

(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2017-166385

(P2017-166385A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 305C	3D202
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/04 310C	3G092
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 41/04 330C	3G301
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 41/34 C	3G384
FO2D 19/02 (2006.01)	FO2D 43/00 301E	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-51318 (P2016-51318)
 (22) 出願日 平成28年3月15日 (2016.3.15)

(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
 (74) 代理人 110001427
 特許業務法人前田特許事務所
 (72) 発明者 堂園 一保
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内
 Fターム(参考) 3D202 AA07 BB05 CC02 DD05 DD19
 DD21 EE01

最終頁に続く

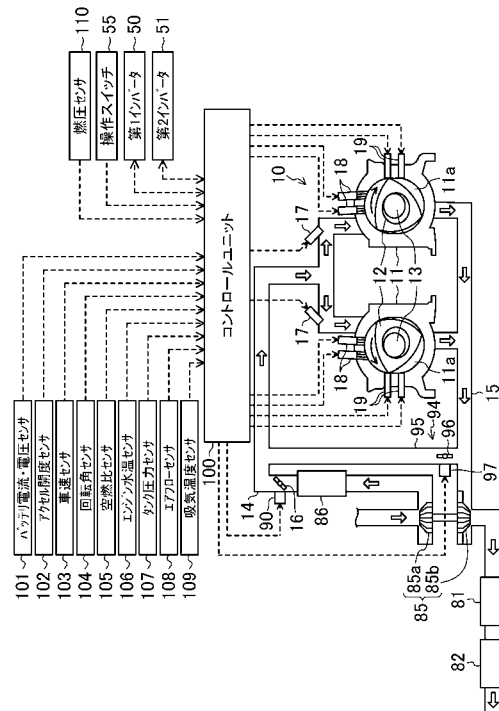
(54) 【発明の名称】 気体燃料エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 中高出力運転時に気体燃料エンジン10を所定加速度以上で加速させるに際して、スロットル弁16の全開状態で、ポート噴射弁17及び直噴噴射弁18の併用による気体燃料の噴射によってエンジン10の出力を上昇させる場合に、エンジン10の加速の応答性が鈍くなるのを抑制する。

【解決手段】 中高出力運転時にエンジン10を上記所定加速度以上の急加速で加速させる際には、スロットル弁16の全開状態で、EGR装置94により吸気通路14にEGRガスを還流しつつ、燃焼室内の燃焼空燃比を、ストイキ空燃比よりも大きくかつ所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比から該所定のリーン空燃比に向けて徐々に大きくしながら、ポート噴射弁17及び直噴噴射弁18の併用による気体燃料の噴射によって、エンジン10の出力を上昇させる急加速制御を実行する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気体燃料エンジンの制御装置であって、

上記エンジンは、

該エンジンの吸気通路内に気体燃料を噴射するポート噴射弁と、

該エンジンの燃焼室内に気体燃料を直接噴射する直噴噴射弁と、

該エンジンの排気ガスの一部を E G R ガスとして吸気通路に還流する E G R 装置と、
を有し、

上記ポート噴射弁、直噴噴射弁及び E G R 装置の作動を含めて、上記エンジンの作動を制御する制御手段を備え、

上記制御手段は、

上記エンジンの出力が所定値よりも低い低出力運転時には、該エンジンの燃焼室内の燃焼空燃比をストイキ空燃比に設定する一方、上記エンジンの出力が上記所定値以上である中高出力運転時には、上記燃焼空燃比をストイキ空燃比よりも大きいリーン空燃比に設定するとともに、

上記中高出力運転時に上記エンジンを所定加速度よりも小さい緩加速で加速させる際には、スロットル弁の全開状態で、上記燃焼空燃比を所定のリーン空燃比に維持しながら、上記ポート噴射弁及び直噴噴射弁の併用による気体燃料の噴射によって、上記エンジンの出力を上昇させる緩加速制御を実行する一方、

上記中高出力運転時に上記エンジンを上記所定加速度以上の急加速で加速させる際には、上記スロットル弁の全開状態で、上記 E G R 装置により上記吸気通路に E G R ガスを還流しつつ、上記燃焼空燃比を、ストイキ空燃比よりも大きくかつ上記所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比から上記所定のリーン空燃比に向けて徐々に大きくしながら、上記ポート噴射弁及び直噴噴射弁の併用による気体燃料の噴射によって、上記エンジンの出力を上昇させる急加速制御を実行する
ように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記エンジンは、該エンジンの燃焼室内への吸気の過給を行う過給機を更に有する過給機付きエンジンであって、上記吸気通路の上記燃焼室への開口が圧縮行程の途中で閉じられる吸気遅閉じとされるものであり、

上記制御手段は、上記中高出力運転時に上記過給機により吸気の過給を行うように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記気体燃料を上記ポート噴射弁及び上記直噴噴射弁に供給する燃料供給路に、該ポート噴射弁及び該直噴噴射弁から噴射される気体燃料の圧力を一定値に調整するレギュレータが設けられ、

上記レギュレータの二次側圧力を検出する圧力検出手段を更に備え、

上記制御手段は、上記急加速制御の実行時において、上記圧力検出手段により検出される二次側圧力が上記一定値から所定圧以上低下したとき、そうでないときに比べて、上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させるように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記燃焼室内で発生するブレイグニッションを検出するブレイグニッション検出手段を更に備え、

上記制御手段は、上記急加速制御の実行時において、上記ブレイグニッション検出手段によりブレイグニッションが検出されたときには、ブレイグニッションが検出されないと

10

20

30

40

50

きに比べて、上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させるように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記吸気通路に吸入される吸気温度を検出する吸気温度検出手段を更に備え、

上記制御手段は、上記吸気温度検出手段により検出される吸気温度が高いほど、上記プリイグニッション検出手段によりプリイグニッションが検出されたときにおける上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量の減少量及び上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量の増大量を大きくするように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置

10

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記吸気通路に吸入される吸気温度を検出する吸気温度検出手段を更に備え、

上記制御手段は、上記急加速制御の実行時において、上記吸気温度検出手段により検出される吸気温度が高いほど、上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させるように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

【請求項 7】

請求項 4～6 のいずれか 1 つに記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記直噴噴射弁は、複数設けられており、

上記制御手段は、少なくとも上記急加速制御の実行時には、上記複数の直噴噴射弁及び上記ポート噴射弁より気体燃料を噴射させるように構成されていることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

20

【請求項 8】

請求項 1～7 のいずれか 1 つに記載の気体燃料エンジンの制御装置において、

上記エンジンは、シリーズハイブリッド車両において発電機を駆動して発電させるために用いられる発電用エンジンであることを特徴とする気体燃料エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、気体燃料エンジンの制御装置に関する技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

従来より、例えば特許文献 1 に示されているように、エンジンの運転状態に応じて、燃焼モードを、無過給ストイキ燃焼モードと過給リーン燃焼モードとの間で切換えるようにした、ターボ過給機付きエンジンが知られている。すなわち、過給機による吸気の過給を行うときには、エンジンの燃焼室内の燃焼空燃比をストイキ空燃比よりも大きいリーン空燃比に設定する一方、過給機による吸気の過給を行わないときには、エンジンの燃焼室内の燃焼空燃比をストイキ空燃比に設定する。

40

【0003】

また、燃料として、水素や天然ガス等の気体燃料を使用する気体燃料エンジンもよく知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 121539 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

ところで、上記特許文献1のように、過給機による吸気の過給を行わないような低出力運転時には、燃焼安定性を維持する観点から、エンジンの燃焼室内の燃焼空燃比をストイキ空燃比に設定する一方、過給機による吸気の過給を行うような中高出力運転時には、エミッションの向上や燃焼音の低減の観点から、エンジンの燃焼室内の燃焼空燃比をストイキ空燃比よりも大きい所定のリーン空燃比に設定することが考えられる。

【0006】

このように上記燃焼空燃比を設定した場合、気体燃料エンジンでは、中高出力運転時にエンジンを加速する際には、スロットル弁の全開状態で、上記燃焼空燃比を上記所定のリーン空燃比に維持しながら、ポート噴射弁及び直噴噴射弁の併用による気体燃料の噴射によって、エンジンの出力を上昇させることができる。すなわち、気体燃料エンジンでは、スロットル弁が全開状態であっても、ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を調整することで、燃焼室に吸入される吸気量を調整することができ、ポート噴射弁及び直噴噴射弁の噴射割合を制御することにより、上記所定のリーン空燃比に維持しながらエンジンの出力を上昇させることができるようになる。

10

【0007】

しかし、中高出力運転時にエンジンを所定加速度以上で加速させる際、上記のように上記燃焼空燃比を上記所定のリーン空燃比に維持しながらエンジンの出力を上昇させると、エンジンの加速の応答性が鈍くなることが懸念される。特に過給機付きエンジンで上記中高出力運転時に吸気の過給を行う場合には、過給圧の立ち上がりの遅れも影響して、エンジンの加速の応答性がより一層低下する。

20

【0008】

本発明は、斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、気体燃料エンジンの制御装置において、中高出力運転時に該エンジンを所定加速度以上で加速させるに際して、スロットル弁の全開状態で、ポート噴射弁及び直噴噴射弁の併用による気体燃料の噴射によってエンジンの出力を上昇させる場合に、エンジンの加速の応答性が鈍くなるのを抑制しようとするところにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、本発明では、気体燃料エンジンの制御装置を対象として、上記エンジンは、該エンジンの吸気通路内に気体燃料を噴射するポート噴射弁と、該エンジンの燃焼室内に気体燃料を直接噴射する直噴噴射弁と、該エンジンの排気ガスの一部をEGRガスとして吸気通路に還流するEGR装置と、を有し、上記ポート噴射弁、直噴噴射弁及びEGR装置の作動を含めて、上記エンジンの作動を制御する制御手段を備え、上記制御手段は、上記エンジンの出力が所定値よりも低い低出力運転時には、該エンジンの燃焼室内の燃焼空燃比をストイキ空燃比に設定する一方、上記エンジンの出力が上記所定値以上である中高出力運転時には、上記燃焼空燃比をストイキ空燃比よりも大きいリーン空燃比に設定するとともに、上記中高出力運転時に上記エンジンを所定加速度よりも小さい緩加速で加速させる際には、スロットル弁の全開状態で、上記燃焼空燃比を所定のリーン空燃比に維持しながら、上記ポート噴射弁及び直噴噴射弁の併用による気体燃料の噴射によって、上記エンジンの出力を上昇させる緩加速制御を実行する一方、上記中高出力運転時に上記エンジンを上記所定加速度以上の急加速で加速させる際には、上記スロットル弁の全開状態で、上記EGR装置により上記吸気通路にEGRガスを還流しつつ、上記燃焼空燃比を、ストイキ空燃比よりも大きくかつ上記所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比から上記所定のリーン空燃比に向けて徐々に大きくしながら、上記ポート噴射弁及び直噴噴射弁の併用による気体燃料の噴射によって、上記エンジンの出力を上昇させる急加速制御を実行するように構成されている、という構成とした。

30

40

【0010】

上記の構成により、急加速制御の実行時には、燃焼空燃比を、ストイキ空燃比よりも大きくかつ所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比から所定のリーン空燃比に向けて徐々に大きくしながら、エンジンの出力を上昇させるので、エンジンの加速の応答性が鈍くなる

50

のを抑制することができる。また、急加速制御の実行時には、EGRガスの還流により、エミッションが悪化するのを抑制できるとともに、異常燃焼の発生やこれに伴う異常音の発生を抑制することができる。このEGRガスの還流量は、エンジンの出力が上昇するに連れて少なくすることが好ましい。また、緩加速制御の実行時には、燃焼空燃比を所定のリーン空燃比に維持するので、エミッションやエンジンの燃焼音を出来る限り良好なレベルに維持しながら、エンジンの出力を上昇させることができる。

【0011】

上記気体燃料エンジンの制御装置の一実施形態において、上記エンジンは、該エンジンの燃焼室内への吸気の過給を行う過給機を更に有する過給機付きエンジンであって、上記吸気通路の上記燃焼室への開口が圧縮行程の途中で閉じられる吸気遅閉じとされるものであり、上記制御手段は、上記中高出力運転時に上記過給機により吸気の過給を行うように構成されている。

10

【0012】

このことにより、中高出力運転時に過給機により吸気の過給を行う場合であっても、エンジンの加速の応答性が低下するのを出来る限り抑制することができる。

【0013】

上記気体燃料エンジンの制御装置において、上記気体燃料を上記ポート噴射弁及び上記直噴噴射弁に供給する燃料供給路に、該ポート噴射弁及び該直噴噴射弁から噴射される気体燃料の圧力を一定値に調整するレギュレータが設けられ、上記レギュレータの二次側圧力を検出する圧力検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記急加速制御の実行時において、上記圧力検出手段により検出される二次側圧力が上記一定値から所定圧以上低下したとき、そうでないときに比べて、上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させるように構成されている、ことが好ましい。

20

【0014】

すなわち、レギュレータの二次側圧力が一定値から所定圧以上低下すると、直噴噴射弁による気体燃料の実際の噴射量が、噴射しようとしている予定噴射量よりも大きく低下するが、ポート噴射弁による気体燃料の実際の噴射量は、予定噴射量に対して、直噴噴射弁による気体燃料の噴射量の低下量ほど低下しない。そこで、レギュレータの二次側圧力が一定値から所定圧以上低下したときに、直噴噴射弁による気体燃料の噴射量（予定噴射量）を減少させる一方、ポート噴射弁による気体燃料の噴射量（予定噴射量）を増大させることで、直噴噴射弁及びポート噴射弁によるトータルの気体燃料の実際の噴射量の低下を抑制することができる。

30

【0015】

上記気体燃料エンジンの制御装置において、上記燃焼室内で発生するブレイグニッションを検出するブレイグニッション検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記急加速制御の実行時において、上記ブレイグニッション検出手段によりブレイグニッションが検出されたときには、ブレイグニッションが検出されないときに比べて、上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させるように構成されている、ことが好ましい。

40

【0016】

このことで、ブレイグニッションが検出されたときに、直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させることにより、その検出以降に、ブレイグニッションの発生を抑制することができ、急加速制御の実行時に、ブレイグニッションの発生によるエンジン出力の低下を出来る限り抑制することができる。

【0017】

上記ブレイグニッション検出手段を備えた上記構成の場合、上記吸気通路に吸入される吸気温度を検出する吸気温度検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記吸気温度検出手段により検出される吸気温度が高いほど、上記ブレイグニッション検出手段によりブレイ

50

グニッションが検出されたときにおける上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量の減少量及び上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量の増大量を大きくするように構成されている、ことが好ましい。

【0018】

このことにより、吸気温度に応じた、ポート噴射弁及び直噴噴射弁からの気体燃料の噴射量の制御によって、プリイグニッションの検出以降に、プリイグニッションの発生を効果的に抑制することができる。

【0019】

上記気体燃料エンジンの制御装置において、上記吸気通路に吸入される吸気温度を検出する吸気温度検出手段を更に備え、上記制御手段は、上記急加速制御の実行時において、上記吸気温度検出手段により検出される吸気温度が高いほど、上記直噴噴射弁による気体燃料の噴射量を減少させる一方、上記ポート噴射弁による気体燃料の噴射量を増大させるように構成されていてもよい。

10

【0020】

こうすることで、プリイグニッション検出手段を設けなくても、吸気温度に応じた、ポート噴射弁及び直噴噴射弁からの気体燃料の噴射量の制御によって、プリイグニッションの発生を効果的に抑制することができ、急加速制御の実行時に、プリイグニッションの発生によるエンジン出力の低下を抑制することができる。

【0021】

プリイグニッションの発生を抑制する上記構成において、上記直噴噴射弁は、複数設けられており、上記制御手段は、少なくとも上記急加速制御の実行時には、上記複数の直噴噴射弁及び上記ポート噴射弁より気体燃料を噴射させるように構成されている、ことが好ましい。

20

【0022】

このことにより、複数の直噴噴射弁より噴射された気体燃料が燃焼室内において偏在し難くなり、その偏在によるプリイグニッションの発生を抑制することができる。

【0023】

上記気体燃料エンジンの制御装置の別の実施形態では、上記エンジンは、シリーズハイブリッド車両において発電機を駆動して発電させるために用いられる発電用エンジンである。

30

【0024】

このことで、急加速制御の実行時には、エンジンにより発電して、その発電電力とバッテリーの放電電力とでもって、車両を駆動する駆動モータを駆動することができ、バッテリーの過放電を抑制することができる。また、急加速制御の実行により、車両の加速要求に対して車両を応答性良くスムーズに加速させることができる。

【発明の効果】

【0025】

以上説明したように、本発明の気体燃料エンジンの制御装置によると、急加速制御の実行時には、エミッションが悪化するのを抑制しかつ異常燃焼の発生やこれに伴う異常音の発生を抑制しながら、エンジンの加速の応答性が鈍くなるのを抑制することができる。また、緩加速制御の実行時には、エミッションやエンジンの燃焼音を出来る限り良好なレベルに維持しながら、エンジンの出力を上昇させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施形態に係る気体燃料エンジン制御装置が搭載されたハイブリッド車両の概略図である。

【図2】上記ハイブリッド車両の気体燃料エンジン及びその制御系の構成を示すブロック図である。

【図3】上記エンジンをより詳細に示す断面図である。

【図4】第2減圧弁の構成を示す断面図である。

50

【図 5】上記エンジンの定常運転時及び緩加速制御時に用いられる第 1 マップを示す図である。

【図 6】上記エンジンの急加速制御時に用いられる第 2 マップを示す図である。

【図 7】吸気温度センサにより検出される吸気温度と、運転領域 E におけるポート噴射弁の体積噴射割合との関係を示すグラフである。

【図 8】燃料圧力が一定値であるときに 2 つの直噴噴射弁から水素ガスを噴射した場合 (a) と、燃料圧力が上記一定値から所定圧以上低下したときに、2 つの直噴噴射弁と 1 つのポート噴射弁から水素ガスを噴射した場合 (b) と、燃料圧力が上記一定値から上記所定圧以上低下したときに、2 つの直噴噴射弁から水素ガスを噴射した場合 (c) とのそれぞれについて、エンジンの熱効率を測定した結果を示すグラフである。

10

【図 9】コントロールユニットによる上記エンジンの始動から停止までの処理動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0028】

図 1 は、本発明の実施形態に係る気体燃料エンジン制御装置が搭載されたハイブリッド車両 1 (以下、車両 1 という) の概略図である。この車両 1 は、シリーズハイブリッド車両であって、気体燃料エンジン 10 (以下、単にエンジン 10 という) と、該エンジン 10 により駆動されて発電する発電機 20 と、この発電機 20 によって発電された電力が蓄電 (充電) される高電圧・大容量のバッテリー 30 と、エンジン 10 に駆動されることによる発電機 20 の発電電力及びバッテリー 30 の蓄電電力 (放電電力) の少なくとも一方により駆動される駆動モータ 40 とを備えている。本実施形態では、発電機 20 は、モータの機能も有するモータジェネレータであり、モータとしての発電機 20 によりエンジン 10 を駆動して (クランキングして)、エンジン 10 を始動するようになされている。

20

【0029】

発電機 20 とバッテリー 30 との間には、第 1 インバータ 50 が設けられ、バッテリー 30 と駆動モータ 40 との間には、第 2 インバータ 51 が設けられている。第 1 インバータ 50 と第 2 インバータ 51 とは互いに接続され、その接続ラインにバッテリー 30 が接続されている。発電機 20 の発電電力は、第 1 インバータ 50 を介してバッテリー 30 に供給されるとともに、第 1 及び第 2 インバータ 50, 51 を介して駆動モータ 40 に供給される。バッテリー 30 からの放電電力は、第 2 インバータ 51 を介して駆動モータ 40 に供給される。

30

【0030】

駆動モータ 40 の出力は、デファレンシャル装置 60 を介して、駆動輪 61 (ステアリングホイール 62 により操舵される左右の前輪) に伝達され、これにより、車両 1 が走行する。

【0031】

駆動モータ 40 は、回生発電電力を発生可能なものであって、車両 1 の減速時に発電機として作動して、その発電した電力 (回生発電電力) がバッテリー 30 に充電される。また、後述の充電走行モードでは、エンジン 10 が始動されて発電機 20 の発電電力でもってバッテリー 30 が充電される。尚、バッテリー 30 は、車両 1 の外部の電源による外部充電も可能になされている。

40

【0032】

エンジン 10 は、発電機 20 を駆動して発電させるために用いられる発電用エンジンである。エンジン 10 は、水素タンク 70 に貯留されている水素ガスが、気体燃料として供給可能に構成された気体燃料エンジンである。尚、エンジン 10 の燃料としては、天然ガス (CNG) 等の他の気体燃料であってもよい。

【0033】

水素タンク 70 とエンジン 10 とは、水素供給管 72 により接続され、水素タンク 70

50

内の水素ガスが、水素供給管 72 を介してエンジン 10 (詳細には、後述のポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18) に供給される。

【 0034 】

水素供給管 72 には、第 1 減圧弁 74 及び第 2 減圧弁 75 が配設されている。第 1 減圧弁 74 は、第 2 減圧弁 75 よりも上流側 (本実施形態では、水素供給管 72 における水素タンク 70 との接続部) に配設されている。水素タンク 70 内に水素ガスが充填されている状態では、水素タンク 70 内の圧力 (水素ガスの圧力) が、例えば 3.5 MPa とされる。そして、その水素ガスが第 1 減圧弁 74 を通過すると、その水素ガスの圧力が、例えば約 1.3 MPa にまで減圧され、更に第 2 減圧弁 75 により、例えば約 0.6 MPa にまで減圧される。この第 2 減圧弁 75 により減圧された圧力が、ポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18 に供給される燃料圧力 (燃圧) とされる。第 2 減圧弁 75 は、後にその構成を詳細に説明するように、ポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18 から噴射される水素ガスの圧力を一定値に自動的に調整するレギュレータの役割を果たす。

10

【 0035 】

また、水素供給管 72 における第 2 減圧弁 75 の下流側には、上記燃料圧力 (上記レギュレータの二次側圧力) を検出する圧力検出手段としての燃圧センサ 110 が配設されている。

【 0036 】

図 2 に示すように (エンジン 10 のより詳細な構成は図 3 参照)、エンジン 10 は、本実施形態では、ツインロータ式 (2 気筒) のロータリピストンエンジンであって、2つの

繭状のロータハウジング 11 内 (気筒内) に形成されるロータ収容室 11a に、概略三角形形状のロータ 12 がそれぞれ収容されて構成されている。2つのロータハウジング 11 は、3つのサイドハウジング (図示せず) の間に挟み込むようにして該サイドハウジングと一体化されてなり、各ロータハウジング 11 とその両側のサイドハウジングとで各ロータ収容室 11a が形成される。各ロータハウジング 11 は、概略楕円形状のトロコイド内周面を有する。尚、図 2 では、2つのロータハウジング 11 (2つの気筒) を展開した状態で図示しており、2つのロータハウジング 11 内の中央部にそれぞれ描いているエキセントリックシャフト 13 は、同じものである。

20

【 0037 】

上記各ロータ 12 は、その三角形の各頂部に図示しないアベックスシールを有し、これらアベックスシールがロータハウジング 11 のトロコイド内周面に摺接しており、このことで、各ロータ 12 により各ロータ収容室 11a (各気筒) 内に3つの作動室 (燃焼室に相当) が画成される。そして、各ロータ 12 は、該ロータ 12 の3つのアベックスシールが各々ロータハウジング 11 のトロコイド内周面に当接した状態でエキセントリックシャフト 13 の周りを自転しながら、該エキセントリックシャフト 13 の軸心の周りに公転するようになっている。ロータ 12 が1回転する間に、該ロータ 12 の各頂部間にそれぞれ形成された作動室が周方向に移動しながら、吸気、圧縮、膨張 (燃焼) 及び排気の各行程を行い、これにより発生する回転力がロータ 12 を介して出力軸としてのエキセントリックシャフト 13 から出力される。

30

【 0038 】

上記各ロータ収容室 11a には、吸気行程にある作動室に開口する吸気開口 14a (図 3 参照) に連通するように吸気通路 14 が接続されるとともに、排気行程にある作動室に開口する排気開口 15a (図 3 参照) に連通するように排気通路 15 が接続されている。吸気通路 14 は、上流側では1つであるが、下流側では、2つの分岐路に分岐してそれぞれ上記各ロータ収容室 11a に連通している。吸気通路 14 の上記分岐部よりも上流側 (後述のインタークーラ 86 よりも下流側) には、ステップングモータ等のスロットル弁アクチュエータ 90 により駆動されて吸気通路 14 の断面積 (弁開度) を調節するスロットル弁 16 が配設されている。このスロットル弁 16 により、各ロータ収容室 11a (吸気行程にある作動室) 内への吸気量が調節されることになる。

40

【 0039 】

50

吸気通路 14 の上記分岐部よりも下流側の各分岐路には、上記水素タンク 70 からの水素ガスを、吸気通路 14 内に噴射するポート噴射弁 17 が配設されている。このポート噴射弁 17 により噴射された水素ガスは、空気と混合された状態で、吸気行程にある作動室に供給される。

【0040】

上記排気通路 15 は、上流側では、各ロータ収容室 11a にそれぞれ連通するように 2 つ設けられているが、下流側では、1 つに合流されている。この排気通路 15 の該合流部よりも下流側には、排気ガスを浄化するための低温活性三元触媒 81 及び NOx 吸蔵還元触媒 82 が配設されている。低温活性三元触媒 81 は、NOx 吸蔵還元触媒 82 よりも触媒活性化温度が低い三元触媒であって、NOx 吸蔵還元触媒 82 よりも上流側に配設されている。尚、図 2 において吸気通路 14 及び排気通路 15 に図示した矢印は、吸気及び排気の流れを示している。

10

【0041】

上記 NOx 吸蔵還元触媒 82 は、例えば、白金 (Pt)、パラジウム (Pd) 等の貴金属を含んだ担体に、バリウム (Ba)、カリウム (K) 等の NOx 吸蔵剤を担持させて構成されていて、エンジン 10 の排気ガス中の NOx をリーン空燃比雰囲気下で吸蔵するとともに、該吸蔵した NOx を、リッチ空燃比雰囲気下で放出して、該 NOx を、排気ガス中の HC や CO と反応させて還元する機能を有する。

【0042】

上記各ロータハウジング 11 (各気筒) には、水素タンク 70 からの水素ガスを、ロータ収容室 11a の圧縮行程にある作動室 (燃焼室) 内に直接噴射する複数 (本実施形態では、2 つ) の直噴噴射弁 18 が設けられている。本実施形態では、これら 2 つの直噴噴射弁 18 は、ロータ 12 の回転方向に並んでいるが、エキセントリックシャフト 13 の軸心方向に並んでいてもよい。

20

【0043】

また、各ロータハウジング 11 には、ポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18 より噴射された水素ガスの点火を行う 2 つの点火プラグ 19 が設けられている。これら両点火プラグ 19 は、圧縮トップ (TDC) の近傍で、リーディング側及びトレーリング側の順で点火されて、圧縮乃至膨張行程にある作動室内の混合気の点火を行う。尚、リーディング側の点火プラグ 19 の点火は、圧縮トップの手前で行われ、トレーリング側の点火プラグ 19 の点火は、圧縮トップと同時か又はその直ぐ後に行われる。

30

【0044】

エンジン 10 には、該エンジン 10 の各ロータ収容室 11a における吸気行程にある作動室 (燃焼室) 内への吸気の過給を行う排気ターボ過給機 85 が設けられている。この排気ターボ過給機 85 は、吸気通路 14 におけるスロットル弁 16 よりも上流側に配設されたコンプレッサ 85a と、排気通路 15 における上記合流部よりも下流側でかつ三元触媒 81 よりも上流側に配設されたタービン 85b とで構成されている。タービン 85b が排気ガス流により回転し、このタービン 85b の回転により、該タービン 85b と連結されたコンプレッサ 85a が作動して、吸気通路 14 に吸入された空気を圧縮する。この圧縮された空気は、吸気通路 14 におけるコンプレッサ 85a よりも下流側でかつスロットル弁 16 よりも上流側に配設されたインタークーラ 86 によって冷却された後、上記各分岐路を介して各ロータ収容室 11a における吸気行程にある作動室内に吸入される。尚、図示は省略するが、排気通路 15 にはタービン 85b をバイパスするバイパス路が設けられており、このバイパス路に排気ガスを導入することで、吸気の過給を行わないようにすることも可能になっている。

40

【0045】

このようにエンジン 10 は、該エンジン 10 の燃焼室内への吸気の過給を行う排気ターボ過給機 85 を有する過給機付きエンジンである。そして、このエンジン 10 では、圧縮行程での混合気の最大温度を出来る限り低く抑えるために、吸気開口 14a (吸気通路 14 の上記燃焼室への開口) が圧縮行程の途中で閉じられる吸気遅閉じとされている。

50

【 0 0 4 6 】

また、エンジン 1 0 には、該エンジン 1 0 の排気ガスの一部を E G R ガスとして吸気通路 1 4 に還流する E G R 装置 9 4 が設けられている。この E G R 装置 9 4 は、排気通路 1 5 におけるタービン 8 5 b の上流側部分と、吸気通路 1 4 におけるスロットル弁 1 6 の下流側部分とを接続する E G R 通路 9 5 と、この E G R 通路 9 5 に設けられ、ステップモータ等の E G R 弁アクチュエータ 9 7 により駆動されて E G R 通路 9 5 の断面積（弁開度）を調節する E G R 弁 9 6 とを有している。E G R 弁 9 6 は、E G R ガスの吸気通路 1 4 への還流量を調節することになる。

【 0 0 4 7 】

ここで、第 2 減圧弁 7 5 の詳細な構成について、図 4 により説明する。尚、第 1 減圧弁 7 4 の構成も、第 2 減圧弁 7 5 の構成と同様である。

【 0 0 4 8 】

第 2 減圧弁 7 5 は、ハウジング 1 2 0 内に形成された流入路 1 2 1 から減圧前の高圧の水素ガスが流入されるよう構成されていて、調圧バルブ 1 2 3 と、連結部材 1 2 4 を介して該調圧バルブ 1 2 3 に連結されたダイヤフラム 1 2 5 と、該ダイヤフラム 1 2 5 を付勢して変位させる調圧スプリング 1 2 6 と、流入路 1 2 1 と後述の流出路 1 2 2 とを連通し、かつ上記調圧バルブ 1 2 3 によって開閉される連通路 1 2 7 と、によって構成される減圧機構によって、上記高圧の水素ガスの圧力を減圧して、該減圧後の水素ガスを流出路 1 2 2 から流出させる構成となっている。

【 0 0 4 9 】

上記減圧機構において、ダイヤフラム 1 2 5 は、ゴムなどの可撓性部材から形成されていて、その周縁部がハウジング 1 2 0 に支持固定されている。ダイヤフラム 1 2 5（詳細には、ダイヤフラム 1 2 5 の周縁部を除く部分）は、流出路 1 2 2 側の圧力によって、図 4 で上向きに変形する一方、調圧スプリング 1 2 6 の付勢力によって、図 4 で下向きに変形するように構成されている。そして、流出路 1 2 2 側（二次側）の圧力が、予め設定された目標圧力（本実施形態では、上記燃料圧力である約 0 . 6 M P a）よりも低いときには、ダイヤフラム 1 2 5 が下向きに変形し、ダイヤフラム 1 2 5 と連結された調圧バルブ 1 2 3 による連通路 1 2 7 の開度が大きくなる。これにより、より多くの高圧の水素ガスが連通路 1 2 7 を通って流出路 1 2 2 側へと流れる。流出路 1 2 2 側は連通路 1 2 7 よりも広く構成されているため、連通路 1 2 7 から流出路 1 2 2 側へと流れた水素ガスは、断熱膨張により減圧される。該減圧後の水素ガスが流路 1 2 2 側に蓄積されていくと、流路 1 2 2 側の圧力が上昇する。流出路 1 2 2 側の圧力が上記目標圧力に到達すると、ダイヤフラム 1 2 5 は、流出路 1 2 2 側の圧力によって上向きに変形する。ダイヤフラム 1 2 5 が上向きに変形すると、調圧バルブ 1 2 3 が上向きに変位して、調圧バルブ 1 2 3 による連通路 1 2 7 の開度を小さくする。この状態で、流出路 1 2 2 側の水素ガスが消費されると（つまり、ポート噴射弁 1 7 及び / 又は直噴噴射弁 1 8 より水素ガスが噴射されると）、流出路 1 2 2 側の圧力が下がる。該流出路 1 2 2 側の圧力が上記目標圧力よりも低くなると、調圧バルブ 1 2 3 による連通路 1 2 7 の開度が再び大きくなって、流入路 1 2 1 から流出路 1 2 2 に水素ガスが再び流れていく。これらの一連の動作の繰り返しによって、流出路 1 2 2 側の圧力が上記目標圧力（一定値）に保たれることになる。

【 0 0 5 0 】

車両 1 には、バッテリー 3 0 に出入りする電流及びバッテリー 3 0 の電圧を検出するバッテリー電流・電圧センサ 1 0 1 と、車両 1 の乗員によるアクセルペダルの踏み込み量（乗員の操作によるアクセル開度）を検出するアクセル開度センサ 1 0 2 と、車両 1 の車速を検出する車速センサ 1 0 3 と、エキセントリックシャフト 1 3 に設けられ、エキセントリックシャフト 1 3 の回転角度位置を検出する回転角センサ 1 0 4 と、排気通路 1 5 における低温活性三元触媒 8 1 とタービン 8 5 b との間に配設され、エンジン 1 0 の排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ 1 0 5（本実施形態では、リニア O 2 センサで構成されている）と、ロータハウジング 1 1 の内部に形成されたウォータジャケット（図示せず）に臨んで該ウォータジャケット内を流れるエンジン冷却水の温度（エンジン水温）を検出する工

10

20

30

40

50

ンジン水温センサ106と、水素タンク70内の圧力（つまり水素タンク70内の水素ガスの体積残量）を検出するタンク圧力センサ107と、吸気通路14内に吸入される吸気流量を検出するエアフローセンサ108と、吸気通路14内に吸入される吸気温度を検出する吸気温度検出手段としての吸気温度センサ109と、上記燃圧センサ110と、エンジン10の作動制御や、第1及び第2インバータ50, 51の作動制御（つまり発電機20及び駆動モータ40の作動制御）等を行うコントロールユニット100とが設けられている。上記回転角センサ104は、エンジン10の回転数を検出するエンジン回転数センサを兼ねている。

【0051】

コントロールユニット100は、周知のマイクロコンピュータをベースとするコントローラであって、プログラムを実行する中央演算処理装置（CPU）と、例えばRAMやROMにより構成されてプログラム及びデータを格納するメモリと、電気信号の入出力をする入出力（I/O）バスと、を備えている。コントロールユニット100には、バッテリー電流・電圧センサ101、アクセル開度センサ102、車速センサ103、回転角センサ104、空燃比センサ105、エンジン水温センサ106、タンク圧力センサ107、エアフローセンサ108、吸気温度センサ109、燃圧センサ110等からの各種情報の信号が入力されるようになっている。また、コントロールユニット100には、後述の暖房装置を作動させるための、車両1の乗員が操作する操作スイッチ55の操作情報が入力されるようになっている。

10

【0052】

発電機20は、該発電機20による発電電圧及び発電電流の情報をコントロールユニット100に送信するようになっており、コントロールユニット100は、その情報を入力して該情報から発電機20による発電電力（発電量）を検出する。

20

【0053】

駆動モータ40は、該駆動モータ40の回転数の情報や、駆動モータ40による回生発電電圧及び回生発電電流の情報をコントロールユニット100に送信するようになっており、コントロールユニット100は、その情報を入力して駆動モータ40の作動制御に用いる。

【0054】

そして、コントロールユニット100は、上記入力信号に基づいて、スロットル弁アクチュエータ90、ポート噴射弁17、直噴噴射弁18、点火プラグ19、及びEGR弁アクチュエータ97に対して制御信号を出力してエンジン10を制御するとともに、第1及び第2インバータ50, 51に対して制御信号を出力して発電機20及び駆動モータ40を制御する。コントロールユニット100は、ポート噴射弁17、直噴噴射弁18、EGR装置94の作動を含めて、エンジン10の作動を制御する制御手段を構成することになる。

30

【0055】

車両1は、バッテリー30の放電電力によって走行するバッテリー走行モード（このとき、エンジン10は停止された状態にある）と、エンジン10を運転して該エンジン10の出力によって発電機20を介してバッテリー30を充電しながら走行する充電走行モードとを有する。本実施形態では、車両1がシリーズハイブリッド車両であるので、上記充電走行モードでは、エンジン10の出力により発電する発電機20による発電電力でもって、バッテリー30への充電と駆動モータ40の駆動とを行う。

40

【0056】

コントロールユニット100は、バッテリー電流・電圧センサ101により検出された、バッテリー30に出入りする電流及びバッテリー30の電圧に基づいて、バッテリー30の残存容量（SOC）を検出する。

【0057】

そして、コントロールユニット100は、上記バッテリー走行モード時に、上記検出されるバッテリー30のSOCが第1所定値（例えば30%）よりも低くなったときには、上記

50

充電走行モードに切り換える一方、上記充電走行モード時に、上記検出されるバッテリー30のSOCが、上記第1所定値よりも高い値に設定された第2所定値（例えば70%）よりも高くなったときに、上記バッテリー走行モードに切り換える。これにより、バッテリー30のSOCを、低過ぎずかつ高過ぎない好ましい範囲内に維持することができる。

【0058】

コントロールユニット100は、上記バッテリー走行モード時において、駆動モータ40の要求出力、バッテリー30のSOCの値、及び上記暖房装置の操作スイッチ55からの操作情報に基づいて、エンジン10の運転要求の有無を確認し、エンジン10の運転要求が有るときには、モータとしての発電機20によりエンジン10をクランキングしてエンジン10を始動させ、その始動後に発電機20に発電を行わせるべくエンジン10を運転する。すなわち、コントロールユニット100は、上記バッテリー走行モード時において、バッテリー30のSOCが上記第1所定値よりも低くなったとき、若しくは、車両1の加速度を、予め設定された設定値以上にする加速要求があったときのように発電要求があったとき、又は、発電要求がなくても、車両1の乗員の、暖房装置の操作スイッチ55による暖房要求があったときである。

10

【0059】

コントロールユニット100は、発電要求によりエンジン10を運転する際には、車両1の加速度を上記設定値以上にする加速要求がなければ、基本的に定常運転する。コントロールユニット100は、このように発電要求時において定常運転する際には、所定回転数領域の回転数でかつエンジン10の出力が所定値以上である中高出力運転を行う。上記所定回転数領域は、本実施形態では、エンジン10の最高効率点を含む効率の良い領域（例えば1800rpm~2200rpm）であり、本実施形態では、基本的に、2000rpmで運転する。本実施形態では、上記中高出力運転の上記定常運転時には、後述の第1マップの運転領域Bで運転されることになる。

20

【0060】

上記暖房装置は、エンジン10の冷却水を利用して車両1の車室内を暖房する装置であって、空調装置として組み込まれたものであってもよい。この暖房装置は、車室内へ吹き出される空気と上記冷却水との熱交換を行うヒータコアと、車両1の乗員が操作して暖房装置を作動させるための上記操作スイッチ55とを有し、この操作スイッチ55の操作情報がコントロールユニット100に入力される。発電要求がなくてエンジン10が停止しているときに、上記操作スイッチ55による暖房要求がなされると、コントロールユニット100は、エンジン10を始動して、エンジン10の冷却水を暖める。このとき、コントロールユニット100は、エンジン10を、上記所定回転数領域の回転数でかつエンジン10の出力が上記所定値よりも小さい低出力運転（定常運転）を行う。つまり、発電機20により僅かに発電させながらエンジン10を運転することで、エンジン10の冷却水を暖める。本実施形態では、上記低出力運転の上記定常運転時には、後述の第1マップの運転領域Aで運転されることになる。

30

【0061】

コントロールユニット100は、エンジン10の定常運転時には、図5に示す第1マップの運転領域A~Cに応じて、以下のように運転する。

40

【0062】

運転領域Aは、上記低出力運転（アイドル運転も含む）を行う領域である。この運転領域Aでは、エンジン10の燃焼室内の燃焼空燃比がストイキ空燃比（空気過剰率 = 1）に設定されるとともに、スロットル弁16が僅かに開いた状態とされる。また、運転領域Aでは、吸気の過給は行われず、EGRガスの吸気通路14への還流も行われない。さらに、運転領域Aでは、2つの直噴噴射弁18のうちの1つの直噴噴射弁18から水素ガスが噴射され、ポート噴射弁17からの噴射は行われない。

【0063】

運転領域Bは、上記中高出力運転を行う領域である。この運転領域Bでは、上記燃焼空燃比をストイキ空燃比よりも大きい所定のリーン空燃比（本実施形態では、空気過剰率

50

= 2.3) に設定されるとともに、スロットル弁 16 が全開状態とされる。上記所定のリーン空燃比は、エミッションやエンジン 10 の燃焼音を出来る限り良好なレベルに維持できるような値である。また、運転領域 B では、EGR ガスの吸気通路 14 への還流は行わないが、吸気の過給は行われる。さらに、運転領域 B では、ポート噴射弁 17 と 2 つの直噴噴射弁 18 のうちの 1 つの直噴噴射弁 18 とから水素ガスが噴射される。運転領域 B では、スロットル弁 16 が全開状態であるが、ポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射量を調整することで、燃焼室に吸入される吸気量を調整することができ、ポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18 の噴射割合を制御することにより、上記所定のリーン空燃比に維持しながらエンジン 10 の出力を上昇させることができる。

【0064】

運転領域 C は、エンジン 10 の最大出力ないしそれに近い運転を行う領域である。この運転領域 C では、2 つの直噴噴射弁 18 から水素ガスが噴射され、ポート噴射弁 17 からの噴射は行われない。その以外は、上記運転領域 B と同じである。

【0065】

コントロールユニット 100 は、車両 1 の加速度が上記設定値よりも小さい加速要求があったときには、エンジン 10 を所定加速度よりも小さい緩加速で加速させる。このとき、コントロールユニット 100 は、エンジン 10 を、上記第 1 マップ (図 5) に従って運転する。これにより、上記低出力運転時に (運転領域 A において) 上記加速要求があったときには、運転領域 A から運転領域 B にかけてエンジン 10 を上記所定加速度よりも小さい緩加速で加速させる (エンジン 10 の回転数及びトルクを上昇させる) ことになる。また、運転領域 B で上記加速要求があったときには、その運転領域 B での中高出力運転の状態からエンジン 10 を緩加速で加速させることになる。このように、中高出力運転時に (運転領域 B で) エンジン 10 を緩加速で加速させる際には、コントロールユニット 100 は、スロットル弁 16 の全開状態で、上記燃焼空燃比を上記所定のリーン空燃比 (空気過剰率 = 2.3) に維持しながら、ポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18 の併用による水素ガスの噴射によって、エンジン 10 の出力を上昇させる緩加速制御を実行する。この緩加速制御では、運転領域 B において、上記燃焼空燃比が上記所定のリーン空燃比という比較的大きな空燃比となるが、エンジン 10 を緩加速で加速させるので、エンジン 10 の加速の応答性が鈍くなるという問題は生じない。

【0066】

一方、コントロールユニット 100 は、車両 1 の加速度を上記設定値以上にする加速要求があったときには、エンジン 10 を上記所定加速度以上の急加速で加速させる。このとき、コントロールユニット 100 は、エンジン 10 を、図 6 に示す第 2 マップに従って運転する。

【0067】

第 2 マップの運転領域 D は、第 1 マップの運転領域 A と同じ領域であって、上記低出力運転 (アイドル運転も含む) を行う領域である。この運転領域 D では、エンジン 10 が、上記運転領域 A と同様に運転される。

【0068】

運転領域 E は、上記中高出力運転を行う領域である。この運転領域 E では、上記燃焼空燃比を、ストイキ空燃比 (= 1) から上記所定のリーン空燃比 (= 2.3) までの間の空燃比に設定されるとともに、スロットル弁 16 が全開状態とされる。エンジン 10 のトルクが高いほど、上記所定のリーン空燃比に近い空燃比とされる (空気過剰率が大きい値とされる)。また、運転領域 E では、EGR ガスの吸気通路 14 への還流が行われるとともに、吸気の過給も行われる。EGR ガスの還流量は、エンジン 10 のトルクが高いほど (空気過剰率が大きくなるほど)、少なくなる。さらに、ポート噴射弁 17 と 2 つの直噴噴射弁 18 のうちの 1 つの直噴噴射弁 18 とから水素ガスが噴射される。

【0069】

上記運転領域 E におけるポート噴射弁 17 と直噴噴射弁 18 との水素ガスの体積噴射割合は、吸気温度センサ 109 により検出される吸気温度によって異なり、予め図 7 のよう

10

20

30

40

50

に設定されている。すなわち、吸気温度が所定温度 T_0 以下であるとき（燃焼室内でプリイグニッションが発生し難い温度であるとき）には、ポート噴射弁17の体積噴射割合は、エンジン10の出力に応じた所定割合であるが、上記吸気温度が上記所定温度 T_0 よりも高いとき（燃焼室内でプリイグニッションが発生し易い温度であるとき）には、上記所定割合よりも大きくなる。また、上記吸気温度が高いほど、直噴噴射弁18の体積噴射割合が減少する（直噴噴射弁18による水素ガスの噴射量も減少する）一方、ポート噴射弁17の体積噴射割合が増大する（ポート噴射弁17による水素ガスの噴射量も増大する）。直噴噴射弁18の体積噴射割合は、100%から、図7で決まるポート噴射弁17の体積噴射割合を引いた値である。

【0070】

運転領域FないしGは、エンジン10の最大出力ないしそれに近い運転を行う領域である。本実施形態では、エンジン10の出力が低い側の運転領域Fとエンジン10の出力が高い側の運転領域Gとに区分している。運転領域Fでは、上記燃焼空燃比が、上記所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比であって、エンジン10のトルクが高いほど、上記所定のリーン空燃比に近い空燃比とされる（空気過剰率が大きい値とされる）とともに、運転領域Eから運転領域Fにかけて燃焼空燃比が連続的に大きくなるようになされている。また、運転領域Fでは、運転領域Eと同様に、EGRガスの吸気通路14への還流が行われるとともに、吸気の過給も行われる。EGRガスの還流量は、エンジン10のトルクが高いほど（空気過剰率が大きくなるほど）、少なくなる。運転領域Fでは、2つの直噴噴射弁18から水素ガスが噴射され、ポート噴射弁17からは水素ガスが噴射されない。尚、運転領域Fにおいても、運転領域Eと同様に、ポート噴射弁17と2つの直噴噴射弁18のうちの1つの直噴噴射弁18とから水素ガスを噴射するようにしてもよい。

【0071】

運転領域Gは、運転領域Cと同様に運転される。すなわち、運転領域Gでは、2つの直噴噴射弁18から水素ガスが噴射され、ポート噴射弁17からの噴射は行われない。また、EGRガスの吸気通路14への還流は行わないが、吸気の過給は行われる。上記燃焼空燃比が上記所定のリーン空燃比に設定される。

【0072】

コントロールユニット100は、エンジン10を上記所定加速度以上の急加速で加速させる際には、上記第2マップに従って運転することになるが、これにより、上記低出力運転時に（運転領域Dにおいて）上記加速要求があったときには、運転領域Dから運転領域Eにかけてエンジン10を上記所定加速度以上の急加速で加速させる（エンジン10の回転数及びトルクを上昇させる）ことになる。また、運転領域Eで上記加速要求があったときには、その運転領域Eでの中高出力運転の状態からエンジン10を急加速で加速させることになる。このように、中高出力運転時に（運転領域Eで）エンジン10を上記所定加速度以上の急加速で加速させる際には、コントロールユニット100は、スロットル弁16の全開状態で、EGR装置94により吸気通路14にEGRガスを還流しつつ、上記燃焼空燃比を、ストイキ空燃比よりも大きくかつ上記所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比から上記所定のリーン空燃比に向けて徐々に大きくしながら、ポート噴射弁17及び直噴噴射弁18の併用による水素ガスの噴射によって、エンジン10の出力を上昇させる急加速制御を実行することになる。また、運転領域Eでは、EGRガスが吸気通路14に還流され、その還流量が、エンジン10のトルクが高いほど（空気過剰率が大きくなるほど）、少なくなる。さらに、ポート噴射弁17と直噴噴射弁18との水素ガスの体積噴射割合は、吸気温度センサ109により検出される吸気温度によって決まる。これにより、上記燃焼空燃比の上昇のし方及びエンジン10の出力の上昇のし方は、上記吸気温度によって変わる。このように、吸気温度に応じた、ポート噴射弁17及び直噴噴射弁18からの水素ガスの噴射量の制御によって、プリイグニッションの発生を効果的に抑制して、上記急加速制御の実行時に、プリイグニッションの発生によるエンジン10の出力の低下を出来る限り抑制する。

【0073】

10

20

30

40

50

上記急加速により、エンジン 10 の運転領域が運転領域 F になると、運転領域 E に比べて、上記燃焼空燃比が大きくなる（上記所定のリーン空燃比に対してより近づく）とともに、EGR ガスの還流量が少なくなる。運転領域 F 内においては、エンジン 10 のトルクが高くなるほど、上記燃焼空燃比が大きくなるとともに、EGR ガスの還流量が少なくなる。エンジン 10 の運転領域が運転領域 G になると、上記燃焼空燃比が上記所定のリーン空燃比になるとともに、EGR ガスの還流量は零になる。

【0074】

コントロールユニット 100 は、上記急加速制御の実行時において、燃圧センサ 110 により検出される燃料圧力（レギュレータの二次側圧力）が上記一定値から所定圧以上低下したときには、そうでないときに比べて、直噴噴射弁 18 による水素ガスの噴射量を減少させる（直噴噴射弁 18 の体積噴射割合を、上記吸気温度に応じて決まる体積噴射割合よりも小さくする）一方、ポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射量を増大させる（ポート噴射弁 17 の体積噴射割合を、上記吸気温度に応じて決まる体積噴射割合よりも大きくする）。そして、本実施形態では、燃圧センサ 110 により検出される燃料圧力の低下度合いが大きいほど、直噴噴射弁 18 による水素ガスの噴射量（直噴噴射弁 18 の体積噴射割合）を減少させかつポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射量（ポート噴射弁 17 の体積噴射割合）を増大させる。

【0075】

すなわち、上記燃料圧力が上記一定値から上記所定圧以上低下すると、直噴噴射弁 18 による水素ガスの実際の噴射量が、噴射しようとしている予定噴射量よりも大きく低下するが、ポート噴射弁 17 による水素ガスの実際の噴射量は、予定噴射量に対して、直噴噴射弁 18 による水素ガスの噴射量の低下量ほど低下しない。そこで、上記のように、直噴噴射弁 18 による水素ガスの噴射量（予定噴射量）を減少させる一方、ポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射量（予定噴射量）を増大させることで、直噴噴射弁 18 及びポート噴射弁 17 によるトータルの水素ガスの実際の噴射量の低下を抑制する。

【0076】

また、上記燃料圧力が上記一定値から上記所定圧以上低下したときに、ポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射を増大することで、エンジン 10 の熱効率の低下を抑制することができる。ここで、図 8 は、燃料圧力が上記一定値であるときに 2 つの直噴噴射弁 18 から水素ガスを噴射した場合（a）と、上記燃料圧力が上記一定値から上記所定圧以上低下したときに、2 つの直噴噴射弁 18 と 1 つのポート噴射弁 17 から水素ガスを噴射した場合（b）と、上記燃料圧力が上記一定値から上記所定圧以上低下したときに、2 つの直噴噴射弁 18 から水素ガスを噴射した場合（c）とのそれぞれについて、エンジン 10 の熱効率を測定した結果を示す。トータルの予定噴射量は、全ての場合において同じである。a の場合と c の場合とを比較して、上記燃料圧力が上記一定値から上記所定圧以上低下した場合、ポート噴射弁 17 を併用しなければ、上記燃料圧力が上記一定値であるときに比べて、エンジン 10 の熱効率がかかなり低下することになるが、b の場合のように、ポート噴射弁 17 を併用することで、上記燃料圧力の低下による熱効率の低下を抑制できることが分かる。尚、図 8 の a 及び c では、2 つの直噴噴射弁 18 から水素ガスを噴射し、b の場合では、2 つの直噴噴射弁 18 及び 1 つのポート噴射弁 17 から水素ガスを噴射する場合であるが、1 つの直噴噴射弁 18（及び 1 つのポート噴射弁 17）から水素ガスを噴射する場合も、同様の傾向にあると推測できる。

【0077】

上記のようにレギュレータの二次側圧力が低下するのは、エンジン 10 の停止時に二次側圧力が上記一定値よりも高い圧力（締切圧力）になっていることに起因する。すなわち、エンジン 10 の運転中は、燃料（水素ガス）を消費し続けている中で二次側圧力を上記一定値に調整する際、調圧バルブ 123 は連通路 127 を完全には閉鎖せず、上記一定値に対応する開度を中心に開方向又は閉方向に移動する。そして、エンジン 10 が停止したとき、ポート噴射弁 17 及び直噴噴射弁 18 は、電子制御弁であることから、燃料の消費は即座に零になるが、レギュレータは機械式であるので、調圧バルブ 123 が連通路 12

10

20

30

40

50

7を完全に閉鎖するまでには時間を要し、その間に燃料が二次側に流動して、二次側圧力が上記一定値よりも高くなる。このように二次側圧力が上記一定値よりも高くなった状態では、ダイヤフラム125が調圧スプリング126の側に大きく変形している。

【0078】

二次側圧力が上記一定値よりも高くなった状態でエンジン10が始動したとき、燃料の消費により二次側圧力が上記締切圧力から下がることになるが、この二次側圧力の低下により、調圧スプリング126の側に大きく変形しているダイヤフラム125が調圧スプリング126の付勢力によって押されて、調圧バルブ123が連通路127を完全に閉鎖した状態から開放するまでには若干の遅れがあり、この遅れによって、二次側圧力が上記一定値から所定圧以上低下することになる。したがって、二次側圧力が上記一定値から所定圧以上低下する現象は、エンジン10の始動後間もない期間に発生するものであり、その期間を過ぎたエンジン10の運転中は、燃料が噴射されても、二次側圧力が上記一定値から所定圧以上低下することはない。

10

【0079】

次に、コントロールユニット100によるエンジン10の始動から停止までの処理動作について、図9のフローチャートに基づいて説明する。尚、このフローチャートのスタート時は、バッテリー走行モードであるとする。

【0080】

最初のステップS1で、各種センサ等からの各種入力信号を読み込み、次のステップS2で、アクセル開度センサ102及び車速センサ103からの信号に基づき、駆動モータ40の要求出力を計算する。

20

【0081】

次のステップS3では、上記駆動モータ40の要求出力、バッテリー30のSOC及び操作スイッチ55による暖房要求の有無に基づき、エンジン10の運転要求が有るか否かを判定する。すなわち、バッテリー30のSOCが上記第1所定値よりも低いとき、車両1の加速度を上記設定値以上にする加速要求があったとき、又は、暖房要求があったときに、エンジン10の運転要求が有るとする。

【0082】

次のステップS4では、エンジン10の始動制御を実行する。すなわち、ポート噴射弁17及び直噴噴射弁18並びに2つの点火プラグ19を作動させないで、発電機20によるエンジン10のクランキングを行い、エンジン10の回転数が、予め設定された設定回転数(例えば800~1000rpm)に到達したときに、ポート噴射弁17及び直噴噴射弁18並びに2つの点火プラグ19を作動させて、エンジン10を始動させる。

30

【0083】

次のステップS5では、車両1の加速度を上記設定値以上にする加速要求があつて、エンジン10を上記所定加速度以上の急加速で加速させるか否かを判定する。このステップS5の判定がYESであるときには、ステップS6に進む一方、ステップS5の判定がNOであるときには、ステップS11に進む。

【0084】

上記ステップS6では、上記急加速制御を実行し、次のステップS7で、吸気温度センサ109により検出される吸気温度が上記所定温度T0よりも高いか否かを判定する。このステップS7の判定がYESであるときには、ステップS8に進んで、その吸気温度が高いほど、ポート噴射弁17の体積噴射割合を減少させかつポート噴射弁17の体積噴射割合を増大させ、しかる後にステップS9に進む。一方、ステップS7の判定がNOであるときには、そのままステップS9に進む。

40

【0085】

上記ステップS9では、燃圧センサ110により検出される燃料圧力が上記一定値から所定圧以上低下したか否かを判定する。このステップS9の判定がYESであるときには、ステップS10に進んで、直噴噴射弁18の体積噴射割合を、上記吸気温度に応じて決まる体積噴射割合よりも小さくかつポート噴射弁17の体積噴射割合を、上記吸気温度

50

に応じて決まる体積噴射割合よりも大きくする。また、上記燃料圧力の低下度合いが大きいほど、直噴噴射弁 18 の体積噴射割合を減少させかつポート噴射弁 17 の体積噴射割合を増大させる。ステップ S 10 の後は、ステップ S 12 に進む。一方、ステップ S 9 の判定が N O であるときには、そのままステップ S 12 に進む。

【 0 0 8 6 】

上記ステップ S 5 の判定が N O であるときに進むステップ S 11 では、エンジン 10 を定常運転させるか、又は、上記緩加速制御を実行し、しかる後にステップ S 12 に進む。

【 0 0 8 7 】

上記ステップ S 12 では、新たに各種入力信号を読み込んで新たにエンジン要求運転の有無を確認して、エンジン 10 の運転要求がなくなったか否かを判定する。このステップ S 12 の判定が N O であるときには、上記ステップ S 5 に戻る。一方、ステップ S 12 の判定が Y E S であるときには、ステップ S 13 に進んで、エンジン 10 を停止し、しかる後にリターンする。

10

【 0 0 8 8 】

したがって、本実施形態では、急加速制御の実行時には、エンジン 10 の燃焼室内の燃焼空燃比を、ストイキ空燃比よりも大きくかつ上記所定のリーン空燃比よりも小さい空燃比から上記所定のリーン空燃比に向けて徐々に大きくしながら、エンジン 10 の出力を上昇させるので、エンジン 10 の加速の応答性が鈍くなるのを抑制することができる。また、急加速制御の実行時には、E G R ガスの還流により、エミッションが悪化するのを抑制することができるとともに、異常燃焼の発生やこれに伴う異常音の発生を抑制することができる。また、緩加速制御の実行時には、燃焼空燃比を上記所定のリーン空燃比に維持するので、エミッションやエンジン 10 の燃焼音を出来る限り良好なレベルに維持しながら、エンジン 10 の出力を上昇させることができる。

20

【 0 0 8 9 】

本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、請求の範囲の主旨を逸脱しない範囲で代用が可能である。

【 0 0 9 0 】

例えば、上記実施形態では、吸気温度センサ 109 により検出される吸気温度から、ブライグニッションの発生のし易さを予測して、上記運転領域 E におけるポート噴射弁 17 と直噴噴射弁 18 との水素ガスの体積噴射割合を、吸気温度に応じて、図 7 のように設定したが、これに代えて、燃焼室内で発生するブライグニッションを検出するブライグニッション検出手段を設けておき、上記急加速制御の実行時において、上記ブライグニッション検出手段によりブライグニッションが検出されたときには、ブライグニッションが検出されないときに比べて、直噴噴射弁 18 による水素ガスの噴射量（直噴噴射弁 18 の体積噴射割合）を減少させる一方、ポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射量（ポート噴射弁 17 の体積噴射割合）を増大させるようにしてもよい。この場合、吸気温度センサ 109 により検出される吸気温度が高いほど、上記ブライグニッション検出手段によりブライグニッションが検出されたときにおける直噴噴射弁 18 による水素ガスの噴射量の減少量及びポート噴射弁 17 による水素ガスの噴射量の増大量を大きくすることが好ましい。

30

40

【 0 0 9 1 】

上記ブライグニッション検出手段は、例えば回転角センサ 104 で構成することができる。すなわち、回転角センサ 104 からは、エンジン 10 の回転数に応じた時間間隔でパルスが出力されるが、ブライグニッションが生じると、その時間間隔が異常に広がるので、このことからブライグニッションを検出することが可能になる。或いは、コントロールユニット 100 は、発電機 20 による発電電圧及び発電電流の情報を入力して該情報から発電機 20 による発電電力（発電量）を検出しているが、ブライグニッションが生じると、その発電電力が異常に小さくなるので、このことからブライグニッションを検出することも可能である。この場合、発電機 20 及びコントロールユニット 100 がブライグニッション検出手段を構成することになる。

50

【0092】

また、上記実施形態では、運転領域Eにおいて、ポート噴射弁17と2つの直噴噴射弁18のうちの1つの直噴噴射弁18とから水素ガスを噴射するようにしたが、ポート噴射弁17と2つの直噴噴射弁18とから水素ガスを噴射するにすれば、2つの直噴噴射弁18より噴射された水素ガスが燃焼室内において偏在し難くなり、その偏在によるブライグニッションの発生を抑制することができる。直噴噴射弁18の数は3つ以上であってもよい。

【0093】

さらに、上記実施形態では、エンジン10を、シリーズハイブリッド車両において発電機20を駆動して発電させるために用いられる発電用エンジンとしたが、パラレルハイブリッド車両のエンジンや、エンジンのみで駆動される車両の該エンジンにも、本発明を適用することができる。また、本発明に適用されるエンジンは、往復動型エンジンであってもよい。

10

【0094】

上述の実施形態は単なる例示に過ぎず、本発明の範囲を限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって定義され、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明は、気体燃料エンジンの制御装置に有用であり、特に、該エンジンが、該エンジンの吸気通路内に気体燃料を噴射するポート噴射弁と、該エンジンの燃焼室内に気体燃料を直接噴射する直噴噴射弁と、該エンジンの排気ガスの一部をEGRガスとして吸気通路に還流するEGR装置とを有する場合に有用である。

20

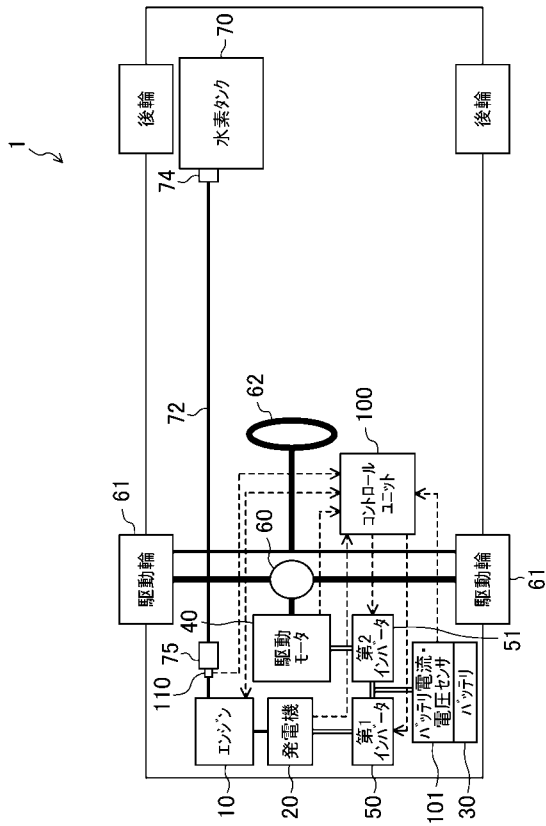
【符号の説明】

【0096】

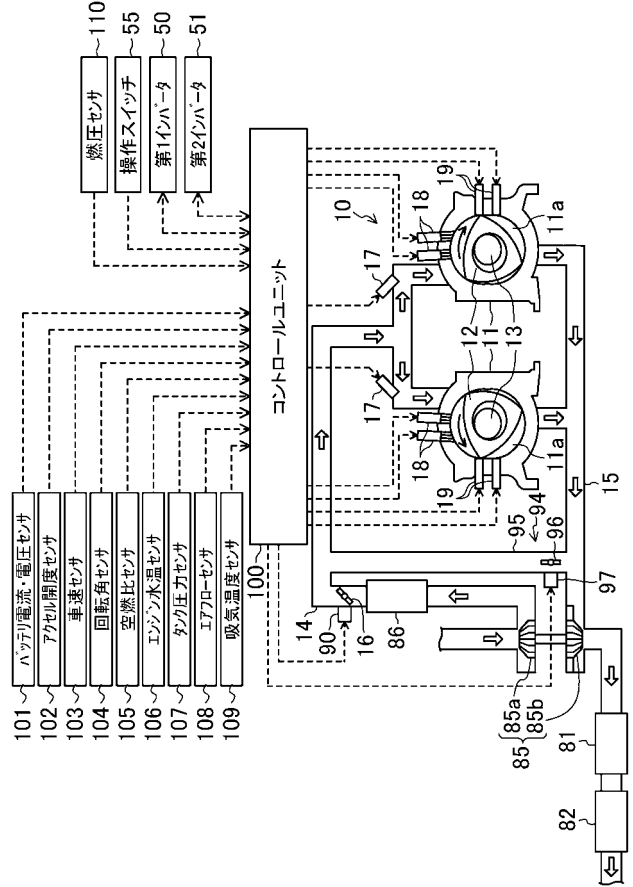
- 1 ハイブリッド車両（シリーズハイブリッド車両）
- 10 気体燃料エンジン
- 17 ポート噴射弁
- 18 直噴噴射弁
- 75 第2減圧弁（レギュレータ）
- 94 EGR装置
- 100 コントロールユニット（制御手段）
- 104 回転角センサ（ブライグニッション検出手段）
- 109 吸気温度センサ（吸気温度検出手段）
- 110 燃圧センサ（圧力検出手段）

30

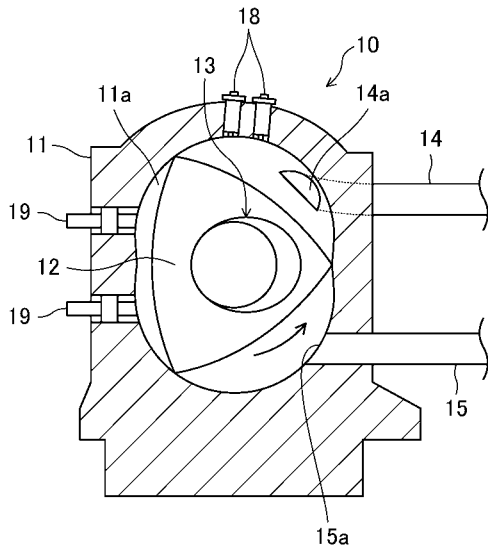
【 図 1 】



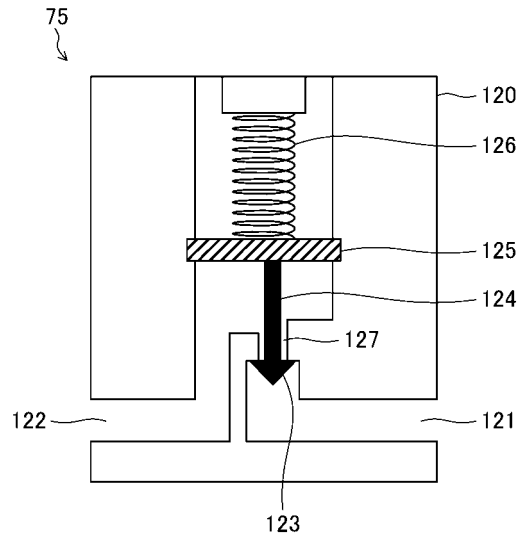
【 図 2 】



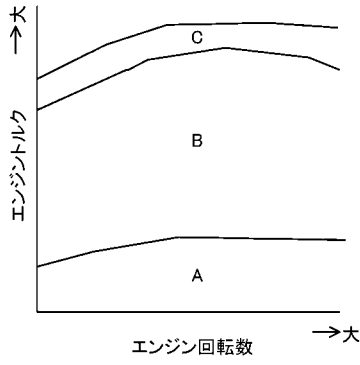
【 図 3 】



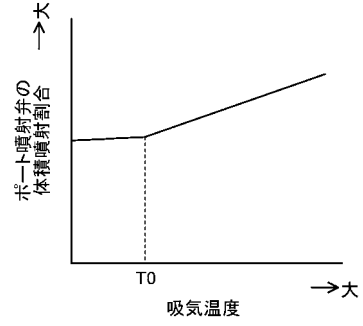
【 図 4 】



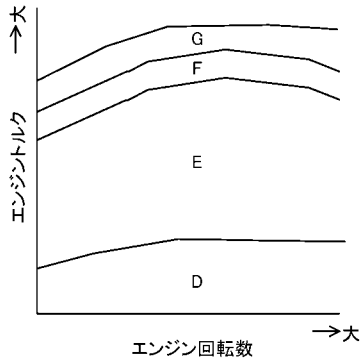
【 図 5 】



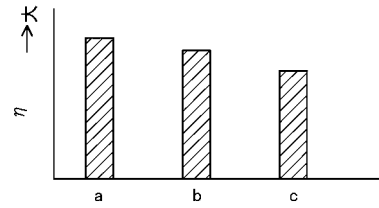
【 図 7 】



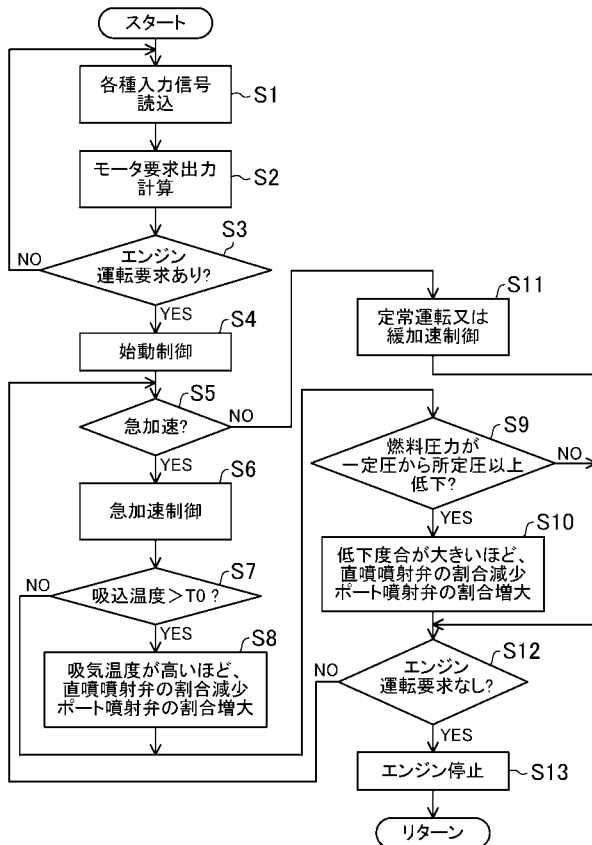
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<i>F 0 2 D</i>	<i>21/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i> 43/00	3 0 1 K
<i>F 0 2 D</i>	<i>23/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i> 43/00	3 0 1 H
<i>F 0 2 M</i>	<i>21/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i> 43/00	3 0 1 N
<i>B 6 0 W</i>	<i>10/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i> 45/00	3 1 2 E
<i>B 6 0 K</i>	<i>6/46</i>	<i>(2007.10)</i>	<i>F 0 2 D</i> 19/02	A
<i>B 6 0 K</i>	<i>6/24</i>	<i>(2007.10)</i>	<i>F 0 2 D</i> 21/08	3 0 1 A
<i>B 6 0 W</i>	<i>20/19</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 0 2 D</i> 21/08	3 0 1 C
			<i>F 0 2 D</i> 23/00	P
			<i>F 0 2 D</i> 43/00	3 0 1 R
			<i>F 0 2 D</i> 45/00	3 6 8 A
			<i>F 0 2 D</i> 45/00	3 6 0 F
			<i>F 0 2 M</i> 21/02	3 1 1 B
			<i>B 6 0 W</i> 10/06	9 0 0
			<i>B 6 0 K</i> 6/46	
			<i>B 6 0 K</i> 6/24	
			<i>B 6 0 W</i> 20/19	

F ターム(参考) 3G092 AA01 AA06 AA17 AA18 AB07 AB08 AB09 AC02 BA01 BA04
 BA06 BA07 BB01 DB03 DB04 DC01 DC08 EA05 EA06 EA07
 EC09 FA06 FA15 FA16 GA05 GA06 GA12 HA01Z HA04Z HA06Z
 HB03Z HC05Z HD05Z HE03Z HE08Y HF02Z HF08Z HF21Z
 3G301 HA01 HA04 HA11 HA13 HA22 HA27 JA03 JA21 JA22 KA12
 KA13 LA01 LB01 LB04 MA01 MA11 NC02 NE13 NE14 NE15
 PA01Z PA10Z PB08Z PD02Z PE03Z PE08Z PF01Z PF03Z PG01Z
 3G384 AA01 AA06 AA14 AA28 BA05 BA09 BA13 BA27 CA12 DA05
 DA14 DA55 EB05 EB06 EB07 EE31 FA01Z FA04Z FA06Z FA28Z
 FA33Z FA40Z FA58Z FA66Z FA86Z