

(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2016-205282
(P2016-205282A)

(43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2D 29/00 (2006.01)	FO2D 29/00 C	3G093
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 305G	3G301

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2015-89475 (P2015-89475)
(22) 出願日 平成27年4月24日 (2015.4.24)

(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 100106150
弁理士 高橋 英樹
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100113011
弁理士 大西 秀和
(72) 発明者 吉崎 聡
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 加藤 直人
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

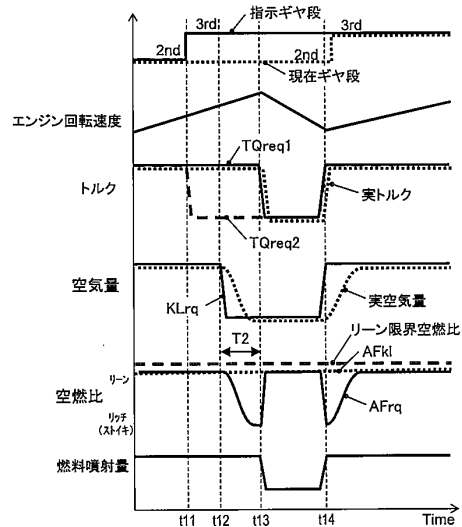
(54) 【発明の名称】 車両統合制御装置

(57) 【要約】

【課題】理論空燃比よりも薄いリーン空燃比で運転する内燃機関と有段自動変速機とを協調制御するにあたり、有段自動変速機のアップシフトに際して内燃機関のトルクを応答良く低下させ、それにより変速ショックの発生を抑制する。

【解決手段】パワートレインマネージャは、有段自動変速機をアップシフトする場合、有段自動変速機のアップシフトのタイミングに合わせて目標トルクを低下させ、かつ、目標トルクの低下に先行して目標トルクと同じ状態で予告トルクを低下させる。エンジンコントローラは、予告トルクの低下から目標トルクの低下までの間に、予告トルクの低下分に応じて空気を低下させることを開始するとともに、設定されているリーン空燃比を前提にして空気量からトルクを推定し、この推定トルクの目標トルクに対するずれに応じて空燃比を調整する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

理論空燃比よりも薄いリーン空燃比で運転する内燃機関と有段自動変速機との組み合わせからなるパワートレインの運転を管理するパワートレインマネージャと、

空気量と空燃比とを調整して前記内燃機関のトルクを制御するエンジンコントローラと、を備え、

前記パワートレインマネージャは、目標トルクと予告トルクとを前記エンジンコントローラに与えるように構成され、

さらに、前記パワートレインマネージャは、前記有段自動変速機をアップシフトする場合、前記有段自動変速機のアップシフトのタイミングに合わせて前記目標トルクを低下させ、かつ、前記目標トルクの低下に先行して前記目標トルクと同じ態様で前記予告トルクを低下させるように構成され、

前記エンジンコントローラは、前記予告トルクの低下から前記目標トルクの低下までの間に、前記予告トルクの低下分に応じて空気量を低下させることを開始するとともに、前記リーン空燃比を前提にして空気量から推定されるトルクの前記目標トルクに対するずれに応じて空燃比を調整するように構成されていることを特徴とする車両統合制御装置。

【請求項 2】

前記パワートレインマネージャは、前記有段自動変速機をアップシフトする場合、一時的に低下させた前記目標トルクの上昇に先行して或いは同タイミングで前記目標トルクと同じ態様で前記予告トルクを上昇させるように構成され、

前記エンジンコントローラは、前記予告トルクの上昇から前記目標トルクの上昇までの間に、前記予告トルクの上昇分に応じて空気量を上昇させることを開始するとともに、前記リーン空燃比を前提にして空気量から推定されるトルクの前記目標トルクに対するずれに応じて空燃比を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の車両統合制御装置。

【請求項 3】

前記エンジンコントローラは、現在空燃比とリーン限界空燃比との差が所定の閾値以上の場合、前記予告トルクの上昇のタイミングに合わせて空気量を上昇させることを開始し、前記差が前記閾値より小さい場合、前記目標トルクの上昇のタイミングに合わせて空気量を上昇させることを開始するように構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の車両統合制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、理論空燃比よりも薄いリーン空燃比で運転する内燃機関と有段自動変速機との組み合わせからなるパワートレインを備えた車両の統合制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、有段自動変速機と内燃機関とを協調制御することにより、有段自動変速機の変速動作に伴うショックの発生を抑える方法が種々提案されている。例えば、下記の特許文献 1 には、有段自動変速機をアップシフトする際に、空気量を減量することによって内燃機関のトルクを一時的に低下させ、それによりエンジン回転速度を低下させて変速動作に伴うショックの発生を抑える方法が開示されている。また、点火時期の遅角によってトルクを一時的に低下させる方法も知られている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2009 - 097445 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 263127 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

有段自動変速機のアップシフトの際には、摩擦係合要素の係合の切り替えに合わせて内燃機関のトルクを応答良く低下させることが好ましい。しかしながら、トルクの低下を空気量の減量によって達成する場合、スロットル等の吸気系アクチュエータの操作に対する空気量の応答には遅れがあるため、空気量の減量のみによってトルクを速やかに低下させることは難しい。一方、点火時期の遅角によればトルクを応答良く低下させることができる。しかし、点火時期の遅角を多用することは、車両の燃費を低下させてしまうために好ましくない。さらに、理論空燃比よりも薄いリーン空燃比で運転する内燃機関の場合、点火時期の遅角は燃焼を不安定にさせるため、点火時期の遅角により達成可能なトルクの低下量には制限がある。

10

【0005】

本発明は、上述のような課題に鑑みてなされたものであり、理論空燃比よりも薄いリーン空燃比で運転する内燃機関と有段自動変速機とを協調制御するにあたり、有段自動変速機のアップシフトに際して内燃機関のトルクを応答良く低下させ、それにより変速ショックの発生を抑えることのできる車両統合制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る車両統合制御装置は、理論空燃比よりも薄いリーン空燃比で運転する内燃機関と有段自動変速機との組み合わせからなるパワートレインを備えた車両に適用される。本発明に係る車両統合制御装置は、少なくとも、上記パワートレインの運転を管理するパワートレインマネージャと、パワートレインマネージャからの指示に基づいて内燃機関のトルクを制御するエンジンコントローラとを備えて構成される。エンジンコントローラによる内燃機関のトルクの制御は、空気量と空燃比との調整によって行われる。

20

【0007】

パワートレインマネージャは、エンジンコントローラに対する指示として、目標トルクと予告トルクとをエンジンコントローラに与えるように構成される。目標トルクは、エンジンコントローラが内燃機関に出力させるトルクの目標値である。予告トルクは、パワートレインマネージャがこれからエンジンコントローラに与える目標トルクに関する情報である。これをエンジンコントローラに対して目標トルクの付与に先行して与えることで、エンジンコントローラは、内燃機関に目標トルクを実現させるうえで必要な準備期間を確保することができる。

30

【0008】

パワートレインマネージャは、有段自動変速機をアップシフトする場合、有段自動変速機のアップシフトのタイミングに合わせて目標トルクを低下させ、かつ、目標トルクの低下に先行して目標トルクと同じ態様で予告トルクを低下させるように構成される。ここで、有段自動変速機のアップシフトのタイミングとは、有段自動変速機の摩擦係合要素の係合の切り替えが開始されるタイミングを意味する。目標トルクの低下は一時的であり、その期間は、摩擦係合要素の係合の切り替えが開始されてから完了するまでの間であることが好ましい。また、予告トルクが目標トルクと同じ態様で低下するとは、予告トルクの値の時刻による変化と目標トルクの値の時刻による変化とをそれぞれタイムチャートで表した場合に、そこに表される両者の波形が同じ或いは近似であることを意味する。

40

【0009】

エンジンコントローラは、パワートレインマネージャから与えられた予告トルクの低下から、同じくパワートレインマネージャから与えられる目標トルクの低下までの間に、予告トルクの低下分に応じて空気量を低下させることを開始するとともに、設定空燃比である前述のリーン空燃比を前提にして空気量から推定されるトルクの目標トルクに対するずれに応じて空燃比を調整するように構成される。詳しくは、推定されるトルクの方が目標トルクよりも小さければ空燃比を設定空燃比よりもリッチ化し、推定されるトルクの方が目標トルクよりも大きければ空燃比を設定空燃比よりもリーン化する。なお、空気量を低

50

下させることを開始させてから目標トルクの低下までの余裕時間は、空気量の応答時間に合わせて設定されることが好ましい。

【0010】

上記の構成によれば、応答遅れが大きい空気量を目標トルクの低下に先行して低下させることで、アップシフトのタイミングで目標トルクが低下したときに空気量が目標トルクに対して過剰になることを抑えることができる。一方、空気量を低下させることを開始してから目標トルクが低下するまでの間は、目標トルクに対して空気量が不足することになる。しかし、空気量から推定されるトルクの目標トルクに対するずれに応じて、応答遅れが小さい空燃比が調整されるので、目標トルクに対して実トルクが不足することは抑えられる。これにより、実トルクは、有段変速機のアップシフトに合わせて目標トルクと同じ態様で低下する。

10

【0011】

有段自動変速機をアップシフトする際にパワートレインマネージャからエンジンコントローラに与えられる予告トルクは、一時的に低下させた目標トルクの上昇に先行して或いは同タイミングで目標トルクと同じ態様で上昇させることが好ましい。これを受けるエンジンコントローラは、好ましくは、予告トルクの上昇から目標トルクの上昇までの間に、予告トルクの上昇分に応じて空気量を上昇させることを開始するとともに、設定空燃比であるリーン空燃比を前提にして空気量から推定されるトルクの目標トルクに対するずれに応じて空燃比を調整するように構成される。なお、予告トルクの上昇から目標トルクの上昇までの間とは、詳しくは、パワートレインマネージャが目標トルクの上昇に先行して予告トルクを上昇させる場合には、予告トルクの上昇のタイミングから目標トルクの上昇のタイミングまでの間のあるタイミングを意味し、パワートレインマネージャが目標トルクの上昇と同タイミングで予告トルクを上昇させる場合には、予告トルク及び目標トルクの上昇のタイミングと同タイミングを意味する。このような構成によれば、有段変速機のアップシフトの完了に合わせて目標トルクと同じ態様で実トルクが上昇するので、摩擦系要素の係合の切り替えの完了に合わせて内燃機関のトルクを応答良く上昇させることが可能となる。

20

【0012】

なお、空気量を上昇させることを目標トルクの上昇に先行して開始する場合、目標トルクに対して空気量が一時的に過剰になるので、調整により空燃比は設定空燃比よりもリーン化される。空燃比を設定空燃比よりもリッチ化する場合には、空燃比がNOx発生率の高い領域に近づくことによるNOx排出量の増加が懸念されるが、空燃比を設定空燃比よりもリーン化するのであればそのような懸念は生じない。しかし、空燃比を過渡にリーン化してしまうと、空燃比がリーン限界空燃比を超えることになって失火を招くおそれがある。よって、予告トルクの上昇に対するエンジンコントローラの動作としては、現在空燃比とリーン限界空燃比との差が所定の閾値以上の場合、予告トルクの上昇のタイミングに合わせて空気量を上昇させ、現在空燃比とリーン限界空燃比との差が閾値より小さい場合、目標トルクの上昇のタイミングに合わせて空気量を上昇させることを開始することが好ましい。上記の閾値は、空燃比が誤ってリーン限界空燃比を超えてしまわないために設定された余裕である。

30

40

【発明の効果】

【0013】

以上述べたように、本発明に係る本発明に係る車両統合制御装置によれば、有段自動変速機のアップシフトに際して内燃機関のトルクを応答良く低下させることができ、これにより変速ショックの発生を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態1の動力システムの構成について説明するための図である。

【図2】本発明の実施の形態1の車両統合制御装置の構成と信号のフローを示すブロック線図である。

50

【図 3】本発明の実施の形態 1 の燃焼切替ユニットの構成と信号のフローを示すブロック線図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 の空気用目標トルクの算出フローを示すフローチャートである。

【図 5】本発明の実施の形態 1 による有段自動変速機のアップシフト時の内燃機関の動作を示すタイムチャートである。

【図 6】本発明の実施の形態 2 の空気用目標トルクの算出フローを示すフローチャートである。

【図 7】本発明の実施の形態 2 による有段自動変速機のアップシフト時の内燃機関の動作を示すタイムチャートである。

【図 8】本発明の実施の形態 3 の空気用目標トルクの算出フローを示すフローチャートである。

【図 9】本発明の実施の形態 3 の目標空燃比の算出フローを示すフローチャートである。

【図 10】本発明の実施の形態 3 による有段自動変速機のアップシフト時の内燃機関の動作を示すタイムチャートである。

【図 11】本発明の実施の形態 3 による有段自動変速機のアップシフト時の内燃機関の動作を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。ただし、以下に示す実施の形態において各要素の個数、数量、量、範囲等の数に言及した場合、特に明示した場合や原理的に明らかにその数に特定される場合を除いて、その言及した数に、この発明が限定されるものではない。また、以下に示す実施の形態において説明する構造やステップ等は、特に明示した場合や明らかに原理的にそれに特定される場合を除いて、この発明に必ずしも必須のものではない。

【0016】

実施の形態 1 .

1 - 1 . 動力システムの構成

図 1 は、実施の形態 1 の動力システムの構成を示す図である。図 1 に示す動力システムは、自動車のための動力システムであって、理論空燃比よりも薄いリーン空燃比での運転が可能で、内燃機関（以下、単にエンジンという）2 と電子制御式の有段自動変速機（以下、単に変速機という）40 との組み合わせからなるパワートレイン 50 と、パワートレイン 50 を制御する車両統合制御装置 60 とを備える。

【0017】

エンジン 2 は火花点火式エンジンであって、各気筒の燃焼室 10 の頂部には点火装置の点火プラグ 18 が取り付けられている。エンジン 2 の気筒数および気筒配置は特に限定されない。各気筒のピストン 12 はコネクティングロッドを介してクランクシャフト 8 に連結されている。クランクシャフト 8 には、エンジン回転速度の計測に用いられるクランク角センサ 52 が設けられている。

【0018】

燃焼室 10 には、吸気通路 4 と排気通路 6 が接続されている。吸気通路 4 には、電子制御式のスロットル 28 が設けられている。吸気通路 4 の最上流部には、エアクリーナ 30 が設けられている。エアクリーナ 30 の直下流には、吸気通路 4 に吸入された空気の流量を計測するためのエアフローメータ 54 が配置されている。排気通路 6 には、排気ガスを浄化するための触媒 32 が設けられている。

【0019】

燃焼室 10 と吸気通路 4 との連通状態は吸気バルブ 14 によって制御される。燃焼室 10 と排気通路 6 との連通状態は排気バルブ 16 によって制御される。吸気バルブ 14 には、そのバルブタイミングを可変とする吸気可変動弁機構 24 が設けられている。排気バルブ 16 には、そのバルブタイミングを可変とする排気可変動弁機構 26 が設けられている

10

20

30

40

50

。バルブタイミングを可変とする機構には、クランクシャフトに対するカムシャフトの位相を変化させる公知の機構を用いることができる。燃焼室 10 には、燃料を直接噴射する筒内噴射弁 20 が設けられ、吸気通路 4 には、吸気ポートに燃料を噴射するポート噴射弁 22 が取り付けられている。

【0020】

変速機 40 は、エンジン 2 のクランクシャフト 8 に接続されている。変速機 40 は、複数の歯車機構及び摩擦係合要素を内蔵し、油圧制御回路 42 によって摩擦係合要素の係合を切り替えて歯車機構の組み合わせを変えることにより、複数のギヤ段のうちの何れか 1 つを選択的に達成するように構成されている。

【0021】

エンジン 2 が備える各種のアクチュエータ及びセンサ、並びに、変速機 40 の油圧制御回路 42 は、車両統合制御装置 60 に電氣的に接続されている。また、車両統合制御装置 60 には、運転者によるアクセルペダルの操作量に応じた信号を出力するアクセルポジションセンサ 56 が電氣的に接続されている。車両統合制御装置 60 は、エンジン 2 と変速機 40 を含むパワートレイン 50 と、車両安定制御システムやトラクションコントロールシステム等の車両制御システムを含む車両の駆動系全体を統合制御する制御装置である。車両統合制御装置 60 は 1 又は複数の CPU とメモリ (ROM 及び RAM) を含む ECU (Electronic Control Unit) を主体として構成されている。

【0022】

1 - 2 . 車両統合制御装置の構成

1 - 2 - 1 . 車両統合制御装置の全体の構成

図 2 は、車両統合制御装置 60 の構成と信号のフローを示すブロック線図である。車両統合制御装置 60 は、パワートレインマネージャ 62 とエンジンコントローラ 64 を含む。パワートレインマネージャ 62 は、パワートレイン 50 の運転を管理する制御装置であって、アクセルポジションセンサ 56 やクランク角センサ 52 からのセンサ信号や、車両制御システムからの要求信号等に基づいてエンジン 2 と変速機 40 を協調制御するように構成されている。パワートレインマネージャ 62 は、エンジン 2 に対してはエンジンコントローラ 64 を介してスロットル開度や燃料噴射量等の各種の操作量を指示し、変速機 40 に対してはギヤ段を指示する。エンジンコントローラ 64 は、パワートレインマネージャ 62 から受け取った信号に基づいてエンジン 2 の運転を制御するように構成されている。図 2 には、パワートレインマネージャ 62 とエンジンコントローラ 64 との間の信号のフローと、エンジンコントローラ 64 の構成の詳細及びその内部における信号のフローが示されている。

【0023】

パワートレインマネージャ 62 は、目標トルク (図中では "TQreq1" と表記されている)、及び、予告トルク (図中では "TQreq2" と表記されている) を計算し、それぞれエンジンコントローラ 64 に与えるように構成されている。目標トルク (TQreq1) は、エンジンコントローラ 64 がエンジン 2 に出力させるトルクの目標値である。目標トルクには、アクセルポジションセンサ 56 の信号から計算される運転者が要求するトルク、変速機 40 の変速制御のために要求されるトルク、トラクション制御のために要求されるトルク、横滑り防止制御のために要求されるトルク等が含まれている。

【0024】

変速機 40 にアップシフトさせる場合、パワートレインマネージャ 62 は、アップシフトのタイミングに合わせて目標トルクを一時的に低下させる。パワートレインマネージャ 62 が変速機 40 の油圧制御回路 42 にギヤ段を指示してから油圧制御回路 42 が動作し始めるまでには応答遅れ時間 (例えば 0.5sec 程) があり、油圧制御回路 42 の動作によって摩擦係合要素の切り替えが完了するまでにはさらに一定の切替時間 (例えば 0.5sec 程) を要する。パワートレインマネージャ 62 は、油圧制御回路 42 にギヤ段を指示してから応答遅れ時間が経過した時点で目標トルクを一旦低下させ、そこから切替時間が経過した時点で目標トルクを元の大きさまで上昇させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

予告トルク (TQreq2) は、パワートレインマネージャ 6 2 がこれからエンジンコントローラ 6 4 に与える目標トルクに関する情報である。パワートレインマネージャ 6 2 は、まず、エンジンコントローラ 6 4 に与えるべき目標トルクを決定し、決定した時刻から一定時間が経過してからエンジンコントローラ 6 4 に与える。そして、目標トルクを決定してからエンジンコントローラ 6 4 に与えるまでの間に、目標トルクから予告トルクを生成し、生成した予告トルクを目標トルクに先行してエンジンコントローラ 6 4 に与える。目標トルクの特徴的な変化の態様、例えば、変速機 4 0 のアップシフトに合わせて目標トルクが低下するときの変化の態様や、目標トルクが上昇するときの変化の態様は、目標トルクが生成される予告トルクにも受け継がれている。

10

【 0 0 2 6 】

変速機 4 0 にアップシフトさせる場合、パワートレインマネージャ 6 2 は、油圧制御回路 4 2 にギヤ段を指示するタイミングにおいて予告トルクを低下させる。予告トルクを低下させてから目標トルクを低下させるまでの時間 (これを予告トルクの目標トルクに対する先行時間という) は、予めメモリに記憶されている。先行時間は、パワートレインマネージャ 6 2 が変速機 4 0 の油圧制御回路 4 2 にギヤ段を指示してから油圧制御回路 4 2 が動作し始めるまでの応答遅れ時間に合わせて設定されている。パワートレインマネージャ 6 2 は、予告トルクを低下させた後、目標トルクを上昇させるタイミングにおいて予告トルクも元の大きさまで上昇させる。

20

【 0 0 2 7 】

次に、エンジンコントローラ 6 4 の構成について説明する。エンジンコントローラ 6 4 は、大きく分けて機能部 7 0、調停部 8 0、実現部 9 0 から構成されている。

【 0 0 2 8 】

機能部 7 0 は、エンジン 2 に対する種々の制御用パラメータを計算して出力する。制御用パラメータには、空気用目標トルク (図中では "TQklrq" と表記されている)、点火用目標トルク (図中では "TQirq" と表記されている)、目標空燃比 (図中では "AFrq" と表記されている)、要求効率 (図中では "rq" と表記されている)、空気用 I S C トルク (図中では "TQklisc" と表記されている)、点火用 I S C トルク (図中では "TQiisc" と表記されている)、及び、O T 防止用空燃比 (図中では "AFot" と表記されている) が含まれる。このうち、空気用目標トルク (TQklrq)、点火用目標トルク (TQirq)、及び目標空燃比 (AFrq) は、機能部 7 0 に置かれた燃焼切替ユニット 2 0 0 にて計算される。

30

【 0 0 2 9 】

要求効率 (rq) は、点火時期効率の要求値であって、目標空気量の計算に使用される制御用パラメータである。点火時期効率とは、点火時期が最適点火時期であるときに出力しうるトルクに対する実際に出力されるトルクの割合を意味し、点火時期が最適点火時期のときに最大値である 1 になる。なお、最適点火時期とは、基本的には M B T (Minimum Advance for Best Torque) を意味し、トレースノック点火時期が設定されている場合には、M B T とトレースノック点火時期のうちより遅角側にある点火時期を意味する。点火時期効率を低くするほど、燃料の燃焼によって発生したエネルギーのうちトルクに変換されるエネルギーは少なくなり、その分多くのエネルギーが排気ガスとともに排気通路に排出されて排気浄化用触媒の暖機に用いられることになる。なお、そのような効率の実現が必要のない間は、要求効率の値は最大値である 1 に保持される。

40

【 0 0 3 0 】

空気用 I S C トルク (TQklisc) は、エンジン 2 がアイドル状態にある場合において所定のアイドル回転速度を維持するために必要なトルクのうち、空気量の制御のみによって達成可能な変動の範囲にあるトルクである。機能部 7 0 からは、実際にそのようなトルクが必要になった場合のみ有効値が出力され、そのようなトルクが必要のない間は無効値 (エンジンが出力しうる最大軸トルクよりも大きい値) が出力される。

【 0 0 3 1 】

50

点火用ISCトルク (TQiisc) は、エンジン2がアイドル状態にある場合において所定のアイドル回転速度を維持するために必要なトルクのうち、その達成のためには点火時期の制御が必要となるトルクである。機能部70からは、実際にそのようなトルクが必要になった場合のみ有効値が出力され、そのようなトルクが必要のない間は無効値 (エンジンが出力しうる最大軸トルクよりも大きい値) が出力される。

【0032】

OT防止用空燃比 (AFot) は、触媒32の過熱の防止のために要求される理論空燃比よりもリッチな空燃比である。触媒32の温度が許容温度を超えそうな場合、空燃比を理論空燃比よりもリッチにすることで、燃料が気化する際の潜熱によって筒内を冷却して排気温度を下げるができる。機能部70からは、実際に空燃比をリッチ化することが必要になった場合のみ有効値が出力され、その必要のない間は無効値 (リーン限界空燃比よりも大きい値) が出力される。

10

【0033】

機能部70から出力された制御用パラメータは、調停部80に入力される。調停部80は、詳しくは、空気用目標トルク調停ユニット82、効率調停ユニット84、点火用目標トルク調停ユニット86、及び目標空燃比調停ユニット88を含んでいる。

【0034】

空気用目標トルク調停ユニット82は、機能部70から入力された空気用目標トルク (TQklrq)、空気用ISCトルク (TQklisc)、及び、それらと同じカテゴリのその他のトルクを調停し、調停されたトルクをエンジン2に対する空気用目標トルク (TQklrq) として出力する。空気用目標トルク調停ユニット82における調停方法としては最小値選択が用いられる。基本的には、機能部70から入力された空気用目標トルクがそのまま出力されるが、空気用ISCトルクの方が小さい場合には、空気用ISCトルクが空気用目標トルクとして出力される。

20

【0035】

効率調停ユニット84は、機能部70から入力された要求効率とそれと同じカテゴリのその他の効率とを調停し、調停された効率をエンジン2に対する最終的な要求効率 (rq) として出力する。効率調停ユニット84における調停方法としては最小値選択が用いられる。基本的には、機能部70から入力された要求効率がそのまま出力される。

【0036】

点火用目標トルク調停ユニット86は、機能部70から入力された点火用目標トルク (TQirq)、点火用ISCトルク (TQiisc)、及び、それらと同じカテゴリのその他のトルクを調停し、調停されたトルクをエンジン2に対する最終的な点火用目標トルク (TQirq) として出力する。点火用目標トルク調停ユニット86における調停方法としては最小値選択が用いられる。基本的には、機能部70から入力された点火用目標トルクがそのまま出力される。

30

【0037】

目標空燃比調停ユニット88は、機能部70から入力された目標空燃比 (AFrq)、OT防止用空燃比 (AFot)、及び、それらと同じカテゴリのその他の空燃比を調停し、調停された空燃比をエンジン2に対する最終的な目標空燃比 (AFrq) として出力する。目標空燃比調停ユニット88における調停方法としては最小値選択が用いられる。また、目標空燃比調停ユニット88では、エンジン2の燃焼モードがリーンモードである場合、理論空燃比よりも薄い所定のリーン空燃比が空気用目標空燃比 (AFkl) として出力され、エンジン2の燃焼モードがストイキモードである場合、理論空燃比が空気用目標空燃比 (AFkl) として出力される。空気用目標空燃比は、トルクの空気量への変換効率を与えるパラメータであって、目標空気量の計算に使用される。

40

【0038】

調停部80から出力される調停された空気用目標トルク、要求効率、点火用目標トルク、目標空燃比、及び、空気用目標空燃比は、実現部90に入力される。実現部90は、エンジン2の逆モデルに相当し、マップや関数で表された複数のモデルで構成されている。

50

実現部 90 では、協調操作のための各アクチュエータの操作量、具体的には、スロットル開度（図中では“TA”と表記されている）、バルブタイミング（図中では“VT”と表記されている）、点火時期（図中では“SA”と表記されている）、及び、燃料噴射量（図中では“INJ”と表記されている）が算出される。

【0039】

実現部 90 は、複数の演算ユニット 92、94、96、98、100、102、104、106、108、110 から構成される。これらの演算ユニットのうち空気量制御に係るものは演算ユニット 92、94、96、98、100 であり、点火時期制御に係るものは演算ユニット 102、104、108、110 であり、燃料噴射量制御に係るものは演算ユニット 106 である。以下、空気量制御に係る演算ユニットから順

10

【0040】

演算ユニット 92 には、空気用目標トルク (TQ_{klrq}) と要求効率 (η_{rq}) とが入力される。演算ユニット 92 は、空気用目標トルクを要求効率で除算することによって空気用目標トルクを補正する。要求効率が 1 であれば空気用目標トルクの値は維持されるが、要求効率が 1 より小さければ空気用目標トルクの値はかさ上げされる。かさ上げによる空気用目標トルクの増分は、点火時期の遅角によるトルクの減少分に相当する。演算ユニット 92 には、補正された空気用目標トルク (TQ_{klrq}) を出力する。

【0041】

演算ユニット 94 には、補正された空気用目標トルク (TQ_{klrq}) と空気用目標空燃比 (AF_{kl}) とが入力される。演算ユニット 94 は、空気用目標トルクから目標空気量（図中では“ KL_{rq} ”と表記されている）を計算する。目標空気量の計算では、トルクとそれを実現するための空気量とを関連付けたトルク - 空気量変換マップが用いられる。トルクと空気量とを関連付けるパラメータの 1 つが空気用目標空燃比である。演算ユニット 94 では、空燃比が空気用目標空燃比に調整され、点火時期は最適点火時期に設定されているとの前提のもと、空気用目標トルクの実現に必要な空気量が目標空気量として算出される。なお、本発明においては空気量とは筒内に吸入される空気量であり、それを無次元化した充填効率は本発明における空気量の均等の範囲内にある。

20

【0042】

演算ユニット 96 は、目標空気量 (KL_{rq}) から吸気管圧の目標値である目標吸気管圧（図中では“ P_{mrq} ”と表記されている）を計算する。目標吸気管圧の計算では、吸気バルブ 14 を通って筒内に取り込まれる空気量と吸気管圧とを関連付けた空気量 - 吸気管圧変換マップが用いられる。

30

【0043】

演算ユニット 98 は、目標吸気管圧からそれを実現するためのスロットル開度 (TA) を算出する。スロットル開度の計算では、エアモデルの逆モデルが用いられる。エアモデルはスロットル 28 の動作に対する吸気管圧の応答特性をモデル化した物理モデルであるので、その逆モデルを用いることで目標吸気管圧を達成するためのスロットル開度を目標吸気管圧から求めることができる。演算ユニット 96 で計算されたスロットル開度は、スロットル 28 を駆動する信号に変換されてスロットル 28 へ送信される。

40

【0044】

演算ユニット 100 は、目標空気量に基づいて吸気バルブ 14 のバルブタイミング (VT) を算出する。バルブタイミングの計算には、空気量とそれを達成するのに最適なバルブタイミングとを関連付けたマップが用いられる。演算ユニット 100 で計算されたバルブタイミングは、吸気可変動弁機構 24 を駆動する信号に変換されて吸気可変動弁機構 24 へ送信される。

【0045】

次に、点火時期制御に係る演算ユニットの機能について説明する。まず、演算ユニット 108 は、現在実現されている空気量の推定値である推定空気量（図中では“ KL_e ”と表記されている）を算出する。推定空気量の計算にはエアモデルが用いられる。エアモ

50

デルでは、エアフローメータで計測された吸入空気流量（図中では“AFM”と表記されている）を参照して、現在実現されているスロットル開度（図中では“TAa”と表記されている）と現在実現されているバルブタイミング（図中では“VTa”と表記されている）とから推定空気量が算出される。なお、演算ユニット108で算出される推定空気量は、後述する燃焼切替ユニット200でも用いられる。

【0046】

演算ユニット110は、推定空気量（KLe）から推定トルク（図中では“TQe”と表記されている）を算出する。推定トルクの計算では、空気量とそれにより実現されるトルクとを関連付けた空気量 - トルク変換マップが用いられる。演算ユニット110では、空燃比が目標空燃比に調整され、点火時期は最適点火時期に設定されているとの前提のもと、推定空気量による実現されるトルクが推定トルクとして算出される。

10

【0047】

演算ユニット102には、点火用目標トルク（TQirq）と推定トルク（TQe）とが入力される。演算ユニット102は、推定トルクに対する点火用目標トルクの比率を点火時期効率（図中では“ i ”と表記されている）として算出する。ただし、点火時期効率には上限が定められている。推定トルクに対する点火用目標トルクの比率が1を超える場合には点火時期効率の値は1に制限される。

【0048】

演算ユニット104は、点火時期効率（ i ）から点火時期（SA）を算出する。詳しくは、各種のエンジン状態量に基づいて最適点火時期を算出するとともに、点火時期効率から最適点火時期に対する遅角量を算出する。点火時期効率が1であれば遅角量をゼロとし、点火時期効率が1よりも小さいほど遅角量を大きくする。そして、最適点火時期に遅角量を足しあわせたものを最終的な点火時期として算出する。最適点火時期の計算には、最適点火時期と各種のエンジン状態量とを関連付けるマップを用いることができる。遅角量の計算には、遅角量と点火時期効率及び各種のエンジン状態量とを関連付けるマップを用いることができる。それらマップで用いられるパラメータの1つが目標空燃比（AFrq）である。演算ユニット104で計算された点火時期は、点火装置を駆動する信号に変換されて点火装置へ送信される。

20

【0049】

次に、燃料噴射量制御に係る演算ユニットの機能について説明する。演算ユニット106は、目標空燃比（AFrq）と推定空気量（KLe）とに基づき目標空燃比の達成に必要な燃料噴射量（INJ）、すなわち、燃料供給量を気筒ごとに計算する。演算ユニット106で計算された気筒ごとの燃料噴射量は、筒内噴射弁20或いはポート噴射弁22を駆動する信号に変換されて各気筒の筒内噴射弁20或いはポート噴射弁22へ送信される。なお、筒内噴射弁20の燃料噴射量とポート噴射弁22の燃料噴射量との比率は、予め用意されたマップを参照することにより、エンジン2の動作点が位置する運転域によって決められる。

30

【0050】

1 - 2 - 2 . 燃焼切替ユニットの構成

図3は、燃焼切替ユニット200の構成と信号のフローを示すブロック線図である。燃焼切替ユニット200には、パワートレインマネージャ62から機能部70へ与えられる目標トルク（TQreq1）及び予告トルク（TQreq2）と、実現部90で算出された推定空気量（KLe）が入力される。燃焼切替ユニット200は、空気用目標トルク算出部210と目標空燃比算出部220とを含む。

40

【0051】

空気用目標トルク算出部210は、目標トルクと予告トルクとから空気用目標トルク（TQklrq）を算出するように構成される。空気用目標トルク算出部210による空気用目標トルクの算出フローについては追って詳細に説明する。

【0052】

目標空燃比算出部220は、目標トルクと推定空気量とから目標空燃比（AFrq）を算出

50

するように構成される。目標空燃比の計算には、空燃比をパラメータとしてトルクと空気量とを関連付けたマップが用いられる。目標空燃比算出部 220 では、点火時期は最適点火時期に設定されているとの前提のもと、推定空気量によって目標トルクを実現するために要求される空燃比が目標空燃比として算出される。

【0053】

目標空燃比算出部 220 のロジックによれば、リーンモードでの運転時には、目標トルクと推定空気量に変化のない定常状態では、目標空燃比はリーンモードにおける設定空燃比（例えば 25）に調整される。しかし、目標トルクに空気量の応答速度より速い変化があり、設定空燃比のもとで推定空気量により得られるトルクが目標トルクよりも小さくなった場合、目標空燃比は設定空燃比よりもリッチ化される。逆に、設定空燃比のもとで推定空気量により得られるトルクが目標トルクよりも大きくなった場合、目標空燃比は設定空燃比よりもリーン化される。

10

【0054】

なお、図 3 には示していないが、燃焼切替ユニット 200 は、点火用目標トルク（図 2 参照）の算出も行なっている。点火用目標トルクは、点火時期の調整によって達成されるべきトルクの目標値である。点火時期の遅角によればトルクを応答良く低下させることができる。ただし、空燃比が理論空燃比よりも薄い場合、点火時期の遅角は燃焼を不安定にさせる。このため、点火用目標トルクによるトルクの制御が行われるのは、エンジン 2 の燃焼モードがストイキモードの場合である。トルクの制御に点火時期の遅角を用いないリーンモードでは、燃焼切替ユニット 200 は点火用目標トルクを空気用目標トルクと同値として

20

【0055】

1 - 2 - 3 . 空気用目標トルクの算出フロー

図 4 は、空気用目標トルク算出部 210 による空気用目標トルクの算出フローを示すフローチャートである。空気用目標トルク算出部 210 は、このようなフローで表されるルーチンを ECU のクロック数に対応する所定の制御周期で繰り返し実行する。ここでは、リーンモードでの運転時に変速機 40 のアップシフトが行われる場合を例にとってフローの詳細を説明する。

【0056】

ステップ S102 では、目標トルク（ TQ_{req1} ）よりも予告トルク（ TQ_{req2} ）が小さいかどうか判定される。パワートレインマネージャ 62 から変速機 40 にギヤ段の変更が指示されるまでは、予告トルクは目標トルクに一致している。この場合、ステップ S102 の判定結果は否定になり、ステップ S110 の処理が選択される。ステップ S110 では、目標トルク（ TQ_{req1} ）が空気用目標トルク（ TQ_{klrq} ）として算出される。

30

【0057】

パワートレインマネージャ 62 は、予告トルクを目標トルクに先行して低下させる。そのタイミングは、例えば、変速機 40 にギヤ段の変更を指示するタイミングである。これにより、ステップ S102 の判定結果は否定から肯定に切り替わる。

【0058】

目標トルクよりも予告トルクが小さい場合、ステップ S104 の処理が行われる。ステップ S104 の処理の最初の実行時には、予告トルクの目標トルクに対する先行時間 $T1$ がメモリから読み出される。そして、先行時間 $T1$ を初期値として残余時間カウンタ C1 のカウントダウンが開始される。また、ステップ S104 の処理の最初の実行時には、空気用目標トルクを目標トルクから予告トルクまで変化させた場合の空気量の推定応答時間 $T2$ が算出される。メモリには、推定応答時間 $T2$ とエンジン回転速度とを関連付けたマップが記憶されている。ステップ S104 の処理の 2 回目以降の実行時には、残余時間カウンタ C1 のカウントダウンのみが継続して行われる。

40

【0059】

次に、ステップ S106 では、残余時間カウンタ C1 と推定応答時間 $T2$ とが比較される。残余時間カウンタ C1 が推定応答時間 $T2$ 以上の場合、ステップ S110 の処理が選

50

扱われる。そして、残余時間カウンタ C 1 が推定応答時間 T 2 より短くなるまで、目標トルクが空気用目標トルクとして用いられる。

【 0 0 6 0 】

残余時間カウンタ C 1 が推定応答時間 T 2 より短くなると、ステップ S 1 1 0 に代えてステップ S 1 0 8 の処理が選択される。ステップ S 1 0 8 では、予告トルク (TQreq2) が空気用目標トルク (TQklrq) として算出される。このときの予告トルクは目標トルクよりも低くなっているため、ステップ S 1 0 8 の処理が選択されることにより、目標トルクの低下に先行して空気量を低下させることが開始される。

【 0 0 6 1 】

やがて、先行時間 T 1 が経過した時点で、パワートレインマネージャ 6 2 は、目標トルクを低下させる。これにより、予告トルクと目標トルクは再び一致し、ステップ S 1 0 2 の判定結果は再び肯定から否定に切り替わる。ステップ S 1 0 2 の判定結果が否定になることで、ステップ S 1 0 8 に代えてステップ S 1 1 0 の処理が選択され、再び目標トルクが空気用目標トルクとして用いられる。

10

【 0 0 6 2 】

その後、パワートレインマネージャ 6 2 は、変速機 4 0 にギヤ段の変更を指示してから一定時間 (応答遅れ時間と切替時間との合計時間に等しい) が経過したタイミングで目標トルクを元の大きさまで上昇させる。また、目標トルクと同じタイミングで予告トルクも元の大きさまで上昇させる。このときの空気用目標トルクは目標トルクであるため、目標トルクの上昇に合わせて空気量を上昇させることが開始される。

20

【 0 0 6 3 】

1 - 3 . 有段自動変速機のアップシフト時のエンジンの動作

図 5 は、本実施の形態の車両統合制御装置 6 0 により実現される変速機 4 0 のアップシフト時のエンジン 2 の動作を示すタイムチャートである。図 5 には、エンジン 2 の動作を決定する複数の状態量の時間による変化が示されている。

【 0 0 6 4 】

1 段目のチャートは、パワートレインマネージャ 6 2 から変速機 4 0 に指示されたギヤ段 (指示ギヤ段) を実線で示し、変速機 4 0 において実現されたギヤ段 (現在ギヤ段) を点線で示している。この例では、2 速 (2nd) から 3 速 (3rd) へのアップシフトが行われている。

30

【 0 0 6 5 】

2 段目のチャートは、エンジン回転速度を示している。この例では、加速によってエンジン回転速度が上昇したことにより、変速機 4 0 のギヤ段がアップシフトされている。

【 0 0 6 6 】

3 段目のチャートは、目標トルク (TQreq1) を実線で示し、予告トルク (TQreq2) を破線で示し、実トルクを点線で示している。ここで示す実トルクは、空気量、燃料噴射量、及び点火時期から算出される計算値である。なお、点火時期は最適点火時期に保持されている。

【 0 0 6 7 】

4 段目のチャートは、目標空気量 (KLrq) を実線で示し、実空気量を点線で示している。ここで示す実空気量は、エンジンコントローラ 6 4 内でエアモデルを用いて計算される推定空気量に等しいと考えてよい。

40

【 0 0 6 8 】

5 段目のチャートは、目標空燃比 (AFrq) を実線で示し、空気用目標空燃比 (AFkl) を点線で示し、リーン限界空燃比を破線で示している。空気用目標空燃比はリーンモードでの設定空燃比である。

【 0 0 6 9 】

6 段目のチャートは、燃料噴射量を示している。燃料噴射量は目標空燃比と空気量 (実空気量) とから決定される。点火時期が最適点火時期に維持されている場合、トルクはほぼ燃料噴射量によって決まることから、実トルクの波形と燃料噴射量の波形は概ね相似で

50

ある。

【 0 0 7 0 】

このタイムチャートによれば、時刻 t_{11} において、パワートレインマネージャ62から変速機40にギヤ段の変更が指示されるとともに、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる予告トルクが低下する。そして、その後の時刻 t_{12} において、エンジンコントローラ64で計算される目標空気が低下し、それに追従するように実空気が低下し始める。時刻 t_{11} から時刻 t_{12} までの時間は、前述の先行時間 T_1 から推定応答時間 T_2 を差し引いた時間である。この間、目標空燃比はリーンモードでの設定空燃比に維持されている。

【 0 0 7 1 】

時刻 t_{12} から推定応答時間 T_2 が経過した時刻 t_{13} において、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる目標トルクが低下する。設定空燃比のもとで目標トルクを達成するためには、目標トルクの波形と実空気の波形とは相似になっている必要がある。しかし、実空気量は時刻 t_{12} から低下し始めているので、時刻 t_{12} から時刻 t_{13} までの間は、目標トルクの波形と実空気の波形との間にずれが生じ、目標トルクに対して実空気が不足する。実空気の不足によるトルクの低下を補うため、時刻 t_{12} から時刻 t_{13} までの間、目標空燃比は、実空気量のもとで目標トルクが実現できるように設定空燃比よりもリッチ化、つまり、理論空燃比に近づけられる。

【 0 0 7 2 】

実空気量の低下の開始は時刻 t_{13} よりも推定応答時間 T_2 だけ先行しているため、時刻 t_{13} において目標トルクが低下したときには、実空気量は低下後の目標トルクに合った量に収束している。よって、目標トルクに対する実空気量の不足は、時刻 t_{13} において解消される。これにより、目標空燃比は設定空燃比に戻される。

【 0 0 7 3 】

以上の動作によって、時刻 t_{13} において応答良く低下する目標トルクの波形が実トルクにおいて実現されることになる。これにより、変速機40の摩擦系合要素の切り替えの開始に合わせてエンジン回転速度を速やかに低下させることができるので、アップシフトに伴う変速ショックの発生を抑えることができる。

【 0 0 7 4 】

やがて、時刻 t_{13} から一定時間（摩擦系合要素の切替時間）が経過した時刻 t_{14} において、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる目標トルクと予告トルクはともに上昇する。エンジンコントローラ64で計算される目標空気量もこのタイミングで上昇するので、実空気量は目標トルクに遅れて上昇するようになる。よって、時刻 t_{14} から暫くの間は、目標トルクの波形と実空気の波形との間にずれが生じ、目標トルクに対して実空気が不足する。実空気の不足によるトルクの低下を補うため、時刻 t_{14} から暫くの間、目標空燃比は、実空気量のもとで目標トルクが実現できるように設定空燃比よりもリッチ化、つまり、理論空燃比に近づけられる。

【 0 0 7 5 】

以上の動作によって、時刻 t_{14} において応答良く上昇する目標トルクの波形が実トルクにおいて実現されることになる。これにより、変速機40のアップシフトの完了後速やかに加速を再開することができる。

【 0 0 7 6 】

実施の形態2 .

2 - 1 . 動力システムの構成

実施の形態2の動力システムは、実施の形態1と同じく図1に示す構成を有している。

【 0 0 7 7 】

2 - 2 . 車両統合制御装置の構成

2 - 2 - 1 . 車両統合制御装置の全体の構成

実施の形態2の車両統合制御装置60は、実施の形態1と同じく図2に示す構成を有している。ただし、実施の形態2のパワートレインマネージャ62は、変速機40にアップ

10

20

30

40

50

シフトさせる場合、予告トルクと目標トルクを低下させた後、目標トルクを上昇させるタイミングに先行して予告トルクを元の大きさまで上昇させる。

【0078】

2-2-2. 燃焼切替ユニットの構成

実施の形態2の燃焼切替ユニット200は、実施の形態1と同じく図3に示す構成を有している。

【0079】

2-2-3. 空気用目標トルクの算出フロー

図6は、実施の形態2の空気用目標トルク算出部210による空気用目標トルクの算出フローを示すフローチャートである。以下、リーンモードでの運転時に変速機40のアップシフトが行われる場合を例にとってフローの詳細を説明する。

10

【0080】

ステップS202では、目標トルク(TQreq1)と予告トルク(TQreq2)とが不一致かどうか判定される。パワートレインマネージャ62から変速機40にギヤ段の変更が指示されるまでは、予告トルクは目標トルクに一致している。この場合、ステップS202の判定結果は否定になり、ステップS218の処理が選択される。ステップS218では、目標トルク(TQreq1)が空気用目標トルク(TQklrq)として算出される。

【0081】

パワートレインマネージャ62は、予告トルクを目標トルクに先行して低下させる。そのタイミングは、例えば、変速機40にギヤ段の変更を指示するタイミングである。これにより、ステップS202の判定結果は否定から肯定に切り替わる。

20

【0082】

目標トルクと予告トルクとが不一致の場合、続けてステップS204の判定が行われる。ステップS204では、目標トルクよりも予告トルクが小さいかどうか判定される。予告トルクは目標トルクに先行して低下しているため、ステップS204の判定結果は肯定になる。

【0083】

ステップS204の判定結果が肯定の場合、ステップS206の処理が行われる。ステップS206の処理の内容は、図4に示す空気用目標トルクの算出フローにおけるステップS104の処理の内容と同じである。

30

【0084】

ステップS208では、残余時間カウンタC1と推定応答時間T2とが比較される。残余時間カウンタC1が推定応答時間T2以上の場合、ステップS212の処理が選択される。そして、残余時間カウンタC1が推定応答時間T2より短くなるまで、目標トルクが空気用目標トルクとして用いられる。

【0085】

残余時間カウンタC1が推定応答時間T2より短くなると、ステップS212に代えてステップS210の処理が選択される。ステップS210では、予告トルクが空気用目標トルクとして算出される。これにより、目標トルクの低下に先行して空気量を低下させることが開始される。

40

【0086】

やがて、先行時間T1が経過した時点で、パワートレインマネージャ62は、目標トルクを低下させる。これにより、予告トルクと目標トルクは再び一致し、ステップS202の判定結果は再び肯定から否定に切り替わる。ステップS202の判定結果が否定になることで、ステップS210に代えてステップS218の処理が選択され、再び目標トルクが空気用目標トルクとして用いられる。

【0087】

その後、パワートレインマネージャ62は、変速機40にギヤ段の変更を指示してから一定時間が経過したタイミングで予告トルクを目標トルクに先行して元の大きさまで上昇させる。これにより、ステップS202の判定結果は否定から肯定に切り替わる。

50

【 0 0 8 8 】

ステップ S 2 0 4 の判定結果は、予告トルクが目標トルクに先行して上昇したことにより否定になる。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 2 0 4 の判定結果が否定の場合、続けてステップ S 2 1 4 の処理が行われる。ステップ S 2 1 4 では、リーン限界空燃比と現在空燃比の差が閾値以上かどうか判定される。リーン限界空燃比は、メモリに記憶されたマップを参照して、エンジン回転速度などのエンジン 2 の状態量から決定される。ここでの現在空燃比はリーンモードの設定空燃比に等しい。また、閾値は空燃比が誤ってリーン限界空燃比を超えてしまわないために設定された余裕である。

10

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 1 4 の判定結果が肯定の場合、ステップ S 2 1 6 の処理が選択される。ステップ S 2 1 6 では、予告トルクが空気用目標トルクとして算出される。これにより、予告トルクの上昇のタイミングに合わせて空気量の上昇が開始される。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 2 1 4 の判定結果が否定の場合、ステップ S 2 1 8 の処理が選択される。これにより、目標トルクが空気用目標トルクとして算出されるため、目標トルクの上昇のタイミングに合わせて空気量の上昇が開始される。

【 0 0 9 2 】

2 - 3 . 有段自動変速機のアップシフト時のエンジンの動作

20

図 7 は、実施の形態 2 の車両統合制御装置 6 0 により実現される変速機 4 0 のアップシフト時のエンジン 2 の動作を示すタイムチャートである。図 7 には、エンジン 2 の動作を決定する複数の状態量の時間による変化が示されている。1 段目から 6 段目までの各チャートの項目は図 5 のタイムチャートに示す項目に等しい。

【 0 0 9 3 】

このタイムチャートにおける時刻 t21 から時刻 t23 までのエンジン 2 の動作は、図 5 のタイムチャートにおける時刻 t11 から時刻 t13 までのエンジン 2 の動作と同じである。

【 0 0 9 4 】

このタイムチャートによれば、時刻 t23 から一定時間（摩擦系合要素の切替時間よりも短い時間）が経過した時刻 t24 において、パワートレインマネージャ 6 2 からエンジンコントローラ 6 4 に与えられる予告トルクが上昇する。このときの空燃比（リーンモードの設定空燃比）とリーン限界空燃比との差が閾値以上の場合、タイムチャートに示すように、エンジンコントローラ 6 4 で計算される目標空気量もこのタイミングで上昇する。これにより、実空気量は目標トルクに先行して上昇するようになる。

30

【 0 0 9 5 】

やがて、時刻 t24 からさらに一定時間が経過した時刻 t25 において、パワートレインマネージャ 6 2 からエンジンコントローラ 6 4 に与えられる目標トルクが上昇する。これにより、時刻 t24 から時刻 t25 までの間は、目標トルクに対して実空気量が過剰になるが、時刻 t25 から暫くの間は、目標トルクに対して実空気量が不足するようになる。実空気量の過剰によるトルクの増大を抑えるため、時刻 t24 から時刻 t25 までの間、目標空燃比はリーン限界空燃比を超えない範囲内で設定空燃比よりもリーン化される。そして、時刻 t25 から暫くの間、実空気量の不足によるトルクの低下を補うため、目標空燃比は設定空燃比よりもリッチ化される。

40

【 0 0 9 6 】

以上の動作によって、目標空燃比のリーンモードの設定空燃比に対するリッチ化の期間とリッチ化の程度をともに縮小することができる。空燃比が理論空燃比に近づくほどに NOx の排出量は増えていくが、これによれば、NOx の排出量を抑えることができる。

【 0 0 9 7 】

実施の形態 3 .

3 - 1 . 動力システムの構成

50

実施の形態 3 の動力システムは、実施の形態 1 と同じく図 1 に示す構成を有している。

【 0 0 9 8 】

3 - 2 . 車両統合制御装置の構成

3 - 2 - 1 . 車両統合制御装置の全体の構成

実施の形態 3 の車両統合制御装置 6 0 は、実施の形態 1 と同じく図 2 に示す構成を有している。ただし、実施の形態 3 のパワートレインマネージャ 6 2 は、変速機 4 0 のアップシフトの際にエンジンコントローラ 6 4 に与える目標トルクの低下速度を変更することができる。例えば、運転者により選択可能な運転モードがスポーツモードである場合には目標トルクは急速に低下させられ、コンフォートモードである場合には目標トルクの低下速度は抑制される。

10

【 0 0 9 9 】

3 - 2 - 2 . 燃焼切替ユニットの構成

実施の形態 3 の燃焼切替ユニット 2 0 0 は、実施の形態 1 と同じく図 3 に示す構成を有している。

【 0 1 0 0 】

3 - 2 - 3 . 空気用目標トルクの算出フロー

図 8 は、実施の形態 3 の空気用目標トルク算出部 2 1 0 による空気用目標トルクの算出フローを示すフローチャートである。図 8 に示すフローにおいて、図 6 に示すフローと同じ内容の処理については、同じステップ番号を付している。以下、リーンモードでの運転時に変速機 4 0 のアップシフトが行われる場合を例にとってフローの詳細を説明する。

20

【 0 1 0 1 】

図 8 に示すフローによれば、ステップ S 2 0 4 の判定結果が肯定の場合、ステップ S 2 0 6 の処理に代えてステップ S 3 0 2 の処理が行われる。ステップ S 2 0 4 の判定結果が肯定になるとき、パワートレインマネージャ 6 2 は、予告トルクを目標トルクに先行して低下させている。そのタイミングは、例えば、変速機 4 0 にギヤ段の変更を指示するタイミングである。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 3 0 2 の処理の最初の実行時には、予告トルクの目標トルクに対する先行時間 T 1 がメモリから読み出される。そして、先行時間 T 1 を初期値として残余時間カウンタ C 1 のカウントダウンが開始される。また、ステップ S 3 0 2 の処理の最初の実行時には、所定の期間における予告トルクの値（波形）が記憶され、予告トルクの低下速度（例えば、制御周期当たりの低下量）（ TQ_{req2} ）が計算される。そして、予告トルクの低下速度から、空気用目標トルクの低下を目標トルクの低下に先行させる時間（前出し時間）T 3 が算出される。メモリには、前出し時間 T 3 と予告トルクの低下速度とを関連付けたマップが記憶されている。マップでは、予告トルクの低下速度が大きいほど前出し時間 T 3 は長い時間に設定されている。ステップ S 3 0 2 の処理の 2 回目以降の実行時には、残余時間カウンタ C 1 のカウントダウンのみが継続して行われる。

30

【 0 1 0 3 】

次に、ステップ S 3 0 4 では、残余時間カウンタ C 1 と前出し時間 T 3 とが比較される。残余時間カウンタ C 1 が前出し時間 T 3 以上の場合、ステップ S 2 1 2 の処理が選択される。そして、残余時間カウンタ C 1 が前出し時間 T 3 より短くなるまで、目標トルク（ TQ_{req1} ）が空気用目標トルク（ TQ_{klrq} ）として用いられる。

40

【 0 1 0 4 】

残余時間カウンタ C 1 が前出し時間 T 3 より短くなると、ステップ S 2 1 2 に代えてステップ S 2 1 0 の処理が選択される。ステップ S 2 1 0 では、予告トルク（ TQ_{req2} ）が空気用目標トルク（ TQ_{klrq} ）として算出される。これにより、目標トルクの低下に先行して空気量を低下させることが開始される。

【 0 1 0 5 】

3 - 2 - 4 . 目標空燃比の算出フロー

実施の形態 1 の説明で述べたとおり、目標空燃比算出部 2 2 0 は、空燃比をパラメータ

50

としてトルクと空気量とを関連付けたマップ（図3参照）を用いて目標空燃比（AFrq）を算出する。このことは実施の形態3にも当てはまることである。ただし、実施の形態3の目標空燃比算出部220は、リーンモードでの運転時に変速機40のアップシフトが行われる場合、目標トルク（TQreq1）を一時的に低下させてから再び上昇させる際、図9のフローチャートに従って目標空燃比（噴射・点火用目標空燃比）を算出する。

【0106】

図9に示すフローによれば、ステップS402において、目標トルクの増加速度（例えば、制御周期当たりの増加量）（TQreq1）が、所定値以上かどうか判定される。目標トルクの増加速度が所定値以上の場合、ステップS404の処理が選択される。そして、実施の形態1で説明したとおり、目標トルク（TQreq1）と推定空気量（KLe）から目標空燃比（AFrq）が算出される。

10

【0107】

しかし、目標トルクの増加速度が所定値以上の場合、ステップS406の処理が選択される。この場合、目標空燃比（AFrq）は空気用目標空燃比（AFkl）と等しくされる。つまり、空燃比によるトルクの調整は行われず、空燃比は所定のリーン空燃比に維持される。

【0108】

3-3. 有段自動変速機のアップシフト時のエンジンの動作

図10及び図11は、実施の形態3の車両統合制御装置60により実現される変速機40のアップシフト時のエンジン2の動作を示すタイムチャートである。図10及び図11には、エンジン2の動作を決定する複数の状態量の時間による変化が示されている。1段目から6段目までの各チャートの項目は図5のタイムチャートに示す項目に等しい。

20

【0109】

3-3-1. 目標トルクの低下速度が大きい場合のエンジンの動作

図10のタイムチャートには、アップシフトに際して低下速度が大きい目標トルクが与えられる場合のエンジン2の動作が示されている。

【0110】

このタイムチャートによれば、時刻t31において、パワートレインマネージャ62から変速機40にギヤ段の変更が指示されるとともに、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる予告トルクが低下する。このときの予告トルクの低下速度に応じて、前出し時間T3が決定される。

30

【0111】

そして、その後の時刻t32において、エンジンコントローラ64で計算される目標空気量が低下し、それに追従するように実空気量が低下し始める。時刻t31から時刻t32までの時間は、先行時間T1から前出し時間T3を差し引いた時間である。そして、時刻t32から前出し時間T3が経過した時刻t33において、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる目標トルクが低下する。

【0112】

このタイムチャートでは、時刻t33から一定時間（摩擦系合要素の切替時間）が経過した時刻t34において、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる目標トルクが上昇する。このタイムチャートの場合、目標トルクは、初めは緩やかに上昇して途中から急速に上昇する波形に整形されている。上昇開始の時刻t34から上昇速度がステップ的に増大する時刻t35までは、空気量を上昇させることで実現可能な速度に設定されている。

40

【0113】

パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる予告トルクは、目標トルクを上昇させる時刻t34に先行して上昇する。しかし、そのときの空燃比（リーンモードの設定空燃比）とリーン限界空燃比との差は閾値より小さい。このため、図8に示すフローのステップS214の判定に従い、エンジンコントローラ64で計算される目標空気量は、予告トルクが上昇するタイミングではなく、目標トルクが上昇するタイミングで上昇を開始する。

50

【0114】

時刻t34から時刻t35までの間は、目標トルクの上昇速度は抑えられているため、図9に示すフローのステップS402の判定に従い、目標空燃比は設定空燃比に維持される。この場合、実空気量は目標トルクに遅れることなく上昇するため、上昇する目標トルクは空気量の変化のみによって概ね実現される。

【0115】

目標トルクは時刻t35でステップ的に上昇するため、時刻t35から暫くの間は、目標トルクに実空気量の変化が追いつかない。このため、時刻t35から暫くの間、実空気量の不足によるトルクの低下を補うため、目標空燃比は設定空燃比よりもリッチ化される。ただし、このときの目標トルクの波形と実空気量の波形とのずれは僅かであるので、目標空燃比の設定空燃比に対するリッチ化の期間とリッチ化の程度はともに抑えられる。

10

【0116】

3-3-2. 目標トルクの低下速度が小さい場合のエンジンの動作

図11のタイムチャートには、アップシフトに際して基準速度より小さい低下速度を有する目標トルクが与えられる場合のエンジン2の動作が示されている。

【0117】

このタイムチャートによれば、時刻t41において、パワートレインマネージャ62から変速機40にギヤ段の変更が指示されるとともに、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる予告トルクが低下する。このタイムチャートの場合、予告トルクは、初めは緩やかに低下して途中の時刻t42でステップ的に低下する。低下し始めたときの予告トルクの低下速度は、空気量を低下させることで実現可能な緩やかな速度に設定されている。このため、予告トルクの低下速度に応じて決定される前出し時間T3は、図10のタイムチャートに示す例に比べて短い時間となる。

20

【0118】

そして、その後の時刻t43において、エンジンコントローラ64で計算される目標空気量が低下し、それに追従するように実空気量が低下し始める。時刻t41から時刻t43までの時間は、先行時間T1から前出し時間T3を差し引いた時間である。そして、時刻t43から前出し時間T3が経過した時刻t44において、パワートレインマネージャ62からエンジンコントローラ64に与えられる目標トルクが低下し始める。目標トルクは、予告トルクにおいて示された通り、時刻t44から時刻t45までは空気量を低下させることで実現可能な速度で緩やかに低下し、時刻t45においてステップ的に低下する。

30

【0119】

タイムチャートでは、時刻t43から時刻t45までの間、実空気量が目標トルクに先行して低下している。このため、目標トルクに対して実空気量が不足し、実空気量の不足によるトルクの低下を補うため、時刻t43から時刻t45までの間、目標空燃比は設定空燃比よりもリッチ化される。ただし、このときの目標トルクに対する実空気量の不足は僅かであるので、目標空燃比の設定空燃比に対するリッチ化の期間とリッチ化の程度はともに抑えられる。

【0120】

目標トルクの低下速度は、空気量を低下させることで実現可能な速度に設定されているので、時刻t45において目標トルクがステップ的に低下したときには、実空気量は低下後の目標トルクに合った量に収束している。よって、目標トルクに対する実空気量の不足は、時刻t45において解消される。これにより、目標空燃比は設定空燃比に戻される。

40

【0121】

このタイムチャートにおける時刻t45以降のエンジン2の動作は、図10のタイムチャートにおける時刻t33以降のエンジン2の動作と同じである。

【0122】

4. その他

図1に示すエンジン2は、自然吸気型のエンジンであるが、本発明に係る車両統合制御装置は、ターボ過給機を備えた過給エンジンにも適用することができる。過給エンジンの

50

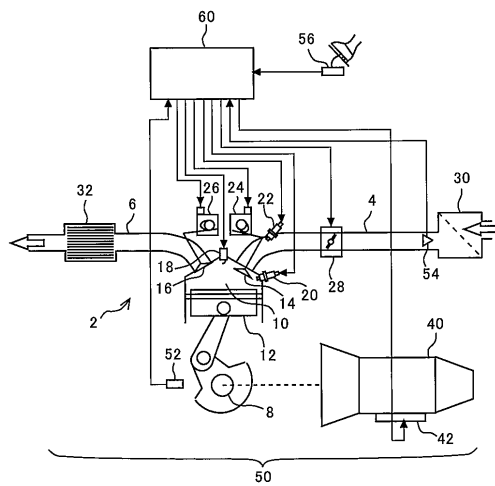
場合、ウエストゲートバルブや可変ノズル等のアクチュエータによって過給圧を調整し、それにより空気量を調整してもよい。

【符号の説明】

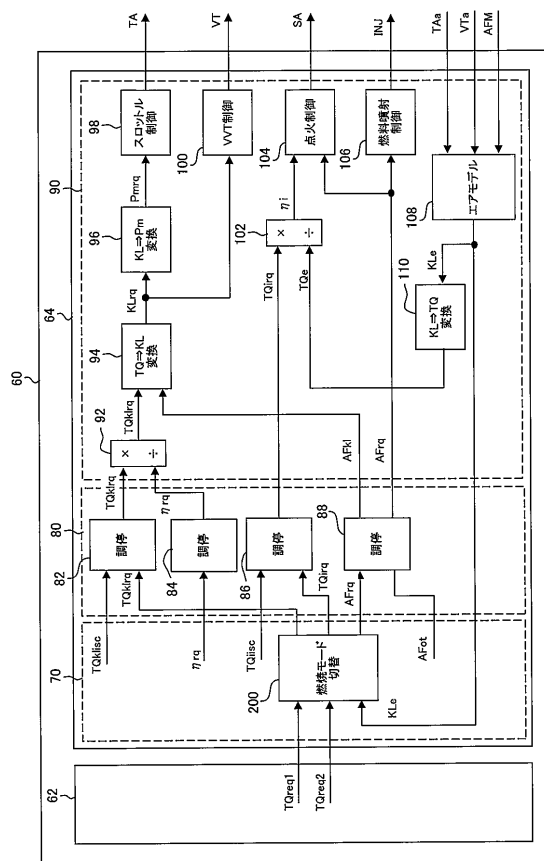
【0123】

- 2 内燃機関
- 20 筒内噴射弁
- 22 ポート噴射弁
- 28 スロットル
- 40 有段自動変速機
- 50 パワートレイン
- 60 車両統合制御装置
- 62 パワートレインマネージャ
- 64 エンジンコントローラ

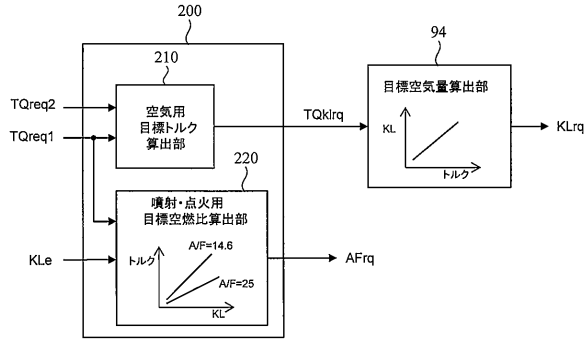
【図1】



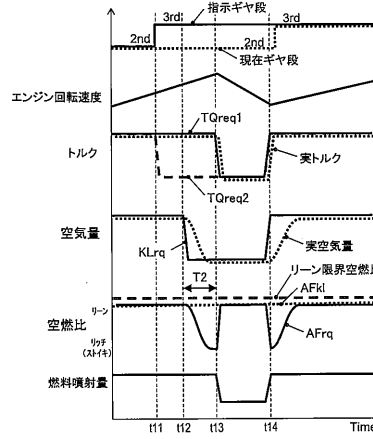
【図2】



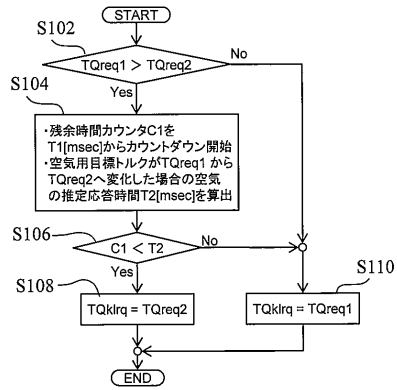
【図3】



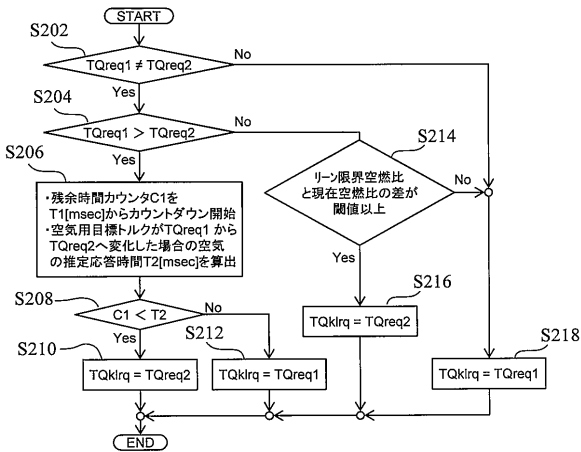
【図5】



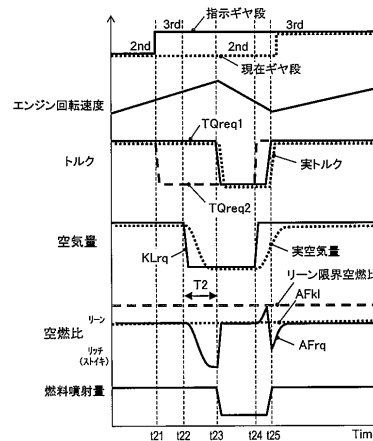
【図4】



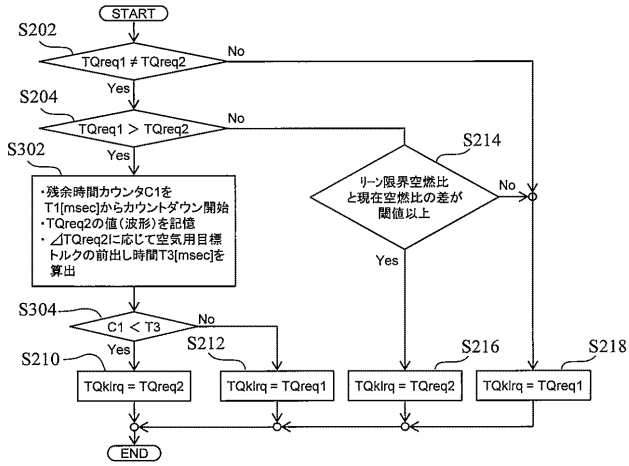
【図6】



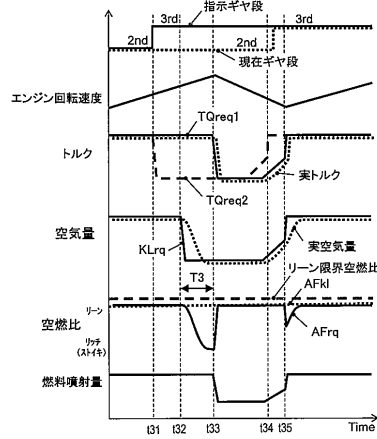
【図7】



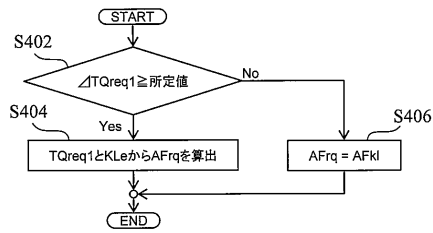
【 図 8 】



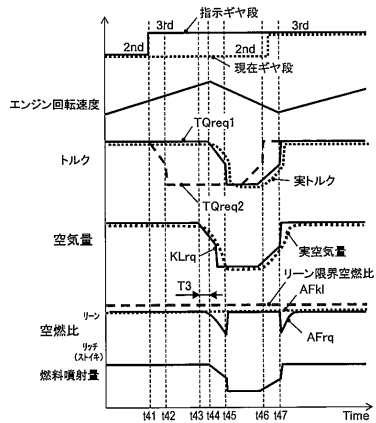
【 図 1 0 】



【 図 9 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 杉平 成広

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) 3G093 AA05 AB00 BA03 CB08 DA03 DB23 EA04 EA05 FA10 FA11
3G301 HA01 HA15 JA03 KB10 LB02 MA01 MA11 NA08 NC02 ND45
NE23 PA07Z