

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5772673号
(P5772673)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int. Cl.	F 1					
B60W 10/06	(2006.01)	B60K	6/20	310		
B60W 20/00	(2006.01)	B60K	6/445	ZHV		
B60K 6/445	(2007.10)	B60K	6/52			
B60K 6/52	(2007.10)	B60K	6/20	320		
B60W 10/08	(2006.01)	B60K	6/20	330		
請求項の数 5 (全 20 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号 特願2012-65394 (P2012-65394)
 (22) 出願日 平成24年3月22日(2012.3.22)
 (65) 公開番号 特開2013-193660 (P2013-193660A)
 (43) 公開日 平成25年9月30日(2013.9.30)
 審査請求日 平成26年2月13日(2014.2.13)

(73) 特許権者 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 110000017
 特許業務法人アイテック国際特許事務所
 (72) 発明者 柴田 朋幸
 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 山村 秀政

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド自動車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、第1モータと、車軸に連結された駆動軸と前記エンジンの出力軸と前記第1モータの回転軸とに3つの回転要素が共線図上で前記駆動軸、前記出力軸、前記回転軸の順に並ぶよう接続されたプラネタリギヤと、前記駆動軸に動力を入出力可能な第2モータと、前記第1モータおよび前記第2モータと電力のやりとりが可能なバッテリーと、前記エンジンから出力すべき要求パワーに応じたエンジン目標回転数で前記エンジンが回転するように第1モータ目標トルクを設定し、前記要求パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御すると共に前記第1モータ目標トルクを下限値および上限値からなるトルク制限で制限して得られるトルクが前記第1モータから出力されるよう該第1モータを制御する制御手段と、を備えるハイブリッド自動車において、

前記制御手段は、前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限の前記下限値を超過する超過条件が成立した以降、前記エンジン目標回転数からエンジン回転数を減じて得られる差分回転数が値0未満の第1状態のときには該差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって負の補正值を設定し、前記第1状態から前記差分回転数が値0以上で前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限の前記下限値を超過する第2状態に移行すると、該第2状態では前記補正值を保持し、前記第2状態から前記差分回転数が値0以上で前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限の前記下限値を超過しない第3状態に移行すると、該第3状態では該第3状態の継続に従って徐々に大きくなるよう前記補正值を設定し、前記補正值を前記要求パワーに加えて得られる補正後パワーが

10

20

前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御する手段である、
ハイブリッド自動車。

【請求項 2】

請求項 1 記載のハイブリッド自動車であって、
前記制御手段は、前記超過条件が成立して前記エンジン回転数が前記エンジン目標回転数より大きくなってから前記補正後パワーが前記要求パワー以上に至るまで、該補正後パワーが前記エンジンから出力されるよう制御する手段である、
ハイブリッド自動車。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のハイブリッド自動車であって、
前記制御手段は、前記超過条件が成立した以降、前記第 3 状態のときには、前記エンジン目標回転数が小さいほど小さくなる傾向の正の変化値だけ前回の前記補正值から大きくした値を新たな前記補正值に設定する手段である、
ハイブリッド自動車。

10

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つの請求項に記載のハイブリッド自動車であって、
前記制御手段は、前記超過条件が成立した以降、前記エンジン目標回転数が許容上限回転数より低い回転数閾値以上のときには、前記補正值と、前記エンジン目標回転数が前記許容上限回転数に近づくほど負側に大きくなる傾向の第 2 補正值と、を前記要求パワーに加えて得られる補正後パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御する手段である、
ハイブリッド自動車。

20

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つの請求項に記載のハイブリッド自動車であって、
前記トルク制限の前記下限値は、前記第 1 モータから出力されて前記プラネタリギヤを介して前記駆動軸に作用するトルクと前記第 2 モータから前記駆動軸に出力されるトルクとの和が前記駆動軸の要求トルクとなる関係と、前記第 1 モータによって入出力される電力と前記第 2 モータによって入出力される電力との和が前記バッテリーの入力制限となる関係と、を共に満たすよう設定される制限である、
ハイブリッド自動車。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド自動車に関し、詳しくは、エンジンと、第 1 モータと、車軸に連結された駆動軸とエンジンの出力軸と第 1 モータの回転軸とに 3 つの回転要素が共線図上で駆動軸，出力軸，回転軸の順に並ぶよう接続されたプラネタリギヤと、駆動軸に動力を入出力可能な第 2 モータと、第 1 モータおよび第 2 モータと電力のやりとりが可能なバッテリーと、を備えるハイブリッド自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のハイブリッド自動車としては、エンジンと、第 1 モータと、車軸に連結された駆動軸とエンジンの出力軸と第 1 モータの回転軸とにリングギヤとキャリアとサンギヤとが接続された動力分配統合機構と、駆動軸に動力を入出力可能な第 2 モータと、第 1 モータや第 2 モータと電力をやりとりするバッテリーとを備え、要求パワーに応じた目標回転数でエンジンが回転するよう設定した第 1 モータの仮トルクが第 1 モータに課されたトルク制限外有的时候には、第 1 モータの仮トルクとトルク制限との差分に基づいて要求パワーを制限してこの制限後のパワーがエンジンから出力されるようエンジンを制御するものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このハイブリッド自動車では、こうした制御により、第 1 モータのトルクがトルク制限によって制限を受けるときでも、第 1 モータの過回転を抑止できるようにしている。

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-235694号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のハイブリッド自動車では、第1モータの仮トルクがトルク制限外となったときに要求パワーを制限することによって第1モータの過回転を抑止しているが、その後、第1モータがトルク制限内となったときに要求パワーの制限を中止すると、エンジンの出力の急増と第1モータの仮トルクによる駆動との干渉により、エンジンの回転数が大きく変動する場合がある。

10

【0005】

本発明のハイブリッド自動車は、エンジンを目標回転数で回転させるための第1モータの目標トルクがトルク制限を超過した後にその目標トルクがトルク制限を超過しなくなったときに、エンジンの回転数が大きく変動するのを抑制することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のハイブリッド自動車は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

20

本発明のハイブリッド自動車は、

エンジンと、第1モータと、車軸に連結された駆動軸と前記エンジンの出力軸と前記第1モータの回転軸とに3つの回転要素が共線図上で前記駆動軸、前記出力軸、前記回転軸の順に並ぶよう接続されたプラネタリギヤと、前記駆動軸に動力を入出力可能な第2モータと、前記第1モータおよび前記第2モータと電力のやりとりが可能なバッテリーと、前記エンジンから出力すべき要求パワーに応じたエンジン目標回転数で前記エンジンが回転するよう第1モータ目標トルクを設定し、前記要求パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御すると共に前記第1モータ目標トルクをトルク制限で制限して得られるトルクが前記第1モータから出力されるよう該第1モータを制御する制御手段と、を備えるハイブリッド自動車において、

30

前記制御手段は、前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限を超過する超過条件が成立した以降、前記エンジン目標回転数からエンジン回転数を減じて得られる差分回転数が値0未満の第1状態のときには該差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって負の補正値を設定し、前記差分回転数が値0以上で前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限を超過する第2状態のときには前記補正値を保持し、前記差分回転数が値0以上で前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限を超過しない第3状態のときには該第3状態の継続に従って徐々に大きくなるよう前記補正値を設定し、前記補正値を前記要求パワーに加えて得られる補正後パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御する手段である、

ことを要旨とする。

40

【0008】

この本発明のハイブリッド自動車では、基本的には、エンジンから出力すべき要求パワーに応じたエンジン目標回転数でエンジンが回転するよう第1モータ目標トルクを設定し、要求パワーがエンジンから出力されるようエンジンを制御すると共に第1モータ目標トルクをトルク制限で制限して得られるトルクが第1モータから出力されるよう第1モータを制御する。そして、第1モータ目標トルクがトルク制限を超過する超過条件が成立した以降、エンジン目標回転数からエンジン回転数を減じて得られる差分回転数が値0未満の第1状態のときには差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって負の補正値を設定し、差分回転数が値0以上で第1モータ目標トルクがトルク制限を超過する第2状態のときには補正値を保持し、差分回転数が値0以上で第1モ

50

ータ目標トルクがトルク制限を超過しない第3状態のときにはこの第3状態の継続に従って徐々に大きくなるよう補正値を設定し、補正値を要求パワーに加えて得られる補正後パワーがエンジンから出力されるようエンジンを制御する。

【0009】

一般に、第1モータはエンジンに比して応答性が高いことから、超過条件が成立すると、第1モータから第1モータ目標トルクを出力しないことによってエンジン回転数がエンジン目標回転数より大きくなると考えられる。したがって、第1状態のときに、差分回転数が値0となるよう負の補正値を設定すると共に設定した補正値を要求パワーに加えて得られる補正後パワー（要求パワーより小さなパワー）を用いてエンジンを制御することにより、エンジン回転数がエンジン目標回転数に比して大きく吹き上がった第1モータによる発電電力が大きくなり過ぎたり（バッテリーに過大な電力が入力されたり）するのを抑制することができ、エンジン回転数がエンジン目標回転数以下となるようにすることができる。

10

【0010】

そして、エンジン回転数が低下してエンジン目標回転数に略等しくなったときには、フィードバック制御の積分項の影響によって補正値は負の値となっているから、第2状態のときには補正値を保持し、第3状態のときにはこの第3状態の継続に従って徐々に大きくなるよう補正値を設定し、設定した補正値を要求パワーに加えて得られる補正後パワーを用いてエンジンを制御することにより、補正値を大きくする際（補正後パワーを要求パワーに近づける）際にエンジン回転数が大きく変動するのを抑制することができる。

20

【0011】

こうした本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記超過条件が成立して前記エンジン回転数が前記エンジン目標回転数より大きくなってから前記補正後パワーが前記要求パワー以上に至るまで、該補正後パワーが前記エンジンから出力されるよう制御する手段である、ものとすることもできる。

【0012】

また、本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記超過条件が成立した以降、前記第3状態のときには、前記エンジン目標回転数が小さいほど小さくなる傾向の正の変化値だけ前回の前記補正値から大きくした値を新たな前記補正値に設定する手段である、ものとすることもできる。

30

【0013】

さらに、本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記超過条件が成立した以降、前記エンジン目標回転数が許容上限回転数より低い回転数閾値以上のときには、前記補正値と、前記エンジン目標回転数が前記許容上限回転数に近づくほど負側に大きくなる傾向の第2補正値と、を前記要求パワーに加えて得られる補正後パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御する手段である、ものとすることもできる。こうすれば、エンジン回転数が許容上限回転数を超えるのを抑制することができる。

【0014】

加えて、本発明のハイブリッド自動車において、前記トルク制限は、前記第1モータから出力されて前記プラネタリギヤを介して前記駆動軸に作用するトルクと前記第2モータから前記駆動軸に出力されるトルクとの和が前記駆動軸の要求トルクとなる関係と、前記第1モータによって入出力される電力と前記第2モータによって入出力される電力との和が前記バッテリーの入力制限となる関係と、を共に満たすよう設定される制限である、ものとすることもできる。

40

【0015】

本発明の参考例のハイブリッド自動車は、

エンジンと、第1モータと、車軸に連結された駆動軸と前記エンジンの出力軸と前記第1モータの回転軸とに3つの回転要素が共線図上で前記駆動軸、前記出力軸、前記回転軸の順に並ぶよう接続されたプラネタリギヤと、前記駆動軸に動力を入出力可能な第2モータと、前記第1モータおよび前記第2モータと電力のやりとりが可能なバッテリーと、前記

50

エンジンから出力すべき要求パワーに応じたエンジン目標回転数で前記エンジンが回転するよう第1モータ目標トルクを設定し、前記要求パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御すると共に前記第1モータ目標トルクをトルク制限で制限して得られるトルクが前記第1モータから出力されるよう該第1モータを制御する制御手段と、を備えるハイブリッド自動車において、

前記制御手段は、前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限を超過する超過条件が成立した以降、前記エンジン目標回転数からエンジン回転数を減じて得られる差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって補正値を設定し、該補正値を前記要求パワーに加えて得られる補正後パワーが前記エンジンから出力されるよう該エンジンを制御する手段であり、

10

更に、前記制御手段は、前記超過条件が成立した以降、前記第1モータ目標トルクが前記トルク制限を超過しないときには、前記第1モータ目標トルクの前記トルク制限に対するトルク余裕分が小さいほど小さくなる傾向に前記比例項および前記積分項のゲインを設定する手段である、

ことを要旨とする。

【0016】

この本発明の参考例のハイブリッド自動車では、基本的には、エンジンから出力すべき要求パワーに応じたエンジン目標回転数でエンジンが回転するよう第1モータ目標トルクを設定し、要求パワーがエンジンから出力されるようエンジンを制御すると共に第1モータ目標トルクをトルク制限で制限して得られるトルクが第1モータから出力されるよう第1モータを制御する。そして、第1モータ目標トルクがトルク制限を超過する超過条件が成立した以降、エンジン目標回転数からエンジン回転数を減じて得られる差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって補正値を設定し、補正値を要求パワーに加えて得られる補正後パワーがエンジンから出力されるよう該エンジンを制御する。ここで、超過条件が成立した以降で第1モータ目標トルクがトルク制限を超過しないときには、第1モータ目標トルクのトルク制限に対するトルク余裕分が小さいほど小さくなる傾向に比例項および積分項のゲインを設定する。トルク余裕分が小さいときには、補正値(補正後パワー)の変化などによって第1モータ目標トルクがトルク制限を再超過する可能性がある。トルク余裕分が小さいほど小さくなる傾向の比例項および積分項のゲインを用いたフィードバック制御によって補正値を設定すると共に設定した補正値を要求パワーに加えて得られる補正後パワーを用いてエンジンを制御することにより、第1モータ目標トルクがトルク制限を再超過したときに、エンジン回転数がエンジン目標回転数に比して大きく吹き上がったたり第1モータによる発電電力が大きくなり過ぎたり(バッテリーに過大な電力が入力されたり)するのを抑制することができる。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。

【図2】実施例のHVECU70により実行される駆動制御ルーチンの前半部分の一例を示すフローチャートである。

40

【図3】実施例のHVECU70により実行される駆動制御ルーチンの後半部分の一例を示すフローチャートである。

【図4】要求トルク設定用マップの一例を示す説明図である。

【図5】エンジン22の動作ラインの一例と目標回転数 N_{e*} を設定する様子とを示す説明図である。

【図6】エンジン22からパワーを出力しながら走行しているときのプラネタリギヤ30の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図の一例を示す説明図である。

【図7】モータMG1のトルク制限 T_{m1min} 、 T_{m1max} の一例を示す説明図である。

50

【図 8】変形例の駆動制御ルーチンの後半部分の一例を示すフローチャートである。

【図 9】補正值設定用マップの一例を示す説明図である。

【図 10】変形例の駆動制御ルーチンの後半部分の一例を示すフローチャートである。

【図 11】変形例のハイブリッド自動車 120 の構成の概略を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0019】

図 1 は、本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車 20 の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車 20 は、図示するように、ガソリンや軽油などを燃料として動力を出力するエンジン 22 と、エンジン 22 を駆動制御するエンジン用電子制御ユニット（以下、エンジン ECU という）24 と、エンジン 22 のクランクシャフト 26 にキャリアが接続されると共に駆動輪 38a, 38b にデファレンシャルギヤ 37 を介して連結された駆動軸 36 にリングギヤが接続されたプラネタリギヤ 30 と、例えば同期発電電動機として構成されて回転子がプラネタリギヤ 30 のサンギヤに接続されたモータ MG1 と、例えば同期発電電動機として構成されて回転子が駆動軸 36 に接続されたモータ MG2 と、モータ MG1, MG2 を駆動するためのインバータ 41, 42 と、インバータ 41, 42 の図示しないスイッチング素子をスイッチング制御することによってモータ MG1, MG2 を駆動制御するモータ用電子制御ユニット（以下、モータ ECU という）40 と、例えばリチウムイオン二次電池として構成されてインバータ 41, 42 を介してモータ MG1, MG2 と電力をやりとりするバッテリー 50 と、バッテリー 50 を管理するバッテリー用電子制御ユニット（以下、バッテリー ECU という）52 と、車両全体を制御するハイブリッド用電子制御ユニット（以下、HVECU という）70 と、を備える。

【0020】

エンジン ECU 24 は、図示しないが、CPU を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU の他に、処理プログラムを記憶する ROM やデータを一時的に記憶する RAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。エンジン ECU 24 には、エンジン 22 の運転状態を検出する各種センサから信号、例えば、クランクシャフト 26 の回転位置を検出するクランクポジションセンサからのクランクポジション cr やエンジン 22 の冷却水の温度を検出する水温センサからの冷却水温 T_w , 燃焼室内に取り付けられた圧力センサからの筒内圧力 P_{in} , 燃焼室へ吸排気を行なう吸気バルブや排気バルブを開閉するカムシャフトの回転位置を検出するカムポジションセンサからのカムポジション ca , スロットルバルブの位置を検出するスロットルバルブポジションセンサからのスロットルポジション TP , 吸気管に取り付けられたエアフローメータからの吸入空気量 Q_a , 同じく吸気管に取り付けられた温度センサからの吸気温度 T_a , 排気系に取り付けられた空燃比センサからの空燃比 AF , 同じく排気系に取り付けられた酸素センサからの酸素信号 O_2 などが入力ポートを介して入力されており、エンジン ECU 24 からは、エンジン 22 を駆動するための種々の制御信号、例えば、燃料噴射弁への駆動信号やスロットルバルブの位置を調節するスロットルモータへの駆動信号、イグニタと一体化されたイグニッションコイルへの制御信号、吸気バルブの開閉タイミングの変更可能な可変バルブタイミング機構への制御信号などが出力ポートを介して出力されている。また、エンジン ECU 24 は、HVECU 70 と通信しており、HVECU 70 からの制御信号によりエンジン 22 を運転制御すると共に必要に応じてエンジン 22 の運転状態に関するデータを HVECU 70 に出力する。なお、エンジン ECU 24 は、クランクシャフト 26 に取り付けられた図示しないクランクポジションセンサからの信号に基づいてクランクシャフト 26 の回転数、即ちエンジン 22 の回転数 N_e も演算している。

【0021】

モータ ECU 40 は、図示しないが、CPU を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU の他に、処理プログラムを記憶する ROM やデータを一時的に記憶

10

20

30

40

50

するRAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。モータECU40には、モータMG1, MG2を駆動制御するために必要な信号、例えばモータMG1, MG2の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ43, 44からの回転位置 m_1 , m_2 や図示しない電流センサにより検出されるモータMG1, MG2に印加される相電流などが入力ポートを介して入力されており、モータECU40からは、インバータ41, 42の図示しないスイッチング素子へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。また、モータECU40は、HVECU70と通信しており、HVECU70からの制御信号によってモータMG1, MG2を駆動制御すると共に必要に応じてモータMG1, MG2の運転状態に関するデータをHVECU70に出力する。なお、モータECU40は、回転位置検出センサ43, 44からのモータMG1, MG2の回転子の回転位置 m_1 , m_2 に基づいてモータMG1, MG2の回転角速度 m_1 , m_2 や回転数 N_{m1} , N_{m2} も演算している。

10

【0022】

バッテリーECU52は、図示しないが、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー50の端子間に設置された電圧センサ51aからの端子間電圧 V_b やバッテリー50の出力端子に接続された電力ラインに取り付けられた電流センサ51bからの充放電電流 I_b , バッテリー50に取り付けられた温度センサ51cからの電池温度 T_b などが入力されており、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータを通信によりHVECU70に送信する。また、バッテリーECU52は、バッテリー50を管理するために、電流センサ51bにより検出された充放電電流 I_b の積算値に基づいてそのときのバッテリー50から放電可能な電力の容量の全容量に対する割合である蓄電割合SOCを演算したり、演算した蓄電割合SOCと電池温度 T_b とに基づいてバッテリー50を充放電してもよい最大許容電力である入出力制限 W_{in} , W_{out} を演算したりしている。なお、バッテリー50の入出力制限 W_{in} , W_{out} は、電池温度 T_b に基づいて入出力制限 W_{in} , W_{out} の基本値を設定し、バッテリー50の蓄電割合SOCに基づいて出力制限用補正係数と入力制限用補正係数とを設定し、設定した入出力制限 W_{in} , W_{out} の基本値に補正係数を乗じることにより設定することができる。

20

【0023】

HVECU70は、図示しないが、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。HVECU70には、イグニッションスイッチ80からのイグニッション信号やシフトレバー81の操作位置を検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP, アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度 A_{cc} , ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキペダルポジションBP, 車速センサ88からの車速 V などが入力ポートを介して入力されている。HVECU70は、前述したように、エンジンECU24やモータECU40, バッテリーECU52と通信ポートを介して接続されており、エンジンECU24やモータECU40, バッテリーECU52と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。なお、シフトポジションSPとしては、駐車ポジションやニュートラルポジション, 前進走行用のドライブポジション, 後進走行用のリバースポジションなどがある。

30

40

【0024】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20では、運転者によるアクセルペダルの踏み込み量に対応するアクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて駆動軸36に出力すべき要求トルク T_{r*} を計算し、この要求トルク T_{r*} に対応する要求動力が駆動軸36に出力されるように、エンジン22とモータMG1とモータMG2とが運転制御される。エンジン22とモータMG1とモータMG2との運転制御としては、要求動力に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にエンジン22

50

から出力される動力のすべてがプラネタリギヤ30とモータMG1とモータMG2とによってトルク変換されて駆動軸36に出力されるようモータMG1およびモータMG2を駆動制御するトルク変換運転モードや、要求動力とバッテリー50の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にバッテリー50の充放電を伴ってエンジン22から出力される動力の全部またはその一部がプラネタリギヤ30とモータMG1とモータMG2とによるトルク変換を伴って要求動力が駆動軸36に出力されるようモータMG1およびモータMG2を駆動制御する充放電運転モード、エンジン22の運転を停止してモータMG2からの要求動力に見合う動力を駆動軸36に出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。なお、トルク変換運転モードと充放電運転モードとは、いずれもエンジン22の運転を伴って要求動力が駆動軸36に出力されるようエンジン22とモータMG1とモータMG2とを制御するモードであり、実質的な制御における差異はないため、以下、両者を合わせてエンジン運転モードという。

10

【0025】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20の動作について説明する。図2および図3は、実施例のHVECU70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎（例えば、数msec毎）に繰り返し実行される。

【0026】

駆動制御ルーチンが実行されると、HVECU70は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Accや車速センサ88からの車速V、エンジン22の回転数Ne、モータMG1、MG2の回転数Nm1、Nm2、バッテリー50の入出力制限Win、Woutなど制御に必要なデータを入力する処理を実行する（ステップS100）。ここで、エンジン22の回転数Neは、図示しないクランクポジションセンサにより検出されたクランクポジションcrに基づいて演算されたものをエンジンECU24から通信により入力するものとした。また、モータMG1、MG2の回転数Nm1、Nm2は、回転位置検出センサ43、44により検出されたモータMG1、MG2のロータの回転位置m1、m2に基づいて演算されたものをモータECU40から通信により入力するものとした。さらに、バッテリー50の入出力制限Win、Woutは、バッテリー50の電池温度Tbとバッテリー50の蓄電割合SOCとに基づいて設定されたものをバッテリーECU52から通信により入力するものとした。

20

30

【0027】

こうしてデータを入力すると、入力したアクセル開度Accと車速Vとに基づいて駆動軸36に出力すべき要求トルクTr*を設定し、設定した要求トルクTr*に駆動軸36の回転数Nrを乗じて走行に要求される走行用パワーPdrv*を計算し、バッテリー50の蓄電割合SOCに基づいて得られるバッテリー50の充放電要求パワーPb*（バッテリー50から放電するときが正の値）を走行用パワーPdrv*から減じて車両に要求されるパワー（エンジン22から出力すべきパワー）の仮の値としての仮要求パワーPetmpを計算する（ステップS110）。ここで、要求トルクTr*は、実施例では、アクセル開度Accと車速Vと要求トルクTr*との関係を予め定めて要求トルク設定用マップとして図示しないROMに記憶しておき、アクセル開度Accと車速Vとが与えられると記憶したマップから対応する要求トルクTr*を導出して設定するものとした。要求トルク設定用マップの一例を図4に示す。また、駆動軸36の回転数Nrは、モータMG2の回転数Nm2や車速Vに換算係数を乗じて得られる回転数などを用いることができる。

40

【0028】

続いて、仮要求パワーPetmpと、エンジン22を効率よく動作させるエンジン22の回転数とトルクとの関係としての動作ライン（例えば、燃費動作ライン）と、に基づいてエンジン22を運転すべき目標運転ポイントにおける回転数としての目標回転数Ne*を設定する（ステップS120）。図5は、エンジン22の動作ラインの一例と目標回転数Ne*を設定する様子とを示す説明図である。エンジン22の目標回転数Ne*は、図

50

示るように、エンジン 22 の動作ラインと仮要求パワー P_{etmp} が一定の曲線との交点として求めることができる。

【0029】

次に、設定したエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} とモータ MG 2 の回転数 N_{m2} とプラネタリギヤ 30 のギヤ比（サンギヤの歯数 / リングギヤの歯数）とを用いて次式 (1) によりモータ MG 1 の目標回転数 N_{m1*} を計算すると共に仮要求パワー P_{etmp} と目標回転数 N_{e*} とプラネタリギヤ 30 のギヤ比とモータ MG 1 の目標回転数 N_{m1*} および回転数 N_{m1} とを用いて式 (2) によりモータ MG 1 から出力すべきトルクの仮の値としての仮トルク T_{m1tmp} を計算する（ステップ S130）。ここで、式 (1) は、プラネタリギヤ 30 の回転要素に対する力学的な関係式である。図 6 は、エンジン 22 からパワーを出力しながら走行しているときのプラネタリギヤ 30 の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図の一例を示す説明図である。図中、左の S 軸はモータ MG 1 の回転数 N_{m1} であるサンギヤの回転数を示し、C 軸はエンジン 22 の回転数 N_e であるキャリアの回転数を示し、R 軸はモータ MG 2 の回転数 N_{m2} である駆動軸 36 の回転数 N_r を示す。なお、R 軸上の 2 つの太線矢印は、モータ MG 1 から出力されてプラネタリギヤ 30 を介して駆動軸 36 に作用するトルク（ $-T_{m1}/$ ）と、モータ MG 2 から駆動軸 36 に出力されるトルク T_{m2} とを示す。また、実施例では、図中上向き矢印を正のトルクとし、図中下向き矢印を負のトルクとして説明する。式 (1) は、この共線図を用いれば容易に導くことができる。また、式 (2) は、モータ MG 1 の回転数 N_{m1} が目標回転数 N_{m1*} となるようにする（エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} となるようにする）ための回転数フィードバック制御の関係式であり、式 (2) 中、右辺第 1 項はフィードフォワード項であり、右辺第 2 項はフィードバックの比例項であり、右辺第 3 項はフィードバックの積分項である。右辺第 1 項は、エンジン 22 から出力されてクランクシャフト 26、プラネタリギヤ 30 のキャリアを介してプラネタリギヤ 30 のサンギヤに作用するトルクを受け止めるためのトルクである。また、右辺第 2 項の「 k_1 」（ > 0 ）は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 k_2 」（ > 0 ）は積分項のゲインである。なお、エンジン 22 からパワーを出力しながら走行するときには、エンジン 22 からのパワーを用いてモータ MG 1 によって発電を行なう（図 6 中、S 軸の下向き矢印参照）ことから、通常、モータ MG 1 の仮トルク T_{m1tmp} は負のトルク（エンジン 22 の回転数 N_e を押さえ込む方向のトルク）となる。

【0030】

$$N_{m1*} = N_{e*} \cdot (1 + \text{ギヤ比}) / \text{ギヤ比} - N_{m2} / \text{ギヤ比} \quad (1)$$

$$T_{m1tmp} = -P_{etmp} / ((1 + \text{ギヤ比}) \cdot N_{e*}) + k_1 \cdot (N_{m1*} - N_{m1}) + k_2 \cdot \int (N_{m1*} - N_{m1}) dt \quad (2)$$

【0031】

続いて、次式 (3) および式 (4) を共に満たすモータ MG 1 から出力してもよいトルクの上下限としてのトルク制限 T_{m1min} 、 T_{m1max} を設定し（ステップ S140）、式 (5) に示すように、設定した仮トルク T_{m1tmp} をトルク制限 T_{m1min} 、 T_{m1max} で制限してモータ MG 1 から出力すべきトルクとしてのトルク指令 T_{m1*} を設定する（ステップ S150）。ここで、式 (3) は、モータ MG 1 から出力されてプラネタリギヤ 30 を介して駆動軸 36 に作用するトルク（ $-T_{m1}/$ ）とモータ MG 2 から駆動軸 36 に出力されるトルク T_{m2} との和が値 0 以上で要求トルク T_{r*} 以下の範囲内となる関係であり、式 (4) は、モータ MG 1 によって入出力される電力（ $T_{m1} \cdot N_{m1}$ ）とモータ MG 2 によって入出力される電力（ $T_{m2} \cdot N_{m2}$ ）との和がバッテリー 50 の入出力制限 W_{in} 、 W_{out} の範囲内となる関係である。図 7 は、モータ MG 1 のトルク制限 T_{m1min} 、 T_{m1max} の一例を示す説明図である。トルク制限 T_{m1min} 、 T_{m1max} は、図中斜線で示した領域におけるトルク T_{m1} の最大値と最小値として求めることができる。なお、要求トルク T_{r*} が正の値のときには、図 7 から分かるように、トルク（ $-T_{m1}/$ ）とトルク T_{m2} との和が要求トルク T_{r*} となる関係と電力（ $T_{m1} \cdot N_{m1}$ ）と電力（ $T_{m2} \cdot N_{m2}$ ）との和がバッテリー 50 の入力制限 W_{in} となる関係とを満たすモータ MG 1 の駆動点をトルク制限 T_{m1min} に設定し、トル

ク ($-T_{m1}/$) とトルク T_{m2} との和が値 0 となる関係と電力 ($T_{m1} \cdot N_{m1}$) と電力 ($T_{m2} \cdot N_{m2}$) との和がバッテリー 50 の出力制限 W_{out} となる関係とを満たすモータ MG1 の駆動点をトルク制限 T_{m1max} に設定することになる。

【0032】

$$0 -T_{m1}/ +T_{m2} Tr^* \quad (3)$$

$$W_{in} T_{m1} \cdot N_{m1} + T_{m2} \cdot N_{m2} W_{out} \quad (4)$$

$$T_{m1}^* = \max(\min(T_{m1tmp}, T_{m1max}), T_{m1min}) \quad (5)$$

【0033】

次に、初期値として値 0 が設定されると共にモータ MG1 の仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過する (トルク制限 T_{m1min} より小さくなる) 超過条件が成立したときに値 1 が設定される超過条件フラグ F の値を調べ (ステップ 160)、超過条件フラグ F が値 0 のときには、モータ MG1 の仮トルク T_{m1tmp} をトルク制限 T_{m1min} と比較する (ステップ S170)。ステップ S160 の処理は、超過条件の成立後であるか否かを判定する処理であり、ステップ S170 の処理は、超過条件が成立したか否かを判定する処理である。なお、超過条件が成立しやすいときとしては、エンジン 22 の吸気温度 T_a が低いときや大気圧 P_a が大きいときなどのようにエンジン 22 に吸入される空気の密度 (空気密度) が大きいためにエンジン 22 からの出力 (パワーやトルク) が要求値に対して大きくなりやすいときや、バッテリー 50 が低温 (例えば、 -10 以下や -15 以下など) や高温 (例えば、 40 以上や 45 以上など) でバッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} が比較的大きく制限されているとき (絶対値として比較的小さな値が設定されているとき) などが考えられる。

【0034】

ステップ S160 で超過条件フラグ F が値 0 であり、ステップ S170 でモータ MG1 の仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} 以上のとき (仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過しないとき) には、超過条件の成立後ではなく且つ超過条件は成立していないと判断し、仮要求パワー P_{etmp} を要求パワー P_e^* に設定し (ステップ S310)、次式 (6) に示すように、モータ MG1 のトルク指令 T_{m1}^* をプラネタリギヤ 30 のギヤ比 で除したものを要求トルク Tr^* に加えてモータ MG2 から出力すべきトルクの仮の値としての仮トルク T_{m2tmp} を計算し (ステップ S330)、式 (7) および式 (8) に示すように、バッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} とモータ MG1 のトルク指令 T_{m1}^* に回転数 N_{m1} を乗じて得られるモータ MG1 の消費電力 (発電電力) との差分をモータ MG2 の回転数 N_{m2} で除してモータ MG2 から出力してもよいトルクの上下限としてのトルク制限 T_{m2min} , T_{m2max} を計算し (ステップ S340)、式 (9) に示すように、仮トルク T_{m2tmp} をトルク制限 T_{m2min} , T_{m2max} で制限してモータ MG2 から出力すべきトルクとしてのトルク指令 T_{m2}^* を設定する (ステップ S350)。ここで、式 (6) は、図 6 の共線図から容易に導くことができる。

【0035】

$$T_{m2tmp} = Tr^* + T_{m1}^* / \quad (6)$$

$$T_{m2min} = (W_{in} - T_{m1}^* \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad (7)$$

$$T_{m2max} = (W_{out} - T_{m1}^* \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad (8)$$

$$T_{m2}^* = \max(\min(T_{m2tmp}, T_{m2max}), T_{m2min}) \quad (9)$$

【0036】

こうして要求パワー P_e^* やエンジン 22 の目標回転数 N_e^* , モータ MG1, MG2 のトルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* を設定すると、要求パワー P_e^* やエンジン 22 の目標回転数 N_e^* についてはエンジン ECU24 に送信し、モータ MG1, MG2 のトルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* についてはモータ ECU40 に送信して (ステップ S360)、本ルーチンを終了する。要求パワー P_e^* とエンジン 22 の目標回転数 N_e^* とを受信したエンジン ECU24 は、要求パワー P_e^* をエンジン 22 の目標回転数 N_e^* で除してエンジン 22 の目標トルク T_e^* を計算し、エンジン 22 が目標回転数 N_e^* と目標トルク

T_{e*} とからなる運転ポイント（目標運転ポイント）で運転されるようエンジン22の吸入空気量制御や燃料噴射制御，点火制御などを行なう。また、モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} を受信したモータECU40は、モータMG1，MG2がトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} で駆動されるようインバータ41，42のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

【0037】

ステップS160で超過条件フラグFが値0であり、ステップS170でモータMG1の仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} より小さいとき（仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過するとき）には、超過条件が成立したと判断し、超過条件フラグFに値1を設定する（ステップS180）。なお、モータMG1の仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} より小さいときには、仮トルク T_{m1tmp} より大きな（絶対値としては小さな）トルク制限 T_{m1min} をモータMG1のトルク指令 T_{m1*} に設定してモータMG1を制御することになる。そして、一般に、モータMG1はエンジン22に比して応答性が高い。したがって、超過条件が成立すると、モータMG1から仮トルク T_{m1tmp} を出力しない（エンジン22の回転数 N_e を押さえ込む方向のトルクが不足することにより、エンジン22の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} より大きくなると考えられる。

10

【0038】

ステップ180で超過条件フラグFに値1を設定した後や、ステップS160で超過条件フラグFが値1のときには、エンジン22の目標回転数 N_{e*} から回転数 N_e を減じて差分回転数 N_e を計算すると共に（ステップS190）、計算した差分回転数 N_e を値0と比較する（ステップS200）。

20

【0039】

差分回転数 N_e が値0未満のとき（エンジン22の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} より大きいとき）には、差分回転数 N_e を用いて次式（10）により補正值 p の計算に用いる比例項の値 p を計算すると共に（ステップS210）、差分回転数 N_e と補正值 p の計算に用いる積分項の前回値（前回 i ）とを用いて式（11）により積分項の値 i を計算し（ステップS220）、計算した比例項の値 p と積分項の値 i との和を補正值 p として計算する（ステップS270）。ここで、式（10）、（11）は、それぞれ、エンジン22の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} となるようにするための回転数フィードバック制御における比例項，積分項の計算式であり、式（10）の「 k_3 」（ > 0 ）は比例項のゲインであり、式（11）の「 k_4 」（ > 0 ）は積分項のゲインである。いま、差分回転数 N_e が値0未満のときを考えているから、比例項の値 p ，積分項の値 i は共に負の値となり、補正值 p は負の値となる。

30

【0040】

$$p = k_3 \cdot N_e \quad (10)$$

$$i = \text{前回 } i + k_4 \cdot N_e \quad (11)$$

【0041】

そして、計算した補正值 p を仮要求パワー P_{etmp} に加えて補正後要求パワー P_{ead} を計算し（ステップS280）、計算した補正後要求パワー P_{ead} を仮要求パワー P_{etmp} と比較する（ステップS290）。補正值 p が負の値となる場合には、補正後パワー P_{ead} は仮要求パワー P_{etmp} より小さな値となる。

40

【0042】

補正後要求パワー P_{ead} が仮要求パワー P_{etmp} 未満のときには、補正後要求パワー P_{ead} を要求パワー P_{e*} に設定し（ステップS320）、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} を設定し（ステップS330～S350）、要求パワー P_{e*} やエンジン22の目標回転数 N_{e*} についてはエンジンECU24に送信し、モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} についてはモータECU40に送信して（ステップS360）、本ルーチンを終了する。

【0043】

50

このように、超過条件が成立した以降でエンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} より大きいときには、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} となるようにするための回転数フィードバック制御によって負の補正值 Δp を設定し、設定した補正值 Δp を仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ に加えて得られる補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ を要求パワー P_{e*} に設定してエンジン 22 を制御することにより、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} に比して大きく吹き上がったリモータ MG1 による発電電力が大きくなり過ぎたり（バッテリー 50 に過大な電力が入力されたり）するのを抑制して、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} 以下となるようにすることができる。

【0044】

ステップ S200 で差分回転数 ΔN_e が値 0 以上のとき（エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} 以下のとき）には、比例項の値 p に値 0 を設定し（ステップ S230）、モータ MG1 の仮トルク $T_{m\ tmp}$ をトルク制限 $T_{m\ min}$ と比較する（ステップ S240）。

【0045】

仮トルク $T_{m\ tmp}$ がトルク制限 $T_{m\ min}$ 未満のとき（仮トルク $T_{m\ tmp}$ がトルク制限 $T_{m\ min}$ を超過するとき）には、積分項の前回値（前回 i ）を保持し（ステップ S250）、比例項の値 p （値 0）と積分項の値 i との和を補正值 Δp として計算し（ステップ S270）、計算した補正值 Δp を仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ に加えて補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ を計算する（ステップ S280）。この場合、補正值 Δp は、前回の補正值（前回 i ）を保持することになる。なお、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} より高い状態から低下して目標回転数 N_{e*} に略等しくなったときには、積分項の値 i （補正值 Δp ）は、回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} より高かったときの影響によって負の値となっている。

【0046】

一方、仮トルク $T_{m\ tmp}$ をトルク制限 $T_{m\ min}$ がトルク制限 $T_{m\ min}$ 以上のとき（仮トルク $T_{m\ tmp}$ がトルク制限 $T_{m\ min}$ を超過しないとき）には、積分項の前回値（前回 i ）に正の変化値 Δi を加えて積分項の値 i を計算し（ステップ S260）、比例項の値 p （値 0）と積分項の値 i との和を補正值 Δp として計算し（ステップ S270）、計算した補正值 Δp を仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ に加えて補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ を計算する（ステップ S280）。この場合、補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ は、前回の補正後要求パワー（前回 $P_{e\ ad}$ ）に比して変化値 Δi だけ仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ に近づいた値となる。ここで、変化値 Δi は、本ルーチンの実行間隔（例えば、数 msec 毎）で補正值 Δp を増加させる（絶対値としては減少させる）程度である。この変化値 Δi についての詳細は後述する。

【0047】

こうして補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ を計算すると、計算した補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ を仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ と比較し（ステップ S290）、補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ が仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ 未満のときには、補正後要求パワー $P_{e\ ad}$ を要求パワー P_{e*} に設定し（ステップ S320）、ステップ S330～S360 の処理を実行して本ルーチンを終了する。

【0048】

したがって、超過条件が成立した以降に、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} 以下でモータ MG1 の仮トルク $T_{m\ tmp}$ がトルク制限 $T_{m\ min}$ 以上のとき（仮トルク $T_{m\ tmp}$ がトルク制限 $T_{m\ min}$ を超過しないとき）には、補正值 Δp を正の変化値 Δi ずつ増加させることになる。ところで、補正值 Δp の増加率（本ルーチンの実行間隔あたりの増加量）が大きいと、その程度によっては、要求パワー P_{e*} が仮要求パワー $P_{e\ tmp}$ に近づくときの増加率が大きくなり過ぎて、エンジン 22 の回転数 N_e が比較的大きく変動する場合が生じる。したがって、実施例では、変化値 Δi は、エンジン 22 の回転変動を抑制できるよう予め実験や解析などによって定めた値、例えば、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} が小さいほど小さくなる傾向の値などを用いるものとした。

10

20

30

40

50

こうした制御により、補正後要求パワー P_{ead} (要求パワー P_{e*}) を仮要求パワー P_{etmp} に近づける際のエンジン 22 の回転変動を抑制することができる。なお、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} が小さいほど変化値 i を小さくするのは、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} が小さいほど補正値 i を大きくする (補正後要求パワー P_{ead} を仮要求パワー P_{etmp} に近づける) 際にエンジン 22 の回転数 N_e が変動しやすいと考えられる、という理由に基づく。この変化値 i は、固定値を用いるものとしてもよい。

【0049】

こうして補正後要求パワー P_{ead} を徐々に増加させて (仮要求パワー P_{etmp} に近づけて)、ステップ S290 で補正後要求パワー P_{ead} が仮要求パワー P_{etmp} 以上であると判定されると、超過条件フラグ F に値 0 を設定し (ステップ S300)、仮要求

10

【0050】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車 20 によれば、モータ MG1 の仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過する超過条件が成立した以降、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} から回転数 N_e を減じて得られる差分回転数 N_e が値 0 未満のときには差分回転数 N_e が値 0 となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって負の補正値 i を設定し、差分回転数 N_e が値 0 以上で仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過するときには補正値 i を保持し、差分回転数 N_e が値 0 以上で仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過しないときには前回の補正値 (前回) より変化値 i だけ大きな値を新たな補正値 i に設定し、設定した補正値 i を仮要求パワー P_{etmp} に加えて得られる補正後要求パワー P_{ead} を要求パワー P_{e*} に設定してエンジン 22 を制御するから、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} より大きいときには、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} に比して大きく吹き上がったりモータ MG1 による発電電力が大きくなり過ぎたり (バッテリー 50 に過大な電力が入力されたり) するのを抑制することができ、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} 以下のときには、補正後要求パワー P_{ead} (要求パワー P_{e*}) を仮要求パワー P_{etmp} に近づける際のエンジン 22 の回転変動を抑制することができる。

20

【0051】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、超過条件が成立した以降、差分回転数 N_e に応じた補正値 i を仮要求パワー P_{etmp} に加えて補正後要求パワー P_{ead} を計算するものとしたが、補正値 i と、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} と許容上限回転数 N_{elim} とに応じた補正値 i と、を仮要求パワー P_{etmp} に加えて補正後要求パワー P_{ead} を計算するものとしてもよい。ここで、許容上限回転数 N_{elim} は、例えば、エンジン 22 の定格上限回転数 N_{elim1} (例えば、5000rpm や 6000rpm など) と、モータ MG1 の定格上限回転数 N_{m1lim} (例えば、11000rpm や 1200rpm など) をこの定格上限回転数 N_{m1lim} と駆動軸 36 の回転数 N_r (モータ MG2 の回転数 N_{m2}) とプラネタリギヤ 30 のギヤ比 G とを用いて次式 (12) により換算したエンジン 22 の上限回転数 N_{elim2} と、のうち小さい方を用いるものなどとする

30

40

【0052】

$$N_{elim2} = (N_{m1lim} \cdot Nm1lim + Nm2) / (1 + G) \quad (12)$$

【0053】

この場合の駆動制御ルーチン (後半部分) の一例を図 8 に示す。このルーチンは、ステップ S280 の処理に代えてステップ S400 ~ S420 の処理を実行する点を除いて、図 2 および図 3 の駆動制御ルーチンと同一である。したがって、同一の処理については同一のステップ番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0054】

図 8 の駆動制御ルーチン (後半部分) では、ステップ S270 で補正値 i を計算すると、エンジン 22 の許容上限回転数 N_{elim} から目標回転数 N_{e*} を減じて、目標回転数

50

Ne*の許容上限回転数 N_{e1im} に対する余裕分としての回転数余裕分 N_{emg} を計算し(ステップS400)、計算した回転数余裕分 N_{emg} に基づいて補正値を設定し(ステップS410)、補正値と補正値とを仮要求パワー P_{etmp} に加えて補正後要求パワー P_{ead} を計算し(ステップS420)、ステップS290以降の処理を実行する。ここで、補正値は、この変形例では、回転数余裕分 N_{emg} と補正値とを予め定めて補正値設定用マップとして図示しないROMに記憶しておき、回転数余裕分 N_{emg} が与えられると記憶したマップから対応する補正値を導出して設定するものとした。補正値設定用マップの一例を図9に示す。補正値は、図9に示すように、所定値 N_{emgref} (例えば、数百rpmなど)以下の領域で回転数余裕分 N_{emg} が小さいほど値0から小さくなる(負側に大きくなる)傾向に設定するものとした。こうして設定した補正値を用いて補正後要求パワー P_{ead} を計算することにより、エンジン22の回転数 N_e が許容上限回転数 N_{e1im} を超えるのを抑制することができる。なお、実施例では、この補正値を考慮していないため、補正値が値0以上に至ったときに補正後要求パワー P_{ead} が仮要求パワー P_{etmp} 以上となって超過条件フラグFを値0に切り替えることになるが、この変形例では、補正値と補正値との和が値0以上に至ったときに補正後要求パワー P_{ead} が仮要求パワー P_{etmp} 以上となって超過条件フラグFを値0に切り替えることになる。

10

【0055】

実施例のハイブリッド自動車20では、超過条件が成立した以降、差分回転数 N_e が値0未満のときにはは上述の式(10)、(11)により比例項の値 p 、積分項の値 i を計算し、差分回転数 N_e が値0以上のときにはは比例項の値 p に値0を設定すると共に積分項の値 i に前回値(前回 i)や前回値(前回 i)に変化値 i を加えた値(前回 $i + i$)を設定するものとしたが、差分回転数 N_e に拘わらず式(10)、(11)により比例項の値 p 、積分項の値 i を計算するものとしてもよい。この場合の駆動制御ルーチン(後半部分)の一例を図10に示す。このルーチンは、ステップS200~260の処理に代えてステップS500~S550の処理を実行する点を除いて、図2および図3の駆動制御ルーチンと同一である。したがって、同一の処理については同一のステップ番号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

【0056】

図10の駆動制御ルーチン(後半部分)では、ステップS190で差分回転数 N_e を計算すると、モータMG1の仮トルク T_{m1tmp} をトルク制限 T_{m1min} と比較し(ステップS500)、仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} 未満のとき(仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過するとき)には、実験や解析などによって予め定められた適合値としての所定値 k_{31} 、 k_{41} を比例項、積分項のゲイン k_3 、 k_4 に設定し(ステップS510)、差分回転数 N_e と比例項のゲイン k_3 とを用いて式(10)により比例項の値 p を計算すると共に(ステップS540)、差分回転数 N_e と積分項のゲイン k_4 と積分項の前回値(前回 i)とを用いて式(11)により積分項の値 i を計算し(ステップS550)、計算した比例項の値 p と積分項の値 i との和を補正値として計算し(ステップS270)、ステップS280以降の処理を実行する。

30

40

【0057】

ステップS500で仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} 以上のとき(仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過しないとき)には、仮トルク T_{m1tmp} からトルク制限 T_{m1min} を減じて、仮トルク T_{m1tmp} のトルク制限 T_{m1min} に対する余裕分としてのトルク余裕分 T_{mg} を計算し(ステップS520)、計算したトルク余裕分 T_{mg} に基づいて比例項、積分項のゲイン k_3 、 k_4 を設定し(ステップS530)、ステップS540以降の処理を実行する。この場合、比例項、積分項のゲイン k_3 、 k_4 は、トルク余裕分 T_{mg} が小さいほど小さくなる傾向に設定するものとした。これにより、仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} 以上のときにおいて、トルク余裕分 T_{mg} が小さいとき(仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T

50

$m1min$ に対してそれほど余裕がないとき)には補正值 $Tm1mg$ がそれほど大きく変化せず、トルク余裕分 $Tm1mg$ が大きいとき(仮トルク $Tm1tmp$ がトルク制限 $Tm1min$ に対してある程度余裕があるとき)には補正值 $Tm1mg$ が比較的大きく変化することになる。

【0058】

トルク余裕分 $Tm1mg$ が値0に近いときには、補正值 $Tm1mg$ (補正後要求パワー Pea) の変化などによって仮トルク $Tm1tmp$ がトルク制限 $Tm1min$ を再超過する可能性がある。したがって、トルク余裕分 $Tm1mg$ が小さいほど小さくなる傾向の比例項、積分項のゲイン $k3$, $k4$ を用いて補正值 $Tm1mg$ を設定することにより、仮トルク $Tm1tmp$ がトルク制限 $Tm1min$ を再超過したときに、エンジン22の回転数 Ne が目標回転数 $Ne*$ に比して大きく吹き上がったたりモータMG1による発電電力が大きくなり過ぎたり(バッテリー50に過大な電力が入力されたり)するのを抑制することができる。

10

【0059】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG1の仮トルク $Tm1tmp$ がトルク制限を超過するか否かの判定に、モータMG1から出力されてプラネタリギヤ30を介して駆動軸36に作用するトルク $(-Tm1/)$ とモータMG2から駆動軸36に出力されるトルク $Tm2$ との和が要求トルク $Tr*$ となる関係と、モータMG1によって入出力される電力 $(Tm1 \cdot Nm1)$ とモータMG2によって入出力される電力 $(Tm2 \cdot Nm2)$ との和がバッテリー50の入力制限 Win となる関係とを、共に満たすよう設定したトルク制限 $Tm1min$ を用いるものとしたが、これに代えて又は加えて、モータMG1の回転数 $Nm1$ における負側の定格最大トルク $Tm1min2$ を用いるものとしてもよい。

20

【0060】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2からの動力を駆動軸36に出力するものとしたが、図11の変形例のハイブリッド自動車120に例示するように、モータMG2からの動力を駆動軸36が接続された車軸(駆動輪38a, 38bが接続された車軸)とは異なる車軸(図11における車輪39a, 39bに接続された車軸)に出力するものとしてもよい。

【0061】

実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。実施例では、エンジン22が「エンジン」に相当し、モータMG1が「第1モータ」に相当し、プラネタリギヤ30が「プラネタリギヤ」に相当し、モータMG2が「第2モータ」に相当し、バッテリー50が「バッテリー」に相当し、図2および図3の駆動制御ルーチンを実行するHVECU70と、HVECU70から要求パワー $Pe*$ とエンジン22の目標回転数 $Ne*$ とを受信してエンジン22を制御するエンジンECU24と、HVECU70からモータMG1, MG2のトルク指令 $Tm1*$, $Tm2*$ を受信してモータMG1, MG2を制御するモータECU40と、が「制御手段」に相当する。

30

【0062】

ここで、「エンジン」としては、ガソリンや軽油などを燃料として動力を出力するエンジン22に限定されるものではなく、如何なるタイプのエンジンであっても構わない。「第1モータ」としては、同期発電電動機として構成されたモータMG1に限定されるものではなく、如何なるタイプのモータであっても構わない。「プラネタリギヤ」としては、プラネタリギヤ30(シングルピニオン式のプラネタリギヤ)に限定されるものではなく、ダブルピニオン式のプラネタリギヤや、複数のプラネタリギヤの組み合わせによって構成されたものなど、車軸に連結された駆動軸とエンジンの出力軸と第1モータの回転軸とに3つの回転要素が共線図上で駆動軸, 出力軸, 回転軸の順に並ぶよう接続されたものであれば如何なるタイプのプラネタリギヤであっても構わない。「第2モータ」としては、同期発電電動機として構成されたモータMG2に限定されるものではなく、駆動軸に動力を入出力可能なものであれば如何なるタイプのモータであっても構わない。「バッテリー」としては、リチウムイオン二次電池として構成されたバッテリー50に限定されるものでは

40

50

なく、ニッケル水素二次電池やニッケルカドミウム二次電池，鉛蓄電池など、第1モータおよび第2モータと電力のやりとりが可能なものであれば如何なるタイプのバッテリーであっても構わない。「制御手段」としては、HVECU70とエンジンECU24とモータECU40とからなる組み合わせに限定されるものではなく、単一の電子制御ユニットによって構成されるものなどとしてもよい。また、「制御手段」としては、モータMG1の仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過する超過条件が成立した以降、エンジン22の目標回転数 N_{e*} から回転数 N_e を減じて得られる差分回転数 N_e が値0未満のときには差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって負の補正值を設定し、差分回転数 N_e が値0以上で仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過するときには補正值を保持し、差分回転数 N_e が値0以上で仮トルク T_{m1tmp} がトルク制限 T_{m1min} を超過しないときには前回の補正值(前回)より変化値 i だけ大きな値を新たな補正值に設定し、設定した補正值を仮要求パワー P_{etmp} に加えて得られる補正後要求パワー P_{ead} を要求パワー P_{e*} に設定してエンジン22を制御するものに限定されるものではなく、エンジンから出力すべき要求パワーに応じたエンジン目標回転数でエンジンが回転するよう第1モータ目標トルクを設定し、要求パワーがエンジンから出力されるようエンジンを制御すると共に第1モータ目標トルクをトルク制限で制限して得られるトルクが第1モータから出力されるよう第1モータを制御し、第1モータ目標トルクがトルク制限を超過する超過条件が成立した以降、エンジン目標回転数からエンジン回転数を減じて得られる差分回転数が値0未満の第1状態のときには差分回転数が値0となるよう比例項と積分項とを用いたフィードバック制御によって負の補正值を設定し、差分回転数が値0以上で第1モータ目標トルクがトルク制限を超過する第2状態のときには補正值を保持し、差分回転数が値0以上で第1モータ目標トルクがトルク制限を超過しない第3状態のときにはこの第3状態の継続に従って徐々に大きくなるよう補正值を設定し、補正值を要求パワーに加えて得られる補正後パワーがエンジンから出力されるようエンジンを制御するものであれば如何なるものとしても構わない。

10

20

【0063】

なお、実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係は、実施例が課題を解決するための手段の欄に記載した発明を実施するための形態を具体的に説明するための一例であることから、課題を解決するための手段の欄に記載した発明の要素を限定するものではない。即ち、課題を解決するための手段の欄に記載した発明についての解釈はその欄の記載に基づいて行なわれるべきものであり、実施例は課題を解決するための手段の欄に記載した発明の具体的な一例に過ぎないものである。

30

【0064】

以上、本発明を実施するための形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0065】

本発明は、ハイブリッド自動車の製造産業などに利用可能である。

40

【符号の説明】

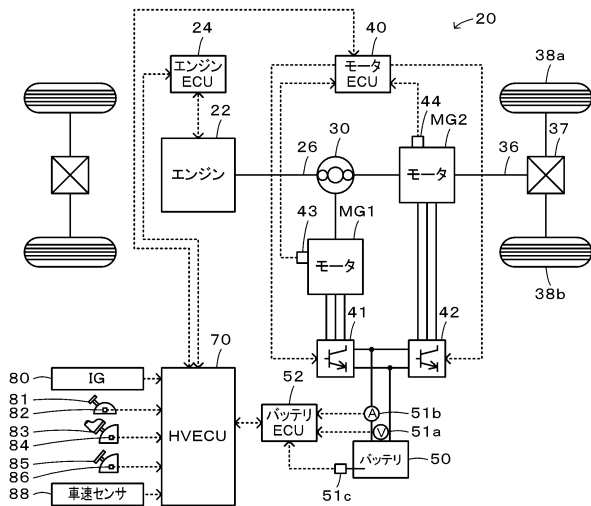
【0066】

20, 120 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制御ユニット(エンジンECU)、26 クランクシャフト、30 プラネタリギヤ、36 駆動軸、37 デファレンシャルギヤ、38a, 38b 駆動輪、39a, 39b 車輪、40 モータ用電子制御ユニット(モータECU)、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、51a 電圧センサ、51b 電流センサ、51c 温度センサ、52 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリECU)、70 ハイブリッド用電子制御ユニット(HVECU)、80 イグニッションスイッチ、81 シ

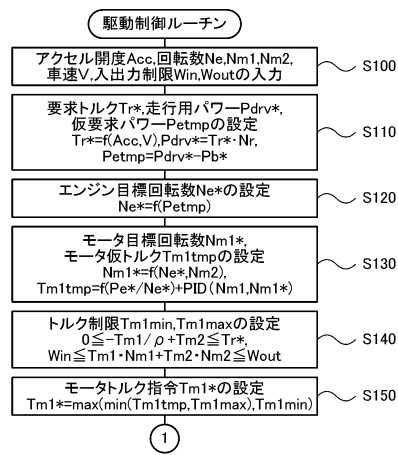
50

フトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、MG1、MG2 モータ。

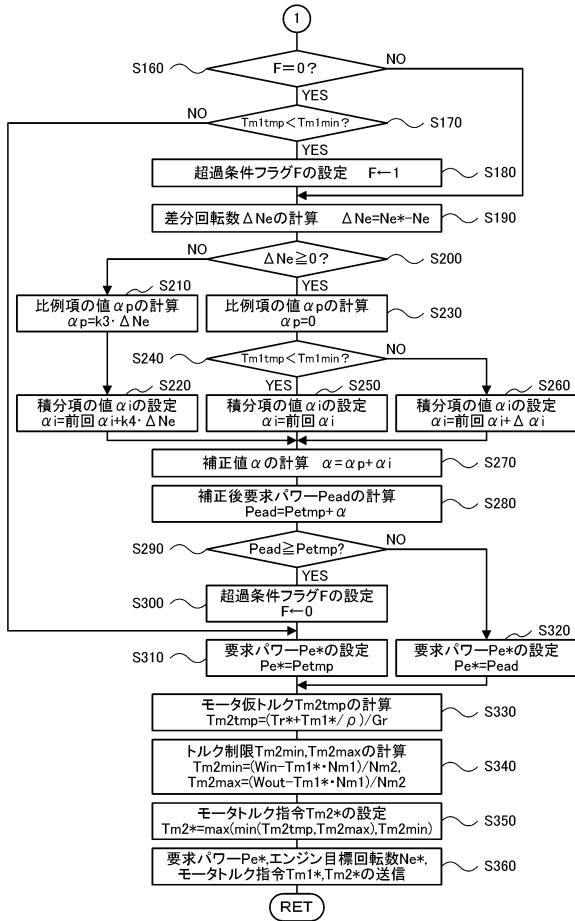
【図1】



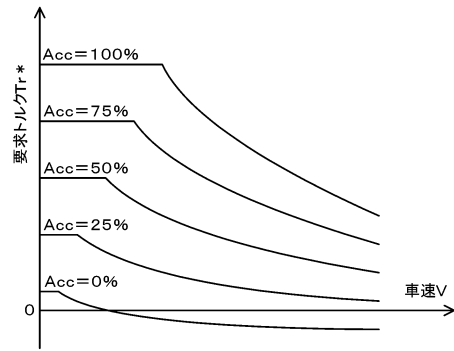
【図2】



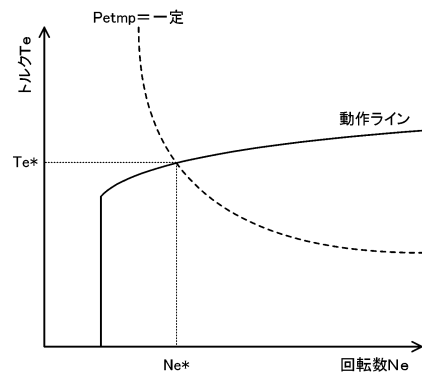
【図3】



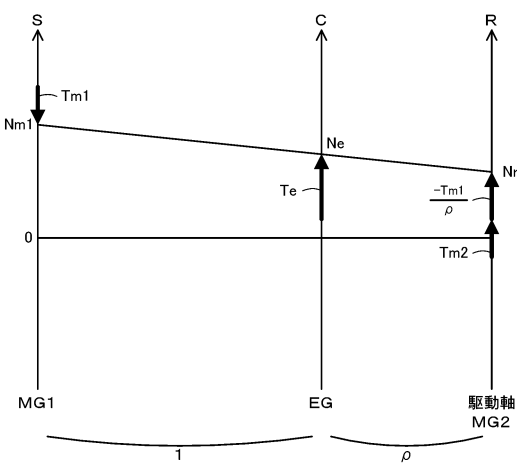
【図4】



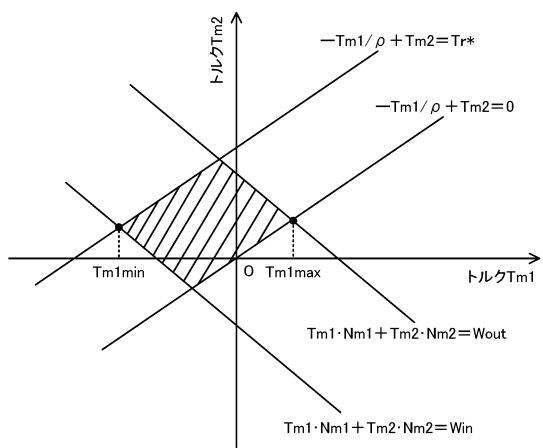
【図5】



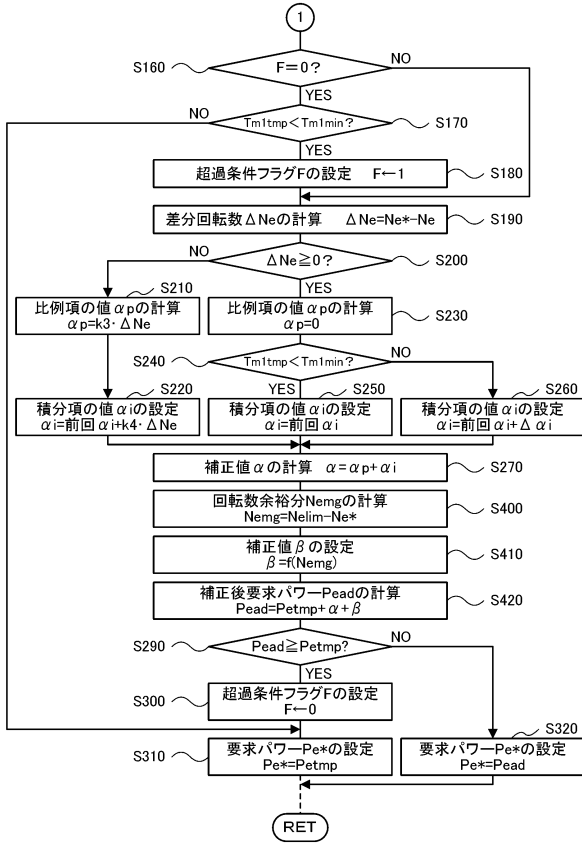
【図6】



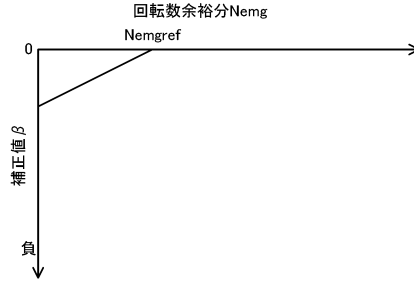
【図7】



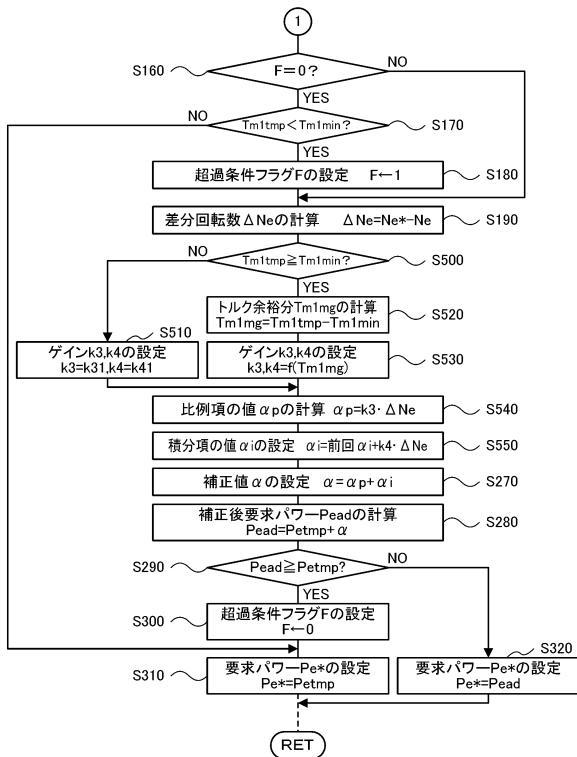
【図8】



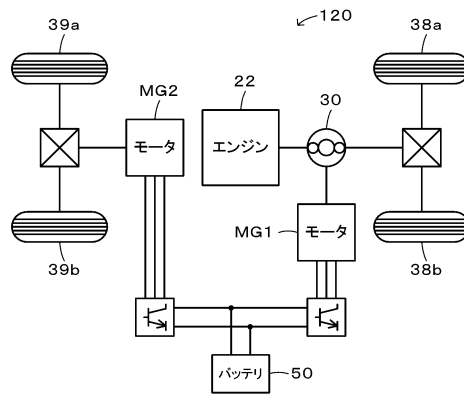
【図9】



【図10】



【図11】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 6 0 W	10/26	(2006.01)	F 0 2 D	29/06	D
F 0 2 D	29/06	(2006.01)	B 6 0 L	11/14	
B 6 0 L	11/14	(2006.01)			

(56)参考文献 特開2007-022240(JP,A)
 特開2010-228498(JP,A)
 特開2011-235694(JP,A)
 特開2007-112349(JP,A)
 特開2007-269155(JP,A)
 特開2007-216714(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 W	1 0 / 0 6
B 6 0 K	6 / 4 4 5
B 6 0 K	6 / 5 2
B 6 0 L	1 1 / 1 4
B 6 0 W	1 0 / 0 8
B 6 0 W	1 0 / 2 6
B 6 0 W	2 0 / 0 0
F 0 2 D	2 9 / 0 6