

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6458667号
(P6458667)

(45) 発行日 平成31年1月30日(2019.1.30)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int.Cl.	F 1
B60W 10/06 (2006.01)	B60W 10/06 900
B60W 20/10 (2016.01)	B60W 20/10
B60K 6/445 (2007.10)	B60K 6/445 ZHV
B60L 50/16 (2019.01)	B60L 11/14
B60L 15/20 (2006.01)	B60L 15/20 T
請求項の数 5 (全 22 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2015-132403 (P2015-132403)
 (22) 出願日 平成27年7月1日(2015.7.1)
 (65) 公開番号 特開2017-13633 (P2017-13633A)
 (43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)
 審査請求日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(73) 特許権者 000002082
 スズキ株式会社
 静岡県浜松市南区高塚町300番地
 (74) 代理人 110001520
 特許業務法人日誠国際特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 芳輝
 静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズ
 キ株式会社内
 審査官 鶴江 陽介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の出力軸と第1電動機の回転軸と第2電動機の回転軸と駆動輪に動力を伝達可能な駆動軸とが連結され、前記駆動軸と前記第2電動機の回転軸とが接続された動力伝達機構と、前記第1電動機及び第2電動機へ電力を供給するバッテリーと、を有するハイブリッド車両の駆動制御装置であって、

前記第2電動機及び前記第1電動機の回転方向と、前記第2電動機の最大トルク及び最小トルクと、前記バッテリーの放電側許容電力及び充電側許容電力と、に基づき前記内燃機関の上限トルク及び下限トルクを算出し、

前記内燃機関の目標トルクが前記上限トルクより大きい場合、前記上限トルクに基づいて前記内燃機関の駆動を制御し、前記内燃機関の目標トルクが前記下限トルクより小さい場合、前記下限トルクに基づいて前記内燃機関の駆動を制御する制御部を備えるハイブリッド車両の駆動制御装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記第2電動機の回転軸が正回転、かつ、前記第1電動機の回転軸が負回転の場合、前記第2電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて前記内燃機関の上限トルクを算出し、前記第2電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて前記内燃機関の下限トルクを算出し、

前記第2電動機の回転軸が正回転、かつ、前記第1電動機の回転軸が正回転の場合、前記第2電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて前記内燃機関の

上限トルクを算出し、前記第 2 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて前記内燃機関の下限トルクを算出し、

前記第 2 電動機の回転軸が負回転の場合、前記第 2 電動機の最小トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて前記内燃機関の上限トルクを算出し、前記第 2 電動機の最大トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて前記内燃機関の下限トルクを算出する請求項 1 に記載のハイブリッド車両の駆動制御装置。

【請求項 3】

内燃機関の出力軸と第 1 電動機の回転軸と第 2 電動機の回転軸と駆動輪に動力を伝達可能な駆動軸とが連結された動力伝達機構と、前記第 1 電動機及び第 2 電動機へ電力を供給するバッテリーと、を有するハイブリッド車両の駆動制御装置であって、

前記第 2 電動機及び前記第 1 電動機の回転方向と、前記第 1 電動機の最大トルク及び最小トルクと、前記第 2 電動機の最大トルク及び最小トルクと、前記バッテリーの放電側許容電力及び充電側許容電力と、に基づき前記内燃機関の上限トルク及び下限トルクを算出し、

前記内燃機関の目標トルクが前記上限トルクより大きい場合、前記上限トルクに基づいて前記内燃機関の駆動を制御し、前記内燃機関の目標トルクが前記下限トルクより小さい場合、前記下限トルクに基づいて前記内燃機関の駆動を制御する制御部を備えるハイブリッド車両の駆動制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記第 1 電動機の回転軸が負回転の場合、前記第 2 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの小さい方を前記内燃機関の上限トルクとして算出し、前記第 2 電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの大きい方を前記内燃機関の下限トルクとして算出し、

前記第 1 電動機の回転軸が正回転、かつ、前記第 2 電動機の回転軸が正回転の場合、前記第 2 電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの小さい方を前記内燃機関の上限トルクとして算出し、前記第 2 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの大きい方を前記内燃機関の下限トルクとして算出し、

前記第 1 電動機の回転軸が正回転、かつ、前記第 2 電動機の回転軸が負回転の場合、前記第 2 電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最大トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの小さい方を前記内燃機関の上限トルクとして算出し、前記第 2 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最小トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの大きい方を前記内燃機関の下限トルクとして算出し、

前記駆動軸が負回転の場合、前記第 2 電動機の最小トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最小トルクと前記バッテリーの充電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの小さい方を前記内燃機関の上限トルクとして算出し、前記第 2 電動機の最大トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクと、前記第 1 電動機の最大トルクと前記バッテリーの放電側許容電力とに基づいて算出されるトルクとの大きい方を前記内燃機関の下限トルクとして算出する請求項 3 に記載のハイブリッド車両の駆動制御装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記内燃機関の目標トルクが前記上限トルク以下、かつ、前記下限トルク以上の場合、前記目標トルクに基づいて前記内燃機関の駆動を制御する請求項 1 から 4

10

20

30

40

50

のいずれか一項に記載のハイブリッド車両の駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド車両の駆動制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エンジンとモータを組み合わせたハイブリッド車両として、エンジンと、発電機と、駆動用モータと、駆動輪と、の間で相互に動力を伝達可能な遊星歯車機構を有するものが知られている。

10

【0003】

特許文献1には、エンジンと発電機が機械的に連結されたハイブリッド車両において、バッテリーの過電圧を防止するため、バッテリー電圧が閾値より高い場合、エンジンの出力トルクを制限する技術が記載されている。

【0004】

また、特許文献2には、バッテリーの温度に応じてバッテリーの充放電に許容される許容電力を算出し、この許容電力から発電機の発電電力や補機類の電力を差し引いた電力に基づいて駆動用モータに入力可能な電力を算出することで、バッテリーの温度が上昇しないように駆動用モータのトルクを制限する技術が記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-061203号公報

【特許文献2】特開2001-112110号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載のようなハイブリッド車両では、発電機の回転がエンジンの回転と同方向の正回転の場合には、エンジンの出力トルクを制限することにより発電機の発電電力が減少しバッテリーの過電圧を防止することができるが、発電機の回転が負回転でエンジンが正回転の方向にトルクを出力している場合、発電機の出力トルクは負回転の方向であるため、発電機は電力を消費する側となり、エンジンの出力トルクを制限すると発電機での消費電力が減少し、バッテリーの過電圧を防止できないだけでなく、過電圧を助長させてしまうという問題があった。

30

【0007】

また、特許文献2に記載のようなハイブリッド車両では、駆動用モータの出力トルクを制限することによりバッテリーの許容電力を超えることを防止できるが、駆動用モータで発電する電力が発電機で放電する電力より小さくなりバッテリーの放電側の許容電力を超えてしまう場合や、駆動用モータで消費する電力が発電機で発電する電力より小さくなりバッテリーの充電側の許容電力を超えてしまう場合がある。

40

【0008】

さらに、エンジンの出力軸と、発電機の回転軸と、駆動用モータの回転軸と、駆動輪に動力を伝達可能な駆動軸と、の4つの回転軸を連結した四軸式の動力分割合成機構を用いたハイブリッド車両においては、発電機と駆動用モータの両方でエンジンの出力トルクの反力を受けるため、駆動用モータが正回転の時にバッテリーの放電側の許容電力を守るために駆動用モータの出力トルクを減少させると、エンジンの回転速度を維持するために発電機の出力トルクを負回転の方向に増加させる必要がある。この時に、発電機の過熱等により発電機の最大トルクが制限されると、エンジンの回転速度を維持することができず、エンジンの回転速度が上昇し、その結果、発電機が過回転となる問題があった。

【0009】

50

また、駆動用モータが負回転となるような車速が低い場合、バッテリーの充電側の許容電力を守るために、駆動用モータの出力トルクを減少させると、エンジンの回転速度を維持するために発電機の出力トルクを負回転の方向に増加させる必要がある。この時に、発電機の過熱等により発電機の最大トルクが制限されていると、エンジンの回転速度を維持することができず、エンジンの回転速度が上昇し、その結果、発電機が過回転となる問題があった。

【0010】

そこで、本発明は、駆動用モータや発電機のトルクが制限された場合でも、バッテリーの許容電力を守ることができるハイブリッド車両の駆動制御装置を提供することを目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するハイブリッド車両の駆動制御装置の発明の一態様は、内燃機関の出力軸と第1電動機の回転軸と第2電動機の回転軸と駆動輪に動力を伝達可能な駆動軸とが連結され、駆動軸と第2電動機の回転軸とが接続された動力伝達機構と、第1電動機及び第2電動機へ電力を供給するバッテリーと、を有するハイブリッド車両の駆動制御装置であって、第2電動機及び第1電動機の回転方向と、第2電動機の最大トルク及び最小トルクと、バッテリーの放電側許容電力及び充電側許容電力と、に基づき内燃機関の上限トルク及び下限トルクを算出し、内燃機関の目標トルクが上限トルクより大きい場合、上限トルクに基づいて内燃機関の駆動を制御し、内燃機関の目標トルクが下限トルクより小さい場合、下限トルクに基づいて内燃機関の駆動を制御する制御部を備えるものである。

20

【発明の効果】

【0012】

このように本発明の一態様によれば、駆動用モータや発電機のトルクが制限された場合でも、バッテリーの許容電力を守ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、その概念ブロック図である。

【図2】図2は、本発明の第1実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、そのエンジン、駆動軸、第1モータジェネレータ、第2モータジェネレータの各回転速度の関係を示す共線図である。

30

【図3】図3は、本発明の第1実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、そのエンジントルク指令値算出手順を示す制御ブロック図である。

【図4】図4は、本発明の第1実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、そのエンジントルク制御処理を説明するフローチャートである。

【図5】図5は、本発明の第2実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、その概念ブロック図である。

【図6】図6は、本発明の第2実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、そのエンジン、駆動軸、第1モータジェネレータ、第2モータジェネレータの各回転速度の関係を示す共線図である。

40

【図7】図7は、本発明の第2実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、そのエンジントルク指令値算出手順を示す制御ブロック図である。

【図8】図8は、本発明の第2実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を示す図であり、そのエンジントルク制御処理を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。

(第1実施形態)

図1において、本発明の第1実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を搭載し

50

た車両 100 は、駆動機構 1 と、制御部としてのハイブリッド ECU (Electronic Control Unit) 32 と、エンジン ECU 33 と、バッテリー ECU 34 とを含んで構成される。

【0015】

駆動機構 1 は、内燃機関としてのエンジン 2 と、エンジン 2 の出力軸 3 と、電力から駆動力を生成するとともに駆動されることにより電力を生成する第 1 電動機としての第 1 モータジェネレータ 4 及び第 2 電動機としての第 2 モータジェネレータ 5 と、車両 100 の駆動輪 6 に動力を伝達可能に接続された駆動軸 7 と、動力伝達機構としての第 1 遊星歯車機構 8 とを含んで構成される。

【0016】

エンジン 2 は、吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程からなる一連の 4 行程を行なうとともに、圧縮行程及び膨張行程の間に図示しない点火装置によって点火を行なう 4 サイクルのエンジンによって構成されている。エンジン 2 の出力軸 3 は、第 1 遊星歯車機構 8 に連結されている。

【0017】

第 1 モータジェネレータ 4 は、第 1 遊星歯車機構 8 に連結された回転軸としてのロータ軸 13 と、ロータ 14 と、ステータ 15 とを有している。ロータ 14 には、複数の永久磁石が埋め込まれている。ステータ 15 は、ステータコア及びステータコアに巻き掛けられた三相コイルを有している。ステータ 15 の三相コイルは、第 1 インバータ 19 に接続されている。

【0018】

このように構成された第 1 モータジェネレータ 4 において、ステータ 15 の三相コイルに三相交流電力が供給されると、ステータ 15 によって回転磁界が形成され、この回転磁界にロータ 14 に埋め込まれた永久磁石が引かれることにより、ロータ 14 がロータ軸 13 周りに回転駆動される。すなわち、第 1 モータジェネレータ 4 は、電動機として機能し、車両 100 を駆動する駆動力を生成する。

【0019】

また、ロータ 14 がロータ軸 13 周りに回転すると、ロータ 14 に埋め込まれた永久磁石によって回転磁界が形成され、この回転磁界によりステータ 15 の三相コイルに誘導電流が流れることにより、三相コイルの両端に電力が発生する。すなわち、第 1 モータジェネレータ 4 は、発電機としても機能し、バッテリー 21 を充電する電力を生成する。

【0020】

第 1 インバータ 19 は、バッテリー 21 から供給される直流電力を三相交流電力に変換して第 1 モータジェネレータ 4 に供給する。第 1 インバータ 19 は、ハイブリッド ECU 32 からのトルク指令信号により、第 1 モータジェネレータ 4 の出力トルクがトルク指令信号に設定されたトルク指令値になるように第 1 モータジェネレータ 4 に供給する三相交流電力を制御するようになっている。また、第 1 インバータ 19 は、第 1 モータジェネレータ 4 が発電した三相交流電力を直流電力に変換してバッテリー 21 を充電する。

【0021】

第 1 インバータ 19 は、第 1 モータジェネレータ 4 の回転速度や温度などから第 1 モータジェネレータ 4 の出力可能な最大トルクと最小トルクを算出し、ハイブリッド ECU 32 に通知するようになっている。ハイブリッド ECU 32 は、通知された最大トルクと最小トルクで第 1 モータジェネレータ 4 の出力トルクを制限するようになっている。すなわち、第 1 モータジェネレータ 4 は、過熱等により出力トルクが制限されるようになっている。

【0022】

第 2 モータジェネレータ 5 は、第 1 遊星歯車機構 8 に連結された回転軸としてのロータ軸 16 と、ロータ 17 と、ステータ 18 とを有している。ロータ 17 には、複数の永久磁石が埋め込まれている。ステータ 18 は、ステータコア及びステータコアに巻き掛けられた三相コイルを有している。ステータ 18 の三相コイルは、第 2 インバータ 20 に接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

このように構成された第2モータジェネレータ5において、ステータ18の三相コイルに三相交流電力が供給されると、ステータ18によって回転磁界が形成され、この回転磁界にロータ17に埋め込まれた永久磁石が引かれることにより、ロータ17がロータ軸16周りに回転駆動される。すなわち、第2モータジェネレータ5は、電動機として機能し、車両100を駆動する駆動力を生成する。

【 0 0 2 4 】

また、ロータ17がロータ軸16周りに回転すると、ロータ17に埋め込まれた永久磁石によって回転磁界が形成され、この回転磁界によりステータ18の三相コイルに誘導電流が流れることにより、三相コイルの両端に電力が発生する。すなわち、第2モータジェネレータ5は、発電機としても機能し、バッテリー21を充電する電力を生成する。

10

【 0 0 2 5 】

第2インバータ20は、バッテリー21から供給される直流電力を三相交流電力に変換して第2モータジェネレータ5に供給する。第2インバータ20は、ハイブリッドECU32からのトルク指令信号により、第2モータジェネレータ5の出力トルクがトルク指令信号に設定されたトルク指令値になるように第2モータジェネレータ5に供給する三相交流電力を制御するようになっている。また、第2インバータ20は、第2モータジェネレータ5が発電した三相交流電力を直流電力に変換してバッテリー21を充電する。

【 0 0 2 6 】

第2インバータ20は、第2モータジェネレータ5の回転速度や温度などから第2モータジェネレータ5の出力可能な最大トルクと最小トルクを算出し、ハイブリッドECU32に通知するようになっている。ハイブリッドECU32は、通知された最大トルクと最小トルクで第2モータジェネレータ5の出力トルクを制限するようになっている。すなわち、第2モータジェネレータ5は、過熱等により出力トルクが制限されるようになっている。

20

【 0 0 2 7 】

第1遊星歯車機構8は、サンギア22と、サンギア22に噛み合う複数のプラネタリギア23と、複数のプラネタリギア23に噛み合うリングギア25とを有し、プラネタリギア23を自転可能に支持するプラネタリキャリア24が設けられている。

【 0 0 2 8 】

第1遊星歯車機構8のサンギア22は、第1モータジェネレータ4のロータ14と一体に回転するように、ロータ軸13に連結されている。第1遊星歯車機構8のプラネタリキャリア24は、エンジン2の出力軸3に一体回転可能に連結されている。

30

【 0 0 2 9 】

第1遊星歯車機構8のリングギア25は、第2モータジェネレータ5のロータ17と一体に回転するようにロータ軸16に連結されている。また、第1遊星歯車機構8のリングギア25は、デファレンシャルギア及びその他のギアを含む出力伝達機構31を介して駆動軸7を回転させるように形成されている。

【 0 0 3 0 】

このように、動力伝達機構としての第1遊星歯車機構8は、エンジン2の出力軸3と、第1モータジェネレータ4のロータ軸13と、第2モータジェネレータ5のロータ軸16と、駆動軸7とが連結された歯車機構を構成する。

40

【 0 0 3 1 】

したがって、第1遊星歯車機構8は、エンジン2と、第1モータジェネレータ4と、第2モータジェネレータ5と、駆動軸7との間で駆動力を授受させるようになっている。例えば、第1遊星歯車機構8は、エンジン2と、第1モータジェネレータ4と、第2モータジェネレータ5とによって生成された動力を駆動軸7に伝達するようになっている。

【 0 0 3 2 】

ハイブリッドECU32は、CPU (Central Processing Unit) と、RAM (Random Access Memory) と、ROM (Read Only Memory) と、フラッシュメモリと、入力ポート

50

と、出力ポートとを備えたコンピュータユニットによって構成されている。

【 0 0 3 3 】

ハイブリッド E C U 3 2 の R O M には、各種制御定数や各種マップ等とともに、当該コンピュータユニットをハイブリッド E C U 3 2 として機能させるためのプログラムが記憶されている。すなわち、C P U が R O M に記憶されたプログラムを実行することにより、当該コンピュータユニットは、ハイブリッド E C U 3 2 として機能する。ハイブリッド E C U 3 2 は、エンジン E C U 3 3 及びバッテリー E C U 3 4 に接続され、これら各 E C U と相互にデータのやりとりを行なう。

【 0 0 3 4 】

ハイブリッド E C U 3 2 の入力ポートには、アクセル開度センサ 4 1、シフトポジションセンサ 4 2、ブレーキストロークセンサ 4 3、車速センサ 4 4、駆動部状態検出センサ 4 5 を含む各種センサ類が接続されている。

10

【 0 0 3 5 】

アクセル開度センサ 4 1 は、運転者による図示しないアクセルペダルの踏み込み量をアクセル開度として検出する。シフトポジションセンサ 4 2 は、運転者によるシフトレバーの操作により選択されたシフト位置を検出する。シフト位置は、例えば、前進、後進、停車のいずれかが選択される。

【 0 0 3 6 】

ブレーキストロークセンサ 4 3 は、運転者による図示しないブレーキペダルの踏み込み量を検出する。車速センサ 4 4 は、例えば、駆動軸 7 の回転速度から車速を検出する。車速センサ 4 4 は、車両 1 0 0 が前進方向に進んでいる場合は正の車速を出力し、車両が後進方向に進んでいる場合は負の車速を出力する。

20

【 0 0 3 7 】

駆動部状態検出センサ 4 5 は、エンジン 2 や第 1 モータジェネレータ 4、第 2 モータジェネレータ 5 の回転速度や出力トルクや温度を検出する。

【 0 0 3 8 】

また、ハイブリッド E C U 3 2 の出力ポートには、第 1 インバータ 1 9 と第 2 インバータ 2 0 とが接続されている。第 1 インバータ 1 9 及び第 2 インバータ 2 0 には、バッテリー 2 1 が接続されている。

【 0 0 3 9 】

ハイブリッド E C U 3 2 は、第 1 モータジェネレータ 4 及び第 2 モータジェネレータ 5 のそれぞれの出力トルクが所定のトルクになるように第 1 インバータ 1 9 及び第 2 インバータ 2 0 にトルク指令信号を送信する。第 1 インバータ 1 9 及び第 2 インバータ 2 0 は、トルク指令信号に設定されたトルク指令値を第 1 モータジェネレータ 4 及び第 2 モータジェネレータ 5 が出力するように、第 1 モータジェネレータ 4 及び第 2 モータジェネレータ 5 へ供給される三相交流電力を制御し、第 1 モータジェネレータ 4 及び第 2 モータジェネレータ 5 の出力トルクを制御する。

30

【 0 0 4 0 】

エンジン E C U 3 3 は、C P U と、R A M と、R O M と、フラッシュメモリと、入力ポートと、出力ポートとを備えたコンピュータユニットによって構成されている。

40

【 0 0 4 1 】

エンジン E C U 3 3 の R O M には、各種制御定数や各種マップ等とともに、当該コンピュータユニットをエンジン E C U 3 3 として機能させるためのプログラムが記憶されている。すなわち、C P U が R O M に記憶されたプログラムを実行することにより、当該コンピュータユニットは、エンジン E C U 3 3 として機能する。また、エンジン E C U 3 3 は、ハイブリッド E C U 3 2 に接続され、相互にデータのやりとりを行う。

【 0 0 4 2 】

エンジン E C U 3 3 は、ハイブリッド E C U 3 2 からのトルク指令信号により、エンジン 2 の出力トルクがトルク指令信号に設定されたトルク指令値になるようにエンジン 2 を制御する。エンジン E C U 3 3 は、不図示のインジェクタやスロットルバルブを制御する

50

ことにより燃料噴射量や吸入空気量を制御させて、エンジン 2 の出力トルクを制御する。

【 0 0 4 3 】

バッテリー ECU 3 4 は、CPU と、RAM と、ROM と、フラッシュメモリ と、入力ポート と、出力ポート とを備えたコンピュータユニットによって構成されている。

【 0 0 4 4 】

バッテリー ECU 3 4 の ROM には、各種制御定数や各種マップ等とともに、当該コンピュータユニットをバッテリー ECU 3 4 として機能させるためのプログラムが記憶されている。すなわち、CPU が ROM に記憶されたプログラムを実行することにより、当該コンピュータユニットは、バッテリー ECU 3 4 として機能する。

【 0 0 4 5 】

バッテリー ECU 3 4 の入力ポートには、バッテリー状態検出センサ 4 6 が接続されている。バッテリー状態検出センサ 4 6 は、バッテリー 2 1 の充放電電流、電圧及びバッテリー温度を検出する。バッテリー ECU 3 4 は、バッテリー状態検出センサ 4 6 から入力される充放電電流の値、電圧の値及びバッテリー温度の値に基づき、バッテリー 2 1 の残容量などを検出する。

【 0 0 4 6 】

バッテリー状態検出センサ 4 6 は、例えば、バッテリー 2 1 の充放電電流を検出する電流センサに、電圧を検出する電圧センサ及びバッテリー温度を検出するバッテリー温度センサを付設した構成を用いることができる。なお、電流センサと電圧センサとバッテリー温度センサとを別に設けてもよい。

【 0 0 4 7 】

このような車両 1 0 0 において、ハイブリッド ECU 3 2 は、アクセル開度センサ 4 1 により検出されたアクセル開度と、シフトポジションセンサ 4 2 により検出されたシフト位置と、車速センサ 4 4 により検出された車速などに基づいて目標駆動トルクを算出し、目標駆動トルクを駆動軸 7 に出力させるようにエンジン 2、第 1 モータジェネレータ 4、第 2 モータジェネレータ 5 を制御する。

【 0 0 4 8 】

ハイブリッド ECU 3 2 は、図 2 に示す共線図に基づき、エンジン 2、第 1 モータジェネレータ 4、第 2 モータジェネレータ 5 の回転速度のバランスを保ちながら、目標駆動トルクを駆動軸 7 に出力させるように制御する。

【 0 0 4 9 】

図 2 の共線図において、各縦軸は、図中、左から第 1 モータジェネレータ 4 のロータ軸 1 3 の回転速度 N_{mg1} 、エンジン 2 の出力軸 3 の回転速度すなわちエンジン回転速度 N_e 、駆動軸 7 の回転速度 N_o 及び第 2 モータジェネレータ 5 のロータ軸 1 6 の回転速度 N_{mg2} をそれぞれ表している。

【 0 0 5 0 】

なお、共線図上では、第 1 モータジェネレータ 4 や第 2 モータジェネレータ 5、駆動軸 7 の回転速度は、エンジン 2 の回転方向と同じ向きの回転を正としている。また、トルクは、第 1 遊星歯車機構 8 の回転要素を正の回転方向へ回転させる向きを正のトルクとしている。

【 0 0 5 1 】

また、図 2 の共線図において、横軸における各軸間の距離比は、第 1 遊星歯車機構 8 の各ギアの歯数の比により定まる。ここで、図 2 の共線図においては、第 1 モータジェネレータ 4、エンジン 2、駆動軸 7 及び第 2 モータジェネレータ 5 の 3 軸のうち 2 軸の回転速度を調整することで、他の 1 軸の回転速度を制御することができる。

【 0 0 5 2 】

具体的には、共線図は、回転速度 N_{mg1} 、エンジン回転速度 N_e 、駆動軸回転速度 N_o 及び回転速度 N_{mg2} のうち、2 つの回転速度が決まれば、他の 1 つの回転速度が決まる関係にある。

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50

ハイブリッドECU32は、目標駆動トルクやバッテリー21の充電状態などに基づいて、エンジン2に出力させるトルクである目標エンジントルクを算出する。

【0054】

ハイブリッドECU32は、バッテリー21の放電側及び充電側の許容電力と第2モータジェネレータ5の最大トルク及び最小トルクに基づいて、エンジン2に許容される上限トルクと下限トルクを算出し、目標エンジントルクを上限トルクと下限トルクで制限し、エンジン2へのトルク指令値とする。放電側許容電力とは、バッテリー21の過放電を防止するための放電する電力の上限値である。充電側許容電力とは、バッテリー21の過充電を防止するための充電する電力の上限値である。

【0055】

ハイブリッドECU32は、エンジン2の上限トルクを以下の式(1)~(3)により算出する。

【0056】

前進(Nmg2=0)かつNmg1<0の場合。

$$T_{et\ max} = ((1+K1) \times Nmg2 / Nmg1) \times Tmg2min - (1+K1) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt\ max \dots (1)$$

前進(Nmg2=0)かつNmg1>0の場合。

$$T_{et\ max} = ((1+K1) \times Nmg2 / Nmg1) \times Tmg2max - (1+K1) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt\ min \dots (2)$$

後進(Nmg2<0)の場合。

$$T_{et\ max} = ((1+K1) \times Nmg2 / Nmg1) \times Tmg2min - (1+K1) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt\ min \dots (3)$$

それぞれの場合の回転速度の関係を、図2の共線図に示す。

【0057】

ここで、Tet maxは、エンジン2の上限トルク[Nm]である。Tmg2maxは、第2モータジェネレータ5の最大トルク[Nm]であり、正の値をとる。Tmg2minは、第2モータジェネレータ5の最小トルク[Nm]であり、負の値をとる。Nmg1は、第1モータジェネレータ4のロータ軸13の回転速度[rpm]である。Nmg2は、第2モータジェネレータ5のロータ軸16の回転速度[rpm]である。Pbatt maxは、バッテリー21の放電側許容電力[W]である。Pbatt minは、バッテリー21の充電側許容電力[W]である。K1は、共線図のレバー比で、第1遊星歯車機構8のリングギア歯数Zrとサンギア歯数Zsの比、Zr/Zsである。

【0058】

また、バッテリー21の放電側許容電力Pbatt max、充電側許容電力Pbatt minは、バッテリー状態検出センサ46が検出するバッテリー21の電圧、バッテリー21の温度、及び、バッテリーECU34が算出したバッテリー21の残容量(SOC: State Of Charge)などからハイブリッドECU32が算出する。

【0059】

また、Nmg1=0近傍の場合、式(1)~(3)の値は大きな値となり無限大に近づく。これは、エンジン2の出力トルクを制限する必要がないことを意味しているため、Nmg1=0の場合については特に言及しない。

【0060】

これらの計算式について説明する。

図2の共線図上で駆動軸7を支点としたトルクのバランス式は式(4)のようになる。

$$(1+K1) \times Tmg1 + Te = 0 \dots (4)$$

ここで、Tmg1は、第1モータジェネレータ4のトルク[Nm]、Teは、エンジン2のトルク[Nm]を表す。

【0061】

また、第1モータジェネレータ4と第2モータジェネレータ5の電力の合計が、バッテリー21の入出力に等しいことから式(5)が成り立つ。

$$(Nmg1 \times Tmg1 + Nmg2 \times Tmg2) \times 2 / 60 = Pbatt \dots (5)$$

ここで、Tmg2は、第2モータジェネレータ5のトルク[Nm]、Pbattは、バッテリー21の電力を表す。

【0062】

10

20

30

40

50

式(4)と(5)から以下の式(6)が導き出せる。

$$T_e = ((1+K1) \times N_{mg2}/N_{mg1}) \times T_{mg2} - (1+K1) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt} \dots (6)$$

なお、バッテリー21の電力 P_{batt} については、放電を正の値、充電を負の値としている。

【0063】

式(6)の右辺の第1項は、駆動軸7の回転速度(第2モータジェネレータ5の回転速度 N_{mg2})の正負と、第1モータジェネレータ4の回転速度 N_{mg1} の正負と、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} の正負と、によって正負が決まり、第2項は、第1モータジェネレータ4の回転速度 N_{mg1} の正負と、バッテリー21の電力 P_{batt} の正負と、により正負が決まる。

10

【0064】

すなわち、エンジントルクを表す式(6)の値が最大となるのは、右辺の第1項と第2項が共に正となった場合となるので、以下のようにして式(1)~(3)が求められる。

【0065】

前進($N_{mg2} \geq 0$)かつ $N_{mg1} < 0$ の場合には、右辺の第1項が正となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が負にならなければならない。また、右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が正にならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最小トルク T_{mg2min} と、バッテリー21の放電側の許容電力 $P_{batt max}$ を式(6)に代入し、式(1)となる。

【0066】

前進($N_{mg2} \geq 0$)かつ $N_{mg1} > 0$ の場合には、右辺の第1項が正となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が正にならなければならない。また、右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が負にならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最大トルク T_{mg2max} と、バッテリー21の充電側の許容電力 $P_{batt min}$ を式(6)に代入し、式(2)となる。

20

【0067】

後進($N_{mg2} < 0$)の場合には、 $N_{mg1} > 0$ なので、右辺の第1項が正となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が負にならなければならない。また、右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が負にならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最小トルク T_{mg2min} と、バッテリー21の充電側の許容電力 $P_{batt min}$ を式(6)に代入し、式(3)となる。

30

【0068】

ハイブリッドECU32は、エンジン2の下限トルクを以下の式(7)~(9)により算出する。

【0069】

前進($N_{mg2} \geq 0$)かつ $N_{mg1} < 0$ の場合。

$$T_{et min} = ((1+K1) \times N_{mg2}/N_{mg1}) \times T_{mg2max} - (1+K1) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt min} \dots (7)$$

前進($N_{mg2} \geq 0$)かつ $N_{mg1} > 0$ の場合。

$$T_{et min} = ((1+K1) \times N_{mg2}/N_{mg1}) \times T_{mg2min} - (1+K1) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt max} \dots (8)$$

後進($N_{mg2} < 0$)の場合。

$$T_{et min} = ((1+K1) \times N_{mg2}/N_{mg1}) \times T_{mg2max} - (1+K1) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt max} \dots (9)$$

40

ここで、 $T_{et min}$ は、エンジン2の下限トルク[Nm]である。

【0070】

エンジントルクを表す式(6)の値が最小となるのは、右辺の第1項と第2項が共に負となった場合となるので、以下のようにして式(7)~(9)が求められる。

【0071】

前進($N_{mg2} \geq 0$)かつ $N_{mg1} < 0$ の場合には、右辺の第1項が負となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が正にならなければならない。また、右辺の第2項が負となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が負にならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最大トルク T_{mg2max} と、バッテリー21の充電側の許容電

50

力 $P_{batt\ min}$ を式(6)に代入し、式(7)となる。

【0072】

前進($N_{mg2} = 0$)かつ $N_{mg1} > 0$ の場合には、右辺の第1項が負となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が負にならない。また、右辺の第2項が負となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が正にならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最小トルク $T_{mg2\ min}$ と、バッテリー21の放電側の許容電力 $P_{batt\ max}$ を式(6)に代入し、式(8)となる。

【0073】

後進($N_{mg2} < 0$)の場合には、 $N_{mg1} > 0$ なので、右辺の第1項が負となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が正にならない。また、右辺の第2項が負となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が正にならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最大トルク $T_{mg2\ max}$ と、バッテリー21の放電側の許容電力 $P_{batt\ max}$ を式(6)に代入し、式(9)となる。

【0074】

ハイブリッドECU32は、図3に示すように、まず、式(1)~(3)により算出したエンジン2の上限トルク $T_{et\ max}$ と、目標エンジントルクと、のいずれか小さい値を選択する。そして、選択した値と、式(7)~(9)により算出したエンジン2の下限トルク $T_{et\ min}$ と、のいずれか大きい値を選択し、エンジン2へのトルク指令値とする。

【0075】

以上のように構成された本実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置によるエンジントルク制御処理について、図4を参照して説明する。なお、以下に説明するエンジントルク制御処理は、ハイブリッドECU32が動作を開始すると開始され、予め設定された時間間隔で実行される。

【0076】

まず、ハイブリッドECU32は、第1インバータ19、第2インバータ20、アクセル開度センサ41、シフトポジションセンサ42、車速センサ44、駆動部状態検出センサ45、バッテリー状態検出センサ46などからエンジントルク制御に用いる各種信号の取り込みを行なう(ステップS101)。

【0077】

次いで、ハイブリッドECU32は、各種信号に基づいて、エンジン2で出力すべき目標エンジントルクを算出する(ステップS102)。

【0078】

次いで、ハイブリッドECU32は、第2モータジェネレータ5の最大トルク $T_{mg2\ max}$ 及び最小トルク $T_{mg2\ min}$ 、第1モータジェネレータ4の回転速度 N_{mg1} 、第2モータジェネレータ5の回転速度 N_{mg2} 、バッテリー21の放電側許容電力 $P_{batt\ max}$ 及び充電側許容電力 $P_{batt\ min}$ に基づき、エンジン2の上限トルク $T_{et\ max}$ を上述の式(1)~(3)により算出する(ステップS103)。

【0079】

次いで、ハイブリッドECU32は、第2モータジェネレータ5の最大トルク $T_{mg2\ max}$ 及び最小トルク $T_{mg2\ min}$ 、第1モータジェネレータ4の回転速度 N_{mg1} 、第2モータジェネレータ5の回転速度 N_{mg2} 、バッテリー21の放電側許容電力 $P_{batt\ max}$ 及び充電側許容電力 $P_{batt\ min}$ に基づき、エンジン2の下限トルク $T_{et\ min}$ を上述の式(7)~(9)により算出する(ステップS104)。

【0080】

そして、ハイブリッドECU32は、目標エンジントルクを上限トルク $T_{et\ max}$ 及び下限トルク $T_{et\ min}$ で制限して、エンジンECU33にトルク指令信号を送信する。すなわち、ハイブリッドECU32は、目標エンジントルクが上限トルク $T_{et\ max}$ より大きい場合は上限トルク $T_{et\ max}$ をエンジントルク指令値とし、また、目標エンジントルクが下限トルク $T_{et\ min}$ より小さい場合は下限トルク $T_{et\ min}$ をエンジントルク指令値として、エンジントルク指令値を求め、エンジンECU33にトルク指令信号を送信する(ステップS

10

20

30

40

50

105)。

【0081】

このように、上述の第1実施形態では、バッテリー21の放電側及び充電側の許容電力と第2モータジェネレータ5の最大トルク及び最小トルクに基づいて、上述の式(1)~(3)によりエンジン2の上限トルクを算出し、上述の式(7)~(9)によりエンジン2の下限トルクを算出し、目標エンジントルクを上限トルクと下限トルクで制限し、エンジン2のトルクを制御するハイブリッドECU32を備える。

【0082】

これにより、バッテリー21の放電側及び充電側の許容電力と第2モータジェネレータ5の最大トルク及び最小トルクに基づいて、エンジン2のトルクが制限される。このため、第2モータジェネレータ5のトルクが制限された場合でも、バッテリー21の許容電力を守ることができる。

10

【0083】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について説明する。ここで、第2実施形態は上述の第1実施形態と略同様に構成されているので、同様な構成には同一の符号を付して特徴部分を説明する。

【0084】

図5において、本発明の第2実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置を搭載した車両101は、第2遊星歯車機構9及び第3遊星歯車機構10を有する動力伝達機構11を備えている。

20

【0085】

第2遊星歯車機構9は、サンギア51と、サンギア51に噛み合う複数のプラネタリギア52と、複数のプラネタリギア52に噛み合うリングギア54とを有し、プラネタリギア52を自転可能に支持するプラネタリキャリア53が設けられている。

【0086】

第3遊星歯車機構10は、サンギア55と、サンギア55に噛み合う複数のプラネタリギア56と、複数のプラネタリギア56に噛み合うリングギア58とを有し、プラネタリギア56を自転可能に支持するプラネタリキャリア57が設けられている。

【0087】

第2遊星歯車機構9のサンギア51は、第1モータジェネレータ4のロータ14と一体に回転するように、ロータ軸13に連結されている。第2遊星歯車機構9のプラネタリキャリア53と、第3遊星歯車機構10のサンギア55とは、エンジン2の出力軸3に一体回転可能に連結されている。

30

【0088】

第2遊星歯車機構9のリングギア54は、第3遊星歯車機構10のプラネタリギア56にプラネタリキャリア57を介してロータ軸13周りに公転可能に連結されている。また、第2遊星歯車機構9のリングギア54は、デファレンシャルギア及びその他のギアを含む出力伝達機構31を介して駆動軸7を回転させるように形成されている。

【0089】

第3遊星歯車機構10のリングギア58は、第2モータジェネレータ5のロータ17と一体に回転するようにロータ軸16に連結されている。このように、動力伝達機構11は、エンジン2の出力軸3と、第1モータジェネレータ4のロータ軸13と、第2モータジェネレータ5のロータ軸16と、駆動軸7とが連結された歯車機構を構成する。

40

【0090】

したがって、動力伝達機構11は、エンジン2と、第1モータジェネレータ4と、第2モータジェネレータ5と、駆動軸7との間で駆動力を授受させるようになっている。例えば、動力伝達機構11は、エンジン2と、第1モータジェネレータ4と、第2モータジェネレータ5とによって生成された動力を駆動軸7に伝達するようになっている。

【0091】

50

このような車両101において、ハイブリッドECU32は、アクセル開度センサ41により検出されたアクセル開度と、シフトポジションセンサ42により検出されたシフト位置と、車速センサ44により検出された車速などに基づいて目標駆動トルクを算出し、目標駆動トルクを駆動軸7に出力させるようにエンジン2、第1モータジェネレータ4、第2モータジェネレータ5を制御する。

【0092】

ハイブリッドECU32は、図6に示す共線図に基づき、エンジン2、第1モータジェネレータ4、第2モータジェネレータ5の回転速度のバランスを保ちながら、目標駆動トルクを駆動軸7に出力させるように制御する。

【0093】

図6の共線図において、各縦軸は、図中、左から第1モータジェネレータ4のロータ軸13の回転速度 N_{mg1} 、エンジン2の出力軸3の回転速度すなわちエンジン回転速度 N_e 、駆動軸7の回転速度 N_o 、第2モータジェネレータ5のロータ軸16の回転速度 N_{mg2} をそれぞれ表している。

【0094】

なお、共線図上では、第1モータジェネレータ4や第2モータジェネレータ5、駆動軸7の回転速度は、エンジン2の回転方向と同じ向きの回転を正としている。また、トルクは、第2遊星歯車機構9及び第3遊星歯車機構10の回転要素を正の回転方向へ回転させる向きを正のトルクとしている。

【0095】

また、図6の共線図において、横軸における各軸間の距離比は、第2遊星歯車機構9及び第3遊星歯車機構10の各ギアの歯数の比により定まる。ここで、図6の共線図においては、第1モータジェネレータ4、エンジン2、駆動軸7、第2モータジェネレータ5の4軸のうち2軸の回転速度を調整することで、他の2軸の回転速度を制御することができる。

【0096】

具体的には、共線図は、回転速度 N_{mg1} 、エンジン回転速度 N_e 、駆動軸回転速度 N_o 、回転速度 N_{mg2} のうち、2つの回転速度が決まれば、他の2つの回転速度が決まる関係にある。

【0097】

ハイブリッドECU32は、目標駆動トルクやバッテリー21の充電状態などに基づいて、エンジン2に出力させるトルクである目標エンジントルクを算出する。

【0098】

ハイブリッドECU32は、バッテリー21の放電側及び充電側の許容電力と、第1モータジェネレータ4の最大トルク及び最小トルクと、第2モータジェネレータ5の最大トルク及び最小トルクと、に基づいて、エンジン2に許容される上限トルクと下限トルクを算出し、目標エンジントルクを上限トルクと下限トルクで制限し、エンジン2へのトルク指令値とする。

【0099】

ハイブリッドECU32は、エンジン2の上限トルクを以下の式(10)~(13)により算出する。

【0100】

前進($N_o = 0$)かつ $N_{mg1} < 0$ の場合。

$$T_{et\ max} = \text{MIN}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2\ min} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt\ max}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1\ min} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt\ max}) \dots (10)$$

前進($N_o = 0$)かつ $N_{mg2} > 0$ かつ $N_{mg1} > 0$ の場合。

$$T_{et\ max} = \text{MIN}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2\ max} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt\ min}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1\ min} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt\ max}) \dots (11)$$

前進($N_o = 0$)かつ $N_{mg2} < 0$ かつ $N_{mg1} > 0$ の場合。

$$T_{et\ max} = \text{MIN}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2\ max} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt\ min}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1\ max} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt\ min}) \dots (12)$$

10

20

30

40

50

後進 (No < 0) の場合。

$Tet\ max = \min((1+K2) \times Nmg2 / Nmg1 + K3) \times Tmg2min - (1+K2) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt\ min, -(1+K2+K3) \times Nmg1 / Nmg2) \times Tmg1min + K3 \times 60 / (2 \times Nmg2) \times Pbatt\ min) \dots (13)$

それぞれの場合の回転速度の関係を、図6の共線図に示す。

【0101】

ここで、Tet maxは、エンジン2の上限トルク[Nm]である。Tmg1maxは、第1モータジェネレータ4の最大トルク[Nm]であり、正の値をとる。Tmg1minは、第1モータジェネレータ4の最小トルク[Nm]であり、負の値をとる。Tmg2maxは、第2モータジェネレータ5の最大トルク[Nm]であり、正の値をとる。Tmg2minは、第2モータジェネレータ5の最小トルク[Nm]であり、負の値をとる。Nmg1は、第1モータジェネレータ4のロータ軸13の回転速度[rpm]である。Nmg2は、第2モータジェネレータ5のロータ軸16の回転速度[rpm]である。Pbatt maxは、バッテリー21の放電側許容電力[W]である。Pbatt minは、バッテリー21の充電側許容電力[W]である。K2は、共線図のレバー比で、第2遊星歯車機構9のリングギア歯数Zr1とサンギア歯数Zs1の比、Zr1/Zs1である。K3は、共線図のレバー比で、第3遊星歯車機構10のサンギア歯数Zs2とリングギア歯数Zr2の比、Zs2/Zr2である。MIN(X,Y)は、XとYのいずれか小さい方を選択するという意味である。

10

【0102】

また、Nmg1=0近傍の場合、式(10)~(13)の前半部分 $((1+K2) \times Nmg2 / Nmg1 + K3) \times Tmg2^{***} - (1+K2) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt^{***}$ は大きな値となり無限大に近づく。これは、エンジン2の出力トルクを制限する必要がないことを意味しているため、Nmg1=0の場合については特に言及しない。

20

【0103】

また、Nmg2=0近傍の場合、式(10)~(13)の後半部分 $-(1+K2+K3) \times Nmg1 / Nmg2) \times Tmg1^{***} + K3 \times 60 / (2 \times Nmg2) \times Pbatt^{***}$ は大きな値となり無限大に近づく。これは、エンジン2の出力トルクを制限する必要がないことを意味しているため、Nmg2=0の場合についても特に言及しない。

【0104】

これらの計算式について説明する。

図6の共線図上で駆動軸7を支点としたトルクのバランス式は式(14)のようになる。

30

$(1+K2) \times Tmg1 + Te = K3 \times Tmg2 \dots (14)$

ここで、Tmg1は、第1モータジェネレータ4のトルク[Nm]、Tmg2は、第2モータジェネレータ5のトルク[Nm]、Teは、エンジン2のトルク[Nm]を表す。

【0105】

また、第1モータジェネレータ4と第2モータジェネレータ5の電力の合計が、バッテリー21の入出力に等しいことから式(15)が成り立つ。

$(Nmg1 \times Tmg1 + Nmg2 \times Tmg2) \times 2 / 60 = Pbatt \dots (15)$

ここで、Pbattは、バッテリー21の電力を表す。

【0106】

式(14)と(15)から、エンジントルクTeを第2モータジェネレータ5のトルクTmg2とバッテリー21の電力Pbattで表すように変形すると以下の式(16)が導き出せる。

40

$Te = ((1+K2) \times Nmg2 / Nmg1 + K3) \times Tmg2 - (1+K2) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt \dots (16)$

一方、駆動軸7の回転速度Noを第1モータジェネレータ4の回転速度Nmg1と第2モータジェネレータ5の回転速度Nmg2で表すと、式(17)のようになる。

$No = ((1+K2) \times Nmg2 + K3 \times Nmg1) / (1+K2+K3) \dots (17)$

また、式(16)を変形すると、式(18)のようになる。

$Te = ((1+K2) \times Nmg2 + K3 \times Nmg1) / Nmg1 \times Tmg2 - (1+K2) \times 60 / (2 \times Nmg1) \times Pbatt \dots (18)$

【0107】

したがって、式(18)の $((1+K2) \times Nmg2 + K3 \times Nmg1)$ の部分は、式(17)から、駆動軸7の回転速度Noと正負が同じなので、式(16)の右辺第1項は、駆動軸7の回転速度

50

Noの正負と第1モータジェネレータ4の回転速度Nmg1の正負と第2モータジェネレータ5のトルクTmg2の正負によって正負が定まる。式(16)の右辺第2項は、第1モータジェネレータ4の回転速度Nmg1の正負とバッテリー21の電力Pbattの正負により正負が定まる。すなわち、エンジン2のトルクTeを表す式(16)の値が最大となるのは、式(16)の右辺の第1項と第2項が共に正の場合となる。

【0108】

このため、前進($No = 0$)かつ $Nmg1 < 0$ の場合には、式(16)の右辺の第1項が正となるには、第2モータジェネレータ5のトルクTmg2が負にならなければならない。また、式(16)の右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力Pbattが正とならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最小トルクTmg2minと

10

【0109】

前進($No = 0$)かつ $Nmg1 > 0$ の場合には、式(16)の右辺の第1項が正となるには、第2モータジェネレータ5のトルクTmg2が正にならなければならない。また、式(16)の右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力Pbattが負とならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最大トルクTmg2maxとバッテリー21の充電側の許容電力Pbatt minを式(16)に代入し、式(11)及び式(12)の前半部分となる。

【0110】

20

後進($No < 0$)の場合には、 $Nmg1 > 0$ なので、式(16)の右辺の第1項が正となるには、第2モータジェネレータ5のトルクTmg2が負にならなければならない。また、式(16)の右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力Pbattが負とならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最小トルクTmg2minとバッテリー21の充電側の許容電力Pbatt minを式(16)に代入し、式(13)の前半部分となる。

【0111】

また、式(14)と(15)から、エンジントルクTeを第1モータジェネレータ4のトルクTmg1とバッテリー21の電力Pbattで表すように変形すると以下の式(19)が導き出せる。

30

$$Te = -(1+K2+K3 \times Nmg1/Nmg2) \times Tmg1 + K3 \times 60 / (2 \times Nmg2) \times Pbatt \dots (19)$$

さらに変形すると、式(20)のようになる。

$$Te = -((1+K2) \times Nmg2 + K3 \times Nmg1) / Nmg2 \times Tmg1 + K3 \times 60 / (2 \times Nmg2) \times Pbatt \dots (20)$$

【0112】

したがって、式(20)の $((1+K2) \times Nmg2 + K3 \times Nmg1)$ の部分は、式(17)から、駆動軸7の回転速度Noと正負が同じなので、式(19)の右辺第1項は、駆動軸7の回転速度Noの正負と第2モータジェネレータ5の回転速度Nmg2の正負と第1モータジェネレータ4のトルクTmg1の正負によって正負が定まる。式(19)の右辺第2項は、第2モータジェネレータ5の回転速度Nmg2の正負とバッテリー21の電力Pbattの正負により正負が定まる。すなわち、エンジン2のトルクTeを表す式(19)の値が最大となるのは、式(19)の右辺の第1項と第2項が共に正の場合となる。

40

【0113】

このため、前進($No = 0$)かつ $Nmg2 > 0$ の場合には、式(19)の右辺の第1項が正となるには、第1モータジェネレータ4のトルクTmg1が負にならなければならない。また、式(19)の右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力Pbattが正とならなければならない。したがって、この場合には、第1モータジェネレータ4の最小トルクTmg1minとバッテリー21の放電側の許容電力Pbatt maxを式(19)に代入し、式(10)及び式(11)の後半部分となる。

【0114】

前進($No = 0$)かつ $Nmg2 < 0$ の場合には、式(19)の右辺の第1項が正となるには、第1

50

モータジェネレータ4のトルク T_{mg1} が正にならなければならない。また、式(19)の右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が負とならなければならない。したがって、この場合には、第1モータジェネレータ4の最大トルク T_{mg1max} とバッテリー21の充電側の許容電力 $P_{batt min}$ を式(19)に代入し、式(12)の後半部分となる。

【0115】

後進($No < 0$)の場合には、 $N_{mg2} < 0$ なので、式(19)の右辺の第1項が正となるには、第1モータジェネレータ4のトルク T_{mg1} が負にならなければならない。また、式(19)の右辺の第2項が正となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が負とならなければならない。したがって、この場合には、第1モータジェネレータ4の最小トルク T_{mg1min} とバッテリー21の充電側の許容電力 $P_{batt min}$ を式(19)に代入し、式(13)の後半部分となる。

10

【0116】

そして、ハイブリッドECU32は、第2モータジェネレータ5のトルク制限値とバッテリー21の許容電力により定まる値(式(10)~(13)の前半部分)と、第1モータジェネレータ4のトルク制限値とバッテリー21の許容電力により定まる値(式(10)~(13)の後半部分)のうち小さい方をエンジン2の上限トルクとする。

【0117】

また、ハイブリッドECU32は、エンジン2の下限トルクを以下の式(21)~(24)により算出する。

【0118】

20

前進($No = 0$)かつ $N_{mg1} < 0$ の場合。

$$T_{et min} = \text{MAX}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2max} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt min}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1max} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt min}) \dots (21)$$

前進($No = 0$)かつ $N_{mg2} > 0$ かつ $N_{mg1} > 0$ の場合。

$$T_{et min} = \text{MAX}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2min} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt max}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1max} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt min}) \dots (22)$$

前進($No = 0$)かつ $N_{mg2} < 0$ かつ $N_{mg1} > 0$ の場合。

$$T_{et min} = \text{MAX}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2min} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt max}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1min} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt max}) \dots (23)$$

後進($No < 0$)の場合。

30

$$T_{et min} = \text{MAX}(((1+K2) \times N_{mg2}/N_{mg1} + K3) \times T_{mg2max} - (1+K2) \times 60 / (2 \times N_{mg1}) \times P_{batt max}, -(1+K2+K3 \times N_{mg1}/N_{mg2}) \times T_{mg1max} + K3 \times 60 / (2 \times N_{mg2}) \times P_{batt max}) \dots (24)$$

ここで、 $T_{et min}$ は、エンジン2の下限トルク[Nm]である。MAX(X,Y)は、XとYのいずれか大きい方を選択するという意味である。

【0119】

エンジン2のトルク T_e を表す式(16)の値が最小となるのは、式(16)の右辺の第1項と第2項が共に負の場合となる。

【0120】

このため、前進($No = 0$)かつ $N_{mg1} < 0$ の場合には、式(16)の右辺の第1項が負となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が正にならなければならない。また、式(16)の右辺の第2項が負となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が負とならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最大トルク T_{mg2max} とバッテリー21の充電側の許容電力 $P_{batt min}$ を式(16)に代入し、式(21)の前半部分となる。

40

【0121】

前進($No = 0$)かつ $N_{mg1} > 0$ の場合には、式(16)の右辺の第1項が負となるには、第2モータジェネレータ5のトルク T_{mg2} が負にならなければならない。また、式(16)の右辺の第2項が負となるには、バッテリー21の電力 P_{batt} が正とならなければならない。したがって、この場合には、第2モータジェネレータ5の最小トルク T_{mg2min} とバッテリー21の放電側の許容電力 $P_{batt max}$ を式(16)に代入し、式(22)及び式(23)の前

50

半部分となる。

【 0 1 2 2 】

後進 (No < 0) の場合には、 $N_{mg1} > 0$ なので、式 (1 6) の右辺の第 1 項が負となるには、第 2 モータジェネレータ 5 のトルク T_{mg2} が正にならなければならない。また、式 (1 6) の右辺の第 2 項が負となるには、バッテリー 2 1 の電力 P_{batt} が正とならなければならない。したがって、この場合には、第 2 モータジェネレータ 5 の最大トルク T_{mg2max} とバッテリー 2 1 の放電側の許容電力 $P_{batt max}$ を式 (1 6) に代入し、式 (2 4) の前半部分となる。

【 0 1 2 3 】

また、エンジン 2 のトルク T_e を表す式 (1 9) の値が最小となるのは、式 (1 9) の右辺の第 1 項と第 2 項が共に負の場合となる。

10

【 0 1 2 4 】

このため、前進 (No = 0) かつ $N_{mg2} > 0$ の場合には、式 (1 9) の右辺の第 1 項が負となるには、第 1 モータジェネレータ 4 のトルク T_{mg1} が正にならなければならない。また、式 (1 9) の右辺の第 2 項が負となるには、バッテリー 2 1 の電力 P_{batt} が負とならなければならない。したがって、この場合には、第 1 モータジェネレータ 4 の最大トルク T_{mg1max} とバッテリー 2 1 の充電側の許容電力 $P_{batt min}$ を式 (1 9) に代入し、式 (2 1) 及び式 (2 2) の後半部分となる。

【 0 1 2 5 】

前進 (No = 0) かつ $N_{mg2} < 0$ の場合には、式 (1 9) の右辺の第 1 項が負となるには、第 1 モータジェネレータ 4 のトルク T_{mg1} が負にならなければならない。また、式 (1 9) の右辺の第 2 項が負となるには、バッテリー 2 1 の電力 P_{batt} が正とならなければならない。したがって、この場合には、第 1 モータジェネレータ 4 の最小トルク T_{mg1min} とバッテリー 2 1 の放電側の許容電力 $P_{batt max}$ を式 (1 9) に代入し、式 (2 3) の後半部分となる。このとき、駆動軸 7 は、正の回転方向へ回転している。

20

【 0 1 2 6 】

後進 (No < 0) の場合には、 $N_{mg2} < 0$ なので、式 (1 9) の右辺の第 1 項が負となるには、第 1 モータジェネレータ 4 のトルク T_{mg1} が正にならなければならない。また、式 (1 9) の右辺の第 2 項が負となるには、バッテリー 2 1 の電力 P_{batt} が正とならなければならない。したがって、この場合には、第 1 モータジェネレータ 4 の最大トルク T_{mg1max} とバッテリー 2 1 の放電側の許容電力 $P_{batt max}$ を式 (1 9) に代入し、式 (2 4) の後半部分となる。

30

【 0 1 2 7 】

そして、ハイブリッド ECU 3 2 は、第 2 モータジェネレータ 5 のトルク制限値とバッテリー 2 1 の許容電力により定まる値 (式 (2 1) ~ (2 4) の前半部分) と、第 1 モータジェネレータ 4 のトルク制限値とバッテリー 2 1 の許容電力により定まる値 (式 (2 1) ~ (2 4) の後半部分) のうち大きい方をエンジン 2 の下限トルクとする。

【 0 1 2 8 】

ハイブリッド ECU 3 2 は、図 7 に示すように、まず、式 (1 0) ~ (1 3) により算出したエンジン 2 の上限トルク $T_{et max}$ と、目標エンジントルクと、のいずれか小さい値を選択する。そして、選択した値と、式 (2 1) ~ (2 4) により算出したエンジン 2 の下限トルク $T_{et min}$ と、のいずれか大きい値を選択し、エンジン 2 へのトルク指令値とする。

40

【 0 1 2 9 】

以上のように構成された第 2 実施形態に係るハイブリッド車両の駆動制御装置によるエンジントルク制御処理について、図 8 を参照して説明する。なお、以下に説明するエンジントルク制御処理は、ハイブリッド ECU 3 2 が動作を開始すると開始され、予め設定された時間間隔で実行される。

【 0 1 3 0 】

まず、ハイブリッド ECU 3 2 は、第 1 インバータ 1 9、第 2 インバータ 2 0、アクセ

50

ル開度センサ 4 1、シフトポジションセンサ 4 2、車速センサ 4 4、駆動部状態検出センサ 4 5、バッテリー状態検出センサ 4 6 などからエンジントルク制御に用いる各種信号の取り込みを行なう（ステップ S 2 0 1）。

【 0 1 3 1 】

次いで、ハイブリッド E C U 3 2 は、各種信号に基づいて、エンジン 2 で出力すべき目標エンジントルクを算出する（ステップ S 2 0 2）。

【 0 1 3 2 】

次いで、ハイブリッド E C U 3 2 は、第 1 モータジェネレータ 4 の最大トルク T_{mg1max} 及び最小トルク T_{mg1min} 、第 2 モータジェネレータ 5 の最大トルク T_{mg2max} 及び最小トルク T_{mg2min} 、第 1 モータジェネレータ 4 の回転速度 N_{mg1} 、第 2 モータジェネレータ 5 の回転速度 N_{mg2} 、バッテリー 2 1 の放電側許容電力 $P_{batt max}$ 及び充電側許容電力 $P_{batt min}$ に基づき、エンジン 2 の上限トルク $T_{et max}$ を上述の式 (1 0) ~ (1 3) により算出する（ステップ S 2 0 3）。

【 0 1 3 3 】

次いで、ハイブリッド E C U 3 2 は、第 1 モータジェネレータ 4 の最大トルク T_{mg1max} 及び最小トルク T_{mg1min} 、第 2 モータジェネレータ 5 の最大トルク T_{mg2max} 及び最小トルク T_{mg2min} 、第 1 モータジェネレータ 4 の回転速度 N_{mg1} 、第 2 モータジェネレータ 5 の回転速度 N_{mg2} 、バッテリー 2 1 の放電側許容電力 $P_{batt max}$ 及び充電側許容電力 $P_{batt min}$ に基づき、エンジン 2 の下限トルク $T_{et min}$ を上述の式 (2 1) ~ (2 4) により算出する（ステップ S 2 0 4）。

【 0 1 3 4 】

そして、ハイブリッド E C U 3 2 は、目標エンジントルクを上限トルク $T_{et max}$ 及び下限トルク $T_{et min}$ で制限して、エンジン E C U 3 3 にトルク指令信号を送信する。すなわち、ハイブリッド E C U 3 2 は、目標エンジントルクが上限トルク $T_{et max}$ より大きい場合は上限トルク $T_{et max}$ をエンジントルク指令値とし、また、目標エンジントルクが下限トルク $T_{et min}$ より小さい場合は下限トルク $T_{et min}$ をエンジントルク指令値として、エンジントルク指令値を求め、エンジン E C U 3 3 にトルク指令信号を送信する（ステップ S 2 0 5）。

【 0 1 3 5 】

このように、上述の第 2 実施形態では、バッテリー 2 1 の放電側及び充電側の許容電力と、第 1 モータジェネレータ 4 の最大トルク及び最小トルクと、第 2 モータジェネレータ 5 の最大トルク及び最小トルクと、に基づいて、上述の式 (1 0) ~ (1 3) によりエンジン 2 の上限トルクを算出し、上述の式 (2 1) ~ (2 4) によりエンジン 2 の下限トルクを算出し、目標エンジントルクを上限トルクと下限トルクで制限し、エンジン 2 のトルクを制御するハイブリッド E C U 3 2 を備える。

【 0 1 3 6 】

これにより、バッテリー 2 1 の放電側及び充電側の許容電力と第 1 モータジェネレータ 4 の最大トルク及び最小トルクと第 2 モータジェネレータ 5 の最大トルク及び最小トルクに基づいて、エンジン 2 のトルクが制限される。このため、第 1 モータジェネレータ 4 や第 2 モータジェネレータ 5 のトルクが制限された場合でも、バッテリー 2 1 の許容電力を守ることができる。

【 0 1 3 7 】

本発明の実施形態を開示したが、当業者によっては本発明の範囲を逸脱することなく変更が加えられることは明白である。すべてのこのような修正及び等価物が次の請求項に含まれることが意図されている。

【符号の説明】

【 0 1 3 8 】

- 2 エンジン
- 3 出力軸
- 4 第 1 モータジェネレータ（第 1 電動機）

10

20

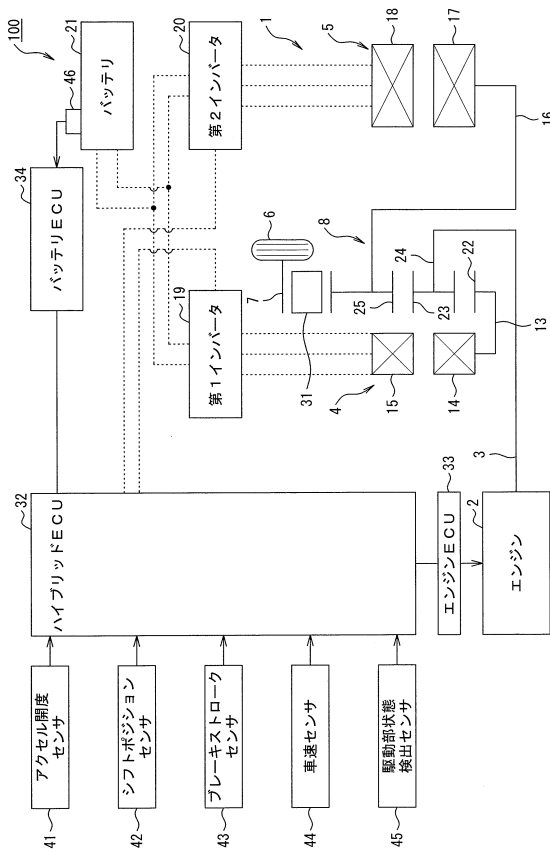
30

40

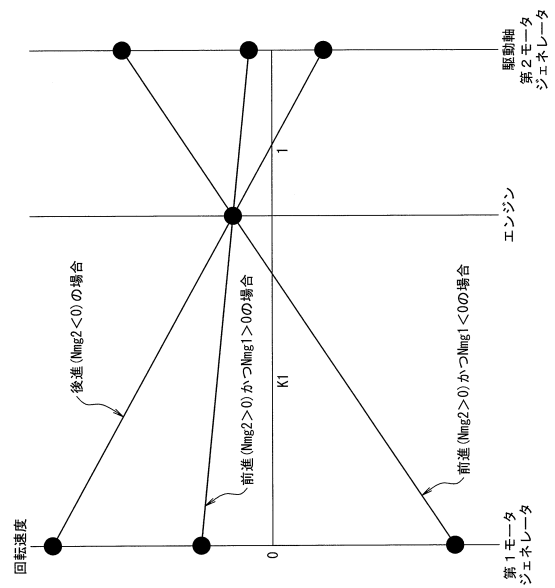
50

- 5 第2モータジェネレータ(第2電動機)
- 7 駆動軸
- 8 第1遊星歯車機構(動力伝達機構)
- 9 第2遊星歯車機構
- 10 第3遊星歯車機構
- 11 動力伝達機構
- 13 ロータ軸(回転軸)
- 16 ロータ軸(回転軸)
- 21 バッテリ
- 32 ハイブリッドECU(制御部)
- 33 エンジンECU
- 34 バッテリECU
- 45 駆動部状態検出センサ
- 46 バッテリ状態検出センサ

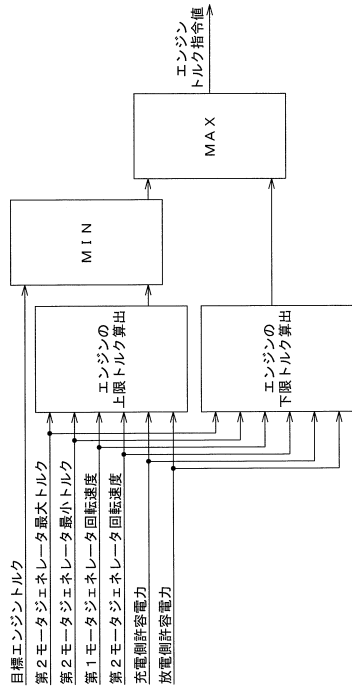
【図1】



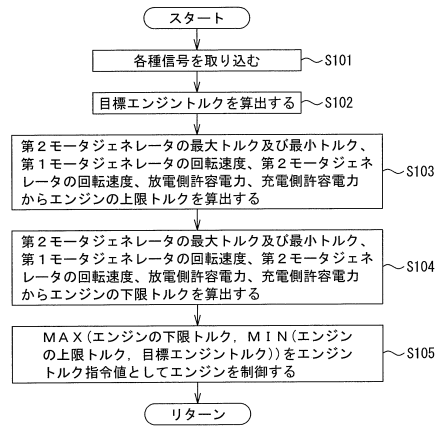
【図2】



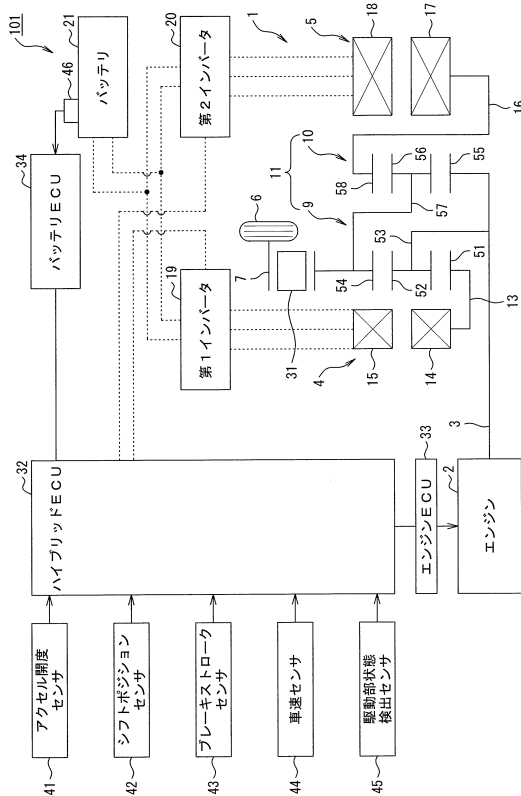
【図3】



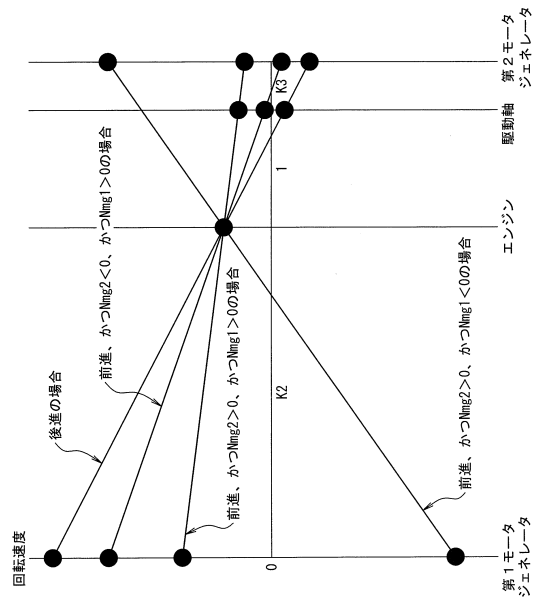
【図4】



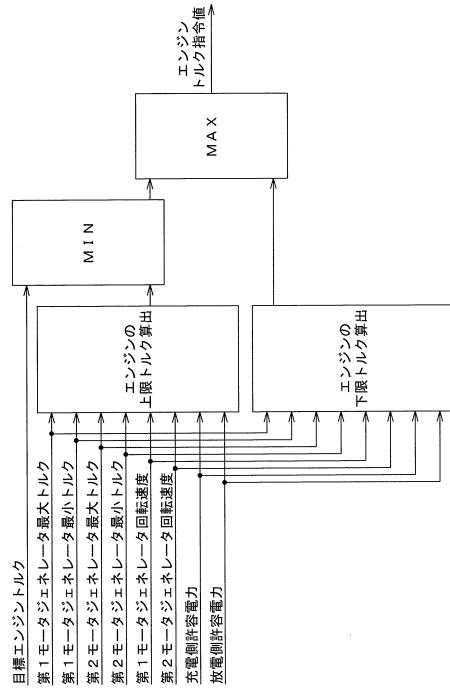
【図5】



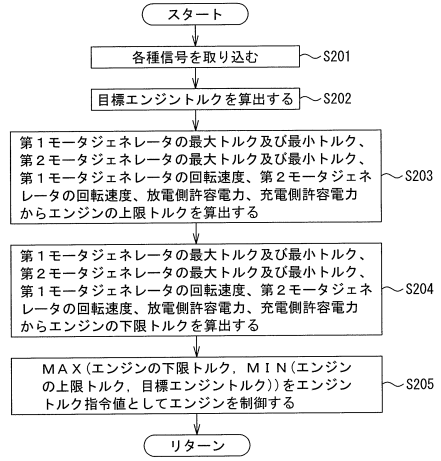
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 6 0 L 50/40 (2019.01) B 6 0 L 11/18 A
B 6 0 L 50/50 (2019.01)
B 6 0 L 53/00 (2019.01)
B 6 0 L 55/00 (2019.01)
B 6 0 L 58/00 (2019.01)

(56) 参考文献 特許第 3 0 5 0 1 2 5 (J P , B 2)
特開 2 0 1 3 - 2 2 0 6 8 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 1 1 4 4 2 9 (W O , A 1)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 2 0 / 5 0
B 6 0 L 1 / 0 0 - 1 5 / 4 2