリーナボックス11に連結された第1吸気ダクト13と、第2吸気ダクト15（又は17、19）と、吸気マニホールド9について説明したが、本発明の主旨からは、第1吸気ダクト13と第2吸気ダクト15（又は17、19）から導入された空気がフィルタエレメントFを通過して吸気マニホールド9に流れる構造であれば良く、例えば、第1吸気ダクト13と第2吸気ダクト15（又は17、19）とはエアクリーナボックス11の同じ面に連結されていても良い。

【0032】

なお、第1吸気ダクト13は、第2吸気ダクトに設けられているような可変バルブVが備えられておらず、エンジンEの運転時において常時、空気を導入するようにされているため、車両前方からの比較的低温な空気を導入できるよう、開口13aは車両前方部に設けられ、且つ車両前方にむかって開口していることが好ましい。

【0033】

図2は、一例として第2吸気ダクト15に設けられた可変バルブVの開閉を制御する駆動手段を模式的に表した図で、詳細には、吸気マニホールド9内の負圧を利用して可変バルブVの開閉を制御する構成を示している。

【0034】

図2において、エアクリーナボックス11の一面には、第1吸気ダクト13と、第2吸気ダクト15が連結されており、第2吸気ダクト15内には開閉自在に制御される可変バルブVが備えられている。

【0035】

エアクリーナボックス11内には、フィルタエレメントFが設けられ、第1吸気ダクト13と第2吸気ダクト15とから導入された空気がフィルタエレメントFを通して吸気マニホールド9に流れこむようになっており、吸気マニホールド9には、エンジンEの各気筒燃焼室に吸入される空気量を調節するスロットル弁Sを備えるスロットルボディSBが設けられている。スロットル弁Sが開くと空気が白抜き矢印で示すように吸気マニホールド9内を通り、分岐管9a、吸気ポートP（図1参照）を経てエンジンEの各気筒燃焼室に吸入される。

【0036】

スロットルボディSBの下流部の吸気マニホールド9には、小径の開口（不図示）が形成されており、この小径の開口にバキュームチューブ31が連結されている。

【0037】

バキュームチューブ31には、吸気マニホールド9側から、チェックバルブ33、バキュームタンク35、ソレノイドバルブ37、及びオリフィス39が順次介装され、末端はアクチュエータ41に連結されている。

【0038】

アクチュエータ41には、周知のリンクアーム41aが設けられている。リンクアーム41aは、バキュームチューブ31内の負圧に応じてアクチュエータ41から出入り自在となっている。

【0039】

一方、第2吸気ダクト15に設けられた可変バルブVには、シャフト部材Vsが固定されており、このシャフト部材Vsの先端は、リンクアーム41aを介してアクチュエータ

10

20

30

40

50

4 1 に連結されている。

【0040】

したがって、アクチュエータ41の負圧による作動に応じて可変バルブVは回動し、第2吸気ダクト15の通路を開作動することができる。

【0041】

バキュームチューブ31の経路内に介装されているソレノイドバルブ37は、制御装置45によって開閉が制御されている。制御装置45は、スロットル弁5の開度が80%以上になり、かつ、所定のエンジン回転数、例えば、5000rpmに達するとソレノイドバルブ37に対してこれを開状態にする信号を出すようになっていて、即ち、自動車が増速状態にあって、エンジン回転数が5000rpmを越えて上昇している状況下で、制御装置45からの信号によってソレノイドバルブ37が開くこととなる。

10

【0042】

そして、ソレノイドバルブ37とアクチュエータ41との間のバキュームチューブ31の経路内にはオリフィス39が介装されているので、制御装置45によってソレノイドバルブ37が開状態になっても、オリフィス39からアクチュエータ41内は徐々にしか負圧状態にならない。したがって、可変バルブVも徐々に回動し、第2吸気ダクト15の通路面積をあたかもエンジン回転数の上昇に応じて開状態にするように再現することができる。

【0043】

ここで、オリフィス39の代わりにディレイバルブ39を設けてアクチュエータ41に至るバキュームチューブ31内を徐々に負圧状態になるようにしても良い。

20

【0044】

そして、可変バルブVの開度を、所定のエンジン回転数（例えば、5000rpm）から開き始め、最高回転数（例えば、6000rpm）において、100%の開度となるようにオリフィス、又はディレイバルブ39、及びアクチュエータ41を設定しておくこと、エンジン回転数の上昇とともに吸気音の音圧も上昇していき、快適でリニア感のある吸気音（車内音）が得られる。

【0045】

したがって、図2に示した最良の実施形態によれば、制御装置が負圧を利用するものであるため低コストであり、且つ快適でリニア感のある吸気音（車内音）を得ることができる。

30

【0046】

以上のようにして可変バルブVは第2吸気ダクト15通路内を開閉するが、図3～5を用いて第2吸気ダクト15のダクト長について説明する。

【0047】

図3において、(A)は第2吸気ダクト15のダクト長を、回転4次成分の共鳴が $1/2$ （波長）で発生するように設定した場合の模式図、(B)は回転4次成分の共鳴が $3/2$ （波長）で発生するように設定した場合の模式図を示している。

【0048】

図3(A)において、エアクリーナボックス11には、第1吸気ダクト13と第2吸気ダクト15が連結されている。第2吸気ダクト15のダクト長Lは、回転4次成分の共鳴が $1/2$ で発生する長さに設定されている。したがって、第2吸気ダクト15の通路内における回転4次成分の吸気音の定在波は、エアクリーナボックス11に第2吸気ダクト15が臨む開口に節(Xで示す)、第2吸気ダクト15のダクト長の $1/2$ の長さの部分に腹(Yで示す)、さらに第2吸気ダクト15の他端の開口15a(図1参照)に節Xが形成される。したがって回転4次成分の気柱共鳴現象が発生する。

40

【0049】

一方、回転2次成分の吸気音は、その波長が回転4次成分の吸気音の波長の略2倍であるところから、このダクト長Lにおいて、エアクリーナボックス11に第2吸気ダクト15が臨む開口に節Xが、第2吸気ダクト15の他端の開口15aに腹Yが形成される。即

50

ち、回転 2 次成分の吸気音に対しては、ダクト長 $L = 1 / 4$ でその気柱共鳴現象が発生しない。

【0050】

また、図 3 (B) においても、エアクリーナボックス 11 には、第 1 吸気ダクト 13 と第 2 吸気ダクト 15 が連結されている。第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L は、回転 4 次成分の共鳴が $3 / 2$ で発生する長さに設定されている。したがって、第 2 吸気ダクト 15 の通路内における回転 4 次成分の吸気音の定在波は、エアクリーナボックス 11 に第 2 吸気ダクト 15 が臨む開口と、第 2 吸気ダクト 15 の他端の開口 15a に節 X が形成される。したがって回転 4 次成分の気柱共鳴現象が発生する。

【0051】

一方、回転 2 次成分の吸気音は、その波長が回転 4 次成分の吸気音の波長の略 2 倍であるところから、回転 4 次成分の共鳴が $3 / 2$ で発生するダクト長 L において、エアクリーナボックス 11 に第 2 吸気ダクト 15 が臨む開口に節 X が、第 2 吸気ダクト 15 の他端の開口 15a に腹 Y が形成される。即ち、回転 2 次成分の吸気音に対しては、ダクト長 $L = 3 / 4$ でその気柱共鳴現象が発生しない。

【0052】

このように、第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L を、回転 4 次成分の共鳴が $1 / 2$ 、或いは $3 / 2$ で発生する長さに設定しておくこと、回転 4 次成分の共鳴による澄んだ吸気音が車内音として得られ、低周波で耳障りな回転 2 次成分の吸気音は共鳴しないので、乗員にとって快適な車内音を得られる。

【0053】

ここで第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L について詳細に説明を加える。波長 () と、音速 (C) と、共鳴周波数 (f) との間には、 $L = C / f$ の関係がある。また、共鳴周波数 (f) と、エンジン回転数 (N) と、回転 n 次成分の次数 (n) との間には、 $f = (N / 60 (\text{秒})) \cdot n$ の関係がある。

【0054】

そして、 $C = 340 \text{ m / 秒}$ とし、例えば、エンジン最高回転数を 6000 rpm の回転 4 次成分の波長 L を求めると、 $L = 340 / ((6000 / 60) \cdot 4) = 0.85 \text{ m}$ となる。即ち、回転 4 次成分の共鳴が $1 / 2$ で発生する第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L は 0.425 m 、回転 4 次成分の共鳴が $3 / 2$ で発生する第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L は 1.275 m である。これらのダクト長 L は、自動車、とりわけ普通乗用車、小型乗用車等のエンジンルーム内で吸気管を取りまわすには適当な長さであり、好ましいものである。なお、本発明の技術的な考え方からすると、第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L を、回転 4 次成分の共鳴が $5 / 2$ で発生する長さに設定しても澄んだ回転 4 次成分の吸気音が提供できるが、この場合のダクト長 L は 2.125 m となり、乗用車におけるエンジンルーム内の吸気管の取りまわしが困難である。但し、大型の車両への適用は可能と考えられる。

【0055】

なお、不快で抑制したい共鳴吸気音が発生する場合は、図 4 に示すように、可変バルブ V からエアクリーナボックス 11 の開口に至る第 2 吸気ダクトの長さ L_a を、その不快で抑制したい共鳴吸気音の $1 / 4$ の長さに設定すれば、可変バルブ V からエアクリーナボックス 11 の開口に至る第 2 吸気ダクト通路が閉塞管レゾネータとして作用し、共鳴を吸収、消音させることができる。

【0056】

図 5 は、第 2 吸気ダクト 15 のダクト長 L を、回転 4 次成分の共鳴が 1 で発生する長さに設定した場合を示している。

【0057】

これによると、第 2 吸気ダクト 15 の通路内における回転 4 次成分の吸気音の定在波は、エアクリーナボックス 11 に第 2 吸気ダクト 15 が臨む開口と、第 2 吸気ダクト 15 の他端の開口 15a に節 X が形成されるので、回転 4 次成分の気柱共鳴現象が発生する。し

10

20

30

40

50

かし、回転2次成分の吸気音の定在波も、エアクリーナボックス11に第2吸気ダクト15が臨む開口と、第2吸気ダクト15の他端の開口15aに節Xが形成される。つまり回転2次成分の共鳴が1/2で発生するダクト長Lとなってしまう、回転4次成分の共鳴による澄んだ吸気音と、低周波で耳障りな回転2次成分の吸気音とが混ざり合った不快な車室音となってしまうので好ましくない。

【0058】

なお、上記の実施形態では、吸気マニホールド9の負圧を利用しオリフィス39とアクチュエータ41を用いて、可変バルブVをエンジン回転数の上昇に応じて開くようにしたが、後述する別の実施形態に示すように、エンジン回転数の検出に基づいてステップモータを作動させ、これにより可変バルブVをエンジン回転数の上昇に応じて開くようにして

10

【0059】

図6は、第2吸気ダクト15に設けられた可変バルブVの開閉を制御する別の実施形態を表し、詳細には、エンジン運転条件のマップを利用して可変バルブVの開閉をモータ駆動により制御する構成を示すものである。図5に示す構成では、図2と同様に、エアクリーナボックス11と、エアクリーナボックス11の内部に設けられているフィルタエレメントFと、エアクリーナボックス11に連結されている第1吸気ダクト13、並びに第2吸気ダクト15が設けられている。なお、スロットル弁Sを含むスロットルボディSBは省略している。

【0060】

第2吸気ダクト15の通路内には可変バルブVが設けられている。可変バルブVは、例えば、ステップモータMで回動可能とされ、第2吸気ダクト15の通路をきめ細かく開閉するように制御される。

20

【0061】

ステップモータMによる可変バルブVの開閉制御は、エンジン運転条件決定部51と、エンジン運転条件決定部51からの信号を受けてステップモータ(可変バルブ駆動部)Mの回動角度を制御するためのマップ情報を格納しているマップ情報格納部(記憶部)53と、マップ情報格納部(記憶部)53からの信号を受けてステップモータ(可変バルブ駆動部)Mに可変バルブVの開度信号を出力する制御部55とによって実行される。

【0062】

エンジン運転条件決定部51は、エンジン回転数、車速、スロットル弁開度、燃料噴射量、エンジン水温、吸入空気温度他、エンジンの運転状態を検知した信号が入力され、その時のエンジン運転条件のうち最適な条件を決定し、エンジンの制御を行うとともに、マップ情報格納部53にエンジン回転数等のデータを出力する。また、回転数マップ情報格納部53には、例えば、エンジン回転数と可変バルブVの開度、ステップモータMの回動角度との関係をマトリックスとするマップ情報が格納されている。

30

【0063】

したがって、エンジン運転条件決定部51に入力されたエンジン回転数の情報がマップ情報格納部53に出力されると、そのマップ情報を参照して可変バルブVの開度に想到するステップモータMの回動角度が決定され、制御部55にステップモータMの回動角度の指示信号が出力され、制御部55から回動角度を指示する制御信号がステップモータMに出力される。そして最終的にステップモータMは所定量の回動動作を実行し、これに対応するように可変バルブVが所定の角度で第2吸気ダクト15の通路を開く。

40

【0064】

このように、エンジン運転条件を決定する、例えばエンジン回転数と、ステップモータMの回動角度との関係に基づいて可変バルブVの開度を決定するようにすると、エンジンの低回転から高回転のほぼ全領域できめ細かく制御でき、エンジン回転数の上昇とともにリニアに吸気音の音圧も上昇していき、快適でリニア感のある吸気音(車内音)が得られる。

【0065】

50

なお、この図5のように、エンジン運転条件のマップにより可変バルブVの開度を制御する実施の形態においても、第2吸気ダクト15のダクト長は図3で示したように、回転4次成分の共鳴が $1/2$ 、或いは $3/2$ で発生する長さに設定されていれば快適でリニア感のある吸気音(車内音)が得られる。

【0066】

次に、第2吸気ダクト15に設けられた可変バルブVの開閉制御を行った実施例について説明する。

【実施例1】

【0067】

本実施例1は、図2で示した負圧の利用による可変バルブVの開閉制御を行ったものである。以下の説明における符号は図2と同じである。 10

【0068】

実験方法としては、2000cc、4サイクル4気筒エンジンを、図1で示したように搭載し、エンジン回転数を徐々に上げていき、第2吸気ダクトの開口部での回転4次成分の吸気音音圧レベルを計測した。第2吸気ダクトの開口はカウルボックス内に臨ませた構造の吸気装置を用い、第2吸気ダクトのダクト長は、回転4次成分の共鳴が $3/2$ で発生する長さに設定した。また、エンジン回転数が5000rpmに達すると制御装置45からソレノイドバルブ37に開の指示信号が出力され可変バルブVが開き始め、6000rpmで可変バルブVの開度が100%になるようにオリフィス39、アクチュエータ41を設定した。 20

【0069】

図7には、本実施例1における実験結果を示している。可変バルブVの開度が0%、及び100%のデータは比較例として示している。

【0070】

図7によれば、可変バルブVの開度を0%で固定した場合、エンジン回転数が4000rpmから5000rpmにかけて回転4次成分の共鳴吸気音の音圧は徐々に上昇するが、5000rpm以上では余り上昇しないことが分かる。つまり、5000rpm以上では、エンジン回転数の上昇とともに共鳴吸気音の音圧は上昇して来ないために、快適な走行フィーリングが得られない。

【0071】 30

一方、可変バルブVの開度を100%で固定した場合、エンジン回転数が約4000rpmで大きな音圧が得られるが、これを過ぎると次第に音圧が低下していき、約5600rpmを過ぎると再度音圧が上昇していくことが分かる。したがって、可変バルブVの開度を100%で固定した場合、エンジン回転数の上昇とともに回転4次成分の共鳴吸気音の音圧もリニアに上昇していくことはないので、快適な走行フィーリングが得られない。

【0072】

これに対し、本実施例1のように吸気マニホールドの負圧を利用して可変バルブVを制御した場合、エンジン回転数が5000rpmに達すると、可変バルブVが徐々に開かれ、6000rpmのエンジン回転数において100%の開度となり、これに応じて回転4次成分の共鳴吸気音の音圧もリニアに上昇している。 40

【0073】

したがって、所定の高回転域での加速の際に、回転4次成分の音圧レベルが次第に高められ、乗員は加速感に応じて特定の周波数が強調された鮮明な車内音を得ることができる。

【0074】

なお、本実施例1のように吸気マニホールドの負圧を利用して可変バルブVを制御する構成においては、第2吸気ダクトは所定のエンジン回転数に達すると可変バルブVが徐々に開かれるため、エンジン高回転領域において第1吸気ダクトと協働で吸入空気量を増加させることができる。

【実施例2】

【0075】 50

本実施例 2 は、図 6 で示したエンジン運転条件のマップを利用して可変バルブ V の開閉制御を行ったものである。以下の説明における符号は図 6 と同じである。

【 0 0 7 6 】

実験方法としては、実施例 1 と同様、2 0 0 0 c c、4 サイクル 4 気筒エンジンを、図 1 で示したように搭載し、エンジン回転数を徐々に上げていき、第 2 吸気ダクトの開口部での回転 4 次成分の吸気音音圧レベルを計測した。第 2 吸気ダクトの開口はカウルボックス内に臨ませた構造の吸気装置を用い、第 2 吸気ダクトのダクト長は、回転 4 次成分の共鳴が $3/2$ で発生する長さ に設定した。

【 0 0 7 7 】

図 6 で説明したように、この可変バルブ V の開閉制御方法は、エンジン運転条件決定部 5 1 に入力されたエンジン回転数の情報がマップ情報格納部 5 3 に出力されると、そのマップ情報を参照してステップモータ M の回動角度が決定され、マップ情報格納部 5 3 から制御部 5 5 にステップモータ M の回動角度指示信号が出力され、さらに制御部 5 5 からステップモータ M に回動角度を指示する制御信号が出力され、最終的にステップモータ M は所定量の回動動作を実行し、これに対応するように可変バルブ V が所定の角度で第 2 吸気ダクト 1 5 の通路を開くものである。

10

【 0 0 7 8 】

本実験におけるマップ情報は、予め、可変バルブ開度 0 % ~ 1 0 0 % の間で 5 % 毎に可変バルブ V の開度を固定して、エンジン回転数を 1 0 0 0 r p m から 6 0 0 0 r p m まで上昇させながら第 2 吸気ダクトの開口部における回転 4 次成分の共鳴吸気音の音圧を測定した。そしてエンジン回転数が 1 0 0 0 r p m の時に開度 0 %、6 0 0 0 r p m の時に開度 1 0 0 % をマップ情報としてマップ情報格納部 5 3 に収納し、1 0 0 0 r p m から 6 0 0 0 r p m の間では、エンジン回転数の上昇とともに音圧がリニアに上昇する可変バルブ開度をマップ情報としてマップ情報格納部 5 3 に収納した。

20

【 0 0 7 9 】

また、マップ情報格納部 5 3 には、可変バルブ開度に対応するステップモータ M の回動角度が参照されるようにし、マップ情報格納部 5 3 から制御部 5 5 を経てステップモータ M へ回動角度を指示する制御信号を出力するようにした。

【 0 0 8 0 】

図 8 には、本実施例 2 における実験結果を示している。なお、可変バルブ開度 0 % ~ 1 0 0 % のエンジン回転数と吸気ダクト開口部の音圧との関係の予備実験データ全てを示すと、グラフが読み難くなるため、可変バルブ開度が 0 % と 1 0 0 % の場合のエンジン回転数と吸気ダクト開口部の音圧との関係の予備実験データのみを示している。なお、可変バルブ開度が 0 % と 1 0 0 % の間において、可変バルブ開度と音圧との関係は、0 % から 5 % に開度を大きくした場合が音圧の増加幅が最も大きく、5 % から 1 0 %、1 0 % から 1 5 % へと開度が大きくなるにしたがって音圧の増加幅が小さくなるという傾向であった。また、予備実験結果では、0 % と 1 0 0 % のデータでも示されているように、エンジン回転数の上昇とともに音圧がリニアに上昇していないことが分かる。

30

【 0 0 8 1 】

一方、マップ情報を利用した場合、1 0 0 0 r p m から 6 0 0 0 r p m までリニアに音圧が上昇していることが分かる。これは、括弧内に可変バルブ開度を示しているが、エンジン回転数が 1 0 0 0 r p m では可変バルブ開度が 0 %、2 0 0 0 r p m では 5 %、3 0 0 0 r p m では 3 0 %、3 4 0 0 r p m では 5 %、5 0 0 0 r p m では 1 0 %、6 0 0 0 r p m では 1 0 0 % という、予め収納したマップ情報に基づいてステップモータ M が回動したことを示している。

40

【 0 0 8 2 】

したがって、1 0 0 0 r p m の低回転域から 6 0 0 0 r p m の高回転域まで、エンジンのほぼ全回転域で、快適でリニア感のある車内音を提供できる。

【 0 0 8 3 】

なお、3 0 0 0 r p m では 3 0 %、3 4 0 0 r p m では 5 % というように、エンジン回

50

転数は上昇しても可変バルブ開度が小さくなると、吸入空気量が減少するかに思うが、第1吸気ダクトのみでも十分な吸入空気量を確保できるようにしておけば、エンジン出力等に問題は生じない。

【0084】

本発明は、4サイクル4気筒エンジンについて、第2吸気ダクト内に設けられる可変バルブは、エンジンの回転数の増加と共に開度を大とする駆動手段によって駆動される一方、第2吸気ダクトは、回転4次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定されていることを特徴とするものであるが、4サイクル6気筒エンジンの場合、第2吸気ダクトは、回転6次成分の共鳴が1/2波長または3/2波長で発生するダクト長に設定されると、エンジンの回転数の増加と共に快適でリニア感のある回転6次成分の共鳴吸気音（車内音）が提供できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】本発明に係る自動車用エンジンの可変吸気装置を示す全体概略図

【図2】吸気マニホールド内の負圧を利用して可変バルブの開閉を制御する構成を示す図

【図3】本発明に係る第2吸気ダクトのダクト長の設定を説明する図

【図4】閉塞管レゾネータの作用を示す図

【図5】第2吸気ダクトのダクト長を、回転4次成分の共鳴が1/2波長で発生する長さに設定した場合の図

【図6】エンジン運転条件のマップを利用して可変バルブの開閉をモータ駆動により制御する構成を示す

20

【図7】実施例1の結果を示す図

【図8】実施例2の結果を示す図

【符号の説明】

【0086】

9・・・吸気マニホールド

11・・・エアクリーナボックス

13・・・第1吸気ダクト

15、17、19・・・第2吸気ダクト

15a、17a、19a・・・第2吸気ダクトの開口

30

21・・・ダッシュパネル

23・・・カウルボックス

25・・・フェンダパネル

31・・・チェックバルブ

37・・・ソレノイドバルブ

39・・・オリフィス、又はディレイバルブ

41・・・アクチュエータ

45・・・ソレノイドバルブ制御装置

51・・・エンジン運転条件決定部

53・・・マップ情報格納部（記憶部）

40

55・・・制御部

E・・・4サイクル4気筒エンジン

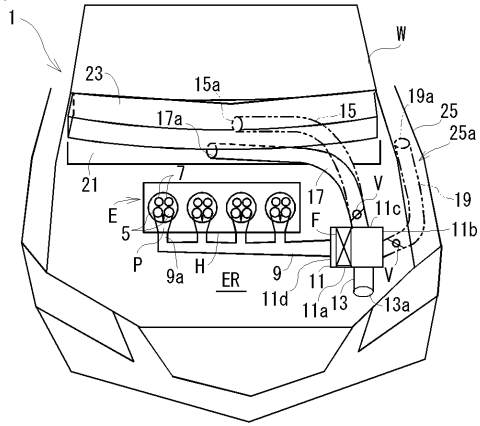
M・・・ステップモータ（可変バルブ駆動部）

V・・・可変バルブ

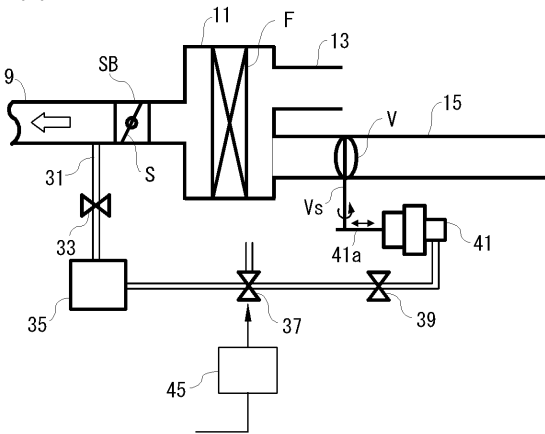
S・・・スロットル弁

S B・・・スロットルボディ

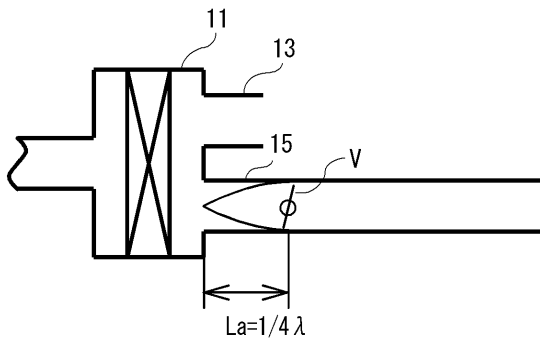
【図1】



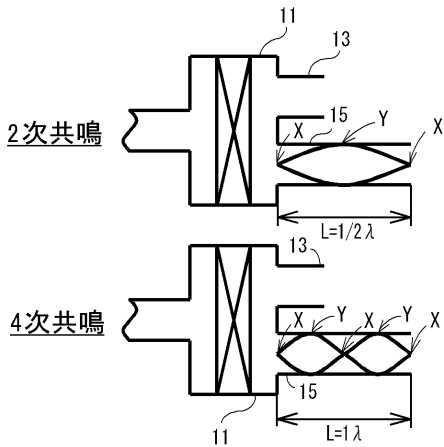
【図2】



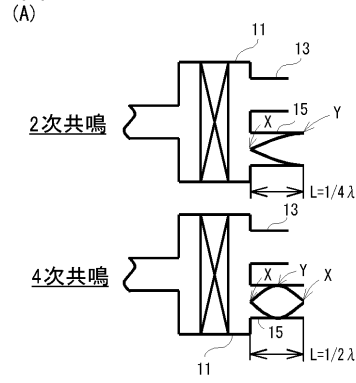
【図4】



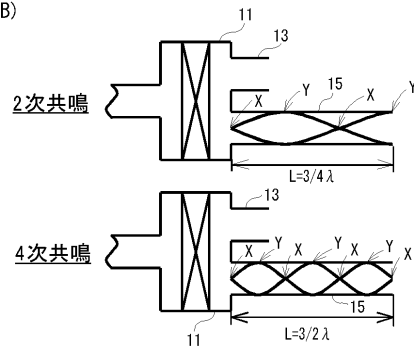
【図5】



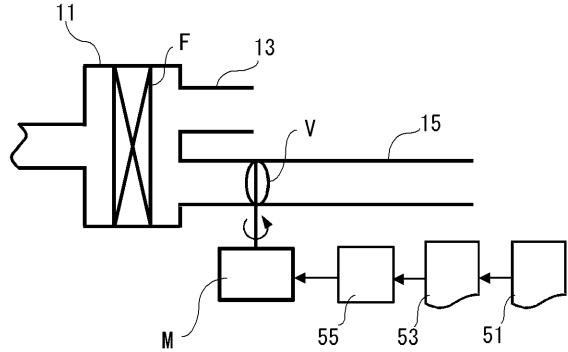
【図3】



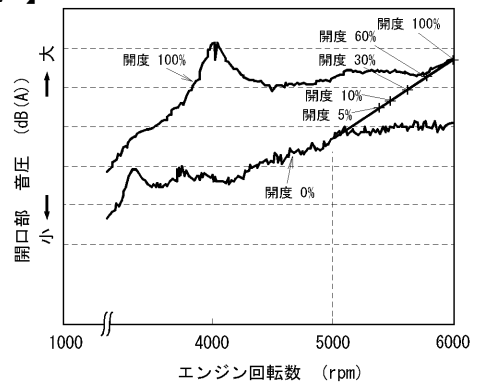
(B)



【図6】



【図7】



【 図 8 】

