

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3733786号
(P3733786)

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006. 1. 11)

(24) 登録日 平成17年10月28日(2005. 10. 28)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 D 13/06 (2006. 01)

F O 2 D 13/06 E

F O 1 L 9/04 (2006. 01)

F O 1 L 9/04 A

F O 2 B 75/02 (2006. 01)

F O 2 B 75/02 A

F O 2 D 17/02 (2006. 01)

F O 2 D 17/02 M

F O 2 D 17/02 V

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-142382
 (22) 出願日 平成11年5月21日(1999. 5. 21)
 (65) 公開番号 特開2000-328972(P2000-328972A)
 (43) 公開日 平成12年11月28日(2000. 11. 28)
 審査請求日 平成12年7月21日(2000. 7. 21)

(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 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 松本 功
 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 西田 秀之
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 倉橋 紀夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁駆動弁を有する内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気弁及び排気弁がそれぞれ電磁駆動弁により構成され、一部の気筒を休止させる休止気筒制御を実行可能な電磁駆動弁を有する内燃機関であって、

前記休止気筒制御の実行中に、休止気筒の筒内圧を制御する休止気筒筒内圧制御手段を備え、

前記休止気筒制御における休止気筒は順次変更され、

前記休止気筒筒内圧制御手段は、休止気筒のピストンの上死点において何れかの作動気筒が燃焼中である場合に、その休止気筒の筒内圧を減少させることを特徴とする電磁駆動弁を有する内燃機関。

【請求項2】

請求項1記載の電磁駆動弁を有する内燃機関において、

前記休止気筒筒内圧制御手段は、排気弁を開閉させることにより休止気筒の筒内圧を制御することを特徴とする電磁駆動弁を有する内燃機関。

【請求項3】

請求項1記載の電磁駆動弁を有する内燃機関において、前記休止気筒制御は、内燃機関を6サイクルで運転することにより実現されることを特徴とする電磁駆動弁を有する内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電磁駆動弁を有する内燃機関に係り、特に、一部の気筒の燃焼を休止させる休止気筒制御を実行可能な電磁駆動弁を有する内燃機関に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来より、例えば特開平7-279697号公報に開示される如く、一部の気筒を休止させる休止気筒制御を実行し得る内燃機関が知られている。この内燃機関において休止気筒制御における気筒の休止は、燃料噴射及び点火を停止すると共に、吸気弁及び排気弁を閉弁保持することにより実現される。以下、休止気筒制御において休止させられる気筒を休止気筒と称し、また、休止気筒中にも燃焼が行われる気筒を作動気筒と称す。休止気筒制御によれば、休止気筒における燃料噴射の遮断及びポンピングロスの低減等により燃費を向上させることができる。

10

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、休止気筒制御には、休止気筒が特定の気筒に固定される場合と、休止気筒が順次変更される場合とがある。休止気筒が固定される場合には、休止気筒の燃焼室のガスがピストンの摺動面を介してクランクケース側へ徐々に漏れることで、休止気筒の筒内圧は作動気筒の筒内圧に比べて低圧となる。この場合、作動気筒と休止気筒との間の筒内圧の相違に起因してトルク変動が生じ、内燃機関の振動が大きくなってしまう。また、休止気筒が順次変更される場合には、上記したガスの漏れに伴う休止気筒の筒内圧の低下はほとんど生じない。このため、休止気筒におけるピストンの上死点では、燃焼室内の既燃ガスが圧縮されることで筒内圧は燃焼時とほぼ等しい値まで上昇する。かかる休止気筒での筒内圧の上昇が、作動気筒での燃焼に伴う筒内圧の上昇と同時に生ずるタイミングと、同時に生じないタイミングとで、内燃機関全体の筒内圧の和は変動することとなる。この場合にも、内燃機関の出力トルクが変動することで内燃機関の振動は大きくなる。しかしながら、上記従来の内燃機関では、休止気筒制御の実行に伴う振動の増大については顧みられておらず、機関の振動を抑制するための対策は何ら講じられていない。

20

【0004】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、休止気筒制御の実行中に内燃機関の振動を抑制し得る電磁駆動弁を有する内燃機関を提供することを目的とする。

30

【0005】**【課題を解決するための手段】**

上記の目的は、請求項1に記載する如く、吸気弁及び排気弁がそれぞれ電磁駆動弁により構成され、一部の気筒を休止させる休止気筒制御を実行可能な電磁駆動弁を有する内燃機関であって、

前記休止気筒制御の実行中に、休止気筒の筒内圧を制御する休止気筒筒内圧制御手段を備え、

前記休止気筒制御における休止気筒は順次変更され、

前記休止気筒筒内圧制御手段は、休止気筒のピストンの上死点において何れかの作動気筒が燃焼中である場合に、その休止気筒の筒内圧を減少させることを特徴とする電磁駆動弁を有する内燃機関により達成される。

40

【0006】

請求項1記載の発明において、休止気筒筒内圧制御手段は、休止気筒の筒内圧を制御する。従って、本発明によれば、休止気筒制御の実行中に、休止気筒の筒内圧を制御することで、筒内圧の変動に起因する内燃機関の振動を抑制できる。なお、本明細書における気筒の休止とは、燃焼、燃焼ガスの排気、及び混合気の吸気の何れも行われることなくピストンが往復動する状態をいうものとする。

また、前記休止気筒制御における休止気筒は順次変更され、前記休止気筒筒内圧制御手段は、休止気筒におけるピストンの上死点において何れかの作動気筒の燃焼中である場合に、その休止気筒の筒内圧を減少させることとしてもよい。

50

この場合、休止気筒制御における休止気筒は順次変更される。従って、休止気筒の燃焼室からのガスの漏れはほとんど生じないため、休止気筒におけるピストンの上死点では筒内圧は燃焼時とほぼ同じ値まで上昇する。かかる休止気筒における筒内圧の上昇が、何れかの作動気筒の燃焼中に生ずると、燃焼に伴う筒内圧の上昇と休止気筒での筒内圧の上昇とが重畳することで、内燃機関の振動が増大する。これに対して、休止気筒筒内圧制御手段は、休止気筒のピストンの上死点において何れかの作動気筒の燃焼中である場合に、その休止気筒の筒内圧を減少させる。このため、作動気筒での燃焼に伴う筒内圧の上昇と休止気筒での圧縮による筒内圧の上昇とが同時に生ずることが防止され、これにより、内燃機関の振動が抑制される。また、休止気筒が順次変更されることで、休止気筒における潤滑油切れや温度低下が抑制され、休止気筒の作動の再開が円滑に行われる。

10

【 0 0 0 7 】

この場合、請求項 2 に記載する如く、請求項 1 記載の電磁駆動弁を有する内燃機関において、

前記休止気筒筒内圧制御手段は、排気弁を開弁させることにより休止気筒の筒内圧を制御することとしてもよい。

請求項 2 記載の発明において、排気弁が開弁すると、燃焼室から排気側へガスが流出し、又は、排気側から燃焼室へガスが流入することで、筒内圧は変化する。従って、休止気筒筒内圧制御手段は、排気弁を開閉させることにより休止気筒の筒内圧を制御することができる。また、排気弁が開閉されることで、休止気筒から排気ガスが吸気管へ逆流し、又は、休止気筒制御の終了後に新気が排気管へ流出することが防止される。このため、休止気筒筒内圧制御手段が筒内圧を制御しても内燃機関の動作が影響を受けることはない。

20

【 0 0 1 0 】

また、請求項 4 に記載する如く、請求項 3 記載の電磁駆動弁を有する内燃機関において、作動中の気筒の筒内圧を計測又は予測する作動気筒筒内圧検知手段を有し、前記休止気筒筒内圧制御手段は、作動気筒の筒内圧に基づいて休止気筒の筒内圧を増加させることとしてもよい。

【 0 0 1 3 】

更に、請求項 3 に記載する如く、請求項 1 項記載の電磁駆動弁を有する内燃機関において、

前記休止気筒制御は、内燃機関を 6 サイクルで運転することにより実現されることとしてもよい。

30

【 0 0 1 4 】**【発明の実施の形態】**

図 1 は、本発明の一実施例である内燃機関の構成図を示す。本実施例の内燃機関は電子制御ユニット（以下、ECU と称す）10 により制御される。内燃機関は、シリンダブロック 12 を備えている。シリンダブロック 12 の内部には、シリンダ 14 およびウォータージャケット 16 が形成されている。本実施例の内燃機関は、4 つのシリンダを備える 4 気筒型内燃機関である。図 1 は、複数のシリンダのうちのシリンダ 14 を表す。

【 0 0 1 5 】

シリンダ 14 の内部にはピストン 18 が配設されている。ピストン 18 は、シリンダ 14 の内部を、図 1 における上下方向に摺動することができる。シリンダブロック 12 の上部には、シリンダヘッド 20 が固定されている。シリンダヘッド 20 には、各シリンダ毎に吸気ポート 22 および排気ポート 24 が形成されている。

40

【 0 0 1 6 】

シリンダヘッド 20 の底面、ピストン 18 の上面、およびシリンダ 14 の側壁は、燃焼室 26 を画成している。上述した吸気ポート 22 および排気ポート 24 は、共に燃焼室 26 に開口している。吸気ポート 22 の燃焼室 26 側の開口端部、および、排気ポート 24 の燃焼室 26 側の開口端部には、それぞれバルブシート 28、30 が形成されている。燃焼室 26 には、また、点火プラグ 32 の先端が露出している。

【 0 0 1 7 】

50

シリンダヘッド 20 には電磁駆動弁 38 及び 40 が組み込まれている。電磁駆動弁 38 は吸気弁 42 を備えている。吸気弁 42 は、バルブシート 28 に着座することにより吸気ポート 22 と燃焼室 26 との間を遮断し、また、バルブシート 28 から離座することにより吸気ポート 22 と燃焼室 26 との間を導通させる。一方、電磁駆動弁 40 は排気弁 44 を備えている。排気弁 44 は、バルブシート 30 に着座することにより排気ポート 24 と燃焼室 26 との間を遮断し、また、バルブシート 30 から離座することにより排気ポート 24 と燃焼室 26 との間を導通させる。

【0018】

電磁駆動弁 38 及び 40 は、同一の構成を有している。以下、図 2 を参照して、それらの代表例として、電磁駆動弁 40 の構成および動作について説明する。図 2 は、電磁駆動弁 40 の全体構成を表す断面図を示す。

10

図 2 に示す如く、排気弁 44 は、上方へ延びる弁軸 45 を備えている。弁軸 45 はシリンダヘッド 20 の内部に固定されたバルブガイド 46 により軸方向に変位可能に保持されている。電磁駆動弁 40 は、また、弁軸 45 の上方に設けられたアーマチャシャフト 48 を備えている。アーマチャシャフト 48 は、非磁性材料で構成されたロッド状の部材である。アーマチャシャフト 48 の下端面は弁軸 45 の上端面に当接している。

【0019】

弁軸 45 の上端部には、ロアリテーナ 50 が固定されている。ロアリテーナ 50 の下部にはロアスプリング 52 が配設されている。ロアスプリング 52 の下端は、シリンダヘッド 20 に当接している。ロアスプリング 52 は、ロアリテーナ 50 およびアーマチャシャフト 48 を、図 2 における上方へ向けて付勢している。

20

【0020】

アーマチャシャフト 48 の上端部には、アッパリテーナ 54 が固定されている。アッパリテーナ 54 の上部には、アッパスプリング 56 の下端部が当接している。アッパスプリング 56 の周囲には、その外周を取り巻くように円筒状のアッパキャップ 57 が配設されている。アッパスプリング 56 の上端部は、アッパキャップ 57 に螺着されたアジャストボルト 58 に当接している。アッパスプリング 56 は、アッパリテーナ 54 およびアーマチャシャフト 48 を、図 2 における下方へ向けて付勢している。

【0021】

アーマチャシャフト 48 の外周には、アーマチャ 60 が接合されている。アーマチャ 60 は、軟磁性材料で構成された環状の部材である。アーマチャ 60 の上方には、アッパコイル 62 及びアッパコア 64 が配設されている。また、アーマチャ 60 の下方には、ロアコイル 66 及びロアコア 68 が配設されている。アッパコア 64 およびロアコア 68 は、共に磁性材料で構成された部材である。アーマチャシャフト 48 は、アッパコア 64 およびロアコア 68 の中央部に、摺動可能に保持されている。また、アッパコイル 62 及びロアコイル 66 は ECU 10 に接続する。ECU 10 は、アッパコイル 62 及びロアコイル 66 に所定の励磁電流を供給する。

30

【0022】

アッパコア 64 およびロアコア 68 の外周には、外筒 74 が配設されている。アッパコア 64 およびロアコア 68 は、両者間に所定の間隔が確保されるように、外筒 74 により保持されている。アッパキャップ 57 は、アッパコア 64 の上端面に固定されている。また、アジャスタボルト 58 は、アーマチャ 60 の中立位置がアッパコア 64 とロアコア 68 の中央となるように調整されている。

40

【0023】

次に、電磁駆動弁 40 の動作について説明する。電磁駆動弁 40 においてアーマチャ 60 がアッパコア 64 に当接した状態では、排気弁 44 はバルブシート 28 に着座する。この状態は、アッパコイル 62 に所定の励磁電流が供給されることにより維持される。以下、排気弁 44 がバルブシート 28 に着座した位置を排気弁 44 の全閉位置と称す。

【0024】

排気弁 44 が全閉位置に維持されている状態で、アッパコイル 62 に供給されていた励磁

50

電流が遮断されると、アーマチャ 60 に作用していた電磁力が消滅する。アーマチャ 60 に作用していた電磁力が消滅すると、アッパスプリング 56 に付勢されることにより、アーマチャ 60 が図 2 における下方へ向けて変位する。アーマチャ 60 の変位量が所定値に達した時点で、ロアコイル 66 に適当な励磁電流が供給されると、今度はアーマチャ 60 をロアコア 68 側へ吸引する吸引力、すなわち、排気弁 44 を図 2 において下方へ変位させる吸引力が発生する。

【0025】

アーマチャ 60 に対して上記の吸引力が作用すると、アーマチャ 60 は、排気弁 44 と共に、ロアスプリング 52 の付勢力に抗して図 2 における下方へ向けて変位する。排気弁 44 の変位は、アーマチャ 60 がロアコア 68 と当接するまで継続する。以下、アーマチャ 60 がロアコア 68 に当接した状態での排気弁 44 の位置を全開位置と称す。この状態は、ロアコイル 66 に所定の励磁電流が供給されることにより維持される。

10

【0026】

排気弁 44 が全開位置に維持されている状態で、ロアコイル 66 に供給されていた励磁電流が遮断されると、アーマチャ 60 に作用していた電磁力が消滅する。アーマチャ 60 に作用していた電磁力が消滅すると、ロアスプリング 52 に付勢されることにより、アーマチャ 60 が図 2 における上方へ向けて変位する。アーマチャ 60 の変位量が所定値に達した時点で、アッパコイル 62 に適当な励磁電流が供給されると、今度はアーマチャ 60 をアッパコア 64 側へ吸引する吸引力、すなわち、排気弁 44 を図 2 において上方へ変位させる吸引力が発生する。

20

【0027】

アーマチャ 60 に対して上記の吸引力が作用すると、アーマチャ 60 は、排気弁 44 と共に、アッパスプリング 56 の付勢力に抗して図 2 における上方へ向けて変位する。排気弁 44 の変位は、アーマチャ 60 がアッパコア 64 と当接するまで、すなわち、排気弁 44 が全閉位置に達するまで継続する。

上述の如く、電磁駆動弁 40 によれば、アッパコイル 62 に所定の励磁電流を供給することにより排気弁 44 を全閉位置に向けて変位させることができると共に、ロアコイル 66 に所定の励磁電流を供給することにより排気弁 44 を全開位置に向けて変位させることができる。従って、電磁駆動弁 40 によれば、アッパコイル 62 とロアコイル 66 とに交互に励磁電流を供給することにより、排気弁 44 を、全開位置と全閉位置との間で繰り返し往復運動させることができる。

30

【0028】

吸気弁 42 を備える電磁駆動弁 38 は、上述した電磁駆動弁 40 と同様に作動する。従って、本実施例によれば、ECU 10 が、電磁駆動弁 38、40 のアッパコイル 62 およびロアコイル 66 に対して、それぞれ、適当なタイミングで交互に励磁電流を供給することにより、吸気弁 42 及び排気弁 44 を任意のタイミングで開閉駆動することができる。

【0029】

再び図 1 を参照するに、内燃機関は吸気マニホールド 80 を備えている。吸気マニホールド 80 はサージタンク 82 と各吸気ポート 22 とを連通する複数の枝管を備えている。各枝管には、燃料噴射弁 83 が配設されている。燃料噴射弁 83 は ECU 10 から付与される指令信号に応じて燃料を枝管内に噴射する。

40

サージタンク 82 の上流側には、吸気管 84 が連通している。吸気管 84 には、スロットルバルブ 86 が配設されている。吸気管 84 のスロットルバルブ 86 より上流側の部位にはエアフローメータ 87 が配設されている。エアフローメータ 87 は、吸気管 84 に吸入される空気の流量（以下、吸入空気量と称す）に応じた信号を ECU 10 に向けて出力する。ECU 10 は、エアフローメータ 87 の出力信号に基づいて吸入空気量を検出する。吸気管 84 の上流側端部にはエアクリーナ 88 が連通している。従って、吸気管 84 にはエアクリーナ 88 により濾過された外気が流入する。また、内燃機関の排気ポート 24 には、排気通路 90 が連通している。

【0030】

50

内燃機関には、また、クランク角センサ 94 が設けられている。クランク角センサ 94 の出力信号は ECU 10 に供給されている。ECU 10 はクランク角センサ 94 の出力信号に基づいてクランク角 CA を検出する。

本実施例の内燃機関において、一部の気筒について、燃料噴射及び点火を停止することにより、その気筒を休止させる休止気筒制御を実現することができる。休止気筒制御によれば、休止気筒における燃料噴射の停止及びポンピングロスの低減により燃費の向上が図られる。本実施例の内燃機関では、休止気筒制御における休止気筒は例えば #1 気筒及び #4 気筒に固定されている。

【0031】

従前の休止気筒制御においては、休止気筒の吸気弁 42 及び排気弁 44 は常に閉弁保持される。しかしながら、休止気筒が特定の気筒に固定されている場合に、休止気筒の吸気弁 42 及び排気弁 44 が常に閉弁保持されるものとする、休止気筒の燃焼室 26 からピストン 18 の摺動面を介してクランクケース側へガスが徐々に漏出することにより、休止気筒の筒内圧は低圧となる。このため、作動気筒と休止気筒との間で筒内圧のピーク値に差異が生ずることに起因して、全ての気筒が作動する状態（以下、全気筒運転状態と称す）に比べて内燃機関の振動が増大してしまう。

【0032】

これに対して、本実施例の内燃機関は、休止気筒の排気弁 44 を所定期間に開弁させることにより、休止気筒の筒内圧の低下を防止して内燃機関の振動を抑制し得る点に特徴を有している。

先ず、図 3 及び図 4 を参照して、従前の如く休止気筒の吸気弁 42 及び排気弁 44 を常に閉弁保持した場合の各気筒の筒内圧の変化、及びそれに伴う内燃機関の振動を、全気筒運転状態と比較して説明する。

【0033】

図 3 は、全気筒運転状態での #4 気筒の排気弁 44 の開閉動作、#3・#4 気筒の筒内圧の変化、及び、内燃機関の振動波形をそれぞれ (A) ~ (C) に示す図である。また、図 4 は、休止気筒制御の実行中に休止気筒の吸気弁 42 及び排気弁 44 を常に閉弁保持した場合について示す図 3 と同様の図である。

なお、図 3 (B) には、#3・#4 気筒の筒内圧を代表的に示しているが、#1・#2 気筒の筒内圧も、各気筒の行程に同期して #3・#4 気筒とほぼ同じ変化を示す。同様に、図 4 (B) には、作動気筒として #3 気筒の筒内圧を、休止気筒として #4 気筒の筒内圧を、それぞれ代表的に示しているが、#2 気筒及び #1 気筒の筒内圧も、各気筒の行程に同期して #3 気筒及び #4 気筒の筒内圧とほぼ同様の変化を示す。また、図 3 (C) 及び図 4 (C) に示す内燃機関の振動波形は、シリンダヘッド 20 にクランク軸周りのローリング振動を計測する加速度ピックアップを取り付けて、その出力信号を表示したものであり、縦軸は加速度を表している。更に、図 3 及び図 4 において、横軸は、内燃機関のクランク角を #4 気筒のピストン 18 の上死点 (TDC) 及び下死点 (BDC) を基準として表示している。

【0034】

図 3 (B) に示す如く、全気筒運転状態では、#3 気筒及び #4 気筒の筒内圧は各気筒の爆発時期に同期してほぼ同じピーク値まで上昇する。この場合、図 3 (C) に示す如く、内燃機関の振動は比較的小さく抑えられる。

一方、休止気筒制御の実行中に休止気筒の吸気弁 42 及び排気弁 44 を閉弁保持した場合には、上記の如く休止気筒の燃焼室 26 からクランクケース側へガスが漏れることにより筒内圧は低下する。このため、図 4 (B) に示す如く、休止気筒である #4 気筒の筒内圧は、ピストン 18 が上死点近傍に達した際に僅かに増加するのみであり、そのピーク値は極めて小さい。また、休止気筒制御の実行中に全気筒運転状態と同じ出力トルクを得るためには、作動気筒のそれぞれが発生すべきトルクは、全気筒運転状態において各気筒が発生するトルクよりも大きくなる。このため、図 4 (B) に示す如く、作動気筒である #3 気筒の筒内圧のピーク値は、全気筒運転状態でのピーク値に比べて大きくなっている。

10

20

30

40

50

【0035】

このように、休止気筒制御において休止気筒の吸気弁42及び排気弁44を常に閉弁保持する場合には、休止気筒の筒内圧が減少し、かつ、作動気筒の筒内圧が増加することで休止気筒と作動気筒との間の筒内圧の差異が大きくなる。従って、内燃機関全体としてみると、全気筒運転状態では、筒内圧には1サイクルの間に4つのピークが180°CA間隔で生ずるのに対して、休止気筒制御の実行中は、筒内圧には1サイクルの間に全気筒運転状態よりも大きな2つのピークが360°CA間隔で生ずる。つまり、休止気筒制御の実行中は、全気筒運転状態に比べて大きな筒内圧のピークがより長い間隔で生ずることとなる。その結果、内燃機関の出力トルクの変動も大きくなり、図4(C)に示す如く、休止気筒制御の実行中における内燃機関の振動は、全気筒運転状態と比較して増加する。

10

【0036】

図5は、本実施例の内燃機関において、全気筒運転状態から休止気筒制御を開始する場合の#1気筒～#4気筒における吸気弁42及び排気弁44の開閉動作をそれぞれ(A)～(D)に示すタイムチャートである。なお、図5及び以下に示す同様のタイムチャートにおいて、"IN"及び"EX"はそれぞれ吸気弁42及び排気弁44を表すものとする。また、横軸は内燃機関のクランク角を各気筒のピストン18の上死点(TDC)及び下死点(BDC)で表示しており、各図中の最上段には爆発が行われる気筒の番号を表示している。図6は、図5に示すタイムチャートに従って休止気筒の吸気弁42及び排気弁44を開閉させた場合について示す上記図3及び図4と同様の図である。

【0037】

本実施例では、休止気筒制御の実行中は、休止気筒である#1気筒及び#4気筒において点火が休止されると共に、図5(A)及び(D)にそれぞれ斜線を付して示す如く、下死点(BDC)より手前から所定期間にわたって排気弁44が開弁される。内燃機関の運転中は、排気通路90には大気圧にほぼ等しい圧力の排気ガスが充満している。このため、上記の如く排気弁44が開弁されると、排気通路90から燃焼室26へ排気ガスが再吸入されることで、休止気筒の筒内圧はほぼ大気圧まで増加する。そして、ピストン18が上死点に向けて変位する過程で排気弁44が閉弁されると、その後、燃焼室26へ再吸入された排気ガスが圧縮される。このため、図6(B)に示す如く、排気弁44の閉弁後、休止気筒である#4気筒の筒内圧が上昇して#3気筒と#4気筒との間の筒内圧の差異は小さくなる。その結果、図6(C)に示す如く、内燃機関の振動は、図5(C)に示す従前の休止気筒制御の場合に比べて小さく抑制される。

20

30

【0038】

ところで、休止気筒においても上死点近傍では筒内圧は大気圧を上回る場合がある。このように筒内圧が大気圧を上回った状態で排気弁44を開弁させても、排気通路90から燃焼室26へ排気ガスを再吸入することはできない。従って、休止気筒における排気弁44の開弁タイミングは、筒内圧が大気圧以下になるまでピストン18が上死点から下死点に向けて変位した時点となるように設定される。

【0039】

また、休止気筒の筒内圧のピーク値は、排気弁44が閉弁されるタイミングに依存する。すなわち、排気弁44の閉弁タイミングが下死点に近いほど、再吸入された排気ガスが大きな度合いで圧縮されるために筒内圧のピーク値は大きくなる。排気弁44の閉弁タイミングは、内燃機関の負荷に応じて、休止気筒の筒内圧によって生ずる加速度の変化が作動気筒の筒内圧によって生ずる加速度変化とほぼ一致するように設定される。

40

【0040】

以下、本実施例において、ECU10が実行する具体的な処理について説明する。図7は、本実施例において休止気筒制御を実現すべくECU10が実行するルーチンのフローチャートである。図7に示すルーチンは、その処理が終了する毎に繰り返し起動される。図7に示すルーチンが起動されると、先ずステップ100の処理が実行される。

【0041】

ステップ100では、休止気筒制御の開始要求が発せられているか否かが判別される。そ

50

の結果、休止気筒制御の開始要求が発せられていなければ、今回のルーチンは終了される。一方、ステップ 100 において休止気筒制御の開始要求が発せられていれば、次にステップ 102 の処理が実行される。

ステップ 102 では、# 1 気筒及び # 4 気筒の燃料噴射及び点火を禁止する処理が実行される。

【 0042 】

ステップ 104 では、# 1 気筒及び # 4 気筒の吸気弁 42 及び排気弁 44 が閉弁される。この閉弁処理は、燃焼行程及び排気行程が終了した時点で実行される。

ステップ 106 では、作動気筒の筒内圧のピーク値 P_{MAX} を推定する処理が実行される。作動気筒の筒内圧は、内燃機関の負荷にほぼ比例する。そこで、本ステップ 106 では、ピーク値 P_{MAX} を吸入空気量に基づいて推定することとしている。ただし、作動気筒である # 2 気筒又は # 3 気筒に筒内圧センサを設け、筒内圧のピーク値 P_{MAX} を直接検出することとしてもよい。

10

【 0043 】

ステップ 108 では、作動気筒の筒内圧のピーク値 P_{MAX} に基づいて、休止気筒における排気弁 44 の閉弁タイミング T_{close} が決定される。

ステップ 110 では、現時点が休止気筒における排気弁 44 の開弁タイミング T_{open} であるか否かが判別される。なお、開弁タイミング T_{open} は、上記の如く、休止気筒の筒内圧が大気圧を下回るタイミングとなるように予め設定されている。ステップ 110 において、現時点が開弁タイミング T_{open} であれば、次にステップ 112 において # 1 気筒及び # 4 気筒の排気弁 44 が開弁された後、ステップ 114 の処理が実行される。一方、ステップ 110 において、現時点が開弁タイミング T_{open} でなければ、次にステップ 116 の処理が実行される。

20

【 0044 】

ステップ 116 では、現時点が排気弁 44 の閉弁タイミング T_{close} であるか否かが判別される。その結果、現時点が閉弁タイミング T_{close} であれば、次にステップ 118 において # 1 気筒及び # 4 気筒の排気弁 44 が閉弁された後、ステップ 114 の処理が実行される。一方、ステップ 116 において、現時点が閉弁タイミング T_{close} でなければ、次にステップ 114 の処理が実行される。

【 0045 】

30

ステップ 114 では、休止気筒制御の終了要求が発せられているか否かが判別される。その結果、終了要求が発せられていなければ、再び上記ステップ 106 の処理が実行される。一方、ステップ 114 において、休止気筒制御の終了要求が発せられていれば、次にステップ 120 において、# 1 気筒及び # 4 気筒の燃料噴射及び点火の禁止を解除する処理が実行された後、今回のルーチンは終了される。

【 0046 】

上述の如く、本実施例の内燃機関では、休止気筒制御中に休止気筒の排気弁 44 を開弁させることにより、休止気筒の筒内圧を増加させる。従って、本実施例によれば、休止気筒制御中に、休止気筒と作動気筒との間の筒内圧の差異を小さくして内燃機関の振動を抑制することができる。

40

なお、上記実施例では、ECU 10 が図 7 に示すルーチンのステップ 110、112、116、118 の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載した休止気筒筒内圧制御手段が、ECU 10 が図 7 に示すルーチンのステップ 106、108 の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載した作動気筒筒内圧検知手段が、それぞれ実現されている。

【 0047 】

ところで、上記実施例では、休止気筒である # 1 気筒及び # 4 気筒について、ピストン 18 が一往復する間に一回排気弁 44 を開弁させるものとした。しかしながら、休止気筒における筒内圧の低下は気筒の休止後、直ちに生ずるものではないため、必ずしも毎回排気弁 44 を開弁させる必要はない。例えば、図 8 に示す如く、ピストン 18 が 1 往復する毎

50

に # 1 気筒及び # 4 気筒とで交互に排気弁 4 4 を開弁させることとしてもよい。あるいは、ピストン 1 8 が数往復する毎に排気弁 4 4 を開弁させることとしてもよい。

【 0 0 4 8 】

また、休止気筒の筒内圧を増加させる手段として、吸気弁 4 2 を開弁させることにより燃焼室 2 6 に新気を吸入させることも考えられる。しかし、休止気筒の燃焼室 2 6 に新気を吸入させると、休止気筒の作動が開始される際に、新気がそのまま排気通路 9 0 へ排出される。この場合、排気通路 9 0 における空燃比がリーン側へ変化することで、触媒による排気ガスの浄化性能が低下する可能性がある。また、休止気筒の燃焼室 2 6 に新気を吸入させる場合には、新気により筒内が冷却され、休止気筒の作動再開を円滑に行えない場合も生じ得る。これに対して、上記実施例では、燃焼室 2 6 に既燃ガスを再吸入させるので、休止気筒の作動が開始される際には、この既燃ガスが再び排気通路 9 0 へ排出され、排気通路 9 0 の空燃比が影響を受けることはない。また、高温の既燃ガスが燃焼室 2 6 に吸入されることで、休止気筒の冷却も防止される。このように、本実施例によれば、休止気筒制御の終了後の気筒の再始動時における不都合を回避しつつ、休止気筒制御中の内燃機関の振動を抑制することが可能となっている。

10

【 0 0 4 9 】

次に、本発明の第 2 実施例について説明する。本実施例は、休止気筒制御において休止気筒を順次変更する場合に、内燃機関の振動を抑制し得る点に特徴を有している。

図 9 は、各気筒において燃焼行程が終了する下死点から次の下死点までピストン 1 8 が一往復する間、吸気弁 4 2 及び排気弁 4 4 を閉弁保持することにより気筒を順次休止させる場合の、# 1 ~ # 4 気筒の吸気弁 4 2 及び排気弁 4 4 の開閉動作をそれぞれ (A) ~ (D) に示すタイムチャートである。図 9 に示す動作例は、内燃機関を 6 サイクルで運転することにより休止気筒制御を実現するものであり、従前より休止気筒制御において休止気筒を順次変更する手法として知られている。以下、内燃機関を 6 サイクル運転することにより休止気筒を順次変更する休止気筒制御を 6 サイクル休止気筒制御と称す。本実施例のシステムは、6 サイクル休止気筒制御の実行中における内燃機関の振動を抑制するものである。先ず、図 9 を参照して、従前の 6 サイクル休止気筒制御における内燃機関の動作について説明する。

20

【 0 0 5 0 】

例えば図 9 (A) に示す # 1 気筒では、区間 T 1 及び T 2 においてそれぞれ吸気行程及び圧縮行程が行われ、続く区間 T 3 で燃焼行程が行われる。区間 T 3 に続く区間 T 4 及び T 5 では、吸気弁 4 2 及び排気弁 4 4 が閉弁保持されることで、# 1 気筒は休止される。この休止区間 T 4 及び T 5 では、それぞれ、ピストン 1 8 が上死点及び下死点に向けて変位することにより、燃焼室 2 6 は吸気ポート 2 2 及び排気ポート 2 4 の両方から遮断された状態で圧縮及び膨張される。そして、区間 T 5 に続く区間 T 6 で排気弁 4 4 が開弁されることにより排気行程が行われた後、再び、吸気、圧縮、爆発、休止 (圧縮)、休止 (膨張)、及び排気の各行程が行われる。他の気筒でも同様に、燃焼行程が終了した直後、ピストン 1 8 が下死点と上死点との間を一往復する間は、吸気弁 4 2 及び排気弁 4 4 が閉弁保持されることで、吸気、圧縮、爆発、休止 (圧縮)、休止 (膨張)、及び排気の各行程が実現されることとなる。すなわち、図 9 に示す 6 サイクル休止気筒制御では、内燃機関は吸気、圧縮、爆発、休止 (圧縮)、休止 (膨張)、及び排気の 6 サイクルで運転され、休止気筒は、燃焼順序に従って、# 1 気筒、# 3 気筒、# 2 気筒、# 4 気筒と順次変更されることになる。

30

40

【 0 0 5 1 】

図 9 からわかるように、# 3 気筒の爆発は # 1 気筒よりも 180° C A だけ遅れて行われ、# 2 気筒の爆発は # 3 気筒よりも 360° C A だけ遅れて行われる。また、# 4 気筒の爆発は # 2 気筒よりも 180° C A だけ遅れて行われ、更に、# 1 気筒の爆発は # 4 気筒よりも 360° C A だけ遅れて行われる。従って、 180° C A 毎に各気筒で順次燃焼が行われる場合を基準とすると、# 1 気筒 → # 3 気筒 → # 2 気筒 → # 4 気筒の燃焼順序において # 3 気筒と # 2 気筒との間、及び、# 4 気筒と # 1 気筒との間で、それぞれ、燃焼が

50

休止されることとなる。

【0052】

図10(A)は、図9に示すタイムチャートに従って内燃機関が運転された場合の6サイクルにわたる#1～#4気筒の筒内圧の変化を、それぞれ実線、一点鎖線、二点鎖線、及び破線で示す。また、図10(B)は、全気筒の筒内圧の和(以下、合成筒内圧と称す)の変化を示す。

上記第1実施例で述べたように、休止気筒における燃焼室26からクランクケース側へのガスの漏れは徐々に生ずる。従って、6サイクル休止気筒制御のように、燃焼行程の後、直ちに気筒を休止させる場合には、休止気筒の燃焼室26には既燃ガスがほとんど漏出することなく残存している。この場合、休止気筒においてピストン18が上死点に向けて変位すると、既燃ガスが圧縮されることにより、上死点において筒内圧は爆発時とほぼ同じ値まで上昇する。このため、図10(A)に示す如く、各気筒の筒内圧は、燃焼行程が開始される上死点及びその次の上死点で最大値となるような変化を示すことになる。すなわち、各気筒の筒内圧には、6サイクル当たり2つのピークが現れる。

【0053】

上記図9(B)及び(C)から分かるように、#2気筒における爆発は、その時点での休止気筒である#3気筒の上死点近傍のタイミングで行われる。また、図9(A)及び(D)から分かるように、#1気筒における爆発は、その時点での休止気筒である#4気筒の上死点近傍のタイミングで行われる。このため、図10(A)の時点t1の近傍では、#2気筒の爆発に伴う筒内圧のピークと、その時点で休止気筒である#3気筒の圧縮に伴う筒内圧のピークとがほぼ同時に現れる。同様に、図10(A)の時点t4の近傍では、#1気筒の爆発に伴う筒内圧のピークと、その時点で休止気筒である#4気筒の圧縮に伴う筒内圧のピークとがほぼ同時に現れる。これに対して、時点t2、t3、t5、t6の近傍では、それぞれ、作動気筒である#4気筒の爆発、休止気筒である#2気筒の圧縮、作動気筒である#3気筒の爆発、及び休止気筒である#1気筒の圧縮による筒内圧のピークのみが生じ、他の気筒の筒内圧のピークは現れない。このため、図10(B)に示す如く、合成筒内圧のピーク値は、2つの気筒の筒内圧上昇がほぼ同時に生ずる時点t1、t4の近傍と、一の気筒の筒内圧上昇のみが生ずる時点t2、t3、t5、t6の近傍とで変化し、その結果、内燃機関の振動は増大することになる。

【0054】

これに対して、本実施例の内燃機関は、休止気筒における上死点が、他の気筒の爆発のタイミングと一致する場合には、その休止気筒の排気弁44を開弁させて休止気筒における筒内圧の上昇を抑制することにより、内燃機関の振動を抑制する。

図11は、本実施例における#1～#4気筒の吸気弁42及び排気弁44の開閉動作をそれぞれ(A)～(D)に示すタイムチャートである。図11(C)及び(D)にそれぞれ斜線を付して示す如く、#3気筒及び#4気筒では、燃焼行程が終了した後の休止期間中に排気弁44が開弁される。

【0055】

図12(A)は、図11に示すタイムチャートに従って内燃機関が運転された場合の各気筒の筒内圧の変化を示す。また、図12(B)は、合成筒内圧の変化を示す。#3気筒及び#4気筒の休止期間では、排気弁44が開弁されることでピストン18が上死点に向けて変位しても筒内圧は上昇しない。このため、図12(A)に示す如く、時点t1の近傍での#2気筒の爆発に伴う筒内圧の上昇時に、休止中の#3気筒の筒内圧が上昇することが防止される。同様に、時点t4の近傍での#1気筒の爆発に伴う筒内圧の上昇時に、休止中の#4気筒の筒内圧が上昇することが防止される。すなわち、各気筒における筒内圧のピークは、それぞれ単独に生ずることとなる。その結果、図12(B)に示す如く、合成筒内圧のピーク値はほぼ一定に保たれ、内燃機関の振動が抑制される。

【0056】

このように、本実施例では、6サイクル休止気筒制御において、休止気筒における上死点が、他の気筒における爆発のタイミングと重複する場合に、その休止気筒の排気弁44を

10

20

30

40

50

開弁することで、爆発に伴う筒内圧の上昇と休止気筒の筒内圧の上昇とが同時に生ずることが防止される。従って、本実施例によれば、6サイクル休止気筒制御の実行中における内燃機関の振動を抑制することができる。

【0057】

また、休止気筒が特定の気筒に固定される場合は、休止気筒において温度低下や潤滑油切れが生じ、休止気筒の作動を円滑に再開できない場合がある。これに対して、6サイクル休止気筒制御によれば、休止気筒が順次変更されることで上記の不都合を回避することができる。

なお、上記第2実施例では、ECU10が図11(C)及び(D)に示すタイミングで#1気筒及び#4気筒の排気弁44を開弁させることにより特許請求の範囲に記載した休止気筒筒内圧制御手段が実現されている。

10

【0058】

ところで、上記図11に示すタイムチャートでは、#3気筒及び#4気筒において、休止中の全期間にわたって排気弁44を開弁させるものとしたが、休止気筒の排気弁44の開閉タイミングは、内燃機関の振動が最小限に抑制されるように実験的に定められることが好ましい。

また、休止気筒の筒内圧を減少させる手段として、吸気弁42を開弁させることも考えられる。しかし、吸気弁42を開弁させると、休止気筒内の既燃ガスが吸気管84からあの気筒へまわりこみ、作動気筒の動作に悪影響を与えてしまう。これに対して、本実施例では、休止気筒の筒内圧を減少させる手段として排気弁44を開弁させることで、かかる不都合を回避することが可能となっている。

20

【0059】

【発明の効果】

請求項1記載の発明によれば、休止気筒制御の実行中における内燃機関の振動を抑制することができる。また、休止気筒が順次変更される場合に休止気筒制御の実行中における内燃機関の振動を抑制することができる。

また、請求項2記載の発明によれば、内燃機関の動作に影響を与えることなく、休止気筒制御の実行中における内燃機関の振動を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である電磁駆動弁の制御装置が適用された内燃機関の構成図である。

30

【図2】内燃機関が備える電磁駆動弁の全体構成を示す断面図である。

【図3】図3(A)は、全気筒運転状態における#4気筒の排気弁の開閉状態を示す図である。

図3(B)は、全気筒運転状態における#3・#4気筒の筒内圧の時間変化を示す図である。

図3(C)は、全気筒運転状態における内燃機関の振動波形を示す図である。

【図4】図4(A)は、従前の休止気筒制御における#4気筒の排気弁の開閉状態を示す図である。

図4(B)は、従前の休止気筒制御における#3・#4気筒の筒内圧の時間変化を示す図である。

40

図4(C)は、従前の休止気筒制御における内燃機関の振動波形を示す図である。

【図5】本実施例において全気筒運転状態から休止気筒制御を開始する場合の各気筒の吸気弁及び排気弁の開閉動作を示すタイムチャートである。

【図6】図6(A)は、本実施例の休止気筒制御における#4気筒の排気弁の開閉状態を示す図である。

図6(B)は、本実施例の休止気筒制御における#3・#4気筒の筒内圧の時間変化を示す図である。

図6(C)は、本実施例の休止気筒制御における内燃機関の振動波形を示す図である。

【図7】本実施例において休止気筒制御を実現すべくECUが実行するルーチンのフロー

50

チャートである。

【図 8】本実施例の変形例において全気筒運転状態から休止気筒制御を開始する場合の各気筒の吸気弁及び排気弁の開閉動作を示すタイムチャートである。

【図 9】従前の 6 サイクル休止気筒制御における各気筒の吸気弁及び排気弁の開閉動作を示すタイムチャートである。

【図 10】図 10 (A) は、従前の 6 サイクル休止気筒制御における各気筒の筒内圧の時間変化を示す図である。

図 10 (B) は、従前の 6 サイクル休止気筒制御における合成筒内圧の時間変化を示す図である。

【図 11】本発明の第 2 実施例に係わる 6 サイクル休止気筒制御における各気筒の吸気弁及び排気弁の開閉動作を示すタイムチャートである。

10

【図 12】図 12 (A) は、本実施例の 6 サイクル休止気筒制御における各気筒の筒内圧の時間変化を示す図である。

図 12 (B) は、本実施例の 6 サイクル休止気筒制御における合成筒内圧の時間変化を示す図である。

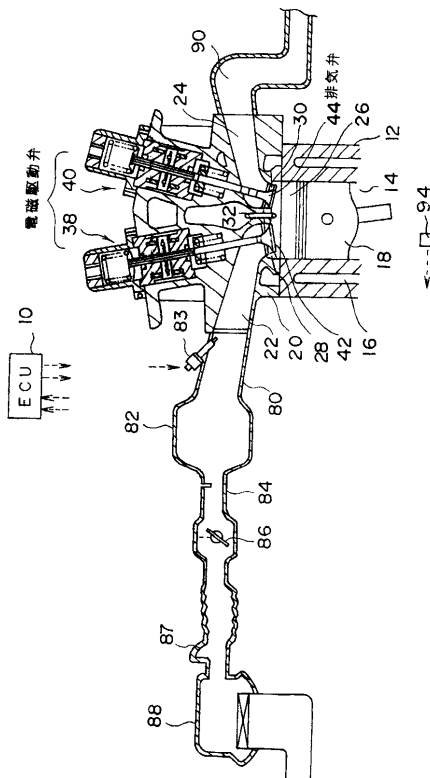
【符号の説明】

10 ECU

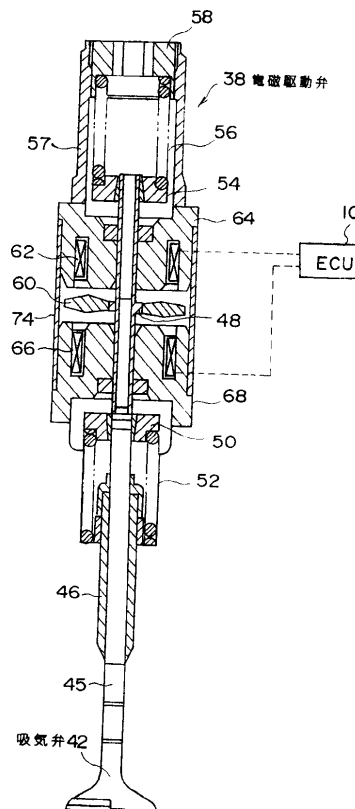
38、40 電磁駆動弁

44 排気弁

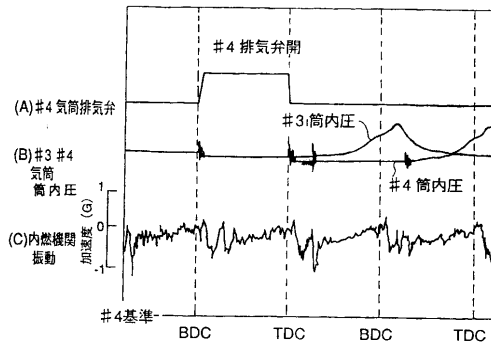
【図 1】



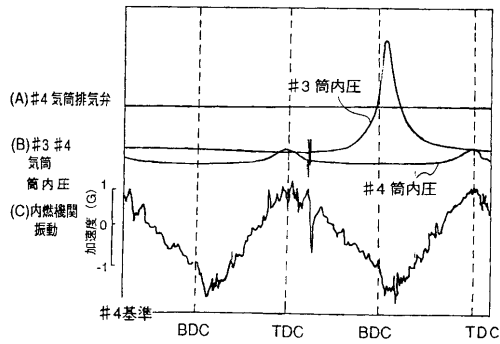
【図 2】



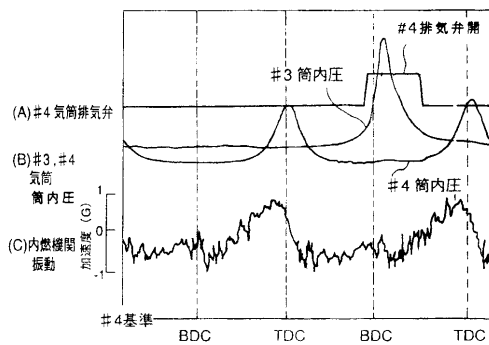
【図 3】



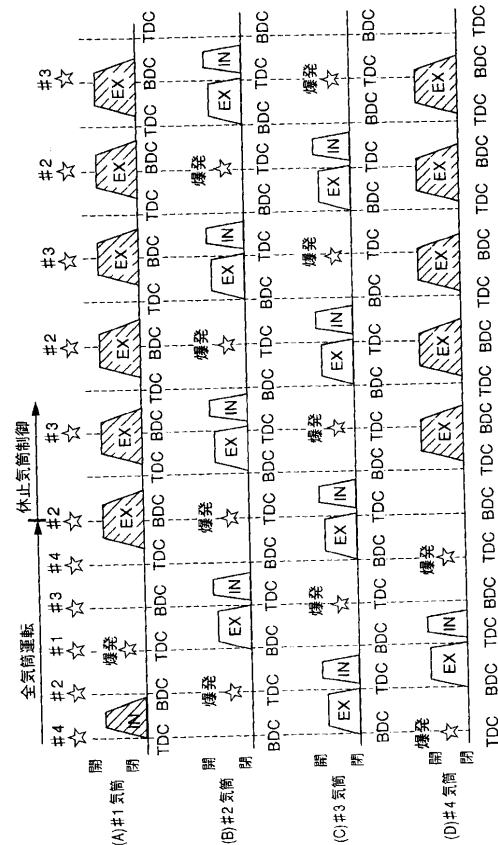
【図 4】



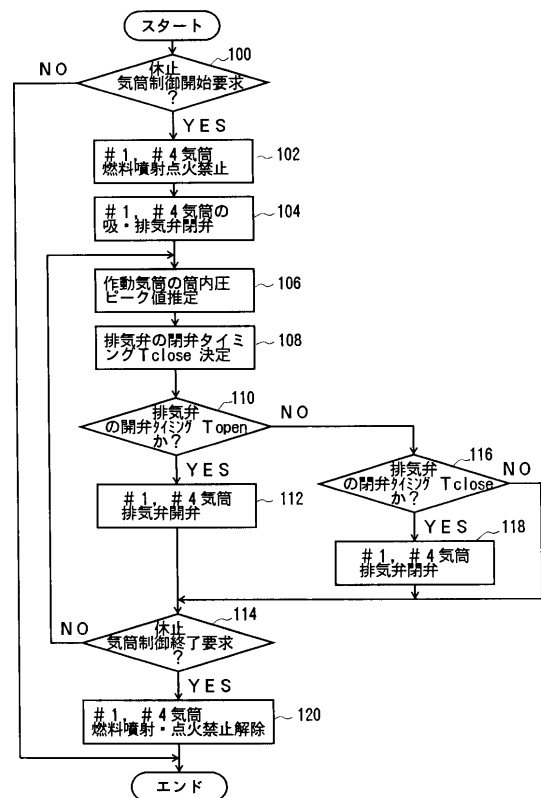
【図 6】



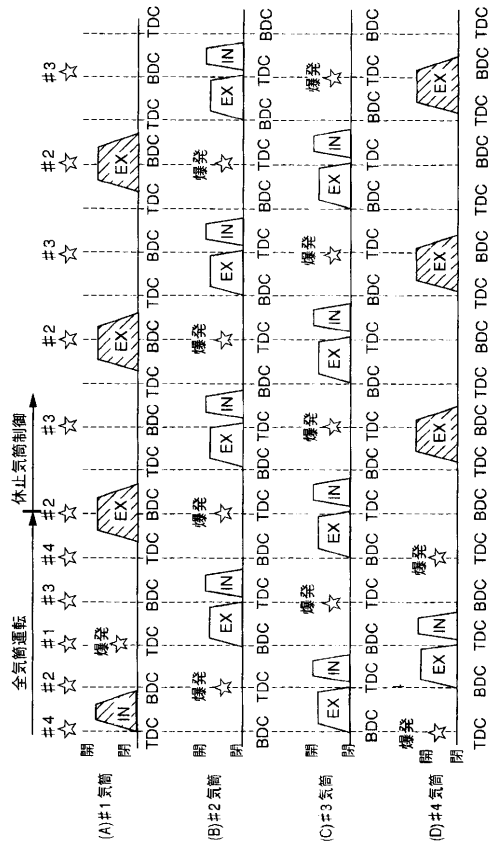
【図 5】



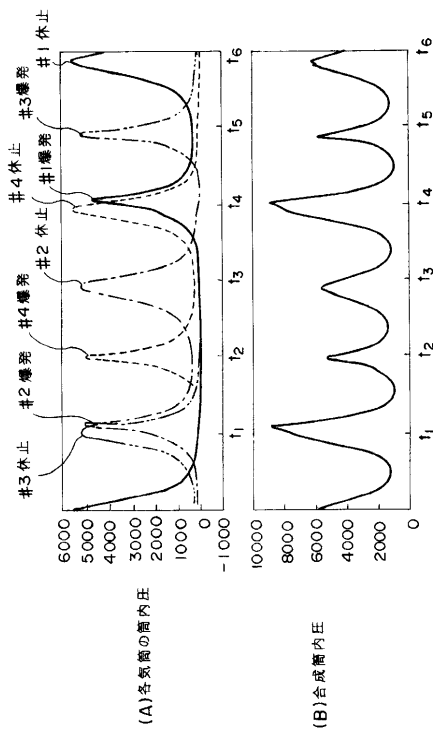
【図 7】



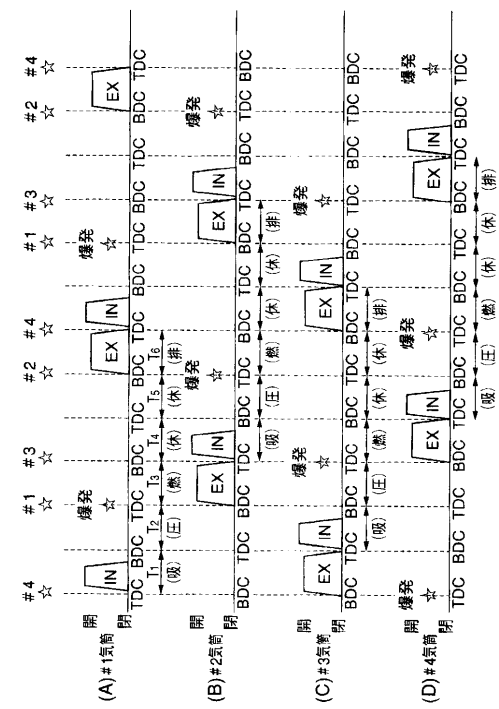
【図 8】



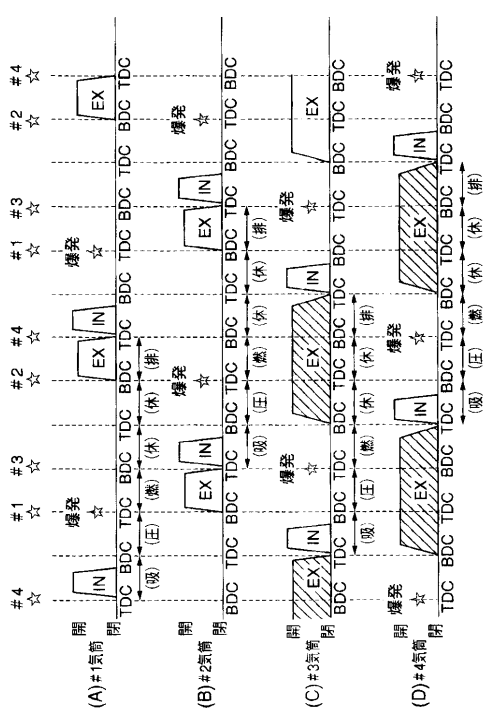
【図 10】



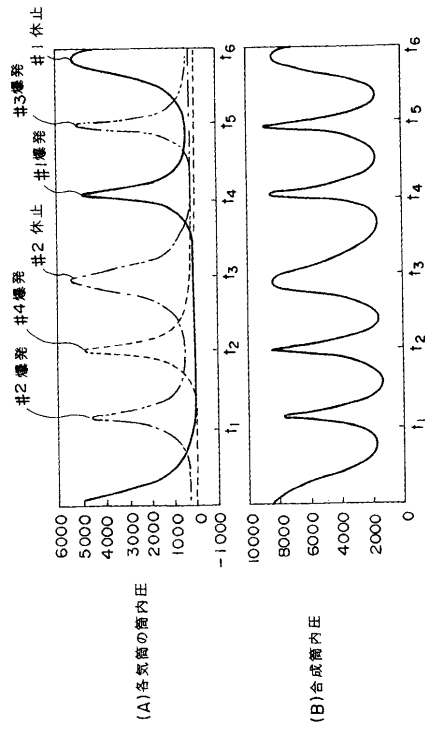
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭58-176428(JP,A)
特開平08-014074(JP,A)
特開平10-169478(JP,A)
特開昭62-085142(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/06

F01L 9/04

F02B 75/02

F02D 17/02