

(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2012-111433

(P2012-111433A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B60W 10/10 (2012.01)	B60K 6/20 350	5H115
B60W 20/00 (2006.01)	B60K 6/20 320	
B60W 10/08 (2006.01)	B60K 6/445 ZHV	
B60K 6/445 (2007.10)	B60L 11/14	
B60L 11/14 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2010-263983 (P2010-263983)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成22年11月26日 (2010.11.26)		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	100104765
			弁理士 江上 達夫
		(74) 代理人	100099645
			弁理士 山本 晃司
		(74) 代理人	100107331
			弁理士 中村 聡延
		(72) 発明者	江淵 弘章
			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	駒田 英明
			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

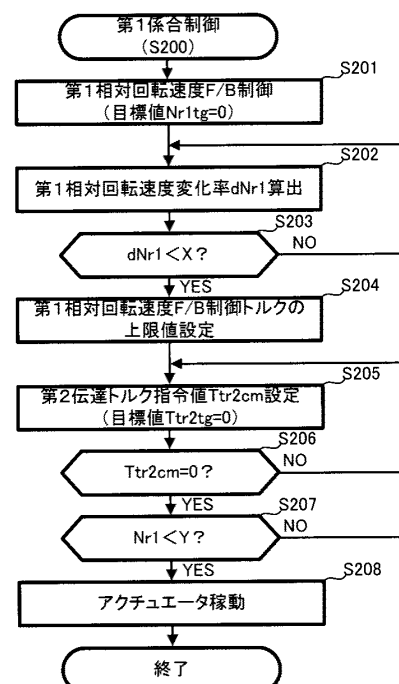
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の制御装置

(57) 【要約】

【課題】係合時に回転同期を、係合解除時に伝達トルク低減を要する係合機構を同時に作動させる係合装置を好適に制御する。

【解決手段】係合状態において第1回転電機をロックする第1係合機構(810)と、係合状態において第2回転電機と駆動軸との間のトルク伝達を可能とし且つ係合解除状態において第2回転電機を駆動軸から切り離す第2係合機構(820)を備え、第1係合機構が係合状態となり且つ第2係合機構が係合解除状態となる第1動作状態と、第1係合機構が係合解除状態となり且つ第2係合機構が係合状態となる第2動作状態との間で動作状態を切り替え可能な係合装置(800)を備えたハイブリッド車両を制御する装置(100)は、第2動作状態から第1動作状態への動作状態の切り替え要求が生じた場合に、第1係合機構における回転同期制御を、第2係合機構におけるトルク調整制御に先んじて実行する。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関と、
第 1 回転電機と、
第 2 回転電機と、

前記第 1 回転電機に連結された第 1 回転要素、前記内燃機関に連結された第 2 回転要素及び前記車軸に繋がる駆動軸に連結された第 3 回転要素を含む相互に差動作用をなす複数の回転要素を備えた動力伝達機構と、

相対回転速度が基準値未満である回転同期状態において相互に係合可能且つ相互間の伝達トルクの絶対値が基準値未満であるトルク非伝達状態において相互間の係合を解除可能に構成される複数の係合要素を備え、前記複数の係合要素が相互に係合してなる係合状態において前記第 1 回転電機を所定の回転速度にロックする第 1 係合機構、及び、前記回転同期状態で相互に係合可能且つ前記トルク非伝達状態で相互間の係合を解除可能に構成される複数の係合要素を備え、前記係合状態において前記第 2 回転電機と前記駆動軸との間のトルクの伝達を可能とし且つ前記複数の係合要素相互間の係合が解除されてなる係合解除状態において前記第 2 回転電機を前記駆動軸から切り離す第 2 係合機構を備え、前記第 1 係合機構が前記係合状態となり且つ前記第 2 係合機構が前記係合解除状態となる第 1 動作状態と、前記第 1 係合機構が前記係合解除状態となり且つ前記第 2 係合機構が前記係合状態となる第 2 動作状態との間で動作状態を選択的に切り替え可能な係合装置と

を備えたハイブリッド車両を制御するハイブリッド車両の制御装置であって、

前記第 2 動作状態から前記第 1 動作状態への前記動作状態の切り替え要求が生じた場合に、前記第 1 回転電機に対し、前記第 1 係合機構における前記複数の係合要素を前記回転同期状態とするための回転同期制御を実行する回転同期制御実行手段と、

前記回転同期制御が開始された後に、前記第 2 回転電機に対し、前記第 2 係合機構における前記複数の係合要素を前記トルク非伝達状態とするためのトルク調整制御を実行するトルク調整制御実行手段と

を具備することを特徴とするハイブリッド車両の制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 又は第 2 動作状態から前記第 2 又は第 1 動作状態への前記動作状態の切り替え要求が生じた場合に、前記第 1 及び第 2 係合機構のうち前記係合状態に移行すべき一方における前記複数の係合要素が前記回転同期状態に移行し且つ前記第 1 及び第 2 係合機構のうち前記係合解除状態に移行すべき他方における前記複数の係合要素が前記トルク非伝達状態に移行したことを許可条件として前記動作状態が切り替わるように前記係合装置を制御する係合制御手段を更に具備する

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。

【請求項 3】

前記回転同期制御が開始されてから前記トルク調整制御が開始されるまでの期間において、前記第 1 回転電機のイナーシャトルクに起因する前記駆動軸のトルク変動が緩和されるように前記第 2 回転電機を制御する駆動軸トルク制御手段と、

前記イナーシャトルクの大きさに対応する、前記第 1 係合機構における前記複数の係合要素の相対回転速度の変化率を特定する第 1 特定手段と

を更に具備し、

前記トルク調整制御実行手段は、前記特定された変化率が基準値未満となった場合に前記トルク調整制御を開始する

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】

前記トルク調整制御における前記伝達トルクの絶対値の目標値はゼロである

ことを特徴とする請求項 3 に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項 5】

前記回転同期制御は、前記第 1 係合機構における前記複数の係合要素の相対回転速度に

応じたフィードバック制御を含み、

前記回転同期制御実行手段は、前記トルク調整制御の開始後において、前記フィードバック制御に要するトルクを、前記トルク調整制御の開始時点相当値を上限として制限することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項 6】

前記回転同期制御実行手段は、前記第 1 動作状態から前記第 2 動作状態への前記動作状態の切り替え要求が生じた場合に、前記第 2 回転電機に対し、前記第 2 係合機構における前記複数の係合要素を前記回転同期状態とするための回転同期制御を実行し、

前記トルク調整制御実行手段は、前記第 2 回転電機に対する回転同期制御が開始された後に、前記第 1 回転電機に対し、前記第 1 係合機構における前記複数の係合要素を前記トルク非伝達状態とするためのトルク調整制御を実行する

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項 7】

前記第 1 係合機構は、前記係合状態において前記第 1 回転電機をゼロ回転に固定するブレーキ機構であり、

前記第 2 係合機構における前記複数の回転要素の相対回転速度を特定する第 2 特定手段を更に具備し、

前記トルク調整制御実行手段は、前記特定された相対回転速度が、前記回転同期状態を規定する基準値よりも大きい所定値未満となった場合に前記トルク調整制御を開始する

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 回転電機から反力要素を介して反力トルクを付与することにより内燃機関のトルクを駆動軸に伝達可能な差動機構と、駆動軸との間でトルクの入出力が可能な第 2 回転電機と、第 1 回転電機をロックするロック機構と、第 2 回転電機と駆動軸とを断接するクラッチ機構とを備えたハイブリッド車両を制御するハイブリッド車両の制御装置の技術分野に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の装置として、第 1 回転電機をロックすることにより内燃機関を駆動軸に直結してハイブリッド車両を走行させるにあたり、第 2 回転電機のフリクションや慣性による動力損失を回避する目的から第 2 回転電機を駆動軸から切り離すものがある。特に、上記ロック機構及びクラッチ機構として、係合要素同士の係合時に係合要素間の回転同期を必要とし、解放時に係合要素間に作用するトルク低減を必要とするものを対象としたものがある（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に開示された装置によれば、第 1 回転電機がゼロ回転である場合にロック機構としてのブレーキ機構が係合され、その後に第 2 回転電機のトルクがゼロトルクまで低減される。

【0003】

尚、同様の機構において第 1 回転電機のロックに伴い第 2 回転電機を駆動軸から切り離す技術思想については、特許文献 2 にも開示されている。

【0004】

また、特許文献 3 には、第 1 回転電機をロック可能な構成において、第 1 回転電機の回転速度の変化率に上限を設ける技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2005-192284号公報

【特許文献2】特開2003-104072号公報

【特許文献3】特開2001-001773号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えば噛合式クラッチ等、係合時に係合要素相互間の回転同期措置を必要とし、係合解除時に係合要素相互間の伝達トルクの低減措置を必要とする係合機構は、係合状態におけるトルクの伝達効率が良好であるから、動力損失による燃費（燃料消費率）や電費（電力消費率）の低下抑制に顕著に効果的である。従って、上記ロック機構及びクラッチ機構として用いられて好適である。

10

【0007】

ところで、第1回転電機のロックに伴って第2回転電機を駆動軸から切り離し、第1回転電機のロック解除に伴って第2回転電機を駆動軸に接続する場合、ロック機構及びクラッチ機構を、例えばアクチュエータを共用する等して同時に作動させることによって、車両コストや車両搭載性の面で高い利益を獲得することができる。

【0008】

ここで、このような構成におけるロック機構及びクラッチ機構を、上述した係合時の回転同期措置及び係合解除時の伝達トルク低減措置を必要とする係合機構とした場合、係合及び係合解除を相互に独立して実行することができないから、係合機構の動作状態を実際に切り替えるにあたって、係合させる一方の係合機構において回転同期措置が完了し、また係合を解除する他方の係合機構において伝達トルク低減措置が完了している必要がある。

20

【0009】

一方、特許文献1に開示された装置では、このようにロック機構とクラッチ機構とを同時に作動させる構成を念頭に置いておらず、ロック機構の係合後にクラッチ機構の伝達トルクがゼロトルクに低減されている。従って、特許文献1に開示された装置に係る構成に適用する場合には、ロック機構の回転同期措置完了後にクラッチ機構の伝達トルク調整を開始し、伝達トルクがゼロトルクに収束するまでロック機構の回転同期状態を維持する必要がある。これでは、係合機構の動作状態の切り替え期間が長大化して、ハイブリッド車両の走行制御上望ましくない。

30

【0010】

このように、特許文献1に開示される装置には、係合時の回転同期措置と係合解除時の伝達トルク低減措置とを必要とするロック機構及びクラッチ機構を同時に作動させる構成を想定していないことに起因して、回転同期措置と伝達トルク低減措置との時間的相互関係が良好になり難いという技術的問題点がある。このような問題は、特許文献2及び3に開示される装置においても同様である。

【0011】

本発明は、上述した技術的問題点に鑑みてなされたものであり、係合時の回転同期措置と係合解除時の伝達トルク低減措置とを必要とするロック機構及びクラッチ機構を同時に作動させる構成において、これら係合機構の動作状態の切り替えを好適に行い得るハイブリッド車両の制御装置を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述した課題を解決するため、本発明に係るハイブリッド車両の制御装置は、内燃機関と、第1回転電機と、第2回転電機と、前記第1回転電機に連結された第1回転要素、前記内燃機関に連結された第2回転要素及び前記車軸に繋がる駆動軸に連結された第3回転要素を含む相互に差動作用をなす複数の回転要素を備えた動力伝達機構と、相対回転速度が基準値未満である回転同期状態において相互に係合可能且つ相互間の伝達トルクの絶対値が基準値未満であるトルク非伝達状態において相互間の係合を解除可能に構成される複

50

数の係合要素を備え、前記複数の係合要素が相互に係合してなる係合状態において前記第1回転電機を所定の回転速度にロックする第1係合機構、及び、前記回転同期状態で相互に係合可能且つ前記トルク非伝達状態で相互間の係合を解除可能に構成される複数の係合要素を備え、前記係合状態において前記第2回転電機と前記駆動軸との間のトルクの伝達を可能とし且つ前記複数の係合要素相互間の係合が解除されてなる係解除状態において前記第2回転電機を前記駆動軸から切り離す第2係合機構を備え、前記第1係合機構が前記係合状態となり且つ前記第2係合機構が前記係解除状態となる第1動作状態と、前記第1係合機構が前記係解除状態となり且つ前記第2係合機構が前記係合状態となる第2動作状態との間で動作状態を選択的に切り替え可能な係合装置とを備えたハイブリッド車両を制御するハイブリッド車両の制御装置であって、前記第2動作状態から前記第1動作状態への前記動作状態の切り替え要求が生じた場合に、前記第1回転電機に対し、前記第1係合機構における前記複数の係合要素を前記回転同期状態とするための回転同期制御を実行する回転同期制御実行手段と、前記回転同期制御が開始された後に、前記第2回転電機に対し、前記第2係合機構における前記複数の係合要素を前記トルク非伝達状態とするためのトルク調整制御を実行するトルク調整制御実行手段とを具備することを特徴とする（請求項1）。

【0013】

本発明に係るハイブリッド車両は、駆動軸に対しトルクを供給可能な動力要素として、燃料種別、燃料の供給態様、燃料の燃焼態様、吸排気系の構成及び気筒配列等、その物理的、機械的又は電氣的構成を問わない各種の態様を採り得る、燃料の燃焼により動力を生成可能な機関としての内燃機関と、各々が力行及び発電（即ち、電力回生である）可能な、各種モータジェネレータ等の第1及び第2回転電機とを備える。

【0014】

また、本発明に係るハイブリッド車両は、これら動力要素としての内燃機関並びに第1及び第2回転電機と、車軸に直結された或いは各種ギア機構を介して間接的に連結された駆動軸との間のトルク伝達を可能とする動力伝達機構を備える。

【0015】

動力伝達機構は、第1回転電機に連結された第1回転要素と、内燃機関に連結された第2回転要素と、駆動軸に連結された第3回転要素とを少なくとも含む、相互に差動作用をなす複数の回転要素を備えた、好適には回転二自由度の差動機構として構成される。尚、動力伝達機構に備わる回転要素或いは差動機構の数量は多義的であってよく、例えば、動力伝達機構は、遊星歯車機構等の各種差動ギア機構を一又は複数備えてもよい。複数の遊星歯車機構を含む場合、各遊星歯車機構を構成する回転要素の一部が複数の遊星歯車機構相互間で適宜共有されてもよい。

【0016】

動力伝達機構における回転要素相互間の差動作用に鑑みれば、第1回転電機に連結された第1回転要素は、内燃機関に反力トルクを付与する反力要素として機能する。第2回転要素を介して入力される内燃機関のトルクは、この反力トルクに対応する一部の直達トルクが、第3回転要素を介して駆動軸に伝達される。尚、このような構成においては、第1回転電機により、内燃機関の動作点は、少なくとも所定の範囲で連続的に可変となり得る。従って、動力伝達機構及び第1回転電機は、好適には一種の電氣的CVT（Continuously Variable Transmission：無段変速装置）として機能する。

【0017】

一方、第2回転電機は、後述する第2係合機構が係合状態にある場合に、駆動軸と直結或いは各種ギア機構等を介して間接的に連結され、駆動軸との間でトルクの入出力が可能である。第2回転電機は、例えば正回転領域において、例えば駆動輪、車軸及び駆動軸を順次介する動力伝達経路でトルクが入力された場合（即ち、負トルクである）等に、係る入力トルクを利用した電力回生が可能であり、また例えば正回転領域において駆動軸に対し正トルクを供給（即ち、力行）することにより、駆動軸に供給されるトルクとしての駆動軸トルクの少なくとも一部を負担することが可能である。

【0018】

本発明に係るハイブリッド車両における走行モードは、少なくとも、内燃機関の直達トルクと第2回転電機のトルクとを適宜協調的に使用する所謂ハイブリッドモード（協調の態様は多義的であり、例えば、第2回転電機からのトルクアシストがない場合も含む）と、少なくとも車両走行用動力として第2回転電機のトルクのみを使用する（即ち、単なるアイドリングや補機駆動用電力を得るための内燃機関の稼動等は適宜生じ得る）所謂EV（電気自動車）モードとの間で適宜選択可能である。

【0019】

本発明に係るハイブリッド車両は、第1係合機構と第2係合機構とを含む係合装置を備える。第1及び第2係合機構は、夫々が、回転同期状態で係合可能且つトルク非伝達状態で係合解除可能な複数の係合要素を備える。尚、回転同期状態とは、係合要素の相対回転速度が、例えば予め実験的に、経験的に、理論的に又はシミュレーション等に基づいて係合要素同士を係合させることに実践上の不都合がないものとして定められた、所定の速度領域の上限を規定する固定又は可変な基準値未満である状態（明確な基準値の設定がなく相対回転速度がゼロである場合等も含む）を意味する。また、トルク非伝達状態とは、同様に、係合要素相互間の伝達トルクの絶対値が、例えば予め実験的に、経験的に、理論的に又はシミュレーション等に基づいて係合要素同士の係合を解除することに実践上の不都合がないものとして定められた、所定のトルク領域を規定する固定又は可変な基準値未満である状態（明確な基準値の設定がなく当該絶対値がゼロである場合等も含む）を意味する。

【0020】

第1係合機構は、係合状態において第1回転電機を所定の回転速度にロックする係合機構である。実践的運用面において、第1係合機構における係合要素は、所定の回転速度を有するロック側の係合要素と、第1回転電機と直接的又は間接的に連結された第1回転電機側の係合要素とを含んでなる。尚、所定の回転速度がゼロであれば、ロック側の係合要素とは、即ち、固定要素（ブレーキ要素）を意味する。

【0021】

第1回転電機は、先に述べたように内燃機関のトルクに対する反力トルクを付与する動力要素であるが、このように常時所定の回転速度にロックされている状態においては、第1係合機構から反力トルクを与えることができるため、第1回転電機の稼動を停止させることができる。例えば、ハイブリッド車両が高速軽負荷走行状態にある場合のように、第1回転電機が負回転領域で負トルク（反力トルク）を供給する力行状態となることに起因する動力循環（第1回転電機の力行に要する電力を第2回転電機の発電作用により得られた発電電力により賄う非効率な電気パスを意味する）を回避することが可能となる。

【0022】

第2係合機構は、係合状態において駆動軸と第2回転電機とを直接的に又は間接的に接続し、係合解除状態において駆動軸から第2回転電機を切り離す係合機構である。実践的運用面において、第2係合機構における係合要素は、駆動軸に連結された駆動軸側の係合要素と、第2回転電機に連結された第2回転電機側の係合要素とを含んでなる。

【0023】

第2回転電機は、例えば上述したハイブリッドモード等において、内燃機関の直達トルクのみでは駆動軸トルクの要求値を満たさない場合等に駆動軸に対し適宜トルクのアシストを行う補助動力源として有効であるが、一方で、第1係合機構の作用により第1回転電機をロックしてなるエンジン直結モードのように、駆動軸トルクの要求値を内燃機関の直達トルクのみで賄える状況（このような状況において第1回転電機がロックされるようにロック条件が定められていてもよい）においては、そのフリクションや慣性抵抗が動力損失を招き得る。第2係合機構によれば、例えばこのような場合において第2回転電機を駆動軸から切り離すことができ、燃費や電費の向上に有益である。

【0024】

このように、第1係合機構が係合状態にある場合には第2係合機構は係合解除状態にあ

10

20

30

40

50

るのが望ましく、第1係合機構が係合解除状態にある場合には第2係合機構は係合状態にあるのが望ましい。そこで、本発明に係る係合装置は、その動作状態として、第1係合機構が係合状態となり第2係合機構が係合解除状態となる第1動作状態と、第1係合機構が係合解除状態となり第2係合機構が係合状態となる第2動作状態との間で動作状態が選択的に切り替えられる構成を有している。尚、このような構成は、制御的に実現されてもよいし構造的に実現されてもよい。

【0025】

ここで、動作状態の同時切り替えを実現するためには、動作状態の切り替え時点において、係合状態へ移行する側（以下、適宜「係合側」とする）の係合機構における係合要素同士は回転同期状態に、係合解除状態へ移行する側（以下、適宜「係合解除側」とする）の係合機構における係合要素同士はトルク非伝達状態に夫々収束しているのが望ましい。このため、本発明に係るハイブリッド車両の制御装置では、回転同期制御実行手段により、係合側の係合機構における係合要素を回転同期状態とするための回転同期制御が実行され、また、トルク調整制御実行手段により、係合解除側の係合要素をトルク非伝達状態とするためのトルク調整制御が実行される。

【0026】

回転同期制御とは、より具体的には、係合側の係合機構における係合要素の相対回転速度を上述した基準値未満の目標値に減少させる或いは収束させるべく、係合側の係合機構における係合要素にトルク供与可能な回転電機に対してなされる回転速度の制御である。回転同期制御は、例えば、予め設定された制御量に応じたフィードフォワード制御や、上記相対回転速度をフィードバックするフィードバック制御等を含んでいてもよい。また、トルク調整制御とは、より具体的には、係合解除側の係合機構における係合要素相互間の伝達トルクの絶対値を上述した基準値未満の目標値に減少させる或いは収束させるべく、係合解除側の係合機構における係合要素にトルク供与可能な回転電機に対してなされるトルクの制御である。これら各制御により、係合側の係合機構における係合要素を回転同期状態に、係合解除側の係合機構における係合要素をトルク非伝達状態に夫々収束させることが可能となる。

【0027】

ところで、本発明に係る係合装置のように第1及び第2係合機構の状態を同時に切り替える構成においては、例えば各係合機構の動作音（例えば、歯打ち音）の増大及びそれに伴うショックの増大、駆動軸のトルク変動並びに切り替え期間の長大化等を防止、抑制或いは緩和する必要から、一方における回転同期制御と他方におけるトルク調整制御との時間軸上の位置関係が重要な意味を持つ。

【0028】

特に、第1係合機構における回転同期制御、即ち第1回転電機の回転速度制御に際しては、第1回転電機の回転速度の時間微分値、即ち回転速度の変化率に応じたイナーシャトルクが発生する。第1回転電機が未だロックされていない第2動作状態におけるイナーシャトルクは、内燃機関のトルクに拮抗する反力トルクの相対的な減少を促すから、結果的に駆動軸トルクはその大小はさておき変動し易くなる。従って、第2回転電機が駆動軸に接続された第2動作状態から第1回転電機がロックされる第1動作状態への係合装置の動作状態の切り替え要求が生じた場合には、両制御相互間の時間的關係に留意する必要がある。

【0029】

この点に鑑み、本発明に係るハイブリッド車両の制御装置では、第2動作状態から第1動作状態への動作状態の切り替え要求が生じた場合に、トルク調整制御実行手段が、回転同期制御実行手段による回転同期制御の実行開始後にトルク調整制御を実行する。即ち、トルク調整制御の実行に先んじて回転同期制御が開始されるように構成されている。

【0030】

このように回転同期制御をトルク調整制御に先んじて開始すれば、回転同期制御の実行開始後、トルク調整制御が開始されるまでの期間において、駆動軸と第2回転電機との間

10

20

30

40

50

のトルクの入出力が阻害されることがない。従って、例えば、イナーシャトルクによる駆動軸トルクの減少によって第2係合機構の伝達トルクが変化することに起因する、係合要素同士の接触音や物理衝撃の発生を、第2回転電機により適宜吸収することも、また、イナーシャトルクによる駆動軸のトルク変動を、第2回転電機からのトルク供給により補償又は吸収すること等も可能となり、係合装置の動作状態切り替え期間における、ハイブリッド車両の走行性能や快適性能の低下を、好適に防止、抑制或いは緩和することが可能となるのである。

【0031】

補足すると、このようにイナーシャトルクによる駆動軸のトルク変動が顕在化する状況において、第2係合機構のトルク調整制御が、何らの指針に基づくことなく実行された場合、駆動軸に接続された状態にある第2回転電機のトルクを駆動軸トルクや第2係合機構における伝達トルクの調整に利用することができなくなる期間が、実践的にみて無視し得ない程度に長大化する可能性がある。とりわけ、第2係合機構のトルク調整制御完了後に第1係合機構の回転同期制御が実行される場合、或いは両制御が同時或いは略同時に開始される場合、駆動軸のトルク変動がハイブリッド車両の動力性能や快適性能を顕著に低下させかねないのである。

【0032】

尚、このような回転同期制御実行手段の作用により期待される効果に鑑みれば、当然ながら、回転同期制御の開始後におけるトルク調整制御の開始タイミングは、予め実験的に、経験的に、理論的に又はシミュレーション等に基づいて得られる、イナーシャトルクが駆動軸トルクに与える影響の大きさに対応付けられる形で決定されるのが望ましい。少なくとも、実践的見地から見て有意となり得る程度の遅延期間を経てトルク調整制御が実行されるのが望ましい。

【0033】

尚、本発明に係るハイブリッド車両の制御装置は、好適な一形態として、例えば、一又は複数のCPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro Processing Unit)、各種プロセッサ又は各種コントローラ、或いは更にROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、バッファメモリ又はフラッシュメモリ等の各種記憶手段等を適宜に含み得る、単体の或いは複数のECU (Electronic Controlled Unit) 等の各種処理ユニット、各種コントローラ或いはマイコン装置等各種コンピュータシステム等の形態を採り得る。

【0034】

本発明に係るハイブリッド車両の制御装置の一の態様では、前記第1又は第2動作状態から前記第2又は第1動作状態への前記動作状態の切り替え要求が生じた場合に、前記第1及び第2係合機構のうち前記係合状態に移行すべき一方における前記複数の係合要素が前記回転同期状態に移行し且つ前記第1及び第2係合機構のうち前記係合解除状態に移行すべき他方における前記複数の係合要素が前記トルク非伝達状態に移行したことを許可条件として前記動作状態が切り替わるように前記係合装置を制御する係合制御手段を更に具備する(請求項2)。

【0035】

この態様によれば、係合側の係合機構が回転同期状態となり係合解除側の係合機構がトルク非伝達状態に移行しない限り動作状態の切り替えが許可されないので、係合時或いは係合解除時における、係合要素相互の接触音や物理衝撃の発生を可及的に抑制することが可能となり、係合装置の動作状態を好適に切り替えることが可能となる。

【0036】

本発明に係るハイブリッド車両の制御装置の他の態様では、前記回転同期制御が開始されてから前記トルク調整制御が開始されるまでの期間において、前記第1回転電機のイナーシャトルクに起因する前記駆動軸のトルク変動が緩和されるように前記第2回転電機を制御する駆動軸トルク制御手段と、前記イナーシャトルクの大きさに対応する、前記第1係合機構における前記複数の係合要素の相対回転速度の変化率を特定する第1特定手段と

を更に具備し、前記トルク調整制御実行手段は、前記特定された変化率が基準値未満となった場合に前記トルク調整制御を開始する（請求項3）。

【0037】

この態様によれば、駆動軸トルク制御手段により、イナーシャトルクに起因する駆動軸のトルク変動が緩和されるため、一種の過渡的期間である係合装置の動作状態切り替え期間における、ハイブリッド車両の走行性能や快適性能の低下が可及的に抑制され得る。

【0038】

一方、単に回転同期制御をトルク調整制御に先んじて実行するのみの構成では、その効果にばらつきが生じる可能性がある。より具体的には、回転同期制御の完了後にトルク調整制御を開始すると、両制御の実行期間が時間軸上で重複しない所謂シリーズ制御となつて、係合装置の動作状態の切り替えに要する期間が不必要に長大化する可能性がある。また反対に、回転同期制御の開始後、即座にトルク調整制御が開始されてしまうと、両制御が時間軸上で殆ど並行して実行されることになり、動作状態の切り替え期間は短縮化され得るものの、駆動軸のトルク変動を抑制する旨の効果を殆ど期待できなくなる可能性がある。

【0039】

ここで、駆動軸のトルク変動を招来する第1回転電機のイナーシャトルクは、第1係合機構における複数の係合要素の相対回転速度の変化率、言い換えれば第1回転電機の回転速度の変化率に比例する。従って、第1特定手段により特定（尚、「特定」とは、検出、算出、推定、同定、選択又は取得等、各種の実践的態様を伴い得る概念である）される相対回転速度の変化率が基準値未満である場合にトルク調整制御を開始することにより、駆動軸トルクの比較的大きな変動を抑制しつつ、係合装置の動作状態の切り替え期間を可及的に短縮化することができ、実践上極めて有益である。

【0040】

尚、相対回転速度の変化率に対して設定される基準値は、例えば、予め実験的に、経験的に、理論的に又はシミュレーション等に基づいて、駆動軸トルクが所定以上に変動しない程度のイナーシャトルクに対応する固定値又は可変値として設定されていてもよい。

【0041】

尚、この態様では、前記トルク調整制御における前記伝達トルクの絶対値の目標値はゼロであってもよい（請求項4）。

【0042】

伝達トルクの絶対値がゼロであれば、第2係合機構の係合要素の係合を極めて円滑に解除可能である。

【0043】

本発明に係るハイブリッド車両の制御装置の他の態様では、前記回転同期制御は、前記第1係合機構における前記複数の係合要素の相対回転速度に応じたフィードバック制御を含み、前記回転同期制御実行手段は、前記トルク調整制御の開始後において、前記フィードバック制御に要するトルクを、前記トルク調整制御の開始時点相当値を上限として制限する（請求項5）。

【0044】

この態様によれば、第2回転電機による駆動軸トルクの調整が困難となるトルク調整制御開始以後の期間において、回転同期制御における第1回転電機のフィードバックトルクが、トルク調整制御開始時点相当値（例えば、トルク調整制御開始時点のトルク値であってもよいし、当該トルク値に適宜補正演算を施してなる補正值であってもよい）を上限として制限されるので、トルク調整制御開始以後にイナーシャトルクが増大することが防止され、トルク調整制御の実行期間における駆動軸のトルク変動を可及的に抑制することが可能となる。

【0045】

本発明に係るハイブリッド車両の制御装置の他の態様では、前記回転同期制御実行手段は、前記第1動作状態から前記第2動作状態への前記動作状態の切り替え要求が生じた場

10

20

30

40

50

合に、前記第2回転電機に対し、前記第2係合機構における前記複数の係合要素を前記回転同期状態とするための回転同期制御を実行し、前記トルク調整制御実行手段は、前記第2回転電機に対する回転同期制御が開始された後に、前記第1回転電機に対し、前記第1係合機構における前記複数の係合要素を前記トルク非伝達状態とするためのトルク調整制御を実行する（請求項6）。

【0046】

この態様によれば、第1動作状態から第2動作状態への切り替え時においても、係合側である第2係合機構における回転同期制御が第1係合機構におけるトルク調整制御に先んじて実行される。

【0047】

ここで特に、第1動作状態においては、第2回転電機は駆動軸から切り離された状態にあるから、第1回転電機が駆動軸と間接的に連結された状態にある第2動作状態と異なり、第2回転電機の回転速度制御により駆動軸のトルク変動が生じることはない。一方で、トルク非伝達状態にある第1係合機構の係合要素同士は、例えば内燃機関の微小なトルク変化等により接触する又は衝突する可能性があり、第1動作状態においても、トルク調整制御を回転同期制御に先んじて或いは回転同期制御と同時に実行する合理的理由は見出し難い。即ち、係合解除側の係合要素がトルク非伝達状態に維持される期間は、いずれの動作状態においても短い方がよいのである。

【0048】

また特に、第1係合機構における固定回転速度（即ち、第1動作状態における第1回転電機の回転速度と一義的である）がゼロ回転でない場合、ロック状態にある第1回転電機に対するトルク調整制御の実行過程において、イナーシャトルクによる駆動軸のトルク変動が生じる可能性がある。この点に鑑みれば、トルク調整制御の実行期間の長大化の防止或いは抑制は、ハイブリッド車両の動力性能或いは快適性能の低下抑制に効果的である点は明らかであり、第2回転電機に対する回転速度制御を第1回転電機に対するトルク調整制御に先行させることの技術的意義は明確である。

【0049】

本発明に係るハイブリッド車両の制御装置の他の態様では、前記第1係合機構は、前記係合状態において前記第1回転電機をゼロ回転に固定するブレーキ機構であり、前記第2係合機構における前記複数の回転要素の相対回転速度を特定する第2特定手段を更に具備し、前記トルク調整制御実行手段は、前記特定された相対回転速度が、前記回転同期状態を規定する基準値よりも大きい所定値未満となった場合に前記トルク調整制御を開始する（請求項7）。

【0050】

この態様によれば、第1係合機構が、第1回転電機をゼロ回転固定するブレーキ機構であるため、トルク調整制御の実行過程において第1回転電機のイナーシャトルクによる駆動軸のトルク変動は殆ど無視し得る。従って、第2係合機構における係合要素の相対回転速度が所定値未満であることを条件としてトルク調整制御を開始しても実践上何ら問題が生じない。また、相対回転速度の特定は、実践的にみれば比較的容易であるから、相対回転速度を判断基準とすることにより、第1動作状態から第2動作状態への動作状態の良好な切り替えが比較的簡便にして可能となる。

【0051】

尚、相対回転速度に係る所定値は、回転同期状態を規定する基準値よりも大きい値である。従って、相対回転速度が所定値に到達したことに伴いトルク調整が開始されると、基準値未満のトルク領域へ向けた第1係合機構の係合要素の伝達トルクの絶対値制御と、基準値未満の回転領域へ向けた第2係合機構の係合要素の相対回転速度の制御が時間軸上で並行して実行され、動作状態の切り替え期間を短縮化することができる。

【0052】

本発明のこのような作用及び他の利得は次に説明する実施形態から明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0053】

【図1】本発明の第1実施形態に係るハイブリッド車両の構成を概念的に表してなる概略構成図である。

【図2】図1のハイブリッド車両におけるハイブリッド駆動装置の構成を概念的に表してなる概略構成図である。

【図3】図2のハイブリッド駆動装置の一動作状態を例示する動作共線図である。

【図4】図1のハイブリッド車両においてECUにより実行される変速制御のフローチャートである。

【図5】図4の変速制御において実行される第1係合制御のフローチャートである。

【図6】図5の第1係合制御の実行時におけるハイブリッド駆動装置の一動作特性を例示するタイミングチャートである。 10

【図7】図4の変速制御において実行される第2係合制御のフローチャートである。

【図8】図7の第2係合制御の実行時におけるハイブリッド駆動装置の一動作特性を例示するタイミングチャートである。

【図9】本発明の第2実施形態に係り、他のハイブリッド駆動装置の構成を概念的に表してなる概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0054】

<発明の実施形態>

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。 20

【0055】

<実施形態の構成>

始めに、図1を参照し、本発明の一実施形態に係るハイブリッド車両1の構成について説明する。ここに、図1は、ハイブリッド車両1の構成を概念的に表してなる概略構成図である。

【0056】

図1において、ハイブリッド車両1は、ECU100、PCU (Power Control Unit) 11、バッテリー12、アクセル開度センサ13及び車速センサ14並びにハイブリッド駆動装置10を備えた、本発明に係る「ハイブリッド車両」の一例である。

【0057】

ECU100は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory) 及びRAM等を備え、ハイブリッド車両1の各部の動作を制御することが可能に構成された電子制御ユニットであり、本発明に係る「ハイブリッド車両の制御装置」の一例である。ECU100は、ROMに格納された制御プログラムに従って、後述する変速制御を実行可能に構成されている。 30

【0058】

尚、ECU100は、本発明に係る「回転同期制御実行手段」、「トルク調整制御実行手段」、「係合制御手段」、「駆動軸トルク制御手段」、「第1特定手段」及び「第2特定手段」の夫々一例として機能するように構成された一体の電子制御ユニットであり、これら各手段に係る動作は、全てECU100によって実行されるように構成されている。 40

但し、本発明に係るこれら各手段の物理的、機械的及び電氣的な構成はこれに限定されるものではなく、例えばこれら各手段は、複数のECU、各種処理ユニット、各種コントローラ或いはマイコン装置等各種コンピュータシステム等として構成されていてもよい。

【0059】

ハイブリッド駆動装置10は、ハイブリッド車両1の車軸たる左車軸SFL (左前輪FLに対応) 及び右車軸SFR (右前輪FRに対応) に駆動力としての駆動トルクを供給することによりハイブリッド車両1を駆動するドライブユニットである。ハイブリッド駆動装置10の詳細な構成については後述する。

【0060】

PCU11は、バッテリー12から取り出した直流電力を交流電力に変換して後述するモ 50

ータジェネレータMG 1及びモータジェネレータMG 2に供給すると共に、モータジェネレータMG 1及びモータジェネレータMG 2によって発電された交流電力を直流電力に変換してバッテリー12に供給可能に構成された不図示のインバータを含み、バッテリー12と各モータジェネレータとの間の電力の入出力を、或いは各モータジェネレータ相互間の電力の入出力（即ち、この場合、バッテリー12を介さずに各モータジェネレータ相互間で電力の授受が行われる）を制御可能に構成された制御ユニットである。PCU 11は、ECU 100と電氣的に接続されており、ECU 100によってその動作が制御される構成となっている。

【0061】

バッテリー12は、例えばリチウムイオンバッテリーセル等の単位電池セルを複数（例えば、数百個）直列に接続した構成を有し、モータジェネレータMG 1及びモータジェネレータMG 2を力行するための電力に係る電力供給源として機能する電池ユニットであり、本発明に係る「蓄電手段」の一例である。

【0062】

アクセル開度センサ13は、ハイブリッド車両1の図示せぬアクセルペダルの操作量たるアクセル開度Taを検出可能に構成されたセンサである。アクセル開度センサ13は、ECU 100と電氣的に接続されており、検出されたアクセル開度Taは、ECU 100によって一定又は不定の周期で参照される構成となっている。

【0063】

車速センサ14は、ハイブリッド車両1の車速Vを検出可能に構成されたセンサである。車速センサ14は、ECU 100と電氣的に接続されており、検出された車速Vは、ECU 100によって一定又は不定の周期で参照される構成となっている。

【0064】

ここで、図2を参照し、ハイブリッド駆動装置10の詳細な構成について説明する。ここに、図2は、ハイブリッド駆動装置10の構成を概念的に表してなる概略構成図である。尚、同図において、図1と重複する箇所には同一の符号を付してその説明を適宜省略することとする。

【0065】

図2において、ハイブリッド駆動装置10は、エンジン200、動力分割機構300、モータジェネレータMG 1（以下、適宜「MG 1」と略称する）、モータジェネレータMG 2（以下、適宜「MG 2」と略称する）、MG 2減速機構400、駆動軸500、減速機構600、MG 2出力軸700及び係合装置800を備える。

【0066】

エンジン200は、ハイブリッド車両1の主たる動力源として機能するように構成された、本発明に係る「内燃機関」の一例たるガソリンエンジンである。エンジン200は、公知のガソリンエンジンであり、ここでは、その詳細な構成を割愛するが、エンジン200の出力動力たるエンジントルクTeは、不図示のクランク軸を介して、動力分割機構300の動力入力軸310に伝達される構成となっている。尚、エンジン200は、本発明に係る内燃機関の採り得る実践的態様の一例に過ぎず、本発明に係る内燃機関の実践的態様としては、エンジン200に限らず、公知の各種エンジンを採用可能である。

【0067】

モータジェネレータMG 1は、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する力行機能と、運動エネルギーを電気エネルギーに変換する回生機能とを備えた電動発電機であり、本発明に係る「第1回転電機」の一例である。

【0068】

モータジェネレータMG 2は、モータジェネレータMG 1よりも体格の大きい、本発明に係る「第2回転電機」の一例たる電動発電機であり、モータジェネレータMG 1と同様に、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する力行機能と、運動エネルギーを電気エネルギーに変換する回生機能とを備えた構成となっている。

【0069】

10

20

30

40

50

尚、モータジェネレータMG1及びMG2は、同期電動発電機として構成され、例えば外周面に複数個の永久磁石を有するロータと、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータとを備える構成を有するが、無論他の構成を有していてもよい。

【0070】

動力分割機構300は、本発明に係る「動力伝達機構」の一例たる遊星歯車機構である。

【0071】

動力分割機構300は、中心部に設けられた、本発明に係る「第1回転要素」の一例たるサンギアS1と、サンギアS1の外周に同心円状に設けられた、本発明に係る「第3回転要素」の他の一例たるリングギアR1と、サンギアS1とリングギアR1との間に配置されてサンギアS1の外周を自転しつつ公転する複数のピニオンギア（不図示）と、これら各ピニオンギアの回転軸を軸支する、本発明に係る「第2回転要素」の更に他の一例たるキャリアC1とを備える。

【0072】

サンギアS1は、エンジントルクTeに拮抗する反力トルクを負担する反力要素であり、モータジェネレータMG1の出力回転軸たるMG1出力軸320に固定されている。従って、サンギアS1の回転速度は、モータジェネレータMG1の回転速度たるMG1回転速度Nmgl(MG1出力軸320の回転速度を意味する)と等価である。リングギアR1は、動力分割機構300の出力要素であり、動力出力軸330に、その回転軸を共有する形で連結されている。キャリアC1は、先に述べたように、エンジン200のクランク軸に連結された動力入力軸310にその回転軸を共有する形で連結されており、その回転速度は、エンジン200の機関回転速度Neと等価である。

【0073】

MG2減速機構400は、動力分割機構300の動力出力軸330に連結された第1ギア410、ハイブリッド駆動装置10の動力出力軸たる駆動軸500に連結され、第1ギア410及び第3ギア430と噛合する第2ギア420及び後述する駆動軸側係合要素822に連結され、第2ギア420と噛合する第3ギア430を備えた減速装置である。第2ギア420の回転速度は、駆動軸500の回転速度と等価であり、即ち、ハイブリッド駆動装置10の出力回転速度Noutである。

【0074】

一方、第3ギア430の歯数は、第2ギア420の歯数よりも多くなっており、駆動軸500の回転速度は、減速された状態で駆動軸側係合要素822に伝達される。他方、第3ギア430の回転速度は、駆動軸側係合要素822が後述するMG2側係合要素821と係合した状態において、モータジェネレータMG2の回転速度たるMG2回転速度Nm g2と等価となる。従って、MG2回転速度Nm g2は、出力回転速度Noutに対し減速される。

【0075】

尚、MG2減速機構400の構成は、モータジェネレータMG2を減速する機構の採り得る一形態に過ぎず、この種の減速機構は、多様な形態を有し得る。例えば、この種の減速機構は、駆動軸に固定された回転要素と、固定要素に固定された回転要素と、MG2のロータに固定された回転要素とを含む相互に差動回転可能な複数の回転要素を含む一種の差動ギア機構として構成されていてもよい。また、この種の減速機構は、必ずしもハイブリッド駆動装置に備わっておらずともよい。

【0076】

減速機構600は、先述した左車軸SFL及び右車軸SFRと、駆動軸500との間のトルク伝達を行うギア機構である。

【0077】

MG2出力軸700は、モータジェネレータMG2のロータに固定された、モータジェネレータMG2の出力回転軸である。

【0078】

係合装置 800 は、係合状態においてモータジェネレータ MG1 をロックする第 1 係合機構 810 と、係合状態において MG2 出力軸 700 を駆動軸 500 に間接的に接続し、係合解除状態において MG2 出力軸 700 を駆動軸 500 から切り離す第 2 係合機構 820 と、これら第 1 及び第 2 係合機構の状態によって規定される係合装置 800 の動作状態を選択的に切り替える係合制御機構 830 とを備えた、本発明に係る「係合装置」の一例である。

【0079】

第 1 係合機構 810 は、MG1 側係合要素 811、ブレーキ側係合要素 812 及び第 1 スリーブ 813 を備えた、本発明に係る「第 1 係合機構」の一例たる回転同期嚙合式のドグクラッチ機構である。

【0080】

MG1 側係合要素 811 は、先述した MG1 出力軸 320 に固定され、MG1 出力軸 320 と一体回転する円板状の係合部材である。MG1 係合要素 811 の外周面には、嚙合用の歯状部材たる外歯（不図示）が等間隔に配設されている。

【0081】

ブレーキ側係合要素 812 は、ハイブリッド車両 1 のシャシ等、回転速度ゼロの回転要素、即ち、固定要素に固定された、MG1 側係合要素 811 と対向配置された円板状の係合部材である。ブレーキ側係合要素 812 の外周面には、嚙合用の歯状部材たる外歯（不図示）が等間隔に配設されている。尚、MG1 側係合要素 811 及びブレーキ側係合要素 812 は、本発明に係る「複数の係合要素」の一例である。

【0082】

第 1 スリーブ 813 は、所定のストローク方向（紙面左右方向）に所定量ストローク可能に構成された環状部材である。第 1 スリーブ 813 の内周面には、嚙合用の歯状部材たる内歯（不図示）が等間隔で配設されている。この内歯は、MG1 側係合要素 811 及びブレーキ側係合要素 812 に夫々形成された上述の外歯と、回転同期状態において嚙合可能に構成されている。図 2 には、第 1 スリーブ 813 が MG1 側係合要素 811 のみと嚙合している状態が例示されている。

【0083】

このように第 1 スリーブ 813 が MG1 側係合要素 811 とのみ係合している状態では、MG1 側係合要素 811 とブレーキ側係合要素 812 とは係合しておらず、MG1 側係合要素 811 はブレーキ側係合要素 812 の状態に関係なく回転可能である。即ち、この状態は、本発明に係る「係合解除状態」の一例である。一方、第 1 スリーブ 813 が上記ストローク方向（より具体的には、紙面左方向）に所定量ストロークした状態では、第 1 スリーブ 813 に形成された内歯は、MG1 側係合要素 811 の外歯と共にブレーキ側係合要素 812 の外歯とも嚙合する。この状態では、MG1 側係合要素 811 とブレーキ側係合要素 812 とは間接的に係合していることになり、モータジェネレータ MG1 の回転は、ブレーキ側係合要素 812 によって阻まれ、モータジェネレータ MG1 はゼロ回転にロックされる。即ち、この状態は、本発明に係る「係合状態」の一例である。

【0084】

第 2 係合機構 820 は、MG2 側係合要素 821、駆動軸側係合要素 822 及び第 2 スリーブ 823 を備えた、本発明に係る「第 2 係合機構」の一例たる回転同期嚙合式のドグクラッチ機構である。

【0085】

MG2 側係合要素 821 は、MG2 出力軸 700 に固定され、MG2 出力軸 700 と一体回転する円板状の係合部材である。MG2 係合要素 821 の外周面には、嚙合用の歯状部材たる外歯（不図示）が等間隔に配設されている。

【0086】

駆動軸側係合要素 822 は、MG2 減速機構 400 の第 3 ギア 430 と回転軸を共有する円板状の係合部材である。駆動軸側係合要素 822 の外周面には、嚙合用の歯状部材たる外歯（不図示）が等間隔に配設されている。

10

20

30

40

50

【0087】

第2スリーブ823は、所定のストローク方向（紙面左右方向）に所定量ストローク可能に構成された環状部材である。第2スリーブ823の内周面には、噛合用の歯状部材たる内歯（不図示）が等間隔で配設されている。この内歯は、MG2側係合要素821及び駆動軸側係合要素822に夫々形成された上述の外歯と、回転同期状態において噛合可能に構成されている。図2には、第2スリーブ823がMG2側係合要素821及び駆動軸側係合要素822と噛合している状態が例示されている。

【0088】

このように第2スリーブ823がMG2側係合要素821及び駆動軸側係合要素822の双方と係合している状態では、MG1側係合要素811とブレーキ側係合要素812とは間接的に係合していることになり、モータジェネレータMG2は、駆動軸500との間でトルクの伝達を行うことが可能である。即ち、この状態は、本発明に係る「係合状態」の他の一例である。一方、第2スリーブ823が上記ストローク方向（より具体的には、紙面左方向）に所定量ストロークした状態では、第2スリーブ823に形成された内歯は、MG2側係合要素821の外歯から解放され、駆動軸側係合要素822のみと噛合する。この状態では、MG2側係合要素821と駆動軸側係合要素822とは係合しておらず、モータジェネレータMG2と駆動軸500との間のトルクの伝達は遮断される。即ち、この状態は、本発明に係る「係合解除状態」の他の一例である。

【0089】

係合制御機構830は、フォーク831、ロッド832及びアクチュエータ833を備える。

【0090】

フォーク831は、一方の端部が第1係合機構810における第1スリーブ813に固定され、他方の端部が第2係合機構820における第2スリーブ823に固定された駆動部材である。フォーク831とこれら各スリーブとは、上述したストローク方向に一体に往復運動可能に構成される。

【0091】

ロッド832は、フォーク831に固定され、フォーク831にアクチュエータ833からの動力を伝達する動力伝達部材である。ロッド832は、上述のストローク方向に所定量ストローク可能であり、ロッド832のストローク運動は、ロッド832に連結された上述のフォーク831の往復運動に変換される構成となっている。

【0092】

アクチュエータ833は、ロッド832に対し、フォーク831をストローク方向にストローク運動させるための駆動力を付与可能な、公知の直動式電磁アクチュエータである。アクチュエータ833は、その駆動力源としてソレノイド（電磁石）を備えており、このソレノイドに対し、駆動電流たる励磁電流が供給されることにより、ロッド832をストローク方向に変位させる電磁力を発生させる仕組みとなっている。尚、アクチュエータ833は、PCU11と電氣的に接続されており、PCU11からの電力供給により駆動電流を供給可能である。従って、アクチュエータ833の動作状態もまた、ECU100により制御される構成となっている。尚、ロッド832のストローク方向は、駆動電流の符号を反転させることによって反転する。

【0093】

このように、係合装置800においては、アクチュエータ833が第1係合機構810と第2係合機構820との間で共有されており、ロッド832のストローク運動により、第1係合機構810及び第2係合機構820の状態が同時に切り替えられる。

【0094】

ここで特に、図示するように、第1係合機構810が、係合要素たるMG1側係合要素811とブレーキ側係合要素812との係合が解除された係合解除状態にある場合には、第2係合機構820は、係合要素たるMG2側係合要素821と駆動軸側係合要素822とが係合した係合状態となる。反対に、第1係合機構810が、係合要素たるMG1側係

10

20

30

40

50

合要素 8 1 1 とブレーキ側係合要素 8 1 2 とが係合した係合状態にある場合には、第 2 係合機構 8 2 0 は、係合要素たる MG 2 側係合要素 8 2 1 と駆動軸側係合要素 8 2 2 との係合が解除された係合解除状態となる。即ち、係合装置 8 0 0 は、その動作状態が、第 1 係合機構 8 1 0 が係合状態にあり且つ第 2 係合機構 8 2 0 が係合解除状態にある第 1 動作状態と、第 1 係合機構 8 1 0 が係合解除状態にあり且つ第 2 係合機構 8 2 0 が係合状態にある第 2 動作状態との間で選択的に切り替えられる構成となっている。

【0095】

尚、ハイブリッド駆動装置 1 0 においては、図示破線枠 A 1、A 2 及び A 3 に相当する部位に、レゾルバ等の回転センサが付設されており、検出部位の回転速度を検出可能な構成となっている。これら回転センサは、ECU 1 0 0 と電氣的に接続された状態にあり、検出された回転速度は、夫々 ECU 1 0 0 に対し一定又は不定の周期で送出されている。補足すると、図示破線枠 A 1 に相当する部位の回転速度とは、即ち MG 1 回転速度 N_{mg1} であり、図示破線枠 A 2 に相当する部位の回転速度とは、即ち MG 2 回転速度 N_{mg2} である。また、図示破線枠 A 3 に相当する部位の回転速度とは、即ち、出力回転速度 N_{out} である。

【0096】

動力分割機構 3 0 0 は、上述した構成の下で、エンジン 2 0 0 から動力入力軸 3 1 0 に供給されるエンジントルク T_e を、キャリア C 1 によってサンギア S 1 及びリングギア R 1 に所定の比率（各ギア相互間のギア比に応じた比率）で分配し、エンジントルク T_e を 2 系統に分割することが可能である。この際、動力分割機構 3 0 0 の動作を分かり易くするため、リングギア R 1 の歯数に対するサンギア S 1 の歯数としてのギア比 ρ を定義すると、エンジン 2 0 0 からキャリア C 1 に対しエンジントルク T_e を作用させた場合に、サンギア S 1 に作用するトルク T_{es} は下記（1）式により、また動力出力軸 3 3 0 に現れるエンジン直達トルク T_{er} は下記（2）式により、夫々表される。

【0097】

$$T_{es} = -T_e \times \rho / (1 + \rho) \cdots (1)$$

$$T_{er} = T_e \times 1 / (1 + \rho) \cdots (2)$$

尚、本発明に係る「動力伝達機構」に係る実施形態上の構成は、動力分割機構 3 0 0 のものに限定されない。例えば、本発明に係る動力伝達機構は、複数の遊星歯車機構が組み合わされた複合型遊星歯車機構であってもよい。

【0098】

<実施形態の動作>

<変速モードの詳細>

本実施形態に係るハイブリッド車両 1 は、変速モードとして、固定変速モード及び無段変速モードを選択可能である。

【0099】

ここで、図 3 を参照し、ハイブリッド車両 1 の変速モードについて説明する。ここに、図 3 は、ハイブリッド駆動装置 1 0 の一動作状態を例示する動作共線図である。尚、同図において、図 2 と重複する箇所には同一の符号を付してその説明を適宜省略することとする。

【0100】

図 3（a）において、縦軸は回転速度を表しており、横軸には、左から順にサンギア S 1（一義的にモータジェネレータ MG 1）、キャリア C 1（一義的にエンジン 2 0 0）及びリングギア R 1（一義的にモータジェネレータ MG 2 及び駆動軸 5 0 0）が表されている。

【0101】

ここで、動力分割機構 3 0 0 は、相互に差動関係にある複数の回転要素により構成された回転二自由度の遊星歯車機構であり、サンギア S 1、キャリア C 1 及びリングギア R 1 のうち二要素の回転速度が定まった場合に、残余の一回転要素の回転速度が必然的に定まる構成となっている。即ち、動作共線図上において、各回転要素の動作状態は、ハイブリ

10

20

30

40

50

ッド駆動装置 10 の一動作状態に一对一に対応する一の動作共線によって表すことができる。

【0102】

図 3 (a) において、車速 V 及び出力回転速度 N_{out} と一義的な回転関係にあるリングギア $R1$ が、図示白丸 $m1$ に相当する回転速度で回転しているとする。この場合、モータジェネレータ $MG1$ が、図示白丸 $g1$ に相当する回転速度で回転していれば、残余の回転要素たるキャリア $C1$ に連結されたエンジン 200 の回転速度（即ち、機関回転速度 N_e ）は、必然的に図示白丸 $e1$ に相当する回転速度となる。この際、リングギア $R1$ の回転速度を維持したまま（即ち、一義的に出力回転速度 N_{out} 及び $MG2$ 回転速度 N_{mg2} を維持したまま）モータジェネレータ $MG1$ の回転速度を図示白丸 $g2$ 及び白丸 $g3$ に相当する回転速度に夫々変化させれば、エンジン 200 の回転速度は、夫々図示白丸 $e2$ 及び白丸 $e3$ に相当する回転速度へと変化する。

10

【0103】

即ち、この場合、モータジェネレータ $MG1$ を回転速度制御機構として機能させることによって、エンジン 200 を所望の動作点（ここでは、機関回転速度 N_e とエンジントルク T_e の組み合わせにより規定される一動作条件を意味する）で動作させることが可能となる。この状態に対応する変速モードが、無段変速モードである。無段変速モードでは、エンジン 200 の動作点は、基本的にエンジン 200 の燃料消費率が最小となる最適燃費動作点に制御される。

【0104】

無段変速モードにおいては、当然ながら $MG1$ 回転速度 N_{mg1} は可変である必要がある。このため、無段変速モードが選択される場合、係合装置 800 は、第 1 係合機構 810 が係合解除状態且つ第 2 係合機構 820 が係合状態となる先述した第 2 動作状態に制御される。

20

【0105】

動力分割機構 300 において、駆動軸 500 に先に述べたエンジントルク T_e に対応するトルク T_{er} を供給するためには、 $MG1$ トルク T_{mg1} として、エンジントルク T_e に応じてサンギア $S1$ の回転軸たる $MG1$ 出力軸 320 に現れる先述のトルク T_{es} と大きさが等しく且つ符号が反転した（即ち、負トルクである）反力トルクを、モータジェネレータ $MG1$ からこの $MG1$ 出力軸 320 に供給する必要がある。この場合、上記白丸 $g1$ 或いは白丸 $g2$ といった正回転領域の動作点において、 $MG1$ は正回転負トルクの電力回生状態（即ち、発電状態）となる。このように、無段変速モードにおいては、モータジェネレータ $MG1$ を反力要素として機能させることにより、駆動軸にエンジントルク T_e の一部を供給しつつ、サンギア軸に分配されるエンジントルク T_e の一部で電力回生（発電）が行われる。駆動軸 500 に対し要求されるトルク（即ち、ハイブリッド車両 1 の要求トルク）が、エンジン 200 からの直達トルクで不足する場合には、この回生電力を利用する形で、或いは適宜バッテリー 12 から電力を持ち出して、モータジェネレータ $MG2$ から駆動軸に対し適宜アシストトルクとしての $MG2$ トルク T_{mg2} が供給される。

30

【0106】

一方、例えば高速軽負荷走行時等、出力回転速度 N_{out} が比較的高い割に機関回転速度 N_e が比較的低い運転条件においては、モータジェネレータ $MG1$ が、例えば図示白丸 $g3$ の如き負回転領域の動作点となる。モータジェネレータ $MG1$ は、エンジントルク T_e の反力トルクとして負トルクを出力しているから、この場合、 $MG1$ は、負回転負トルクの状態となって力行状態となる。即ち、この場合、モータジェネレータ $MG1$ から出力される $MG1$ トルク T_{mg1} は、ハイブリッド車両 1 の駆動トルクとして駆動軸に伝達される。

40

【0107】

他方で、ハイブリッド駆動装置 10 では、エンジン直達トルク T_{er} と $MG2$ トルク T_{mg2} との総和がドライバ要求トルクに合致するように、エンジン 200、 $MG1$ 及び $MG2$ が相互に協調的に制御されており、このように $MG1$ が力行状態に陥った場合、モー

50

タジェネレータMG2は、駆動軸500に供給される、要求トルクに対し過剰なトルクを吸収するため負トルク状態となる。この場合、モータジェネレータMG2は、正回転負トルクの電力回生状態となる。このような状態においては、MG1からの駆動力をMG2での電力回生に利用し、この回生電力によりMG1を力行駆動する、といった所謂動力循環と称される非効率な電気パスが生じることとなる。動力循環が生じた状態では、ハイブリッド駆動装置10のシステム効率が低下する。

【0108】

そこで、ハイブリッド車両1では、予め、例えばこのような動力循環が生じ得るものとして定められた運転領域において、係合装置800の動作状態が、第1係合機構810が係合状態且つ第2係合機構820が係合解除状態となる先述した第1動作状態に制御され、モータジェネレータMG1がロックされる。その様子が図3(b)に示される。第1係合機構810の一方の係合要素は、ゼロ回転固定のブレーキ側係合要素812であるから、第1係合機構810によりモータジェネレータMG1がロック状態に移行すると、モータジェネレータMG1は、図示白丸g4に相当するゼロ回転にロックされる。

【0109】

この場合、出力回転速度 N_{out} とMG1回転速度 N_{mg1} ($N_{mg1} = 0$) とにより、残余の機関回転速度 N_e は、図示白丸e4に相当する回転速度に一義的に決定される。即ち、モータジェネレータMG1がロックされた場合、機関回転速度 N_e は、車速Vと一義的な出力回転速度 N_{out} により一義的に決定される(即ち、変速比が一定となる)。この状態に対応する変速モードが固定変速モードである。

【0110】

固定変速モードでは、本来モータジェネレータMG1が負担すべきエンジントルク T_e の反力トルクを、第1係合機構810の物理的な係合力により代替させることができる。即ち、この場合、モータジェネレータMG1を電力回生状態にも力行状態にも制御する必要はなくなり、モータジェネレータMG1を停止させることが可能となる。従って、基本的には、モータジェネレータMG2を稼働させる必要もなくなり、MG2は、言わば空転状態となる。結局、固定変速モードでは、駆動軸に現れる駆動トルクが、エンジントルク T_e のうち、動力分割機構300により駆動軸側に分割される直達トルク T_{er} のみとなり、ハイブリッド駆動装置10は、機械的な動力伝達を行うのみとなって、その伝達効率が向上する。

【0111】

ここで、係合装置800が第1動作状態に移行した場合、第2係合機構820は、MG2側係合要素821と駆動軸側係合要素822との係合が解除された係合解除状態となる。モータジェネレータMG2は、非稼働空転状態にある場合において、そのフリクションや回転慣性により駆動軸500の回転を妨げる単なる慣性体に過ぎなくなるが、このように第1動作状態においてモータジェネレータMG2は駆動軸500から切り離されるから、ハイブリッド駆動装置10における燃料消費率は可及的に抑制される。特に、係合装置800は、係合制御機構830の構成により、第1係合機構810と第2係合機構820とを同時に駆動することができる。そのため、係合装置800は、第1動作状態から第2動作状態への動作状態の切り替え及び第2動作状態から第1動作状態への動作状態の切り替えを効率的に行うことが出来る。更には、各係合機構を単一のアクチュエータ833で駆動することができるため、電力消費率の面においても、車両搭載性の面においても、またコスト面においても、係合機構毎にアクチュエータが設けられる構成と較べて有利である。

【0112】

<変速制御の概要>

ところで、第1係合機構810及び第2係合機構820は、共に回転同期嚙合式のドグクラッチ機構であり、係合要素同士を係合させるにあたっては係合要素同士の回転同期が必要となる。係合要素同士が回転同期していない状態で、スリーブに形成された内歯と係合先の係合要素に形成された外歯とを嚙合させることは出来ない、或いは出来たとして、

ギア歯同士の接触による物理衝撃及び衝撃音の発生は避けられず、場合によってはギア歯の欠損等を生じかねないからである。また、これら係合機構において、係合要素同士の係合を解除するためには係合要素相互間の伝達トルクを低減する必要がある。回転方向にトルクが伝達されている状態では、アクチュエータ 8 3 3 の駆動力が不足して、スリーブをストロークさせることが出来ない、或いは出来たとして、ギア歯同士の接触による物理衝撃及び衝撃音の発生は避けられず、場合によってはギア歯の欠損等を生じかねないからである。

【0 1 1 3】

従って、係合装置 8 0 0 において動作状態を選択的に切り替えるにあたっては、実際に各係合機構のスリーブをストロークさせる以前に、係合解除状態から係合状態へ移行する一方の係合機構における係合要素同士の回転同期制御と、係合状態から係合解除状態へ移行する他方の係合機構における係合要素同士の伝達トルク調整制御とが完了している必要がある。

10

【0 1 1 4】

本実施形態に係る回転同期制御とは、係合機構における係合要素の相対回転速度をゼロ回転（即ち、本発明に係る「基準値未満」の一例である）に収束させる制御を意味する。実践的に言えば、この相対回転速度の調整は、各モータジェネレータに接続された係合要素の回転速度の制御により実現される。何故なら、第 1 係合機構における一方の係合要素は、回転速度がゼロ固定のブレーキ側係合要素 8 1 2 であり、また第 2 係合機構における一方の係合要素は、回転速度が、その時点のハイブリッド車両 1 の車軸の回転速度（一義的に車速 V である）に連動した駆動軸側係合要素 8 2 2 だからである。

20

【0 1 1 5】

本実施形態に係るトルク調整制御とは、係合機構において係合要素同士で伝達するトルクを表す伝達トルクをゼロトルクまで低減する制御を意味する。実践的に言えば、この伝達トルクの調整は、各モータジェネレータに接続された係合要素のトルクの制御により実現される。何故なら、第 1 係合機構における一方の係合要素は、能動的なトルク調整が不可能なゼロ回転固定のブレーキ側係合要素 8 1 2 であり、また第 2 係合機構における一方の係合要素は、トルクが、その時点のハイブリッド車両 1 の駆動軸 5 0 0 の出力トルク（即ち、駆動軸トルク）に律束される駆動軸側係合要素 8 2 2 だからである。

【0 1 1 6】

30

ところで、複数の係合機構相互間でアクチュエータ 8 3 3 を共有することにより上述した各種の利益をもたらす一方で、変速装置 8 0 0 は、動作状態が二値的に切り替わる構成に起因して、動作状態切り替え期間の長大化並びに動作状態切り替え期間における振動及び騒音の発生等、各種の実践的問題点を有している。例えば、係合状態へ移行する一方の係合機構における回転同期制御と係合解除状態に移行する他方の係合機構における伝達トルク調整制御とを、時間軸上で双方が重複しないシリーズ制御とすると、動作状態の切り替えに要する期間としての動作状態切り替え期間が無用に長大化する可能性がある。

【0 1 1 7】

また、モータジェネレータの回転速度を変化させる過程においては、回転速度の時間微分値に応じたイナーシャトルクが発生する。回転速度を変化させるべくモータジェネレータから出力されるトルクの一部は、このイナーシャトルクと相殺するが、モータジェネレータ M G 1 は、第 2 動作状態において M G 1 出力軸 3 2 0 を介して間接的に駆動軸 5 0 0 に連結されており、このイナーシャトルクは、駆動軸 5 0 0 のトルク変動を招来する。

40

【0 1 1 8】

ここで、この種のトルク変動は、第 2 動作状態において駆動軸 5 0 0 と間接的に連結されたモータジェネレータ M G 2 から、アシストトルクとしての M G 2 トルク T_{mg2} を出力することにより補償可能であるが、伝達トルク調整制御が開始されてしまえば、伝達トルクはゼロトルクへ向けて収束するため、このアシストトルクは駆動軸 5 0 0 のトルク変動の抑制に寄与しない。従って、伝達トルク調整制御と回転同期制御との時間軸上の位置関係が何ら考慮されない場合、駆動軸のトルク変動が無用に継続する可能性がある。

50

【0119】

更には、この種の駆動軸のトルク変動は、駆動軸500と間接的に連結された駆動軸側係合要素822のトルク変動を招くから、第2動作状態においてこの駆動軸側係合要素822と係合しているMG2側係合要素821との間の伝達トルクも変化する。この伝達トルクの変化も、トルク調整制御の開始以前においてはMG2トルク T_{mg2} により補償可能であるが、トルク調整制御が開始されてしまえば、その実践は著しく制約を受ける。

【0120】

このように、実践的見地から言えば、係合装置800の動作状態の切り替え、とりわけ第2動作状態から第1動作状態への切り替え（即ち、MG1非ロック→MG1ロックの切り替え）に際しては、第1係合機構810における回転同期制御と第2係合機構820におけるトルク調整制御との時間軸上の位置関係を最適化する必要がある。本実施形態では、その点に想到し、ECU100により実行される変速制御により、変速装置800における迅速且つ円滑な動作状態の切り替えが実現される。

10

【0121】

＜変速制御の詳細＞

ここで、図4を参照し、変速制御の詳細について説明する。ここに、図4は、変速制御のフローチャートである。

【0122】

図4において、ECU100は、係合装置800が第2動作状態にあるか否かを判定する（ステップS101）。尚、既に述べたように、第2動作状態とは、第1係合機構810が係合解除状態にあり且つ第2係合機構820が係合状態にある、モータジェネレータMG1がロックされない状態を意味する。係合装置800の動作状態は、アクチュエータ833の動作状態を制御するECU100自身が制御情報として保持している。

20

【0123】

係合装置800が第2動作状態にある場合（ステップS101：YES）、ECU100は、ハイブリッド車両1の運転条件が、予めモータジェネレータMG1をロックすべきものとして定められたMG1ロック領域に該当するか否かを判定する（ステップS102）。尚、ステップS102において判定に供される運転条件は一義的でないが、例えば、好適には、ハイブリッド車両1の車速V及び要求駆動力 F_t （車軸に供給すべき駆動力）等が採用され得る。また、MG1ロック領域の定義も、実験的、経験的又は理論的に適宜設定可能であるが、例えば、上述したように高速軽負荷走行時に対応する領域に設定されていてもよい。

30

【0124】

ハイブリッド車両1の運転条件がMG1ロック領域に該当する場合（ステップS102：YES）、ECU100は、第1係合制御を実行する（ステップS200）。第1係合制御は、第1係合機構810を係合解除状態から係合状態へ切り替える一方で第2係合機構820を係合状態から係合解除状態へ切り替える制御であり、即ち、第2動作状態から第1動作状態へ係合装置800の動作状態を切り替える制御である。第1係合制御が実行されると、処理はステップS101に戻る。尚、第1係合制御については後述する。

【0125】

ステップS101において、係合装置800が第2動作状態でない場合（ステップS101：NO）、即ち、第1動作状態である場合、ECU100は、MG1ロックの解除要求があるか否かを判定する（ステップS103）。尚、MG1ロックの解除要求は、基本的に、ハイブリッド車両1の運転条件が先のMG1ロック領域以外の領域に該当する場合に発生する。MG1ロックの解除要求がない場合（ステップS103：NO）、ECU100は、処理をステップS101に戻す。即ち、係合装置800は、従前の状態に維持される。

40

【0126】

一方、MG1ロックの解除要求がない場合（ステップS103：YES）、ECU100は、第2係合制御を実行する（ステップS300）。第2係合制御は、第1係合機構8

50

10を係合状態から係合解除状態へ切り替える一方で第2係合機構820を係合解除状態から係合状態へ切り替える制御であり、即ち、第1動作状態から第2動作状態へ係合装置800の動作状態を切り替える制御である。第2係合制御が実行されると、処理はステップS101に戻される。尚、第2係合制御については後述する。

【0127】

＜第1係合制御の詳細＞

次に、図4を参照し、第1係合制御の詳細について説明する。ここに、図4は、第1係合制御のフローチャートである。

【0128】

図4において、ECU100は、第1相対回転速度フィードバック（以下、適宜「F/B」と略す）制御を開始する（ステップS201）。 10

【0129】

ここで、第1相対回転速度F/B制御とは、第1係合機構810における係合要素同士（即ち、ブレーキ側係合要素812とMG1側係合要素811）の相対回転速度たる第1相対回転速度 N_{r1} を、目標値 N_{r1tg} に収束させる制御を意味する。

【0130】

ここで特に、本実施形態においては、ブレーキ側係合要素812はゼロ回転固定の固定要素であるから、第1相対回転速度 N_{r1} とは、MG1側係合要素812の回転速度、即ち、MG1回転速度 N_{mg1} を意味する。即ち、第1相対回転速度F/B制御とは、MG1回転速度 N_{mg1} を目標値 N_{r1tg} に収束させる制御である。尚、本実施形態において、目標値 N_{r1tg} はゼロである（即ち、本発明に係る「基準値未満」の一例である）。 20

【0131】

ECU100は、ステップS201において、第1相対回転速度 N_{r1} （即ち、ここでは、MG1回転速度 N_{mg1} ）を偏差とし、係る偏差に基づいて、例えば、比例項（P項）、積分項（I項）及びD項（微分項）等からなる第1相対回転速度F/B制御トルク T_{fb1} を演算し、PCU11の制御を介してモータジェネレータMG1から、この第1相対回転速度F/B制御トルク T_{fb1} を出力させる。尚、ここでは、第1相対回転速度F/B制御のみにより、第1相対回転速度 N_{r1} が目標値 N_{r1tg} に収束せしめられるが、これは一例であって、例えば、この種のF/B制御に加えて、予め設定されたフィード 30
フォワード（以下、適宜「F/F」と略す）制御項に従ったF/F制御が適宜実行されてもよい。

【0132】

第1相対回転速度F/B制御が開始されると、ECU100は、第1相対回転速度変化率 dN_{r1} を算出する（ステップS202）。第1相対回転速度変化率 dN_{r1} は、第1相対回転速度 N_{r1} の時間微分値であり、本発明に係る、「第1係合機構における複数の係合要素の相対回転速度の変化率」の一例である。

【0133】

ECU100は、算出された第1相対回転速度変化率 dN_{r1} が基準値X（本発明に係る「基準値」の一例である）未満であるか否かを判定する（ステップS203）。第1相 40
対回転速度変化率 dN_{r1} が基準値X以上である場合（ステップS203：NO）、処理はステップS202に戻される。

【0134】

ここで、モータジェネレータMG1の回転速度を変化させるにあたっては、MG1回転速度 N_{mg1} の時間変化率に比例するイナーシャトルク T_{int} が発生する。MG1トルク T_{mg1} の一部は、このイナーシャトルク T_{int} と相殺されるため、第1相対回転速度F/B制御の実行期間、特に、偏差（即ち、この場合、MG1回転速度 N_{mg1} ）が比較的大きい制御開始～初期等においては顕著に、駆動軸500のトルクたる駆動軸トルクが変動し易い。

【0135】

また、駆動軸 500 のトルク変動は、ハイブリッド車両 1 の走行性能に直接影響するのは勿論であるが、それに加えて、第 2 係合機構 820 における係合要素相互間、即ち、駆動軸側係合要素 822 と MG 2 側係合要素 821 との間に伝達されるトルクである第 2 伝達トルク T_{tr2} の変動を招く要因ともなる。第 2 伝達トルク T_{tr2} が変動すると、第 2 スリーブ 823 に形成された内歯と、一方の係合要素に形成された外歯との接触状態が変化するため、例えば、歯打ち音と称される衝撃音や、ガタ打ちショックと称される物理衝撃が発生し、快適性が低下する要因となる。

【0136】

このような走行性能及び快適性の低下を防止するため、ECU 100 は、駆動軸トルク及び第 2 伝達トルク T_{tr2} の急激な変化が抑制されるように、モータジェネレータ MG 2 の出力トルクたる MG 2 トルク T_{mg2} を補正する（以下、係る MG 2 トルク T_{mg2} の制御を適宜「イナーシャトルク補償制御」と称する）。

10

【0137】

一方、先に述べたように、最終的にアクチュエータ 833 を駆動して係合装置 800 の動作状態を第 2 動作状態から第 1 動作状態へ切り替えるにあたっては、第 2 係合機構 820 における第 2 伝達トルク T_{tr2} が、少なくとも係合要素同士の係合を円滑に解除し得る程度に低減されなければならない。このような状態としてのトルク非伝達状態においては、上述したイナーシャトルク補償制御の実行は困難であるか、少なくとも著しい制約を受けることとなる。そこで、上述の基準値 X は、予め実験的に、経験的に又は理論的に、走行性能及び快適性の低下が実践上顕在化しないと判断される程度に小さい値に設定されている。

20

【0138】

第 1 相対回転速度変化率 dN_{r1} が基準値 X 未満である場合（ステップ S203：YES）、ECU 100 は、それ以降の期間における、上述した第 1 相対回転速度 F/B 制御トルク T_{fb1} を、その時点の第 1 相対回転速度 F/B 制御トルク T_{fb1} の値を上限値として制限する（ステップ S204）。即ち、これ以降の期間においては、その時点で発生しているイナーシャトルク T_{int} より大きいイナーシャトルクは基本的に発生しない（尚、 F/F 制御が並行して実行される場合は、必ずしもその限りでないが、基本的にこの時点の F/F 制御項は十分に小さいので問題がない）。

【0139】

ECU 100 は、続いて、第 2 伝達トルク T_{tr2} の指令値である第 2 伝達トルク指令値 T_{tr2cm} を設定する（ステップ S205）と共に、第 2 伝達トルク T_{tr2} がこの指令値 T_{tr2cm} となるように MG 2 トルク T_{mg2} を調整する、本発明に係る「トルク調整制御」の一例たる第 2 トルク調整制御を開始する。尚、第 2 伝達トルク T_{tr2} は、第 2 係合機構 820 において係合要素相互間に作用するトルクであり、いずれの係合要素からトルクが供給されるかにより正負の符号が変化し得るトルクであるが、正負の設定基準は、どのように設定されていてもよい。

30

【0140】

尚、上述したイナーシャトルク補償制御の概念に鑑みれば、少なくともステップ S205 の開始時点においては、MG 2 側係合要素 821 から駆動軸側係合要素 822 へトルクが伝達されている（即ち、MG 2 トルク T_{mg2} は正トルクである）。従って、ステップ S205 以降のトルク調整制御において、MG 2 トルク T_{mg2} は、減少側に制御される。

40

【0141】

ここで、第 2 トルク調整制御における、第 2 伝達トルク T_{tr2} の目標値 T_{tr2tg} はゼロであり（即ち、本発明に係る「基準値未満」の一例）、ステップ S205 において設定される指令値 T_{tr2cm} は、第 2 伝達トルク T_{tr2} を係る目標値 T_{tr2tg} に至らしめる過程における、言わば段階的な目標値である。このような段階的な低減措置を講じることによって、第 2 伝達トルク T_{tr2} 或いは駆動軸トルクの急激な変動を抑制することができる。

50

【0142】

第2伝達トルク指令値 T_{tr2cm} が設定されると、 $ECU100$ は、第2伝達トルク指令値 T_{tr2cm} が最終的な目標値であるゼロに設定されたか否かを判定する（ステップ $S206$ ）。指令値 T_{tr2cm} が未だ目標値でない場合（ステップ $S206:NO$ ）、処理はステップ $S205$ に戻される。尚、ここでは、トルク指令値による判定としたが、駆動軸トルクと $MG2$ トルク T_{mg2} との差分を計算して、実際の第2伝達トルク T_{tr2} を算出し、判定基準値として利用してもよい。

【0143】

一方、第2伝達トルク指令値 T_{tr2cm} がゼロである場合（ステップ $S206:YES$ ）、 $ECU100$ は、第1相対回転速度 N_{r1} が基準値 Y 未満であるか否かを判定する（ステップ $S207$ ）。尚、基準値 Y を設ける代わりに、第1相対回転速度 N_{r1} が目標値 N_{r1tg} （即ち、ゼロ）であるか否かの判定がなされてもよいが、 F/B 制御の性質上、完全にゼロ回転状態を維持することが困難な場合があるため、この基準値 Y は、予め適合された微小な幅を有するゼロ相当値に設定されている。第1相対回転速度 N_{r1} が未だ基準値 Y 以上である場合には（ステップ $S207:NO$ ）、処理はステップ $S205$ に戻される。

【0144】

第1相対回転速度 N_{r1} が、既に基準値 Y 未満であるか、或いは相応の待機時間の末に基準値 Y 未満まで低下すると（ステップ $S207:YES$ ）、 $ECU100$ は、アクチュエータ 833 を稼働させ、ロッド 832 及びフォーク 831 をストロークさせることによって、第1係合機構 810 の第1スリーブ 813 をブレーキ側係合要素 812 に係合させると同時に、第2係合機構 820 の第2スリーブ 823 を $MG2$ 側係合要素 821 から切り離す。即ち、係合装置 800 の動作状態を第2動作状態から第1動作状態へと切り替える（ステップ $S208$ ）。動作状態が切り替えられると、第1係合制御は終了する。

【0145】

次に、図6を参照し、第1係合制御の効果について、視覚的に説明する。ここに、図6は、第1係合制御の実行時におけるハイブリッド駆動装置の一動作特性を例示するタイミングチャートである。

【0146】

図6において、上段から順に、第1相対回転速度 N_{r1} 、イナーシャトルク T_{int} 、第1相対回転速度 F/B 制御トルク T_{fb1} 、第2伝達トルク T_{tr2} 及び第2相対回転速度 N_{r2} の各時間推移が例示される。尚、第2相対回転速度 N_{r2} とは、第2係合機構 820 における係合要素同士（即ち、駆動軸側係合要素 822 及び $MG2$ 側係合要素 821 ）の相対回転速度である。

【0147】

図示時刻 $T1$ において、 $MG1$ ロック要求に応じた第1係合制御における、第1相対回転速度 F/B 制御が開始されたとする。第1相対回転速度 F/B 制御が開始されると、第1相対回転速度 N_{r1} は、目標値であるゼロ回転へ向けて低下し始める。

【0148】

この第1相対回転速度 N_{r1} がゼロ回転へ向けて収束する過程、特に、その開始～初期においては、モータジェネレータ $MG1$ の回転変化に伴うイナーシャトルク T_{int} が顕著に大きくなる。それに伴い、第1相対回転速度 F/B 制御トルク T_{fb1} の絶対値も大きくなる。

【0149】

一方、第2伝達トルク T_{tr2} は、時刻 $T1$ 以前において、その伝達方向が駆動軸側係合要素 822 から $MG2$ 側係合要素 821 へ向かう方向である（便宜的に正方向とする）が、時刻 $T1$ 以降、駆動軸 500 のトルク変動を補償する必要性が生じると、 $MG2$ 側係合要素 821 から駆動軸側係合要素 822 へのトルク伝達が必要となるため、その伝達方向が反転する。ここで、駆動軸 500 のトルク変動を補償する一方で、上述したイナーシャトルク補償制御の一環として、第2係合機構 820 における係合要素相互間の接触に伴う

物理衝撃や衝撃音の発生が抑制される。このため、第2伝達トルク T_{tr2} は、イナーシャトルク T_{int} が第2伝達トルク T_{tr2} に与える影響を補正した値となり、図示実線の如くに推移する。

【0150】

尚、イナーシャトルクの影響が考慮されない場合、第2伝達トルク T_{tr2} の時間推移は、図示破線の如くになり、イナーシャトルク T_{int} の分だけ第2伝達トルク T_{tr2} の絶対値が本来あるべき値よりも大きくなる。その結果、第2係合機構820におけるトルクショックが発生し、快適性が低下する。

【0151】

ここで、本実施形態に係る第1係合制御においては、イナーシャトルク T_{int} が十分に低下した時刻 T_2 において、第2伝達トルク T_{tr2} を目標値（ゼロ）にすべく第2トルク調整制御が開始される。そして、時刻 T_3 において、第2伝達トルク T_{tr2} が目標値たるゼロトルクまで減少し、且つ第1相対回転速度 N_{r1} が基準値 Y 未満にまで低下すると、アクチュエータ833の駆動制御を介して係合装置800の動作状態が切り替えられる。時刻 T_4 において、動作状態の切り替えが完了すると、MG1側係合要素811はブレーキ側係合要素812に固定されるため、第1相対回転速度 N_{r1} はゼロとなる。また、係合装置800の動作状態切り替えに伴って、駆動軸500とモータジェネレータMG2との回転同期が外れるため、時刻 T_3 において、第2相対回転速度 N_{r2} は上昇し始める。

【0152】

このように、本実施形態に係る第1係合制御によれば、モータジェネレータMG1のロック要求が発生した場合に、第1係合機構810における第1相対回転速度 F/B 制御が第2係合機構820における第2トルク調整制御に先んじて実行され、第1相対回転速度 N_{r1} が変化する過程における、駆動軸トルク及び第2伝達トルク T_{tr2} の変動を招くイナーシャトルクが十分に低減されるまでの期間については、第2トルク調整制御の開始が禁止され、第1相対回転速度 F/B 制御のみが実行される。

【0153】

このため、当該期間については、モータジェネレータMG2と駆動軸500との間のトルク伝達が制限されずに済み、イナーシャトルク T_{int} による駆動軸500のトルク変動及び第2係合機構820における衝撃音及び物理衝撃の発生を、MG2トルク T_{mg2} によるイナーシャトルク補償制御により好適に抑制することができる。例えば、第1相対回転速度 F/B 制御に先んじて第2トルク調整制御が実行された場合、或いは両者が殆ど同時に開始された場合、第2伝達トルク T_{tr2} がゼロトルクに維持される期間が長くなるから、駆動軸トルク及び第2伝達トルクのトルク調整が困難となる期間が長くなり、動力性能や快適性能の低下が無用に顕在化してしまうのである。

【0154】

一方、イナーシャトルク T_{int} の影響が十分に小さいと判断された（本実施形態においては、第1相対回転速度変化率 dN_{r1} で判断される）場合には、速やかに第2係合機構820における第2トルク調整制御が開始されるため、第1係合機構810の係合要素同士が回転同期状態（ $N_{r1} < Y$ となる状態）まで第2係合機構820におけるトルク調整制御を禁止する場合と較べて、係合装置800の動作状態切り替えに要する時間を短縮化することができる。

【0155】

即ち、本実施形態に係る第1係合制御によれば、第1係合機構810における第1相対回転速度 F/B 制御と第2係合機構820における第2トルク調整制御との、時間軸上の位置関係が最適化されることによって、第2動作状態から第1動作状態への係合装置800の動作状態の切り替えを好適に行うことが可能となるのである。

【0156】

<第2係合制御の詳細>

次に、図7を参照し、第2係合制御の詳細について説明する。ここに、図7は、第2係

10

20

30

40

50

合制御のフローチャートである。

【0157】

図7において、ECU100は、第2相対回転速度フィードバック（以下、適宜「F/B」と略す）制御を開始する（ステップS301）。

【0158】

ここで、第2相対回転速度F/B制御とは、第2係合機構820における係合要素同士（即ち、駆動軸側係合要素822とMG2側係合要素821）の相対回転速度たる第2相対回転速度Nr2を、目標値Nr2tgに収束させる制御を意味する。尚、本実施形態において、目標値Nr2tgはゼロである（即ち、本発明に係る「基準値未満」の一例である）。

10

【0159】

ここで特に、駆動軸側係合要素822は、駆動軸500と間接的に連結されており、その回転速度の制御は、ハイブリッド車両1の走行状態に顕著に影響する。従って、実践的には、第2相対回転速度F/Bは、モータジェネレータMG2の回転速度たるMG2回転速度Nm g2を駆動軸500の回転速度たる出力回転速度Noutに対応する駆動軸側係合要素822の回転速度に収束させる制御である。

【0160】

第2相対回転速度F/B制御が開始されると、ECU100は、第2相対回転速度Nr2が基準値Z未満であるか否かを判定する（ステップS302）。ここで、基準値Zは、係合要素同士が回転同期状態にあるか否かを規定する先述した基準値Yよりも大きい、本発明に係る「所定値」の一例である。

20

【0161】

係合装置800が第1動作状態にある場合、モータジェネレータMG2は、駆動軸500から切り離されている。従って、第2係合制御においては、モータジェネレータMG2の回転速度を変化させる過程におけるイナーシャトルクが駆動軸500に影響を与えることがなく、第1係合制御のように、イナーシャトルクを考慮した基準値の設定は必要ない。一方で、第1係合機構810において係合要素同士がトルク非伝達状態となる期間は、第1係合制御と同様に短い方がよい。基準値Zの値は、これらの点を考慮し、予め実験的に、経験的に又は理論的に、第1係合機構810において係合要素相互間に伝達されるトルクである第1伝達トルクTtr1をゼロトルクへ向けて調整する第1トルク調整制御と、上記第2相対回転速度F/B制御とが略同時に終了するように決定されている。

30

【0162】

次に、ECU100は、第1伝達トルクTtr1の指令値である第1伝達トルク指令値Ttr1cmを設定する（ステップS303）と共に、第1伝達トルクTtr1がこの指令値Ttr1cmとなるようにMG1トルクTmg1を調整する、本発明に係る「トルク調整制御」の一例たる第1トルク調整制御を開始する。尚、第1伝達トルクTtr1は、第1係合機構810において係合要素相互間に作用するトルクであり、いずれの係合要素からトルクが供給されるかにより正負の符号が変化し得るトルクであるが、正負の設定基準は、どのように設定されていてもよい。

【0163】

40

ここで、第1トルク調整制御における、第1伝達トルクTtr1の目標値Ttr1tgはゼロであり（即ち、本発明に係る「基準値未満」の一例）、ステップS303において設定される指令値Ttr1cmは、第1伝達トルクTtr1に係る目標値Ttr1tgに至らしめる過程における、言わば段階的な目標値である。

【0164】

第1伝達トルク指令値Ttr1cmが設定されると、ECU100は、第1伝達トルク指令値Ttr1cmが最終的な目標値であるゼロに設定されたか否かを判定する（ステップS304）。指令値Ttr2cmが未だ目標値でない場合（ステップS304：NO）、処理はステップS303に戻される。尚、ここでは、トルク指令値による判定としたが、ブレーキ側係合要素812が負担する反力トルクを計算し、MG1トルクTmg1との

50

差分として実際の第1伝達トルク T_{tr1} を算出し、判定基準値として利用してもよい。

【0165】

一方、第1伝達トルク指令値 T_{tr1cm} がゼロである場合（ステップS303：YES）、ECU100は、第2相対回転速度 N_r2 が第1係合制御と同様の基準値 Y （ $Y < Z$ ）未満であるか否かを判定する（ステップS305）。尚、基準値 Y を設ける代わりに、第2相対回転速度 N_r2 が目標値 N_{r2tg} （即ち、ゼロ）であるか否かの判定がなされてもよいが、F/B制御の性質上、完全にゼロ回転状態を維持することが困難な場合があるため、この基準値 Y は、予め適合された微小な幅を有するゼロ相当値に設定されている。第2相対回転速度 N_r2 が未だ基準値 Y 以上である場合には（ステップS305：NO）、処理はステップS303に戻る。

10

【0166】

第2相対回転速度 N_r2 が、既に基準値 Y 未満であるか、或いは相応の待機時間の末に基準値 Y 未満まで低下すると（ステップS305：YES）、ECU100は、アクチュエータ833を稼働させ、ロッド832及びフォーク831をストロークさせることによって、第2係合機構820の第2スリーブ823をMG2側係合要素821に係合させると同時に、第1係合機構810の第1スリーブ813をブレーキ側係合要素812から切り離す。即ち、係合装置800の動作状態を第1動作状態から第2動作状態へと切り替える（ステップS306）。動作状態が切り替えられると、第2係合制御は終了する。

【0167】

次に、図8を参照し、第2係合制御の効果について、視覚的に説明する。ここに、図8は、第2係合制御の実行時におけるハイブリッド駆動装置の一動作特性を例示するタイミングチャートである。尚、同図において、図6と重複する箇所には、同一の符号を付してその説明を適宜省略することとする。

20

【0168】

図8において、上段から順に、第2相対回転速度 N_r2 、第2相対回転速度F/B制御トルク T_{fb2} 、第1伝達トルク T_{tr1} 及び第1相対回転速度 N_r1 の各時間推移が例示される。尚、第2相対回転速度F/B制御トルク T_{fb2} とは、第2係合機構820におけるMG2側係合要素821の回転速度を駆動軸側係合要素822の回転速度に収束させるための第2相対回転速度F/B制御に使用されるMG2トルク T_{mg2} を意味する。

【0169】

図示時刻 T_5 において、MG1ロック解除要求に応じた第2係合制御における、第2相対回転速度F/B制御が開始されたとする。第2相対回転速度F/B制御が開始されると、第2相対回転速度 N_r2 は、目標値であるゼロ回転へ向けて低下し始める。この第2相対回転速度 N_r2 がゼロ回転へ向けて収束する過程、特に、その開始～初期においては、モータジェネレータMG2の回転変化に伴うイナーシャトルク T_{int} が顕著に大きくなる。それに伴い、第2相対回転速度F/B制御トルク T_{fb2} の絶対値も大きくなる。尚、このイナーシャトルクは、先述した通り、駆動軸500のトルクに影響しない。

30

【0170】

一方、第1係合機構810のブレーキ側係合要素811は、ゼロ回転固定のブレーキ要素であり、また上述した第2相対回転速度F/B制御は、駆動軸500のトルクに影響を与えない。従って、第2相対回転速度F/B制御が先行して実行される過程において、第1伝達トルク T_{tr1} は、固定変速モードにおける反力相当値に維持される。

40

【0171】

このように第2相対回転速度F/B制御が先行する過程における時刻 T_6 において、第2相対回転速度 N_r2 が基準値 Z 未満となると、第1伝達トルク T_{tr1} を目標値（ゼロ）にすべく第1トルク調整制御が開始される。第1トルク調整制御が開始されると、第1伝達トルク T_{tr1} の絶対値は、ゼロトルクへ向けて減少し始める。

【0172】

ここで、時刻 T_7 において、第1伝達トルク T_{tr1} が目標値たるゼロトルクまで減少し、且つ第1相対回転速度 N_r1 が基準値 Y 未満にまで低下すると、アクチュエータ83

50

3の駆動制御を介して係合装置800の動作状態が切り替えられる。時刻T8において、動作状態の切り替えが完了すると、MG2側係合要素821は駆動軸側係合要素822に固定されるため、第2相対回転速度Nr2はゼロとなる。また、係合装置800の動作状態切り替えに伴って、ブレーキ側係合要素812とモータジェネレータMG1との回転同期が外れるため、時刻T7において、第1相対回転速度Nr1は上昇し始める。

【0173】

このように、本実施形態に係る第2係合制御によれば、モータジェネレータMG1のロック解除要求が発生した場合に、第2係合機構820における第2相対回転速度F/B制御が第1係合機構810における第1トルク調整制御に先んじて実行され、第2相対回転速度Nr2が基準値Z未満の領域に低下するまでの期間については、第1トルク調整制御の開始が禁止され、第2相対回転速度F/B制御のみが実行される。

10

【0174】

ここで特に、基準値Zは、予め第1トルク調整制御と第2相対回転速度F/B制御とが略同時に終了するように決定されている。

【0175】

従って、一方で、第1トルク調整制御の実行過程において、第1係合機構810における第1伝達トルクTtr1がゼロトルクに維持される期間は可及的に短くなり、固定変速モードにおいて必要とされる反力トルクが変化した場合等に第1伝達トルクTtr1が変動することによる、駆動軸500のトルク変動或いは第1係合機構810における衝撃音及び物理衝撃の発生が抑制される。また、他方で、第1トルク調整制御と第2相対回転速度F/B制御とを重複させ得る期間であるにもかかわらず第1トルク調整制御が開始されない事態も防止されるから、係合装置800の動作状態の切り替えに要する期間が無用に長大化することも防止される。

20

【0176】

即ち、本実施形態に係る第2係合制御によれば、第2係合機構820における第2相対回転速度F/B制御と第1係合機構810における第1トルク調整制御との、時間軸上の位置関係が最適化されることによって、第1動作状態から第2動作状態への係合装置800の動作状態の切り替えを好適に行うことが可能となるのである。

<第2実施形態>

本発明に係る動力伝達機構の態様は、図2に例示するものに限定されない。ここで、図9を参照し、本発明の第2実施形態に係るハイブリッド駆動装置20の構成について説明する。ここに、図9は、ハイブリッド駆動装置20の構成を概念的に表してなる概略構成図である。尚、同図において、図2と重複する箇所には、同一の符号を付してその説明を適宜省略することとする。

30

【0177】

図9において、ハイブリッド駆動装置20は、MG2減速機構400を備えておらず、第2係合機構820が係合状態を採る第2動作状態において、モータジェネレータMG2の出力回転軸たるMG2出力軸700が、動力分割機構300のリングギアR1に連結された駆動軸500に直結される構成となっている。

【0178】

このような構成においても、第2係合制御における第2相対回転速度F/B制御実行時における、MG2回転速度Nm g2の目標値がMG2減速機構400のギア比に相当する分変化するだけであって、上述した第1係合制御及び第2係合制御を適用することが可能である。

40

【0179】

本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴うハイブリッド車両の制御装置もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【産業上の利用可能性】

【0180】

50

本発明は、第１のモータジェネレータを選択的にロックすることにより無段変速モードと固定変速モードとの間で変速モードを切り替える第１の係合機構と、第２のモータジェネレータを駆動軸から切り離す第２の係合機構とを備えたハイブリッド車両に適用可能である。

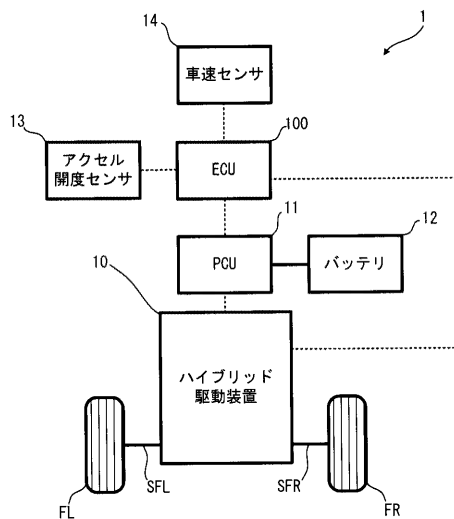
【符号の説明】

【０１８１】

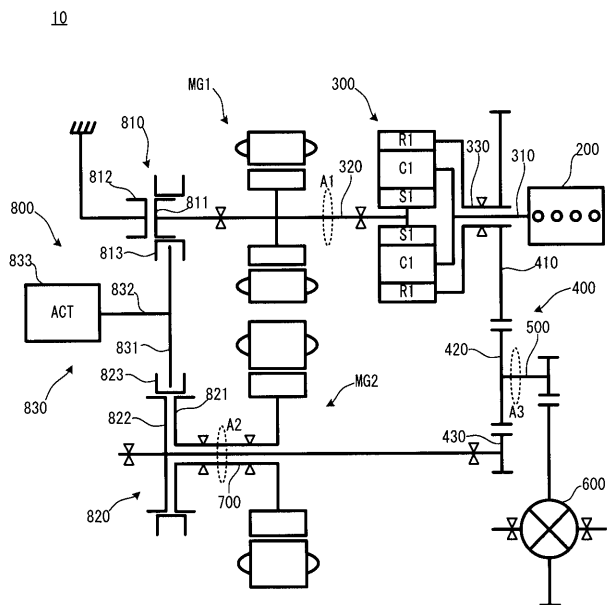
１…ハイブリッド車両、１０…ハイブリッド駆動装置、１００…ＥＣＵ、２００…エンジン、３００…動力分割機構、４００…ＭＧ２減速機構、５００…駆動軸、６００…減速機構、７００…ＭＧ２出力軸、８００…係合装置、８１０…第１係合機構、８１１…ＭＧ１側係合要素、８１２…ブレーキ側係合要素、８２０…第２係合機構、８２１…ＭＧ２側係合機構、８２２…駆動軸側係合機構、８３０…係合制御機構、８３１…アクチュエータ。

10

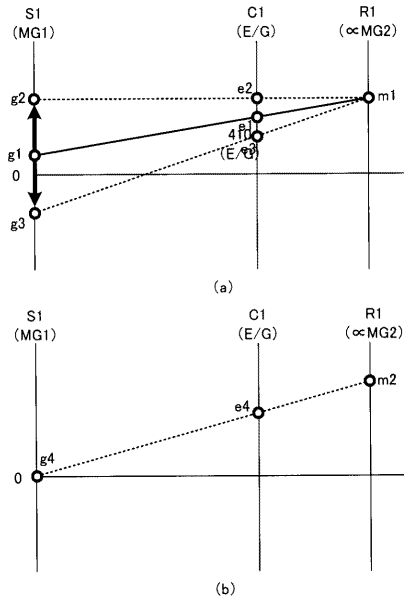
【図１】



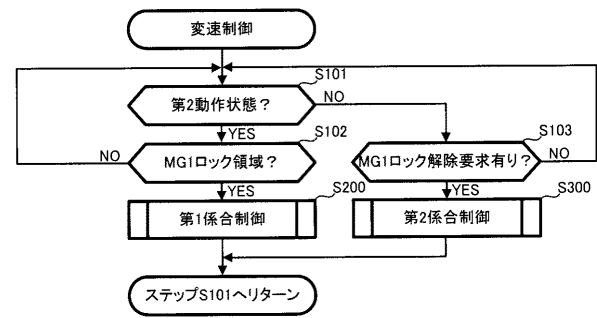
【図２】



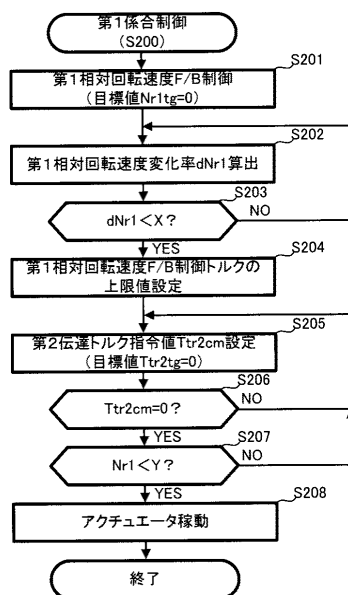
【図 3】



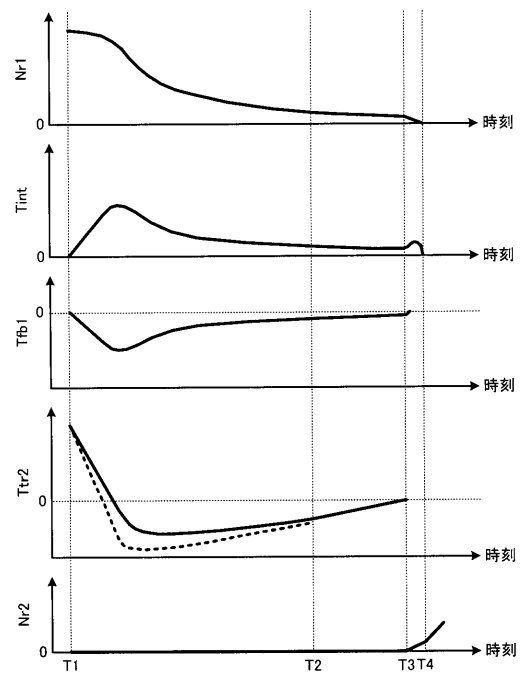
【図 4】



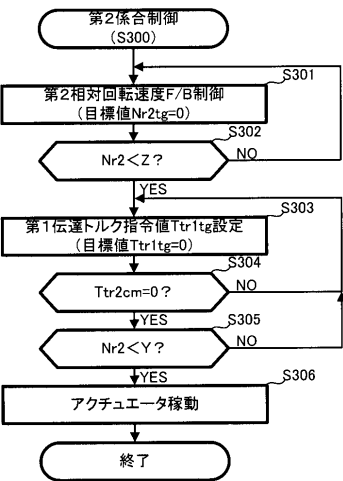
【図 5】



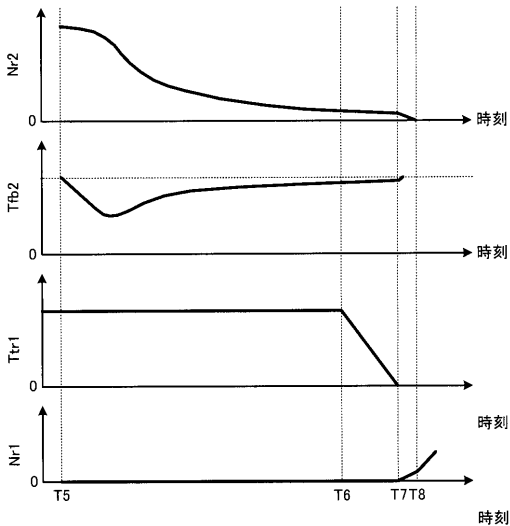
【図 6】



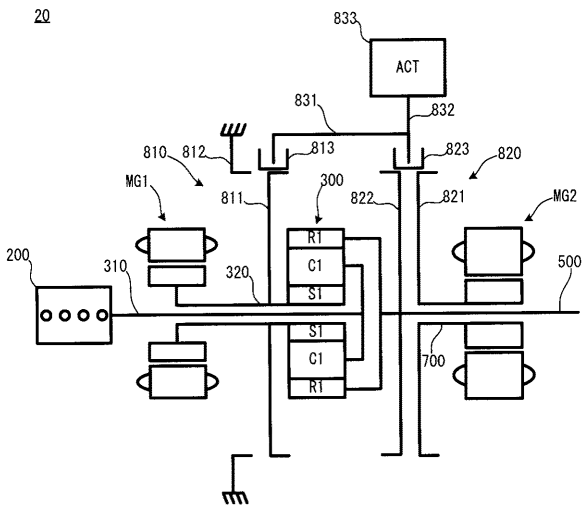
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 北畠 弘達

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 橋本 洋人

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H115 PC06 PG04 PI16 PI29 P006 P017 PU10 PU24 PU25 PV09
QE17 SE09 TB01 T021