

(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2010-95084

(P2010-95084A)

(43) 公開日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B60W 10/06 (2006.01)	B60K 6/20 310	3G062
B60W 20/00 (2006.01)	B60K 6/20 320	3G092
B60W 10/08 (2006.01)	B60K 6/445 ZHV	3G093
B60K 6/445 (2007.10)	B60L 11/14	5H115
B60L 11/14 (2006.01)	B60L 3/00 S	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-266519 (P2008-266519)
 (22) 出願日 平成20年10月15日 (2008.10.15)

(71) 出願人 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 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100106622
 弁理士 和久田 純一
 (74) 代理人 100085006
 弁理士 世良 和信
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉
 (74) 代理人 100123319
 弁理士 関根 武彦
 (74) 代理人 100131532
 弁理士 坂井 浩一郎

最終頁に続く

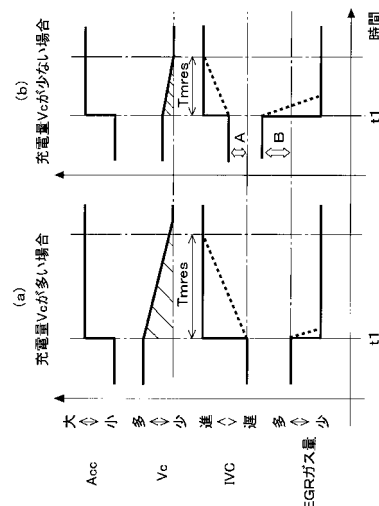
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 定常走行時において加速要求時に比べて吸気弁の開弁時期を遅角側に設定する遅閉じ制御が行われるハイブリッド車両の制御装置において、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減と、その後に加速要求が出されたときのドライバビリティの悪化の抑制とを両立させる。

【解決手段】 エンジンと、エンジンの発生する動力のアシストを行うモータと、HVバッテリーと、IVCを変更可能なVVT機構と、エンジンの排気通路に排出された排気ガスの一部をEGRガスとして該エンジンの吸気通路に再循環させるEGR装置とを備え、定常走行時において加速走行時に比べてIVCを遅角側に変更する遅閉じ制御が行われるハイブリッド車両の制御装置において、遅閉じ制御時におけるIVCとEGRガス量とをHVバッテリーの充電量Vcに応じて制御する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エンジンと、
電力によって作動してエンジンの発生する動力のアシストを行う電動機と、
前記電動機の作動に供する電力を蓄電する H V バッテリーと、
前記エンジンの吸気弁の閉弁時期を変更可能な可変動弁装置と、
前記エンジンの排気通路に排出された排気ガスの一部を E G R ガスとして該エンジンの吸気通路に再循環させる E G R 装置と、
を備え、定常走行時において加速走行時に比べて前記吸気弁の閉弁時期を遅角側に変更する遅閉じ制御が行われるハイブリッド車両の制御装置であって、
前記 H V バッテリーの充電量を検出する充電量検出手段と、
前記遅閉じ制御時における前記吸気弁の閉弁時期と前記 E G R 装置に再循環させる E G R ガス量とを、前記 H V バッテリーの充電量に応じて制御する制御手段と、
を更に備えることを特徴とするハイブリッド車両の制御装置。

10

【請求項 2】

前記制御手段は、前記 H V バッテリーの充電量が少ないほど、吸気下死点からの遅角量がより少なくなるように前記吸気弁の閉弁時期を制御し、且つ、前記 E G R 装置に再循環させる E G R ガス量がより多くなるように該 E G R ガス量を制御することを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド車両の制御装置。

20

【請求項 3】

前記制御手段は、前記 H V バッテリーの充電量が所定の判定基準値以上である場合に、前記吸気弁の閉弁時期を所定の基準アトキンソン位相に制御し、且つ、前記 E G R 装置に再循環させる E G R ガス量を所定の失火限界値以下の範囲で制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記 H V バッテリーの充電量が所定の判定基準値よりも少ない場合に、前記吸気弁の閉弁時期を所定の基準アトキンソン位相よりも進角側の位相に制御し、且つ、前記 E G R 装置に再循環させる E G R ガス量を所定の燃費補償値以上の範囲で制御することを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項 5】

前記可変動弁装置は、電力によって作動する電動式可変動弁装置であり、
前記電動式可変動弁装置に供給する電力を蓄電する補機バッテリーと、
前記補機バッテリーから前記電動式可変動弁装置への供給電力を調整する調節手段と、
を更に備え、

30

車両の走行状態が定常走行から加速走行へと移行して前記遅閉じ制御が解除される場合に、前記調節手段は、前記 H V バッテリーの充電量が少ないほど前記吸気弁の閉弁時期が進角側に変更されるとき位の位相の変化速度が速くなるように前記補機バッテリーによる供給電力を調節することを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、ハイブリッド車両の制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

エンジンの出力と電動機の出力とを駆動源として走行するハイブリッド車両が公知である（例えば、特許文献 1 ～ 3 を参照）。

【0003】

また、エンジンの吸気弁の閉弁時期を遅角させる遅閉じ制御を行うことで、エンジンを（ミラー）アトキンソンサイクルにて燃焼させる技術が提案されている（例えば、特許文

50

献 4 を参照)。アトキンソンサイクルにかかる燃焼(以下、アトキンソンサイクル燃焼という)によれば、シリンダ内に一旦吸入された吸気が吸気弁の閉弁前に再び吸気ポートへと戻されるため、圧縮行程の実質的な開始が遅くなり、エンジンの有効圧縮比が低くなる。従って、従来から一般的な運転であり、圧縮比と膨脹比とが実質的に等しくなるオットーサイクル燃焼に比べてエンジンのポンピング損失を低減できるので燃焼消費量の低減を図ることができる。

【 0 0 0 4 】

但し、上記アトキンソンサイクル燃焼は、オットーサイクルにかかる燃焼(以下、オットーサイクル燃焼という)に比してシリンダ容積当たりの出力が劣るため、エンジンへの要求出力が高くなる運転領域等では行うことが難しい。従って、運転者の要求によって刻々とエンジンへの要求出力が変動する車両用エンジンとしては、吸気弁の閉じ位相(閉弁時期)を可変とする可変動弁装置を備え、エンジンへの要求出力に応じてアトキンソンサイクル燃焼とオットーサイクル燃焼とを切り替えることが行われる。

【特許文献 1】特開平 1 1 - 1 4 8 3 8 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 8 1 3 3 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 5 - 2 7 8 2 3 9 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 0 5 2 5 5 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ここで、可変動弁装置を備え、且つハイブリッド車両に適用されるエンジンにおいて、アトキンソンサイクル燃焼の実施中に車両への加速要求が出された場合について考える。この場合、エンジンの充填効率の向上を優先させるべく、可変動弁装置を作動させて吸気弁の閉弁時期を進角させることになる。しかしながら、アトキンソンサイクル燃焼の実施中は、閉弁時期を吸気下死点に比してかなり遅角側の位相、例えば吸気下死点后(A B D C : After Bottom Dead Center) 1 0 0 ° C A (crank angle) 程度に設定されることが多い。そのため、吸気弁の閉弁時期をオットーサイクル燃焼にかかる目標位相(例えば、A B D C 6 0 ° C A 程度)へと進角させるまでに要する応答期間(過渡期間)には所望のエンジン出力を得ることが難しい。

【 0 0 0 6 】

これに対して、上記応答期間におけるエンジン出力を、電動機による出力によってアシストする方法が考えられるが、電動機への供給電力を蓄電する H V バッテリーの蓄電量(充電量)が少ない場合には、このアシストがあまり期待できない。

【 0 0 0 7 】

本発明は上記の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、定常走行時において加速要求時に比べて吸気弁の閉弁時期を遅角側に設定する遅閉じ制御が行われるハイブリッド車両の制御装置において、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減と、その後に加速要求が出されたときのドライバビリティの悪化の抑制とを両立させることの可能な技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記した課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用した。

すなわち、本発明におけるハイブリッド車両の制御装置は、

エンジンと、

電力によって作動してエンジンの発生する動力のアシストを行う電動機と、

前記電動機作動に供する電力を蓄電する H V バッテリーと、

前記エンジンの吸気弁の閉弁時期を変更可能な可変動弁装置と、

前記エンジンの排気通路に排出された排気ガスの一部を E G R ガスとして該エンジンの吸気通路に再循環させる E G R 装置と、

を備え、定常走行時において加速走行時に比べて前記吸気弁の閉弁時期を遅角側に変更す

10

20

30

40

50

る遅閉じ制御が行われるハイブリッド車両の制御装置であって、

前記HVバッテリーの充電量を検出する充電量検出手段と、

前記遅閉じ制御時における前記吸気弁の閉弁時期と前記EGR装置に再循環させるEGRガス量とを、前記HVバッテリーの充電量に応じて制御する制御手段と、
を更に備えることを特徴とする。

【0009】

上記構成においては、定常走行時においては遅閉じ制御が行われることにより、アトキンソンサイクル燃焼が実施される。これにより、エンジンのポンピング損失が減少するので、燃料消費量を低減させることができる。一方、遅閉じ制御時に加速要求が出されると、可変動弁装置が吸気弁の閉弁時期を進角させることによって遅閉じ制御が解除される。その結果、エンジンの燃焼がアトキンソンサイクル燃焼からオットーサイクル燃焼へと切り替えられる。そのため、エンジンの充填効率が向上し、エンジン出力を好適に増加させることができる。

10

【0010】

ここで、遅閉じ制御を解除する際に、可変動弁装置が吸気弁の閉弁時期を進角させるときの進角量を「切替時進角量」と称し、加速要求が出されてから同装置が吸気弁の閉弁時期を切替時進角量だけ進角させるために要する期間を「切替時応答期間」と称する。この切替時応答期間は、加速要求が出されてからエンジンの燃焼がアトキンソンサイクル燃焼からオットーサイクル燃焼へと切り替わるまでの過渡時期に相当するため、エンジン出力が要求値に対して不足してしまう。そこで、この構成においては、切替時応答期間におけるエンジン出力の不足分を、電動機が発生させるアシスト出力によってアシストしている。

20

【0011】

ここで、切替時応答期間におけるエンジン出力の不足分を補うために要求される電動機への供給電力の総量を「要求アシスト総量」と称すると、HVバッテリーの充電量が少ない状態で加速要求が出されると、要求アシスト総量がHVバッテリーの充電量を超える場合がある。そうすると、切替時応答期間におけるアシスト出力が十分に得られないため、同期間におけるドライバビリティが悪化する虞がある。

【0012】

これに対して、この構成によれば、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期とEGR装置に再循環させるEGRガス量とが、HVバッテリーの充電量に応じて制御される。これによれば、遅閉じ制御時におけるHVバッテリーの充電量が少ない場合には、該充電量が多い場合に比べて、吸気下死点からの遅角量が少なくなるように吸気弁の閉弁時期を制御し、且つ、EGR装置に再循環させるEGRガス量が多くなるように該EGRガス量を制御することができる。

30

【0013】

すなわち、遅閉じ制御時におけるHVバッテリーの充電量が少ない場合には、切替時進角量が少なくなるように吸気弁の閉弁時期を制御することによって、切替時応答期間が短縮される。そのため、切替時応答期間における要求アシスト総量を減少させることができる。その結果、遅閉じ制御時におけるHVバッテリーの充電量が少ない場合であっても、該充電量が多い場合と同様に、加速走行時におけるエンジン出力の不足分を補うために十分な大きさのアシスト出力を電動機に発生させることができる。従って、切替時応答期間におけるドライバビリティが悪化することを抑制することができる。

40

【0014】

ここで、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期がより進角側に制御されるほど、遅閉じ制御時における燃料消費量が増大する。その点、本発明に係る構成では、遅閉じ制御時におけるHVバッテリーの充電量が少ない場合には、該HVバッテリーの充電量が多い場合に比べてEGRガス量を増量することができる。これによれば、遅閉じ制御時に吸気弁の閉弁時期を進角側に制御することに因る燃費の悪化分を、EGRガス量を増量させることで得られる燃費の向上分で相殺できる。従って、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減と

50

、その後に加圧要求が出されたときのドライバビリティの悪化の抑制とを好適に両立させることができる。

【 0 0 1 5 】

また、制御手段は、H V バッテリーの充電量が少ないほど、吸気下死点からの遅角量がより少なくなるように吸気弁の閉弁時期を制御し、且つ、E G R 装置に再循環させる E G R ガス量がより多くなるように該 E G R ガス量を制御しても良い。

【 0 0 1 6 】

これによれば、H V バッテリーの充電量に応じて、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期及び E G R ガス量を緻密に制御することができる。すなわち、遅閉じ制御時における H V バッテリーの充電量が少ないときほど要求アシスト総量を減少させることができるため、切替時応答期間におけるドライバビリティの悪化を精度良く抑制することができる。また、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期がより進角側に制御されるときほど E G R ガス量が増やされるため、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減を確実に補償できる。

【 0 0 1 7 】

また、制御手段は、H V バッテリーの充電量が所定の判定基準値以上である場合に、吸気弁の閉弁時期を所定の基準アトキンソン位相に制御し、且つ、E G R 装置に再循環させる E G R ガス量を所定の失火限界値以下の範囲で制御すると良い。

【 0 0 1 8 】

所定の基準アトキンソン位相は、エンジンの燃焼サイクルをアトキンソンサイクル燃焼とするために適切な吸気弁の閉弁時期である。この基準アトキンソン位相は、エンジンの運転状態などに応じて変更することができ、また、実験等の経験則に基づいて設定することもできる。そして、所定の判定基準値は、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御した場合に、切替時応答期間において想定される要求アシスト総量の上限値に所定のマージンを加えた値である。そのため、遅閉じ制御時における H V バッテリーの充電量が判定基準値以上であれば、吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御しても切替時応答期間の要求アシスト総量が H V バッテリーの充電量を上回ることがない。

【 0 0 1 9 】

また、所定の失火限界値は、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御する際に、エンジンに失火が起こらないと判断される E G R ガス量の上限値である。ここで、他の条件が等しければ、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期がより遅角側に制御されるほどエンジンは失火し易くなる。また、他の条件が等しければ、遅閉じ制御時における E G R ガス量が多いほどエンジンは失火し易くなる。そして、経験則上、基準アトキンソン位相は吸気下死点からかなり遅角側に設定されることが多い。そのため、この構成においては、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御してもエンジンの燃焼状態が過度に悪化しないように E G R ガス量の上限値を定めている。

【 0 0 2 0 】

以上のように、この構成によれば、H V バッテリーの充電量が判定基準値以上であるか否かに基づき、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御するかどうかを容易に判別することができる。そして、H V バッテリーの充電量が判定基準値以上である場合には、遅閉じ制御時に吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御することで、該遅閉じ制御時における燃料消費量を好適に低減できる。そして、その際に、E G R ガス量を失火限界値以下の範囲で制御することにより、遅閉じ制御時におけるエンジンの燃焼状態を良好に維持することができる。なお、この失火限界値は、基準アトキンソン位相に応じて変更しても良い。例えば、基準アトキンソン位相がより遅角側の位相であるほど、エンジンの燃焼状態が悪化し易くなるため、当該失火限界値をより低い値に設定しても良い。これにより、遅閉じ制御時における燃焼状態の悪化が確実に抑制される。

【 0 0 2 1 】

一方、H V バッテリーの充電量が所定の判定基準値よりも少ない場合に遅閉じ制御時にお

10

20

30

40

50

ける吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相まで遅角させると、切替時応答期間の要求アシスト総量がHVバッテリーの充電量を上回る可能性が高まる。そこで、制御手段は、吸気弁の閉弁時期を所定の基準アトキンソン位相よりも進角側の位相（以下、第2基準位相という）に制御すると良い。この第2基準位相は、基準アトキンソン位相よりも進角側に設定されるため、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御する場合と比べて切替時応答期間が短縮される。その結果、切替時応答期間における要求アシスト総量が減少するため、同期間におけるドライバビリティが悪化することを好適に抑制できる。

【0022】

また、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を第2基準位相に制御する場合、EGR装置に再循環させるEGRガス量を所定の燃費補償値以上の範囲で制御すると良い。所定の燃費補償値とは、遅閉じ制御時における吸気弁の閉弁時期を第2基準位相に制御した場合の燃料消費量が、該閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御した場合に比して過度に増大しないと判断されるEGRガス量の下限值である。このように、EGRガス量を失火限界値以下の範囲で制御することにより、遅閉じ制御時におけるエンジンの燃焼状態を良好に維持することができる。

【0023】

また、第2基準位相は、遅閉じ制御時におけるHVバッテリーの充電量が少ないほど進角側に設定すると良い。その結果、HVバッテリーの充電量が少ないときほど切替時応答期間の要求アシスト総量をより少なくさせることができる。これによれば、切替時応答期間におけるドライバビリティをより細やかに向上させることができる。

【0024】

また、遅閉じ制御時におけるEGRガス量は、第2基準位相がより進角側の位相として設定されるほど、多くなるように制御されても良い。第2基準位相が進角側に設定されるほど、遅閉じ制御時の燃料消費量が悪化し易くなるからである。また、遅閉じ制御時におけるEGRガス量は、基準アトキンソン位相と第2基準位相との位相差が大きいほど、多くなるように制御されても良い。上記位相差が大きいほど、遅閉じ制御時における閉弁時期を基準アトキンソン位相に制御する場合と比較した場合の燃料消費量の悪化度合いが顕著になるからである。

【0025】

また、本発明において、可変動弁装置は、電力によって作動する電動式可変動弁装置であり、電動式可変動弁装置に供給する電力を蓄電する補機バッテリーと、補機バッテリーから電動式可変動弁装置への供給電力（以下、VVV作動電力ともいう）を調整する調節手段と、を更に備え、車両の走行状態が定常走行から加速走行へと移行して遅閉じ制御が解除される場合に、調節手段は、HVバッテリーの充電量が少ないほど吸気弁の閉弁時期が進角側に変更されるとき位の位相の変化速度が速くなるように補機バッテリーによる供給電力を調節しても良い。

【0026】

すなわち、この構成においては、遅閉じ制御を解除するときのHVバッテリーの充電量が少ないほど、VVV作動電力を大きく（多く）することによって、吸気弁の閉弁時期を進角させるとき位の位相の変化速度（以下、IVC進角速度という）を速くする。これによれば、HVバッテリーの充電が少ない場合、すなわち、切替時応答期間に大きなアシスト出力を発生させることが期待できない場合にはIVC進角速度が高速に制御されるため、好適に切替時応答期間を短縮させることができる。従って、切替時応答期間におけるドライバビリティの悪化をより好適に抑制することができる。

【0027】

通常、補機バッテリーへの充電はエンジンの出力を利用して発電を行う発電装置（例えば、オルタネータ）によって行われる。従って、補機バッテリーへの充電はエンジンの燃料消費量の増大に繋がる。一方、HVバッテリーへの充電は、車両の減速に伴って発生するエネルギーを利用して行うこともでき（いわゆる回生制御）、回生制御を行う機会も比較的頻

10

20

30

40

50

繁に得ることができる。

【 0 0 2 8 】

そこで、この構成においては、H V バッテリの充電量が多い場合には、切替時応答期間に十分なアシスト出力を発生させることができるため、I V C 進角速度を低速に制御する。これによれば、補機バッテリーに蓄電された電力を節約することができるので、エンジンの走行燃費を向上させることができる。また、H V バッテリーが充電容量近傍まで充電されている場合には、切替時応答期間にH V バッテリーの電力が積極的に消費される。そのため、加速走行の後に減速要求が出された場合、回生制御を行うにはH V バッテリーの充電量が多すぎるという状況も生じることがなく好適である。

【 0 0 2 9 】

なお、本発明における課題を解決するための手段は、可能な限り組み合わせることができる。

【発明の効果】

【 0 0 3 0 】

本発明によれば、所定の定常走行時において加速要求時に比べて吸気弁の閉弁時期を遅角側に設定する遅閉じ制御が行われるハイブリッド車両の制御装置において、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減と、その後に加速要求が出されたときのドライバビリティの悪化の抑制とを両立させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 1 】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための最良の形態を例示的に詳しく説明する。尚、本実施の形態に記載されている構成要素の寸法、材質、形状、その相対配置等は、特に特定の記載がない限りは、発明の技術的範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【実施例 1】

【 0 0 3 2 】

図 1 は、本実施例に係るハイブリッド車両の概略構成を示す図である。本実施例に係るハイブリッド車両は、駆動源としてエンジン 1 及びモータ（電動機）2 を備えている。モータ 2 は例えば交流モータとして構成され、その出力軸が減速機 3 を介して負荷である駆動輪 4 と連結されており、モータ 2 を駆動させることにより駆動輪 4 を回転させることができる。このモータ 2 の駆動に供される電力（電気エネルギー）は、該電気エネルギーを蓄電するH V バッテリー 7 から供給される。

【 0 0 3 3 】

内燃機関としてのエンジン 1 については、その出力軸が動力分割機構 5 及び減速機 3 を介して駆動輪 4 と連結されており、エンジン 1 を駆動させることによっても駆動輪 4 を回転させることができる。また、ジェネレータ 6 は例えば交流発電機として構成され、その回転軸が動力分割機構 5 を介してエンジン 1 の出力軸と連結されている。これにより、エンジン 1 の駆動エネルギーを電気エネルギーに変換し、この電気エネルギーをH V バッテリー 7 に蓄えたりモータ 2 の駆動に用いたりすることができる。また、ジェネレータ 6 及びモータ 2 とH V バッテリー 7 との間にはインバータ 8 が設けられており、このインバータ 8 により電力の制御が行われる。また、H V バッテリー 7 には、該H V バッテリー 7 の充電量 V_c に応じた電気信号を出力する充電量センサ 9 が設けられている。本実施例においては充電量センサ 9 が本発明における充電量検出手段に相当する。

【 0 0 3 4 】

また、本ハイブリッド車両には、図示しない入出力装置、制御プログラムや制御マップ等の記憶に用いられる記憶装置（ROM, RAM等）、中央処理装置（CPU）等を備えたECU（電子制御ユニット）10が併設されている。ECU 10は後述する各種センサからの情報に基づいてエンジン 1、ジェネレータ 6 及びモータ 7 などのハイブリッドシステムを総合的に制御する。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

図 2 は、本実施例に係るエンジン及びその吸排気系の概略構成を示す図である。エンジン 1 は、4 つのシリンダ（気筒）1 2 を有する車両駆動用の火花点火内燃機関（ガソリンエンジン）である。シリンダ 1 2 内には、ピストン 1 3 が摺動自在に設けられている。このピストン 1 3 は、コンロッド 1 4 を介してクランクシャフト 1 5 に接続されており、ピストン 1 3 の往復運動に伴ってクランクシャフト 1 5 が回転する。シリンダ 1 2 内において、ピストン 1 3 の上端とシリンダヘッド（不図示）との間には燃焼室 1 6 が形成されている。この燃焼室 1 6 には吸気ポート 1 7 と排気ポート 1 8 とが接続されている。また、吸気ポート 1 7 及び排気ポート 1 8 は、それぞれ吸気通路 1 9 及び排気通路 2 0 に接続されている。

【0036】

10

クランクシャフト 1 5 には、タイミングベルト（不図示）を介して吸気側タイミングプーリ 2 1 と排気側タイミングプーリ 2 2 とが駆動連結されている。吸気側タイミングプーリ 2 1 には、後述する可変バルブタイミング機構 3 0 を介して吸気カムシャフト 2 4 が取り付けられている。また、排気側タイミングプーリ 2 2 には、該排気側タイミングプーリ 2 2 とともに一体回転する排気カムシャフト 2 5 が取り付けられている。

【0037】

吸気弁 2 6 及び排気弁 2 7 は、吸気ポート 1 7 及び排気ポート 1 8 をそれぞれ開閉する。すなわち、吸気弁 2 6 及び排気弁 2 7 は、吸気カムシャフト 2 4 及び排気カムシャフト 2 5 にそれぞれ設けられたカムによって開閉動作される。また、クランクシャフト 1 5 が 2 回転すると吸気側タイミングプーリ 2 1 及び排気側タイミングプーリ 2 2 がそれぞれ 1 回転するようになっている。従って、吸気弁 2 6 及び排気弁 2 7 は、クランクシャフト 1 5 の回転に同期して、すなわちピストン 1 3 の往復移動に対応して所定のタイミングで開閉駆動される。

20

【0038】

また、上述したように、吸気側タイミングプーリ 2 1 には、可変バルブタイミング機構（以下、V V T [Variable Valve Timing] 機構という）3 0 が設けられている。この V V T 機構 3 0 は、吸気側タイミングプーリ 2 1 と吸気カムシャフト 2 4 との相対的な回転位相を油圧の作用により変更することで、吸気カムシャフト 2 4 に設けられたカムのクランクシャフト 1 5 に対する相対的な回転位相を変更する。そして、この相対位相の変更により、吸気弁 2 6 の開閉時期を進角側、あるいは遅角側に変更させることができる。本実施例においては V V T 機構 3 0 が本発明における可変動弁装置に相当する。

30

【0039】

ここで、各シリンダ 1 2 には、燃焼室 1 6 内の混合気を火花点火するための点火プラグ 3 1 が設けられ、吸気ポート 1 7 には該吸気ポート 1 7 内に燃料を噴射する燃料噴射弁 3 2 が設けられている。吸気通路 1 9 には、該吸気通路 1 9 内を流通する新気の質量に対応した電気信号を出力するエアフローメータ 3 3 が設けられている。エアフローメータ 3 3 よりも下流側の吸気通路 1 9 には、該吸気通路 1 9 内を流通する新気の流量を調節するスロットル弁 3 4 が設けられている。さらに、排気通路 2 0 には排気ガスに含まれる有害物質を浄化する排気浄化装置（例えば、三元触媒等）3 5 が設けられている。

【0040】

40

本実施例におけるエンジン 1 は、排気通路 2 0 に排出された排気ガスの一部を吸気通路 1 9 に再循環させる排気ガス再循環装置（E G R 装置）3 6 を具備する。この E G R 装置 3 6 は、E G R 通路 3 7、E G R 弁 3 8、E G R クーラ 3 9 により構成される。E G R 通路 3 7 は、排気浄化装置 3 5 よりも下流側の排気通路 2 0 とスロットル弁 3 4 よりも下流側の吸気通路 1 9 とを接続するパイプである。E G R 弁 3 8 は E G R 通路 3 7 に設けられており、その開度を変更されることで該 E G R 通路 3 7 内を流通する再循環ガス（E G R ガス）の流量を調節することができる。また、E G R クーラ 3 9 は、E G R 通路 3 7 に設けられており、該 E G R 通路 3 7 内を流通する E G R ガスを冷却する。

【0041】

ここで、E G R 弁 3 8 が開弁されると、排気通路 2 0 を流れる排気ガスの一部が E G R

50

通路 37 を介して EGR ガスとして吸気通路 19 へと再循環する。この EGR ガスの再循環を行うことを、以下、単に EGR と称する。このように EGR が行われると、EGR ガスは吸気通路 19 を流れる新気と混ざりつつシリンダ 2 に導入される。EGR ガスには、水や二酸化炭素のように、自らが燃焼することなく、且つ、熱容量が高い不活性ガス成分が含まれている。そのため、EGR ガスを混合気中に含有させると、混合気の燃焼温度が低くなり、以って窒素酸化物 (NO_x) の発生量が低減される。また、EGR を行うことにより、燃料消費量を低減することができる。

【0042】

ここで、エアフローメータ 33 の他、アクセルペダルの操作量 (アクセル開度) に応じた電気信号を出力するアクセル開度センサ 40、クランクシャフト 15 の回転角に応じた電気信号を出力するクランクポジションセンサ 41、車両のシフトポジションを検出するシフトポジションセンサ (不図示) 等が ECU 10 と電氣的に接続されており、ECU 10 には各種センサからの出力信号が入力される。また、ECU 10 は、充電量センサ 9 と電氣的に接続されており、充電量センサ 9 が検出した HV バッテリ 7 の充電量 V_c を取得する。また、VVT 機構 30、燃料噴射弁 32、スロットル弁 34、EGR 弁 38 が ECU 10 と電氣的に接続されており、これらが ECU 10 により制御される。例えば、ECU 10 は、車両の走行状態や走行条件に応じて EGR 弁 38 に制御信号を出力することで該 EGR 弁 38 の開度を調節し、EGR ガス量を制御する。また、VVT 機構 30 に制御信号を出力することにより吸気弁 26 の閉弁時期を制御する。

【0043】

以上のように構成されたハイブリッドシステムでは、ECU 10 が、各種センサの検出値に基づき車両の走行状態、走行条件等を検出し、エンジン 1 およびモータ 2 に発生させる動力を適宜使い分ける。また、ECU 10 は、適宜エンジン 1 の発生するエネルギーや、車両の減速に伴って発生するエネルギーを電気エネルギーへと変換し、HV バッテリ 7 を充電する (いわゆる回生制御)。

【0044】

具体例として、エンジン 1 の機関効率の良い定常走行時では、主にエンジン 1 が発生する出力を用いて走行する。すなわち、エンジン 1 が発生する動力は動力分割機構 5 で 2 経路に分割され、一方は動力として駆動輪 4 に伝達される。もう一方はジェネレータ 6 を駆動して発電を行いその電力によりモータ 2 を駆動することでエンジン 1 の出力を補助 (アシスト) する。そして、エンジン 1 のエンジン出力とモータ 2 が発生するアシスト出力とが最適な比率で協働して車両 (駆動輪 4) を駆動する。なお、HV バッテリ 7 における充電量 V_c の低下時などには、ジェネレータ 6 で発電した電力はモータ 2 を駆動するのに用いられる他、HV バッテリ 7 の充電に用いられる。

【0045】

また、加速走行時には、エンジン 1 の回転数を上げるとともにジェネレータ 6 による発電量を増加する。そして、ジェネレータ 6 の発電による電力と HV バッテリ 7 による電力を使ってモータ 2 にアシスト出力を発生させ、そのアシスト出力とエンジン出力とで加速する。その他、ハイブリッドシステムの起動時には、エンジン 1 のスターターとしての機能を持つジェネレータ 6 に通電し、エンジン 1 を始動させて暖機を行う。また、発進時には、エンジン 1 の熱効率が低いためモータ 2 が発生する動力を優先的に活用して車両 (駆動輪 4) を駆動する。

【0046】

本実施例では、上述した定常走行時と加速走行時とにおいて、VVT 機構 30 に吸気弁 26 の閉弁時期を変更させ、エンジン 1 の燃焼サイクルをアトキンソンサイクル燃焼とオットーサイクル燃焼との間で切り替える。図 3 は、定常走行時と加速走行時における吸気弁 26 の開閉期間を示した図である。図中の実線は定常走行時における吸気弁 26 の開閉期間を表し、鎖線は加速走行時における吸気弁 26 の開閉期間を表す。また、図中の符号 TDC、BDC の夫々は吸気行程におけるピストン上死点 (吸気上死点)、吸気行程におけるピストン下死点 (吸気下死点) を表す。また、図中の符号 IVO、IVC の夫々は吸

10

20

30

40

50

気弁 26 の開弁時期、閉弁時期を表す。

【0047】

ここで、定常走行時における I V C の制御値を「定常時 I V C」と称し、加速走行時における I V C の制御値を「加速時 I V C」と称する。この図において加速時 I V C は、吸気下死点後 A B D C (After Bottom Dead Center) 60 ° C A 程度に設定され、圧縮比と膨脹比とが実質的に等しいオットーサイクル燃焼が行われる。これに対して、定常時 I V C は加速時 I V C よりも遅角側の A B D C 100 ° C A 程度に設定される。このように、定常時 I V C を加速時 I V C に比べて遅角させると、シリンダ 2 内に一旦吸入された吸気が吸気弁 26 が閉弁される前に吸気ポート 17 へと吹き返されるため、エンジン 1 の有効圧縮比がオットーサイクル燃焼に比して低くなる。この有効圧縮比は、I V C におけるシリンダ容積を燃焼室 16 容積 (ピストン 13 が上死点にある時のシリンダ容積) によって除した値として定義される。その結果、定常走行時においては、膨脹比よりも圧縮比が実質的に小さいアトキンソンサイクル燃焼が行われる。アトキンソンサイクル燃焼によれば、オットーサイクル燃焼に比べてエンジン 1 のポンピング損失が低減されるので、定常走行時には燃料消費量の低減を好適に実現することができる。

10

【0048】

なお、加速走行時においてアトキンソンサイクル燃焼ではなく、オットーサイクル燃焼を実施するのは、アトキンソンサイクル燃焼がオットーサイクル燃焼に比してシリンダ容積当たりの出力が劣り、加速走行時のようにエンジン 1 に要求されるエンジン出力が高い場合には適さないことに因る。

20

【0049】

以上のように、E C U 30 は、定常時 I V C を加速時 I V C に比べて遅角側に変更する制御 (以下、遅閉じ制御という) を実行する。これによりエンジン 1 ではアトキンソンサイクル燃焼が実施され、定常走行時における燃焼消費量が低減される。一方、加速要求が出され、定常走行から加速走行へと車両の走行状態が移行すると、E C U 30 は V V T 機構 30 に I V C を定常時 I V C から加速時 I V C まで進角させて遅閉じ制御を解除する。その結果、エンジン 1 の燃焼がオットーサイクル燃焼に切り替わり、有効圧縮比が上昇することによってエンジン出力の向上が図られる。

【0050】

ここで、定常時 I V C と加速時 I V C との位相差を「切替時進角量 $\Delta V T$ 」とする。この切替時進角量 $\Delta V T$ は、遅閉じ制御を解除する際に E C U 30 が V V T 機構 30 に I V C を進角させるときの進角量に相当する。また、定常走行時に加速要求が出されてから V V T 機構 30 が I V C を切替時進角量 $\Delta V T$ だけ進角させるのに要する期間を「切替時応答期間 $T m r e s$ 」とする。この切替時応答期間 $T m r e s$ は、エンジン 1 の燃焼がアトキンソンサイクル燃焼からオットーサイクル燃焼へと切り替わる過渡期間に相当するため、エンジン出力が要求値に比べて不足する。そこで、本実施例では、切替時応答期間 $T m r e s$ に要求されるアシスト出力を算出し、この算出値に基づいて H V バッテリー 7 からモータ 2 へと電力を供給させることで、切替時応答期間 $T m r e s$ における加速レスポンスの悪化が抑制される。

30

【0051】

図 4 は、車両の走行状態が定常走行から加速走行へと移行する前後におけるアクセル開度 $A c c$ 、充電量 $V c$ 、I V C の制御値、E G R ガス量の制御値、の関係を例示したタイムチャートである。(a) は遅閉じ制御時における充電量 $V c$ が多い場合のタイムチャートを示し、(b) は遅閉じ制御時における充電量 $V c$ が少ない場合のタイムチャートを示したものである。なお、図中の破線は、I V C 及び E G R ガス量の夫々の実際の経時的変化を表す。

40

【0052】

横軸の符号 $t 1$ は、アクセル開度 $A c c$ が増加した時刻、すなわち加速要求が出された時刻を表す。つまり、 $t 1$ 以前において車両は定常走行しており、そのときの I V C は上述した定常時 I V C に制御される。そして、 $t 1$ において加速要求が出されると遅閉じ制

50

御が解除されるため、I V C の制御値が定常時 I V C よりも進角側の加速時 I V C まで変更される。ここで、定常走行時における E G R ガス量の制御値を「定常時 E G R ガス量」とし、加速走行時における E G R ガス量の制御値を「加速時 E G R ガス量」とする。定常走行時に比べて加速走行時の方がエンジン 1 に要求される出力が高まるため、図示のように、加速時 E G R ガス量は定常時 E G R ガス量よりも小さい値に設定される。

【 0 0 5 3 】

次に、H V バッテリー 7 の充電量 V_c が多い場合 (a) と、少ない場合 (b) を対比する。(b) に示すように、遅閉じ制御時 (定常走行時) における充電量 V_c が少ない場合には、その後の切替時応答期間 $T_{m r e s}$ において不足するエンジン出力をアシストするために十分なアシスト出力をモータ 2 に発生させることが困難となる。そこで、本実施例では、H V バッテリー 7 の充電量 V_c に応じて、定常時 I V C と定常時 E G R ガス量とを以下のように制御する。より具体的には、E C U 1 0 は、充電量 V_c が少ない場合には、定常時 I V C を充電量 V_c が多い場合 (a) に比べて進角側に設定する (図中、矢印 A) 。以下、このように充電量 V_c に応じて定常時 I V C を変更する処理を「定常時 I V C 設定処理」という。E C U 1 0 は、定常時 I V C 設定処理を行うことで、遅閉じ制御時における充電量 V_c が少ない場合には、該充電量 V_c が多い場合に比べて、吸気下死点からの遅角量が少なくなるように定常時 I V C を制御する。

【 0 0 5 4 】

そうすると、切替時応答期間 $T_{m r e s}$ におけるアシスト出力が低減される。また、図示のように遅閉じ制御を解除するときの切替時進角量 $\Delta V T$ が減少し、切替時応答期間 $T_{m r e s}$ が短縮される。その結果、切替時応答期間 $T_{m r e s}$ におけるエンジン出力の不足分を補うために要求される H V バッテリー 7 からモータ 2 への供給電力の総量 (以下、要求アシスト総量とし、図中にハッチングにて図示) が低減される。従って、遅閉じ制御時の充電量 V_c が少なくても、その後の切替時応答期間 $T_{m r e s}$ においてエンジン出力の不足分を十分にアシストすることが可能となり、以って該切替時応答期間 $T_{m r e s}$ におけるドライバビリティの悪化が抑制される。

【 0 0 5 5 】

次に、遅閉じ制御時における定常時 E G R ガス量について説明する。定常時 I V C 設定処理では、充電量 V_c が多い場合よりも少ない場合の方が定常時 I V C が進角側に設定されることで、アトキンソンサイクル燃焼による燃料消費量の低減効果が弱まる。エンジン 1 の有効圧縮比の低減度合いが弱まり、ポンピング損失の低減度合いが弱まるからである。そこで、本実施例では、充電量 V_c が少ない場合 (b) には、定常時 E G R ガス量を該充電量 V_c が多い場合 (a) に比べて増量させる (図中、矢印 B) 。以下、このように充電量 V_c に応じて定常時 E G R ガス量を変更する処理を、「定常時 E G R ガス量設定処理」という。

【 0 0 5 6 】

E C U 1 0 は、定常時 E G R ガス量設定処理を行うことで、遅閉じ制御時における充電量 V_c が少ない場合には、該充電量 V_c が多い場合に比べて、E G R ガス量が多くなるように該 E G R ガス量を制御する。その結果、充電量 V_c が少ない場合に定常時 I V C が進角側に制御されることに因る燃費の悪化分は、定常時 E G R ガス量を増量させることで得られる燃費の向上分によって相殺される。また、充電量 V_c が少ない場合には、該充電量 V_c が多い場合に比して定常時 I V C が進角側に設定される分、エンジン 1 の有効圧縮比が高まる。そのため、充電量 V_c が多い場合に比べて該充電量 V_c が少ない場合における定常時 E G R ガス量を増量側に設定しても、エンジン 1 の燃焼状態が過度に悪化することがない。

【 0 0 5 7 】

以上のように、本実施例にかかる制御によれば、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減と、切替時応答期間 $T_{m r e s}$ におけるドライバビリティの悪化の抑制とを両立させることができる。本実施例においては、定常時 I V C 設定処理、及び定常時 E G R ガス量設定処理を実行する E C U 1 0 が本発明における制御手段に相当する。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施例では、図 5 に示すマップに従って、定常時 I V C 設定処理に係る定常時 I V C と、定常時 E G R ガス量設定処理に係る定常時 E G R ガス量とを設定できる。実線は H V バッテリ 7 の充電量 V c と定常時 I V C との関係を表し、鎖線は H V バッテリ 7 の充電量 V c と定常時 E G R ガス量との関係を表す。このマップによれば、E C U 1 0 は、充電量 V c が少ないときほど定常時 I V C をより進角側の位相に制御し、且つ、定常時 E G R ガス量がより多い量として制御する。

【 0 0 5 9 】

これにより、充電量 V c に応じて、定常時 I V C と定常時 E G R ガス量とをより緻密に制御することができる。すなわち、遅閉じ制御時における充電量 V c が少ないときほど、その後における要求アシスト総量を減少させることができる。従って、切替時応答期間 T m r e s におけるドライバビリティの悪化を精度良く抑制できる。また、定常時 I V C がより進角側に設定されるほど定常時 E G R ガス量が多くなるため、遅閉じ制御時における燃料消費量を好適に低減できる。

10

【 0 0 6 0 】

なお、本実施例に係る V V T 機構 3 0 は、油圧によって I V C を変更可能な所謂油圧式 V V T 機構であるが、他の駆動源を用いても構わない。但し、油圧式 V V T のように、I V C を変更する速度を精度良く制御することができない可変動弁装置に本実施例に係る制御を適用すると、その効果がより顕著となる。例えば、機関温度が低いとエンジンオイルの粘度が高くなるため、油圧式 V V T を採用する場合には切替時応答期間 T m r e s が長期に及ぶ可能性が高くなる。そこで、機関温度が低いほど、定常時 I V C を進角側に設定することができる。これにより、切替時応答期間 T m r e s が長期化することを抑制し、以って切替時応答期間 T m r e s のドライバビリティを良好に確保できる。

20

【 実施例 2 】

【 0 0 6 1 】

次に、第 2 の実施例について説明する。本実施例に係るハイブリッドシステム及びエンジンの概略構成は実施例 1 と共通するため、その説明を省略する。本実施例では、H V バッテリ 7 における充電量 V c の判定基準値（以下、充電量判定基準値という）V c b を予め設定しておき、遅閉じ制御を行う際に、充電量 V c が該充電量判定基準値 V c b 以上であるか否かに基づいて、定常時 I V C 設定処理および定常時 E G R ガス量設定処理を行うことを特徴とする。

30

【 0 0 6 2 】

より具体的には、E C U 1 0 は、車両が定常走行となった際に、充電量センサ 9 の出力信号に基づいて H V バッテリ 7 の充電量 V c を取得する。そして、充電量 V c が充電量判定基準値 V c b 以上であると判定された場合には定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御し、充電量 V c が充電量判定基準値 V c b よりも少ないと判定された場合には該基準アトキンソン位相よりも進角側に設定される位相（以下、第 2 基準位相という）V T b に制御する。この第 2 基準位相 V T b は、図 3 で説明した加速時 I V C に比べれば遅角側の位相として設定される。

40

【 0 0 6 3 】

基準アトキンソン位相 V T a は、エンジン 1 の燃焼サイクルをアトキンソンサイクル燃焼とするために適切な定常時 I V C の位相として、予め実験等の経験則に基づいて定められる。また、充電量判定基準値 V c b は、遅閉じ制御時において定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御した場合に、切替時応答期間 T m r e s において想定される要求アシスト総量の上限値に所定のマージンを加えた値である。本実施例においては充電量判定基準値 V c b が本発明における所定の判定基準値に相当する。

【 0 0 6 4 】

E C U 1 0 は、H V バッテリ 7 の充電量 V c が充電量判定基準値 V c b 以上であれば、定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御しても切替時応答期間 T m r e s における要求アシスト総量が当該充電量 V c を上回ることがないと判別し、定常時 I V C 設定

50

処理時において定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に設定する。これにより、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減効果を最大限に享受できる。

【 0 0 6 5 】

本実施例では、H V バッテリ 7 の充電量 V c が充電量判定基準値 V c b 以上である場合における E G R ガス量を、エンジン 1 の燃焼状態が過度に悪化しないように制御する。具体的には、E C U 1 0 は、定常時 E G R ガス量設定処理時において定常時 E G R ガス量を失火限界値 R m f 以下の範囲で設定する。この失火限界値 R m f は、定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御する際に、エンジン 1 に失火が起こらないと判断される定常時 E G R ガス量の上限值である。このように、充電量 V c が充電量判定基準値 V c b 以上である場合における E G R ガス量を失火限界値 R m f 以下の範囲で制御することで、遅閉じ制御時におけるエンジン 1 の燃焼状態が良好に維持される。

10

【 0 0 6 6 】

次に、充電量 V c が充電量判定基準値 V c b よりも少ない場合について詳しく説明する。上述のように充電量 V c が充電量判定基準値 V c b よりも少ないと判定された場合には、定常時 I V C 設定処理における定常時 I V C が、基準アトキンソン位相 V T a よりも進角側の第 2 基準位相 V T b として設定される。これによれば、定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御する場合と比べて切替時応答期間 T m r e s が短縮される。その結果、切替時応答期間 T m r e s の要求アシスト総量が相対的に減少し、切替時応答期間 T m r e s におけるドライバビリティの悪化が抑制される。

【 0 0 6 7 】

20

ここで、定常時 I V C が第 2 基準位相 V T b に制御されると、該定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御するときと比べてエンジン 1 のポンピング損失が増大する。そこで、定常時 I V C が第 2 基準位相 V T b に制御される場合には、上記ポンピング損失の増大に起因した燃料消費量の悪化が相殺されるように、定常時 E G R ガス量が調節される。

【 0 0 6 8 】

具体的には、E C U 1 0 は、H V バッテリ 7 の充電量 V c が充電量判定基準値 V c b よりも少ないと判定すると、定常時 E G R ガス量設定処理において定常時 E G R ガス量を燃費補償値 R g c 以上の範囲で設定する。この燃費補償値 R g c は、遅閉じ制御時に定常時 I V C を第 2 基準位相 V T b に制御した場合に、該定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御した場合と比べて、燃料消費量が過度に増大する虞がないと判断できる定常時 E G R ガス量の下限值である。この燃費補償値 R g c は失火限界値 R m f よりも大きい値に設定され、具体的な値は実験等の経験則に基づいて定めることができる。

30

【 0 0 6 9 】

以上のように、本実施例においては、充電量 V c が充電量判定基準値 V c b 以上であるか否かに基づいて、定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a と第 2 基準位相 V T b との何れに設定するのかを判断する。そして、充電量 V c が充電量判定基準値 V c b 以上である場合には、定常時 I V C を基準アトキンソン位相 V T a に制御することにより、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減効果を確保する。その際に、定常時 E G R ガス量が失火限界値 R m f 以下の範囲で制御されるので、遅閉じ制御時におけるエンジン 1 の燃焼状態が良好に維持され、以って失火の確実な抑制が実現される。

40

【 0 0 7 0 】

一方、電量 V c が充電量判定基準値 V c b よりも少ない場合には、定常時 I V C を第 2 基準位相 V T b に制御することにより、切替時応答期間 T m r e s における要求アシスト総量の低減が実現され、同期間 T m r e s におけるドライバビリティが改善される。そして、その際には定常時 E G R ガス量が燃費補償値 R g c 以上の範囲で制御されるので、遅閉じ制御時における燃料消費量の低減が担保される。

【 0 0 7 1 】

図 6 は、本実施例における制御ルーチンを示したフローチャートである。本ルーチンは E C U 1 0 の R O M 内に記憶されているプログラムであり、一定周期毎に E C U 1 0 によ

50

り実行される。本ルーチンが実行されると、ステップ S 1 0 1 において、遅閉じ制御の実行中か否かが判定される。本ステップにおいて、遅閉じ制御の実行中であると判定された場合にはステップ S 1 0 6 に進み、同制御の実行中ではないと判定された場合にはステップ S 1 0 2 に進む。ステップ S 1 0 6 以降の処理については後述する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 2 では、遅閉じ制御の実行条件が成立しているか否かが判定される。上記実行条件は適宜設定できるが、本ルーチンでは車両が定常走行を除く走行状態（例えば、加速走行）から定常走行への移行後、所定時間が経過している場合に成立する。本ステップにおいて、遅閉じ制御の実行条件が成立していると判定された場合にはステップ S 1 0 3 に進み、そうでない場合には本ルーチンを一旦終了する。ステップ S 1 0 3 では、充電量センサ 9 の出力信号に基づいて H V バッテリ 7 の充電量 V_c が検出される。

10

【 0 0 7 3 】

続く、ステップ S 1 0 4 では、H V バッテリ 7 の充電量 V_c に基づいて定常時 I V C 設定処理および定常時 E G R 設定処理が実施される。具体的には、ステップ S 1 0 4 では図 7 に示すサブルーチンの各処理が実行される。このサブルーチンも、E C U 1 0 の R O M 内に記憶されているプログラムである。

【 0 0 7 4 】

サブルーチンにおける各処理について説明すると、ステップ S 1 0 4 1 では、充電量 V_c の検出値が充電量判定基準値 V_{cb} 以上であるか否かが判定される。本ステップにおいて肯定判定された場合（ $V_c \geq V_{cb}$ ）にはステップ S 1 0 4 2 に進み、否定判定された場合（ $V_c < V_{cb}$ ）には S 1 0 4 3 に進む。

20

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 0 4 2 では、定常時 I V C が基準アトキンソン位相 V_{Ta} に設定される。また、定常時 E G R ガス量が失火限界値 R_{mf} 以下の範囲で設定される。ここで、基準アトキンソン位相 V_{Ta} がより遅角側の位相であるほど、エンジン 1 の燃焼状態は悪化し易くなる。そのため、本ルーチンでは、基準アトキンソン位相 V_{Ta} がより遅角側の位相であるほど、定常時 E G R ガス量がより少ない量として設定される。或いは、定常時 E G R ガス量のガード値としての失火限界値 R_{mf} を、基準アトキンソン位相 V_{Ta} に応じて変更することもできる。例えば、基準アトキンソン位相 V_{Ta} がより遅角側の位相であるほど、失火限界値 R_{mf} をより小さな値として設定できる。本ステップの処理が終了すると、本サブルーチンを一旦終了する。

30

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 0 4 3 では、定常時 I V C が第 2 基準位相 V_{Tb} に設定される。ここでの第 2 基準位相 V_{Tb} は、ステップ S 1 0 3 における充電量 V_c の検出値が低いほど、進角側の位相として設定される。これにより、H V バッテリ 7 の充電量 V_c が少ないときほど切替時応答期間 T_{mres} における要求アシスト総量が低減される。

【 0 0 7 7 】

さらに、本ステップでは、定常時 E G R ガス量が燃費補償値 R_{gc} 以上の範囲で設定される。ここで、第 2 基準位相 V_{Tb} がより進角側の位相として設定されるほど、遅閉じ制御時におけるエンジン 1 の燃料消費量が増加する。これを考慮し、本ルーチンでは、第 2 基準位相 V_{Tb} がより進角側の位相として設定されるほど、定常時 E G R ガス量がより多い量として設定される。これにより、遅閉じ制御時におけるエンジン 1 の燃料消費量の低減を、第 2 基準位相 V_{Tb} に応じて精度良く担保できる。なお、本ステップでは、定常時 E G R ガス量のガード値としての燃費補償値 R_{gc} を、第 2 基準位相 V_{Tb} に応じて変更することもできる。例えば、第 2 基準位相 V_{Tb} がより進角側の位相であるほど、燃費補償値 R_{gc} をより大きな値として設定できる。本ステップの処理が終了すると、本サブルーチンを一旦終了する。

40

【 0 0 7 8 】

図 7 のサブルーチンが終了すると、図 6 の制御ルーチンにおけるステップ S 1 0 5 に進む。ステップ S 1 0 5 では、V V T 機構 3 0 及び E G R 弁 3 8 に制御信号が出力され、I

50

V C の制御値と E G R ガス量の制御値の夫々が定常時 I V C と定常時 E G R 量となるように制御される。このときの定常時 I V C と定常時 E G R 量とは、ステップ S 1 0 4 の処理（図 7 のサブルーチン）において設定された値が採用される。ステップ S 1 0 5 の処理が終了すると、本ルーチンを一旦終了する。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 0 6 では、アクセル開度センサ 4 0 の出力信号に基づき、加速要求が出されているか否かが判定される。本ステップは、ステップ S 1 0 1 において遅閉じ制御の実行中であると判定された場合に実施される。本ステップにおいて、加速要求が出されていると判定された場合にはステップ S 1 0 7 に進み、そうでない場合には本ルーチンを一旦終了する。

10

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 0 7 では、E C U 1 0 が、I V C の制御値が定常時 I V C から加速時 I V C まで進角されるように V V T 機構 3 0 を作動させる。また、E G R ガス量の制御値が定常時 E G R ガス量から加速時 E G R ガス量まで減量されるように、E G R 弁 3 8 の開度を調節する。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 0 8 では、切替時応答期間 T m r e s におけるエンジン出力の不足分を補助するために要求されるアシスト出力を算出する。そして、H V バッテリ 7 からモータ 2 へと作動電力を供給させ、モータ 2 にアシスト出力を発生させるアシスト制御を行う。本ステップの処理が終了すると、本ルーチンを一旦終了する。

20

【 実施例 3 】

【 0 0 8 2 】

次に、第 3 の実施例について説明する。図 8 は、本実施例に係るエンジン及びその吸排気系の概略構成を示す図である。実施例 1 及び 2 と共通する構成については、図 2 と同じ参照符号を付すことで説明を省略する。本実施例におけるエンジン 1 には、I V C を変更させる可変動弁装置として電動式 V V T 機構 4 5 が備えられている。この電動式 V V T 機構 4 5 は、吸気側タイミングプーリ 2 1 と吸気カムシャフト 2 4 との相対的な回転位相を変更する可変位相機構 4 5 a と、該可変位相機構 4 5 a へトルクを出力する V V T モータ 4 5 b とを有する。V V T モータ 4 5 b を駆動させる電力は、補機バッテリー 4 6 から供給される。この補機バッテリー 4 6 への充電は、エンジン 1 の出力を利用して発電する不図示のオルタネータ（発電装置）によって行われる。本実施例においては電動式 V V T 機構 4 5 が本発明における電動式可変動弁装置に相当する。

30

【 0 0 8 3 】

E C U 1 0 は、補機 H V バッテリ 4 6 から電動式 V V T 機構 4 5（V V T モータ 4 5 b）へと供給される電力（以下、V V T 作動電力という）を調節することにより、V V T モータ 4 5 b の発生させるトルクを調整し、可変位相機構 4 5 a が吸気側タイミングプーリ 2 1 と吸気カムシャフト 2 4 との相対的な回転位相を変更する速度（I V C を変更させるときの速度）を変更することが可能である。本実施例においては V V T 作動電力を調節する E C U 1 0 が本発明における調節手段に相当する。

【 0 0 8 4 】

本実施例では、遅閉じ制御を解除させる際に、I V C を定常時 I V C から加速時 I V C まで進角させるときの V V T 作動電力を H V バッテリ 7 の充電量 V c に応じて調節し、位相の変化速度（以下、I V C 進角速度という）V T s p を変更する制御（以下、進角速度可変制御という）を実行する。具体的には、車両の走行状態が定常走行から加速走行へと移行して遅閉じ制御が解除される場合、E C U 1 0 は進角速度可変制御の実施に際して、H V バッテリ 7 の充電量 V c が少ないほど前記吸気弁の I V C 進角速度 V T s p が速くなるように補機バッテリー 4 6 による供給電力を調節する。

40

【 0 0 8 5 】

図 9 は、進角速度可変制御における H V バッテリ 7 の充電量 V c と I V C 進角速度 V T s p との関係を示したマップである。横軸には H V バッテリ 7 の充電量 V c を表し、縦軸

50

には I V C 進角速度 $V T s p$ を表す。縦軸の符号 $V T s p m a x$ 、 $V T s p m i n$ の夫々は、I V C 進角速度 $V T s p$ の調節範囲における最大速度と、最小速度であり、本実施例では電動式 V V T 機構 4 5 の規格等によって定められている。

【0086】

横軸の符号 $V c e$ は、I V C 進角速度 $V T s p$ を最大速度 $V T s p m a x$ に設定しないと切替時応答期間 $T m r e s$ におけるドライバビリティを良好に維持することが困難と判断できる充電量 $V c$ の上限値である。この $V c e$ は、例えば実施例 2 において説明した充電量判定基準値 $V c b$ と等しい値に設定することもできる。符号 $V c f$ は、I V C 進角速度 $V T s p$ を最小速度 $V T s p m i n$ に設定しても切替時応答期間 $T m r e s$ におけるドライバビリティを良好に維持できるほど充電量 $V c$ が多いと判断できる該充電量 $V c$ の下限値である。このマップでは、進角速度可変制御を実施する際の充電量 $V c$ が $V c e$ 以下である場合には I V C 進角速度 $V T s p$ を最大速度 $V T s p m a x$ に設定し、充電量 $V c$ が $V c f$ 以上である場合には I V C 進角速度 $V T s p$ を最小速度 $V T s p m i n$ に制御する。また、 $E C U 10$ は、充電量 $V c$ が $V c f \sim V c e$ の範囲にある場合には、該充電量 $V c$ が少ないほど I V C 進角速度 $\Delta V T s p$ をより高速に設定する。

【0087】

本制御によれば、H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ が少なく、切替時応答期間 $T m r e s$ に大きなアシスト出力を発生させることが難しい場合には、I V C 進角速度 $V T s p$ を高速に制御することによって切替時応答期間 $T m r e s$ が短縮される。その結果、切替時応答期間 $T m r e s$ におけるドライバビリティの悪化の抑制をより好適に行うことができる。

【0088】

逆に、H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ が多く、切替時応答期間 $T m r e s$ に十分な大きさのアシスト出力を発生させることができる場合には、I V C 進角速度 $V T s p$ を低速に制御することで、補機バッテリー 4 6 に蓄電された電力を節約できる。ここで、H V バッテリ 7 への充電は当該加速走行の後に到来する減速走行時に回生制御を行うことで容易に行うことができるのに対して、補機バッテリー 4 6 の充電はエンジン 1 の出力を利用して行われる。従って、このように補機バッテリー 4 6 の電力を節約することはエンジン 1 の走行燃費の向上に有利である。

【0089】

なお、本制御によれば、H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ を適正な範囲に調節することができる。例えば、遅閉じ制御を解除させる時点における H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ が充電最大容量（充電量の上限値） $V c c p$ 近傍の値を示すときにように充電量 $V c$ が非常に多い場合には、I V C 進角速度 $V T s p$ を最小速度 $V T s p m i n$ に制御して要求アシスト総量を増大させることによって、積極的に H V バッテリ 7 の電力が消費される。そのため、車両の加速走行後に減速要求がなされた場合に、H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ が多すぎて回生制御を行うことが困難となるという状況も生じない。

【0090】

なお、図 9 のマップにおいては、H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ が $V c f \sim V c e$ である場合に、該充電量 $V c$ に応じて I V C 進角速度 $V T s p$ を連続的に変更しているが、本発明の本旨を逸脱しない範囲で適宜の変更、修正等を加えることができる。例えば、H V バッテリ 7 の充電量 $V c$ が 0 ～充電最大容量 $V c c p$ までの全範囲に亘り、充電量 $V c$ に応じて I V C 進角速度 $V T s p$ を連続的に変更しても良いし、段階的に変更するようにしても勿論構わない。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図 1】実施例 1 に係るハイブリッド車両の概略構成を示す図である。

【図 2】実施例 1 に係るエンジン及びその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図 3】定常走行時と加速走行時における吸気弁の開閉期間を示した図である。

【図 4】車両の走行状態が定常走行から加速走行へと移行する前後におけるアクセル開度 $A c c$ 、充電量 $V c$ 、I V C の制御値、E G R ガス量の制御値、の関係を例示したタイム

10

20

30

40

50

チャートである。(a)は、遅閉じ制御時における充電量 V_c が多い場合のタイムチャートを示し、(b)は、遅閉じ制御時における充電量 V_c が少ない場合のタイムチャートを示したものである。

【図5】定常時 IVC 設定処理に係る定常時 IVC と、定常時 EGR ガス量設定処理に係る定常時 EGR ガス量と、 HV バッテリーの充電量 V_c との関係を示したマップである。

【図6】実施例2における制御ルーチンを示したフローチャートである。

【図7】実施例2におけるサブルーチンを示したフローチャートである。

【図8】実施例3に係るエンジン及びその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図9】進角速度可変制御における HV バッテリーの充電量 V_c と IVC 進角速度 $VTsp$ との関係を示したマップである。

10

【符号の説明】

【0092】

1・・・エンジン

2・・・モータ

7・・・ HV バッテリー

9・・・充電量センサ

10・・・ ECU

12・・・シリンダ

13・・・ピストン

15・・・クランクシャフト

19・・・吸気通路

20・・・排気通路

21・・・吸気側タイミングプーリ

24・・・吸気カムシャフト

26・・・吸気弁

30・・・可変バルブタイミング機構(VVT 機構)

35・・・排気浄化装置

36・・・ EGR 装置

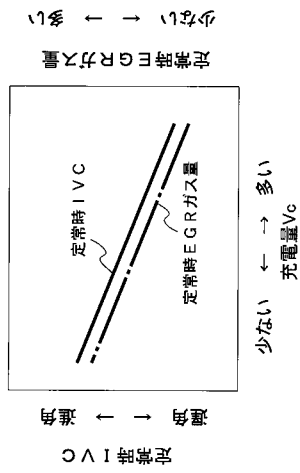
37・・・ EGR 通路

38・・・ EGR 弁

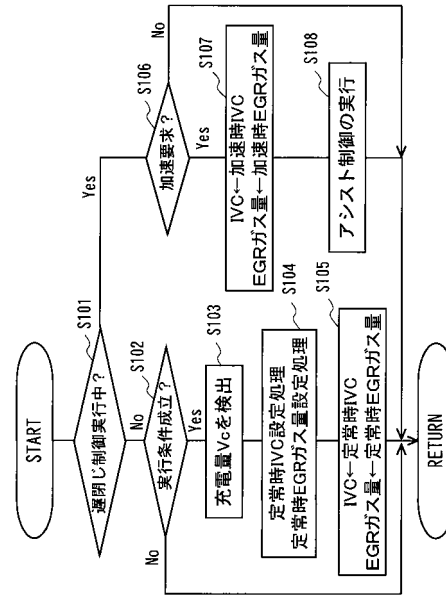
20

30

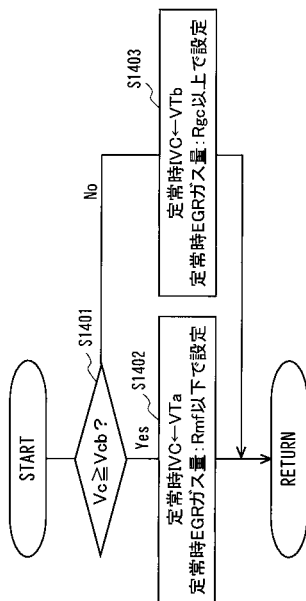
【図 5】



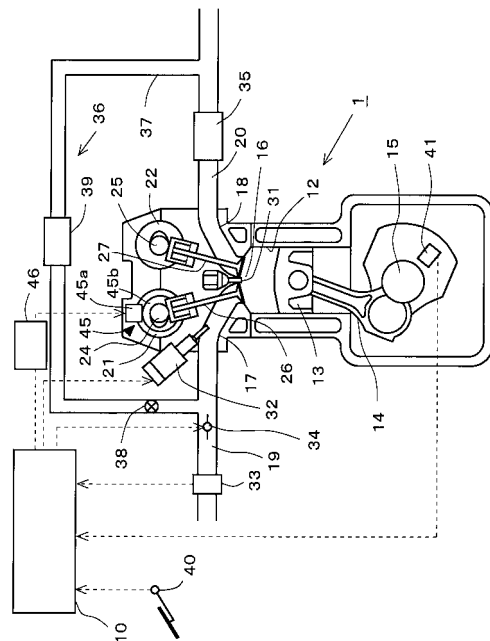
【図 6】



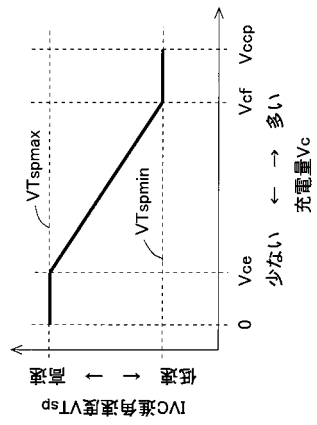
【図 7】



【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)		
B 6 0 L	3/00	(2006.01)	F 0 2 D	13/02	J			
F 0 2 D	13/02	(2006.01)	F 0 2 D	15/00	E			
F 0 2 D	15/00	(2006.01)	F 0 2 D	29/02	D			
F 0 2 D	29/02	(2006.01)	F 0 2 M	25/07	5 5 0 G			
F 0 2 M	25/07	(2006.01)	F 0 2 M	25/07	5 5 0 R			
F 0 2 D	21/08	(2006.01)	F 0 2 D	21/08	3 1 1 Z			

(74)代理人 100143797

弁理士 宮下 文徳

(72)発明者 入澤 泰之

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G062 AA10 BA09 CA04 CA06 DA01 FA05 FA13 GA00 GA01 GA04
GA06 GA31
3G092 AA11 AA17 AC02 DA01 DA08 DC08 DC09 FA03 FA24 GA08
GA12 GB04 HA01Z HE03Z HF02Z HF08Z HF12Z
3G093 AA07 BA15 BA19 CB06 CB10 DA06 DA07 DA09 DB11 EA15
5H115 PA01 PA12 PA13 PC06 PG04 PI22 PU23 QN03 QN06 RE07
RE14 SE05 TE07 TE09 TI02 TR19 TU16 TU17 TZ11