

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4447039号
(P4447039)

(45) 発行日 平成22年4月7日(2010.4.7)

(24) 登録日 平成22年1月29日(2010.1.29)

(51) Int. Cl.

F 1

B60K	6/365	(2007.10)	B60K	6/365	ZHV
B60W	10/06	(2006.01)	B60K	6/20	310
B60W	20/00	(2006.01)	B60K	6/20	320
B60W	10/08	(2006.01)	B60K	6/20	350
B60W	10/10	(2006.01)	B60K	6/387	

請求項の数 8 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-30592(P2008-30592)
 (22) 出願日 平成20年2月12日(2008.2.12)
 (65) 公開番号 特開2009-190456(P2009-190456A)
 (43) 公開日 平成21年8月27日(2009.8.27)
 審査請求日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(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
 (73) 特許権者 000004695
 株式会社日本自動車部品総合研究所
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14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 川崎 宏治
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
 会社日本自動車部品総合研究所内

審査官 小野田 達志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置および車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、
 所定の回転要素に接続されると共に該回転要素に動力を出力可能な内燃機関と、
 入力軸に入力される動力を無段階に変速して出力軸に出力可能な無段階変速装置と、
 前記無段階変速装置の前記出力軸に接続されて該出力軸と同方向に回転可能な第1の入力
 要素と、前記回転要素と連動して該回転要素とは逆方向に回転可能な第2の入力要素と、
 前記駆動軸に接続される出力要素とを含む遊星歯車機構と、

前記回転要素と前記無段階変速装置の前記入力軸との接続および該接続の解除を実行する
 接続断接手段と、

前記無段階変速装置の前記入力軸に接続されると共に該入力軸に動力を入出力可能である
 と共に、前記接続断接手段により前記回転要素と前記入力軸との接続が解除されていると
 ときに該入力軸を該回転要素の回転とは無関係に回転させることができる電動機と、

前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、
 を備え、

前記駆動軸は、前記遊星歯車機構の前記出力要素が前記回転要素とは逆方向に回転する
 ときに正転する動力出力装置。

【請求項2】

請求項1に記載の動力出力装置において、

前記駆動軸に要求される要求駆動力を設定する要求駆動力設定手段と、

前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸とが接続された状態では、前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記内燃機関と前記電動機と前記無段変速装置とを制御すると共に、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続が解除された状態では、前記電動機が前記接続断接手段により前記回転要素と前記入力軸とが接続されているときよりも減速するか、または前記電動機が前記回転要素とは逆方向に回転すると共に前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記内燃機関と前記電動機と前記無段変速装置とを制御する制御手段と、
を更に備える動力出力装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の動力出力装置において、
前記遊星歯車機構の前記第 1 の入力要素を回転不能に固定可能な第 1 要素固定手段を更に備える動力出力装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の動力出力装置において、
前記制御手段は、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続が解除されると共に前記第 1 要素固定手段により前記遊星歯車機構の前記第 1 の入力要素が回転不能に固定された状態で、前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記内燃機関を制御する動力出力装置。

【請求項 5】

請求項 2 から 4 の何れか一項に記載の動力出力装置において、
前記遊星歯車機構の前記第 2 の入力要素を回転不能に固定可能な第 2 要素固定手段を更に備える動力出力装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の動力出力装置において、
前記制御手段は、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続が解除されると共に前記第 2 要素固定手段により前記遊星歯車機構の前記第 2 の入力要素が回転不能に固定された状態で、前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記電動機と前記無段変速装置とを制御する動力出力装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の動力出力装置において、
前記遊星歯車機構は、前記第 1 の入力要素としてのサンギヤと、前記第 2 の入力要素としてのリングギヤと、前記サンギヤと前記リングギヤとの双方と噛合するピニオンギヤを保持する前記出力要素としてのキャリアとを含むシングルピニオン式遊星歯車機構である動力出力装置。

【請求項 8】

駆動軸に連結された駆動輪を有する車両であって、
所定の回転要素に接続されると共に該回転要素に動力を出力可能な内燃機関と、
入力軸に入力される動力を無段階に変速して出力軸に出力可能な無段変速装置と、
前記無段変速装置の前記出力軸に接続されて該出力軸と同方向に回転可能な第 1 の入力要素と、前記回転要素と連動して該回転要素とは逆方向に回転可能な第 2 の入力要素と、
前記駆動軸に接続される出力要素とを含む遊星歯車機構と、
前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続および該接続の解除を実行する接続断接手段と、

前記無段変速装置の前記入力軸に接続されると共に該入力軸に動力を入出力可能であると共に、前記接続断接手段により前記回転要素と前記入力軸との接続が解除されているときに該入力軸を該回転要素の回転とは無関係に回転させることができる電動機と、

前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、
を備え、

前記駆動軸は、前記遊星歯車機構の前記出力要素が前記回転要素とは逆方向に回転する

10

20

30

40

50

ときに正転する車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動軸に動力を出力する動力出力装置および駆動軸に連結された駆動輪を有する車両に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、無段変速機と遊星歯車機構とを組み合わせる構成される無限変速機（IVT：Infinitely Variable Transmission）を利用した動力出力装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。この動力出力装置は、エンジンに連結されるハイブリッド車用の駆動装置として用いられるものであり、モータと、無段変速機と、第1の入力要素としてのサンギヤと第2の入力要素としてのキャリアと出力要素としてのリングギヤとを有する遊星歯車機構と、遊星歯車機構のサンギヤを装置の出力軸に係脱連結するハイクラッチと、遊星歯車機構のリングギヤを装置の出力軸に係脱連結するロークラッチとを備える。この場合、無段変速機の入力軸は、エンジンに連結されると共に遊星歯車機構のキャリアに平行軸式のギヤ列を介して連結される。また、無段変速機の出力軸は、遊星歯車機構のサンギヤに連結されると共にモータに連結される。

【0003】

この動力出力装置では、ハイクラッチを解放すると共にロークラッチを係合することにより無段変速機にトルク循環を生じさせるトルク循環モードが設定される。かかるトルク循環モードのもとでは、無段変速機の変速状態を増速状態から減速状態まで変化させることにより、サンギヤを入力速度比 A_i の高速（オーバドライブ）回転状態から入力速度比 B_i の低速（アンダドライブ）回転状態に変化させ、それにより装置の出力軸に連結されるリングギヤの速度比を負速度比 A_o （逆転状態）から、ある程度の増速速度比 B_o まで変化させることが可能となる。また、トルク循環モードのもとでは、モータからのトルクが無段変速機により増幅されるため、出力軸により大きなトルクを出力することが可能となると共に、装置の出力軸側の回転速度よりもモータの回転速度が高くなるので、回生効率のよい回転領域でモータによるエネルギー回生を実行することが可能となる。更に、この動力出力装置では、サンギヤとリングギヤとが回転同期した時点でロークラッチを解放すると共にハイクラッチを係合することにより直接トルク伝達モードが設定される。かかる直接トルク伝達モードのもとでは、無段変速機の変速状態を等速状態から増速状態へと変化させることにより、出力要素としてのサンギヤすなわち装置の出力軸の速度比を等速速度比 C_i から高速速度比 D_i へと変化させることが可能となる。また、直接トルク伝達モードのもとでは、モータからのトルクを無段変速機構を介することなく出力軸へと伝達することができるため、モータトルクの伝達効率を向上させることが可能となると共に、無段変速機における損失を生じさせることなく、モータによるエネルギー回生を実行することができる。

【特許文献1】特開2004-175320号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の動力出力装置では、トルク循環モードを設定することにより、低速域において大きなトルクを出力軸に効率よく出力することが可能となるが、直接トルク伝達モードのもとでは、無段変速機により変速されるエンジンからの動力とモータからの動力との少なくとも何れか一方を出力軸に出力することができるだけである。従って、変速比幅をより大きくして低速域から高速域までの広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させるという観点からみれば、従来の動力出力装置には、なお改善の余地がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、より広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させることができる動力出力装置およびそれを備えた車両の提供を主目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明による動力出力装置および車両は、上記主目的を達成するために以下の手段を採っている。

【 0 0 0 7 】

本発明による動力出力装置は、
 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、
 所定の回転要素に動力を出力可能な動力発生源と、
 入力軸に入力される動力を無段階に変速して出力軸に出力可能な無段変速装置と、
 前記無段変速装置の前記出力軸に接続される第1の入力要素と、前記回転要素と連動して該回転要素とは逆方向に回転可能な第2の入力要素と、前記駆動軸に接続される出力要素とを含む遊星歯車機構と、
 前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続および該接続の解除を実行する接続断接手段と、
 前記無段変速装置の前記入力軸に少なくとも動力を出力可能な電動機と、
 前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、
 を備えるものである。

10

20

【 0 0 0 8 】

この動力出力装置において、回転要素、無段変速装置および遊星歯車機構は、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸とが接続されているときに、互いに協働して、いわゆる無限変速機（IVT）を構成し、動力発生源と電動機との少なくとも何れかからの動力を回転要素と無段変速装置とから分割して遊星歯車機構に出力することでトルク循環を生じさせ、回転要素と遊星歯車機構の出力要素（駆動軸）との間の変速比を理論上無限大に設定可能とする。すなわち、この動力出力装置では、無段変速装置を用いて回転要素と遊星歯車機構の出力要素との間の変速比を実質的に無限大に設定することにより、回転要素に接続された動力発生源等が例えば効率を向上させることができる任意の回転速度で運転されていても出力要素および駆動軸の回転を停止させておくことができる。そして、このような変速比が実質的に無限大である状態から無段変速装置の変速状態を変更すれば、出力要素と駆動軸とを正転側または逆転側に回転させることが可能となり、特に駆動軸の回転速度が低いときに動力発生源と電動機との少なくとも何れかからのトルクを増幅して駆動軸に大きなトルクを効率よく出力することができる。また、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除されれば、電動機により無段変速装置の入力軸を回転要素の回転とは無関係に回転させることが可能となる。従って、この動力出力装置では、回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除されると共に動力発生源が動力を出力している状態で、無段変速装置の入力軸に接続された電動機の回転を制御し、更には無段変速装置の変速状態を適宜変化させることにより、回転要素すなわち動力発生源や電動機と遊星歯車機構の出力要素（駆動軸）との間の変速比をより小さく（増速比をより大きく）することが可能となる。この結果、この動力出力装置では、動力発生源や電動機と駆動軸との間の変速比幅をより大きくして、駆動軸の回転速度が低い低速域から当該回転速度が高まる高速域までの極めて広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させることが可能となる。

30

40

【 0 0 0 9 】

また、前記駆動軸は、前記遊星歯車機構の前記出力要素が前記回転要素とは逆方向に回転するときに正転するものであってもよい。かかる構成のもとでは、駆動軸が正転する際、遊星歯車機構の第2の入力要素および出力要素の双方が上記回転要素とは逆方向に回転することになる。従って、この場合には、回転要素と遊星歯車機構の出力要素との間の変速比が実質的に無限大に設定されている状態から無段変速装置の変速状態を増速側へと変

50

化させれば、無段変速装置の出力軸に接続された遊星歯車機構の第1の入力要素の回転速度が高まり、それに伴って遊星歯車機構の出力要素に大きなトルクを出力しつつ当該出力要素を上記回転要素の回転方向と同方向に回転させること、すなわち駆動軸に大きなトルクを出力しつつ駆動軸を逆転させることが可能となる。また、回転要素と遊星歯車機構の出力要素との間の変速比が実質的に無限大に設定されている状態から無段変速装置の変速状態を減速側へと変化させれば、無段変速装置の出力軸に接続された遊星歯車機構の第1の入力要素の回転速度が低下し、それに伴って遊星歯車機構の出力要素に大きなトルクを出力しつつ当該出力要素を上記回転要素の回転方向とは逆方向に回転させると共にその回転速度を高くすること、すなわち駆動軸に大きなトルクを出力しつつ駆動軸を正転側に回転させると共にその回転速度を高くすることが可能となる。更に、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除された状態で、無段変速装置の入力軸に接続された電動機の回転速度を低下させると共に当該電動機を一旦停止させれば、無段変速装置の出力軸に接続された遊星歯車機構の第1の入力要素の回転速度を値0にすることができる。この状態から、電動機の回転速度をそれまでとは逆方向に高くしていけば、無段変速装置の出力軸に接続された遊星歯車機構の第1の入力要素を上記回転要素とは逆方向すなわち第2の入力要素や出力要素と同方向に回転させると共にその回転速度を高くしていくことができる。この際に、更に無段変速装置の変速状態を増速側に変化させていけば、第1の入力要素の回転速度をより一層高くすることができる。そして、遊星歯車機構の第1の入力要素の上記回転要素とは逆方向における回転速度が高くなればなるほど、回転要素と遊星歯車機構の出力要素（駆動軸）との間の変速比をより小さく（増速比をより大きく）して駆動軸の正転側における回転速度をより高くすることが可能となる。このように、遊星歯車機構の出力要素が上記回転要素とは逆方向に回転するとき駆動軸が正転することにすれば、第1の入力要素の回転速度を値0を含む範囲内で連続的に変化させることで遊星歯車機構の各要素（特に第1の入力要素）の回転速度が過大になることを抑制しながら、駆動軸の正転および逆転を可能とすると共に、動力発生源や電動機と駆動軸との間の変速比幅をより大きくして駆動軸の正転側の広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させることが可能となる。

【0010】

従って、上記動力出力装置は、前記駆動軸に要求される要求駆動力を設定する要求駆動力設定手段と、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸とが接続された状態では、前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記動力発生源と前記電動機と前記無段変速装置とを制御すると共に、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続が解除された状態では、前記電動機が減速するか、または前記電動機が前記回転要素とは逆方向に回転すると共に前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記動力発生源と前記電動機と前記無段変速装置とを制御する制御手段とを更に備えてもよい。

【0011】

また、上記動力出力装置は、前記遊星歯車機構の前記第1の入力要素を回転不能に固定可能な第1要素固定手段を更に備えてもよい。これにより、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除された状態で、例えば無段変速装置の入力軸に接続された電動機の回転速度を低下させると共に電動機を一旦停止させ、無段変速装置の出力軸に接続された遊星歯車機構の第1の入力要素の回転速度を値0とすれば、第1要素固定手段により当該第1の入力要素を回転不能に固定することができる。そして、このように遊星歯車機構の第1の入力要素を回転不能に固定すれば、無段変速装置を用いることなく、動力発生源からの動力を回転要素および遊星歯車機構を介して駆動軸に伝達することが可能となる。これにより、無段変速装置での損失を無くしながら動力発生源からの動力を効率よく駆動軸に伝達することができるので、動力出力装置におけるエネルギー効率をより一層向上させることが可能となる。

【0012】

従って、前記制御手段は、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の

10

20

30

40

50

前記入力軸との接続が解除されると共に前記第 1 要素固定手段により前記遊星歯車機構の前記第 1 の入力要素が回転不能に固定された状態で、前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記動力発生源を制御するものであってもよい。

【 0 0 1 3 】

また、上記動力出力装置は、前記遊星歯車機構の前記第 2 の入力要素を回転不能に固定可能な第 2 要素固定手段を更に備えてもよい。これにより、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除された状態で第 2 要素固定手段により遊星歯車機構の第 2 の入力要素を回転不能に固定すれば、動力発生源の連れ回しを抑制しつつ、電動機からの動力を無段変速装置を介して駆動軸に出力することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

従って、前記制御手段は、前記接続断接手段により前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続が解除されると共に前記第 2 要素固定手段により前記遊星歯車機構の前記第 2 の入力要素が回転不能に固定された状態で、前記設定された要求駆動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるように前記電動機と前記無段変速装置とを制御するものであってもよい。

【 0 0 1 5 】

また、前記動力発生源は内燃機関であってもよい。すなわち、本発明による動力出力装置は、内燃機関と 1 体の電動機とを組み合わせた、いわゆる 1 モータ - 1 エンジン式の動力出力装置として構成されてもよい。

【 0 0 1 6 】

更に、前記動力発生源は前記電動機とは異なる第 2 の電動機であってもよい。すなわち、本発明による動力出力装置は、いわゆる 2 モータ式の動力出力装置として構成されてもよい。

【 0 0 1 7 】

そして、前記遊星歯車機構は、前記第 1 の入力要素としてのサンギヤと、前記第 2 の入力要素としてのリングギヤと、前記サンギヤと前記リングギヤとの双方と噛合するピニオンギヤを保持する前記出力要素としてのキャリアとを含むシングルピニオン式遊星歯車機構であってもよい。これにより、部品点数の増加を抑制しつつ動力出力装置をコンパクトに構成することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

本発明による車両は、
 駆動軸に連結された駆動輪を有する車両であって、
 所定の回転要素に動力を出力可能な動力発生源と、
 入力軸に入力される動力を無段階に変速して出力軸に出力可能な無段変速装置と、
 前記無段変速装置の前記出力軸に接続される第 1 の入力要素と、前記回転要素と連動して該回転要素とは逆方向に回転可能な第 2 の入力要素と、前記駆動軸に接続される出力要素とを含む遊星歯車機構と、
 前記回転要素と前記無段変速装置の前記入力軸との接続および該接続の解除を実行する接続断接手段と、
 前記無段変速装置の前記入力軸に少なくとも動力を出力可能な電動機と、
 前記電動機と電力をやり取り可能な蓄電手段と、
 を備えるものである。

【 0 0 1 9 】

この車両において、回転要素、無段変速装置および遊星歯車機構は、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸とが接続されているときに、互いに協働して、いわゆる無限変速機 (I V T) を構成し、動力発生源と電動機との少なくとも何れかからの動力を回転要素と無段変速装置とから分割して遊星歯車機構に出力することでトルク循環を生じさせ、回転要素と遊星歯車機構の出力要素 (駆動軸) との間の変速比を理論上無限大に設定可能とする。すなわち、この車両では、無段変速装置を用いて回転要素と遊星歯車機構の出力要素との間の変速比を実質的に無限大に設定することにより、回転要素に接続さ

10

20

30

40

50

れた動力発生源等が例えば効率を向上させることができる任意の回転速度に設定されていても出力要素および駆動軸の回転を停止させて車両を停止させておくことができる。そして、このような変速比が実質的に無限大である状態から無段変速装置の変速状態を変更すれば、出力要素と駆動軸とを正転側あるいは逆転側に回転させて車両を前進方向または後進方向に走行させることが可能となり、特に駆動軸の回転速度すなわち車速が低いときに動力発生源と電動機との少なくとも何れかからのトルクを増幅して駆動軸に大きなトルクを効率よく出力することができる。また、接続断接手段により回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除されれば、電動機により無段変速装置の入力軸を回転要素の回転とは無関係に回転させることが可能となる。従って、この車両では、回転要素と無段変速装置の入力軸との接続が解除されると共に動力発生源が動力を出力している状態で、無段変速装置の入力軸に接続された電動機の回転を制御し、更には無段変速装置の変速状態を適宜変化させることにより、回転要素すなわち動力発生源や電動機と遊星歯車機構の出力要素（駆動軸）との間の変速比をより小さく（増速比をより大きく）することが可能となる。この結果、この車両では、動力発生源や電動機と駆動軸との間の変速比幅をより大きくして、駆動軸の回転速度が低い低車速域から当該回転速度が高まる高車速域までの極めて広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させることが可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

20

【0021】

図1は、本発明の一実施例に係る車両であるハイブリッド自動車20の概略構成図である。同図に示すハイブリッド自動車20は、動力発生源としてのエンジン22や、1体のモータMG、モータMGと電力をやり取り可能なバッテリー35、いわゆる無限変速機を構成するドライブギヤ（回転要素）25とベルト式の無段変速ユニット（以下「CVT」という）40と3要素式の遊星歯車機構50、ハイブリッド自動車20の全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット（以下、「ハイブリッドECU」という）70等を含むものである。

【0022】

エンジン22は、ガソリンや軽油といった炭化水素系燃料の供給を受けて基本的に一方に回転することにより動力を出力する内燃機関であり、エンジン用電子制御ユニット（以下、「エンジンECU」という）24による燃料噴射量や点火時期、吸入空気量等の制御を受けている。エンジンECU24には、例えばクランクシャフト23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といったエンジン22に対して設けられて当該エンジン22の運転状態を検出する各種センサからの信号が入力される。そして、エンジンECU24は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号や上記センサからの信号等に基づいてエンジン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ハイブリッドECU70に出力する。また、エンジン22のクランクシャフト23には、ギヤ列を介してエンジンECU24により制御されるスタータモータ29が接続されている。

30

40

【0023】

モータMGは、発電機として作動すると共に電動機として作動可能な同期発電電動機であり、インバータ31を介して二次電池であるバッテリー35と電力のやり取りを行なう。すなわち、バッテリー35は、モータMGにより消費または発電される電力に応じて充放電されることになる。モータMGは、モータ用電子制御ユニット（以下、「モータECU」という）30により駆動制御される。モータECU30には、モータMGを駆動制御するために必要な信号、例えばモータMGの回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ33からの信号や、図示しない電流センサにより検出されるモータMGに印加される相電流等が入力されており、モータECU30からは、インバータ31へのスイッチング制御信号等が出力される。また、モータECU30は、回転位置検出センサ33から入力した

50

信号に基づいて図示しない回転速度算出ルーチンを実行し、モータMGの回転子の回転速度Nmを計算している。更に、モータECU30は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号等に基づいてモータMGを駆動制御すると共に必要に応じてモータMGの運転状態に関するデータをハイブリッドECU70に出力する。

【0024】

バッテリー35は、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)36によって管理されている。バッテリーECU36には、バッテリー35を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー35の端子間に設置された図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー35の出力端子に接続された電力ライン39に取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流、バッテリー35に取り付けられた図示しない温度センサからのバッテリー温度Tb等が入力されている。また、バッテリーECU36は、必要に応じてバッテリー35の状態に関するデータを通信によりハイブリッドECU70やエンジンECU24に出力する。そして、実施例のバッテリーECU36は、バッテリー35を管理するために、電流センサにより検出された充放電電流の積算値に基づいて残容量SOCを算出したり、当該残容量SOCに基づいてバッテリー35の充放電要求パワーPb*を算出したり、残容量SOCと電池温度Tbとに基づいてバッテリー35の充電に許容される電力である充電許容電力としての入力制限Winとバッテリー35の放電に許容される電力である放電許容電力としての出力制限Woutとを算出したりする。なお、バッテリー35の入出力制限Win, Woutは、バッテリー温度Tbに基づいて入出力制限Win, Woutの基本値を設定すると共に、バッテリー35の残容量(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Win, Woutの基本値に補正係数を乗じることにより設定可能である。なお、バッテリー35には、図示しないDC/DCコンバータを介して低圧バッテリーが接続されており、上述のスタータモータ29といった補機類は当該低圧バッテリーからの電力により駆動される。

【0025】

CVT40は、モータMG(その回転子)に接続される駆動側回転軸(入力軸)としてのプライマリシャフト41と、プライマリシャフト41と平行に延在すると共に遊星歯車機構50に接続される従動側回転軸(出力軸)としてのセカンダリシャフト42と、プライマリシャフト41に対して設けられたプライマリプーリ43と、セカンダリシャフト42に対して設けられたセカンダリプーリ44と、プライマリプーリ43とセカンダリプーリ44に対して巻き掛けられたベルト47とを含む。プライマリプーリ43は、プライマリシャフト41と一体に形成された固定シープと、プライマリシャフト41にボールスプライン等を介して軸方向に摺動自在に支持される可動シープとにより構成される。プライマリプーリ43の可動シープの背後には、プライマリプーリ43の溝幅を変更するための油圧シリンダ(油圧アクチュエータ)45が形成される。また、セカンダリプーリ44は、セカンダリシャフト42と一体に形成された固定シープと、セカンダリシャフト42にボールスプラインやリターンスプリング等を介して軸方向に摺動自在に支持される可動シープとにより構成される。セカンダリプーリ44の可動シープの背後には、セカンダリプーリ44の溝幅を変更するための油圧シリンダ(油圧アクチュエータ)46が形成される。更に、実施例のCVT40では、セカンダリプーリ44に対して、油圧シリンダ46の背後にキャンセル室を画成する図示しないキャンセルプレートが設けられている。このキャンセルプレート等により画成されるキャンセル室に作動流体を導入することで、油圧シリンダ46に作用する遠心油圧をキャンセル室内の作動流体に作用する遠心油圧によりキャンセルすることが可能となる。そして、プライマリプーリ43側の油圧シリンダ45やセカンダリプーリ44側の油圧シリンダ46、キャンセル室に対しては、図示しない電動オイルポンプにより昇圧された作動流体が複数の制御弁を含む油圧回路48により調圧された上で供給され、それにより、プライマリプーリ43およびセカンダリプーリ44の溝幅を変更して、プライマリシャフト41に入力される動力を無段階に変速しながらセカンダリシャフト42に出力することが可能となる。油圧回路48は、CVT用電子制御ユニ

10

20

30

40

50

ット（以下「CVTECU」という）49により制御される。CVTECU49は、ハイブリッドECU70と通信すると共に、図示しない回転位置検出センサにより検出されるプライマリシャフト41の回転速度 N_i やセカンダリシャフト42の回転速度 N_o 等を受け取り、ハイブリッドECU70からの制御信号や回転速度 N_i 、 N_o 等に基づいてCVT40による変速比が目標値に設定されるように油圧回路48への駆動信号を生成・出力する。また、CVTECU49は、必要に応じてCVT40に関連するデータをハイブリッドECU70に出力する。なお、CVT40は、油圧回路48を駆動源とするものに限られず、例えば電動アクチュエータといった油圧回路48以外の他のアクチュエータにより駆動されるものであってもよい。

【0026】

遊星歯車機構50は、外歯歯車のサンギヤ（第1の入力要素）51と、このサンギヤ51と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ（第2の入力要素）52と、サンギヤ51と噛合すると共にリングギヤ52と噛合する複数のピニオンギヤ53と、複数のピニオンギヤ53を自転かつ公転自在に保持するキャリア（出力要素）54とを有し、サンギヤ51とリングギヤ52とキャリア54とを回転要素として差動作用を行うものである。そして、遊星歯車機構50の第1の入力要素であるサンギヤ51には、上述のCVT40のセカンダリシャフト42が接続され、遊星歯車機構50の出力要素であるキャリア54には、駆動軸としてのキャリア軸55が接続される。そして、キャリア軸55に出力された動力は、当該キャリア軸55からギヤ列56およびデファレンシャルギヤ57を介して最終的に駆動輪である左右の車輪DWに出力されることになる。また、実施例では、遊星歯車機構50の第2の入力要素であるリングギヤ52の外周に外歯が形成されており、リングギヤ52は、当該外歯を介して外歯歯車であるドライブギヤ25と噛合する。これにより、ドライブギヤ25と連動して当該ドライブギヤ25とは逆方向に回転することができる。なお、リングギヤ52は、複数のギヤを含むギヤ列やベルトを介してドライブギヤ25と連結されてもよい。

【0027】

上述のCVT40および遊星歯車機構50と共に無限変速機を構成するドライブギヤ25は、図1に示すように、ドライブギヤ軸26に固定されており、このドライブギヤ軸26は、ダンパ28を介してエンジン22のクランクシャフト23に接続されている。また、ドライブギヤ軸26は、CVT40側に延出されてクラッチC1によりプライマリシャフト41と接続可能とされている。実施例において、クラッチC1は、ドライブギヤ軸26の一端（図中左端）に設けられた係合部とプライマリシャフト41の一端（図中右端）に設けられた係合部との双方と係合可能であると共に図示しない電磁式、電気式あるいは油圧式のアクチュエータによりドライブギヤ軸26やプライマリシャフト41の軸方向に進退移動させられる可動係合部材を含むドグクラッチとして構成されている。これにより、クラッチC1をオンすればドライブギヤ軸26（ドライブギヤ25）とCVT40のプライマリシャフト41とを接続することが可能となり、クラッチC1をオフすればドライブギヤ軸26とプライマリシャフト41との接続を解除することができる。

【0028】

クラッチC1に加えて、実施例のハイブリッド自動車20には、CVT40のセカンダリシャフト42を介して遊星歯車機構50の第1の入力要素であるサンギヤ51を回転不能に固定するためのブレーキB1と、ドライブギヤ軸26を回転不能に固定するためのブレーキB2とが設けられている。実施例において、ブレーキB1は、CVT40のセカンダリシャフト42の一端（図中左端）に設けられた係合部と図示しないトランスミッションケースに固定された係合部との双方と係合可能であると共に図示しない電磁式、電気式あるいは油圧式のアクチュエータによりプライマリシャフト41の軸方向に進退移動させられる可動係合部材を含むドグクラッチとして構成されている。これにより、ブレーキB1をオンして可動係合部材をセカンダリシャフト42の係合部とトランスミッションケース側の係合部との双方と係合させることにより、セカンダリシャフト42およびサンギヤ51を回転不能に固定すると共にCVT40をロックすることができる。また、ブレーキ

10

20

30

40

50

B 2 は、ドライブギヤ軸 2 6 に固定された係合部と図示しないトランスミッションケースに固定された係合部との双方と係合可能であると共に図示しない電磁式、電気式あるいは油圧式のアクチュエータによりドライブギヤ軸 2 6 の軸方向に進退移動させられる可動係合部材を含むドグクラッチとして構成されている。これにより、ブレーキ B 2 をオンして可動係合部材をドライブギヤ軸 2 6 の係合部とトランスミッションケース側の係合部との双方と係合させることにより、ドライブギヤ軸 2 6 をロックして遊星歯車機構 5 0 の第 2 の入力要素であるリングギヤ 5 2 やエンジン 2 2 のクランクシャフト 2 3 を回転不能に固定（ロック）することができる。なお、上述のように、クラッチ C 1、ブレーキ B 1 および B 2 をドグクラッチとして構成すれば、対象となる部材同士をより少ない損失で接続または切離することが可能となる。ただし、クラッチ C 1、ブレーキ B 1、B 2 を油圧駆動される多板クラッチといった一般的な圧着式のクラッチまたはブレーキとして構成してもよいことはいうまでもない。

10

【 0 0 2 9 】

ここで、図 2 を参照しながら、無限変速機としてのドライブギヤ 2 5、C V T 4 0 および遊星歯車機構 5 0 により無限大変速比を設定する手順について説明する。なお、図 2 において、2 5 軸は、エンジン 2 2 の回転速度 N_e と一致するドライブギヤ 2 5 やドライブギヤ軸 2 6 の回転速度 N_d を、4 1 軸は、モータ M G の回転速度 N_m と一致する C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 の回転速度 N_i を、R 軸は、遊星歯車機構 5 0 のリングギヤ 5 2 の回転速度 N_r を、C、5 5 軸は、キャリア軸 5 5 の回転速度と一致する遊星歯車機構 5 0 のキャリア 5 4 の回転速度 N_c を、S、4 2 軸は、C V T 4 0 のセカンダリシャフト 4 2 の回転速度 N_o と一致する遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 の回転速度 N_s をそれぞれ示す。また、これらの図面における γ は、遊星歯車機構 5 0 のギヤ比（サンギヤ 5 1 の歯数 / リングギヤ 5 2 の歯数）を示す。

20

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、クラッチ C 1 がオンされてドライブギヤ軸 2 6（ドライブギヤ 2 5）と C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 とが接続されているときに、ドライブギヤ軸 2 6 にトルク T_d が、サンギヤ 5 1 にトルク T_s が、リングギヤ 5 2 にトルク T_r が、キャリア 5 4 にトルク T_c がそれぞれ作用していると仮定する。更に、C V T 4 0 による変速比 $\gamma = N_i / N_s = N_m / N_s$ とすれば、次式（1）～（3）のトルクの釣合に関する関係式が成立すると共に次式（4）～（6）の回転速度に関する関係式が成立し、これらの式（1）～（6）を整理すれば、次式（7）～（10）の関係式が得られる。そして、式（7）は、回転要素としてのドライブギヤ 2 5 と遊星歯車機構 5 0 の出力要素であるキャリア 5 4（キャリア軸 5 5）との間の変速比 γ を示すものであり、かかる変速比 γ は、C V T 4 0 による変速比 γ が遊星歯車機構 5 0 のギヤ比 γ と一致するとき（ $\gamma = \gamma$ ）無限大となり、このときには、ドライブギヤ 2 5 が如何なる回転速度で回転していてもキャリア 5 4 は回転することなく停止し、式（8）～（10）からわかるように、遊星歯車機構 5 0 の各要素に作用するトルクは理論上無限大となる。従って、クラッチ C 1 によりドライブギヤ軸 2 6 が C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 と接続されている状態では、エンジン 2 2 からの動力によりドライブギヤ 2 5 が回転していても、C V T 4 0 による変速比 γ が遊星歯車機構 5 0 のギヤ比 γ と一致するように C V T 4 0 を制御すれば、駆動軸としてのキャリア軸 5 5 の回転を停止させてハイブリッド自動車 2 0 を停止状態に維持することができる。

30

40

【 0 0 3 1 】

$$T_r = T_c / (1 + \gamma) \quad \dots (1)$$

$$T_s = \gamma \cdot T_c / (1 + \gamma) \quad \dots (2)$$

$$T_d = T_s / \gamma - T_r \quad \dots (3)$$

【 0 0 3 2 】

$$N_r = (1 + \gamma) \cdot N_c - \gamma \cdot N_s \quad \dots (4)$$

$$N_d = \gamma \cdot N_s \quad \dots (5)$$

$$N_r = -N_d \quad \dots (6)$$

50

【 0 0 3 3 】

$$N_d / N_c = (1 + \dots) / (\dots - 1) = \dots \dots (7)$$

$$T_c = T_d \cdot (1 + \dots) / (\dots - 1) \dots (8)$$

$$T_s = T_d \cdot \dots / (\dots - 1) \dots (9)$$

$$T_r = T_d / (\dots - 1) \dots (10)$$

【 0 0 3 4 】

また、実施例のハイブリッド自動車 20 では、図 2 からわかるように、エンジン 22 を作動させれば、回転要素としてのドライブギヤ 25 は、エンジン 22 のクランクシャフト 23 と同方向に回転し、ドライブギヤ 25 と噛合する遊星歯車機構 50 のリングギヤ 52 は、ドライブギヤ 25 と逆方向に回転することになる。この際、遊星歯車機構 50 の出力要素であるキャリア 54 は、遊星歯車機構 50 の第 1 の入力要素であるサンギヤ 51 の回転方向に応じてドライブギヤ 25 と同方向にも逆方向にも回転し得ることになるが、実施例では、遊星歯車機構 50 の各要素（特にサンギヤ 51）の回転速度が過大になることを抑制する観点から、遊星歯車機構 50 のキャリア 54 がドライブギヤ 25 と逆方向（リングギヤ 52 と同方向）に回転するとき、出力要素としてのキャリア 54 に接続（直結）された駆動軸としてのキャリア軸 55 が正転すると共に、キャリア軸 55 にギヤ列 56 やデファレンシャルギヤ 57 等を介して連結された駆動輪である車輪 DW がハイブリッド自動車 20 を前進させる方向に回転するようにしている。

10

【 0 0 3 5 】

そして、ハイブリッド ECU 70 は、CPU 72 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 72 の他に処理プログラムを記憶する ROM 74 と、データを一時的に記憶する RAM 76 と、図示しない入出力ポートおよび通信ポート等を備える。ハイブリッド ECU 70 には、イグニッションスイッチ（スタートスイッチ）80 からのイグニッション信号、シフトレバー 81 の操作位置であるシフトポジション SP 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 Acc、ブレーキペダル 85 の踏み込み量（ストローク）を検出するブレーキペダルストロークセンサ 86 からのブレーキペダルストローク BS、車速センサ 87 からの車速 V が入力ポートを介して入力される。そして、ハイブリッド ECU 70 は、上述したように、エンジン ECU 24 やモータ ECU 30、バッテリー ECU 36、CVTECU 49 と通信ポートを介して接続されており、エンジン ECU 24 やモータ ECU 30、バッテリー ECU 36、CVTECU 49 と各種制御信号やデータのやり取りを行なう。また、クラッチ C1、ブレーキ B1 および B2 の図示しないアクチュエータもハイブリッド ECU 70 により制御される。

20

30

【 0 0 3 6 】

上述のように構成されるハイブリッド自動車 20 の走行時には、ハイブリッド ECU 70 によって運転者によるアクセルペダル 83 の踏み込み量に対応したアクセル開度 Acc と車速 V とに基づいて駆動軸としてのキャリア軸 55 に出力すべき要求トルクが設定されると共に、要求トルクに基づくトルク（例えば、要求トルクをバッテリー 35 の入出力制限により制限した値であって基本的には要求トルクと一致する値）が駆動軸としてのキャリア軸 55 に出力されるようにエンジン 22 の運転ポイントやモータ MG に対するトルク指令、CVT 40 の目標変速比が設定される。こうして設定されるエンジン 22 の運転ポイントやモータ MG に対するトルク指令、目標変速比を示す制御信号は、ハイブリッド ECU 70 からエンジン ECU 24 やモータ ECU 30、CVTECU 49 へと送信される。各 ECU は、それぞれハイブリッド ECU 70 からの制御信号に従ってエンジン 22 やモータ MG、CVT 40 を個別に制御する。また、ハイブリッド ECU 70 は、必要に応じてクラッチ C1、ブレーキ B1 および B2 をオンオフ制御する。そして、ハイブリッド自動車 20 における運転制御モードには、図 3 に示すように、後進走行モード、低速前進走行モード、中速移行モード、巡航走行モードおよび高速走行モード等が含まれ、その他にエンジン 22 を停止させると共にモータ MG を用いて駆動軸としてのキャリア軸 55 に動

40

50

力を出力するモータ走行モードが含まれる。

【 0 0 3 7 】

次に、上記ハイブリッド自動車 2 0 の動作について具体的に説明する。ここでは、図 4 から図 1 1 を参照しながら、まず、エンジン 2 2 の運転を伴ってハイブリッド自動車 2 0 が走行するときの動作の一例について説明する。

【 0 0 3 8 】

さて、ハイブリッド自動車 2 0 が停止している状態で運転者によりイグニッションスイッチ 8 0 がオンされると、モータ走行モードのもとでハイブリッド自動車 2 0 を発進させる場合を除き、ハイブリッド E C U 7 0 の統括的な制御のもとでスタータモータ 2 9 を用いたエンジン 2 2 の始動処理が実行される。ここで、ハイブリッド自動車 2 0 の停止時には、クラッチ C 1 がオフされた状態と、クラッチ C 1 がオンされた状態との双方の状態

10

でエンジン 2 2 を始動させることができる。

【 0 0 3 9 】

クラッチ C 1 がオフされてドライブギヤ軸 2 6 と C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 との接続が解除された状態でエンジン 2 2 を始動させる場合には、図示しない低圧バッテリーからの電力を利用してエンジン 2 2 をクランキングするようにスタータモータ 2 9 が制御されると共に、スタータモータ 2 9 によるエンジン 2 2 のクランキングに伴って出力要素としてのキャリア 5 4 に作用するトルクをキャンセルしてキャリア軸 5 5 が停止状態に維持されるように少なくともモータ M G が制御される。そして、スタータモータ 2 9 によるクランキングの開始後の所定のタイミングで燃料噴射制御や点火制御が開始され、エンジン 2 2 の完爆が確認された時点でエンジン 2 2 の始動処理が完了する。図 4 に、クラッチ C 1 をオフした状態でエンジン 2 2 を始動させるときのドライブギヤ 2 5、C V T 4 0 および遊星歯車機構 5 0 の各回転要素の回転速度やトルクの力学的な関係を表す共線図を例示する。図 4 からわかるように、クラッチ C 1 をオフしてエンジン 2 2 を始動させる際、モータ M G は、キャリア 5 4 に作用するトルクをキャンセルすべく、図 4 において上向き（正）のトルクを出力（力行）する。この際、C V T 4 0 の変速比 は、所定値に固定されてもよく、モータ M G の出力トルクに応じて調整されてもよい。

20

【 0 0 4 0 】

また、クラッチ C 1 がオンされてドライブギヤ軸 2 6 と C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 とが接続された状態でエンジン 2 2 を始動させる場合には、図示しない低圧バッテリーからの電力を利用してエンジン 2 2 をクランキングするようにスタータモータ 2 9 が制御されると共に、スタータモータ 2 9 によるエンジン 2 2 のクランキングに伴って C V T 4 0 を介して遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 に出力されるトルクに基づいて出力要素としてのキャリア 5 4 に作用するトルクがキャンセルされるように C V T 4 0 が制御される。この場合も、スタータモータ 2 9 によるクランキングの開始後の所定のタイミングで燃料噴射制御や点火制御が開始され、エンジン 2 2 の完爆が確認された時点でエンジン 2 2 の始動処理が完了する。図 5 に、クラッチ C 1 をオンした状態でエンジン 2 2 を始動させるときのドライブギヤ 2 5、C V T 4 0 および遊星歯車機構 5 0 の各回転要素の回転速度やトルクの力学的な関係を表す共線図を例示する。図 5 に示すように、クラッチ C 1 をオンした状態でエンジン 2 2 を始動させる際には、スタータモータ 2 9 によるクランキングの間、プライマリシャフト 4 1（ドライブギヤ 2 5）と遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 との間の変速比すなわち C V T 4 0 の変速比 が遊星歯車機構 5 0 のギヤ比 と常時一致するように C V T 4 0 を制御し、ドライブギヤ 2 5 と遊星歯車機構 5 0 のキャリア 5 4（キャリア軸 5 5）との間の変速比 を実質的に無限大に設定すればよい。

30

40

【 0 0 4 1 】

こうしてエンジン 2 2 が始動されると、クラッチ C 1 がオフされてドライブギヤ軸 2 6 と C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 との接続が解除されている場合には、プライマリシャフト 4 1 の回転速度 N_i がドライブギヤ軸 2 6 の回転速度 N_d と一致すると共に駆動軸としてのキャリア軸 5 5 が停止状態に維持されるようにモータ M G と C V T 4 0 とが制御され、ドライブギヤ軸 2 6 とプライマリシャフト 4 1 とが回転同期した時点でクラッチ

50

C 1 がオンされて両者が接続される。また、クラッチ C 1 がオンされてドライブギヤ軸 2 6 と C V T 4 0 のプライマリシャフト 4 1 とが接続されている場合には、ドライブギヤ軸 2 6 やプライマリシャフト 4 1 の回転速度 N_i が予め定められた発進時の回転速度になると共に駆動軸としてのキャリア軸 5 5 が停止状態に維持されるようにエンジン 2 2 とモータ M G と C V T 4 0 とが制御される。なお、ドライブギヤ軸 2 6 (エンジン 2 2 やモータ M G) の発進時における回転速度は、エンジン 2 2 を効率 (燃費) よく運転して比較的大きなトルクを得ることができる回転速度とされると好ましい。以下、図 6 に示すように、クラッチ C 1 がオンされてドライブギヤ 2 5 と遊星歯車機構 5 0 のキャリア 5 4 (キャリア軸 5 5) との間の変速比 γ が実質的に無限大に設定されると共に、ドライブギヤ 2 5 の回転速度 N_d (回転速度 N_e, N_m) が発進時における回転速度に設定される状態を「ニュートラル状態」という。また、図 7 に、ニュートラル状態におけるドライブギヤ 2 5、C V T 4 0 および遊星歯車機構 5 0 の各回転要素の主に回転速度の力学的な関係を表す共線図の一例を太い実線で示す。同図からわかるように、ニュートラル状態では、遊星歯車機構 5 0 の第 2 の入力要素であるリングギヤ 5 2 がドライブギヤ 2 5 とは逆方向に回転すると共に出力要素であるキャリア 5 4 (キャリア軸 5 5) の回転速度 N_c が値 0 となることから、遊星歯車機構 5 0 の第 1 の入力要素であるリングギヤ 5 2 はドライブギヤ 2 5 と同方向に回転することになる。なお、ニュートラル状態では、必ずしもモータ M G にトルクを出力させる必要がないことから、モータ M G に対するトルク指令を値 0 に設定してモータ M G がエンジン 2 2 に連れ回されるようにしてもよい

【 0 0 4 2 】

上述のようにしてエンジン 2 2 が始動されると共にニュートラル状態が設定されると、運転者は、シフトポジションを通常走行用の D ポジションに設定すると共にアクセルペダル 8 3 を踏み込むことによりハイブリッド自動車 2 0 を「低速前進走行モード」のもとで前進方向に発進させることができる。また、運転者は、上記ニュートラル状態のもとでシフトポジションを後進走行用の R ポジションに設定すると共にアクセルペダル 8 3 を踏み込むことによりハイブリッド自動車 2 0 を「後進走行モード」のもとで後進方向に発進させることができる。そこで、以下、「後進走行モード」について説明した後、「低速前進走行モード」、「中速移行モード」、「巡航走行モード」および「高速走行モード」について順番に説明する。

【 0 0 4 3 】

〔後進走行モード〕

ニュートラル状態のもとで運転者により R ポジションが設定されてアクセルペダル 8 3 が踏み込まれた場合、ハイブリッド E C U 7 0 は、C V T 4 0 による変速比 γ が遊星歯車機構 5 0 のギヤ比 γ_0 よりも小さくなるように、すなわち C V T 4 0 によってセカンダリシャフト 4 2 および遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 がより増速されるように C V T E C U 4 9 に制御信号を与える。C V T E C U 4 9 は、ハイブリッド E C U 7 0 からの制御信号に従って C V T 4 0 のセカンダリプリー 4 4 の溝幅が大きく (径が小さく) なったり、プライマリプリー 4 3 の溝幅が小さく (径が大きく) なったりするように油圧回路 4 8 を制御する。これにより、図 7 において二点鎖線で示すように、ドライブギヤ 2 5 の回転方向と同方向におけるサンギヤ 5 1 の回転速度 N_s が高まり、遊星歯車機構 5 0 の出力要素であるキャリア 5 4 (キャリア軸 5 5) は、ドライブギヤ 2 5 の回転方向と同方向に回転することになるので、駆動軸としてのキャリア軸 5 5 を逆転させてハイブリッド自動車 2 0 を後進方向に走行させることが可能となる。そして、この際には、上記式 (8) からわかるように、エンジン 2 2 等からドライブギヤ軸 2 6 に出力されるトルク (T_d) が増幅されて駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に図 7 おいて上向きに出力されることになる。このように、実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、その後進走行に際して、効率よくエンジン 2 2 を運転しながら駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に大きなトルクを出力することが可能となる。従って、実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、後進走行時のエネルギー効率やトルク特性をより向上させることができる。もちろん、後進走行モードのもとでも、例えば運転者によりアクセルペダル 8 3 が大きく踏み込まれて大きなトルクが要求されたような

場合等には、エンジン 22 をアシストするようにモータ MG に駆動トルクを出力させてもよい。

【 0 0 4 4 】

〔 低速前進走行モード 〕

ニュートラル状態のもとで運転者により D ポジションが設定されてアクセルペダル 83 が踏み込まれた場合、ハイブリッド ECU 70 は、CVT 40 による変速比 が遊星歯車機構 50 のギヤ比 よりも大きくなるように、すなわち CVT 40 によってセカンダリシャフト 42 および遊星歯車機構 50 のサンギヤ 51 がより減速されるように CVTECU 49 に制御信号を与える。CVTECU 49 は、ハイブリッド ECU 70 からの制御信号に従って CVT 40 のセカンダリプリー 44 の溝幅が小さく（径が大きく）なったり、プライプリー 43 の溝幅が大きく（径が小さく）なったりするように（図 6 における白抜矢印参照）油圧回路 48 を制御する。これにより、図 7 において破線で示すように、ドライブギヤ 25 の回転方向と同方向におけるサンギヤ 51 の回転速度 N_s が低下し、遊星歯車機構 50 の出力要素であるキャリア 54（キャリア軸 55）は、ドライブギヤ 25 とは逆方向に回転することになるので、駆動軸としてのキャリア軸 55 を正転させてハイブリッド自動車 20 を前進方向に発進させることが可能となる。そして、この際には、上記式（8）からわかるように、エンジン 22 等からドライブギヤ軸 26 に出力されるトルク（ T_d ）が増幅されて駆動軸としてのキャリア軸 55 に図 7 において下向きに出力されることになる。このように、実施例のハイブリッド自動車 20 では、前進方向への発進に際して、効率よくエンジン 22 を運転しながら駆動軸としてのキャリア軸 55 に大きなトルクを出力することが可能となる。従って、実施例のハイブリッド自動車 20 では、発進時のエネルギー効率やトルク特性をより向上させることができる。そして、発進後には、変速比 がより大きくなるように CVT 40 を制御することで、駆動軸としてのキャリア軸 55 に大きなトルクを出力しながら、図 6 において細い実線で示すようにハイブリッド自動車 20 を前進方向に加速させていくことができる。更に、低速前進走行モードのもと、CVT 40 の変速比 を調整しつつエンジン 22 の運転ポイントを変更してエンジン 22 からのトルクを増加させたり、モータ MG からエンジン 22 をアシストするように駆動トルクを出力させたりすれば、低速前進走行モードにおけるトルク特性をより一層向上させることができる。このような低速前進走行モードは、例えば CVT 40 による変速比 が所定値（例えば最大変速比）まで低下したことを含む第 1 の移行条件が成立するまで継続され、当該移行条件が成立すると、ハイブリッド自動車 20 の運転モードは、低速前進走行モードから中速移行モードへと移行する。

【 0 0 4 5 】

〔 中速移行モード 〕

運転者によるアクセルペダル 83 の操作等に応じて上記移行条件が成立すると、ハイブリッド ECU 70 は、ドライブギヤ軸 26 と CVT 40 のプライマリシャフト 41 との接続が解除されるようにクラッチ C1 のアクチュエータに制御信号を与える。こうして、クラッチ C1 がオフされてドライブギヤ軸 26 と CVT 40 のプライマリシャフト 41 との接続が解除されれば、プライマリシャフト 41 をドライブギヤ軸 26 とは独立に回転させることが可能となり、ハイブリッド ECU 70 は、CVT 40 による変速比 が上記所定値に保たれると共にモータ MG の回転速度 N_m （回転速度 N_i ）が低下し、かつ要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸 55 に出力されるようにエンジン 22 の運転ポイントやモータ MG のトルク指令、CVT 40 の目標変速比を設定する。エンジン ECU 24 やモータ ECU 30、CVTECU 49 は、それぞれハイブリッド ECU 70 からの制御信号に従ってエンジン 22 やモータ MG、CVT 40 を制御する。これにより、図 8 において破線で示すようにモータ MG の減速に伴って、CVT 40 を介してモータ MG に接続された遊星歯車機構 50 のサンギヤ 51 の回転速度 N_s が低下していくことから、キャリア軸 55 の回転速度（車速 V ）を正転側（前進側）に増加させながら、同図において実線で示すようにモータ MG を一旦停止させることにより CVT 40 のセカンダリシャフト 42 に接続された遊星歯車機構 50 のサンギヤ 51 の回転速度 N_s を値 0 にするこ

とができる。なお、かかる中速移行モードのもとでは、モータMGは、図8において下向きのトルクを出力することから発電を実行し、モータMGにより発電された電力は、バッテリー35の充電に供される。また、中速移行モードのもとでハイブリッド自動車20を減速させる場合、ハイブリッドECU70は、CVT40による変速比が上記所定値に保たれると共にモータMGの回転速度Nm(回転速度Ni)が高まり(加速され)、かつ要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸55に出力されるようにエンジン22の運転ポイントやモータMGのトルク指令、CVT40の目標変速比を設定する。

【0046】

〔巡航走行モード〕

上述の中速移行モードのもとで、CVT40のプライマリシャフト41に接続されたモータMGが停止されると共にCVT40のセカンダリシャフト42に接続された遊星歯車機構50のサンギヤ51の回転が停止されると、図9に示すように、ブレーキB1をオンしてセカンダリシャフト42およびサンギヤ51を回転不能に固定すると共にCVT40をロックすることができる。そして、このように遊星歯車機構50のサンギヤ51を回転不能に固定すれば、図8において実線で示すように、CVT40を用いることなくエンジン22によりドライブギヤ軸26に出力されるトルクをドライブギヤ25および遊星歯車機構50を介して駆動軸としてのキャリア軸55に伝達することが可能となる。このため、実施例のハイブリッド自動車20では、中速移行モードのもとでモータMGと遊星歯車機構50のサンギヤ51との回転が停止された際の走行状態や運転者の要求(例えばアクセル開度Accやその変動度合等)が第2の移行条件を満たしている場合、モータMGが停止されたままハイブリッドECU70によりブレーキB1がオンされてCVT40がロックされ、運転モードが中速移行モードから巡航移行モードへと移行する。かかる巡航移行モードのもとでは、ハイブリッドECU70は、要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸55に出力されるようにエンジン22の運転ポイントを設定し、エンジンECU24は、ハイブリッドECU70からの制御信号に従ってエンジン22を制御する。これにより、巡航走行モードのもとでは、CVT40での損失を無くしながらエンジン22によりドライブギヤ軸26に出力される動力を比較的効率よく駆動軸としてのキャリア軸55に伝達することができるので、エネルギー効率をより向上させることが可能となる。

【0047】

〔高速走行モード〕

上述の中速移行モードのもとでモータMGが停止されると共に遊星歯車機構50のサンギヤ51の回転が停止された際に上記第2の移行条件とは異なる第3の移行条件が成立した場合や、巡航走行モードのもとで運転者により加速要求がなされたような場合、ハイブリッド自動車20の運転モードは、中速移行モードまたは巡航走行モードから高速走行モードへと移行する。ハイブリッド自動車20の運転モードを高速走行モードへと移行させる場合、ハイブリッドECU70は、ブレーキB1がオンされていれば遊星歯車機構50のサンギヤ51やCVT40のロックが解除されるようにブレーキB1のアクチュエータに制御信号を与える。こうしてブレーキB1がオフされた状態で(図10参照)、ハイブリッドECU70は、モータMGが上述の低速前進走行モード等とは逆方向すなわち遊星歯車機構50のリングギヤ52やキャリア54と同方向に回転すると共に要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸55に出力されるようにエンジン22の運転ポイントやモータMGに対するトルク指令、CVT40の目標変速比を設定する。また、エンジンECU24やモータECU30、CVTECU49は、それぞれハイブリッドECU70からの制御信号に従ってエンジン22やモータMG、CVT40を制御する。すなわち、クラッチC1によりドライブギヤ軸26とCVT40のプライマリシャフト41との接続が解除されている状態では、モータMGによりプライマリシャフト41をドライブギヤ軸26とは逆方向に回転させることが可能であり、図11において実線で示すように、モータMGの回転速度Nm(回転速度Ni)をドライブギヤ25の回転方向とは逆方向すなわち遊星歯車機構50のリングギヤ52等と同方向に高くしていけば、CVT40のセ

10

20

30

40

50

カンダリシャフト42に接続された遊星歯車機構50のサンギヤ51をドライブギヤ25とは逆方向すなわちリングギヤ52やキャリア54と同方向に回転させると共にその回転速度 N_s を高くしていくことができる。加えて、図10において白抜矢印で示すように、CVT40のプライマリプーリ43の溝幅を小さくしたり、セカンダリプーリ44の溝幅を大きくしたりしてCVT40による変速比をより小さくしていけば、図11において二点鎖線で示すように、遊星歯車機構50のサンギヤ51の回転速度 N_s をドライブギヤ25とは逆方向により一層高くすることができる。そして、遊星歯車機構50のサンギヤ51のドライブギヤ25とは逆方向における回転速度 N_s が高くなればなるほど、ドライブギヤ25と遊星歯車機構50の出力要素であるキャリア54すなわち駆動軸としてのキャリア軸55との間の変速比をより小さく（増速比をより大きく）してキャリア軸55の正転側における回転速度すなわち車速 V をより高くすることが可能となる。

10

【0048】

上述のように、実施例のハイブリッド自動車20では、遊星歯車機構50のサンギヤ51の回転速度 N_s を値0を含む範囲内で連続的に変化させることで遊星歯車機構50の各要素（特に第1の入力要素であるサンギヤ51）の回転速度が過大になることを抑制しながら、駆動軸としてのキャリア軸55の正転および逆転すなわちハイブリッド自動車20の前進方向および後進方向への走行を可能とすると共に、前進走行時におけるドライブギヤ25すなわちエンジン22やモータMGと駆動軸としてのキャリア軸55との間の変速比幅をより大きくとることができる。なお、ここまで、図4～図11を参照しながらハイブリッド自動車20を前進方向に増速させていく時の動作を説明したが、高速走行しているハイブリッド自動車20を減速させていくときには、基本的に上記手順とは逆の手順に従ってエンジン22やモータMG、CVT40、クラッチC1およびブレーキB1を制御すればよい。

20

【0049】

〔モータ走行モード〕

続いて、エンジン22を停止した状態で駆動軸としてのキャリア軸55にモータMGから動力を出力しながらハイブリッド自動車20を走行させるモータ走行モードについて説明する。

【0050】

実施例のハイブリッド自動車20をモータ走行モードのもとで走行させる場合には、図12に示すように、クラッチC1がオフされてドライブギヤ軸26とCVT40のプライマリシャフト41との接続が解除されると共に、ブレーキB2がオンされて遊星歯車機構50の第2の入力要素であるリングギヤ52やエンジン22のクランクシャフト23が回転不能に固定（ロック）される（ただし、ブレーキB1はオフされる）。これにより、エンジン22を連れ回すことなく、モータMGからの動力を駆動軸としてのキャリア軸55に出力することが可能となる。そして、このようにクラッチC1がオフされると共にブレーキB2がオンされた状態で、モータMGを停止させることによりモータ走行モードにおける「ニュートラル状態」を設定することができる。そして、かかるニュートラル状態のもとで、CVT40の変速比を所定値（例えば減速側の小さな値）に設定すると共に、バッテリー35からの電力によりモータMGをエンジン22の運転時における回転方向と同方向に回転すると共に図13において上向きのトルクを出力するように駆動制御（力行運転）すれば、図13において二点鎖線で示すように、遊星歯車機構50のサンギヤ51がモータMGと同方向すなわちエンジン22の運転時における回転方向に回転し、それに伴って遊星歯車機構50の出力要素であるキャリア54（キャリア軸55）もエンジン22の運転時における回転方向に回転することになるので、駆動軸としてのキャリア軸55を逆転させてハイブリッド自動車20を後進方向に走行させることが可能となる。また、モータ走行モードにおけるニュートラル状態のもとで、バッテリー35からの電力によりモータMGをエンジン22の運転時における回転方向とは逆方向に回転すると共に図13において下向きのトルクを出力するように駆動制御（力行運転）すれば、図13において実線で示すように、遊星歯車機構50のサンギヤ51がモータMGと同方向すなわちエンジン

30

40

50

22の運転時における回転方向とは逆方向に回転し、それに伴って遊星歯車機構50の出力要素であるキャリア54(キャリア軸55)もエンジン22の運転時における回転方向とは逆方向に回転することになるので、駆動軸としてのキャリア軸55を正転させてハイブリッド自動車20を前進方向に走行させることが可能となる。また、図13において破線で示すように、CVT40による変速比をより小さくしていけば、駆動軸としてのキャリア軸55の回転速度すなわち車速Vをより高くすることが可能となる。

【0051】

なお、モータ走行モードのもとで停止されているエンジン22を始動させる際には、クラッチC1がオフされたまま、図示しない低圧バッテリーからの電力を利用してエンジン22をクランキングするようにスタータモータ29が制御されると共に、スタータモータ29によるエンジン22のクランキングに伴って出力要素としてのキャリア54に作用するトルクをキャンセルしつつ駆動軸としてのキャリア軸55に要求トルクに基づくトルクが出力されるようにモータMGおよびCVT40が制御される。そして、スタータモータ29によるクランキングの開始後の所定のタイミングで燃料噴射制御や点火制御が開始され、エンジン22の完爆が確認されると、駆動軸としてのキャリア軸55に要求トルクに基づくトルクが出力されると共にドライブギヤ軸26(クランクシャフト23)とCVT40のプライマリシャフト41とが回転同期するようにエンジン22とモータMGとCVT40とが制御され、ドライブギヤ軸26とプライマリシャフト41とが回転同期した時点でクラッチC1がオンされる。こうしてクラッチC1がオンされると、エンジン22の運転を伴ってハイブリッド自動車20を走行させるための制御が開始されることになる。

【0052】

〔その他の動作〕

実施例のハイブリッド自動車20は、モータMGを備えるものであるから、走行中に運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれたときには、モータMGの回生により運動エネルギーを電気エネルギーに変換することで駆動軸としてのキャリア軸55に制動力(制動トルク)を出力することができる。そして、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれたときにクラッチC1をオフしてドライブギヤ軸26とCVT40のプライマリシャフト41との接続を解除すれば、モータMGにより効率よくエネルギーを回収することが可能となる。すなわち、運転者によりブレーキペダル85が踏み込まれたときにクラッチC1をオフすると共にCVT40を用いてモータMGの回転速度Nmを高く保つことで、通常であれば回生制動が実行し得なくなる程度にまでキャリア軸55の回転速度すなわち車速Vが低下した時点においてもモータMGによるエネルギー回収を続行し、それによりハイブリッド自動車20のエネルギー効率を向上させることが可能となる。

【0053】

以上説明したように、実施例のハイブリッド自動車20において、ドライブギヤ25、CVT40および遊星歯車機構50は、クラッチC1によりドライブギヤ25とCVT40のプライマリシャフト41とが接続されているときに、互いに協働して無限変速機(IVT)を構成し、エンジン22とモータMGとの少なくとも何れかからの動力をドライブギヤ25とCVT40とから分割して遊星歯車機構50に出力することでトルク循環を生じさせ、ドライブギヤ25と遊星歯車機構50の出力要素であるキャリア54(駆動軸としてのキャリア軸55)との間の変速比を理論上無限大に設定可能とする。従って、ハイブリッド自動車20では、CVT40の変速比を遊星歯車機構50のギヤ比と一致させてドライブギヤ25と遊星歯車機構50のキャリア54との間の変速比を実質的に無限大に設定することにより、ドライブギヤ25に接続されたエンジン22等が例えば効率を向上させることができる任意の回転速度で運転されていてもキャリア54およびキャリア軸55の回転を停止させておくことができる。そして、このような変速比が実質的に無限大である状態からCVT40の変速状態すなわち変速比を変更すれば、キャリア54とキャリア軸55とを正転側または逆転側に回転させることが可能となり、特にキャリア軸55の回転速度すなわち車速Vが低いときにエンジン22とモータMGとの少なくとも何れかからのトルクを増幅して駆動軸としてのキャリア軸55に大きなトルクを効率

よく出力することができる。また、クラッチC 1によりドライブギヤ2 5とC V T 4 0のプライマリシャフト4 1との接続が解除されれば、モータM GによりC V T 4 0のプライマリシャフト4 1をドライブギヤ2 5の回転とは無関係に回転させることが可能となる。従って、このハイブリッド自動車2 0では、ドライブギヤ2 5とC V T 4 0のプライマリシャフト4 1との接続が解除されると共にエンジン2 2が動力を出力している状態で、C V T 4 0のプライマリシャフト4 1に接続されたモータM Gの回転を制御し、更にはC V T 4 0の変速比 を適宜変化させることにより、ドライブギヤ2 5すなわちエンジン2 2やモータM Gと遊星歯車機構5 0の出力要素であるキャリア5 4すなわち駆動軸としてのキャリア軸5 5との間の変速比 をより小さく（増速比をより大きく）することが可能となる。この結果、ハイブリッド自動車2 0では、エンジン2 2やモータM Gと駆動軸としてのキャリア軸5 5との間の変速比幅をより大きくして、キャリア軸5 5の回転速度が低い低車速域から当該回転速度が高まる高車速域までの極めて広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させることが可能となる。

10

【0054】

すなわち、上記ハイブリッド自動車2 0において、駆動軸としてのキャリア軸5 5は、遊星歯車機構5 0の出力要素であるキャリア5 4がドライブギヤ2 5とは逆方向に回転するとき正転することから、キャリア軸5 5が正転する際、遊星歯車機構5 0のリングギヤ5 2（第2の入力要素）およびキャリア5 4（出力要素）の双方がドライブギヤ2 5とは逆方向に回転することになる。従って、ハイブリッド自動車2 0では、ドライブギヤ2 5と遊星歯車機構5 0のキャリア5 4（キャリア軸5 5）との間の変速比 が実質的に無

限大に設定されている状態からC V T 4 0の変速比 を遊星歯車機構5 0のギヤ比 よりも小さくすれば（C V T 4 0の変速状態を増速側へと変化させれば）、C V T 4 0のセカンダリシャフト4 2に接続された遊星歯車機構5 0のサンギヤ5 1の回転速度 N_s が高まり、それに伴って遊星歯車機構5 0のキャリア5 4に大きなトルクを出力しつつキャリア5 4をドライブギヤ2 5の回転方向と同方向に回転させること、すなわち駆動軸としてのキャリア軸5 5に大きなトルクを出力しつつ当該キャリア軸5 5を逆転させてハイブリッド自動車2 0を後進方向に走行させることが可能となる（後進走行モード）。また、ドライブギヤ2 5と遊星歯車機構5 0のキャリア5 4との間の変速比 が実質的に無限大に設定されている状態からC V T 4 0の変速比 を遊星歯車機構5 0のギヤ比 よりも大きくすれば（C V T 4 0の変速状態を減速側へと変化させれば）、C V T 4 0のセカンダリシャフト4 2に接続された遊星歯車機構5 0のサンギヤ5 1の回転速度 N_s が低下し、それに伴って遊星歯車機構5 0のキャリア5 4に大きなトルクを出力しつつ当該キャリア5 4の回転速度 N_c をドライブギヤ2 5の回転方向とは逆方向に高くすること、すなわち駆動軸としてのキャリア軸5 5に大きなトルクを出力しつつ当該キャリア軸5 5を正転側に回転させると共にその回転速度（車速 V ）を高くしながらハイブリッド自動車2 0を前進方向に走行させることが可能となる（低速前進走行モード）。更に、クラッチC 1によりドライブギヤ軸2 6（ドライブギヤ2 5）とC V T 4 0のプライマリシャフト4 1との接続が解除された状態で、C V T 4 0のプライマリシャフト4 1に接続されたモータM Gの回転速度 N_m を低下させると共に当該モータM Gを一旦停止させれば（中速移行モード）、C V T 4 0のセカンダリシャフト4 2に接続された遊星歯車機構5 0のサンギヤ5 1の回

転速度 N_s を値0にすることができる。この状態から、モータM Gの回転速度 N_m （回転速度 N_i ）をそれまでとは逆方向（リングギヤ5 2と同方向）に高くしていけば、C V T 4 0のセカンダリシャフト4 2に接続された遊星歯車機構5 0のサンギヤ5 1をドライブギヤ2 5とは逆方向すなわちリングギヤ5 2やキャリア5 4と同方向に回転させると共にその回転速度 N_s を高くしていくことができる。この際に、更にC V T 4 0の変速比 をより小さくすれば（C V T 4 0の変速状態を増速側に変化させていけば）、サンギヤ5 1の回転速度 N_s をより一層高くすることができる。そして、遊星歯車機構5 0のサンギヤ5 1のドライブギヤ2 5とは逆方向における回転速度が高くなればなるほど、ドライブギヤ2 5と遊星歯車機構5 0の出力要素であるキャリア5 4すなわち駆動軸としてのキャリア軸5 5との間の変速比 をより小さく（増速比をより大きく）して駆動軸としてのキャ

20

30

40

50

リア軸 5 5 の正転側における回転速度すなわち車速 V をより高くすることが可能となる（高速走行モード）。

【 0 0 5 5 】

このように、遊星歯車機構 5 0 のキャリア 5 4 がドライブギヤ 2 5 とは逆方向に回転するときに駆動軸としてのキャリア軸 5 5 が正転してハイブリッド自動車 2 0 が前進することにすれば、遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 の回転速度 N_s を値 0 を含む範囲内で連続的に変化させることで遊星歯車機構 5 0 の各要素（特にサンギヤ 5 1）の回転速度が過大になることを抑制しながら、駆動軸としてのキャリア軸 5 5 の正転および逆転すなわちハイブリッド自動車 2 0 の前進および後進を可能とすると共に、エンジン 2 2 やモータ MG とキャリア軸 5 5 との間の変速比幅をより大きくして駆動軸としてのキャリア軸 5 5 の正転側すなわちハイブリッド自動車 2 0 の前進方向における広範な運転領域においてエネルギー効率やトルク特性を向上させることが可能となる。従って、上記実施例のように、アクセル開度 A_{cc} や車速 V に基づいて要求トルクが設定される場合、クラッチ C 1 によりドライブギヤ 2 5 と CVT 4 0 のプライマリシャフト 4 1 とが接続される後進走行モードや低速前進走行モードのもとでは、要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に出力されるようにエンジン 2 2 とモータ MG と CVT 4 0 とを制御すればよい。また、クラッチ C 1 によりドライブギヤ 2 5 と CVT 4 0 のプライマリシャフト 4 1 との接続が解除される中速移行モードまたは高速走行モードのもとでは、モータ MG が減速するか、またはモータ MG がドライブギヤ 2 5 とは逆方向に回転すると共に要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に出力されるようにエンジン 2 2 とモータ MG と CVT 4 0 とを制御すればよい。

10

20

【 0 0 5 6 】

また、実施例のハイブリッド自動車 2 0 は、遊星歯車機構 5 0 の第 1 の入力要素であるサンギヤ 5 1 を回転不能に固定可能なブレーキ B 1（第 1 要素固定手段）を有している。これにより、クラッチ C 1 によりドライブギヤ 2 5 と CVT 4 0 のプライマリシャフト 4 1 との接続が解除された状態で、CVT 4 0 のプライマリシャフト 4 1 に接続されたモータ MG の回転速度 N_m を低下させると共にモータ MG を一旦停止させ、CVT 4 0 のセカンダリシャフト 4 2 に接続された遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 の回転速度 N_s を値 0 とすれば、ブレーキ B 1 により当該サンギヤ 5 1 を回転不能に固定することができる。そして、このように遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1（CVT 4 0 のセカンダリシャフト 4 2）を回転不能に固定すれば、巡航走行モードのもとで CVT 4 0 を用いることなく、エンジン 2 2 からのトルクをドライブギヤ 2 5 および遊星歯車機構 5 0 を介して駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に伝達することが可能となる。これにより、CVT 4 0 での損失を無くしながらエンジン 2 2 からの動力を比較的効率よくキャリア軸 5 5 に伝達することができるので、ハイブリッド自動車 2 0 におけるエネルギー効率をより一層向上させることが可能となる。従って、クラッチ C 1 によりドライブギヤ 2 5 と CVT 4 0 のプライマリシャフト 4 1 との接続が解除されると共にブレーキ B 1 により遊星歯車機構 5 0 のサンギヤ 5 1 が回転不能に固定される巡航走行モードのもとでは、要求トルクに基づくトルクが駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に出力されるようにエンジン 2 2 が制御されるとよい。

30

【 0 0 5 7 】

更に、実施例のハイブリッド自動車 2 0 は、ドライブギヤ軸 2 6 をロックして遊星歯車機構 5 0 の第 2 の入力要素であるリングギヤ 5 2 やエンジン 2 2 のクランクシャフト 2 3 を回転不能に固定（ロック）可能なブレーキ B 2 を有している。従って、クラッチ C 1 によりドライブギヤ 2 5 と CVT 4 0 のプライマリシャフト 4 1 との接続が解除された状態でブレーキ B 2 により遊星歯車機構 5 0 のリングギヤ 5 2 やエンジン 2 2 のクランクシャフト 2 3 を回転不能に固定すれば、エンジン 2 2 を連れ回すことなくモータ MG からの動力を CVT 4 0 を介して駆動軸としてのキャリア軸 5 5 に出力することが可能となる。

40

【 0 0 5 8 】

そして、遊星歯車機構 5 0 として、第 1 の入力要素としてのサンギヤ 5 1 と、第 2 の入力要素としてのリングギヤ 5 2 と、サンギヤ 5 1 とリングギヤ 5 2 との双方と噛合するピ

50

ニオンギヤ53を保持する出力要素としてのキャリア54とを含むシングルピニオン式遊星歯車機構を用いれば、部品点数の増加を抑制しつつハイブリッド自動車20をコンパクトに構成することが可能となる。

【0059】

図14は、本発明の変形例に係る車両である電気自動車200の概略構成図である。同図に示す電気自動車200は、上述のハイブリッド自動車20のモータMGをモータMG1とすると共に、エンジン22をモータMG2で置き換えて当該モータMG2（その回転子）をドライブギヤ軸26（ドライブギヤ25）に接続したものに相当する。電気自動車200において、モータMG2は、発電機として作動すると共に電動機として作動可能な図14の例ではモータMG1と同一諸元の同期発電電動機であり、インバータ32を介してバッテリー35と電力のやり取りを行なう。また、モータMG2には、その回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ34が設けられている。このように構成される電気自動車200では、上記ハイブリッド自動車20におけるエンジン22の代わりにドライブギヤ軸26に接続されたモータMG2が動力発生源として機能する。すなわち、電気自動車200では、モータMG2を動力発生源として用いると共にモータMG1を上述のハイブリッド自動車20のモータMGと同様に動作させることにより、上述のハイブリッド自動車20における後進走行モード、低速前進走行モード、中速移行モード、巡航走行モードおよび高速走行モードと同様の走行モードのもとでの走行を実現することができる。

【0060】

なお、図15に示す、他の変形例に係るハイブリッド自動車20Bのように、本発明による車両としてのハイブリッド自動車は、2体の電動機を備えるものであってもよい。すなわち、図15に示すハイブリッド自動車20Bは、上述のハイブリッド自動車20のモータMGをモータMG1とすると共に、CVT40のセカンダリシャフト42に第2の電動機としてのモータMG2を接続したものに相当する。この場合、モータMG2は、発電機として作動すると共に電動機として作動可能な図15の例ではモータMG1と同一諸元の同期発電電動機であり、図示しないインバータを介して二次電池であるバッテリーと電力のやり取りを行なう。このように構成されたハイブリッド自動車20Bでは、例えばエンジン22からの動力の一部を用いて発電するようにモータMG1を制御すると共にモータMG1の発電により得られた電力を用いてCVT40のセカンダリシャフト42に駆動トルクを出力するようにモータMG2を制御することができる。更に、変形例のハイブリッド自動車20Bでは、モータ走行モードのもとで2体のモータMG1およびMG2の双方から駆動軸としてのキャリア軸55に駆動トルクを出力することができる。また、上記ハイブリッド自動車20や電気自動車200において、ブレーキB1は省略されてもよい。更に、上記実施例のハイブリッド自動車20は、モータMG2によりエンジン22をクラッキングして始動させるものとして説明されたが、ハイブリッド自動車20、20Bに対してエンジン22を始動させるためのスタータ（スタータモータ）を備えてもよいことはいうまでもない。また、上記ハイブリッド自動車20、20Bや電気自動車200は、運転席を含むキャビン全体を回転させる形式の車両として構成されてもよい。そして、上記実施例や変形例においては、動力出力装置をハイブリッド自動車20等に搭載されるものとして説明したが、本発明による動力出力装置は、自動車以外の車両や船舶、航空機などの移動体に搭載されるものであってもよく、建設設備などの固定設備に組み込まれるものであってもよい。

【0061】

ここで、上記実施例および変形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しておく。すなわち、上記実施例および変形例では、ドライブギヤ25に動力を出力可能な「内燃機関」としてのエンジン22や「第2の電動機」としてのモータMG2が「動力発生源」に相当し、プライマリシャフト41に入力される動力を無段階に変速してセカンダリシャフト42に出力可能なCVT40が「無段階変速装置」に相当し、CVT40のセカンダリシャフト42に接続されるサンギヤ51と、ドライブギヤ25と連動して当該ドライブギヤ25とは逆方向に回転可能な

リングギヤ52と、駆動軸としてのキャリア軸55に接続されるキャリア54とを含む遊星歯車機構50が「遊星歯車機構」に相当し、ドライブギヤ25とCVT40のプライマリシャフト41との接続および当該接続の解除を実行するクラッチC1が「接続断接手段」に相当し、CVT40のプライマリシャフト41に少なくとも動力を出力可能なモータMGが「電動機」に相当し、モータMG(MG1)やモータMG2と電力をやり取り可能なバッテリー35が「蓄電手段」に相当する。また、アクセル開度Acc等に基づいて要求トルクを設定するハイブリッドECU70が「要求駆動力設定手段」に相当し、ハイブリッドECU70とエンジン22、モータECU30、CVTECU49との組み合わせが「制御手段」に相当し、遊星歯車機構50のサンギヤ51を回転不能に固定可能なブレーキB1が「第1要素固定手段」に相当し、ドライブギヤ軸26をロックして遊星歯車機構50の第2の入力要素であるリングギヤ52やエンジン22のクランクシャフト23を回転不能に固定可能なブレーキB2が「第2要素固定手段」に相当する。

10

【0062】

ただし、「内燃機関」は、ガソリンや軽油といった炭化水素系の燃料の供給を受けて動力を出力するエンジン22に限られず、水素エンジンといったような他の如何なる形式のものであっても構わない。「無段変速装置」は、ベルト式のCVT40に限られず、入力軸に入力される動力を無段階に変速して出力軸に出力可能なものであればトロイダル式無段変速機や対回転子電動機からなる電気式無段変速装置といったような他の如何なる形式のものであっても構わない。「遊星歯車機構」は、無段変速装置の出力軸に接続される第1の入力要素と、回転要素と連動して当該回転要素とは逆方向に回転可能な第2の入力要素と、駆動軸に接続される出力要素とを含むものであればシングルピニオン式の遊星歯車機構50以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。「接続断接手段」、「第1要素固定手段」および「第2要素固定手段」は、それぞれに対応した要素同士の接続および当該接続の解除を実行するものであればドグクラッチであるクラッチC1やブレーキB1およびB2以外の圧着式クラッチといった他の如何なる形式のものであっても構わない。「電動機」および「第2の電動機」は、モータMG, MG1, MG2のような同期発電電動機に限られず、誘導電動機といったような他の如何なる形式のものであっても構わない。「蓄電手段」は、バッテリー35のような二次電池に限られず、第1および第2の電動機と電力をやり取り可能なものであればキャパシタといったような他の如何なる形式のものであっても構わない。「制御手段」は、ハイブリッドECU70とエンジン22、モータECU30、CVTECU49との組み合わせ以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。何れにしても、これら実施例および変形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最良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。すなわち、実施例はあくまで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ず、課題を解決するための手段の欄に記載した発明の解釈は、その欄に記載に基づいて行なわれるべきものである。

20

30

【0063】

以上、実施例を用いて本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施例に何ら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、様々な変更をなし得ることはいうまでもない。

40

【産業上の利用可能性】

【0064】

本発明は、動力出力装置や車両の製造産業等において利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の一実施例に係る車両であるハイブリッド自動車20の概略構成図である。

【図2】ドライブギヤ25、CVT40および遊星歯車機構50の各要素における回転速

50

度等の関係を表す共線図を例示する説明図である。

【図 3】実施例のハイブリッド自動車 20 の動作モードを例示する説明図である。

【図 4】実施例のハイブリッド自動車 20 においてエンジン 22 を始動させるときのドライブギヤ 25、CVT 40 および遊星歯車機構 50 の各要素における回転速度等の関係を表す共線図を例示する説明図である。

【図 5】実施例のハイブリッド自動車 20 においてエンジン 22 を始動させるときのドライブギヤ 25、CVT 40 および遊星歯車機構 50 の各要素における回転速度等の関係を表す共線図の他の例を示す説明図である。

【図 6】実施例のハイブリッド自動車 20 の後進走行モードや低速前進走行モードを説明するための説明図である。

10

【図 7】後進走行モードや低速前進走行モードにおけるドライブギヤ 25、CVT 40 および遊星歯車機構 50 の各要素における回転速度等の関係を表す共線図を例示する説明図である。

【図 8】中速移行モードや巡航走行モードにおけるドライブギヤ 25、CVT 40 および遊星歯車機構 50 の各要素における回転速度等の関係を表す共線図を例示する説明図である。

【図 9】実施例のハイブリッド自動車 20 の巡航走行モードを説明するための説明図である。

【図 10】実施例のハイブリッド自動車 20 の高速走行モードを説明するための説明図である。

20

【図 11】高速走行モードにおけるドライブギヤ 25、CVT 40 および遊星歯車機構 50 の各要素における回転速度等の関係を表す共線図を例示する説明図である。

【図 12】実施例のハイブリッド自動車 20 のモータ走行モードを説明するための説明図である。

【図 13】モータ走行モードのもとでのドライブギヤ 25、CVT 40 および遊星歯車機構 50 の各要素における回転速度等の関係を表す共線図を例示する説明図である。

【図 14】変形例に係る電気自動車 200 の概略構成図である。

【図 15】他の変形例に係るハイブリッド自動車 20B の概略構成図である。

【符号の説明】

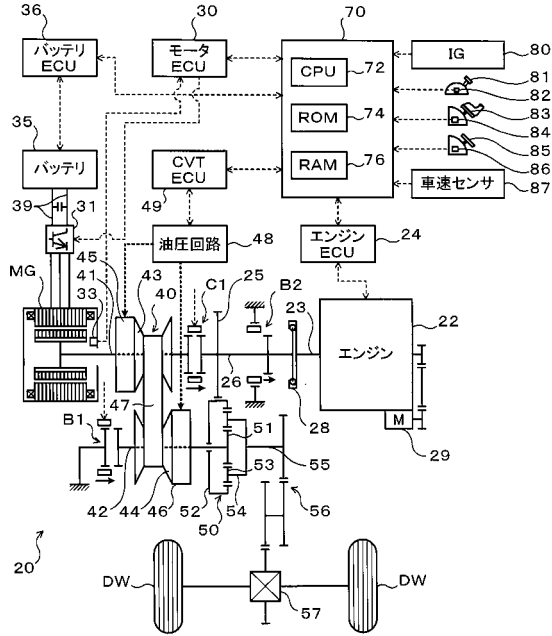
【0066】

30

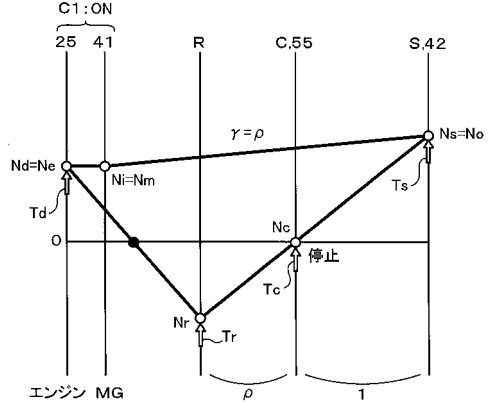
20, 20B ハイブリッド自動車、22 エンジン、23 クランクシャフト、24 エンジン用電子制御ユニット(エンジン ECU)、25 ドライブギヤ、26 ドライブギヤ軸、28 ダンパ、29 スタータモータ、30 モータ用電子制御ユニット(モータ ECU)、31, 32 インバータ、33, 34 回転位置検出センサ、35 バッテリ、36 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリ ECU)、39 電力ライン、40 無段変速ユニット(CVT)、41 プライマリシャフト、42 セカンダリシャフト、43 プライマリプーリ、44 セカンダリプーリ、45, 46 油圧シリンダ、47 ベルト、48 油圧回路、49 CVT用電子制御ユニット(CVTECU)、50 遊星歯車機構、51 サンギヤ、52 リングギヤ、53 ピニオンギヤ、54 キャリア、55 キャリア軸(駆動軸)、56 ギヤ列、57 デファレンシャルギヤ、70
ハイブリッド用電子制御ユニット(ハイブリッド ECU)、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレバー、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 ブレーキペダルストロークセンサ、87 車速センサ、200 電気自動車、B1, B2 ブレーキ、C1 クラッチ、DW 車輪、MG, MG1, MG2 モータ。

40

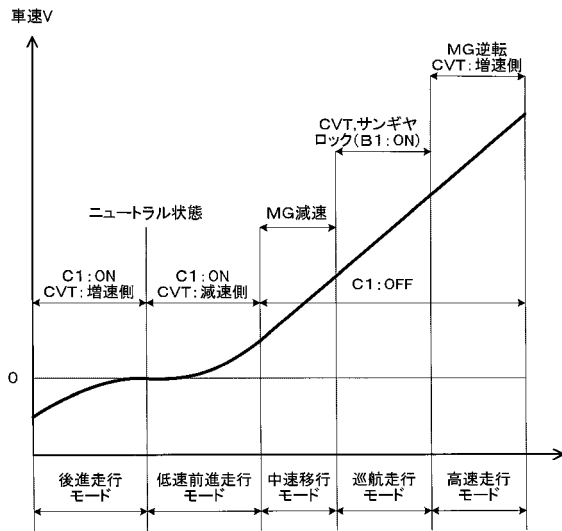
【図1】



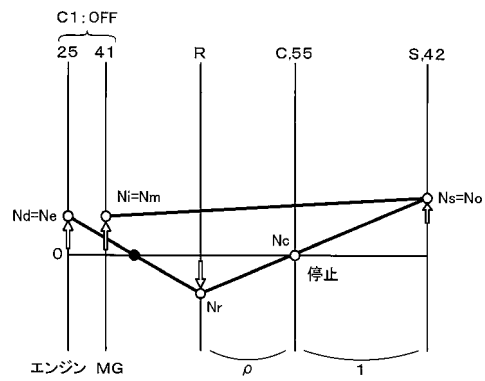
【図2】



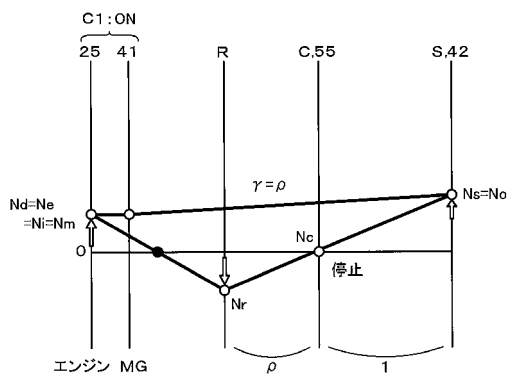
【図3】



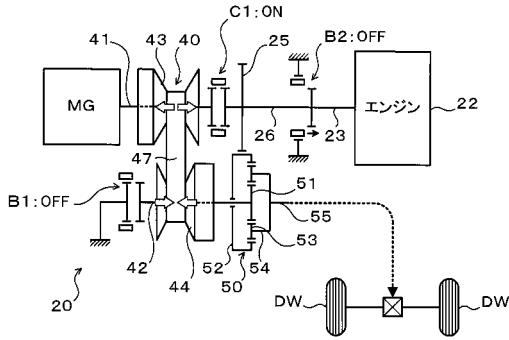
【図4】



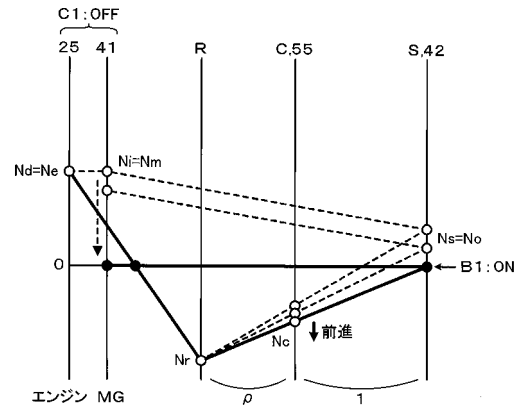
【図5】



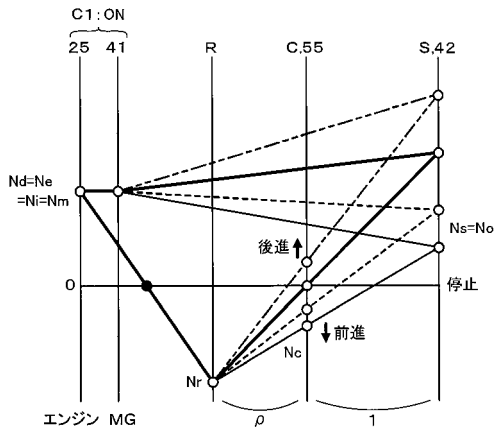
【図6】



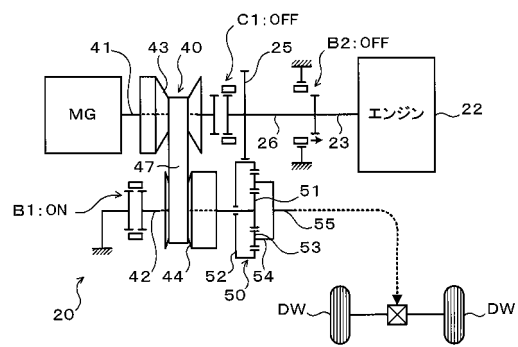
【図8】



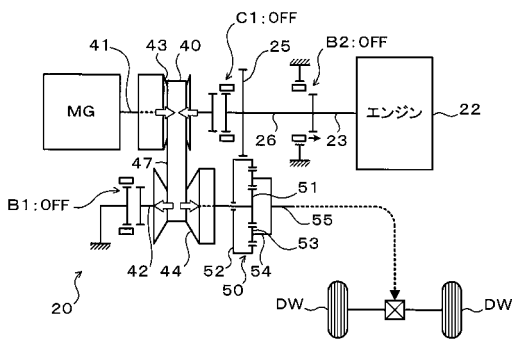
【図7】



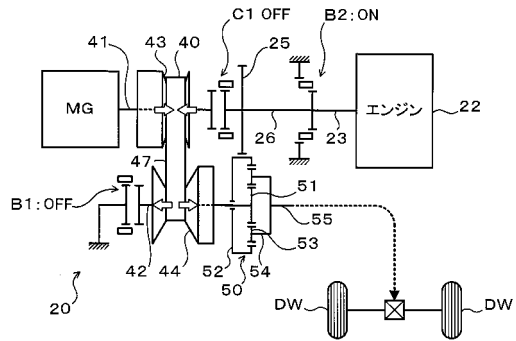
【図9】



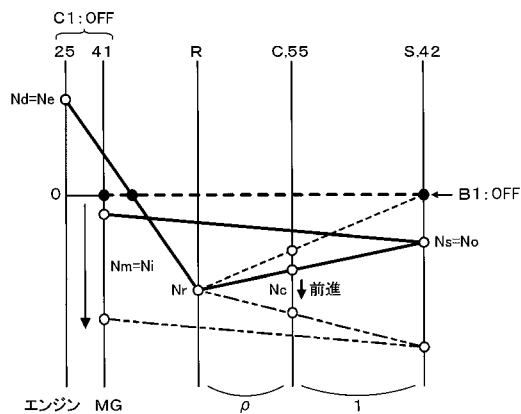
【図10】



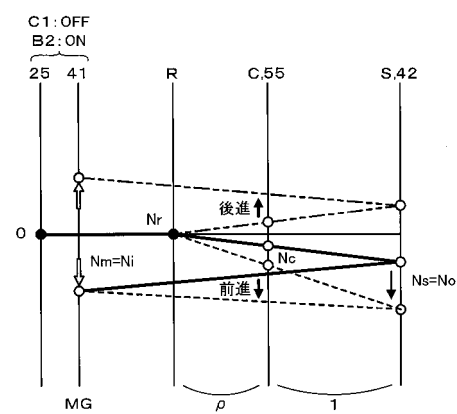
【図12】



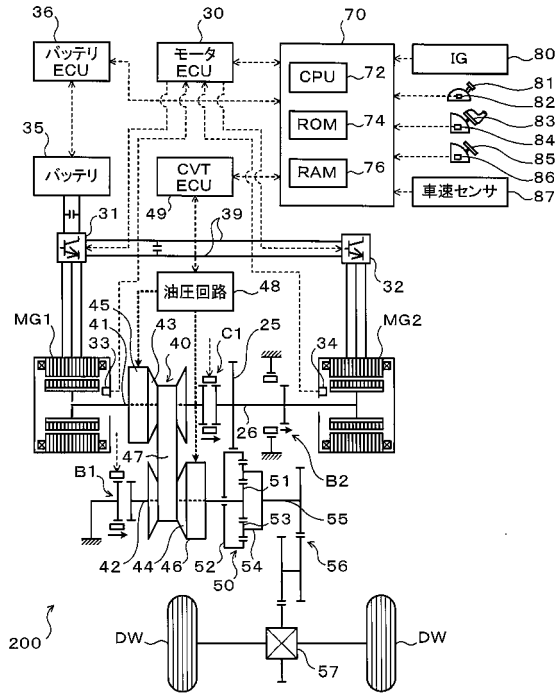
【図11】



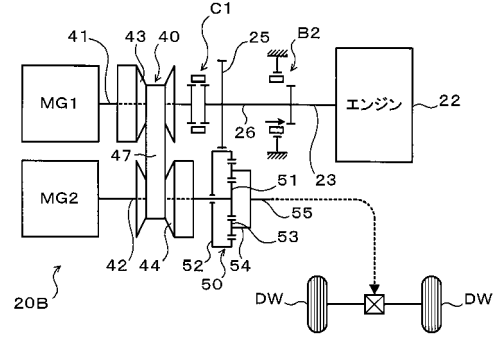
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 6 0 K	6/387	(2007.10)	B 6 0 K	6/48	
B 6 0 K	6/48	(2007.10)	B 6 0 K	6/543	
B 6 0 K	6/543	(2007.10)	B 6 0 L	11/14	
B 6 0 L	11/14	(2006.01)	B 6 0 K	17/04	G
B 6 0 K	17/04	(2006.01)	F 1 6 H	37/02	Q
F 1 6 H	37/02	(2006.01)			

(56)参考文献 特開2004-175320(JP,A)
 特開平11-180173(JP,A)
 特開平10-246305(JP,A)
 特開平08-035545(JP,A)
 実開平02-130448(JP,U)
 特開2006-327570(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 K 6 / 3 6 5
 B 6 0 K 6 / 3 8 7
 B 6 0 K 6 / 4 8
 B 6 0 K 6 / 5 4 3
 B 6 0 K 1 7 / 0 4
 B 6 0 L 1 1 / 1 4
 B 6 0 W 1 0 / 0 6
 B 6 0 W 1 0 / 0 8
 B 6 0 W 1 0 / 1 0
 B 6 0 W 2 0 / 0 0
 F 1 6 H 3 7 / 0 2