

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6090222号
(P6090222)

(45) 発行日 平成29年3月8日 (2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日 (2017.2.17)

(51) Int.Cl.	F I
B 6 O W 10/08 (2006.01)	B 6 O W 10/08 9 0 0
B 6 O K 6/445 (2007.10)	B 6 O K 6/445 Z H V
F O 2 N 11/04 (2006.01)	F O 2 N 11/04 D
F O 2 N 15/00 (2006.01)	F O 2 N 15/00 E
B 6 O W 10/02 (2006.01)	B 6 O W 10/02 9 0 0

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-75612 (P2014-75612)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成26年4月1日 (2014.4.1)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2015-196460 (P2015-196460A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成27年11月9日 (2015.11.9)	(74) 代理人	100083998
審査請求日	平成28年5月17日 (2016.5.17)		弁理士 渡邊 丈夫
		(72) 発明者	鷲海 恭弘
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	大山 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン始動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、発電機能を有する第1および第2のモータと、複数の回転要素を有し各回転要素が差動作用を行う動力分割機構と、動力伝達経路中で前記エンジンと前記動力分割機構との間に設けられた摩擦クラッチとを備え、

前記動力分割機構は、

第1の回転要素が、前記第1のモータと一体回転するように連結され、
第2の回転要素が、前記摩擦クラッチを介して前記エンジンと連結され、
第3の回転要素が、駆動輪へ向けてトルクを出力する出力要素となり、
前記第3の回転要素から出力されるトルクに前記第2のモータが出力するトルクを付加して前記駆動輪へ伝達するように構成されたハイブリッド車に適用され、

10

前記第1のモータによって前記エンジンを始動する際に車軸に作用する反力トルクを減殺するためのキャンセルトルクを前記第2のモータから出力するように構成されたエンジン始動制御装置において、

前記摩擦クラッチが開放している状態から前記摩擦クラッチをスリップさせつつ前記エンジンを始動する際に、前記第2のモータのトルクを前記車軸に作用している駆動トルクの方へ増大させる補正を行うように構成されていることを特徴とするエンジン始動制御装置。

【請求項2】

要求駆動トルクが零を含む所定範囲内の場合に前記第2のモータのトルクを前記駆動ト

20

ルクの方向へ増大させる補正を行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン始動制御装置。

【請求項 3】

前記第 2 のモータのトルクに前記駆動トルクの方向と同一方向の補正トルクを加算する補正を行うように構成され、

前記補正トルクによる補正量は、補正された前記第 2 のモータのトルクが前記反力トルクを減殺する際に前記駆動トルクの方向を反転させない大きさに設定されるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のエンジン始動制御装置。

【請求項 4】

前記摩擦クラッチへ出力するクラッチトルク指令に基づいて実際のクラッチトルク容量を推定するように構成され、

前記キャンセルトルクが前記クラッチトルク指令に基づいて算出されるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のエンジン始動制御装置。

【請求項 5】

前記第 2 のモータのトルクは、要求駆動トルクと、前記キャンセルトルクとを含み、

前記キャンセルトルクを前記駆動トルクの方向へ増大させる補正を行うように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のエンジン始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、エンジンが出力した動力を動力分割機構によって駆動輪側とモータ側とに分割するとともに、エンジンがクラッチを介して動力分割機構に連結されるように構成されたハイブリッド車に適用できるエンジン始動制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献 1 には、ツーモータスプリット式のハイブリッド車が記載されている。特許文献 1 に記載のハイブリッド車では、動力分割機構が三つの回転要素としてサンギヤとキャリアとリングギヤとを有する遊星歯車機構により構成されている。サンギヤには第 1 のモータ・ジェネレータが連結されている。キャリアにはクラッチを介してエンジンが連結されている。そして出力要素となるリングギヤから駆動輪に向けてトルクを出力するように構成されている。さらに、リングギヤから駆動輪側へ出力されるトルクに第 2 のモータ・ジェネレータが出力するトルクを付加するように構成されている。クラッチを開放させることによりエンジンを動力分割機構から切り離すことができる。

【0003】

さらに、特許文献 2 には、第 1 のモータ・ジェネレータからのトルクを利用してエンジンを始動する際にリングギヤに作用する反力トルクを減殺するキャンセルトルクを第 2 のモータ・ジェネレータから出力されるように構成された動力出力装置が記載されている。キャンセルトルクは反力トルクとの和が要求駆動トルクの方向のトルクとなるように設定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 224244 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 184999 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

特許文献 2 に記載された構成では、エンジンと動力分割機構とが常にトルク伝達可能に連結されている。つまり、第 1 のモータ・ジェネレータから出力されたトルクが動力分割機構を介して確実にエンジンに伝達するので、第 1 のモータ・ジェネレータのトルク指令と動力分割機構のギヤ比とにより算出されたトルクを実際の反力トルクとして推定できる。そのため、エンジンをモータリングする際には上記のように算出された反力トルクを用いてキャンセルトルクを設定することができる。

【 0 0 0 6 】

一方、特許文献 1 に記載された構成では、摩擦クラッチが動力伝達経路中でエンジンと動力分割機構との間に設けられている。特許文献 1 の構成では、エンジンを停止する際に摩擦クラッチを開放させるため、特許文献 2 に記載された構成のように第 1 のモータ・ジェネレータでエンジンを始動する場合には摩擦クラッチに係合させる必要がある。また、特許文献 1 に記載された摩擦クラッチは油圧により動作するため油圧アクチュエータの動作量に応じてクラッチトルク容量を徐々に変化させることができる。つまり、上記のようにエンジンをモータで始動させる際、摩擦クラッチの係合要素同士をスリップさせてから完全係合させることができるのでエンジンの慣性エネルギーにより生じる係合ショックを低減できる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献 1 に記載された構成では、油圧アクチュエータが電子制御装置から入力された油圧指令値に相当する油圧を摩擦クラッチに供給するように動作するため、摩擦クラッチおよびアクチュエータの機械構造に起因してクラッチトルク容量が油圧指令値に対して遅れて変化する。つまり、摩擦クラッチをスリップさせながらエンジンを第 1 のモータ・ジェネレータで始動させる際には、摩擦クラッチが応答遅れを生じるため実際にリングギヤに作用している反力トルクを推定することが困難となる。

【 0 0 0 8 】

仮に、特許文献 2 に記載された構成のように第 1 のモータ・ジェネレータのトルク指令を用いてキャンセルトルクを算出しても、実際のクラッチトルク容量が指令値より遅れて変化しているため、算出されたキャンセルトルクは実際の反力トルクとは異なってしまう。したがって、そのキャンセルトルクでは実際の反力トルクを所望のように減殺することができない可能性がある。これにより、車軸に作用する駆動トルクを反転させてギヤ打ち音や振動を生じさせてしまう可能性がある。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、エンジンを始動する際にギヤ打ち音や振動を抑制するエンジン始動制御装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記の目的を達成するために、この発明は、エンジンと、発電機能を有する第 1 および第 2 のモータと、複数の回転要素を有し各回転要素が差動作用を行う動力分割機構と、動力伝達経路中で前記エンジンと前記動力分割機構との間に設けられた摩擦クラッチとを備え、前記動力分割機構は、第 1 の回転要素が、前記第 1 のモータと一体回転するように連結され、第 2 の回転要素が、前記摩擦クラッチを介して前記エンジンと連結され、第 3 の回転要素が、駆動輪へ向けてトルクを出力する出力要素となり、前記第 3 の回転要素から出力されるトルクに前記第 2 のモータが出力するトルクを付加して前記駆動輪へ伝達するように構成されたハイブリッド車に適用され、前記第 1 のモータによって前記エンジンを始動する際に車軸に作用する反力トルクを減殺するためのキャンセルトルクを前記第 2 のモータから出力するように構成されたエンジン始動制御装置において、前記摩擦クラッチが開放している状態から前記摩擦クラッチをスリップさせつつ前記エンジンを始動する際に、前記第 2 のモータのトルクを前記車軸に作用している駆動トルクの方へ増大させる補正を行うように構成されていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

この発明は、上記発明の構成に加えて、要求駆動トルクが零を含む所定範囲内の場合に

前記第２のモータのトルクを前記駆動トルクの方方向へ増大させる補正を行うように構成されていることを特徴とするエンジン始動制御装置である。

【００１２】

この発明は、上記発明の構成に加えて、前記第２のモータのトルクに前記駆動トルクの方方向と同一方方向の補正トルクを加算する補正を行うように構成され、前記補正トルクによる補正量は、補正された前記第２のモータのトルクが前記反力トルクを減殺する際に前記駆動トルクの方方向を反転させない大きさに設定されるように構成されていることを特徴とするエンジン始動制御装置である。

【００１３】

この発明は、上記発明の構成に加えて、前記摩擦クラッチへ出力するクラッチトルク指令に基づいて実際のクラッチトルク容量を推定するように構成され、前記キャンセルトルクが前記クラッチトルク指令に基づいて算出されるように構成されていることを特徴とするエンジン始動制御装置である。

【００１４】

この発明は、上記発明の構成に加えて、前記第２のモータのトルクは、要求駆動トルクと、前記キャンセルトルクとを含み、前記キャンセルトルクを前記駆動トルクの方方向へ増大させる補正を行うように構成されていることを特徴とするエンジン始動制御装置である。

【発明の効果】

【００１５】

この発明によれば、摩擦クラッチが開放している状態から第１のモータによってエンジンを始動する際に、車軸に作用する反力トルクを第２モータからの出力トルクによって駆動トルクの方方向を反転させないように減殺することができる。そのため、エンジン始動時に駆動トルクが変動してもギヤ打ち音や振動が生じることを低減できる。

【００１６】

この発明によれば、上記発明の効果に加えて、要求駆動トルクが零付近の場合には駆動トルクも零付近であることが推定できるため、反力トルクにより駆動トルクの方方向が反転しやすい走行状態である場合に補正されたトルクを第２のモータから出力させることができる。したがって、効果的にギヤ打ち音や振動を低減できる。

【００１７】

この発明によれば、上記発明の効果に加えて、第２のモータの出力トルクが補正されているため駆動トルクの方方向が反転することを抑制できるので、より効果的にエンジン始動時のギヤ打ち音や振動を低減できる。

【００１８】

この発明によれば、上記発明の効果に加えて、摩擦クラッチにおける実際のクラッチトルク容量が正確に推定できなくても、エンジン始動時に車軸に作用する反力トルクを第２のモータからの出力トルクによって減殺することができる。

【００１９】

この発明によれば、上記発明の効果に加えて、キャンセルトルクを駆動トルクの方方向へ増大させる補正を行うことにより、エンジン始動時に車軸に作用する反力トルクを第２のモータから出力する補正後のキャンセルトルクによって駆動トルクの方方向を反転させないように減殺することができる。また、キャンセルトルクを補正する演算を行えばよく、要求駆動トルクは従来通りに演算すればよい。つまり、キャンセルトルクを補正する演算処理を従来の演算処理に追加すればよく、演算処理過程を複雑化させなくてよい。したがって、従来のツーモータスプリット式ハイブリッド車に追加適用し易く汎用性が高いものとなる。

【図面の簡単な説明】

【００２０】

【図１】この発明の一例におけるエンジン始動制御装置が実施するエンジン始動制御フローを説明するためのフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 2】クラッチを開放させて E V モードで前進走行しているハイブリッド車の走行状態を示し、特に要求駆動トルクが正トルクである場合を示した共線図である。

【図 3】図 2 に示す走行状態からエンジン始動制御を実施した場合のハイブリッド車の走行状態を示した共線図である。

【図 4】クラッチを開放させて E V モードで前進走行しているハイブリッド車の走行状態を示し、特に要求駆動トルクが負トルクである場合を示した共線図である。

【図 5】図 4 に示す走行状態からエンジン始動制御を実施した場合のハイブリッド車の走行状態を示した共線図である。

【図 6】車軸に作用する駆動トルクが正方向である場合に実施されるエンジン始動制御を説明するためのタイムチャートである。

10

【図 7】車軸に作用する駆動トルクが負方向である場合に実施されるエンジン始動制御を説明するためのタイムチャートである。

【図 8】図 1 に示す制御フローを実施するエンジン始動制御装置が対象とすることができるハイブリッド車のパワートレーンの一例を示すスケルトン図である。

【図 9】クラッチを開放させて E V モードで後進走行している場合のハイブリッド車の走行状態を示した共線図である。

【図 10】図 9 に示す走行状態からエンジン始動制御を実施した場合のハイブリッド車の走行状態を示した共線図である。

【図 11】H V モードに設定されたハイブリッド車の走行状態の一例を示した共線図である。

20

【図 12】ツーモータモードに設定されたハイブリッド車の走行状態の一例を示した共線図である。

【図 13】(a) はワンモータモードに設定されたハイブリッド車の走行状態の一例を示した共線図であり、(b) は(a) に示すワンモータモードのうちクラッチを完全開放させている第 1 E V モードに設定されたハイブリッド車の走行状態の一例を示した共線図であり、(c) は(a) に示すワンモータモードのうちクラッチを完全係合させている第 2 E V モードに設定されたハイブリッド車の走行状態の一例を示した共線図である。

【図 14】図 1 に示す制御フローを実施するエンジン始動制御装置が対象とすることができるハイブリッド車のパワートレーンの他の例を示すスケルトン図である。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 2 1 】

以下、この発明の一例におけるエンジン始動制御装置について説明する。この具体例のエンジン始動制御装置は、ツーモータスプリット式のハイブリッド車を対象とすることができるものである。そのハイブリッド車はエンジンを動力分割機構から切り離すクラッチを備え、エンジン始動時やエンジン停止時にクラッチの動作を制御するように構成されている。特に、クラッチが開放している状態からモータによってエンジンを始動する際、要求駆動トルクを満たすために車軸に作用するトルク（以下「駆動トルク」という）の方向が反転しないように制御する構成を備えている。

【 0 0 2 2 】

(1 . ハイブリッド車のパワートレーン)

40

まず、図 8 を参照して、この具体例のエンジン始動制御装置を搭載したハイブリッド車について説明する。図 8 に示すハイブリッド車 V e は、ツーモータスプリット式に構成されたパワートレーン 1 0 0 を備え、パワートレーン 1 0 0 の動作を制御する電子制御装置（以下「 E C U 」という） 3 0 を搭載している。 E C U 3 0 はこの具体例のエンジン停止制御装置として機能するものである。なお、 E C U 3 0 の詳細な構成は後述する。

【 0 0 2 3 】

パワートレーン 1 0 0 は、動力源として、燃料を使用する内燃機関であるエンジン（ E N G ） 1 と、モータ機能および発電機能を発揮する第 1 のモータ・ジェネレータ（ M G 1 ） 2 と、モータ機能および発電機能を発揮する第 2 のモータ・ジェネレータ（ M G 2 ） 3 とを備えている。

50

【 0 0 2 4 】

エンジン 1 および各モータ・ジェネレータ 2, 3 は周知の構成を備えている。例えば、エンジン 1 はガソリンエンジンなどにより構成されている。各モータ・ジェネレータ 2, 3 は永久磁石式の同期電動機などにより構成されている。各モータ 2, 3 は E C U 3 0 により電氣的に制御されるとともに、エンジン 1 の動作も E C U 3 0 により電氣的に制御されるように構成されている。なお、以下の説明では、第 1 のモータ・ジェネレータ 2 を第 1 のモータ 2 と記載する。同様に、第 2 のモータ・ジェネレータ 3 を第 2 のモータ 3 と記載する。

【 0 0 2 5 】

パワートレイン 1 0 0 はエンジン 1 が出力した動力を動力分割機構 6 によって第 1 のモータ 2 側と駆動輪 2 0 側とに分割するように構成されている。動力分割機構 6 には入力軸 5 からエンジン 1 が出力した動力が入力される。さらに、パワートレイン 1 0 0 では動力分割機構 6 から駆動輪 2 0 へ向けて出力されるトルクに第 2 のモータ 3 が出力したトルク（以下「M G 2 トルク」という）を付加するように構成されている。つまり、パワートレイン 1 0 0 は、エンジン 1 が出力した動力の一部を第 1 のモータ 2 で一旦電力に変換した後、その電力を第 2 のモータ 3 で機械的な動力に再変換して駆動輪 2 0 に伝達することができるように構成されている。

10

【 0 0 2 6 】

また、パワートレイン 1 0 0 は動力伝達経路中でエンジン 1 と動力分割機構 6 との間に摩擦クラッチ C を備えている。摩擦クラッチ C はエンジン停止時にエンジン 1 を動力分割機構 6 から切り離すためのものである。その後、エンジン 1 を再始動する際には摩擦クラッチ C を係合してエンジン 1 が動力分割機構 6 に連結される。

20

【 0 0 2 7 】

摩擦クラッチ C は一対の係合要素を有する周知のクラッチである。図 8 に示すように、摩擦クラッチ C は、一方の係合要素 C a がエンジン 1 のクランクシャフト 4 と一体回転し、かつ他方の係合要素 C b が入力軸 5 と一体回転するように構成されている。パワートレイン 1 0 0 において、摩擦クラッチ C が完全開放することによりエンジン 1 と動力分割機構 6 との間でトルク伝達が遮断される。一方、摩擦クラッチ C が完全係合することによりエンジン 1 と動力分割機構 6 とがトルク伝達可能に連結される。

【 0 0 2 8 】

なお、完全開放状態とは係合要素 C a, C b 同士が離れている状態である。完全係合状態とは係合要素 C a, C b 同士がスリップしないで摩擦係合している状態である。そして、完全開放状態から完全係合状態へ切り替わる過渡期では、係合要素 C a, C b 同士がスリップ係合する状態となる。また、以下の説明では、摩擦クラッチ C をクラッチ C と記載する。

30

【 0 0 2 9 】

動力分割機構 6 は、第 1 の回転要素であるサンギヤ 6 s と、第 2 の回転要素であるキャリア 6 c と、第 3 の回転要素であるリングギヤ 6 r とを有するシングルピニオン型遊星歯車機構により構成されている。要は、動力分割機構 6 は、複数の回転要素を有する差動機構により構成され、各回転要素が差動することにより差動作用を成すように構成されている。

40

【 0 0 3 0 】

具体的には、サンギヤ 6 s は外歯歯車により構成されている。リングギヤ 6 r は内歯歯車により構成され、サンギヤ 6 s に対して同心円上に配置されている。キャリア 6 c はサンギヤ 6 s およびリングギヤ 6 r に噛み合っているピニオンギヤを保持している。動力分割機構 6 ではピニオンギヤがキャリア 6 c に保持されたままで自転可能かつ公転可能に構成されている。なお、動力分割機構 6 の動作状態を示す共線図を用いた説明を後述する。また、動力分割機構 6 における各回転要素の回転中心軸線は入力軸 5 の回転中心軸線と同一軸線となるように配置されている。

【 0 0 3 1 】

50

パワートレーン 100 において、動力分割機構 6 のサンギヤ 6 s には第 1 のモータ 2 が連結されている。第 1 のモータ 2 のロータ軸 2 a はサンギヤ 6 s と一体回転する。つまり、第 1 のモータ 2 が出力したトルク（以下「MG1 トルク」という）は、動力分割機構 6 を介して入力軸 5 側と駆動輪 20 側との両方に伝達できる。

【0032】

動力分割機構 6 のキャリア 6 c には入力軸 5 およびクラッチ C を介してエンジン 1 が連結されている。キャリア 6 c は動力分割機構 6 の入力要素であって、この具体例の入力部材である。クラッチ C の開閉状態に拘わらずキャリア 6 c は入力軸 5 および係合要素 C b と一体回転する。すなわち、クラッチ C が完全開放している場合にはキャリア 6 c とクラックシャフト 4 とは相対回転可能である。クラッチ C が完全係合している場合にはキャリア 6 c とクラックシャフト 4 とが一体回転する。

10

【0033】

この具体例の入力部材には、キャリア 6 c と一体回転する回転部材が含まれる。つまり、入力軸 5 および係合要素 C b が入力部材となる。さらに、クラッチ C が完全係合している場合には、係合要素 C a およびクラックシャフト 4 が入力部材に含まれる。

【0034】

そして、パワートレーン 100 では動力分割機構 6 のリングギヤ 6 r から駆動輪 20 へ向けてトルクを出力するように構成されている。リングギヤ 6 r は動力分割機構 6 の出力要素である。具体的には、リングギヤ 6 r は出力軸 7 と一体回転するように構成されている。出力軸 7 はリングギヤ 6 r に加え、外歯歯車により構成された出力ギヤ 8 と一体回転するように構成されている。出力ギヤ 8 はパワートレーン 100 の出力部材である。すなわち、パワートレーン 100 では出力ギヤ 8 から駆動輪 20 に向けてトルクを出力するように構成されている。なお、動力分割機構 6 のリングギヤ 6 r と出力軸 7 と出力ギヤ 8 とが一体化されてもよい。

20

【0035】

出力ギヤ 8 はカウンタギヤ機構 11 を介して終減速機であるデファレンシャルギヤ 12 とトルク伝達可能に連結している。カウンタギヤ機構 11 は、出力ギヤ 8 に噛み合うカウンタドリブンギヤ 11 a と、デファレンシャルギヤ 12 のリングギヤ 12 a に噛み合うカウンタドライブギヤ 11 c とを備えている。カウンタドリブンギヤ 11 a およびカウンタドライブギヤ 11 c がカウンタシャフト 11 b と一体回転する。カウンタドライブギヤ 11 c はカウンタドリブンギヤ 11 a よりも小径である。そして、デファレンシャルギヤ 12 には車軸 13 (OUT) を介して駆動輪 20 が連結されている。車軸 13 には、要求駆動トルク T_{req} に応じた駆動トルク T_{ds}^* が作用する。

30

【0036】

さらに、パワートレーン 100 では MG2 トルクが出力ギヤ 8 を介して駆動輪 20 に伝達するように構成されている。第 2 のモータ 3 は、トルクを増幅する減速ギヤ機構 9 を介して出力ギヤ 8 とトルク伝達可能に連結されている。上述したように出力ギヤ 8 と出力軸 7 と動力分割機構 6 のリングギヤ 6 r とが一体回転するので、第 2 のモータ 3 は減速ギヤ機構 9 を介して動力分割機構 6 のリングギヤ 6 r へトルク伝達可能に連結されていることになる。

40

【0037】

減速ギヤ機構 9 は、三つの回転要素としてサンギヤ 9 s とキャリア 9 c とリングギヤ 9 r とを有するシングルピニオン型遊星歯車機構により構成されている。入力要素となるサンギヤ 9 s には第 2 のモータ 3 が連結されている。サンギヤ 9 s と第 2 のモータ 3 のロータ軸 3 a とが一体回転する。反力要素となるキャリア 9 c がハウジングなどの固定部 10 に連結されて固定されている。出力要素となるリングギヤ 9 r が出力軸 7 および出力ギヤ 8 と一体回転する。また、減速ギヤ機構 9 のギヤ比は、リングギヤ 9 r から出力されるトルクが MG2 トルクを増幅させたトルクとなるように設定されている。なお、減速ギヤ機構 9 のリングギヤ 9 r は出力軸 7 および出力ギヤ 8 と一体化されてもよい。

【0038】

50

例えば制動時に、後述する ECU30 が第 2 のモータ 3 を回生制御することにより、駆動輪 20 から第 2 のモータ 3 に伝達する機械的な外力を第 2 のモータ 3 で電力に変換できるように構成されている。ハイブリッド車 Ve は各モータ 2, 3 で発電した電力を蓄電池 42 へ供給できるように構成されている。

【0039】

図 8 に示すように、各モータ 2, 3 は、インバータ 41 を介して蓄電池 42 が電氣的に接続されており、ECU30 によってインバータ 41 の電流が制御されることにより発電機あるいはモータとして機能する。各モータ 2, 3 は蓄電池 42 に蓄えられた電力が供給されることにより駆動する。さらに、各モータ 2, 3 はインバータ 41 を介して電氣的に接続されているため、第 1 のモータ 2 で発電した電力を蓄電池 42 を介さずに第 2 のモータ 3 へ供給することができる。

10

【0040】

ハイブリッド車 Ve では入力軸 5 に潤滑装置のオイルポンプ 15 が連結されている。入力軸 5 が回転することによりオイルポンプ 15 が駆動するように構成されている。つまり、オイルポンプ 15 はエンジン 1 によって駆動する機械式である。また、入力軸 5 と、エンジン 1 のクランクシャフト 4 と、動力分割機構 6 の各回転要素と、第 1 のモータ 2 のロータ軸 2a と、第 2 のモータ 3 のロータ軸 3a と、減速ギヤ機構 9 の各回転要素とは、いずれも回転中心軸線が同一軸線上となるように配列されている。

【0041】

さらに、クラッチ C が図示しない周知のアクチュエータにより動作するように構成されている。例えば油圧式や電磁式などのアクチュエータである。アクチュエータは後述する ECU30 から出力された制御信号に応じて動作する。要は、その ECU30 がアクチュエータの動作量を制御することにより、クラッチ C のトルク容量（以下「クラッチトルク容量」という） T_{cl-act} を適宜に制御できるように構成されている。

20

【0042】

クラッチトルク容量 T_{cl-act} は完全開放状態から完全係合状態に到るまでの間に連続的に変化する。また、クラッチトルク容量 T_{cl-act} とアクチュエータの動作量との間には相関関係が成立しており、その動作量に応じてクラッチトルク容量 T_{cl-act} が変化する。例えば、クラッチトルク容量 T_{cl-act} はアクチュエータにおける油圧や電流値やストローク量などの動作量とほぼ比例関係にある。

30

【0043】

なお、ハイブリッド車 Ve では、クラッチ C や車軸 13 などのトルクを検出とするセンサ装置（トルクセンサなど）を備えていない。つまり、クラッチ C で実際に生じているクラッチトルク容量 T_{cl-act} をセンシングしていない。同様に、要求駆動トルク T_{ds}^* に応じて車軸 13 に実際に作用している駆動トルク T_{ds}^* をセンシングしていない。

【0044】

（2．電子制御装置）

ECU30 は、マイクロコンピュータを主体にして構成され、記憶装置やインターフェイスなどを備えている。ECU30 は入力されたデータおよび記憶装置内に予め記憶させられているデータを使用して各種の演算を行い、その演算結果を制御信号として出力するように構成されている。

40

【0045】

ECU30 には、車速、アクセル開度、回転数、蓄電池 42 の充電残量（以下「SOC」という）などが入力される。その回転数には、入力部材の回転数（以下「入力回転数」という） N_{in} 、第 1 のモータ 2 の回転数（以下「MG1 回転数」という） N_{mg1} 、エンジン 1 の回転数（以下「エンジン回転数」という） N_e が含まれる。入力回転数 N_{in} には、動力分割機構 6 におけるキャリア 6c の回転数、入力軸 5 の回転数、クラッチ C の係合要素 Cb の回転数が含まれる。クラッチ C が完全係合している場合には、エンジン回転数 N_e が入力回転数 N_{in} となる。なお、ECU30 には実際の駆動トルク T_{ds}^* および実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} が入力されない。

50

【 0 0 4 6 】

ＥＣＵ３０の記憶装置には、要求駆動トルク T_{req} を定めたマップや、入力回転数 N_{in} の目標回転数 N_{ref} を定めたマップなどが予め記憶されている。さらに、クラッチトルク容量の指令値（以下「クラッチトルク指令」という） T_{cl}^* を定めたマップ、ＭＧ１トルクの指令値（以下「ＭＧ１トルク指令」という） T_{mg1}^* を定めたマップ、ＭＧ２トルクの指令値（以下「ＭＧ２トルク指令」という） T_{mg2}^* を定めたマップなどが含まれる。なお、クラッチトルク容量はアクチュエータの動作量に対する値として予め定めることができるため、クラッチトルク容量についてのデータをマップ形式などでＥＣＵ３０の記憶装置内に予め記憶させることができる。

【 0 0 4 7 】

10

ＥＣＵ３０が出力する制御信号には、エンジン制御用の信号、クラッチ制御用の信号、モータ制御用の信号などが含まれる。ＥＣＵ３０はハイブリッドシステムを制御するためにハイブリッド車 V_e の走行状態に応じて各種の制御信号を出力する。

【 0 0 4 8 】

具体的には、クラッチトルク指令 T_{cl}^* がクラッチ C のアクチュエータに出力される。さらに、ＭＧ１トルク指令 T_{mg1}^* およびＭＧ２トルク指令 T_{mg2}^* をインバータ４１に出力される。

【 0 0 4 9 】

例えば、ＥＣＵ３０は、入力データであるアクセル開度および車速と、記憶データである要求駆動トルク T_{req} を定めたマップとを用いて要求駆動トルク T_{req} を決定する。そして、ＥＣＵ３０は要求駆動トルク T_{req} に応じた制御信号を動力源へ出力する。要は、周知の方法によって要求駆動トルク T_{req} が演算されるように構成されている。

20

【 0 0 5 0 】

なお、以下の説明では、ＭＧ１トルクとＭＧ１トルク指令 T_{mg1}^* とを区別せずにＭＧ１トルク指令 T_{mg1}^* と記載して説明する。同様に、ＭＧ２トルクとＭＧ２トルク指令 T_{mg2}^* とを区別せずにＭＧ２トルク指令 T_{mg2}^* と記載する。

【 0 0 5 1 】

(2 - 1 . 走行モード制御)

この具体例のハイブリッド車 V_e は、エンジン１の出力で走行するハイブリッド走行モード（以下「ＨＶモード」という）以外に、エンジン停止中に第２のモータ３を蓄電池４２の電力で駆動させて走行するモータ走行モード（以下「ＥＶモード」という）に設定することができる。ＥＣＵ３０は、アクセル開度や車速やＳＯＣなどの走行状態に応じてＨＶモードとＥＶモードとのうちいずれかの走行モードを選択するように構成されている。要は、要求駆動トルク T_{req} を満たせる走行モードが選択される。

30

【 0 0 5 2 】

(2 - 1 - 1 . ＨＶモード)

例えば、車速がある程度高速、かつアクセル開度が車速を維持するべく比較的に大きい走行状態では、ＥＣＵ３０はＨＶモードを選択できる。さらに、アクセル開度が小さい場合であってもＳＯＣが所定の閾値以下になると、ＥＣＵ３０はＨＶモードを選択するように構成されている。

40

【 0 0 5 3 】

ＨＶモードには、エンジン１の出力に第２のモータ３の出力を付加して走行する場合と、エンジン１の出力のみで走行する場合とが含まれる。また、ＨＶモード中はクラッチ C が完全係合しているので、第１のモータ２によってエンジン回転数 N_e を制御できる。

【 0 0 5 4 】

図１１には、ＨＶモードの一例を共線図で示してある。図１１に示すＨＶモードでは、動力源がエンジントルク T_e と正方向のＭＧ２トルク指令 T_{mg2}^* とを出力している。そして、走行状態に応じてＭＧ１トルク指令 T_{mg1}^* を制御してエンジン回転数 N_e （入力回転数 N_{in} ）を変化させている。

【 0 0 5 5 】

50

HVモード中に第1のモータ2によってエンジン回転数 N_e を制御することにより、エンジン1は燃料効率がよい運転点で駆動できる。運転点とはエンジン回転数 N_e とエンジントルク T_e とによって決まる周知のパラメータである。ECU30は、入力データである車速およびアクセル開度と、記憶装置に予め記憶された運転点を定めたマップとを用いて運転点を決定するように構成されている。例えば、最適燃費線上の運転点を決定し、その運転点上のエンジン回転数 N_e となるように第1のモータ2を制御する。

【0056】

(2-1-2. エンジン制御)

具体的には、エンジン1がガソリンエンジンの場合、ECU30は、スロットル開度、燃料の供給量、燃料供給の停止、点火時期などを制御するように構成されている。また、燃料消費を低減するために、ECU30は走行状態に応じてエンジン1の出力を自動停止する制御(以下「エンジン停止制御」という)を実施するように構成されている。

10

【0057】

エンジン停止制御とは、エンジン1への燃料供給を停止する制御や、点火を停止する制御などである。また、エンジン停止制御は、ハイブリッド車V_eのパワースイッチがオンとなっている状態、すなわちハイブリッドシステムのオン状態において実施される。

【0058】

エンジン停止制御として、HVモード中のハイブリッド車V_eが交差点の信号待ちなどで停車した際にエンジン1を一時的に自動停止させる制御(アイドルストップ制御)がある。また、HVモード中のハイブリッド車V_eが所定車速で走行中に運転者がアクセルペダルから足を離した場合に実施されるフューエルカット制御などがある。フューエルカット制御では、燃料の供給再開によってエンジン1が自律して回転する回転数(以下「アイドル回転数」という)に保たれるように制御する。

20

【0059】

(2-1-3. EVモード)

さらに、EVモードでは燃料消費量が零になるようにECU30がエンジン停止制御を実施する。つまり、HVモードからEVモードへの切替時にエンジン停止制御を開始するように構成されている。

【0060】

例えば、SOCが十分に大きく、かつアクセル開度が比較的小さい走行状態では、ECU30はEVモードを選択できる。EVモードには、両モータ2,3が動力を出力するツーモータモードと、第2のモータ3のみが動力を出力するワンモータモードとが含まれる。図12にはツーモータモードの一例を共線図で示してある。また、図13にはワンモータモードの一例を共線図で示してある。

30

【0061】

図12に示すツーモータモードでは、要求駆動トルク T_{req} が正トルクあって、動力源が負方向のMG1トルク指令 T_{mg1}^* と正方向のMG2トルク指令 T_{mg2}^* とを出力している。また、クラッチCが完全係合し、かつエンジン1の回転が停止している。

【0062】

図12に示す共線図を梃子に例えると、停止中のエンジン1が支点となり、第1のモータ2が力点となり、車軸13(OUT)が作用点となる。そのため、第1のモータ2が出力した負方向のMG1トルク指令 T_{mg1}^* は車軸13に正方向のトルクとして作用する。つまり、MG1トルク指令 T_{mg1}^* は駆動トルク T_{ds}^* として作用する。

40

【0063】

図13(a)に示すワンモータモードでは、要求駆動トルク T_{req} が正トルクあり、かつ第1のモータ2が停止中である。動力源として第2のモータ3が要求駆動トルク T_{req} を満たす正方向のMG2トルク指令 T_{mg2}^* を出力している。なお、図13に示す第1のモータ2は、MG1回転数 N_{mg1} およびMG1トルク指令 T_{mg1}^* が零である。

【0064】

(2-1-4. 第1EVモードと第2EVモード)

50

また、ワンモータモードは、クラッチCが完全係合している第1EVモードと、クラッチCが完全開放している第2EVモードとに分けることができる。つまり、第1EVモードではエンジン1が動力分割機構6に連結されている。第2EVモードではエンジン1が動力分割機構6から切り離されている。図13(b)には第1EVモードの一例を共線図で示してある。図13(c)には第2EVモードの一例を共線図で示してある。

【0065】

図13(b)に示すように、第1EVモードではクラッチCが完全係合しているので、エンジン回転数 N_e と入力回転数 N_{in} とが一致する。また、第1のモータ2が停止し、かつ入力部材が回転しているので、出力停止中のエンジン1が連れ回されている。

【0066】

例えば、EVモード中であってエンジン1の出力を再開させる可能性が高い走行状態では、ECU30は第1EVモードを選択する。ところが、第1EVモードでは上述したようにエンジン1が連れ回されることによる動力損失を生じてしまう。そこで、ECU30は走行状態に応じてクラッチCを開放させて第1EVモードから第2EVモードへの切り替え制御を実施するように構成されている。また、SOCが十分あり、かつ要求駆動トルク T_{req} をモータトルクのみで満たせる場合には、ECU30は第2EVモードを選択する。したがって、エンジン1を動力分割機構6から切り離す制御とエンジン停止制御とを実施することにより第2EVモードへ切り替わる。

【0067】

図13(c)に示すように、第2EVモードではクラッチCが完全開放しているので、エンジン回転数 N_e と入力回転数 N_{in} とが相違する。具体的には、エンジン回転数 N_e が零であり、入力回転数 N_{in} が正の値である。

【0068】

そして、ECU30は第2EVモード中からエンジン1の出力を再開する場合にクラッチCに係合制御する。例えば、第2EVモード中に所定のエンジン始動条件が成立した場合、ECU30は第2EVモードからHVモードへの切り替え制御を実施する。この切り替え時、ECU30はクラッチCをスリップ係合させつつエンジン1を始動させるように構成されている。

【0069】

エンジン始動条件が成立する場合として、例えばアクセルペダルが踏み込まれて要求駆動パワーが増大する場合や、SOCが低下していることにより電力のみでは要求駆動トルク T_{req} を満たせない場合などがある。

【0070】

なお、ECU30はカーナビゲーションシステムによる情報(以下「カーナビ情報」という)に基づいて走行モードを選択できるように構成されてもよい。カーナビ情報によれば、例えばこの先に上り坂があるなど将来の走行経路が予測できる。そのため、現在の走行状態でもEVモードを継続可能であるが、ECU30はカーナビ情報に基づいて将来の走行状態を予測して予めエンジン始動制御を開始するように構成できる。このエンジン始動制御によりエンジン回転数 N_e はアイドル回転数に保たれる。

【0071】

(2-2. クラッチ制御)

ECU30は走行モードを切り替える際にクラッチトルク容量 T_{cl-act} を制御するように構成されている。例えば、ECU30はクラッチトルク指令 T_{cl}^* を記憶装置に予め記憶されたマップに基づいて決定するように構成されている。そのクラッチトルク指令 T_{cl}^* がアクチュエータに入力されることにより、そのクラッチトルク指令 T_{cl}^* に応じてアクチュエータの動作量が変化する。

【0072】

ところで、クラッチCが摩擦式であるため、クラッチトルク容量 T_{cl-act} を徐々に変化させることが可能である。しかし、この場合には、クラッチCおよびアクチュエータの構造に起因する応答遅れが不可避免的に生じる。

【 0 0 7 3 】

例えば、クラッチ C が油圧式の摩擦クラッチである場合、クラッチトルク指令 T_{cl}^* の変化に対してアクチュエータが遅れて動作する。たとえ ECU30 が所望のクラッチトルク指令 T_{cl}^* を出力しても、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* の変化に対して遅れて変化してしまう。要するに、過渡的に実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* とは異なってしまふ。加えて、上述したようにハイブリッド車 V e はクラッチ C のトルク容量 T_{cl-act} を検出するトルクセンサを備えていないので、ECU30 は実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} を検出できない。しかしながら、走行モードを切り替える場合など、ECU30 は実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} の変化に応じて各モータ 2, 3 の出力トルクを制御する必要がある。

10

【 0 0 7 4 】

そのため、ECU30 は、クラッチ C の実際のトルク容量 T_{cl-act} とクラッチ C に対する指令値 T_{cl}^* とが一致しているとの前提で各種の演算処理を実行するように構成されている。したがって、ECU30 が各モータ 2, 3 からの出力トルクを制御する際、クラッチトルク指令 T_{cl}^* をクラッチ C の実際のトルク容量 T_{cl-act} の推定値として使用する。このように、この具体例ではクラッチ C の応答遅れによる不都合を低減するように構成されている。なお、この制御の詳細は後述する。

【 0 0 7 5 】

(2 - 3 . モータ制御)

ECU30 は、ハイブリッド車 V e の走行状態に応じてモータトルクの方角とモータトルクの大きさと制御するように構成されている。ECU30 がモータトルクの方角を制御することにより、各モータ 2, 3 に対する力行制御あるいは回生制御を実施することになる。力行制御ではモータトルクの方角がロータ軸の回転方向と同じ方向に制御される。回生制御ではモータトルクの方角がロータ軸の回転方向とは反対方向に制御される。

20

【 0 0 7 6 】

なお、トルクの方角を説明する際に、正トルクと負トルクとを用いて説明する場合がある。正回転とは、回転部材がエンジン 1 の回転方向と同じ方向に回転することである。負回転とは、回転部材がエンジン 1 の回転方向とは反対方向に回転することである。正トルクとは、回転部材を正回転させる方向のトルクである。負トルクとは、回転部材を負回転させる方向のトルクである。

30

【 0 0 7 7 】

具体的には、ECU30 は、入力回転数 N_{in} やクラッチトルク指令 T_{cl}^* などに基づいて MG1 トルク指令 T_{mg1}^* を決定するように構成されている。また、ECU30 は MG1 トルク指令 T_{mg1}^* を定めたマップに基づいて MG1 トルク指令 T_{mg1}^* を決定してもよい。

【 0 0 7 8 】

さらに、ECU30 は、要求駆動トルク T_{req} やクラッチトルク指令 T_{cl}^* などに基づいて MG2 トルク指令 T_{mg2}^* を決定するように構成されている。つまり、上述した応答遅れなどによって実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} とクラッチトルク指令 T_{cl}^* が相違する場合でも、クラッチトルク指令 T_{cl}^* を用いて MG1 トルク指令 T_{mg1}^* および MG2 トルク指令 T_{mg2}^* を決定する。なお、MG2 トルク指令 T_{mg2}^* の詳細については後述する。

40

【 0 0 7 9 】

(2 - 3 - 1 . 入力回転数制御)

ECU30 は、MG1 トルク指令 T_{mg1}^* を制御して MG1 回転数 N_{mg1} を変化させることによって入力回転数 N_{in} を制御するように構成されている。例えば、ECU30 は入力回転数 N_{in} を目標回転数に変化させるために MG1 トルク指令 T_{mg1}^* を制御する。あるいは、入力回転数 N_{in} を所定回転数に維持させるために ECU30 は第 1 のモータ 2 を制御する。さらに、HV モード中にはクラッチ C が完全係合しておりエンジン回転数 N_e が入力回転数 N_{in} となるため、ECU30 は MG1 トルク指令 T_{mg1}^* を制御することによってエンジン回転数 N_e を制御できる。

【 0 0 8 0 】

50

(2 - 3 - 2 . 推定クラッチトルク容量による M G 1 トルク制御)

E C U 3 0 は、M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* をクラッチトルク指令 T_{cl}^* に釣り合うように制御するように構成されている。例えば、E C U 3 0 はクラッチトルク指令 T_{cl}^* と動力分割機構 6 のギヤ比 とに基づいて M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* を算出するように構成されている。それらが釣り合う場合、クラッチ C の係合部材 C b に作用する M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* はクラッチトルク容量 T_{cl-act} と一致する。つまり、クラッチ C に伝達した第 1 のモータ 2 の動力をクラッチ C で損失することなくエンジン 1 に伝達できる。なお、M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* とクラッチトルク指令 T_{cl}^* とが釣り合う場合には、係合部材 C b に作用する M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* とクラッチトルク容量 T_{cl-act} との誤差が所定範囲内である場合も含まれる。

10

【 0 0 8 1 】

(2 - 3 - 3 . 推定クラッチトルク容量による M G 2 トルク制御)

ここでは、図 2 , 図 3 , 図 4 , 図 5 を参照して、M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* について説明する。図 2 は、第 2 E V モードの一例であって、要求駆動トルク T_{req} が正トルクの場合を示した共線図である。図 3 は、図 2 に示す走行状態からエンジン始動制御を開始した場合を示した共線図である。図 4 は、第 2 E V モードの一例であって、要求駆動トルク T_{req} が負トルクの場合を示した共線図である。図 5 は、図 4 に示す走行状態からエンジン始動制御を開始した場合を示した共線図である。

【 0 0 8 2 】

図 2 , 図 4 に示すように、第 2 E V モード中の M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* は、少なくとも要求駆動トルク T_{req} を含むトルクであって、車軸 1 3 (O U T) に駆動トルク T_{ds}^* として作用する。つまり、M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* の方向は要求駆動トルク T_{req} の方向と一致する。また、第 1 のモータ 2 は停止している。

20

【 0 0 8 3 】

図 3 , 図 5 に示すように、第 2 E V モードからエンジン始動制御を開始する場合、クラッチ C をスリップさせつつ第 1 のモータ 2 によってエンジン回転数 N_e を上昇させることになる。このように、第 1 のモータ 2 によってエンジン 1 を始動する際、車軸 1 3 (O U T) に反力として作用するトルク (以下「反力トルク」という) T_r が生じる。反力トルク T_r は車軸 1 3 を負方向に回転させるように作用するトルク (負トルク) である。

【 0 0 8 4 】

その結果、車軸 1 3 では反力トルク T_r によって駆動トルク T_{ds}^* が変動してしまう。そのため、第 1 のモータ 2 でエンジン 1 を始動する際、第 2 のモータ 3 は車軸 1 3 に作用する反力トルク T_r を減殺するためのトルク (以下「キャンセルトルク」という) T_{cs} を出力するように構成されている。したがって、上述したエンジン始動時、M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* は要求駆動トルク T_{req} とキャンセルトルク T_{cs} とを含む。

30

【 0 0 8 5 】

なお、キャンセルトルク T_{cs} は図 2 , 図 3 , 図 4 , 図 5 に示していない。キャンセルトルク T_{cs} が後述する補正キャンセルトルク T_{cs}^* と同一方向のトルクである。そのため、ここでの説明では、図示する補正キャンセルトルク T_{cs}^* をキャンセルトルク T_{cs} と読み替えて説明する。

40

【 0 0 8 6 】

E C U 3 0 はキャンセルトルク T_{cs} の方向を反力トルク T_r の方向とは反対方向に設定する。上述した通り反力トルク T_r が負トルクであるため、キャンセルトルク T_{cs} は正トルクに設定される。

【 0 0 8 7 】

また、図 3 , 図 5 に示す反力トルク T_r には、モータリング時の M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* により生じる反力トルク (以下「M G 1 反力トルク」という) T_{r1} と、クラッチトルク容量 T_{cl-act} が増大することによってクラッチ C の係合要素 C b にエンジン 1 の慣性力 (慣性トルク T_i) が作用して生じる反力トルク (以下「クラッチ反力トルク」という) T_{r2} とが含まれる。仮に第 1 E V モードからエンジン始動制御を実施する場合には、既にク

50

ラッチCが完全係合しているので、上述したクラッチ反力トルク T_{r2} は生じない。この場合、反力トルク T_r はMG1反力トルク T_{r1} のみを含む。

【0088】

特に、この具体例では、第2EVモード中からエンジン始動制御を開始する場合、第2のモータ3から補正されたMG2トルク指令 T_{mg2}^* を出力するように構成されている。

【0089】

(3. エンジン始動制御フロー)

ここで、図1を参照して、この具体例のエンジン始動制御フローについて説明する。図1は、ECU30が実施するエンジン始動制御のフローチャートである。まず、ECU30はクラッチCが完全開放している状態からエンジン始動制御を開始するか否かを判定する(ステップS1)。例えば、ECU30はステップS1において、第2EVモードからHVモードへの切り替え制御を実施するか否かを判定するように構成されている。

10

【0090】

ステップS1では、クラッチCが完全開放している場合に所定のエンジン始動条件が成立して、クラッチCをスリップさせつつエンジン1をモータリングするか否かを判定することになる。

【0091】

そのステップS1で否定的に判定された場合には、この制御ルーチンは終了する。一方、ステップS1で肯定的に判定された場合には、ECU30はクラッチトルク指令 T_{cl}^* に基づいてキャンセルトルク T_{cs} を設定する(ステップS2)。

20

【0092】

具体的には、ステップS2は、クラッチトルク指令 T_{cl}^* を用いてキャンセルトルク T_{cs} を算出するように構成されている。例えば、MG1トルク指令 T_{mg1}^* とクラッチトルク指令 T_{cl}^* と動力分割機構6のギヤ比とを用いてキャンセルトルク T_{cs} を算出する。ステップS2で設定されるキャンセルトルク T_{cs} とは、エンジン1のモータリング時にMG1反力トルク T_{r1} およびクラッチ反力トルク T_{r2} を減殺するためのトルクである。

【0093】

また、ステップS2では、上述したようにクラッチトルク指令 T_{cl}^* を実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} とみなして演算処理を実行する。すなわち、キャンセルトルク T_{cs} を算出するために推定クラッチトルク容量としてクラッチトルク指令 T_{cl}^* を用いる。したがって、ECU30はステップS2において、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} に対して必要になるであろうキャンセルトルクを推定することになる。

30

【0094】

また、ECU30は、要求駆動トルク T_{req} が所定範囲内であるか否かを判定する(ステップS3)。所定範囲とは、零を含む正負両側の範囲である。ステップS3は、要求駆動トルク T_{req} が所定の下限值以上かつ所定の上限値以下であるか否かを判定するように構成されている。

【0095】

例えば、ステップS3の所定範囲とは、下限値が負の所定値、上限値が正の所定値となる。また、この具体例では所定値および所定値は零付近の値となる。なお、所定値の絶対値と所定値の絶対値とが等しくてもよく、その絶対値の大小関係は限定されない。

40

【0096】

要求駆動トルク T_{req} が所定範囲外であることによりステップS3で否定的に判定された場合、この制御ルーチンは終了する。

【0097】

なお、ECU30はステップS3において、要求駆動トルク T_{req} を実際の駆動トルク T_{ds}^* とみなして演算処理を実行している。したがって、ステップS3では、要求駆動トルク T_{req} が零付近の所定範囲内であるか否かを判定することにより、実際の駆動トルク T_{ds}^* が零付近の値であるか否かを推定することになる。ECU30はステップS3にお

50

いて、要求駆動トルク T_{req} を実際の駆動トルク T_{ds}^* についての推定駆動トルクとして演算処理に用いている。ステップ S 3 に加え、後述するステップ S 4 における要求駆動トルク T_{req} も推定駆動トルクとなる。

【 0 0 9 8 】

仮に実際の駆動トルク T_{ds}^* が零付近の値である場合、反力トルク T_r や過剰なキャンセルトルクによって駆動トルク T_{ds}^* の方向が反転する可能性が高い。そのため、E C U 3 0 は要求駆動トルク T_{req} を用いて駆動トルク T_{ds}^* の方向が反転しやすい走行状態であることを推定した場合、ステップ S 2 で設定されたキャンセルトルク T_{cs} を補正するように構成されている。この具体例では、M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を要求駆動トルク T_{req} の方向へ増大させる補正を行うように構成されている。

10

【 0 0 9 9 】

具体的には、要求駆動トルク T_{req} が所定範囲内にあることによりステップ S 3 で肯定的に判定された場合、E C U 3 0 は要求駆動トルク T_{req} が正トルクであるか否かを判定する（ステップ S 4）。例えば、ステップ S 4 は要求駆動トルク T_{req} の値における符号を判定するように構成されている。

【 0 1 0 0 】

ステップ S 4 では要求駆動トルク T_{req} の方向を判定することになる。また、上述した通り E C U 3 0 はステップ S 4 において実際の駆動トルク T_{ds}^* の方向を推定することになる。なお、E C U 3 0 は要求駆動トルク T_{req} が負トルクである場合にはステップ S 4 で否定的に判定するように構成されている。

20

【 0 1 0 1 】

要求駆動トルク T_{req} が正トルクであることによりステップ S 4 で肯定的に判定された場合、E C U 3 0 は M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を正方向へ増大させる補正を行う（ステップ S 5）。ステップ S 5 は、要求駆動トルク T_{req} の方向へ補正された M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を設定するように構成されている。

【 0 1 0 2 】

例えば、ステップ S 5 は、ステップ S 3 で設定されたキャンセルトルク T_{cs} を正方向へ増大させる補正を行うように構成されてもよい。この場合、キャンセルトルク T_{cs} を正方向へ増大させた補正キャンセルトルク T_{cs}^* が算出される。そして、補正されたキャンセルトルク T_{mg2}^* は補正キャンセルトルク T_{cs}^* と要求駆動トルク T_{req} との和となる。

30

【 0 1 0 3 】

一方、要求駆動トルク T_{req} が負トルクであることによりステップ S 4 で否定的に判定された場合、E C U 3 0 は M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を負方向へ増大させる補正を行う（ステップ S 6）。ステップ S 6 は、要求駆動トルク T_{req} の方向へ補正された M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を設定するように構成されている。

【 0 1 0 4 】

例えば、ステップ S 6 は、ステップ S 3 で設定されたキャンセルトルク T_{cs} を負方向へ増大させる補正を行うように構成されてもよい。この場合、キャンセルトルク T_{cs} を負方向へ増大させた補正キャンセルトルク T_{cs}^* が算出される。そして、補正されたキャンセルトルク T_{mg2}^* は補正キャンセルトルク T_{cs}^* と要求駆動トルク T_{req} との和となる。

40

【 0 1 0 5 】

そして、E C U 3 0 は、補正された M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を第 2 のモータ 3 から出力させる（ステップ S 7）。ステップ S 7 における補正後の M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* は、要求駆動トルク T_{req} と補正キャンセルトルク T_{cs}^* とを含むトルクである。したがって、その補正後の M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* が車軸 1 3 (O U T) に作用することにより反力トルク T_r を減殺できるとともに駆動トルク T_{ds} の方向が反転することを抑制できる。

【 0 1 0 6 】

なお、上述した「正方向へ増大させる」とは、増大方向を表するものであり、補正後の M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* の方向を表すものではない。同様に、「負方向へ増大させる」とは、増大方向を表するものであり、補正後の M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* の方向を表すもので

50

はない。

【 0 1 0 7 】

また、この具体例のエンジン始動制御フローの順序は図 1 に示す順序に限定されない。例えば、キャンセルトルク T_{cs} を設定する処理が、上述したステップ S 3 で肯定的に判断された後に実行されるように構成されてもよい。要は、キャンセルトルク T_{cs} を設定する処理がステップ S 4 よりも前に完了していればよい。

【 0 1 0 8 】

さらに、ステップ S 4 では、シフトレバーのポジションや、アクセル開度や、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* の方向などに基づいて、要求駆動トルク T_{req} の方向を判定してもよい。例えば、シフトレバーがドライブポジションに位置し、かつアクセルペダルが踏み込まれている場合や、第 2 EV モード中に MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* が正トルクである場合などに、ステップ S 4 で肯定的に判定されるように構成されてもよい。

【 0 1 0 9 】

(4 . 補正キャンセルトルクの算出方法)

上述したように、ステップ S 5 , ステップ S 6 では補正キャンセルトルク T_{cs}^* を設定することができる。ここでは、補正キャンセルトルク T_{cs}^* の算出方法について説明する。まず、補正キャンセルトルク T_{cs}^* とは、MG 1 反力トルク T_{r1} およびクラッチ反力トルク T_{r2} を減殺するためのトルクである。その補正キャンセルトルク T_{cs}^* は、キャンセルトルク T_{cs} に補正トルク T を加算して求められる。

【 0 1 1 0 】

補正トルク T の方向は、要求駆動トルク T_{req} の方向と同一方向である。したがって、補正キャンセルトルク T_{cs}^* は補正前のキャンセルトルク T_{cs} よりも要求駆動トルク T_{req} の方向へ増大する。また、補正トルク T の絶対値 (補正量) は、駆動トルク T_{ds}^* の方向を反転させない大きさに設定される。すなわち、補正キャンセルトルク T_{cs}^* によって駆動トルク T_{ds}^* の方向を反転させないように補正トルク T の絶対値を設定する。その結果、ステップ S 7 による MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は補正トルク T 分だけ補正されていることになる。

【 0 1 1 1 】

ステップ S 5 による補正キャンセルトルク T_{cs}^* について、図 3 を参照して説明する。図 3 に示すように、反力トルク T_r が負トルクなので、補正キャンセルトルク T_{cs}^* は正トルクに設定される。要求駆動トルク T_{req} が正トルクなので、ステップ S 5 の補正トルク T は正トルクとなる。また、ステップ S 2 で算出されたキャンセルトルク T_{cs} は正トルクである。したがって、補正キャンセルトルク T_{cs}^* はキャンセルトルク T_{cs} よりも絶対値が大きい。そのため、補正トルク T の絶対値は、駆動トルク T_{ds}^* の方向が正方向から負方向に反転しない大きさ、かつ駆動トルク T_{ds}^* の絶対値が必要以上に増大しない大きさに設定される。これにより、ギヤ打ち音や振動という不都合を低減でき、かつ駆動トルク T_{ds}^* が正方向へ大きく変動することを抑制できる。

【 0 1 1 2 】

ステップ S 6 による補正キャンセルトルク T_{cs}^* について、図 5 を参照して説明する。図 5 に示すように、反力トルク T_r が負トルクなので、補正キャンセルトルク T_{cs}^* は正トルクに設定される。要求駆動トルク T_{req} が負トルクなので、ステップ S 5 の補正トルク T は負トルクとなる。また、ステップ S 2 で算出されたキャンセルトルク T_{cs} は正トルクである。したがって、補正キャンセルトルク T_{cs}^* はキャンセルトルク T_{cs} よりも絶対値が小さい。そのため、補正トルク T の絶対値は、駆動トルク T_{ds}^* の方向が負方向から正方向に反転しない大きさ、かつ駆動トルク T_{ds}^* の絶対値が必要以上に増大しない大きさに設定される。これにより、ギヤ打ち音や振動という不都合を低減でき、かつ駆動トルク T_{ds}^* が負方向へ大きく変動することを抑制できる。

【 0 1 1 3 】

(5 . タイムチャート)

ここで、図 6 , 図 7 を参照して、図 1 に示すエンジン始動制御フローを実施した場合の

ハイブリッド車 V_e の走行状態について説明する。図 6 には、要求駆動トルク T_{req} (推定駆動トルク) が正トルクであり上述したステップ S 5 を実行した場合のタイムチャート図を示してある。図 7 には、要求駆動トルク T_{req} (推定駆動トルク) が負トルクであり上述したステップ S 6 を実行した場合のタイムチャート図を示してある。

【0114】

(5-1. 要求駆動トルクが正トルクの場合)

まず、図 6 を参照して、要求駆動トルク T_{req} が正トルクの場合について説明する。図 6 に示すように、エンジン始動制御を開始する前 ($t1$ 時点よりも前) のハイブリッド車 V_e は第 2 EV モードに設定されて低車速で前進走行している。具体的には、ハイブリッド車 V_e の走行状態は、MG 1 トルク指令 T_{mg1}^* が零、クラッチトルク指令 T_{cl}^* が零、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} が零、エンジン回転数 N_e が零、入力回転数 N_{in} が零よりも大きい値、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* が零付近の正トルク、車軸 13 に作用している実際の駆動トルク (D/S トルク) T_{ds}^* が零付近の正トルクである。

【0115】

図 6 に示すように、ECU 30 は所定のエンジン始動条件が成立したことを判断することによりエンジン始動制御を開始する ($t1$ 時点)。 $t1$ 時点において、ECU 30 は正方向の MG 1 トルク指令 T_{mg1}^* と、零より大きい所定の目標クラッチトルク容量に設定されたクラッチトルク指令 T_{cl}^* と、上述したステップ S 7 の MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* とを出力する。目標クラッチトルク容量は、クラッチ C がスリップする大きさに設定される。

【0116】

$t1$ 時点以降では、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* に基づいて目標クラッチトルク容量となるように増大することにより、クラッチ C はスリップしながら係合し始める。その際、図 6 に示すように、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} はクラッチトルク指令 T_{cl}^* に対して遅れて変化する。そして、 $t1$ 時点から所定時間経過後、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* と一致する ($t2$ 時点)。

【0117】

また、 $t1$ 時点以降、クラッチ C がスリップしながら係合し始めることにより、入力回転数 N_{in} が低下し始めるとともにエンジン回転数 N_e が零から上昇し始める。具体的には、クラッチ C のうち第 1 のモータ 2 側の係合要素 C b に作用する MG 1 トルク指令 T_{mg1}^* がエンジン 1 側の係合要素 C a に伝達することによって、クランクシャフト 4 は回転する。一方、停止しているエンジン 1 の慣性エネルギーにより入力回転数 N_{in} が低下し始める。要は、ECU 30 が目標クラッチトルク容量のクラッチトルク指令 T_{cl}^* を出力することにより入力回転数 N_{in} とエンジン回転数 N_e との回転数差が減少する。エンジン 1 の慣性エネルギーによって図 3 に示す慣性トルク T_i が入力軸 5 に作用する。

【0118】

加えて、 $t1$ 時点以降では、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は補正キャンセルトルク T_{cs}^* を含んでいる。そのため、図 6 に実線で示す MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は、一点鎖線で示す補正をしていない MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ よりも補正トルク T 分だけ正方向に増大している。さらに、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は要求駆動トルク T_{req} を含んでいる。そのため、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* に応じて駆動トルク T_{ds}^* が変化する。図 6 に実線で示す実際の駆動トルク (D/S トルク) T_{ds}^* は、一点鎖線で示す補正をしない場合の MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ に基づく駆動トルク T_{ds-not} よりも正方向に増大している。

【0119】

さらに、 $t1$ 時点以降の入力回転数 N_{in} は MG 1 トルク指令 T_{mg1}^* により制御されながら低下している。ECU 30 は入力回転数 N_{in} が目標回転数 N_{ref} に向けて低下するように MG 1 トルク指令 T_{mg1}^* を制御している。そして、入力回転数 N_{in} が目標回転数 N_{ref} に到達すると、ECU 30 によって入力回転数 N_{in} が目標回転数 N_{ref} に維持される。入力回転数 N_{in} を目標回転数 N_{ref} に維持するために MG 1 トルク指令 T_{mg1}^* は増大してクラッチトルク指令 T_{cl}^* と釣り合う大きさになる ($t3$ 時点)。なお、目標回転数 N_{ref} とは、

クラッチCを完全係合させる際の目標値である。

【0120】

また、エンジン回転数 N_e が目標回転数 N_{ref} 付近の所定回転数まで上昇すると、クラッチトルク指令 T_{cl}^* が低下し始める($t4$ 時点)。例えば、ECU30によりクラッチトルク指令 T_{cl}^* は $t4$ 時点までの目標クラッチトルク容量よりも低い別の目標クラッチトルク容量に設定される。そのため、 $t4$ 時点から、ECU30の制御によりクラッチトルク指令 T_{cl}^* が低下させられる。

【0121】

さらに、 $t3$ 時点以降は、ECU30によりMG1トルク指令 T_{mg1}^* がクラッチトルク指令 T_{cl}^* と釣り合うように制御されている。そのため、 $t4$ 時点において、ECU30によりMG1トルク指令 T_{mg1}^* がクラッチトルク指令 T_{cl}^* と釣り合う大きくなるように低下させられる。また、第1のモータ2は、インバータ41を電氣的に制御することにより動作するためクラッチCよりも応答性が高い。例えば、MG1トルク指令 T_{mg1}^* に基づいてインバータ41の電流値を変化させることにより実際のMG1トルクが直ちに指令値と一致する。

【0122】

一方、クラッチCでは、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* よりも遅れて低下した後、クラッチトルク指令 T_{cl}^* に一致する($t5$ 時点)。 $t4 \sim t5$ 時点において、推定クラッチトルク容量は実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} よりも小さい値になっている。つまり、第1のモータ2とクラッチCとの関係では、指令値同士が釣り合っているものの実際値同士は釣り合っていないことになる。

【0123】

この具体例では、ECU30が各モータ2, 3の実際のモータトルクと、クラッチCの実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} と、実際の駆動トルク T_{ds}^* とを各指令値に基づいて推定するように構成されている。具体的には、上述した通りキャンセルトルク T_{cs} が推定クラッチトルク容量であるクラッチトルク指令 T_{cl}^* を用いて算出される。そのため、 $t4$ 時点以降は、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} よりも小さい値となっている推定クラッチトルクを用いてキャンセルトルク T_{cs} を算出することになる。言い換えれば、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} が推定クラッチトルク容量よりも大きいため、車軸13に作用する実際の反力トルク T_r は推定反力トルクよりも大きくなる。図6に示す例は、図3に示すように、要求駆動トルク T_{req} の方向と反力トルク T_r の方向とが反対方向である。なお、図3には図6の $t1$ 時点から $t6$ 時点までの走行状態を共線図で示してある。

【0124】

つまり、 $t4$ 時点以降、上述したステップS3で算出されたキャンセルトルク T_{cs} のみでは車軸13に作用する反力トルク T_r を減殺しきれず、車軸13に実際に作用するトルクの方向が正方向から負方向に反転してしまう。図6には、上記のステップS2で算出されたキャンセルトルク T_{cs} と要求駆動トルク T_{req} との和となる補正なしのMG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ を一点鎖線で示してある。さらに、図6には、補正なしのMG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ に基づいて車軸13に作用する駆動トルク T_{ds-not} を一点鎖線で示してある。要するに、MG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ および駆動トルク T_{ds-not} は、上述したステップS5による補正処理を実施していない場合を示している。この場合には、駆動トルク T_{ds-not} の方向が正方向から負方向に反転してしまう。

【0125】

この具体例のECU30は上述したステップS5, S7の制御手段を備えている。つまり、 $t4$ 時点において、第2のモータ3からは、ステップS5により算出された補正キャンセルトルク T_{cs}^* を含む補正されたMG2トルク指令 T_{mg2}^* が出力される。図6に示すように、MG2トルク指令 T_{mg2}^* は補正なしのMG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ よりも駆動トルク T_{ds}^* の方向(正方向)に増大している。また、補正ありのMG2トルク指令 T_{mg2}^* と補正なしのMG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ との偏差分が補正トルク T による補正量である。

【 0 1 2 6 】

したがって、MG2トルク指令 T_{mg2}^* に基づいて車軸13に作用する駆動トルク T_{ds}^* は、トルクの方が正方向から零を跨いで負方向に到ることを抑制できる。具体的には、駆動トルク T_{ds}^* は補正なしの駆動トルク T_{ds-not} よりも正方向（駆動トルク T_{ds}^* の方向）に増大している。また、補正ありの駆動トルク T_{ds}^* と補正なしの駆動トルク T_{ds-not} との偏差分が補正トルク T に起因する補正量である。なお、駆動トルク T_{ds}^* はトルクの方が反転しなければよく、零となってもよい。

【 0 1 2 7 】

そして、エンジン回転数 N_e が目標回転数 N_{ref} に到達すると、ECU30はクラッチCが完全係合したものと判定する（t6時点）。t6時点において、ハイブリッド車VeはHVモードに設定されたことになる。つまり、ハイブリッド車Veの走行モードは、t1時点以前が第2EVモード、t1～t6時点までが第2EVモードからHVモードへの切り替え過渡期である。また、図6に示す例では、ECU30が継続的にキャンセルトルク T_{cs} を補正するように構成されている。そのため、図6に示すt1～t6時点までの間、ECU30からは補正されたMG2トルク指令 T_{mg2}^* のみがインバータ41へ出力されるように構成されている。

【 0 1 2 8 】

（ 5 - 2 . 要求駆動トルクが負トルクの場合 ）

次に、図7を参照して、要求駆動トルク T_{req} が負トルクの場合について説明する。つまり、図7に示す例では、推定駆動トルク T_{ds} の方向と反力トルク T_r の方向とが反対方向である。例えば、図7に示すt1時点以前において、ハイブリッド車Veの走行状態は第2EVモードに設定されて走行している。具体的には、MG2トルク指令 T_{mg2}^* が零付近の負トルク、実際の駆動トルク T_{ds}^* が零付近の負トルクである。つまり、図7のt1時点において、実際の駆動トルク T_{ds}^* は上述したステップS2の所定範囲内にあることになる。なお、図7を参照する説明では、図6を参照して上述した説明と同様の説明については省略する。

【 0 1 2 9 】

まず、図7に示す走行状態では、要求駆動トルク T_{req} が負トルクであるため、負トルクである反力トルク T_r が車軸13において要求駆動トルク T_{req} の方向に作用することになる。つまり、車軸13における駆動トルク T_{ds}^* は反力トルク T_r によって要求駆動トルク T_{req} よりも大きな負トルクとなってしまう。そのため、反力トルク T_r を減殺するために第2のモータ3から出力されるMG2トルク指令 T_{mg2}^* は正方向でなければならない。なお、図7のt1時点よりも前の走行状態を共線図で示すと図4に示すようになる。

【 0 1 3 0 】

図7に示すt1～t2時点までの間は、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* よりも遅れて変化するため、推定値は実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} よりも大きくなる。つまり、実際値よりも大きい推定値を用いてキャンセルトルク T_{cs} を算出することになる。言い換えれば、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} が推定クラッチトルク容量よりも小さいため、車軸13に作用する実際の反力トルク T_r は推定反力トルクよりも小さくなる。図7に示す例は、図5に示すように、要求駆動トルク T_{req} の方向と反力トルク T_r の方向とが同一方向である。なお、図5には図7のt1時点からt6時点までの走行状態を共線図で示してある。

【 0 1 3 1 】

つまり、t1時点以降、上述したステップS3で算出されたキャンセルトルク T_{cs} では、車軸13に作用する反力トルク T_r を減殺するためのトルクとしては必要以上に大きな正トルクである。そのため、車軸13に実際に作用するトルクの方が負方向から正方向に反転してしまう。図7に一点鎖線で示すMG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ は、補正なしの場合であって、上述したステップS3により設定されたキャンセルトルク T_{cs} と要求駆動トルク T_{req} との和である。要求駆動トルク T_{req} は負トルクであるが、MG2トルク指令 $T_{mg2-not}$ はキャンセルトルク T_{cs} を含んでいるため正トルクである。また、MG2トルク指

10

20

30

40

50

令 $T_{mg2-not}$ とは、ステップ S 6 による補正前の指令値と言える。さらに、図 7 には、MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ に基づいて車軸 1 3 に作用する駆動トルク T_{ds-not} を一点鎖線で示してある。MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ および駆動トルク T_{ds-not} は、上述したステップ S 6 による補正処理を実施していない場合を示している。この場合には、駆動トルク T_{ds-not} の方向が負方向から正方向に反転してしまう。

【 0 1 3 2 】

図 7 に示す例では、ECU 3 0 は上述したステップ S 6 , S 7 を実施している。具体的には、t1 時点以降、第 2 のモータ 3 からは、ステップ S 6 により算出された補正キャンセルトルク T_{cs}^* を含む補正ありの MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* が出力される。t1 時点以降の MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は反力トルク T_r を減殺するために正トルクである。具体的には、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は、負トルクである要求駆動トルク T_{req} と、推定駆動トルク

10

の方向である負方向の補正トルク T とを含むが、ステップ S 3 で設定されたキャンセルトルク T_{cs} を含んでいるため正トルクとなる。

【 0 1 3 3 】

図 7 に示すように、補正ありの MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は、補正なしの MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ よりも駆動トルク T_{ds}^* の方向（負方向）に増大している。エンジン始動制御を開始したことにより MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* の方向が負方向から正方向に反転しているので、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* は MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ よりも絶対値が小さい正トルクとなる。また、補正ありの MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* と補正なしの MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ との偏差分が補正トルク T による補正量である。

20

【 0 1 3 4 】

したがって、MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* に基づいて車軸 1 3 に作用する駆動トルク T_{ds}^* は、トルク方向が負方向から零を跨いで正方向に到ることを抑制できる。具体的には、駆動トルク T_{ds}^* は補正なしの駆動トルク T_{ds-not} よりも負方向（駆動トルク T_{ds}^* の方向）に増大している。また、補正ありの駆動トルク T_{ds}^* と補正なしの駆動トルク T_{ds-not} との偏差分が補正トルク T に起因する補正量である。また、駆動トルク T_{ds}^* はトルク方向が反転しなければよく、零となってもよい。

【 0 1 3 5 】

なお、この具体例のエンジン始動制御装置は、ECU 3 0 が補正ありの MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* と補正なしの MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ とを使い分けるように構成されてもよい。例えば、実際のクラッチトルク容量 T_{cl-act} がクラッチトルク指令 T_{cl}^* から遅れて変化する過渡期（図 6 , 7 に示す t1 ~ t2 時点の間）には、補正ありの MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* を出力するように構成される。さらに、クラッチトルク指令 T_{cl}^* が所定値に維持されたまま所定時間経過した場合には、補正なしの MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ を出力するように構成されている。要は、クラッチ C において、応答遅れが確実に生じている場合と、応答遅れが生じていないことが明らかな場合とに分けて制御を実施するように構成されてもよい。そのエンジン始動制御装置について図 6 , 図 7 を用いて説明すると、ECU 3 0 は t1 ~ t2 時点までの間および t4 ~ t5 時点までの間には補正ありの MG 2 トルク指令 T_{mg2}^* を出力し、t2 ~ t4 時点までの間は補正なし MG 2 トルク指令 $T_{mg2-not}$ を出力するように構成されている。

30

40

【 0 1 3 6 】

以上説明した通り、この具体例のエンジン始動制御装置によれば、実際のクラッチトルクが正確に推定できなくてもエンジン始動時に車軸に作用する反力トルクを第 2 のモータからの出力トルクにより減殺することができる。つまり、エンジン始動時に駆動トルク方向が反転することを防止できるためギヤ打ち音や振動が生じてしまう不都合を低減できる。

【 0 1 3 7 】

なお、この発明に係るエンジン始動制御装置は、上述した具体例に限定されず、この発明の目的を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

【 0 1 3 8 】

50

(6 . 要求駆動トルクが負トルクの場合の変形例)

例えば、ハイブリッド車が後進走行する場合にも上述したエンジン始動制御を実施できるように構成されている。図 9 には、第 2 E V モードに設定されたハイブリッド車 V e が後進走行している場合の共線図を示してある。さらに、図 10 には、図 9 に示す走行状態から上述したエンジン始動制御を実施した場合の共線図を示してある。図 9 に示すように、第 2 E V モードに設定されたハイブリッド車 V e が後進走行している場合、正方向の M G 1 トルク指令 T_{mg1}^* が入力回転数 N_{in} を制御するために出力されている。しかし、クラッチ C が完全開放しているので M G 1 反力トルク T_{r1} は生じていない。そのため、後進走行時であっても上述したステップ S 6 で設定された補正キャンセルトルク T_{cs}^* を含む補正ありの M G 2 トルク指令 T_{mg2}^* を出力することに、図 10 に示すように反力トルク T_r を減殺することができる。

10

【 0 1 3 9 】

(7 . パワートレーンの変形例)

また、この発明に係るエンジン始動制御装置が適用されるハイブリッド車のパワートレーンは、上述した具体例のパワートレーンに限定されない。そこで、エンジン始動制御装置が制御対象にできるパワートレーンの他の例を図 14 に示してある。図 14 に示すパワートレーン 200 では、第 2 のモータ 3 の配置が図 8 を参照して上述したパワートレーン 100 とは異なる。なお、図 14 に示すパワートレーン 200 の説明において、上述したパワートレーン 100 と同様の構成については説明を省略し参照符号を引用する。

【 0 1 4 0 】

20

図 14 に示すように、パワートレーン 200 では、第 2 のモータ 3 の回転中心軸線がエンジン 1 や第 1 のモータ 2 などの回転中心軸線とは相違する位置に配置されている。第 2 のモータ 3 のロータ軸 3 a は、リダクションギヤ 17 と一体回転するように構成されている。リダクションギヤ 17 はカウンタギヤ機構 11 のカウンタドリブンギヤ 11 a に噛み合っている。すなわち、パワートレーン 200 では、カウンタドリブンギヤ 11 a が出力ギヤ 8 およびリダクションギヤ 17 と噛み合っている。また、リダクションギヤ 17 はカウンタドリブンギヤ 11 a よりも小径である。

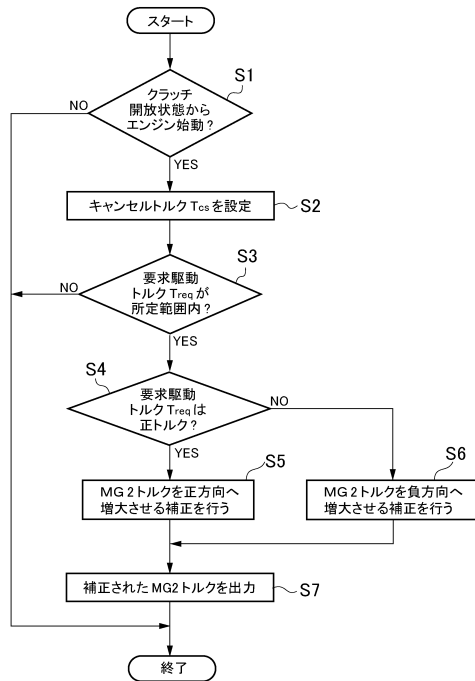
【 符号の説明 】

【 0 1 4 1 】

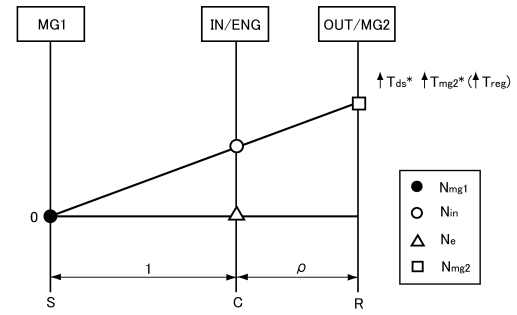
1 ... エンジン (E N G)、 2 ... 第 1 のモータ・ジェネレータ (M G 1)、 3 ... 第 2 のモータ・ジェネレータ (M G 2)、 4 ... クランクシャフト、 5 ... 入力軸、 6 ... 動力分割機構、 7 ... 出力軸、 8 ... 出力ギヤ、 9 ... 減速ギヤ機構、 13 ... 車軸、 20 ... 駆動輪、 30 ... 電子制御装置 (E C U)。

30

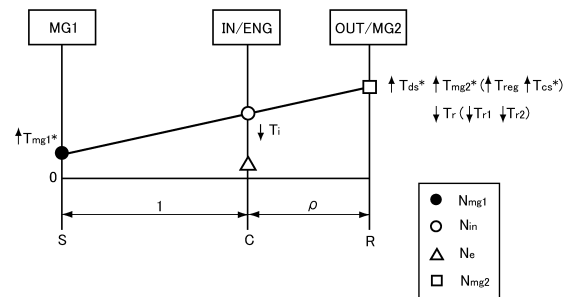
【図 1】



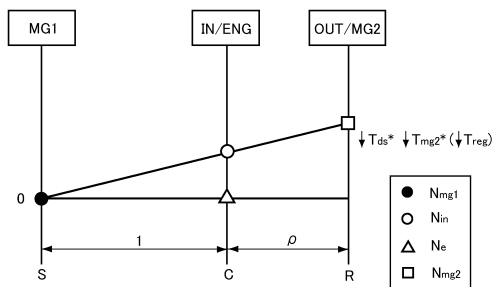
【図 2】



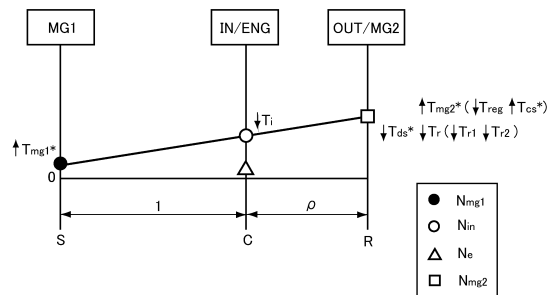
【図 3】



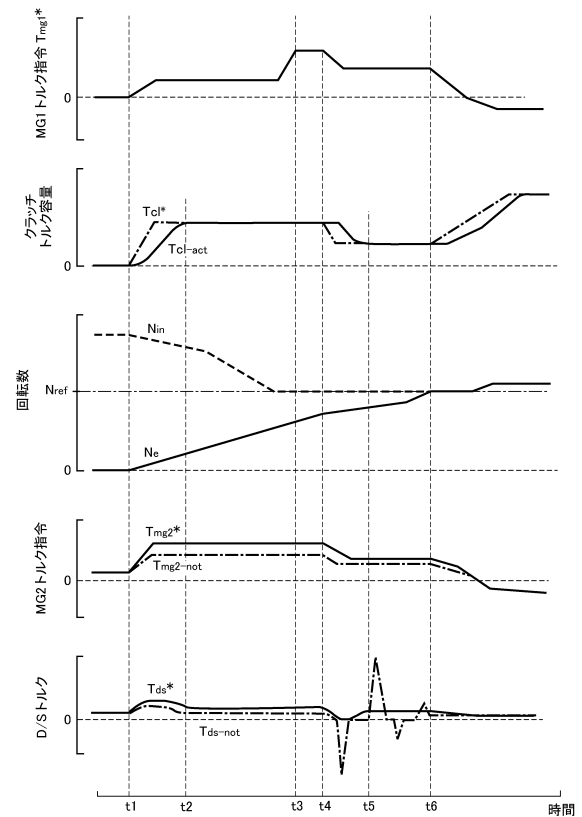
【図 4】



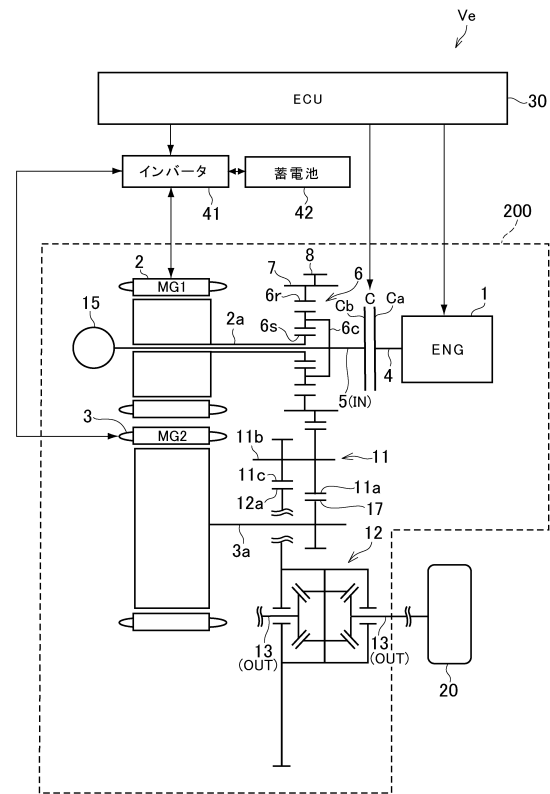
【図 5】



【図 6】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-193529(JP,A)
特開2007-112258(JP,A)
特開2012-224243(JP,A)
特許第5950036(JP,B2)
特開2012-224244(JP,A)
特開2005-184999(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60W	10/00 - 20/50
B60K	6/00 - 6/547
F02N	11/04
F02N	15/00